

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

*На правах рукописи*

АБДУЛИНА

Юлия Николаевна

**ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ  
СЕРЕБРОСОДЕРЖАЩЕГО ПРОТРАВОЧНОГО  
ГЕЛЯ ПРИ ЛЕЧЕНИИ КАРИЕСА У ЛИЦ С  
НИЗКОЙ РЕЗИСТЕНТНОСТЬЮ ТВЕРДЫХ  
ТКАНЕЙ ЗУБОВ**

14.01.14 – Стоматология

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Научный руководитель:

д.м.н., доцент

Сергей Сергеевич Григорьев

Екатеринбург – 2017 г.

## Оглавление

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	4
<b>Глава 1. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ В ЛЕЧЕНИИ КАРИЕСА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)</b> .....	12
1.1. Эпидемиология кариеса зубов.....	12
1.2. Причины развития вторичного кариеса.....	14
1.3. Гибридная зона - основа адгезивного соединения .....	22
1.4. Перспективы в реставрационной стоматологии.....	25
<b>Глава 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ</b> .....	30
2.1. Дизайн исследования.....	30
2.2. Клинический этап исследования.....	32
2.3. Методы исследования, применяемые в лечебном процессе .....	32
2.4. Экспериментальный этап исследования.....	40
2.5. Методы экспериментальных исследований.....	42
2.6. Методы статистической обработки полученных результатов.....	47
<b>Глава 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ</b> .....	48
3.1. Результаты оптической микроскопии в отраженном свете .....	48
3.2. Результаты сканирующей электронной микроскопии.....	51
3.3. Результаты механических испытаний .....	54
3.4. Результаты масс - спектрометрии с индуктивно связанной плазмой.....	58
<b>Глава 4. РЕЗУЛЬТАТЫ КЛИНИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ</b> .....	65
4.1. Оценка состояния полости рта.....	65
4.2. Клиническая оценка качества реставраций .....	68
4.3. Клинический пример.....	77

<b>Глава 5. ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ</b> .....	84
<b>ВЫВОДЫ</b> .....	95
<b>ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ</b> .....	97
<b>СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ</b> .....	98
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ</b> .....	99

## ВВЕДЕНИЕ

### Актуальность вопроса

В России распространенность и интенсивность кариеса достигает 99%, частота его осложнений остается высокой, требующей проведения повторной терапии по поводу его рецидивирующего течения. Качество краевого прилегания является важнейшим фактором, определяющим срок службы пломб, частота развития вторичного кариеса составляет 46,12% в сроки до трех лет [13,16,185].

По данным литературы, причиной развития являются микроорганизмы зубной бляшки. На поверхности эмали под зубным налётом микроорганизмы образуют органические кислоты, которые изменяют проницаемость эмали и это является пусковым моментом в развитии первичного и вторичного кариеса [31,82,114]. Воздействие на микроорганизмы и продукты их жизнедеятельности является действенным фактором, оказывающим серьёзное противокариозное действие. С целью профилактики вторичного кариозного процесса, особенно у лиц с низким уровнем резистентности твердых тканей предлагается использование непродолжительного времени протравливания, применение стоматологических материалов, содержащих фтор, рекомендуется проводить на заключительном этапе пломбирования кариозной полости флюоризацию и использовать специальные покрывные системы [36,162]. Эффективность кариеспрофилактических мероприятий зависит, прежде всего, от резистентности зубной эмали, которую определяют местные факторы, такие, как гигиена полости рта, строение эмали, зрелость кристаллов гидроксиапатита и общие факторы: химический состав и свойства ротовой жидкости, содержание фтора, микро- и макроэлементов в питьевой воде реактивность организма [82,98,128].

Применяемые в настоящее время композиционные материалы имеют объемную усадку 1-3%, ведущую к нарушению краевого прилегания пломбировочного материала к твердым тканям зуба. В результате, через краевую щель между композиционным материалом и твердыми тканями зуба из полости

рта проникают кариесогенные микроорганизмы, выделяющие продукты жизнедеятельности, вызывающие лизис эмали и дентина. Особенности строения дентина создают возможности для более глубокого проникновения и размножения микроорганизмов в тканях зуба, что может явиться причиной развития одонтогенной инфекции [28,36,79,83,135,175].

В источниках изученной нами литературы отмечается, что случаи нарушений краевого прилегания и развитие вторичного кариеса чаще встречались при лечении кариеса с использованием традиционной антисептической обработки. Твердые ткани зуба остаются инфицированными, а кариесогенные микроорганизмы существуют под реставрациями за счёт компонентов, входящих в состав композиционной пломбы и дентинной жидкости [19,48,92,131]. Кариозные полости, характеризуются агрессивными кариесогенными микроорганизмами. Поэтому одним из направлений научных исследований в стоматологии в последнее десятилетие стоит вопрос о разработке новых методов профилактики вторичного кариеса с применением коллоидного серебра. В ряде исследований показано, что наночастицы серебра (до 10%) в полимерных композитах могут существенно ингибировать микроорганизмы, вызывающие кариес, не изменяя при этом прочность микросвязи пломбы и тканей зуба. Однако данные стоматологические материалы не могут предотвратить изменения цвета композитной реставрации [38,40,138,155,195,202].

Таким образом, профилактика развития вторичного кариеса должна быть направлена на защиту твердых тканей зуба от кариесогенных микроорганизмов. И, несмотря на значительный прогресс в создании и усовершенствовании стоматологических материалов, клинично - экспериментальное исследование, направленное на повышение эффективности лечения кариеса, снижение риска развития его осложнений в процессе оперативно – восстановительного лечения утраченных твердых тканей зуба вследствие кариозного поражения, с применением серебра остается актуальным и исключительно важным обсуждаемым вопросом.

**Цель исследования** - на основании клинико – экспериментального исследования оценить способ лечения кариеса витальных зубов с применением серебросодержащего протравочного геля у больных с низкой резистентностью твердых тканей.

**Задачи исследования:**

1. Изучить в эксперименте методами оптической и сканирующей электронной микроскопии особенности формирования гибридной зоны после применении протравочного геля с содержанием серебра при восстановлении утраченных твердых тканей зубов жевательной группы.

2. Сравнить прочность соединения «пломба - зуб» в зависимости от содержания серебра в стоматологическом протравочном геле.

3. Оценить глубину проникновения ионов серебра в эмаль и дентин после применения серебросодержащего протравочного геля методом масс - спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ИСП-МС).

4. Дать клиническую оценку сохранности выполненных реставраций у пациентов молодого возраста с низкой резистентностью твердых тканей после лечения с применением серебросодержащего протравочного геля в динамике двухлетнего наблюдения.

5. Разработать рекомендации, повышающие сохранность реставраций у пациентов молодого возраста с низкой резистентностью твердых тканей в витальных зубах жевательной группы и снижающие риск развития вторичного кариеса.

**Научная новизна**

Впервые разработан способ пломбирования сформированной полости зуба с применением серебросодержащего протравочного геля в витальных зубах у пациентов молодого возраста с низкой резистентностью твердых тканей. Доказано, что применение серебросодержащего протравочного геля на этапе протравливания твердых тканей зуба перед установкой пломбы и на этапе

финишной обработки, обеспечивают сохранность пломб в течение длительного времени (Патент РФ на изобретение № 2602496 от 24 октября 2016 года, приоритет изобретения от 08.10.2015 г. «Способ пломбирования кариозной полости»; Патент РФ на изобретение № 2610114 от 07 февраля 2017 года, приоритет изобретения от 08.10.2015 г. «Способ финишной обработки поверхности пломбы кариозной полости»).

Впервые установлено, что при стандартной обработке сформированной полости зуба серебросодержащим протравочным гелем, серебро определяется во всех слоях коронкового дентина, тогда как в эмали его проникновение ограничено тонким поверхностным слоем (глубиной протравливания). При этом прочность соединения «пломба-зуб» не зависит от содержания серебра в протравочном геле.

### **Практическая значимость работы**

Результаты проведённых исследований представляют интерес для практикующих стоматологов и доказывают необходимость применения серебросодержащего протравочного геля для предупреждения развития вторичного кариеса, для повышения сохранности реставраций витальных зубов жевательной группы на этапах оперативно – восстановительного лечения твердых тканей зуба у пациентов с низкой кариесрезистентностью.

Установлено, что применение серебросодержащего протравочного геля на этапе перед установкой реставрации и на этапе «постбондинг» при лечении кариеса позволяет оптимизировать способ лечения кариеса у больных с низкой резистентностью твердых тканей, так как способствует минимизации осложнений после лечения за счет бактерицидного действия ионов серебра в протравочном геле.

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

1. Применение серебросодержащего протравочного геля не изменяет прочностные характеристики соединения «пломба - зуб».

2. Для снижения риска развития вторичного кариеса и повышения сохранности пломб у пациентов молодого возраста с низкой резистентностью твердых тканей доказано применять серебросодержащий протравочный гель перед установкой пломбы и на этапе ее финишной обработки.

### **Внедрение результатов исследования**

Результаты диссертационного исследования включены в учебный процесс кафедры пропедевтики и физиотерапии стоматологических заболеваний ФГБОУ ВО УГМУ Минздрава России, кафедры терапевтической стоматологии ФГБОУ ВО УГМУ Минздрава России, кафедры терапевтической стоматологии ФГБОУ ВО Тюменский ГМУ Минздрава России, кафедры ортопедической и хирургической стоматологии ФГБОУ ВО Тюменский ГМУ Минздрава России, кафедры терапевтической стоматологии и детской стоматологии ФГБОУ ВО ЮУГМУ Минздрава России для студентов, ординаторов, аспирантов, врачей ФУВ стоматологического факультета.

### **Апробация работы**

Апробация материалов диссертационного исследования проведена на заседании кафедры терапевтической стоматологии ФГБОУ ВО УГМУ Минздрава России (18 октября 2016г.), проблемной комиссии по стоматологии ФГБОУ ВО УГМУ Минздрава России (23 декабря 2016года).

Результаты диссертационного исследования представлены на XIX Зимней школе по механике сплошных сред (г. Пермь, 2015г.); 16-ой Международной специализированной выставке «Дентал-Экспо» «Стоматология Урала – 2015» (г. Уфа, 2015г.); Международном конгрессе «Стоматология Большого Урала» с IV Всероссийским рабочим совещанием по проблемам фундаментальной стоматологии с научной школой для молодежи (г. Екатеринбург, 2015г.); 70-й Всероссийской научно-практической конференции молодых учёных и студентов с международным участием (г. Екатеринбург, 2015г.); Втором Евразийском конгрессе «Медицина, фармацевтика и общественное здоровье» с международным



участием, посвященная 85-летию Уральского медицинского университета, г. Екатеринбург, 2015г.; Международной молодежной научно-практической конференции «Наука в современном мире» (г. Кишинев, 2015г.); Международной молодежной научно-практической конференции «Современные проблемы науки и образования» (г. Астана, 2015г.); Международной молодежной научно-практической конференции «Тенденции и инновации современной науки» (г. Прага, 2015г.); Международной молодежной научно-практической конференции «Актуальные проблемы современной науки: теория и практика» (г. Душанбе, 2016г.); итоговой 71-й конференции НОМУС УГМУ «Актуальные вопросы медицинской науки и здравоохранения» (г. Екатеринбург, апрель 2016 г.); Первом Армяно-Славянском международном конгрессе стоматологов (г. Ереван, 2016г.); Международном конгрессе «Стоматология Большого Урала» с V Всероссийским рабочим совещанием по проблемам фундаментальной стоматологии с научной школой для молодежи (г. Екатеринбург, 2016г.).

### **Публикации. Патенты**

По теме диссертационного исследования опубликовано 14 научных работ, из них 5 - в ведущих рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки России для публикаций основных результатов исследования.

1) Патент РФ на изобретение № 2602496 от 24 октября 2016 года, приоритет изобретения от 08.10.2015 г., «Способ пломбирования кариозной полости»,

2) Патент РФ на изобретение № 2610114 от 07 февраля 2017 года, приоритет изобретения от 08.10.2015 г. «Способ финишной обработки поверхности пломбы кариозной полости».

Диссертационное исследование выполнено в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Уральский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ректор д.м.н., профессор С.М. Кутепов) в соответствии с планом НИР ФГБОУ ВО УГМУ Минздрава России. Номер государственной регистрации АААА-А16-116061710111-4 от 17.06.2016.

Работа поддержана РФФИ в рамках гранта № 15-08-04073а. При финансовой поддержке УрО РАН (г. Екатеринбург), проект № 13-05-022-УМА.

### **Личное участие автора в выполнении исследования**

Автором лично выполнен аналитический обзор отечественной и иностранной литературы по теме исследования. Проведены клинико-экспериментальные исследования эффективности лечения кариеса с применением серебросодержащего протравочного геля. Полученные результаты статистически обработаны, проведен анализ полученных данных, сформулированы выводы, практические рекомендации, положения, выносимые на защиту, написание статей и тезисов докладов, диссертации и автореферата. Участие автора в проведении экспериментальных исследований составляет 60%, в проведении клинического этапа исследования – 100%.

Работа выполнена лично автором на кафедрах пропедевтики и физиотерапии стоматологических заболеваний, терапевтической стоматологии ФГБОУ ВО УГМУ Минздрава России.

Механические испытания проведены на базе кафедры физики конденсированного состояния Уральского Федерального Университета им. Первого Президента России Б.Н.Ельцина (д.ф.- м.н. П.Е.Панфилов).

Электронно - микроскопические, масс - спектрометрические исследования выполнены в Центре коллективного пользования «ГЕОАНАЛИТИК» Института геологии и геохимии УрО РАН (под руководством д.г.–м.н., академика С.Л.Вотякова; к.г.-м.н. Д.В. Киселевой).

### **Структура и объем диссертационного исследования**

Диссертационная работа изложена на 124 страницах машинописного текста. Состоит из введения, обзора литературы, главы с описанием материалов и методов диссертационного исследования, главы экспериментальных исследований, главы клинического исследования, обсуждения полученных результатов, выводов, практических рекомендаций, списка литературы и

приложений, 15 таблиц и 31 рисунка. Библиографический указатель - 230 публикация, из которых 153 публикации отечественных и 77 зарубежных источников.

### **Благодарности**

Приношу свою искреннюю благодарность научному руководителю - д.м.н., доценту С.С. Григорьеву за помощь на всех этапах выполнения диссертационной работы, д.ф. - м.н. П.Е. Панфилову (УрФУ), д.ф. - м.н. Д.В. Зайцеву (УрФУ) - за помощь в подготовке экспериментальных образцов для исследований, за обсуждение результатов работы, за консультации в области физики, к.г. - м.н. Д.В. Киселевой и С.П. Главатских (ИГГ УРО РАН) - за консультации, рекомендации и помощь в проведении микроскопических исследований, патентоведу Г.Н. Кандалинцевой, главному врачу стоматологической поликлиники ФГБОУ ВО УГМУ Минздрава России, к.м.н., доценту Т.Н. Стати, сотрудникам кафедры пропедевтики и физиотерапии стоматологических заболеваний во главе с д.м.н., профессором Ю.В. Мандра - за внимание, оказанное нашей научной работе, сотрудникам кафедры терапевтической стоматологии во главе с д.м.н., профессором Г.И. Ронь - за замечания и рекомендации, которые позволили выявить недостатки и глубже понять значение нашего исследования, д.м.н., профессору кафедры терапевтической стоматологии Т.М. Еловиковой, к.м.н., доценту Н.Д. Чернышевой - за неоценимую помощь, советы и участие при выполнении данной диссертационной работы.

## СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ В ЛЕЧЕНИИ КАРИЕСА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

### 1.1. Эпидемиология кариеса зубов

Кариес является самой частой причиной поражения твердых тканей зубов. Среди населения России распространенность и интенсивность кариеса достигает 99%, процент его осложнений остается высоким и достигает 30-32%, требующим проводить повторную терапию по поводу рецидивирующего течения кариеса [13,16,132,185]. В возрастной группе 35- 44 года потребность в лечении кариеса и его осложнений, в протезировании составляет 48 %, а в удалении зубов - 24 % [43]. Статистические данные свидетельствуют, что кариесом страдают 100 % взрослого населения земного шара и очевидно, что частота случаев развития кариеса не имеет тенденции к снижению [19,48,95,132]. Данный аспект обуславливается несколькими факторами.

- Фактор питания. Характер принимаемой пищи, рацион питания может, как местно неблагоприятно воздействовать на зубы, так и являться причиной нарушения обмена веществ в организме [10,17,35,129].
- Возраст. Увеличение процента распространенности и интенсивности поражения зубов кариесом к 15 годам обусловлено поражением первых постоянных моляров и достигает 90 - 95%, а после 40 лет прирост интенсивности поражения зубов кариесом уменьшается, что объясняется снижением с возрастом проницаемости эмали зубов и выраженной минерализацией твердых тканей [10,24,58,106,112].
- Гигиенический уход за полостью рта. По мнению ряда авторов, низкий показатель рН ротовой полости вызывает на поверхности эмали ее деминерализацию [1,27,62,64,136].
- Географический фактор - климат, содержание минеральных солей - кальция и фосфора, микроэлемента фтора и др. [48,61,104,111].

- Соматические заболевания - желудочно-кишечного тракта и других органов и тканей, эндокринные заболевания могут стать причиной снижения иммунитета организма и усиления поражения зубов кариесом, инфекционные: дизентерия, корь, скарлатина, инфекционный гепатит, туберкулез. Гестоз беременных также приводит к угнетению неспецифической реактивности организма [7,8,92,157].
- Локализация кариозных полостей. Восприимчивыми зонами к кариесу в детском возрасте являются фиссуры жевательной группы зубов. После 20 лет возрастает встречаемость кариеса на контактных поверхностях зубов. Этому способствует плотный контакт между зубами, отложение мягкого зубного налета.

На устойчивость твердых тканей зубов к кариесу влияют нарушения структуры при гипоплазии и других заболеваниях зубов некариозного происхождения, но ряд вопросов в отношении этиологии и патогенеза кариеса зубов остается спорным и подлежит дальнейшему изучению [56,61,162].

Дентин и эмаль человека рассматривают, как иерархические биоконпозиты [37]. Дентин составляет основной объем зуба и является его основой. Состоит на 50-70% из неорганической и на 30-50% биоорганической составляющей [75,165,180,203,209]. Степень минерализации дентина зависит от местоположения в зубе и возраста [187,220,223,231]. Органическая часть дентина состоит из коллагеновых волокон, образующих сетку в межтрубочковом дентине и не имеющих ориентации. Дентинные каналы заполнены полностью или частично дентинной жидкостью, которая определяет гиперчувствительность зуба. [198,213,219]. Неорганическая составляющая дентина состоит преимущественно из кристаллов гидроксиапатита кальция [171,179,186,198].

Эмаль зуба является самой твердой тканью организма, толщина эмали на жевательной поверхности зуба составляет 1,5÷1,7мм, на боковых поверхностях значительно тоньше, а к десне, толщина эмали уменьшается до нуля. Высокую твердость эмали определяют неорганические вещества (до 97%, по весу и 85% по объему), входящие в ее состав и состоящие из кристаллов гидроксиапатита кальция (до 75%) и др. В состав эмали так же входит 3,8% воды и 1,2% органических веществ [17,27,164]. В структуре эмали выделяют три уровня:

первый состоит из кристаллов гидроксиапатита кальция палочковидной формы, лежащих вдоль оси эмалевого стержня, соединенных между собой слоем протеина толщиной около 1 нм с расстоянием между соседними кристаллами около 1-2 нм. [176,181,194,197]. Второй уровень составляют одиночные эмалевые стержни, располагающиеся параллельно друг другу в направлении перпендикулярном дентиноэмалевому соединению (ДЭС) от дентина до внешнего слоя эмали. Третий уровень образуют параллельные друг другу эмалевые стержни с кристаллами гидроксиапатита кальция, которые располагаются от ДЭС до внешнего слоя эмали [173,188].

Патогенетический механизм развития вторичного кариозного процесса обусловлен резистентностью твердых тканей зуба, находящихся в контакте с пломбирочным материалом и видом краевого прилегания реставрации. В настоящее время в развитых странах достигнуто значительное уменьшение распространения и интенсивности кариеса. В то время как распространенность и интенсивность кариеса среди лиц молодого возраста в России остается высокой и не имеет тенденцию к снижению, что требует разработки новых способов профилактики и лечения кариозного процесса.

## **1.2. Причины развития вторичного кариеса**

Основным методом лечения кариеса и предупреждение его осложнений является удаление патологически измененных тканей и восстановления сформированной полости прямой или непрямой реставрацией. Несвоевременное лечение кариеса, а также удаление зубов в результате его осложнений, приводят к появлению вторичной деформации зубных рядов, возникновению патологии височно-нижнечелюстного сустава, нарушению процесса жевания вплоть до полной утраты этой функции, что сказывается на здоровье и качестве жизни пациента [21,69,135].

На начальном этапе развития кариеса характеризуется деминерализацией твердых тканей зуба и является обратимым. В связи с этим, рядом зарубежных и отечественных ученых предложены способы реминерализации твердых тканей. В частности, в 2012 г. Besinis A. указал на возможность повышения эффективности

реминерализации в деминерализованном дентине путем инфильтрации его коллагеновой матрицы наночастицами гидроксиапатитов и кремния. В диссертационном исследовании Н.О. Бессудновой в 2015г. в качестве частиц, вводимых в деминерализованный дентин, использовалось нанодиспергированное серебро. Поскольку, взаимодействие частиц металлов с коллагеновыми волокнами органического происхождения приводит к упрочнению структуры волокон и повышению их твёрдости [14,182,216,221]. Большое значение при выборе способа воздействия на репаративные процессы в дентине имеет состояние дна и стенок кариозной полости, зависящих от ряда факторов, таких как соблюдения гигиены полости рта, регулярное использования фторсодержащих зубных паст, от состава и свойств слюны, микрофлоры полости рта, которая определяет скорость разрушения эмали, а затем и дентина [21,158,160,170].

Прямой метод восстановления коронковой части зубов является наиболее распространенным. Учитывая, Закон РФ «О защите прав потребителей» (в редакции Закона РФ от 10.01.1996 г., Закона РФ от 17.12.1999 г. №212-ФЗ «О внесении изменений и дополнений в Закон РФ «О защите прав потребителей») стоматологическая помощь относится к числу овеществленных услуг. Следовательно, на результаты лечения распространяются требования по установлению сроков гарантии и сохранность пломб должна быть более продолжительной.

Для пломбирования зубов используют различные по составу, структуре, физико-химическим свойствами и назначениям стоматологические материалы [6,105,152,153]. В последние десятилетия расширился ассортимент предлагаемых современных реставрационных материалов, идет постоянный поиск новых методов пломбирования кариозных полостей, позволяющих повысить эффективность лечения кариеса, но процент развития вторичного кариеса остается высоким [16,102,127,146,218]. В изученной нами литературе указывается ряд причин функциональной неполноценности пломб - это неправильный выбор пломбировочного материала и адгезивных систем, нарушение режима и методики

препарирования, неэффективная антимикробная обработка подготовленной кариозной полости и полимеризационный стресс, различные коэффициенты термического изменения пломбы и тканей зуба. Таким образом, важным условием для получения качественной и прогнозируемой реставрации являются знания технологических возможностей используемых материалов и точное соблюдение этапов их применения [7,21,74,208].

Проблема вторичного кариеса является острой как в витальных, так и в девитальных зубах. Известно, что граница твердых тканей зуба и пломбы является критической с точки зрения развития возможных осложнений и определяющим фактором в сроке службы реставраций.

Замена реставраций ведет к уменьшению собственных тканей и увеличению границы твердых тканей зуба и пломбы, в результате повышается риск нарушения краевого прилегания с развитием вторичного кариеса [57,81,132,159]. С целью решения вопроса краевого прилегания ряд ученых предлагают на заключительном этапе восстановления утраченных твердых тканей зуба проведение этапа «постбондинг», который позволяет предупредить нарушение краевого прилегания и, как следствие, позволяет снизить риск формирования вторичного кариозного процесса. Доказательством целесообразности проведения этапа «постбондинг» у реставраций служат результаты экспериментального и клинического изучения ряда авторов, которые демонстрируют наилучшее краевое прилегание пломб с этапом «постбондинг», по сравнению с пломбами без этапа «постбондинг» [31,82,128]. При проведении «постбондинга», возможно использование только специальных покровных систем, способных отодвинуть начало разгерметизации границы «пломбирочный материал - твердые ткани зуба» [2,31]. Для повышения минерализации эмали, деминерализованной в процессе протравливания кислотой, рекомендована флюоризация с использованием эмаль-герметизирующего ликвида (ЭГЛ) и дентин-герметизирующий ликвид (ДГЛ), который реминерализирует дентин и способствует стабилизации кариозного процесса [70,149-151]. Имеющиеся экспериментальные данные подтверждают, что фтор может нарушать обмен веществ бактерий и подавлять продукцию



молочной кислоты, но для оказания антибактериального действия требуются высокие концентрации фтора [36,119,141].

Согласно литературным данным, в 60% случаев причиной замены реставраций являются патологические изменения в твердых тканях и только 40% приходится на дефекты, обусловленные физико-механическими свойствами пломбировочных материалов и технологиями их применения [12,25,64]. Качество краевой адаптации реставраций на границе «пломбировочный материал - твердые ткани зуба» определяют многочисленные факторы такие, как локализация кариозной полости, температурные колебания при препарировании, выбор машинных боров для формирования полости, проведение этапа финирирования краев эмали, релаксация напряжений в твердых тканях после препарирования, свойства применяемого пломбировочного материала, полимеризационная усадка, шлифование и полирование готовой реставрации, обоснованное применение адгезивной системы [14,82,210]. В создании хорошего краевого прилегания пломб существенное значение имеют адгезивные системы [144,145].

При использовании самопротравливающих адгезивных систем ретенция с эмалью слабее, чем при традиционном протравливании ортофосфорной кислотой [39,214]. Однако, эффективность гибридного слоя зависит не только от глубины пор в эмали и дентине, но и от текучести адгезива, способного заполнить образовавшиеся поры полностью [81,135]. В последние годы развиваются адгезивные технологии бондинга с использованием ортофосфорной кислоты. Одним из побочных действий данной кислоты на твердые ткани зуба является глубокая декальцинация, в результате чего праймер не проникает на всю глубину протравленного дентина и возникают условия для формирования вторичного кариеса [81,133,149]. По данным ряда авторов через год после оперативно – восстановительного лечения первичного кариозного процесса вторичный кариес диагностируется в 50% случаев, а через два года – в 70% случаев [83,97,115,138].

В исследовании 2008г. определено, что «вторичный» и «рецидивный» кариес это процессы, различающиеся по локализации и клиническим проявлениям. Характеристика «вторичного кариеса»: повышение электрометрической

проницаемости границы «пломба - зуб», но показатели электровозбудимости пульпы сохраняются на исходном уровне. При «рецидивном» кариесе изменяется цвет границы «пломба – зуб», показатели электропроницаемости границы «зуб - пломба» остаются на исходном уровне, но показатели электровозбудимости пульпы снижаются до максимальной границы физиологического предела [35,128].

В резистентности твердых тканей зуба к кариесу как к первичному, так и вторичному, существенное значение имеет резистентность тканей зуба к возникновению данной патологии, которая проявляется на молекулярном, тканевом, органном, системном и организменном уровнях [18,77,136,156].

На молекулярном уровне резистентность твердых тканей к кариесу определяется особенностями гидроксиапатита, степенью минерализации и правильностью строения белковой матрицы. Строение и степень зрелости эмалевых структур, степень их плотности влияют на тканевой уровень кариесрезистентности. Состав и свойства пелликулы, глубина, форма, количество фиссур обуславливают на органном уровне резистентность к кариесу [28,33,78,114]. На системном уровне кариесрезистентность зависит от особенностей строения лицевого скелета, челюстей, зубов. На организменном уровне кариесрезистентность зависит от состояния здоровья, функции слюнных желез, особенностей строения скелета тела человека [52,53,72,108].

По данным литературы, высокий процент вторичного кариеса, наблюдается: при низком уровне резистентности зубов к кариесу у больных - в 38% случаев и очень низком уровне - 68%, где главным из местных факторов, предрасполагающих к развитию вторичного кариеса, выделяют уровень резистентности зубов к первичному кариозному процессу [41,46,135,157].

Методика определения уровней резистентности зубов к кариесу, разработанная В.Б. Недосеко (1987) основана на количественном учете двух признаков кариеса - интенсивности поражения и принадлежности пораженных зубов к иммунной или кариесподверженной группе. По данным В.Б. Недосеко, эти уровни резистентности зубов, являются относительно устойчивым состоянием. Под воздействием местных неблагоприятных факторов полости рта -

отсутствие актуальной индивидуальной гигиены полости рта, прием большого количества углеводов и др., а также при общих воздействиях на организм (беременность), возможен переход уровня резистентности на более неблагоприятный [98,99].

В соответствии с уровнем кариесрезистентности пациента при восстановлении утраченных твердых тканей композиционным материалом рекомендовано сокращение времени протравливания эмали стоматологическим протравочным гелем: при низкой резистентности - 15с, с очень низкой - 7 с. Время протравливания дентина составляет 1/2 от времени протравливания эмали: при низкой кариесрезистентности -7-8 с, при очень низкой - до 5с [101,135,149].

Некачественное препарирование кариозной полости является одной из причин развития вторичного кариеса. На сегодняшний день существуют разные методы препарирования кариозных полостей. Метод «профилактического расширения» (Влес, 1899) предусматривает широкое иссечение твердых тканей зуба и показан при использовании высокопрочных стоматологических материалов, не обладающих адгезией к твердым тканям, таких, как амальгама. Метод «биологической целесообразности» (И.Г.Лукомским, 1948) предусматривает щадящее отношение к тканям, что зачастую приводит к развитию вторичного кариеса. С появлением композиционных материалов и стеклоиономеров предложен метод «профилактического пломбирования», который предполагает минимальное иссечение здоровых тканей, пломбирование до «иммунных зон» и местную флюоризацию эмали. На сегодняшний день этот метод является рациональным в профилактике вторичного кариеса [18,47,51].

Объем препарирования твердых тканей зуба имеет значение в возникновении вторичного кариеса, но степень и качество их механической обработки являются важными факторами [34,142].

Установлено, что причиной нарушения краевого прилегания реставраций является наличие образовавшихся дефектов при препарировании стенок кариозной полости [125,136,156]. При применении микромотора на эмали зуба утрата кальция из эмали в 1,4 раза больше, чем при использовании турбинного

наконечника, а также снижается резистентность эмали и уровень ее минерального обмена в течение длительного времени не может восстановиться [29,63]. Так, В.А. Елин (2004) выявил грубые разрушения эмали при препарировании стальными борами, тогда как при работе алмазными борами эти изменения были слабо регистрируемыми. При использовании алмазных боров необходимо учитывать размер алмазной крошки, ее износ и скорость вращения бора.

В процессе применения композиционных материалов для лучшей адаптации пломбировочного материала к стенкам подготовленной кариозной полости необходимо закруглить все внутренние углы и сформировать эмалевый скос под углом 45 градусов по всему периметру кариозной полости [121,189]. Эмаль финируют на ширину 0,5-1 мм, так как при большей величине возрастает выход кальция из эмали зуба [29]. Финировать необходимо под постоянным водяным охлаждением алмазными борами с величиной зерна 30-50 мкм с последующей обработкой края эмали эмалевым ножом [10,154]. Все это позволяет достигнуть лучшего краевого прилегания пломбировочного материала, который является главным фактором, определяющим срок службы пломб [22,45,68,71].

Полимеризационная усадка - главный недостаток композиционных пломбировочных материалов, которые на сегодняшний день являются основными восстановительными материалами в терапевтической стоматологии. Причина полимеризационной усадки - уменьшение расстояния между молекулами мономера в процессе полимеризации, нарушение краевой адаптации пломб, что и ведет к развитию вторичного кариеса [35,49,73,85]. Вместе с тем, на процесс образования микрощели при использовании композиционных материалов влияет локализация кариозной полости, коэффициент теплового расширения материала и другие факторы [86,87,134]. Необходимо учитывать, что высокий «С - фактор» приводит к возникновению вторичного кариозного процесса, т.к. в результате полимеризационной усадки на границе «пломба - зуб» возникает напряжение с последующим образованием трещин и щелей, с нарушением соединения твердых тканей зуба и пломбировочного материала [112,113,123,141]. По данным Е.В. Боровского (2001), «вторичный кариес» в полостях первого класса

диагностируется в 24,3 %, при пломбировании полостей второго класса – в 40,5% случаев [18,96]. Однако провести препарирование кариозной полости качественно гораздо проще, чем предотвратить последствия полимеризационной усадки [27,137,193].

Все композиционные материалы отличаются друг от друга размером и формой частиц наполнителя, количеством наполнителя по весу и объему. И независимо от этих показателей у композиционных материалов при полимеризации их масса сокращается в объеме. Чем более насыщен композит, тем выше прочность, но увеличивается хрупкость. Менее насыщенные гибридные композиты обладают большим модулем эластичности. Следовательно, чем больше масса композита, тем выше полимеризационная усадка [80,84,143]. По литературным данным, ряд авторов предлагает: для снижения полимеризационной усадки пломб, особенно в полостях первого и второго классов по Блеку, включать в реставрацию дополнительные полимеризованные шарики из композиционного материала. Создание «суперадаптивных слоев» из жидкого композиционного материала позволяет снизить негативное влияние напряжения, которое возникает в процессе полимеризации и снизить активное влияние вышеперечисленных факторов на качество краевой адаптации пломб [5,88,109,110].

Качество финишной обработки реставрации оказывает важное влияние на образование краевой щели и образование вторичного кариеса [76,82,116,124,207]. «Постбондинг» это завершающий этап выполненной реставрации. Он обеспечивает увеличение срока службы реставрации, улучшает эстетическую составляющую, способствует устранению ретенционных пунктов на поверхности реставрации, предотвращает адгезию и скопление зубного налета, являющегося пусковым моментом в развитии первичного и вторичного кариозного процесса [65,75,115,172].

Таким образом, вторичный кариес возникает под влиянием нескольких групп факторов: 1) факторы общего характера, 2) местные факторы, 3) факторы, связанные с резистентностью твердых тканей зуба.

### 1.3. Гибридная зона - основа адгезивного соединения

Использование композиционных материалов для восстановления формы зубов невозможно без протравливания и связующих адгезивных систем, поэтому создание надежного адгезивного соединения, исключающего маргинальную проницаемость между пломбой и твердыми тканями зуба - одна из важных задач клинической стоматологии [67,80,133,164].

Создание адгезивного соединения начинается с кислотного протравливания тканей зуба для увеличения проницаемости мономеров адгезивной системы в эмаль и дентин. Одним из недостатков применения адгезивных систем, требующих протравливания, является необходимость нанесения ортофосфорной кислоты с последующим промыванием и просушиванием. При нанесении ортофосфорной кислоты сложно проконтролировать степень и глубину деминерализации дентина и эмали. В результате, внесенный адгезив не заполняет всю глубину открытых дентинных канальцев и не обеспечивает образование полноценного гибридного слоя. Современная классификация адгезивных систем построена на принципе их взаимодействия с эмалью и дентином: удалении смазанного слоя (техника тотального протравливания) или его сохранении и использовании в создании адгезивного соединения (самопротравливающая техника) [214,222,228].

Основой адгезивного соединения является гибридный слой, толщина которого составляет 5 - 10мкм. Это протравленный кислотой и пропитанный мономерами поверхностный слой интертубулярного дентина, который создает условия для возникновения силы сцепления, служит эффективным барьером против проникновения микроорганизмов и химических веществ в дентинные канальцы и пульпу, перекрывая движение жидкости из дентинных трубочек, предупреждает постоперационную чувствительность [14,22,44]. Так как, в формировании гибридной зоны участвуют органическая составляющая дентина, остаточные кристаллы гидроксиапатита, мономеры адгезивной системы и растворители, старение гибридной зоны может стать результатом старения

каждого или результатом общего воздействия всех компонентов на процесс деградации [14,140,145,177].

В 1978 году появилась первая адгезивная система Clearfil Bond System - F (Kuraray Co,Ltd.,Tokyo, Japan). Её применение предполагало тотальное протравливание эмали и дентина 40% раствором фосфорной кислоты. Но в клинической практике кислотное протравливание дентина сопровождалось применением сухого бондинга, которое вызывает коллапс коллагеновых волокон и приводит к уменьшению количества каналов для проникновения мономеров адгезивной системы. Таким образом, в результате пересушивания дентина возникала недостаточная сила сцепления полимера и дентина, которая проявлялась гиперстезией, вызывала микроподтекание и разрушение адгезивного соединения, приводящая к развитию вторичного кариеса. Однако, чрезмерное увлажнение дентина так же является фактором, ведущим к деградации адгезивного соединения с образованием дефектов краевого прилегания и развитием вторичного кариеса (J. Kanca,1992) [183]. Дентин «сухой» или «влажный»? Проверка влажности и техника нанесения адгезивной системы связаны между собой. Точная оценка влажности поверхности дентина одна из узловых тем для обсуждения с момента появления понятия «влажный бондинг», так как влажность - понятие относительное. Доказано, что адгезивные системы, в состав которых входит вода и спирт менее чувствительны к влажности поверхности, в отличие от адгезивов на ацетоновой основе. У спирта и воды, входящих в состав адгезивных систем выше способность сохранять деминерализованный дентин в расширенном состоянии, чем у ацетона, что позволяет значительно увеличить площадь поверхности бондинга.

Перед использованием адгезивных систем с целью повышения долгосрочности «дентин – полимерных» связей к деминерализованной коллагеновой матрице требуется применение ингибиторов матриксных металлопротеиназ (ММП), которые приводят к разрушению гибридной зоны [144,168,178,217,230]. В состав некоторых стоматологических протравок производители включают антибактериальные препараты, например, бензалкония

хлорид, который является неспецифическим ингибитором матричных металлопротеиназ (ММП) и применяется с целью замедления деградации гибридного слоя подготовленной к пломбированию поверхности кариозной полости.

С целью ингибирования активности ММП-2, ММП-8 и ММП-9 успешно применяется хлоргексидин - бигуанидное антимикробное вещество в качестве неспецифического ингибитора [167,184,185,190,196,206]. Поливинилфосфоная кислота и бензалкония хлорид также обладают характерной ММП активностью [215]. Доказано, что деминерализованный дентин может связывать больше хлоргексидина, чем минерализованный на протяжении 12 недель, а НЕМА не мешает связыванию. Хлоргексидин остается объединенным с деминерализованным дентином после внесения адгезива, что позволяет сохранять продолжительную эффективность хлоргексидина, как ингибитора ММП в адгезивных соединениях «дентин – полимерных» связей. Протравленный дентин с внесенной адгезивной системой в технике «влажного бондинга» сохраняет связи с хлоргексидином на протяжении 9 месяцев, но после 18 месяцев наблюдается деградация гибридной зоны. Предполагается, что хлоргексидин присоединяется к мономерам и создает «хлоргексидин – метакрилат» в зоне адгезивной системы [199,201,211]. Ортофосфорная кислота, применяемая на этапах оперативно – восстановительного лечения кариеса с концентрацией 30-40% обладает постоянным протравливающим действием. Эксперименты, проведенные с использованием стоматологических протравливающих агентов, подтверждают возможность создания микрорельефа в подготовленной кариозной полости в результате протравливания. Однако измерить глубину протравливания очень сложно, также как и определить рельеф проникновения кислоты в эмаль по классификации Silverston и Galil, Wright. Кроме того, промывание полости после обработки протравочным агентом далеко не всегда приводит к остановке процесса травления в глубине эмали и дентина [42,99].

Из источников литературы следует, что если концентрация кислоты меньше 30%, то на эмали зуба откладывается труднорастворимый брушит, который



препятствует связыванию адгезивной системы с эмалью зуба. Если концентрация кислоты выше 40%, то происходит быстрое осаждение кальций - фосфатных соединений, которые препятствуют качественному протравливанию эмали и связыванию адгезивной системы с твердыми тканями зуба. При протравливании эмали безвозвратно утрачивается слой толщиной около 10 мкм, прослеживаются гистологические изменения - ямки, щели, достигающие глубины 30-50 мкм. Время воздействия на ткани зуба 15 - 20 сек. считается достаточным для образования ретенционной поверхности, протравливание более 40 сек. ведет к ухудшению адгезии [14]. Отдельные авторы предлагают менять время воздействия травящего геля в зависимости от резистентности эмали: при низкой резистентности оно должно сокращаться до 5 - 7 сек., а при высокой - увеличиваться до 60 сек [16,54,91,113]. При протравливании дентина ортофосфорной кислотой удаляется смазанный слой, и открываются дентинные каналы, в которые проникают остаточная фосфорная кислота и микроорганизмы, вызывающие повреждения тканей зуба.

Важно, что при пломбировании полостей V класса, эрозий, клиновидных дефектов и полостей второго класса по Блеку, имеющих апроксимально-щечный край в цементе или дентине зуба гидрофобная составляющая адгезивной системы не образует связь с влажным дентином и по окончании полимеризации создается краевая щель и, как следствие, вторичный кариес. Значит, такие особые зоны дентина требуют эффективного защитного барьера против диффузии микроорганизмов в дентинные каналы и полость зуба.

Таким образом, для получения прочного, стабильного гибридного слоя, который обеспечивает надежное краевое прилегание и снижает риск развития вторичного кариеса необходимо, применение неспецифических ингибиторов ММП и защита твердых тканей зуба от микроорганизмов.

#### **1.4. Перспективы в реставрационной стоматологии**

Степень микробной обсемененности дентина, зависит от локализации кариозной полости и сопутствующих болезней пародонта. При препарировании

полостей II класса по Блеку с поражением придесневой области дентина степень микробной колонизации существенно выше и стрептококки выделяются в 26,03% в ассоциациях с пародонтопатогенными видами анаэробных бактерий *P.intermedia*, *P.gingivalis*. При препарировании полостей I класса по Блеку данные ассоциации встречаются в 2 раза реже ( $p < 0,05$ ).

Профессор Георг Майер (2000) доказал, что количество микроорганизмов под композиционными пломбами было в восемь раз больше, чем под амальгамовыми. Из 180 композитных пломб, которые установлены около двух лет назад только под 4 не было выявлено кариеса. Микроорганизмы, обнаруженные под композиционными пломбами, отличались разнообразием анаэробов и были подобны обнаруживаемым в инфицированных корневых каналах [83]. Наличие стрептококков является основной причиной развития кариозного процесса. Данные микроорганизмы не могут развиваться на амальгаме, благодаря присутствию ртути и серебра, подавляющих их жизнедеятельность. Тогда как на композиционных пломбах происходит непрерывный рост этих микроорганизмов. По данным литературы, стеклоиономерные цементы, обладающие бактериостатическим и минерализующим эффектом, значительно снижают риск развития вторичного кариеса. Однако, средний срок службы реставраций, пломб из амальгамы составляет 8 - 10 лет, из композитов 4 - 6 лет, из стеклоиономерных цементах 2 - 4 года [55,83,142]. Под пломбировочным материалом - СИЦ, установленным в полость зуба, выделяющийся из пломбы фтористый натрий реагирует с гидроксиапатитом стенки зуба с формированием плохорастворимого фтористого кальция. Концентрация ионов фтора, возникающих при растворении фтористого кальция, независимо от исходной концентрации фтора в пломбе, не превышает 10-12 мг/литр. В таких концентрациях фтор выраженным антибактериальным действием не обладает. Так же, адгезивные системы в отношении фтора функционируют, как диффузионный барьер и снижают выделение фтора композитами в 10 раз [119].

А.В.Малахов (2008) в своей работе «Клинико-лабораторное обоснование применения стеклоиономерных прокладочных материалов при лечении кариеса

дентина зубов» установил, что более эффективно проводить комплексное лечение кариеса с использованием прокладочного материала «Аргецем», который имеет в своем составе ионы серебра для постоянного пломбирования зубов с кариесом дентина [79].

В последнее время в литературе обсуждается вопрос о применении стоматологических материалов, содержащих антибактериальные компоненты, в связи с внедрением методов «профилактического пломбирования» восстановительного лечения кариеса зубов. Не случайно одним из направлений в научных исследованиях в стоматологии стоит вопрос о разработке новых методов профилактики развития вторичного кариеса с использованием ионов серебра для защиты тканей зуба от патогенных микроорганизмов. Широкий спектр противомикробного действия серебра, низкая токсичность, отсутствие аллергенности, способствуют повышенному интересу к серебру во многих странах мира и созданию различных медицинских препаратов противовоспалительного, антисептического и бактерицидного действия на его основе. Коллоидное серебро - чистое металлическое серебро, находящееся во взвеси в чистой воде, так как стабилизированное в водных растворах оно обладает большей устойчивостью и способно действовать в течение продолжительного времени. Коллоидное серебро входит в состав многих продуктов nanoиндустрии. Ионы серебра имеют одинаковый электрический заряд и находятся в постоянном движении. Биологические свойства серебра - цитотоксичность, бактерицидность [155,204,205]. Применение Ag в виде наночастиц позволяет снизить концентрацию Ag в сотни раз с сохранением бактерицидных свойств, что позволяет повысить эффективность их использования. Его влияние заключается в дезактивации фермента, который одноклеточные бактерии, вирусы и грибы используют при аэробном метаболизме, что нарушает функционирование клетки. Патогенные микроорганизмы не способны вырабатывать устойчивость к действию серебра [38,40,138,139,173,192,195,202]. Установлено, что концентрация наночастиц является одним из условий, оказывающих влияние на антибактериальные и цитотоксические свойства, которые проявляются

изменениями в структуре ДНК клеток [147,191,204,229]. Средний размер частиц наносеребра находится в пределах 15-60 нм. Такой размер позволяет легко перемещаться между границами фаз «раствор - клетка» и проникновению между призмами эмали. Наряду с этим, эмаль имеет отрицательный заряд, что приводит к избирательной адгезии положительно заряженных частиц серебра по отношению к эмали. Поэтому, после удаления протравочного геля наночастицы серебра остаются в структуре зуба дольше, чем длится сам процесс протравливания [40]. Применение серебросодержащих материалов в стоматологии связано с трудностями из-за высокой фотоактивности растворов нитрата серебра, которые окрашивают твердые ткани зуба в темный цвет, нарушая эстетику. Это сдерживает использование серебросодержащих материалов в практической стоматологии и требует разработки новых серебросодержащих материалов для профилактики и лечения твердых тканей зуба [130,225].

Одной из передовых технологий является включение коллоидного раствора серебра в концентрации 10ppm в состав стоматологического протравочного геля, которое обеспечивает проникновение ионов серебра в твердые ткани зуба и не изменяет эстетику твердых тканей [40]. Для подтверждения безопасности новых лекарственных средств, разработанных на основе нанотехнологий, проводят исследования и определяют их способность вызывать первичные ДНК повреждения. Учеными доказано, что нанокompозит высокодисперсного кремнезема с наночастицами серебра не обладает генотоксическими свойствами, а его цитотоксичность исчезает при концентрациях ниже 0,007%. Обзор изученных нами публикаций, показывает, что цитотоксичность наночастиц серебра зависит от их размера [120,226]. В исследовании немецких ученых продемонстрирована выраженная антибактериальная активность наночастиц серебра относительно микроорганизмов, стойких к антибиотикам (*S.epidermidis*, метицилинстойкий *S.epidermidis* и метицилинстойкий *S.aureus*) при добавлении в костный цемент [163]. Комплекс наносеребра с имидазол циклофосфаном имеет такую же

противомикробную активность, как и 0,5% раствор серебра нитрата в отношении *S.aureus*, а также *E.coli*, *P.aeruginosa*, *C.albicans*, *A.niger* и *S.cerevisiae* [167,212].

Исходя из вышесказанного, материалы на основе наночастиц серебра обладают широким спектром бактерицидного, бактериостатического и антисептического действия и могут найти применение в различных отраслях медицины для лечения и профилактики различных заболеваний для уничтожения болезнетворных микроорганизмов.

Кариес - широко распространенное заболевание, характеризующееся постоянной заменой пломб и увеличивающейся потерей твердых тканей, ведущей к зубочелюстным деформациям. В отечественной и зарубежной литературе продолжается поиск совершенствования методов лечения этого патологического процесса, в том числе с применением стоматологических материалов на основе коллоидного серебра. Этому способствуют достижения химической промышленности, нанотехнологий и развитие возможностей современной стоматологии. Из анализа доступной нам литературы, к настоящему моменту не выяснено, как влияет серебро в малых концентрациях на прочность соединения композиционного материала с твердыми тканями зуба у пациентов с низкой кариесрезистентностью. Не определены особенности его диффузии из стоматологических серебросодержащих материалов в твердые ткани зуба, профилактическое действие при лечении кариеса в предупреждении осложнений после оперативно – восстановительного лечения, эффективность серебра при проведении этапа «постбондинг». Отсутствуют алгоритмы и протоколы лечения с использованием стоматологического протравочного геля, содержащего в своем составе коллоидное серебро.

Таким образом, актуальным является научное обоснование и внедрение в практическую стоматологию способов оперативно – восстановительного лечения кариеса витальных зубов у больных с низким уровнем резистентности твердых тканей зубов с применением серебросодержащих стоматологических материалов.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 2.1. Дизайн исследования

Исследование осуществлялось в соответствии с этапами клинико - экспериментальной работы: в период подготовительного этапа изучалась отечественная и зарубежная литература, на основе изученной литературы формировались гипотезы, цель научной работы, задачи и объем исследования, выбор методов для клинического и экспериментального этапа, определялся порядок проведения научно-исследовательской работы.

На клиническом этапе исследования осуществляли сбор информации о стоматологическом статусе пациентов, участвующих в исследовании, формирование групп пациентов по критериям включения для проведения лечения и клинического наблюдения за результатом проделанной работы. Для экспериментального этапа исследования провели набор и подготовку материала. Распределение экспериментальных образцов по группам для проведения испытаний в соответствии с поставленными задачами клинико – экспериментального исследования. В зависимости от состояния твердых тканей зуба и выбора стоматологических материалов, показателей, характеризующих качественную краевую адаптацию реставраций, показателей экспериментального этапа обрабатывали и анализировали полученные данные. Формулировали выводы клинико - экспериментальной работы. Разрабатывали рекомендации для лечения кариеса витальных зубов жевательной группы у пациентов молодого возраста с низкой резистентностью твердых тканей для повышения сохранности выполненных реставраций и снижения риска развития вторичного кариозного процесса (рис. 2.1).

Проведено проспективное одноцентровое сравнительное слепое рандомизированное клиническое исследование. Способ рандомизации: сгенерированные таблицы случайных чисел (Statistica 6,0, Statsoft Inc., США).

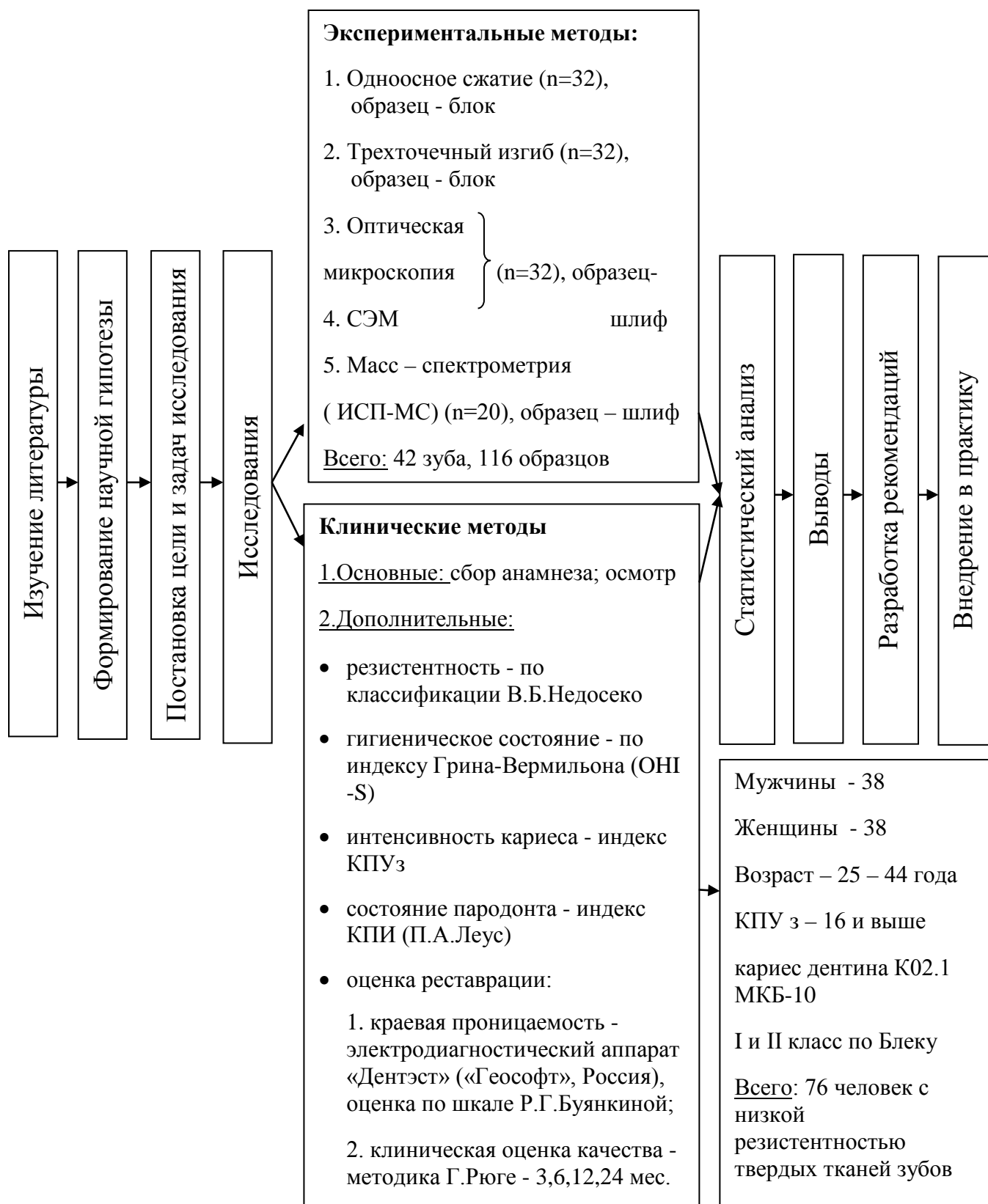


Рисунок 2.1. Дизайн исследования

## **2.2. Клинический этап исследования**

Клинические исследования проведены на кафедре терапевтической стоматологии ФГБОУ ВО УГМУ Минздрава России, локализуемой на базе стоматологической поликлиники ФГБОУ ВО УГМУ Минздрава России (главный врач - к.м.н., доцент Т.Н.Стати) и в стоматологической клинике «Диадема» (г.Екатеринбург) в период с 2013 по 2017 гг. в соответствии с поставленной целью диссертационного исследования на основании протокола одобрения ЛЭК ФГБОУ ВО УГМУ Минздрава России.

### **Характеристика групп клинического наблюдения**

Для клинического исследования выбраны пациенты, обследованные и пролеченные по МКБ-10: кариес дентина (K02.1), всего 76 человек в возрасте от 25 до 44 лет (ВОЗ). Установлено и исследовано 540 реставраций, каждая из которых рассматривалась в качестве единицы наблюдения при изучении качества краевого прилегания пломбировочного материала и краевой электропроницаемости пломб.

Для постановки диагноза использовали комплекс основных и дополнительных методов обследования.

**Критерии включения** пациентов в исследование:

- возраст от 25 до 44 лет;
- диагноз по МКБ-10: кариес дентина (K 02.1), (I и II класс по Блеку);
- без выраженной патологии прикуса;
- отсутствие тяжелой соматической патологии, требующей стационарного лечения или пролонгирующего назначения лекарственных препаратов.

**Критерии исключения** пациентов:

- с острым воспалительным процессом;
- наличие хронических заболеваний слизистой оболочки полости рта;
- наличие соматической патологии в стадии обострения;
- отказавшиеся от участия в исследовании на любом из его этапов.



Всем пациенты после включения в исследование до реставрации зубов выполняли профессиональную гигиену полости рта, затем проводили обучение гигиене полости рта, подбирали средства гигиены и осуществляли контроль индивидуальной гигиены. Срок наблюдения составил 24 месяца, что позволило проследить ближайшие и отдалённые результаты лечения.

У 100 % обследуемых больных выявлены кариозные поражения. Среднее значение индекса КПУ зубов в выборке -  $19,43 \pm 0,95$  и находится в пределах «16 и выше», что соответствует низкому уровню резистентности твердых тканей. Зубы, имеющие одновременно кариозную полость и пломбу, определяли к «Кариозным». Число больных на момент начала наблюдения составило равное количество человек, но при детальном рассмотрении, в исследовании преобладали женщины, их средний возраст составил  $32,2 \pm 1,52$  года, средний возраст мужчин, принявших участие в исследовании, составил  $34,8 \pm 1,57$  года (табл. 2.1).

Таблица 2.1 – Распределение больных по полу и возрасту

Возраст (лет)	Группа сравнения				Основная № 1				Основная группа № 2			
	Мужчины		Женщины		Мужчины		Женщины		Мужчины		Женщины	
	Чел.	%	Чел.	%	Чел.	%	Чел.	%	Чел.	%	Чел.	%
25-34	6	54,5	7	46,6	5	45,5	7	50,0	6	50,0	7	53,8
35-44	5	45,5	8	53,3	6	54,5	7	50,0	6	50,0	6	46,2
Всего	11	100	15	100	11	100	14	100	12	100	13	100

Методом случайной выборки пациенты, участвующие в исследовании разделены на две группы, в зависимости от протравочного геля и этапов его применения - сравнения и основную. Основная группа состояла из двух подгрупп – ОП1, ОП2. Всего пролечено у 76 пациентов 540 зубов: 164 премоляра и 376 моляров. По 180 реставраций в каждой исследуемой группе (табл. 2.2).

Таблица 2.2 – Группы зубов клинического исследования

Группа	Чел.	Кол-во пломб премоляров	Кол-во пломб моляров
Сравнения	26	56	124
ОП1	25	53	127
ОП2	25	55	125
Итого	76	164	376

При оценке гигиенического состояния полости рта пациентов в группах исследования, значения гигиенического индекса определены в пределах «0,7 - 1,6». В ОП1 получен показатель ОНI-S -  $1,24 \pm 0,08$ , в ОП2 получен показатель ОНI-S -  $1,19 \pm 0,07$ , в группе сравнения показатель ОНI-S составил  $1,30 \pm 0,09$ . Средний показатель гигиенического индекса выборки составил « $1,2 \pm 0,04$ », что соответствует удовлетворительному уровню гигиены. На первоначальном этапе лечения всем пациентам проведена профессиональная гигиена полости рта с обучением индивидуальной гигиене полости рта, подбором методов и средств индивидуальной гигиены (рис. 2.2).

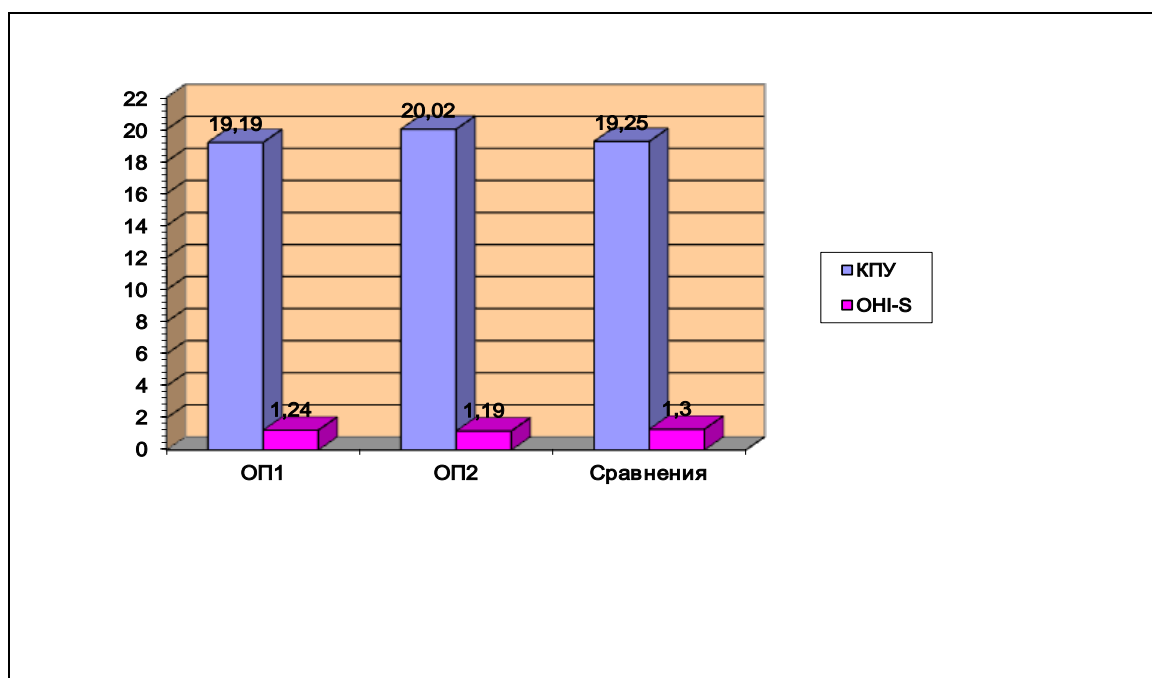


Рисунок 2.2. Структура индекса КПУ и ОНI-S групп исследования

Комплексный пародонтальный индекс (КПИ) составил  $2,2 \pm 1,17$  в группе сравнения, в группе ОП1 -  $2,2 \pm 1,09$ , в группе ОП2 -  $2,2 \pm 1,07$  и находится в пределах «2,1 - 3,5», что соответствует средней степени поражения пародонта (рис. 2.3).

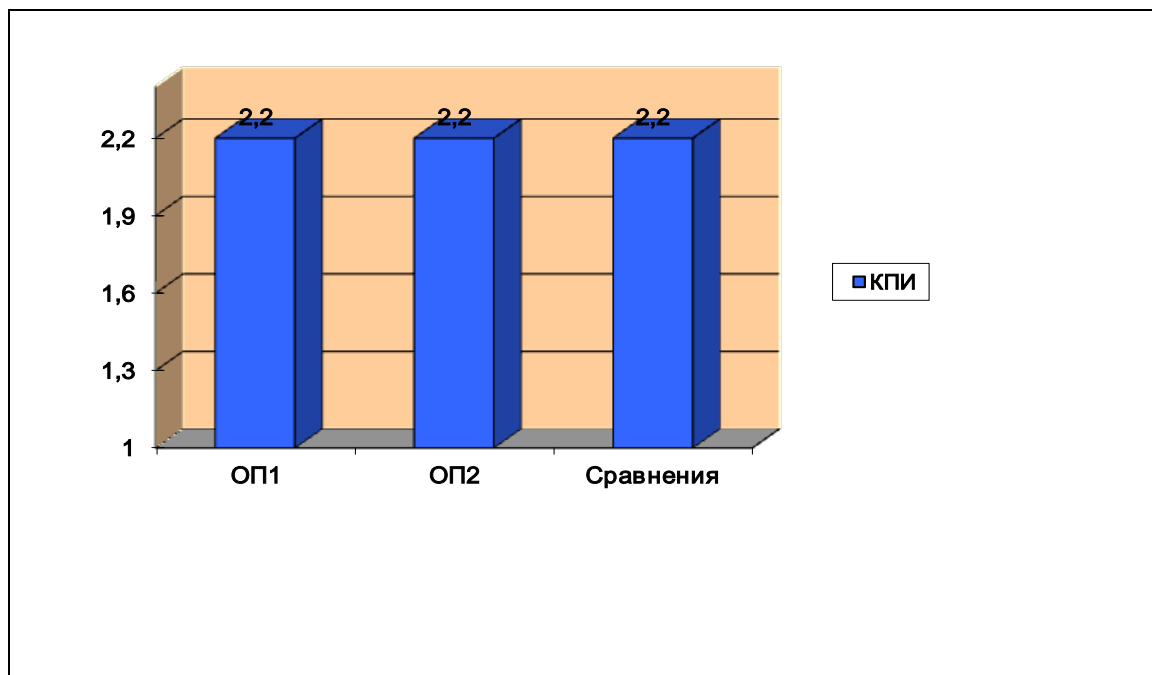


Рисунок 2.3. Структура индекса КПИ исследуемых групп

Состояние пародонта у пациентов в исследуемых группах на первоначальном этапе исследования: 31% - хронический генерализованный катаральный гингивит, 12% - хронический локализованный гингивит; 44% больных - хронический генерализованный пародонтит средней степени тяжести. В 95% случаев отмечался мягкий и твердый зубной налет, 34% случаев отмечался над- и поддесневой зубной камень, в 43% - кровоточивость десен, нарушение зубодесневого эпителиального соединения и формированием клинического кармана - 18% случаев. Воспаление краевого пародонта чаще всего локализовалось в области жевательной группы зубов, в результате, наличия нависающих краев пломб, несъемных ортопедических конструкций неудовлетворительного качества, а также в результате нарушения индивидуальной гигиены полости рта. Недостаточное внимание пациентов к гигиене полости рта, отсутствие профилактических мероприятий способствует

развитию осложнений кариеса и воспалений в тканях пародонта, особенно у пациентов с низкой кариесрезистентностью.

Состояние тканей пародонта пациентов исследуемых групп после проведения профессиональной гигиены полости рта улучшилось (уменьшилось количество мягких и твердых зубных отложений, кровоточивость десен).

Таким образом, в исследуемых группах пациенты молодого возраста с низким уровнем резистентности твердых тканей имели близкие характеристики по интенсивности кариозного процесса и уровню гигиены полости рта. На клиническом этапе работы применялись основные и дополнительные методы обследования, которые зафиксированы в медицинской карте стоматологического больного Ф. № 043/у.

### **Характеристика материалов, применяемых в лечебном процессе**

Препарирование твердых тканей осуществляли под инфльтрационной или проводниковой анестезией, на стоматологической установке с постоянным водяным орошением [94,96]. Для очистки поверхности зуба от налета применяли профилактические нейлоновые щетки, абразивную пасту без фтора Super Polish//Kerr. Изоляцию зуба во время реставрации производили при помощи коффердама. В ходе препарирования применяли Кариес-индикатор//ОмегаДент. С целью антисептической обработки и увеличения сроков сохранности гибридной зоны в отпрепарированную полость вносили 2% раствор хлоргексидина биглюконата [98]. В процессе лечения применяли универсальную адгезивную систему V поколения Adper Single Bond 2//3M, ESPE на основе этанола/воды (в его состав дополнительно включен нанонаполнитель для повышения механической прочности гибридного слоя) сочетали с универсальным композиционным цементом Filtek XT//3M-ESPE, имеющим высокую прочность, т.к. наполнитель представлен наномерами и нанокластерами. В качестве «суперадаптивного» слоя применяли текучие светоотверждаемые композиционные материалы, имеющие низкий модуль эластичности. Реставрации выполняли послойной техникой с тотальным протравливанием эмали и дентина Etchmaster//ARCONA – протравочный гель, содержащий 36% ортофосфорную

кислоту и EtchmasterAg//ARCONA - серебросодержащий протравочный гель, на основе 36% ортофосфорной кислоты. Группы исследования формировали в зависимости от протравочного геля и этапов его применения при выполнении оперативно – восстановительного лечения утраченных тканей зуба в результате кариозного процесса (табл. 2.3).

Таблица 2.3 – Распределение выполненных реставраций в зависимости от протравочного геля

Протравливающий гель	Количество (группы: основная/сравнения)	%
EtchmasterAg	360 (180/180)	66,6
Etchmaster	180 (90/90)	33,4

Пациентам группы сравнения после профессиональной гигиены полости рта в процессе оперативно – восстановительного лечения утраченных твердых тканей для протравливания тканей зуба перед выполнением реставрации и на этапе «постбондинг» проводили лечение с применением стоматологического протравочного геля Etchmaster//ARCONA (180 зубов). В лечении больных основной группы подгруппы №1 (ОП1) в процессе оперативно – восстановительного лечения утраченных твердых тканей применяли EtchmasterAg//ARCONA - серебросодержащий протравочный гель на этапе протравливания твердых тканей зуба перед установкой пломбы, а на этапе «постбондинг» Etchmaster//ARCONA (180 зубов). Больным основной группы подгруппы №2 (ОП2) применяли серебросодержащий протравочный гель EtchmasterAg//ARCONA на этапе протравливания твердых тканей зуба перед установкой пломбы и на этапе «постбондинг» (180 зубов) (табл. 2.4).

Таблица 2.4 – Характеристика групп клинического исследования

Группы (n = реставрации)	Этапы лечения		Реставра- ционный материал
	Протравливание перед реставрацией	Постбондинг	
Сравнения(n=180)	Etchmaster		Filtek XT
ОП1 (n=180)	<b>EtchmasterAg</b>	Etchmaster	
ОП2 (n=180)	<b>EtchmasterAg</b>		

При проведении этапа «постбондинг» применяли покрывную систему Fortify//BISCO - светоотверждаемая смола для покрытия поверхностей реставраций из композиционных материалов. Выполненные реставрации и окружающую эмаль покрывали фторлаком Fluocale solute//Septodont. Учитывая окончательные сроки полимеризации композиционных пломб, пациентам рекомендовали, не употреблять пищу в течение двух часов, а в течение недели воздерживаться от разжевывания грубой пищи.

Клиническое состояние пломб оценивали в сроки 3, 6, 12, 24 месяца.

### 2.3. Методы исследования, применяемые в лечебном процессе

В работе использовались основные и дополнительные методы обследования пациентов с фиксированием полученных данных в медицинскую карту стоматологического больного. Для обработки полученных результатов применялись статистические методы исследования.

Основные методы исследования:

- сбор анамнеза;
- осмотр лица, цвета кожных покровов, пальпация лимфатических узлов, состояния околоушных слюнных желез;

- осмотр красной каймы губ, преддверия и полости рта: состояние слизистой оболочки (цвет, влажность, нарушение целостности, наличие отечности, элементов поражения);
- осмотр зубов и зубных рядов - оценивалось анатомическая форма зубов, их положение в зубной дуге, скученность, тремы и диастемы, клиническое состояние ранее установленных пломб, при наличии зубных протезов, оценивали их качество.

Дополнительные методы исследования:

- резистентность твердых тканей зубов оценивали по классификации В.Б.Недосеко [102];
- гигиеническое состояние полости рта оценивали по индексу Грина-Вермильона (I.C. Green, I.R. Vermillion: Oral Hygiene Index – Simplified, 1964);
- оценку интенсивности кариеса определяли, используя индекс КПУз;
- состояние пародонта оценивали индексом КПИ, разработанный П.А.Леусом (1988);
- краевую проницаемость пломб оценивали в ближайшие и отдалённые сроки после лечения (1неделя,3,6,12,24 месяца) с помощью электродиагностического аппарата «Дентэст» («Геософт», Россия) (нагрузочный ток 50 мкА при напряжении 9 В) по методике В.К.Леонтьева (1998) на границе реставрации в трех точках на всех этапах оценки реставраций. Величину краевой ЭП оценивали по шкале Р.Г.Буянкиной (1987) [6,146];
- клиническую оценку качества реставраций определяли, используя разработанную методику Г.Рюге (1998) в динамике наблюдения - 3, 6, 12, 24 месяца после выполнения оперативно – восстановительного лечения утраченных твердых тканей [118].

## 2.4. Экспериментальный этап исследования

Материалом для экспериментального исследования служили 42 свежееудаленных зуба (премоляры и моляры) по медицинским показаниям у пациентов возрастом от 25 до 44 лет. При удалении зубов, старались не нарушать целостности эмали. После удаления зуба очищали от остатков мягких тканей, промывали проточной водой, обрабатывали в автоклаве в основном режиме [103]. Далее с них удаляли зубной налет и препарировали кариозные полости при помощи турбинного наконечника, алмазных и твердосплавных боров под водяным охлаждением. Зубы, хранившиеся более одного месяца, не использовали, т.к. за этот период происходят дегенеративные изменения белковой составляющей дентина.

Для исследования прочности соединения «пломба-зуб» в зависимости от серебросодержащего протравочного геля и вида адгезивной системы подготовили 8 групп образцов, всего 64 образца. Образцы первой группы и третьей группы (по 8 штук в каждой) обрабатывали согласно стандартной процедуре, применяя традиционный протравочный гель. Образцы второй и четвертой групп (по 8 штук соответственно) обрабатывали серебросодержащим протравочным гелем. Пломбирование удаленных зубов с препарированными полостями выполняли с применением адгезивных систем IV поколения All-Bond 3//BISCO и V поколения Adper Single Bond 2//3M, ESPE. В качестве пломбировочного материала применяли Filtek XT//3M-ESPE. Поверхности пломб механически полировали гибкими дисками различной абразивности. На последнем этапе была выполнена постбондинговая обработка поверхности пломбы. При этом если сформированную полость зуба протравливали гелем одного типа, то и травление границы «пломба - эмаль» на этапе «постбондинга» проводили тем же типом стоматологического протравочного геля.

После пломбирования, коронковые части удаленных зубов, разрезали перпендикулярно главной оси зуба на образцы при помощи стоматологического алмазного диска диаметром 45 мм под водным орошением, закрепленного на



инструментальном микроскопе (скорость вращения 5000 об/мин, точность перемещения образца 0,005 мм) (рис. 2.4).

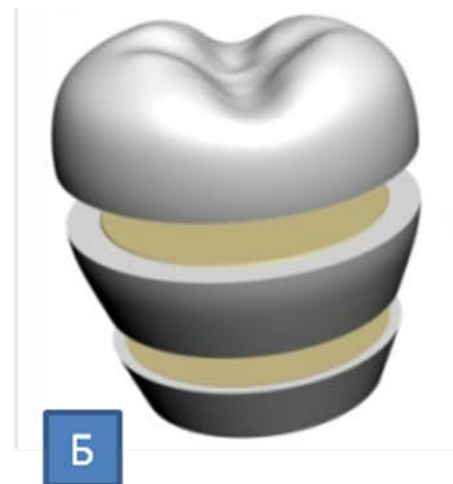


Рисунок 2.4. А - прибор для разрезания зубов на образцы для исследования; Б - схема резки коронковой части зуба на образцы

Рабочие поверхности образцов шлифовали на бумагах разной абразивности с последующим травлением в концентрированной ортофосфорной кислоте в течение 5 минут для удаления дефектного слоя, возникшего в процессе механической обработки. Затем образцы промывали в проточной холодной воде в течение 10 минут и сушили на воздухе.

Из подготовленных для исследования прочности соединения (одноосное сжатие и трехточечный изгиб) «пломба-зуб» блоков - образцов сформировали по четыре группы, которые отличались материалом для протравливания поверхности эмали и дентина, материалом для адгезивного соединения, формой образца (табл. 2.5). Для исследования микроструктуры гибридной зоны запломбированных зубов методом оптической микроскопии, СЭМ применяли шлифы - образцы подготовленные из коронковой части зуба, вырезанные перпендикулярно главной оси зуба через срединную часть, включающую эмаль, дентин, пломбу.

Таблица 2.5 – Распределение образцов для экспериментальных исследований прочности соединения «пломба-зуб»

№ группы	Количество образцов, шт.	Адгезивная система с тотальным протравливанием	
		Протравливающий гель	Адгезивная система
K1	16	Etchmaster	ALL-BOND 3
O2	16	Etchmaster Ag	ALL-BOND 3
K3	16	Etchmaster	Adper Single Bond 2
O4	16	Etchmaster Ag	Adper Single Bond 2

Исследование диффузии и концентрации ионов серебра в эмали и дентине в зависимости от применяемого протравочного геля методом электронного микронзондирования определяли на образцах – шлифах (всего 20 штук) подготовленных из срединной части цельной коронки зуба.

## 2.5. Методы экспериментальных исследований

Для решения поставленных задач диссертационной работы, экспериментального этапа исследования применяли методы физического материаловедения представленные в таблице 2.6. Образцы, предназначенные для исследования, изготовили необходимой для испытания формы и в необходимом количестве для каждого вида испытаний: одноосное сжатие - 32 образца - блока, трехточечный изгиб - 32 образца - блока, изучение микроструктуры соединения пломбы и зуба (оптическая микроскопия, оптическая металлография, СЭМ) изучали на 32 образцах - шлифах, 20 образцов - шлифов использовали для изучения диффузии и концентрации ионов серебра в твердых тканях зуба после применения серебрясодержащего протравочного геля методом масс – спектрометрии с индуктивно связанной плазмой.

Таблица 2.6 - Вид экспериментального этапа

Вид испытания n = количество, форма образца	Протравочный гель и адгезивная система	
	Контрольная группа <b>Etchmaster Ag</b>	Группа сравнения <b>Etchmaster</b>
<b>Одноосное сжатие</b> (n=32), блок	1а - ALL-BOND 3 1б - ADPER SINGLE BOND 2	2а - ALL-BOND 3 2б - ADPER SINGLE BOND 2
<b>Трехточечный изгиб</b> (n=32), блок		
<b>Оптическая микроскопия</b> (n=32), шлиф		
<b>СЭМ (n=32), шлиф</b>		
<b>Масс – спектрометрия</b> ( ИСП-МС) (n=20), шлиф	<b>Etchmaster Ag</b>	<b>Etchmaster</b>
<b>Всего</b>	116 образцов	

Подготовили 42 зуба, из которых изготовили 116 образцов для экспериментальных исследований, отличающиеся типом стоматологического протравочного геля (традиционный и с содержанием серебра) и адгезивной системой.

## Оптическая микроскопия в отраженном свете

Данный метод используется как для изучения структуры материала, так и для характеристики его колористического состояния. Для оценки качества пломбирования кариозной полости, подготовленные для исследования зубы, документировали при помощи сканера Epson Perfection V750 PRO с разрешением 6400 dpi при увеличении x20.

Микроструктуру дентина и эмали вблизи границ с пломбой изучали на металлографическом микроскопе МИМ-8М. Изображения документировали при помощи цифровой камеры высокого разрешения Canon D60 (рис. 2.5).



Рисунок 2.5. Металлографический микроскоп МИМ - 8М

## Сканирующая электронная микроскопия

- совокупность электронно-зондовых методов исследования микроструктуры твердых тел, их локального состава и микрополей (электрических, магнитных и др.) с помощью электронных микроскопов, в которых для получения увеличения изображений используют электронный пучок (рис. 2.6). Отраженные от поверхности образца электроны несут информацию о ее морфологии и элементном составе.

Исследования микроструктуры поверхностей образцов твердых тканей зуба до и после воздействия серебросодержащего протравочного геля изучали с использованием сканирующего электронного микроскопа JSM-6390LV компании JEOL.



Рисунок 2.6. Электронный микроскоп JSM-6390LV

Изучали поверхности поперечных сечений зубов толщиной 1,5мм. Образцы закрепляли на предметном стекле при помощи токопроводящего клея, а на их поверхности напыляли тонкий слой углерода.

### **Механические испытания на одноосное сжатие и трехточечный изгиб**

Испытания образцов на одноосное сжатие и трехточечный изгиб проводили на электромеханической испытательной машине Shimadzu™ AG-50KN (рис. 2.7).



Рисунок 2.7. Испытательная машина Shimadzu™ AG-50KN - внешний вид

Электромеханическая испытательная машина Shimadzu™ AG-50KN имеет следующие параметры: максимальная нагрузка 50 000 Н, скорость перемещения

траверсы 1 мм/мин при комнатной температуре согласно ГОСТ 28985-91[32]. Расстояние между опорными призмами при испытаниях на трехточечный изгиб составляло 5,0 мм.

### **Масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой (ИСП-МС)**

Большинство современных исследований микроэлементного состава твердых веществ строятся на масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ИСП-МС), благодаря высокой чувствительности, многокомпонентности, универсальности и скорости анализа. Масс-спектрометрические данные с лазерным испарением пробы (лазерной абляцией) минимизируют загрязнения из-за отсутствия стадии растворения, это дает возможность локальных исследований малых «областей» и позволяет проводить прямое определение ряда элементов в твердых тканях зуба [4].



Рисунок 2.8. Приставка LSX-500 для лазерной абляции проб с масс-спектрометром ELAN-9000

Содержание серебра определяли на установке лазерной абляции LSX-500 (Cetac), лазер на алюмоиттриевом гранате YAG: Nd, длина волны излучения 266 нм, энергия в импульсе 0,9 мДж, частота повторения импульсов 1 - 20 Гц, диаметр

пятна абляции 100 мкм, глубина кратера при абляции 50 мкм, совмещенной с ИСП-масс-спектрометром квадрупольного типа PerkinElmer ELAN 9000 (рис. 2.8) [4,5]. Способ приготовления стандартного образца состоял в добавлении 45 примесных элементов к чистому фосфату кальция, истиранию полученной суспензии до 40 микрон, высушивании при 110°C и последующем прессовании в таблетку. Данный способ приготовления обеспечивает требуемую однородность стандартного образца.

При градуировке прибора использовали стандартный образец фосфата кальция MAPS-4 (microanalytical phosphate standard, USGS, США).

## **2.6. Методы статистической обработки полученных результатов**

Статистическую обработку полученных цифровых данных проводили методами вариационной статистики с помощью компьютерных программ «Microsoft Excel», «Statistica 6.0». Вычислялась средняя арифметическая «М», средняя ошибка средней арифметической «m», стандартное отклонение. Для оценки достоверности различий между средними величинами исследованных показателей использовали коэффициент достоверности «t» - критерий Стьюдента. Статистически достоверными считали значения при  $p < 0,05$ . На малых выборках применяли непараметрические критерии Манна-Уитни [23,90].

## РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

### Исследования выполнены:

- на кафедре физики конденсированного состояния Института естественных наук Уральского федерального университета под руководством д.ф. - м.н. П.Е. Панфилова (механические испытания и металлографические исследования структуры);

- в Центре коллективного пользования «ГЕОАНАЛИТИК» Института геологии и геохимии УрО РАН ( научный руководитель академик С.Л. Вотяков) - к.г. - м.н., старший научный сотрудник Д.В. Киселева (электронно - микроскопические, масс - спектрометрические исследования).

### 3.1. Результаты оптической микроскопии в отраженном свете

В шлифах - образцах выполненных из удаленных зубов, запломбированных для исследования, изучена область соединения твердых тканей зуба и пломбировочного материала (гибридный слой). Анализ полученных микрофотографий показывает, что при увеличении  $\times 20$  границы «дентин - пломба» и «эмаль - пломба» представляют собой тонкие линии, не содержащие каверн, пор и трещин (рис. 3.1). На полученных изображениях при малом увеличении хорошо видны участки эмали, дентина и пломбы, которые отличаются друг от друга по цвету, а их взаимное расположение определяется тем, как была установлена пломба. Следует отметить, что, если судить по цвету твердых тканей, дентин и эмаль исследованных в работе зубов не содержат видимых патологий ни в образцах основной группы, ни в образцах контрольной группы. В образцах основной и контрольной группы выделяются две области дентина, окрашенного в светло - желтый цвет, находившегося ближе к эмали и дентина, окрашенного в темно - желтый цвет, который определялся ближе к пульповой камере зуба, в области пломбировочного материала.



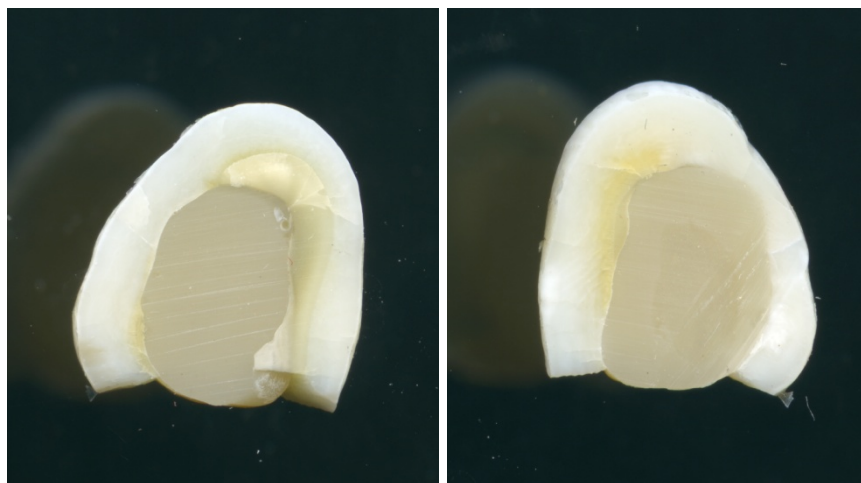


Рисунок 3.1. Микрофотографии образцов для металлографического исследования

Следовательно, при увеличениях, доступных врачу-стоматологу при использовании операционного микроскопа, дефектов строения границ «дентин - пломба» и «эмаль - пломба», а также изменения цвета протравленных твердых тканей в группах исследования выявить не удастся. Различий между образцами из контрольной и основной групп, как по структуре и однородности границ «пломба - зуб», так и по цвету твердых тканей на оптических изображениях при малом увеличении, выявлено не было.

Аттестацию микроструктуры соединения (гибридного слоя) «пломба – твердые ткани зуба» проводили методом оптической металлографии. Качество гибридного слоя оценивали с точки зрения полноты его инфильтрации, которая способствует лучшему проникновению праймера.

В исследуемых группах изучены границы «пломба - зуб» после применения серебросодержащего протравочного геля и традиционного для обработки твердых тканей зуба перед установкой пломбы. Граница «эмаль - пломба» (рис. 3.2) и «дентин - пломба» (рис. 3.3) в исследуемых образцах обеих групп непрерывна, не содержит дефектов, цвет образцов не изменился. Структура гибридной зоны однородная, полноценно инфильтрирует как эмаль, так и дентин поверхности кариозной полости. Так же, как и при наблюдениях в образцах на малых увеличениях  $\times 20$ , различий между микроструктурой границы «дентин - пломба» и «эмаль - пломба», обработанных серебросодержащим и традиционным протравочными гелями, обнаружить не удалось.

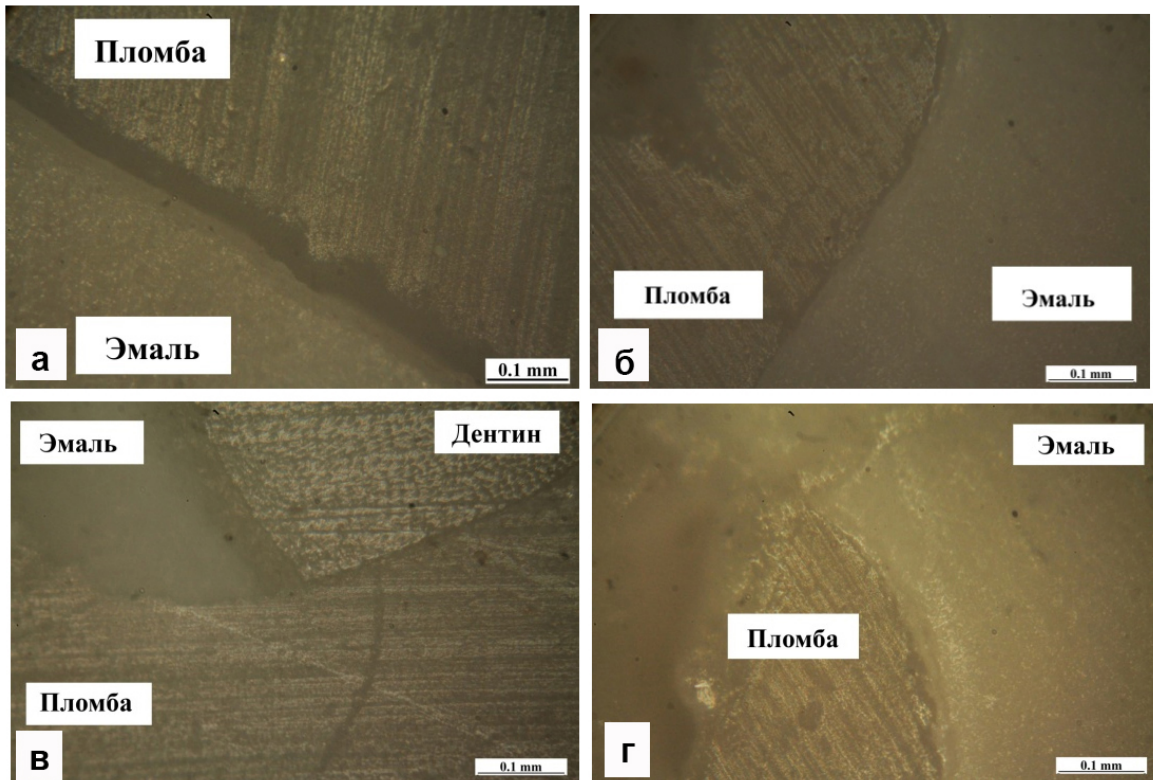


Рисунок 3.2. Граница «эмаль-пломба» после обработки протравочным гелем: а и б – группы О2, О4, в и г - группы К1, К3; оптический микроскоп x100

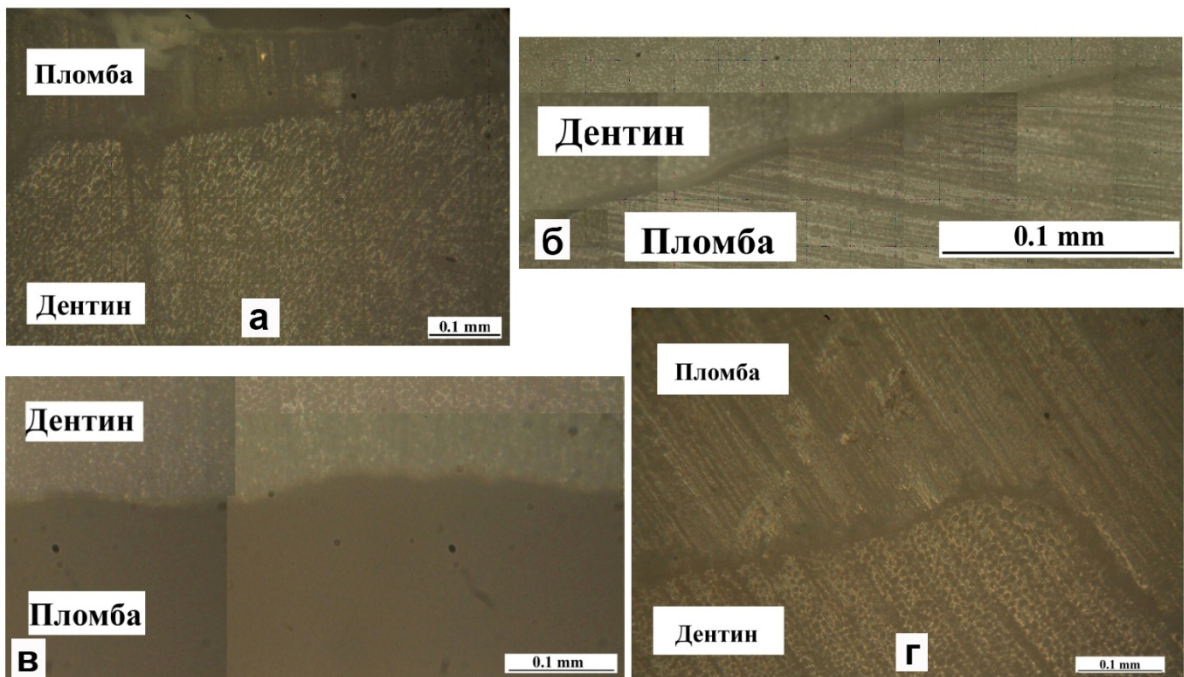


Рисунок 3.3. Граница «дентин-пломба» после обработки протравливающим гелем: а и б – группы О2, О4, в и г - группы К1, К3; оптический микроскоп x100

Данные электронно-микроскопического исследования соединения «дентин-пломба» и «эмаль-пломба» для всех групп исследования качественно подобны друг другу.

Таким образом, серебро, входящее в состав стоматологического протравочного геля не изменяет однородность соединения «дентин - пломба» и «эмаль - пломба», а так же не влияет на микроструктуру твердых тканей зуба вблизи границы «эмаль-пломба» и «дентин-пломба».

### 3.2. Результаты сканирующей электронной микроскопии

На образцы - шлифы, выполненные через запломбированные поверхности зубов толщиной 1-1,5мм, напыляли тонкую угольную пленку, после чего их помещали на предметный столик микроскопа и крепили при помощи токопроводящего клея (Рисунок 3.4).



Рисунок 3.4. Подготовленные для исследования микроструктуры образцы - шлифы запломбированного зуба

Данные наблюдений СЭМ при увеличении  $\times 500$  подтверждают, что соединение «эмаль-пломба» и «дентин-пломба» в группах исследования представляют собой тонкие линии, не содержащие дефектов (рис. 3.5, рис. 3.6) и оказываются равномерно растравленными во всей протяженности, цвет образцов не изменился. Так же, как в предыдущем исследовании, различий между

границами «дентин-пломба» и «эмаль-пломба» в образцах контрольной группы и группы наблюдения выявлено не было.

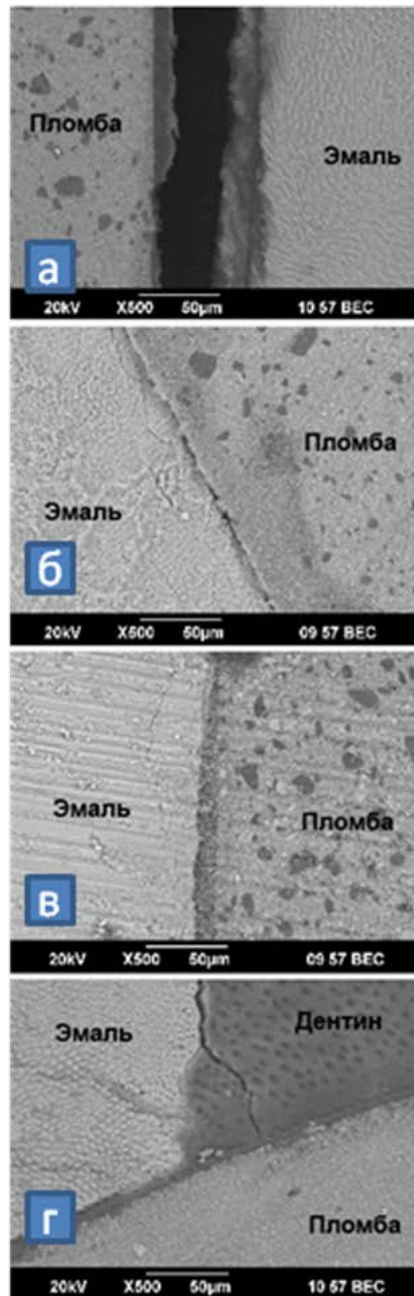


Рисунок 3.5. Структура гибридной зоны в соединении «эмаль-пломба» после обработки протравливающим гелем: а и б – О2, О4, в и г – К1, К3; СЭМ(х500)

Толщина области взаимодействия тканей зуба и пломбирочного материала в группах К3, О4 составила 60 мкм и характеризуется однородностью структуры и четкими контурами. Гибридная зона в группах К1, О2 имеет толщину 50 мкм, четкие контуры, однородную структуру, полноценно инфильтрирует как эмаль,



так и дентин запломбированной полости. Различия между микроструктурой твердых тканей зуба, обработанных разными стоматологическими протравочными гелями и адгезивными системами, не обнаружены.

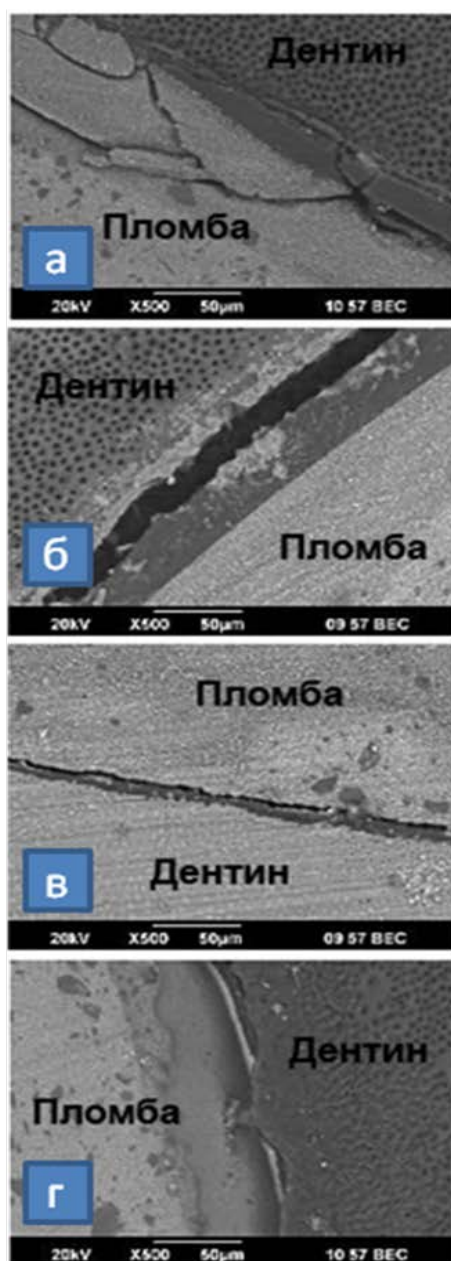


Рисунок 3.6. Структура гибридной зоны в соединении «дентин-пломба» после обработки протравливающим гелем: а и б – O2, O4, в и г – K1, K3; СЭМ (x500)

Исходя из полученных результатов, можно утверждать, что серебро, входящее в состав стоматологического протравочного геля не изменяет однородность соединения «дентин - пломба» и «эмаль - пломба», и не влияет на

микроструктуру твердых тканей зуба вблизи границы «эмаль-пломба» и «дентин-пломба».

Появление микротрещин на границах (рис. 3.6 г) является следствием механического воздействия, оказываемого на шлиф - образец в процессе резки зуба и при механической полировке поверхности шлифа - образца. Кроме того, на растрескивание границ может влиять протравливание шлифов - образцов в ортофосфорной кислоте, а также дегидратация при хранении, которая может приводить к деформации образцов и деструкции адгезивного соединения. При этом следует отметить, что рост таких трещин останавливается в поверхностном слое дентина или эмали, поскольку приготовленные для структурных исследований образцы никогда не разрушались по границам, несмотря на то, что они подвергались значительным механическим воздействиям.

Проведенное электронно-микроскопическое исследование границ не выявило различий между шлифами - образцами, приготовленными из зубов основной и контрольной групп, т.е. обработанных протравочным гелем как содержащим серебро, так и не содержащим. Металлографический анализ соединений «дентин - пломба» и «эмаль - пломба» показал, что соединение было однородным с четкими контурами, вне зависимости от того, содержал ли протравочный гель серебро или не содержал, при этом цвет шлифов - образцов не изменился.

### **3.3. Результаты механических испытаний**

По геометрии прикладываемых нагрузок, механические испытания подразделяются на одноосное растяжение / сжатие, изгиб, сдвиг и кручение, что соответствует нагрузкам, которым может подвергаться зуб при эксплуатации после восстановления. Для механических испытаний прочности адгезионного соединения «дентин - пломба» изготовили блоки - 64 штуки. Рабочие поверхности подготовленных образцов обработали: 32 образцов в контрольной группе - традиционным протравочным гелем и 32 образцов в группе наблюдения

обработали серебросодержащим протравочным гелем. Затем методом случайной выборки образцы разделили на две подгруппы по 16 образцов в каждой: К1, О2 – у 8 образцов применили адгезивную систему IV поколения, К3, О1 – у 8 образцов – применили адгезивную систему V поколения, смоделировали «пломбу» из композиционного материала.

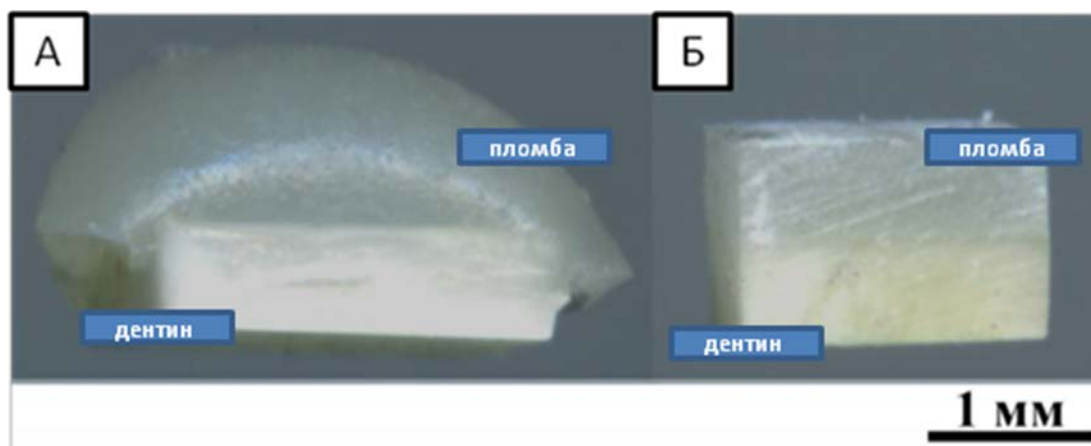


Рисунок 3.7. Изготовление образцов на одноосное сжатие: А – формирование «пломбы»; Б – образец для испытаний

Для определения особенностей механических напряжений на границе «дентин - пломба» блоков - образцов проведены **испытания на одноосное сжатие**. Образцы имели форму параллелепипеда размером  $3 \times 3 \times 2$  мм<sup>3</sup>, обмеры проводили на инструментальном микроскопе УИМ 21 с точностью 1 мкм, толщина слоя дентина и пломбировочного материала одинакова (рис. 3.7).

Анализ блоков - образцов четырех исследуемых групп при увеличении  $\times 20$  перед испытанием на сжатие показал, что после подготовки блоков - образцов, на боковых поверхностях отсутствовали трещины и поры, а соединение «дентин - пломба» однородно. Механические испытания на одноосное сжатие прекращали, когда на деформационных кривых возникало резкое снижение напряжения и перегиб, что соответствовало появлению трещины в блоке – образце, то есть началу процесса разрушения (рис. 3.8). Несмотря на появление трещин (преимущественно в пломбировочном материале, вдоль направления нагружения), распада блоков - образцов на части не происходило, хотя при последующих сжатиях количество и длина трещин увеличивались. Такое

поведение связано со способностью дентина эффективно подавлять рост трещин, что приводит к их остановке.

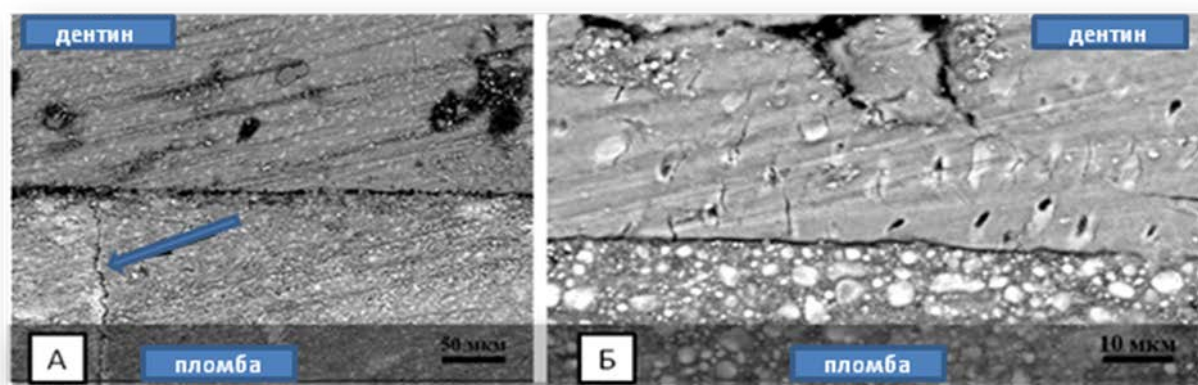


Рисунок 3.8. Боковые поверхности блоков - образцов после сжатия: А – трещина на границе «дентин – пломба»; Б – растрескивание дентина вблизи границы «дентин – пломба»

Дентин человека способен выдерживать значительные нагрузки (до 350 МПа) даже при наличии большого числа трещин. Поскольку средний уровень механических напряжений при пережевывании пищи не превышает 30 МПа, дентин способен выполнять свои функции и при наличии в нем значительных повреждений (табл. 3.1) [37].

Таблица 3.1- Показатели деформационных кривых после испытания блоков - образцов на одноосное сжатие

	Е, ГПа	$\sigma_b$ , МПа	$\epsilon_{упр}$ , %	$\epsilon_{пласт}$ , %	$\epsilon$ , %
<b>Дентин</b>	5,46±0,35	406±25	7,0±0,7	4,7±1,5	11,7±2,0
<b>КЗ</b>	3,14±0,17	355±12	8,9±1,0	6,6±0,7	15,5±0,7
<b>О2</b>	5,62±0,28	366±17	9,4±0,4	3,2±0,4	12,6±0,4
<b>О4</b>	3,23±0,38	350±39	9,7±1,3	3,5±0,6	13,2±1,1
<b>К1</b>	5,03±0,19	368±12	8,9±0,9	2,3±0,7	11,1±0,5
<b>р</b>	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05



Предел прочности блоков - образцов всех групп исследования является качественно подобным. Это свидетельствует о высокой адгезионной прочности соединения «дентин - пломба».

Следовательно, можно заключить, что присутствие в протравочном геле ионов серебра не снижает адгезионную прочность соединения дентина с композиционным материалом.

Блоки - образцы для испытания **на трехточечный изгиб** имели форму параллелепипеда размером 10x2x1 мм<sup>3</sup>. Нагружение блока – образца проводили до резкого падения напряжения на деформационной кривой, что соответствовало распаду образца на части (рис. 3.9).

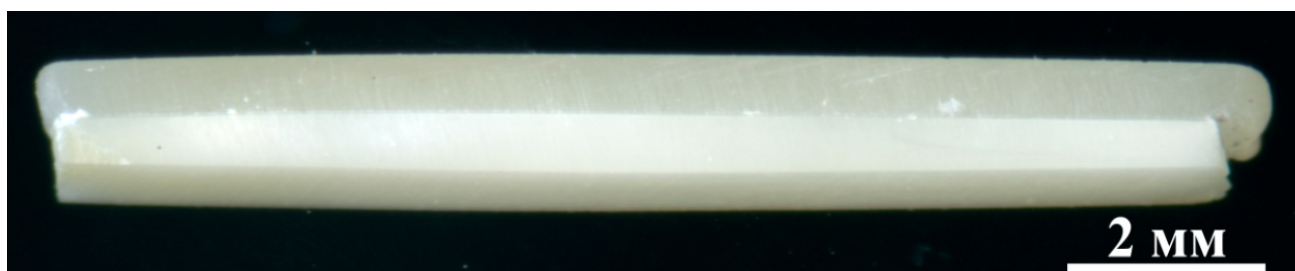


Рисунок 3.9. Блок - образец подготовленный для испытаний на трехточечный изгиб: сверху - реставрационный материал, снизу - дентин

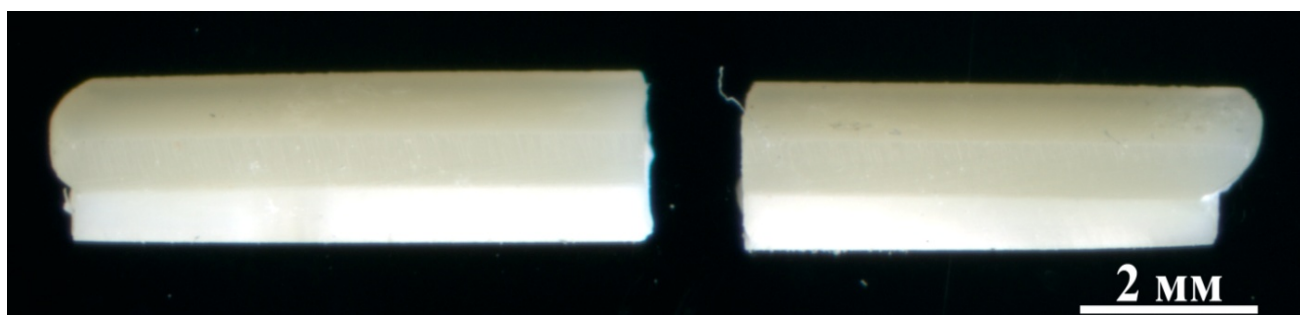


Рисунок 3.10. Блок - образец после испытания на трехточечный изгиб

Разрушение исследуемых образцов всех групп всегда происходило по линии приложения нагрузки, то есть путь движения основной трещины был близким к прямой линии (рис. 3.10).

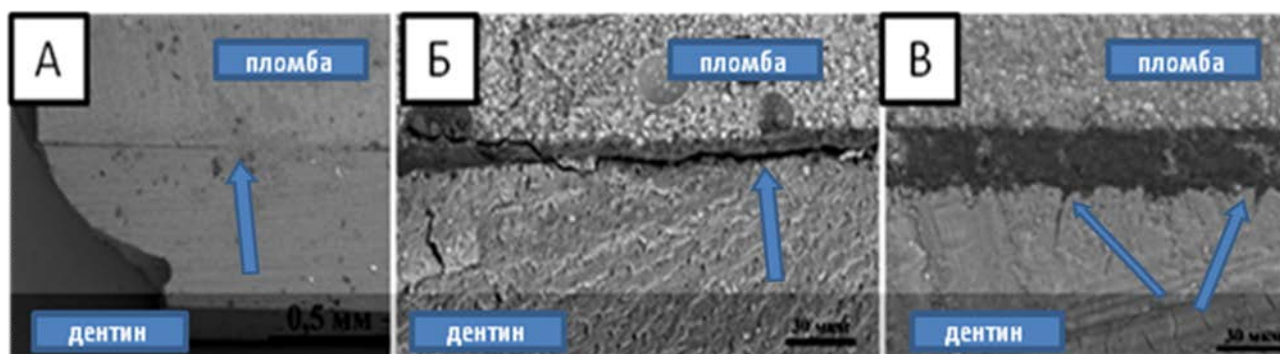


Рисунок 3.11. Боковые поверхности блока - образца после испытания на трехточечный изгиб: а – общий вид; б – трещина на границе «дентин –пломба»; в – растрескивание дентина вблизи соединения «дентин - пломба»

Исследование адгезивного соединения «дентин - пломба» при трехточечном изгибе показало, что блоки - образцы из обеих групп исследования разрушались одинаково, сразу после окончания испытания по линии нагружения (рис. 3.11).

Результаты исследования деформационного поведения блоков - образцов позволяют говорить, что ионы серебра, входящие в состав серебросодержащего протравочного геля, не оказывает влияния на адгезионную прочность соединения «дентин - пломба», т.е. не снижает ее.

#### 3.4. Результаты масс - спектрометрии с индуктивно связанной плазмой

Измерения проводили в блоке чистых помещений класса чистоты 7 ISO.

Подготовленные образцы помещались в камеру приставки для лазерной абляции LSX-500 (Cetac). Изучение диффузии и концентрации ионов серебра в твердых тканях зуба методом лазерной абляции проводили в средней части слоя эмали и дентина (рис.3.12) .

Для оценки диффузии и концентрации ионов Ag в коронковом дентине после обработки серебросодержащим протравочным гелем, проводили на поверхности образца в 9 позициях (по 2-3 точки для лазерной абляции на каждой), расположенных на расстояниях около 500 микрон друг от друга (рис. 3.13).

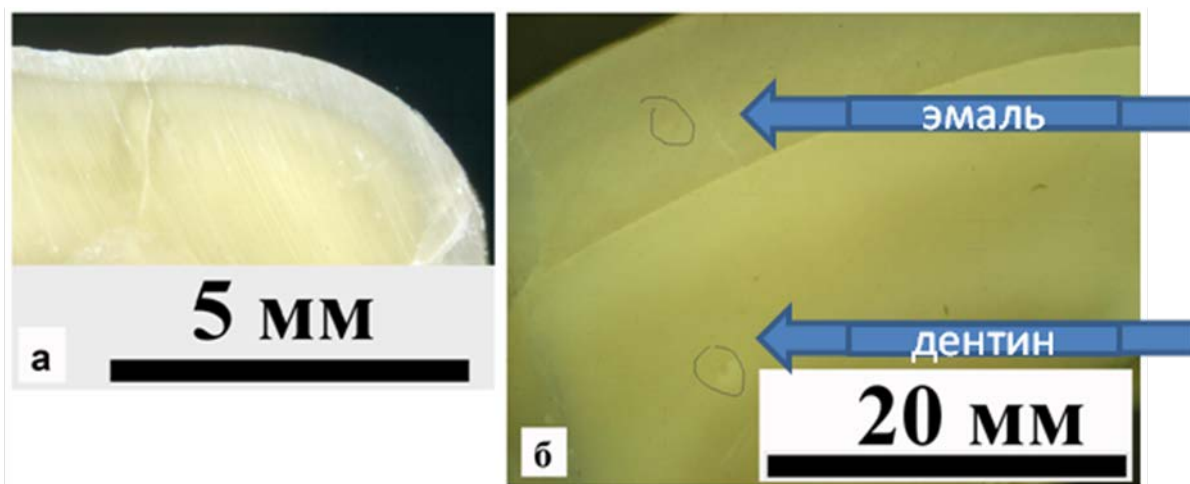


Рисунок 3.12. Образцы для изучения элементного состава дентина и эмали методом лазерной абляции

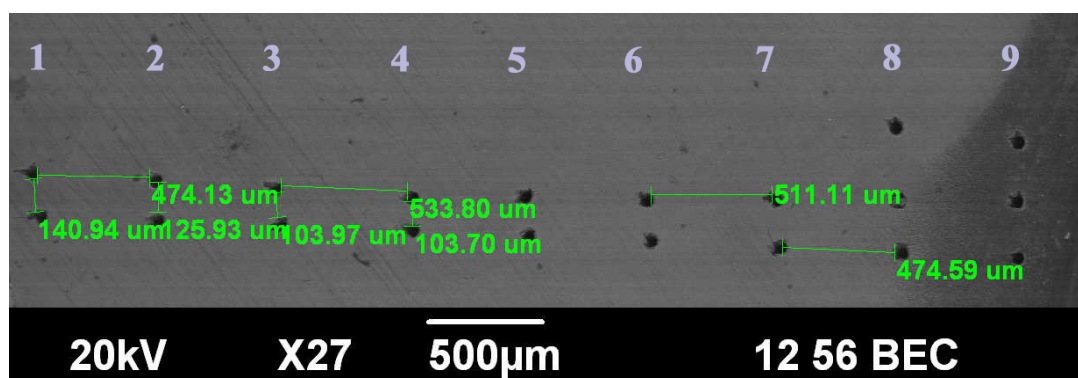


Рисунок 3.13. СЭМ-изображение исследованного образца дентина с точками для лазерной абляции. Сканирующий электронный микроскоп JSM-6390LV, x27

Первая позиция находилась вблизи края образца у дентино-эмалевого соединения (ДЭС), тогда как последняя (9-я) располагалась около пульповой камеры. Важно отметить, что ориентировка дентинных канальцев в изученных образцах менялась от параллельной плоскости рабочей поверхности образцов у ДЭС (позиция 1) до перпендикулярной плоскости поверхности в средней части изучаемых образцов и у пульповой камеры данных образцов (позиции 4-9).

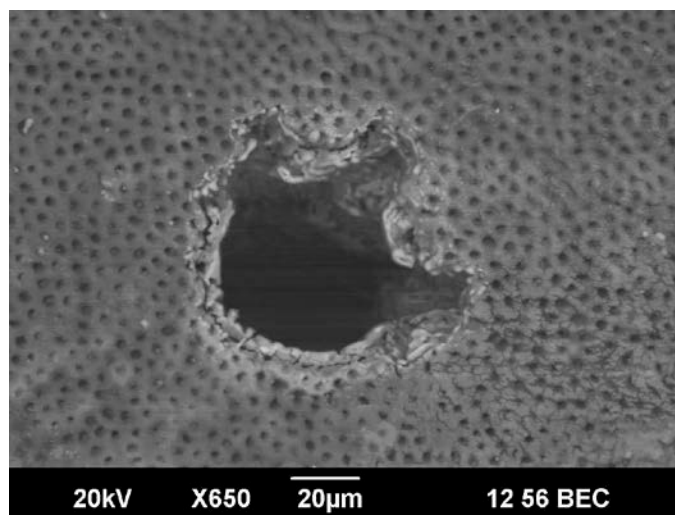


Рисунок 3.14. СЭМ-изображение исследованного образца дентина - кратер. Сканирующий электронный микроскоп JSM-6390LV, x650

На рисунке 3.14 видно, что при выбранных операционных параметрах кратеры в дентине от взаимодействия с лазерным пучком имеют неправильную форму. Диаметр кратера, возникающего при контакте лазера с поверхностью дентина порядка 40 микрон, толщина зоны деструкции канальной структуры дентина вокруг кратера в пределах 10 микрон.

На рисунке 3.15 приведена зависимость концентрации ионов Ag от позиции на поверхности образца, обработанного серебросодержащим протравочным гелем.

Максимальная концентрация ионов серебра 7 ppm, как и следовало ожидать, была вблизи ДЭС. Затем она начинала снижаться, достигнув плато в 4 ppm на позициях 4-6, после чего концентрация уменьшилась практически до нуля (позиции 8 и 9). Следовательно, можно сделать вывод, что за время воздействия серебросодержащим протравочным гелем (15 секунд) на лабораторные образцы коронкового дентина возникает область, обогащенная ионами Ag, толщиной 2,5-3,0 мм, в которой содержание серебра обеспечивает бактерицидное действие на микроорганизмы, находящиеся в твердых тканях зуба. При обработке подготовленных кариозных полостей у пациентов размеры такой зоны могут быть меньше.

Толщина 2,0 мм обеспечит проникновение ионов Ag по всей коронковой части зуба, включая пульповую камеру в концентрации 4 ppm.

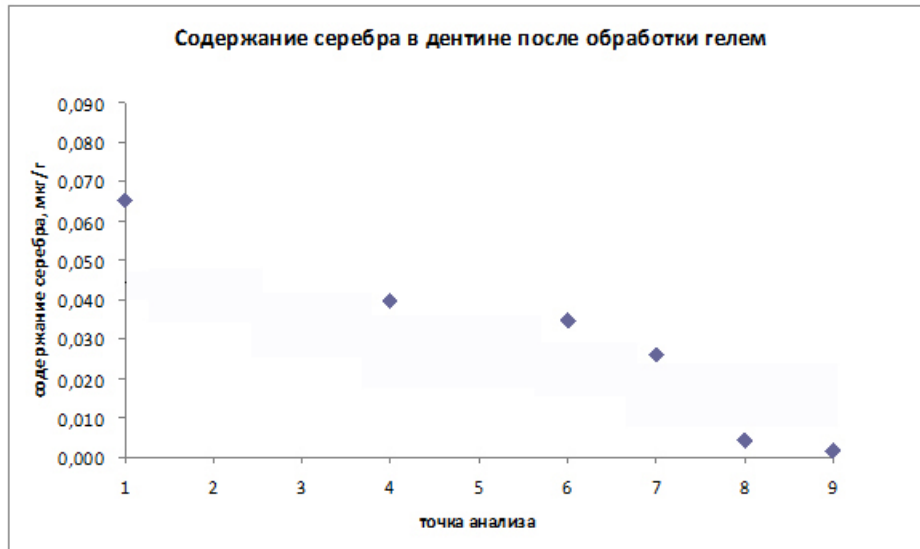


Рисунок 3.15. Содержание серебра в дентине после обработки серебросодержащим протравочным гелем

Содержание серебра в дентине после нанесения серебросодержащего протравочного геля варьирует от 2 ppm до 7 ppm, что не противоречит полученным ранее данным [2]. Изучение особенностей локального распределения серебра по эмали зуба с использованием методики локального экспрессного микроэлементного анализа твердых тканей зуба методом масс - спектрометрии выявило эффективность проникновения ионов серебра из серебросодержащего протравочного геля в эмаль зуба (рис. 3.16).

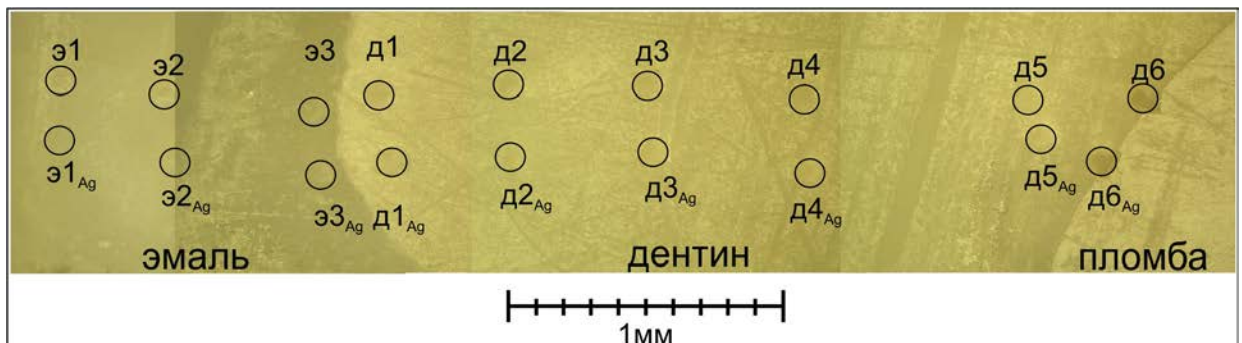


Рисунок 3.16. Образец с указанием точек для изучения элементного состава: гель без серебра – эмаль: э1, э2, э3, дентин: д1, д2, д3, д4, д5, д6; серебросодержащий гель – эмаль: э1Ag, э2Ag, э3Ag, дентин: д1Ag, д2Ag, д3Ag, д4Ag, д5Ag, д6Ag. Оптический микроскоп, x30

При исследовании диффузии ионов серебра в эмаль зуба установлено, что серебро из серебросодержащего протравочного геля присутствует только у края эмали в первом кратере Э1Ag на расстоянии от края образца 0,15-0,20 мм в концентрации 0,02 мкг/г = 0,02 ppm. После чего концентрация ионов Ag падает практически до нулевых значений (Рисунок 3.17).



Рисунок 3.17. Содержание серебра в эмали после обработки серебросодержащим протравливающим гелем

На рис. 3.17. приведена зависимость концентрации ионов серебра от позиции на поверхности образца эмали, обработанного серебросодержащим протравочным гелем.

Пересчет на концентрацию осуществлялся путем интегрирования сигнала за все время анализа в каждой точке с использованием стандартного образца MAPS-4 с содержанием серебра 7,3 мкг/г (7,3ppm). Затем вычислялась разница концентраций между обработанным протравливающим гелем и исходным дентином. Результаты измерений: наличие серебра в эмали и дентине обнаруживается, если исследуемые образцы обработаны серебросодержащим протравочным гелем.

Таблица 3.2– Содержание серебра в эмали после обработки серебросодержащим протравочным гелем

	Точка анализа	ppm
Эмаль	1	0,018
	2	0,001
	3	Не обнаружено
Дентин	4	
	5	
	6	
	7	
	8	
9		

Изучение диффузии и концентрации ионов серебра в эмали зуба и дентине образцов контрольной группы - результат: серебра не обнаружено (табл. 3.2).

Следовательно, при обработке твердых тканей зуба серебросодержащим протравочным гелем, с учетом резистентности твердых тканей зубов к кариесу, в эмали и дентине после удаления серебросодержащего протравочного геля накапливается концентрация ионов Ag в эмали порядка 0,02 ppm 0,20 мм от границы «эмаль - пломба», до 7 ppm на расстоянии 3 мм в дентине. Можно предположить, что на этапе протравливания и после его завершения основным путем проникновения коллоидных частиц серебра в дентинную матрицу являются дентинные каналы. После чего, ионы серебра диффундируют в межтубочковый дентин.

Таким образом, полученные данные экспериментального этапа исследования проведенного методом оптической микроскопии в отраженном свете, оптической металлографии, сканирующей электронной микроскопии, масс - спектрометрии

доказали, что качество гибридной зоны при использовании реставрационного материала Filtek XT с применением адгезивных систем IV и V поколений, после применения серебросодержащего протравочного геля, характеризуется четкими границами, однородностью, равномерной инфильтрацией твердых тканей зуба, качественно подобным результатом по сравнению с гибридной зоной, полученной после применения традиционного протравочного геля. Результаты экспериментального масс - спектрометрического исследования подтвердили эффективность проникновения ионов серебра в поверхностный слой зубной эмали и слои дентина из серебросодержащего протравочного геля.



## РЕЗУЛЬТАТЫ КЛИНИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

## 4.1. Оценка состояния полости рта

Под динамическим наблюдением находились пациенты, обследованные и пролеченные по поводу кариеса, всего 76 человек в возрасте от 25 до 44 лет. Результаты первичного осмотра реставраций у пациентов, вошедших в исследование: несоответствие анатомической форме зуба - 83% случая, нарушение краевого прилегания - 77% случаев, несоответствие цвета реставрации тканям зуба - 57% случаев, изменение цвета по наружному краю реставрации в 45% случаев, вторичный кариес - 38% случаев. У больных обнаружены некариозные поражения твердых тканей зубов: травматические сколы - 4,6%, эрозия эмали - 8,6 %, гипоплазия эмали - 12,7%, клиновидные дефекты - 41,8 %. Анализ клинического состояния качества реставраций полостей I и II класса по Блеку у обследованных больных - 524 реставраций из различных пломбирочных материалов выявил, что в первый год функционирования реставраций нарушается краевое прилегание, и, как следствие, в срок от 1 года и более определяется развитие вторичного кариеса (табл. 4.1).

Таблица 4.1– Частота развития вторичного кариеса в зависимости от срока функционирования реставрации

Класс по Блеку	Срок службы			
	До 1 года		От 1 года до 3 лет	
	Нарушение краевого прилегания, %	Вторичный кариес, %	Нарушение краевого прилегания, %	Вторичный кариес, %
I	5,08±1,18	1,69±0,12	11,33±1,06	12,01±0,24
II	8,33±0,36	8,66±0,07	14,66±1,13	15,52±0,04
t	1,62	2,45	0,72	2,12
p	>0,05	<0,05	>0,05	<0,05

Таким образом, у больных с низкой резистентностью твердых тканей в группе жевательных зубов с увеличением сроков функционирования реставраций их клиническое состояние ухудшается, определяется нарушение краевого прилегания, различные изменения по краю реставраций и вторичный кариес.

На первоначальном клиническом этапе исследования у пациентов исследуемых групп состояние тканей пародонта после проведения профессиональной гигиены полости рта значительно улучшилось. После первого года наблюдения больным проводили повторную мотивацию к соблюдению гигиенических мероприятий полости рта. Дальнейшие наблюдения показали стабилизацию показателей (ОНИ-S): в ОП1 –  $0,54 \pm 0,07$ ; в ОП2 –  $0,53 \pm 0,06$ ; в группе сравнения –  $0,56 \pm 0,07$ , что соответствует оценке «удовлетворительная» гигиена полости рта. Различия с первоначальным показателем индекса гигиены статистически достоверны ( $p < 0,05$ ) (Рис. 4.1). Показатель индекса КПИ после лечения составил: у больных в группе ОП1 « $1,88 \pm 0,11$ », ОП2 « $1,83 \pm 0,12$ », в группы сравнения « $1,86 \pm 1,14$ ». Все показатели индекса КПИ находятся в пределах оценки «1,1 – 2,0» - «легкий уровень». Это характеризует улучшение показателей КПИ по сравнению с первоначальным показателем ( $p < 0,05$ ). Улучшение состояния тканей пародонта так же отмечено после замены неполноценных пломб и ортопедических конструкций. Пациентам, которые нуждались в восстановлении дефектов зубного ряда, проведена имплантация, рациональное протезирование.

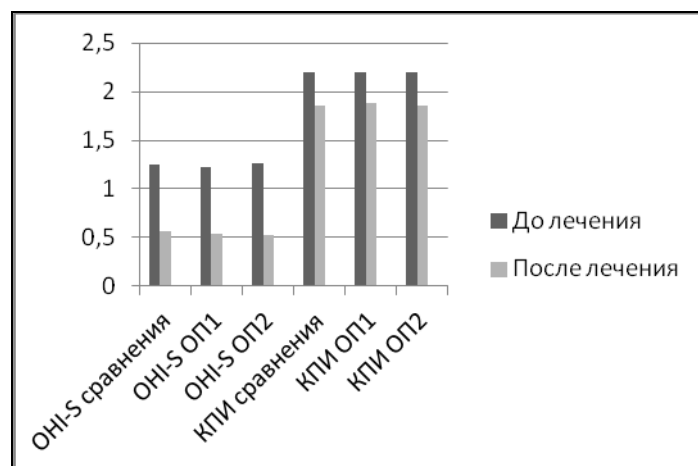


Рисунок 4.1. Динамика изменения индекса ОНИ-S, КПИ исследуемых групп

Таблица 4.2 - Индексная оценка гигиенического состояния полости рта

Группа	До лечения	После лечения
	<b>OHI-S</b>	<b>OHI-S</b>
Сравнения	1,25±0,09	0,56±0,06
Основная ОП1	1,23±0,08	0,54±0,08
Основная ОП2	1,26±0,07	0,53±0,09
p	>0,05	>0,05

По результатам медицинского анамнеза у больных исследуемых групп определена частота встречаемости сопутствующей соматической патологии, не требующей стационарного лечения или пролонгирующего назначения лекарственных препаратов - 78,9%. Большой процент в структуре заболеваний у больных исследуемых групп занимают заболевания ЖКТ – 61,95%, заболевания ССС отмечены у 34,2% больных (рис. 4.2). Заболевания эндокринной системы выявлены у 26,9% больных исследуемых групп. Частота заболеваний нервной системы и органов чувств 28,57%. Из заболеваний детского возраста все больные исследуемых групп указали на перенесенные детские инфекции.

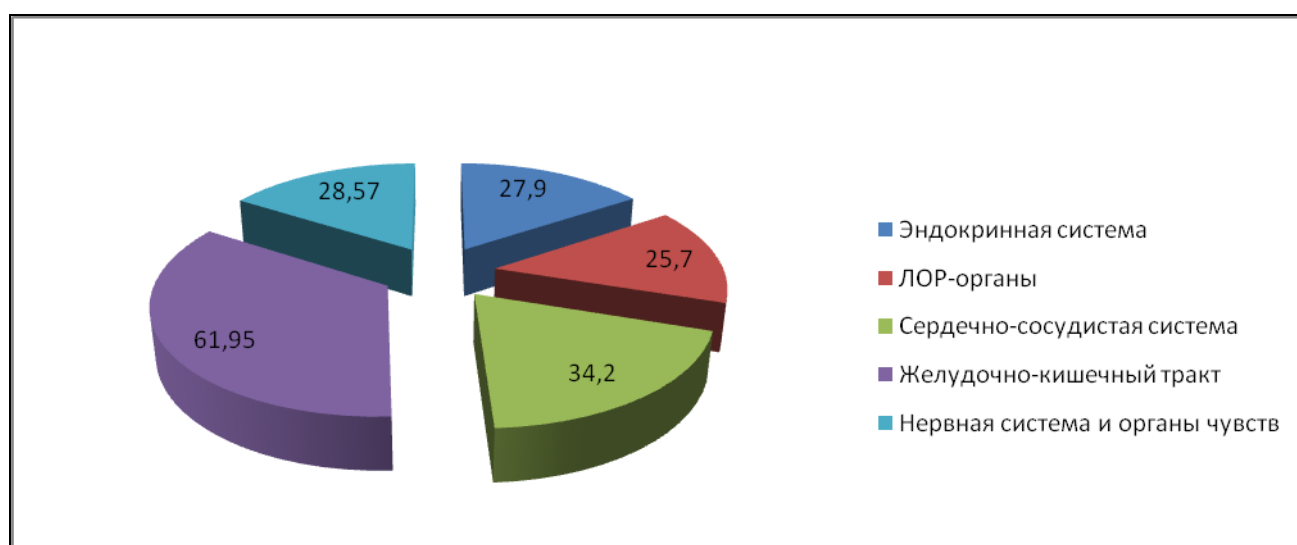


Рисунок 4.2. Структура сопутствующей патологии в исследуемых группах

Таким образом, проведенный анализ сопутствующей соматической патологии пациентов исследуемых групп, выявил общесоматические заболевания в состоянии ремиссии у всех исследуемых больных (100%), с преобладанием заболеваний желудочно-кишечного тракта.

#### **4.2. Клиническая оценка качества реставраций**

С целью восстановления утраченных твёрдых тканей, проведено оперативно – восстановительное лечение 540 витальных зубов жевательной группы. Оценка состояния реставраций проводили в сроки 3, 6, 12, 24 месяца по критериям Г. Рюге (1998) Этот показатель характеризует качество проведенного лечения при восстановлении утраченных тканей зуба. Метод исследования выполненных реставраций «Оценка краевой ЭП пломб» проведен в те же временные сроки, что и метод клинической оценки выполненных реставраций по критериям Г. Рюге.

#### **Результаты клинической оценки качества реставраций в динамике двухлетнего наблюдения в исследуемых группах**

Изучены результаты лечения больных в динамике двухлетнего наблюдения после оперативно – восстановительного лечения твердых тканей зуба утраченных в результате кариозного процесса. На клиническом этапе исследования клиническое состояние реставраций оценивали по критериям Г. Рюге (1998) – «краевое прилегание», «краевая пигментация», «вторичный кариес» (табл. 4.3). Спустя 3 месяца по всем клиническим критериям оценки все исследуемые реставрации получили оценку «Alfa» - великолепный результат лечения во всех исследуемых группах. При контрольном осмотре через 6 месяцев все выполненные реставрации имели 100% сохранность у всех пациентов в исследуемых группах, зонд скользил и не задерживался на границе «пломба - зуб». По всем клиническим критериям оценки все выполненные реставрации получили оценку «Alfa» - великолепный результат лечения во всех исследуемых группах в сроки до 6 месяцев наблюдения.

Таблица 4.3 - Оценка клинического состояния пломб в разные сроки наблюдения у пациентов исследуемых групп

Группа	Удовлетворительно															
	Превосходно («Alfa»)								Приемлемо («Bravo»)							
	3 мес.		6 мес.		12 мес.		24 мес.		3 мес.		6 мес.		12 мес.		24 мес.	
	Аб с.	%	Аб с.	%	Аб с.	%	Аб с.	%	Аб с.	%	Аб с.	%	Аб с.	%	Аб с.	%
Сравнения (n=180)	180	100	180	100	172	95,6	156	86,6	-		-		8	4,4	-	
ОП1 (n=180)	180	100	180	100	174	96,7	166	92	-		-		6	3,3		
ОП2 (n=180)	180	100	180	100	180	100	174	96,7					3	1,6		
Группа	Неприемлемо															
	Профилактически заменить или исправить («Charlie»)								Заменить немедленно («Delta»)							
	3 мес.		6 мес.		12 мес.		24 мес.		3 мес.		6 мес.		12 мес.		24 мес.	
	Аб с.	%	Аб с.	%	Аб с.	%	Аб с.	%	Аб с.	%	Аб с.	%	Аб с.	%	Аб с.	%
Сравнения (n=180)	-		-		-		24	13,4	-		-		-		-	
ОП1 (n=180)	-		-		-		14	8	-		-		-		-	
ОП2 (n=180)	-		-		-		3	1,6	-		-		-		-	

Через 12 месяцев в группе сравнения большинство реставраций находились в удовлетворительном состоянии 95,6% - 172 пломбы с оценкой «Alfa». В ОП1 наблюдалась похожая ситуация в 96,7% случаев - 174 пломбы отвечали удовлетворительному состоянию (оценка «Alfa»). В ОП2 – 177 пломб – 98,4% находились в удовлетворительном состоянии с оценкой «Alfa» по всем критериям.

В целом, через 12 месяцев после проведенного лечения кариеса витальных зубов жевательной группы у пациентов молодого возраста с низкой резистентностью твердых тканей количество пломб в удовлетворительном состоянии и получивших оценку «Alfa» по всем критериям в группе сравнения снизилось на 4,4%, в ОП1 - на 3,3%, в ОП2 - на 1,6% . 8 из 180 пломб группы сравнения получила оценку «Bravo» по критерию «краевое прилегание», обнаружена краевая пигментация. В ОП1- 6 пломб из 180 не прошли по критерию «краевое прилегание» и получили оценку «Bravo», так как обнаружена

пигментация по границе пломбы с эмалью зуба. В ОП2 - 3 реставрации из 180 получили оценку «Bravo», у них так же обнаружена «краевая пигментация».

Таким образом, через 12 месяцев после лечения заметны отличия по клиническим оценочным критериям между выбранными стоматологическими протравочными гелями и этапами их применения, подтвердилась тенденция сохранности пломб ОП2. При анализе реставраций исследуемых групп наилучшие результаты получены при оперативно – восстановительном лечении с применением серебросодержащего протравочного геля на этапах протравливания твердых тканей зуба перед установкой реставрации и на этапе «постбондинг» в основной группе (ОП2).

Через 24 месяца при контрольном осмотре в группе сравнения у одной пломбы отмечен объемный скол пломбировочного материала (оценка «Charlie»), у 14 реставраций обнаружена щель с обнажением дентина (оценка «Charlie»), у 9 реставраций рядом с одной пломбой обнаружен вторичный кариес - оценка «Charlie». При контрольном осмотре в ОП1 через 24 месяца выявлено 14 пломб с оценкой «Charlie», из которых у 6 определена щель с обнажением дентина, у 8 - рядом с пломбой обнаружен вторичный кариес (оценка «Charlie»). В ОП2 всего 3 реставрации из 180 исследуемых получили оценку «Charlie», так как у них обнаружена щель с обнажением дентина. Все остальные реставрации получили по всем критериям оценку «Alfa».

Через два года после восстановления утраченных в результате кариозного процесса твердых тканей зуба при оценке критерия «Краевого прилегания» количество реставраций с оценкой «Alfa» по всем клиническим критериям в группе сравнения уменьшилось на 13,4% и составило 86,6% - 156 пломб. В ОП1 уменьшилось на 8% и составило 92% - 166 реставраций, а в ОП2 – снизилось на 1,6% и составило 98,4% - 177 пломб, соответствующих удовлетворительному качеству.

Таким образом, через два года после лечения кариеса витальных зубов боковой группы у больных молодого возраста с низкой резистентностью твердых тканей определена лучшая сохранность пломб основной группы, наиболее

заметная у больных в основной группе ОП2, где выявлена достоверно большая сохранность реставраций по клиническим оценкам (рис. 4.3).

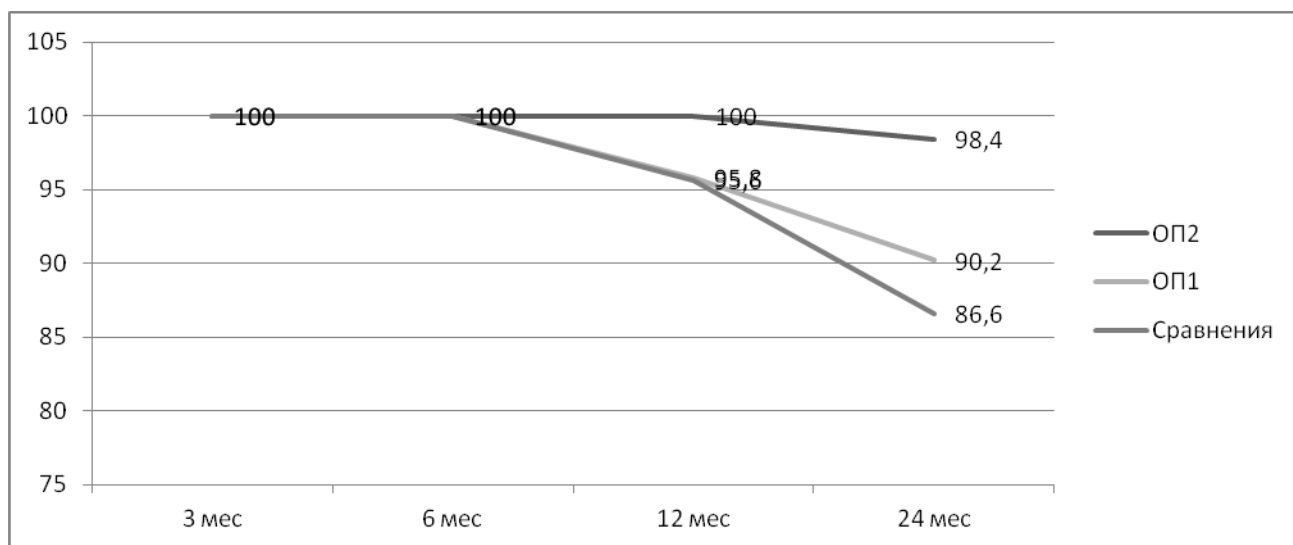


Рисунок 4.3. Сохранность пломб в исследуемых группах

Анализируя состояние реставраций, заметно, что в течение первого года большинство пломб в исследуемых группах по определяемым критериям находятся в удовлетворительном состоянии («Alfa»). В зависимости от используемых протравочных гелей и этапов их применения, в клиническом анализе сохранности пломб в течение двух лет клинического наблюдения получен результат: лечение витальных зубов жевательной группы у больных молодого возраста с низкой резистентностью твердых тканей в ОП1 с применением серебросодержащего протравочного геля на этапе протравливания твердых тканей зуба перед установкой пломбы оказалось более эффективным по сравнению с традиционным методом лечения кариеса зубов у больных с низкой кариесрезистентностью (группа сравнения).

Тем не менее, наилучшие результаты лечения витальных зубов жевательной группы у лиц молодого возраста с низкой резистентностью твердых тканей получены при двойном применении серебросодержащего протравочного геля, а именно, на этапе протравливания твердых тканей зуба перед установкой пломбы и на этапе «постбондинг» (у больных основной группы ОП2).

### Краевая ЭП в течение 2 лет наблюдения в группе сравнения

Данные наблюдений краевой электропроницаемости пломб находятся во взаимосвязи с клиническими результатами исследования.

Анализ проведенного исследования краевой ЭП установленных пломб выявил, что на начальном этапе исследования среднее значение краевой ЭП границы «пломба - зуб» в группе сравнения больных 35 - 44 года находился на уровне  $0,57 \pm 0,04$  мкА. В группе больных возраста 25 - 34 года этот показатель составляет  $0,33 \pm 0,02$  мкА, что характеризует краевое прилегание пломбировочного материала к тканям зуба, как плотное. Затем, в течение года в группе больных возраста 35 - 44 наблюдается тенденция к сохранению краевого прилегания, так как отмечено снижение показателя краевой ЭП, который за второй год наблюдения значительно увеличился в 2,7 раза и через 24 месяца составил  $2,34 \pm 0,1$  мкА, что выходит за рамки удовлетворительных результатов оценки реставраций

Таблица 4.4 - Динамика краевой ЭП в течение 2 лет наблюдения в группе сравнения

Группа сравнения	Краевая ЭП (мкА, M $\pm$ m)				
	Через 1 неделю	Через 3 мес.	Через 6 мес.	Через 12 мес.	Через 24 мес.
25 - 34	$0,33 \pm 0,02$	$0,41 \pm 0,03$	$0,51 \pm 0,08$	$0,78 \pm 0,06$	$2,2 \pm 0,04$
35 - 44	$0,57 \pm 0,04$	$0,41 \pm 0,01$	$0,65 \pm 0,02$	$0,87 \pm 0,06$	$2,34 \pm 0,1$
p	>0,05	>0,05	>0,05	<0,05	<0,05

В группе 25 - 34 года на всех этапах нашего исследования краевой ЭП так же отмечено увеличение показателей краевой ЭП. Тем не менее, если до 12 месяцев динамика роста показателей краевой ЭП незначительна  $0,78 \pm 0,07$  мкА, то за второй год наблюдений показатель краевой ЭП пломб увеличился в 2,8 раза и составил  $2,34 \pm 0,1$  мкА, что соответствует оценке «нарушение краевого



прилегания» (табл. 4.4). Следовательно, при лечении кариеса у больных возрастной группы 25 - 44 года в группе сравнения исследования ко второму году после выполнения реставрации определяется явная тенденция к увеличению краевой проницаемости границы «пломба - зуб» и нарушению адгезивной прочности, что увеличивает риск возникновения вторичного кариозного процесса. Наличие 24 реставраций (13,4%) с неудовлетворительной оценкой («Charlie») на последнем этапе исследования клинически подтверждают данные краевой ЭП.

### Краевая ЭП в течение 2 лет наблюдения в группе ОП1

При анализе результатов исследования краевой ЭП пломб основной группы больных подгруппы №1 определено, что наименьшее первоначальное значение краевой ЭП на границе пломбы с твердыми тканями зуба определено в группе больных в возрасте 25 – 34 года  $0,33 \pm 0,01$  мкА по сравнению с группой больных возраста 35 – 44 года  $0,35 \pm 0,03$  мкА.

Таблица 4.5 - Динамика краевой ЭП в течение 2 лет наблюдения в ОП1

Группа ОП1	Краевая ЭП (мкА, М ± m)				
	Через 1 неделю	Через 3 мес.	Через 6 мес.	Через 12 мес.	Через 24 мес.
25 - 34	$0,33 \pm 0,01$	$0,38 \pm 0,1$	$0,42 \pm 0,12$	$0,71 \pm 0,05$	$1,9 \pm 0,06$
35 - 44	$0,35 \pm 0,03$	$0,34 \pm 0,06$	$0,38 \pm 0,06$	$0,69 \pm 0,01$	$1,7 \pm 0,02$
p	>0,05	<0,04	>0,05	>0,05	<0,03

До 12 месяцев исследования выявлены стабильные показатели краевой ЭП. За период с 12 по 24 месяц исследования получено увеличение показателей краевой ЭП: к концу 12 месяцев наблюдения, в группе больных возраста 25 – 34 года средний показатель краевой ЭП пломб составил  $0,71 \pm 0,05$  мкА, к концу 2 года -  $1,9 \pm 0,06$  мкА. В группе больных в возрасте 35 – 44 года через 12 месяцев средний показатель краевой ЭП пломб составил  $0,69 \pm 0,01$  мкА, через 2 года -  $1,7 \pm 0,02$  мкА (табл. 4.5).

Таким образом, показатели краевой ЭП пломб в группе больных возрастом 35 – 44 года на всех этапах исследования ниже, чем в группе больных возраста 25 - 34 года, можно предположить, что у больных возрастной группы 35 – 44 года краевое прилегание реставраций более плотное. Увеличение показателей краевой ЭП пломб на последнем этапе исследования: в группе больных возраста 25 – 34 года в 2,6 раза, а в группе больных возрастом 35 – 44 года в 2,4 раза, что указывает на снижение плотности краевого прилегания пломбировочного материала к твердым тканям зуба в обеих возрастных группах. Наличие 8,0% - 14 пломб в ОП1 с неудовлетворительной оценкой «Charlie» на последнем этапе исследования клинически подтверждают данные краевой ЭП.

### Краевая ЭП в течение 2 лет наблюдения в группе ОП2

В результате исследования краевой ЭП пломб в основной группе подгруппе №2 найдено, что наименьшее первоначальное значение краевой ЭП на границе пломбы с твердыми тканями зуба выявлено в группе больных в возрасте 35 – 44 года  $0,18 \pm 0,03$  мкА по сравнению с группой больных возраста 25 – 34 года  $0,32 \pm 0,07$  мкА.

Таблица 4.6 - Динамика краевой ЭП в течение 2 лет наблюдения в ОП2

Группа ОП2	Краевая ЭП (мкА, М ± m)				
	Через 1 неделю	Через 3 мес.	Через 6 мес.	Через 12 мес.	Через 24 мес.
25 - 34	$0,32 \pm 0,07$	$0,29 \pm 0,01$	$0,28 \pm 0,03$	$0,68 \pm 0,05$	$0,72 \pm 0,04$
35 - 44	$0,18 \pm 0,03$	$0,27 \pm 0,01$	$0,26 \pm 0,01$	$0,62 \pm 0,01$	$0,68 \pm 0,08$
p	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05

Далее, отмечена похожая динамика изменений среднего показателя краевой ЭП пломб в обеих возрастных группах: до 12 месяцев выявлена стабилизация показателей ЭП, а за период до второго года исследования получено увеличение показателей краевой ЭП (табл. 4.6). К концу 12 месяцев наблюдения, в группе больных возраста 25 – 34 года средний показатель краевой ЭП пломб составил

0,68±0,05 мкА, к концу 2 года 1,02±0,04 мкА. В группе больных в возрасте 35 – 44 года через 12 месяцев средний показатель краевой ЭП пломб составил 0,62±0,01 мкА, через 2 года - 0,68±0,08 мкА.

Следует отметить, что показатели краевой ЭП пломб в группе пациентов возрастом 35 – 44 года ниже на всех этапах клинического исследования, чем в группе больных возраста 25 – 34 года, таким образом, можно предположить, что у пациентов возрастной группы 35 – 44 года краевое прилегание реставраций более плотное. Тем не менее, в основной группе исследования (ОП2) все реставрации находятся в пределах оценки до 2 мкА «нормальная остаточная краевая проницаемость качественных пломб» по показателям краевой ЭП. Реставрации у больных данной группы исследования имеют плотное краевое прилегание на всех этапах исследования, что подтверждено клинически 98,4% удовлетворительных реставраций с оценкой «Alfa».

### **Динамика краевой ЭП в группах исследования**

При анализе результатов краевой ЭП мы получили схожие удовлетворительные результаты в течение первого полугодия наблюдений между группами, которые характеризуют краевое прилегание пломбировочного материала к твердым тканям зуба, как «нормальная остаточная краевая проницаемость качественных пломб» (табл. 4.7). Далее, в течение следующих 6 месяцев в группе сравнения отмечено увеличение показателей краевой ЭП от 0,8 ± 0,05 до 1,57 ± 0,07 мкА с тенденцией к росту показателей краевой ЭП на границе «пломба - зуб» от 1,57±0,07 до 2,27±0,07 мкА. Следовательно, к увеличению краевой проницаемости между реставрацией и твердыми тканями зуба к 2 годам наблюдения - показатели краевой ЭП увеличились в 2,8 раза, оценка в пределах от 2,1 до 5,2 мкА «нарушение краевого прилегания без развития вторичного кариеса». Если в ОП1 до 12 месяцев динамика увеличения показателей краевой ЭП незначительна, то во второй год наблюдения краевая ЭП увеличилась в 2,5 раз с 0,7 ± 0,03 до 1,8 ± 0,04 мкА и превысила показатели

группы ОП2 в 2 раза, но оказалась по результатам двухлетнего исследования относительно группы сравнения в 1,3 раза с лучшими показателями.

Таблица 4.7 - Динамика краевой ЭП в течение 2 лет наблюдения в исследуемых группах

Группы	Краевая ЭП (мкА, М ± m)				
	Через 1 неделю	Через 3 мес.	Через 6 мес.	Через 12 мес.	Через 24 мес.
Сравнения	0,45 ± 0,03	0,41 ± 0,02	0,8 ± 0,05	1,57 ± 0,07	2,27 ± 0,07
ОП1	0,34 ± 0,02	0,36 ± 0,08	0,4 ± 0,09	0,7 ± 0,03	1,8 ± 0,04
ОП2	0,25 ± 0,05	0,28 ± 0,01	0,27 ± 0,02	0,5 ± 0,03	0,95 ± 0,06
p c-1	>0,05	>0,05	>0,05	<0,001	<0,001
p c-2	>0,05	>0,05	>0,05	<0,0005	<0,0005
p 1-2	>0,05	>0,05	>0,05	<0,05	<0,05

В ОП2 за первые 12 месяцев исследования наблюдается стабилизация краевой ЭП, во второй год наблюдения отмечены незначительные изменения краевой ЭП от  $0,5 \pm 0,03$  до  $0,95 \pm 0,06$  мкА и находятся в рамках удовлетворительных реставраций с оценкой «нормальная остаточная краевая проницаемость качественных пломб».

В результате, через два года после лечения в исследуемых группах видны более ощутимые отличия по клиническим критериям (Г.Рюге) и данным краевой ЭП (рис. 4.4). Анализ сохранности пломб, на протяжении двухлетнего клинического этапа наблюдения, показывает преимущества способа реставрации боковой группы витальных зубов у пациентов молодого возраста с низкой резистентностью твердых тканей с применением серебросодержащего протравочного геля на этапах протравливания твердых тканей зуба перед установкой пломбы и на этапе «постбондинг».

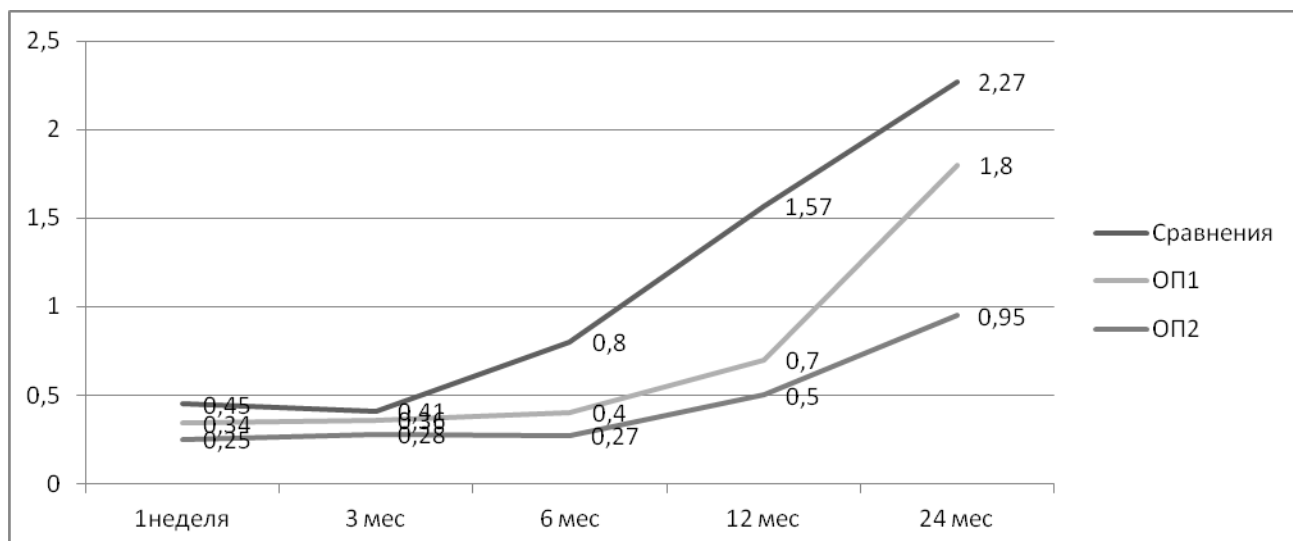


Рисунок 4.4. Динамика краевой ЭП исследуемых групп наблюдения

Выполненные реставрации сохраняют свою анатомическую форму, нет видимых выемок по краю пломбы, нет изменения цвета по краю между пломбой и структурами зуба, значения краевой ЭП находятся в пределах оценки «удовлетворительная реставрация», в отличие от выполненных реставраций тех групп исследования, где использовался традиционный протравочный гель на этапах оперативно – восстановительного лечения утраченных твердых тканей.

Таким образом, большая сохранность реставраций за счет улучшения краевой адаптации к твердым тканям зуба получена в основной группе исследования подгруппа ОП2 при лечении кариеса с применением серебросодержащего протравочного геля на этапах протравливания твердых тканей зуба перед выполнением реставрации и на этапе «постбондинг».

### 4.3. Клинический пример

Клиническое состояние пломб у пациентов основной группы ОП2 можно показать на примере выписки из истории болезни пациента М., 39 лет, от 02.12.2016 г.

Обратился 04.09.2013г. с жалобами на наличие кариозной полости рядом с пломбой в области зубов нижней челюсти слева, кратковременные боли от сладкого.

Анамнез жизни: считает себя практически здоровым, аллергологический анамнез без особенностей. ВИЧ, гепатиты, вен. заболевания отрицает.

Анамнез заболевания: зуб 3.7 пролечен 2 года назад по поводу кариеса, кариозная полость появилась более года назад.

Внешний осмотр: лицо симметричное, кожные покровы физиологической окраски, умеренно влажные. Прикус - физиологический. Слизистая оболочка полости рта бледно - розового цвета, влажная, блестящая, без видимых патологических изменений.

КПУ<sub>3</sub> = 18, ОНI-S = 1,0.

Локальный статус: на окклюзионной поверхности зуба 3.7 пломба не имеет плотного прилегания к тканям зуба, по периметру пломбировочного материала кариозная полость средней глубины, выполненная размягченным пигментированным дентином, не сообщающаяся с полостью зуба (рис. 4.4). Зондирование эмалево-дентинной границы болезненно, перкуссия сравнительная безболезненная, реакция на холодовые раздражители болезненная, быстропроходящая, ЭОД=6 мкА, ЭП=12,4 мкА.

Диагноз: рецидивирующий кариес зуба 3.7, 1 класс по Блеку,

МКБ-10: кариес дентина (К 02.1)

План лечения:

1. Профессиональная гигиена полости рта.
2. Лечение зуба 3.7 с применением серебросодержащего протравочного геля.
3. Динамическое наблюдение с контролем краевого прилегания, краевой ЭП, уровня гигиены 1 раз в 6 месяцев.

Лечение: после выполнения анестезии, установки коффердама провели очищение поверхности зуба пастой и удалили пломбу. Затем выполнили

некроптомию и сформировали стенки зуба 3.7. Стенки сформированной полости медикаментозно обработали 2% раствором хлоргексидина биглюконата в течение 1 минуты. Далее внесли серебросодержащий протравочный гель, распределив его на поверхности эмали и дентина. Через 7 секунд серебросодержащий протравочный гель удалили при помощи воды в течение 1 минуты. Подсушили подготовленную к пломбированию поверхность сформированной полости сухим губчатым шариком, внесли 2% раствор хлоргексидина биглюконата и оставили на 1 минуту. Провели адгезивную подготовку эмали и дентина зуба 3.7 при помощи универсальной адгезивной системы. Сформировали постоянную пломбу из реставрационного материала, адаптировали по «прикусу». Далее провели «финишную обработку» поверхности пломбы, включая этап «постбондинг»: протравили поверхность реставрации и эмали по границе «пломба - зуб» шириной 2 мм при помощи серебросодержащего протравочного геля в течение 15 секунд. Удалили серебросодержащий протравочный гель при помощи воды в течение 1 минуты, просушили поверхность сухим губчатым шариком, кисточкой нанесли поверхностный герметик, полимеризовали зуб 3.7 со всех сторон (20 секунд с каждой стороны). Пломбу и окружающую эмаль зуба 3.7 покрыли фторсодержащим гелем.

Пациенту даны рекомендации по уходу за полостью рта, график контрольных посещений 1 раз в 6 месяцев (рис. 4.5).

**Через 6 месяцев** после лечения (05.02.2014г.) пациент жалоб не предъявляет. КПУ<sub>3</sub> =18, ОНI-S = 0,6.

Внешний осмотр: лицо симметричное, кожные покровы физиологической окраски, умеренно влажные. Прикус - физиологический. Слизистая оболочка полости рта бледно - розового цвета, влажная, блестящая, без видимых патологических изменений.

Локальный статус: на окклюзионной поверхности зуба 3.7 пломба сохранена, краевое прилегание не нарушено по всей периферии, первоначальная форма и цвет пломбы сохранены, нет видимых выемок по краю пломбы, нет изменения цвета по краю между пломбой и структурами зуба, что соответствует

удовлетворительному состоянию реставрации - оценка «Alfa». Электровозбудимость по данным электроодонтометрии составила 6 мкА, ЭП=0,56 мкА.

Лечение: провели очищение поверхности зуба 3.7 пастой без фтора и этап «постбондинг». Пломбу и окружающую эмаль зуба 3.7 покрыли фторсодержащим гелем.

**Через 12 месяцев** после лечения (01.08.2014г.) жалобы отсутствуют. Внешний осмотр: лицо симметричное, кожные покровы физиологической окраски, умеренно влажные. Прикус - физиологический. Слизистая оболочка полости рта бледно - розового цвета, влажная, блестящая, без видимых патологических изменений. КПУ<sub>3</sub> - 18, ОНІ-S = 0,6.

Локальный статус: на окклюзионной поверхности зуба 3.7 пломба сохранена, нет видимых выемок по краю пломбы, нет изменения цвета по краю между пломбой и структурами зуба, что соответствует удовлетворительному состоянию реставрации - оценка «Alfa». Электровозбудимость по данным электроодонтометрии составила 6 мкА, ЭП=0,54 мкА.

Лечение: провели очищение поверхности зуба 3.7 пастой без фтора и этап «постбондинг». Пломбу и окружающую эмаль зуба 3.7 покрыли фторсодержащим гелем (рис. 4.6).

**Через 18 месяцев** после лечения (01.02.2015г.) жалобы не предъявляет.

КПУ<sub>3</sub> =18, ОНІ-S = 0,6.

Внешний осмотр: лицо симметричное, кожные покровы физиологической окраски, умеренно влажные. Прикус - физиологический. Слизистая оболочка полости рта бледно - розового цвета, влажная, блестящая, без видимых патологических изменений.

Локальный статус: на окклюзионной поверхности зуба 3.7 пломба сохранена, краевое прилегание не нарушено по всей периферии, первоначальная форма и цвет пломбы сохранены, нет видимых выемок по краю пломбы, нет изменения цвета по краю между пломбой и структурами зуба, что соответствует удовлетворительному состоянию реставрации - оценка «Alfa».



Электровозбудимость по данным электроодонтометрии составила 6 мкА, ЭП=0,56 мкА.

Лечение: провели очищение поверхности зуба 3.7 пастой без фтора и этап «постбондинг». Пломбу и окружающую эмаль зуба 3.7 покрыли фторсодержащим гелем.

**Через 24 месяца** после лечения (06.08.2015г.) жалобы отсутствуют.

КПУ<sub>3</sub> = 18, ОНI-S = 0,6.

Внешний осмотр: лицо симметричное, кожные покровы физиологической окраски, умеренно влажные. Прикус - физиологический. Слизистая оболочка полости рта бледно - розового цвета, влажная, блестящая, без видимых патологических изменений.

Локальный статус: на окклюзионной поверхности зуба 3.7 пломба сохранена, нет видимых выемок по краю пломбы, нет изменения цвета по краю между пломбой и структурами зуба, что соответствует удовлетворительному состоянию реставрации - оценка «Alfa». Электровозбудимость по данным электроодонтометрии составила 6 мкА, ЭП=0,56 мкА.

Лечение: провели очищение поверхности зуба 3.7 пастой без фтора и этап «постбондинг». Пломбу и окружающую эмаль зуба 3.7 покрыли фторсодержащим гелем (рис. 4.7).

Пациент полностью доволен результатом лечения.



Рисунок 4.5. Пациент М., Зуб 3.7 до лечения



Рисунок 4.6. Пациент М., Зуб 3.7 через 12 месяцев после лечения



Рисунок 4.7. Пациент М., Зуб 3.7 через 24 месяца после лечения

После лечения кариеса витальных зубов боковой группы у пациентов молодого возраста с низкой резистентностью твердых тканей через два года определена лучшая сохранность пломб основной группы, наиболее заметная в подгруппе ОП2, где выявлена достоверно большая сохранность реставраций по клиническим оценкам. Краевая ЭП пломб с увеличением функционирования пломб возрастает. Через 2 года после лечения кариеса с применением серебросодержащего протравочного геля (ОП2), краевая ЭП составила 0,95 мкА и это в 2,3 раза ниже показателей краевой ЭП пломб, установленных с применением традиционного протравочного геля (группа сравнения). Анализ клинического исследования показал, что лучшая краевая адаптация реставраций отмечена после применения серебросодержащего протравочного геля на этапе протравливания твердых тканей зуба перед установкой пломбы и на этапе «постбондинг» - 100%

пломб в отличном состоянии через 12 месяцев, 98,4% через 24 месяца наблюдения.

Таким образом, применение серебросодержащего протравочного геля у лиц с низкой резистентностью твердых тканей для лечения кариеса витальных зубов позволило достичь увеличения сохранности реставраций и снижения риска развития вторичного кариеса. Эффективность проникновения ионов серебра в поверхностный слой эмали зуба и слои дентина из серебросодержащего протравочного геля подтверждено результатами экспериментального масс - спектрометрического исследования. Следовательно, серебро, входящее в состав серебросодержащего протравочного геля после применения на эмали зуба и дентине в процессе установки пломб, оказывает бактерицидное действие на микроорганизмы, не изменяя прочностных свойств выполненной реставрации.

**ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ**

В течение последних десятилетий основными направлениями исследований являются вопросы профилактики и лечения кариеса зубов. Согласно заключению ВОЗ, кариес остается значительной проблемой в большинстве стран мира [48, 131]. Эпидемиологические исследования показали, что распространенность поражения зубов кариесом у лиц молодого возраста составляет более 80% и продолжает увеличиваться. Обнаружена прямая связь состояния ЗЧС в поддержании высокого качества жизни человека [30,69,106,131]. При анализе статистических данных выявлено, что через 6 месяцев 30% пломб имеют нарушения, через 12 месяцев уже более 50% пломб несостоятельны, а через 2 года 70% пломб требуют замены, связанной с нарушением краевой адаптации и развитием вторичного кариозного процесса. Из источников литературных данных в сроки до трех лет частота нарушения границы твердых тканей зуба и пломбы составляет 31,5%, частота появления вторичного кариеса - 46,12% [15,95,98,209,217]. Наиболее часто в практической стоматологии методом восстановления утраченных тканей зуба в результате кариозного процесса является прямая реставрация композиционными материалами, которая позволяет получить хороший эстетический результат при низкой стоимости и быстром изготовлении [39,50,66,91]. В процессе препарирования кариозной полости зуба трудно точно разграничить дентин, необходимый для удаления и дентин, который нужно оставить. Следовательно, существует высокий риск развития осложнений после лечения кариеса, и проблема вторичного кариозного процесса остается актуальной, несмотря на новые пломбировочные материалы и методы лечения, появляющиеся на стоматологическом рынке [93,100,146,224].

В исследованиях последних лет показано, что микроорганизмы при кариесе могут существовать под пломбой длительное время [83]. Поэтому для лечения данной патологии наиболее интересны стоматологические материалы, обладающие высокими физико-механическими, эстетическими характеристиками

и оказывающие бактерицидное действие на анаэробные микроорганизмы, существующие под композиционными пломбами [7,122].

В связи с этим, нами проведено исследование влияния серебра, входящего в состав стоматологического протравочного геля, на твердые ткани зуба при лечении кариеса у лиц молодого возраста с низкой резистентностью твердых тканей, с целью разработки и внедрения лечебно-профилактических способов оказания помощи больным для повышения эффективности применяемых методов лечения на основе современных экспериментальных и клинических методов исследования. Задачами диссертационной работы являлись оценка структурных и прочностных особенностей соединения «пломба - зуб» в зависимости от вида стоматологического протравочного геля применяемого на этапах лечения кариеса.

Для решения поставленной задачи применяли образцы – шлифы, полученные из зубов удаленных по медицинским показаниям, толщиной 1,0 – 1,5 мм, вырезанные перпендикулярно основной оси зуба из средней части коронки зуба, не содержащие окклюзионной поверхности, металлографические исследования проводили на обеих рабочих поверхностях образцов - шлифов. Проведенные металлографические исследования соединения «пломба - зуб» не выявили различий между образцами, обработанными протравочным гелем как содержащим серебро, так и не содержащим. Данные электронно-микроскопического исследования соединения «дентин-пломба» и «эмаль-пломба» для всех групп нашего исследования качественно подобны друг к другу. Поэтому можно заключить, что присутствие в протравочном геле коллоидного серебра не изменяет микроструктуру твердых тканей зуба на границе соединения «пломба - зуб», а гибридная зона является непрерывной, однородной и не имеет элементов нарушения целостности таких, как поры, трещины, при взаимодействии с композиционным материалом.

Для проведения исследования на больших увеличениях на образцы - шлифы, выполненные через запломбированные поверхности зубов толщиной 1-1,5мм, напыляли тонкую угольную пленку и проводили изучение с помощью СЭМ (x500). Данне полученные с помощью СЭМ подтвердили, что соединение «эмаль-

пломба» и «дентин-пломба» в группах исследования представляют собой непрерывные тонкие линии, не содержащие дефектов, и оказываются равномерно растравленными во всей протяженности, цвет образцов не изменился. Размер области взаимодействия (гибридной зоны) тканей зуба и пломбировочного материала в исследуемых группах КЗ, О4 составил 60 мкм, имеет однородную структуру и четкие контуры. Гибридная зона в группах К1, О2 составила толщину порядка 50 мкм, характеризующуюся четкими контурами, однородной структурой, полноценно инфильтрирующей эмаль и дентин. Так же, как и в предыдущем исследовании, различий между структурой границ «дентин-пломба» и «эмаль-пломба» в образцах контрольной группы и группы наблюдения выявлено не было. Проведенное электронно - микроскопическое исследование не обнаружило различий между образцами, приготовленными из зубов основной группы и контрольной, т.е. обработанных протравочными гелями как содержащим серебро, так и не содержащим. Металлографический анализ гибридной зоны «дентин - пломба» и «эмаль - пломба» показал, что зона взаимодействия на всем протяжении исследуемых образцов была непрерывной, однородной, вне зависимости от того, содержал ли протравочный гель серебро или не содержал.

Таким образом, серебро, входящее в состав стоматологического протравочного геля, не изменяет однородность микроструктуры соединения «эмаль - пломба», «дентин – пломба», и не влияет на характер формирования гибридной зоны «эмаль-пломба» и «дентин-пломба».

Для механических испытаний прочности адгезионного соединения «дентин - пломба» изготовили блоки - образцы, придавая им форму параллелепипеда, где дентин и композиционный материал соединяли с помощью адгезивной системы, при этом толщина слоя дентина и пломбировочного материала была одинаковой.

Механические испытания на одноосное сжатие прекращали, когда на деформационных кривых возникал перегиб, соответствовавший появлению

трещины в образце, т.е. началу процесса разрушения. Несмотря на появление трещин (преимущественно в пломбе, вдоль направления нагружения), распада образцов на части не происходило. Такое поведение связано со способностью дентина эффективно подавлять рост трещин, что приводит к их остановке. Предел прочности образцов всех групп исследования являлся качественно подобным, что свидетельствует о высокой адгезионной прочности соединения «дентин - пломба». Можно заключить, что присутствие в стоматологическом протравочном геле серебра не оказывает влияния на прочность соединения твердых тканей зуба и композиционного материала, то есть не снижает ее.

Механические испытания на трехточечный изгиб проводили до резкого падения напряжения на деформационной кривой, что соответствовало распаду образца на части. Разрушение образцов всех исследуемых групп всегда происходило по линии приложения нагрузки, то есть путь движения основной трещины был близким к прямой линии. Исследование адгезивного соединения «дентин - пломба» при трехточечном изгибе показало, что образцы из обеих групп исследования разрушались одинаково, сразу после окончания испытания по линии нагружения. Результаты данного исследования деформационного поведения образцов подтверждают, что серебро, входящее в состав стоматологического протравочного геля, не оказывает влияния на адгезионную прочность соединения «дентин - пломба», т.е. не снижает ее.

Одной из задач, поставленных в диссертационной работе, было определение диффузии и концентрации ионов серебра в твердых тканях зуба методом масс – спектрометрии с индуктивно связанной плазмой. Исследование проводили в средней части слоя эмали и дентина до и после нанесения серебросодержащего протравочного геля. Измерения проводили в блоке чистых помещений класса чистоты 7 ISO. Подготовленные образцы помещались в камеру приставки для лазерной абляции LSX-500 (Cetac).

Для оценки концентрации ионов Ag в коронковом дентине после обработки серебросодержащим протравочным гелем, проводили измерения на поверхности образца в 9 позициях.

Максимальная концентрация 7 ppm обнаружена вблизи ДЭС. Затем она начинала снижаться, достигнув плато в 4 ppm, после чего концентрация уменьшалась практически до нуля. Следовательно, за время воздействия серебросодержащего протравочного геля (15 секунд) в лабораторных образцах коронкового дентина возникает область, обогащенная ионами Ag, толщиной 2,5-3,0 мм. Изучение особенностей локального распределения серебра по эмали зуба с использованием методики локального экспрессного микроэлементного анализа твердых тканей зуба методом масс - спектрометрии установлено, что ионы серебра из серебросодержащего протравочного геля присутствуют только у края эмали на расстоянии от края образца 0,15-0,20 мм в концентрации 0,02 мкг/г = 0,02 ppm. Результаты измерений в группе наблюдения: наличие серебра в эмали и дентине обнаруживается только, если образцы обработаны серебросодержащим протравочным гелем. Изучение диффузии и концентрации ионов серебра в образцах дентина и эмали из контрольной группы получило результат: серебра не обнаружено. Из этого следует, что при обработке твердых тканей зуба в течение 15 секунд серебросодержащим протравочным гелем в эмали и дентине накапливается концентрация ионов серебра порядка 0,02-0,07 ppm, которая не приводит к понижению адгезионной прочности соединения между пломбирочным материалом и твердыми тканями зуба.

Таким образом, серебро, обнаруженное в эмали и дентине после применения серебросодержащего протравочного геля, оказывает бактерицидное действие на микроорганизмы, не изменяя прочностных свойств выполненной реставрации.

При использовании полученных результатов диссертационного исследования в клинической практике, следует иметь в виду, что прочность соединения пломбы с твердыми тканями зуба пациента зависит от многих факторов. Таких как клиническое состояние эмали и дентина, физико-механические свойства конкретного пломбирочного материала, химических свойств адгезивной системы и особенностей применения. На основании полученных результатов экспериментального этапа исследования нами предложен способ применения серебросодержащего протравочного геля и получен патент на изобретение



№26022496 от 24 октября 2016 года, приоритет изобретения от 08.10.2015 г., «Способ пломбирования кариозной полости». Доказана клиническая эффективность ионов серебра при проведении процедуры «постбондинг» (Патент РФ на изобретение № 2610114 от 07 февраля 2017 года, приоритет изобретения от 08.10.2015 г. «Способ финишной обработки поверхности пломбы кариозной полости»).

Применение методов физического материаловедения для изучения структуры и адгезионной прочности соединения «дентин - пломба» и «эмаль - пломба» в образцах - шлифах контрольной группы и группы наблюдения, показало, что применение серебросодержащего протравочного геля на этапах оперативно – восстановительного лечения утраченных тканей зуба в результате кариозного процесса, слои твердых тканей подготовленных к реставрации обогащены серебром в концентрациях, способных оказывать бактерицидное действие на кариесогенные микроорганизмы, не изменяя прочностных характеристик реставрации, что подтверждено клиническим этапом исследования данной диссертационной работы.

Проведено клиническое исследование лечения больных по МКБ-10: кариес дентина (K02.1), всего 76 человек в возрасте от 25 до 44 лет, женского и мужского пола с низким уровнем кариесрезистентности твердых тканей. Установлено и исследовано 540 пломб (средний кариес, I и II класс по Блеку), каждая рассматривалась в качестве единицы наблюдения при изучении краевого прилегания пломбировочного материала к твердым тканям зуба и краевой ЭП.

Методом случайной выборки пациенты разделены на две группы сравнения и основную. Пациентам группы сравнения проводили лечение кариеса с применением традиционного способа лечения протравочным гелем (180 зубов) на этапе протравливания твердых тканей зуба перед реставрацией и на этапе «постбондинг». При лечении пациентов основной группы ОП1 применяли серебросодержащий протравочный гель (180 зубов) на этапе протравливания твердых тканей зуба перед реставрацией, а на этапе «постбондинг» использовали протравочный гель, как у пациентов группы сравнения. Пациентам основной

группы подгруппы ОП2 применяли серебросодержащий протравочный гель на этапе протравливания твердых тканей зуба перед установкой пломбы и на этапе «постбондинг» (180 зубов).

В исследуемых группах пациенты молодого возраста с низким уровнем резистентности твердых тканей имели близкие характеристики по интенсивности кариозного процесса, уровню гигиены полости рта, состоянию тканей пародонта. На первоначальном этапе лечения всем пациентам проведена профессиональная гигиена полости рта с обучением индивидуальной гигиене полости рта, подбором методов и средств индивидуальной гигиены. После первого года наблюдения больным проводили повторную мотивацию к соблюдению гигиенических мероприятий полости рта ( $0,75 \pm 0,06$  - средний уровень гигиены). Дальнейшие наблюдения показали стабилизацию показателей.

Анализ сохранности пломб, на протяжении двухлетнего наблюдения показал преимущество метода реставрации боковой группы витальных зубов у больных молодого возраста с низкой резистентностью твердых тканей с применением серебросодержащего протравочного геля на этапах протравливания твердых тканей зуба перед постановкой пломбы и на этапе «постбондинг». Выполненные реставрации сохраняют свою анатомическую форму, отсутствуют нарушения краевого прилегания, нет видимых выемок по краю пломбы, нет изменения цвета по краю между пломбой и структурами зуба, что соответствует удовлетворительному состоянию реставрации - оценка «Alfa». Значения краевой ЭП находятся в пределах оценки «качественная реставрация», в отличие от реставраций тех групп, где использовался традиционный протравочный гель.

В зависимости от протравочных гелей и этапов их применения, в клиническом анализе сохранности пломб получено: после лечения кариеса витальных зубов боковой группы у больных молодого возраста с низкой резистентностью твердых тканей в течение первого года по определяемым критериям клиническое состояние большинства реставраций, находятся в «удовлетворительном» состоянии (оценка «Alfa»).

Через 12 месяцев после проведенного лечения кариеса витальных зубов жевательной группы у больных молодого возраста с низкой резистентностью твердых тканей определены отличия по клиническим оценочным критериям между выбранными стоматологическими протравочными гелями и этапами их применения: в группе сравнения в удовлетворительном состоянии 95,6% - 172 пломбы с оценкой «Alfa», в ОП1- 96,7% случаев - 174 пломбы оценка «Alfa», в ОП2 – 177 пломб – 98,4% находились в удовлетворительном состоянии с оценкой «Alfa» по всем критериям. После проведенного лечения через 12 месяцев количество пломб в удовлетворительном состоянии и получивших оценку «Alfa» по всем критериям снизилось: в группе сравнения на 4,4% - 8 из 180 пломб группы сравнения получила оценку «Bravo», обнаружена краевая пигментация, в ОП1 - на 3,3%, так как 6 пломб из 180 не прошли по критерию «краевое прилегание» и получили оценку «Bravo», так как обнаружена пигментация по границе пломбы с эмалью зуба, в ОП2 - на 1,6% - 3 реставрации из 180 получили оценку «Bravo», у них так же обнаружена «краевая пигментация». Таким образом, через 12 месяцев при анализе реставраций исследуемых групп наилучшие результаты получены при оперативно – восстановительном лечении с применением серебросодержащего протравочного геля на этапах протравливания твердых тканей зуба перед установкой реставрации и на этапе «постбондинг» в основной группе (ОП2).

При контрольном осмотре через 24 месяца после проведенного лечения у больных молодого возраста с низкой резистентностью твердых тканей при оценке критерия «Краевого прилегания» количество реставраций с оценкой «Alfa» в группе сравнения уменьшилось на 13,4% и составило 86,6% - 156 пломб: одна реставрация - отмечен объемный скол пломбировочного материала (оценка «Charlie»), у 14 реставраций обнаружена щель с обнажением дентина (оценка «Charlie»), у 9 реставраций по краю с пломбой обнаружен вторичный кариес - оценка «Charlie». В ОП1 уменьшилось на 8% и составило 92% - 166 реставраций: выявлено 14 пломб с оценкой «Charlie», из которых 6 имели щель с обнажением дентина, 8 - рядом с пломбой обнаружен вторичный кариес (оценка «Charlie»). В

ОП2 количество удовлетворительных реставраций снизилось на 1,6% и составило 98,4% - 177 пломб, соответствующих удовлетворительному качеству, 3 реставрации из 180 исследуемых получили оценку «Charlie», так как у них обнаружена щель с обнажением дентина. Все остальные реставрации получили по всем критериям оценку «Alfa».

Через два года после лечения кариеса витальных зубов боковой группы у больных молодого возраста с низкой резистентностью твердых тканей определена лучшая сохранность пломб основной группы, наиболее заметная у больных в основной группе ОП2. В данной группе выявлена большая сохранность реставраций по клиническим оценкам, где серебросодержащий протравочный гель применялся на этапе протравливания твердых тканей перед реставрацией и на этапе «постбондинг». У больных данной группы определена большая сохранность реставраций по клиническим оценкам и результатам краевой ЭП.

При анализе результатов краевой ЭП на границе с пломбой через 12 месяцев в группе сравнения отмечено увеличение показателей краевой ЭП от  $0,8 \pm 0,05$  до  $1,57 \pm 0,07$  мкА, с тенденцией к росту показателей краевой ЭП на границе «пломба - зуб» от  $1,57 \pm 0,07$  до  $2,27 \pm 0,07$  мкА. Следовательно, к увеличению краевой проницаемости между реставрацией и твердыми тканями зуба. К 2 годам динамического наблюдения - показатели краевой ЭП увеличились в 2,8 раза, оценка в пределах от 2,1 до 5,2 мкА «нарушение краевого прилегания без развития вторичного кариеса». В основной группе наблюдения (ОП1) до 12 месяцев динамика увеличения показателей краевой ЭП незначительна, во второй год наблюдения краевая ЭП увеличилась в 2,5 раз с  $0,7 \pm 0,03$  до  $1,8 \pm 0,04$  мкА и превысила показатели основной группы ОП2 в 2 раза, но оказалась по результатам двухлетнего исследования относительно группы сравнения в 1,3 раза с лучшими показателями. В основной группе (ОП2) за первые 12 месяцев исследования отмечена стабилизация краевой ЭП, во второй год наблюдения выявлены незначительные изменения от  $0,5 \pm 0,03$  до  $0,95 \pm 0,06$  мкА и находятся в пределах удовлетворительных реставраций с оценкой «нормальная остаточная краевая проницаемость качественных пломб». Таким образом, краевая ЭП пломб

при использовании серебросодержащего протравочного геля через 2 года после лечения кариеса витальных зубов боковой группы у больных молодого возраста с низкой резистентностью твердых тканей в 2,3 раза ниже показателей краевой ЭП пломб, установленных с применением традиционного стоматологического протравочного геля.

В результате динамического наблюдения на клиническом этапе исследования, через два года после лечения видны отличия по клиническим критериям и данным краевой ЭП. Анализ сохранности пломб показывает преимущество способа реставрации у боковой группы витальных зубов пациентов молодого возраста с низкой резистентностью твердых тканей с применением серебросодержащего протравочного геля на этапах протравливания твердых тканей зуба перед установкой пломбы и на этапе «постбондинг». Выполненные реставрации сохраняют свою анатомическую форму, нет видимых выемок по краю пломбы, нет изменения цвета по краю между пломбой и структурами зуба, значения краевой ЭП находятся в пределах «удовлетворительной реставрации», в отличие от реставраций тех групп, где использовался традиционный протравочный гель. Более прочное адгезивное соединение получено в основной группе исследования ОП2, где при лечении кариеса у больных молодого возраста с низкой резистентностью твердых тканей применялся серебросодержащий протравочный гель на этапах протравливания твердых тканей зуба перед установкой реставрации и на этапе «постбондинг».

Применение серебросодержащего протравочного геля у лиц молодого возраста с низкой резистентностью твердых тканей для лечения кариеса витальных зубов жевательной группы позволило добиться увеличения сохранности реставраций и снижения риска развития вторичного кариеса, что доказано результатами двухлетнего клинического этапа исследования.

Полученные данные экспериментального этапа исследования доказали, что качество гибридной зоны после применения серебросодержащего протравочного геля, характеризуется четкими границами, однородностью, равномерной инфильтрацией твердых тканей, идентичным результатом по сравнению с

гибридной зоной, полученной после применения традиционного протравочного геля. Эффективность проникновения ионов серебра в поверхностный слой зубной эмали и слои дентина из серебросодержащего протравочного геля подтверждено результатами экспериментального масс - спектрометрического исследования.

Таким образом, ионы серебра, входящие в состав серебросодержащего протравочного геля после применения на эмали зуба и дентине в процессе оперативно – восстановительного лечения утраченных твердых тканей зуба, оказывает бактерицидное действие на микроорганизмы, не изменяя прочностных свойств выполненной реставрации.

## ВЫВОДЫ

1. Полученные данные методом металлографического исследования, СЭМ свидетельствуют, что присутствие в протравочном геле серебра (концентрация 10 ppm) не приводит к разнице в структуре и толщине гибридного слоя. Толщина адгезивного соединения с материалом Filtek XT составила 50 мкм, характеризуется однородной структурой и качественно подобна гибридной зоне, полученной с применением традиционного протравочного геля.

2. Данные механических испытаний на одноосное сжатие, трехточечный изгиб показали, что адгезионная прочность соединения «пломба - зуб» при применении серебросодержащего протравочного геля качественно подобна адгезионной прочности гибридной зоны полученной в результате применения традиционного протравочного геля.

3. Методом масс-спектрометрического исследования определено: слои твердых тканей зуба подготовленные к реставрации обогащены ионами серебра в концентрациях, способных оказывать бактерицидное действие на кариесогенные микроорганизмы. Ионы серебра диффундируют в слои эмали на 0,2 мм от границы «эмаль - пломба» в концентрации 0,02 ppm и в слои дентина на расстояние 3 мм в концентрации от 2 ppm до 4 ppm.

4. Применение серебросодержащего протравочного геля на этапе протравливания твердых тканей зуба перед установкой пломбы повышает сохранность пломб на 3,6%, тогда как применение серебросодержащего протравочного геля на этапе протравливания твердых тканей перед установкой пломбы и на этапе «постбондинг» позволяет повысить сохранность пломб на 11,6% относительно результатов полученных с применением традиционного протравочного геля.

5. Краевая ЭП при двухлетнем наблюдении после лечения с применением серебросодержащего протравочного геля составила 0,95 мкА и это в 2,3 раза ниже

показателей краевой ЭП пломб, установленных с применением традиционного протравочного геля.

6. Разработанные рекомендации позволили повысить сохранность реставраций у пациентов молодого возраста с низкой резистентностью твердых тканей в витальных зубах жевательной группы до 98,4% в динамике двухлетнего наблюдения.



## ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Рекомендуемая схема применения серебросодержащего протравочного геля при лечении кариеса витальных зубов жевательной группы у пациентов молодого возраста с низкой резистентностью твердых тканей для снижения риска развития вторичного кариеса:

1. на этапе протравливания твердых тканей зуба перед установкой пломбы наносить на эмаль - 15 секунд, на дентин - 7 секунд.

2. на этапе «постбондинг» по границе «эмаль – пломба» наносить серебросодержащий протравочный гель на 15 секунд, с последующим покрытием специальными покрывными системами.

**СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ**

**ВОЗ** - Всемирная организация здравоохранения

**ДЭС** - дентиноэмалевое соединение

**ИГГ** - Институт геологии и геохимии

**ИСП-МС** - масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой

**КПИ** - комплексный пародонтальный индекс

**КПУ** - индекс интенсивности поражения зубов кариесом

**МКБ-10** - международная классификация болезней десятого пересмотра

**ММП** - матриксная металлопротеиназа

**мкА** – микроампер

**нм** - нанометр

**РФФИ** - Российский фонд фундаментальных исследований

**СЭМ** - сканирующая электронная микроскопия

**ЭОД** - электроодонтометрия

**ЭП** - электропроницаемость

**ФГБОУ ВО** - Федеральное государственное бюджетное

образовательное учреждение высшего образования

**УГМУ** - Уральский государственный медицинский университет

**УрО РАН** - Уральское отделение Российской Академии наук

**ОHI-S** - индекс Грина-Вермильона

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Абакаров, Т. А. Совершенствование организации и анализ стоматологической помощи населению в лечебно-профилактических учреждениях с различной формой собственности : автореферат ... диссертации кандидата медицинских наук : 14.00.33 / Абакаров Тагир Абакарович. – Москва, 2012. – 32 с.
2. Адамович, Н. Н. Межлабораторный контроль качества ЛА-ИСП-МС микроанализа в рамках международной программы тестирования геоаналитических лабораторий G-probe / Н. Н. Адамович, Д. В. Киселева. – Ежегодник-2011, Тр. ИГГ УрО РАН. – 2012. – С. 222–223.
3. Акмалова, Г. М. Клиническое значение гематосаливарного барьера при некоторых соматических заболеваниях [Электронный ресурс] / Г. М. Акмалова // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 4. – URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/klinicheskoe-znachenie-gematosalivarnogo-bariera-pri-nekotoryh-somaticheskikh-zabolevaniyah> (дата обращения: 05.10.2016.).
4. Акмалова, Г. М. Экспериментально-клиническое обоснование выбора пломбирочных материалов при лечении неосложненного и осложненного кариеса : диссертация ... кандидата медицинских наук : 14.00.21 / Акмалова Гузель Маратовна. – Екатеринбург, 2006. – 141 с.
5. Алимский, А. В. Динамика пораженности кариесом зубов школьников г.Караганды (по материалам эпидемиологического обследования, проведенного в 1988 и 1998 гг.) / А. В. Алимский // Новое в стоматологии. – 2002. – № 2.– С. 101–102.
6. Арчакова, Т. С. Клиническая оценка и пути повышения резистентности эмали и дентина витальных зубов после отбеливания : диссертация ... кандидата медицинских наук : 14.01.14 / Арчакова Тамара Сетсаломовна. – Ставрополь, 2010. – 143 с.
7. Атравматический способ реставрации/реконструкции режущего края поврежденного зуба глубиной до 2 мм с применением композитных материалов /

М. Л. Меликян, Г. М. Меликян, К. М. Меликян, К. И. Давыдова // Институт стоматологии. – 2010. – № 1 (46). – С. 64–68.

8. Беленова, И. А. Индивидуальная профилактика кариеса у взрослых : диссертация ... доктора медицинских наук : 14.01.14 / Беленова Ирина Александровна. – Воронеж, 2010. – 316 с.

9. Беленова, И. А. Применение высоких технологий в диагностике заболеваний зубов / И. А. Беленова // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. – 2008. – Т. 7, № 4. – С. 1070–1073.

10. Белоконова, Н. А. Витаминно-минеральный комплекс и эффективность адсорбции аскорбиновой кислоты / Н. А. Белоконова, Т. М. Еловицова, В. С. Молвинских // Пародонтология. – 2015. – № 4. – С. 35–38.

11. Бессуднова, Н. О. Изучение проблемы адгезии в реставрационной стоматологии : диссертация ... доктора медицинских наук : 13.01.02, 14.01.14 / Бессуднова Надежда Олеговна. – Саратов, 2015. – 651 с.

12. Бирагова, А. К. Клинико-экспериментальные аспекты лечения глубокого кариеса и острого очагового пульпита с использованием комбинированных лекарственных паст : автореферат ... диссертации кандидата медицинских наук : 14.01.14 / Бирагова Алана Казбековна. – Ставрополь, 2011. – 24 с.

Богданова, Ю. Г. Адгезия и ее роль в обеспечении прочности полимерных композитов : учебное пособие. / Ю. Г. Богданова. – Москва : МГУ, 2010. – 68 с.

13. Боровский, Е. В. Биология полости рта / Е. В. Боровский, В. К. Леонтьев. – Москва : Медицинская книга, 2001. – 301 с.

14. Боровский, Е. В. О новых стандартах лечения и диагностики кариеса зубов / Е. В. Боровский // Клиническая стоматология. – 2006. – № 4 – С. 6–8.

15. Боровский, Е. В. Терапевтическая стоматология. Избранные разделы / под ред. Е. В. Боровского. – Москва : Стоматология, 2005. – 59 с.

16. Вавилова, Т. П. Слюна. Аналитические возможности и перспективы / Т. П. Вавилова, О. О. Янушевич, И. Г. Островская. – Москва : БИНОМ. – 2014. – 312 с.

17. Веденева, Е. В. Роль стоматологического лечения в улучшении качества жизни пациентов [Электронный ресурс] : диссертация ... кандидата медицинских наук / Е. В. Веденева. – Москва, 2010. – URL: <http://www.dslib.net/stomatologia/rol-stomatologicheskogo-lechenija-v-uluchshenii-kachestva-zhizni-pacientov.html>
18. Власова, М. И. Обоснование выбора пломбировочных материалов и адгезивных систем при лечении пришеечного кариеса зубов (клинико-инструментальное исследование) : диссертация ... кандидата медицинских наук : 14.01.14 / Власова Мария Ивановна. – Екатеринбург, 2013. – 102 с.
19. Влияние гигиенического статуса пациентов, мотивированных на соблюдение индивидуальной гигиены рта, на развитие вторичного кариеса зубов / Е. А. Глухова, С. И. Морозова, Ю.А. Юдина [и др.] // ВНМТ. – 2012. – № 3. – С. 77–79.
20. Выбор метода лечения фиссурного кариеса / Ю. М.Максимовский, Т. В. Ульянова, Н. В. Заблоцкая [и др.] // Cathedra. – 2006. – Т. 5, № 2. – С. 20–25.
21. Габитов, Р. С. Разработка основ критериев качества диагностики и лечения неосложненного кариеса зубов : диссертация ... кандидата медицинских наук / Габитов Роман Салаватович. – Казань, 2005. – 110 с.: 16 ил.
22. Галиуллин, А. Н. Методические основы медико-статистического исследования : учебное пособие / А. Н. Галиуллин. – Казань : КГМУ, 2005. – 62 с.
23. Гемонов, В. В. Развитие и строение органов ротовой полости и зубов : учебное пособие для студентов стоматологических вузов (факультетов) / В. В. Гемонов, Э. Н. Лаврова, Л. И. Фалин. – Москва : ГОУВУНМЗМЗРФ, 2002. – 256 с.
24. Горбунова, И. Л. Клиническая интерпретация метаболических и молекулярно-генетических характеристик тканевой резистентности полости рта : диссертация ... кандидата медицинских наук : 14.00.21 / Горбунова Ирина Леонидовна. – Омск, 2007. – 152 с.
25. Горюнова, М. В. Клинико-лабораторное обоснование использования малоинвазивных технологий в коррекции стойких дисколоритов зубов :

- диссертация ... кандидата медицинских наук : 14.00.21 / Горюнова Мария Витальевна. – Екатеринбург, 2007. – 162 с.
26. Горяинов, А. В. Влияние различных методов препарирования и пломбирования кариозных полостей на минеральный обмен эмали : автореферат диссертации ... кандидата медицинских наук / А. В. Горяинов. – Воронеж, 2000. – 21 с.
27. ГОСТ 28818-90: Материалы шлифовальные из электрокорунда. Технические условия. Межгосударственный стандарт. – Введ. 1990-12-27. – Москва: Изд. стандартов, 2005. – 7 с.
28. Гугова, Ю. С. Влияние постбондинга на качество реставраций при оперативно-восстановительном лечении твердых тканей зуба с использованием композиционных пломбировочных материалов : диссертация ... кандидата медицинских наук : 14.00.21 / Гугова Юлия Сергеевна. – Москва, 2008. – 115 с.
29. Добреньков, Д. С. Стоматологический статус при нарушении микроэкологии полости рта / Т. Н. Климова, Д. С. Добреньков, В. О. Крамарь // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. – 2013. – № 4. – С. 89–93.
30. Елин, В. А. Оптимизация технологий подготовки твердых тканей зуба к реставрации : диссертация ... кандидата медицинских наук : 14.00.21 / Елин Владимир Алексеевич. – Самара, 2004 – 166 с.
31. Зайнуллина, Е. В. Краевая адаптация различных пломбировочных материалов в кариесогенных условиях / Е. В. Зайнуллина // Актуальные проблемы современной стоматологии : материалы научно-практической конференции, посвященной 25-летию стоматологического факультета Ижевской государственной медицинской академии. – Ижевск, 2005. – С. 54–56.
32. Зайнуллина, Е. В. Профилактика вторичного и рецидивного кариеса у лиц с интенсивным поражением зубов : диссертация ... кандидата медицинских наук : 14.00.21 / Зайнуллина Елена Владимировна. – Пермь, 2008 – 88 с.

33. Зайцев, Д. В. Дентин человека как объект исследования физического материаловедения / Д. В. Зайцев, С. С. Григорьев, П. Е. Панфилов // Проблемы Стоматологии. – 2013. – № 3. – С. 3–13.
- Защитное действие серебра [Электронный ресурс]. – URL: <http://antioxbio.ru/2013/03/zashhitnoe-deystvie-serebra/>
34. Индивидуальная профилактика кариеса у взрослых : учебно-методическое пособие с грифом УМО / А. А. Кунин, И. А. Беленова, О. И. Олейник [и др.]. – Воронеж, 2005. – 174 с.
35. Йоффе, Е. Эффект полимеризационной усадки композитных материалов / Е. Йоффе // Новое в стоматологии. – 2002. – Т. 105, № 5. – С. 25–26.
36. Казанцев, Н. Л. Эффективность устранения дефектов твердых тканей постоянных зубов у детей композиционными материалами : автореферат диссертации ... кандидата медицинских наук : 14.00.21 / Казанцев Николай Львович. – Москва, 1993. – 29 с.
37. Кальбарчик, Г. Приятный сюрприз в протравке – Etchmaster 36% с серебром [Электронный ресурс] / Г. Кальбарчик. – URL: <http://www.arkom-org.com/articles/view/43>.
38. Кариес зубов. Клинические рекомендации (протоколы лечения). Утверждены на совете СтАР 30.09.2014.
39. Карло, Форнаини. Лазер Er:YAG и абляция композитного материала / Ф. Карло // Dental Tribun. – 2015. – Т. 14, № 3. – С. 1–3.
40. Кидд, Э. А. М. Кариес зубов : руководство / Э. М. А. Кидд ; перевод с англ. под ред. В. С. Иванова, Е. В. Ивановой. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2009. – 192 с: ил.
41. Киселева, Е. А. Клинико-лабораторные аспекты формирования кариесрезистентности / Е. М. Размахнина, Е. А. Киселева, А. З. Элбакидзе // Dental Forum. – 2016. – № 2. – С. 12–14.
42. Киселева, Е. А. Физико-химические свойства ротовой жидкости у лиц с различным уровнем кариесрезистентности / Е. А. Киселева, Е. М. Размахнина // DentalForum. – 2015. – № 2. – С. 10–11.

43. Клемин, В. А. Морфофункциональная и клиническая оценка зубов с дефектами твердых тканей / В. А. Клемин, А. В. Борисенко, П. В. Ищенко. – Москва : Медпресс-информ, 2004. – 112 с.
44. Ковалева, М. С. Результаты лечения кариеса дентина с применением метода глубокого фторирования и низкоинтенсивного лазерного излучения / М. С. Ковалева, Р. А. Фадеев, Л. Г. Прошина // Институт стоматологии. – 2014. – № 2. – С. 60–62.
45. Кодзаева, З. С. Особенности стоматологической заболеваемости иностранных студентов РУДН, прибывших из различных климатогеографических регионов мира / З. С. Кодзаева, Ф. Ю. Даурова // Российский стоматологический журнал. – 2012. – № 4. – С. 58–62.
46. Комарова, К. В. Сравнительная оценка краевого прилегания пломб и вкладок у пациентов с ксеростомией [Электронный ресурс] / К. В. Комарова, В. К. Поленичкин, Н. Н. Раткина // Казанский медицинский журнал. – 2012. – № 5. – URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/sravnitel'naya-otsenka-kraevogo-prileganiya-plomb-i-vkladok-u-patsientov-s-kserostomiey> (дата обращения: 15.04.2016).
47. Косинова, Е. Ю. Клинико-лабораторная характеристика современных адгезивных систем : диссертация ... кандидата медицинских наук : 14.00.21 / Косинова Елена Юрьевна. – Москва, 2007. – 119 с.
48. Котельников, Г. П. Доказательная медицина. Научнообоснованная медицинская практика : монография / Г. П. Котельников, А. С. Шпигель. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : ГЭОТАР - Медиа, 2012. – 242 с.
49. Крамар, С. В. Экспериментальное обоснование применения фторгидроксиапатита для повышения резистентности твёрдых тканей зубов после препарирования / С. В. Крамар, А. И. Воложин, И. Ю. Лебедеико // Dental Forum – 2005 – № 3 – С. 27–31.
50. Крег, Р. Стоматологические материалы: свойства и применение / Р. Крег, Дж. Пауэрс, Дж. Ватага ; пер с англ. О. А. Шульги. – Москва : МЕДИ, 2005. – 171 с.



51. Кунин, Д. А. Применение ультразвука для финишной обработки эмали при лечении кариеса : диссертация ... кандидата медицинских наук : 14.01.14 / Кунин Дмитрий Анатольевич. – Воронеж, 2010. – 141 с.
52. Курбанов, З. О. Эпидемиологические аспекты основных стоматологических заболеваний у взрослого населения Республики Дагестан : диссертация ... кандидата медицинских наук : 14.01.14 / Курбатов Заурбек Омиевич. – Москва, 2013. – 143 с.
53. Куцевляк, В. Ф. Сравнительная характеристика лечебных прокладок на основе гидроксида кальция при лечении глубокого кариеса / В. Ф. Куцевляк, М. Р. Сурмина // Вестник стоматологии. – 2012. – № 2. – С. 58–62.
54. Левкин, А. В. Оценка качества пломбирования зубов современными композитными материалами в условиях долгосрочного наблюдения / А. В. Левкин, В. М. Гринин // Dental Forum. – 2013. – № 4. – С.10–12.
55. Лейнфельдер, К. Ф. Можно ли контролировать усадку композитов? / К. Ф. Лейнфельдер // Стоматолог. – 2001. – № 8. – С. 51.
56. Лекарственные средства и пломбировочные материалы, применяемые для лечения кариеса зубов : учебное пособие для системы послевузовского образования врачей-стоматологов / И. М. Макеева, С. Т. Сохов, И. А. Сохова, И.А. Новикова. – Москва : МЕДпресс-информ, 2009. – 126 с.: ил.
57. Леонтьев, В. К. Методы исследования в стоматологии (обзор литературы) (Часть III) / В. К. Леонтьев, Г. Г. Иванова // Институт стоматологии. – 2014. – № 2(63). – С. 88–90.
58. Леонтьев, В. К. Электрическая диагностика начального фиссурного, рецидивирующего кариеса и других поражений твердых тканей зубов с законченной минерализацией эмали : методические рекомендации / В. К. Леонтьев, Г. Г. Иванова, Т. Н. Жорова. – Омск, 1988. – 20 с.
59. Леонтьев, В. К. Эмаль зубов как биокибернетическая система / В. К. Леонтьев. – Москва, 2016. – 72 с.
60. Ливанова, О. Л. Дифференциальные алгоритмы выбора композитных материалов при эстетических реставрациях твердых тканей зубов.

Дифференциальные алгоритмы выбора композитных материалов при эстетических реставрациях твердых тканей зубов : автореферат ... диссертации кандидата медицинских наук : 14.00.21 / Ливанова Ольга Лазаревна. – Москва, 2009. – 23 с.

61. Ломиашвили, Л. М. Клинико-морфологическая характеристика зубочелюстной системы при проведении реставрационных работ / Л. М. Ломиашвили // Институт стоматологии. – 2003. – № 2. – С. 26–31.

62. Ломиашвили, Л. М. Клинико-рентгенологическая оценка эффективности применения дентинных бондинговых систем при лечении осложненных форм кариеса зубов / Л. М. Ломиашвили, Ш. И. Юлдашев, Г. Г. Ашуров // Вестник Таджикского Национального Университета. Серия Естественных Наук. – 2015. – № 1/3. – С. 211–214.

63. Майер, Г. Способствуют ли композитные пломбировочные материалы развитию кариеса? / Г. Майер // Стоматолог. – 2001. – № 9. – С. 13–15.

64. Макеева, И. М. Восстановление зубов светоотверждаемыми композитными материалами : практическое руководство для врачей стоматологов-терапевтов / И. М. Макеева, А. И. Николаев. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : МЕДпресс-информ, 2013. – 416 с.

65. Макеева, И. М. Композитные материалы различных классов в практике терапевтической стоматологии / И. М. Макеева // Стоматология, 2002. – Т. 81, № 1. – С. 37–38.

66. Макеева, И. М. Распространенность стоматологических заболеваний у студенческой молодежи Москвы и потребность в их лечении / И. М. Макеева, В. Ю. Дорошина, А. С. Проценко // Стоматология. – 2009. – № 6. – С. 4–8.

67. Макеева, И. М. Сравнительная оценка краевой адаптации пломбировочного материала после подготовки полости различными инструментами *in vitro* / И. М. Макеева, Д. Г. Михайлов // Стоматология. – 2011. – № 4. – С. 27–30.

68. Малахов, А. В. Клинико-лабораторное обоснование применения стеклоиономерных прокладочных материалов при лечении кариеса дентина зубов

: диссертация ... кандидата медицинских наук : 14.00.21 / Малахов Антон Владимирович. – Москва, 2008. – 110 с.: ил.

69. Мандра, Ю. В. Повышенная стираемость зубов: ранние клинические проявления, морфоструктурные изменения, лечебно-профилактические методы коррекции : диссертация ... доктора медицинских наук : 14.01.14 / Мандра Юлия Владимировна. – Екатеринбург, 2011. – 311 с.

70. Мартова, Л. Г. Изучение адгезионной прочности композитных пломбировочных материалов светового отверждения «FILTEK Z-250» и «FILTEK FLOW» / Л. Г. Мартова // Сборник трудов XXVI итоговой научной конференции молодых учёных МГМСУ. – Москва, 2004. – С. 83–84.

71. Мартова, Л. Г. Влияние изменения консистенции композитных пломбировочных материалов светового отверждения на величину модуля упругости при сжатии / Л. Г. Мартова, Т. В. Гринёва // Кафедра. – 2005 – № 1(13) – С. 68–70.

72. Мартова, Л. Г. Клинико-лабораторные исследования эффективности пломбировочных материалов различной консистенции : автореферат диссертации ... кандидата медицинских наук / Мартова Л. Г. – Москва, 2005 – 178 с.

73. Меликян, Г. М. Клинико-лабораторное обоснование реставрации дефектов режущего края передней группы зубов с применением сеточно-армирующего элемента [Электронный ресурс] : автореферат диссертации ... кандидата медицинских наук. – URL: <http://www.dissers.info/>.

74. Методы статистической обработки результатов исследований особенностей разрушения металлокерамических конструкций в полости рта / О. Г. Полянская, Т. В. Моторкина, Д. В. Ильин [и др.] // Молодой ученый. – 2015. – № 3 (83). – С. 290–292.

75. Микрохимические аспекты минерального обмена твёрдых тканей зуба в условиях развития кариозного процесса / А. А. Кунин, В. К. Леонтьев, Ю. А. Ипполитов [и др.] // Материалы XII и XIII Всероссийской науч.-практической конференции, труды IX съезда СТАР. – Москва, 2004. – С. 58–60.

76. Молчанова, Л. Ф. Статистическая достоверность результатов научных исследований : учебное пособие / Л. Ф. Молчанова. – Ижевск, 2004. – 96 с.
77. Муллоджанов, Г. Э Сравнительная оценка краевой проницаемости светоотверждаемых пломб у кариесподверженных лиц. : автореферат диссертации ... канд. мед. наук. / Муллоджанов Гайратжон Элмуродович. – Душанбе, 2006. – 25 с.
78. Наносеребро: технологии получения, фармакологические свойства, показания к применению[Электронный ресурс] / И. С. Чекман, Б. А. Мовчан, М. И. Загородный, Ю. В. Гапонов, Ю. А. Курапов, Л. А. Крушинская, М. В. Кардаш. – Режим доступа: <http://www.health-medix.com/articles/misteztvo/2008-06-15/32-34.pdf>. – 17.04.2016.
79. Недосеко, В. Б. Проблема кариеса с позиций резистентности зубов / В. Б. Недосеко, И. Л. Горбунова, В. А. Дроздов // Омский научный вестник. (Юбилейный выпуск, посвященный 80-летию Омской государственной медицинской академии). – Омск, 2001. – № 16. – С. 115–122.
80. Недосеко, В. Б. Резистентность зубов в проблеме кариеса : автореферат диссертации ... доктора медицинских наук / Недосеко Владимир Борисович. – Москва, 1988. – 41 с.
81. Николаев, А. И. Какой композит лучше? / А. И. Николаев // Институт стоматологии. – 2000. – № 4. – С. 48–50.
82. Николаев, А. И. Практическая терапевтическая стоматология. – Москва : МЕДпресс-информ», 2008 – 948 с.
83. Николаев, А. И. Препарирование кариозных полостей: современные инструменты, методики, критерии качества / А. И. Николаев. – Москва : МЕДпресс-информ. – 2006. – 208 с.
84. Николаев, А. И. Препарирование кариозных полостей: современные инструменты, методики, критерии качества / А. И. Николаев. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : МЕДпресс-информ, 2010. – 224 с. ил.
85. Николаев, А. И. Системный подход к диагностике и комплексному лечению кариозных и пришеечных некариозных поражений твёрдых тканей зубов

(клинико-лабораторное исследование) : диссертация ... доктора медицинских наук / Николаев Александр Иванович. – Смоленск, 2012. – 193 с.

86. Николаев, А. И. Унификация техники препарирования полостей и обработки реставраций при восстановлении зубов композитами : часть IV. Набор боров и абразивных инструментов для эстетической реставрации жевательных зубов композитами / А. И. Николаев, Д. А. Наконечный, Д. А. Николаев // Новое в стоматологии. – 2008. – № 3 – С. 42–45.

87. Николаев, Д. А. Критерии выбора адгезивных систем и технологические правила работы с ними / Д. А. Николаев // STI-online. – 2012. – № 10. – С. 24–27.

88. Николаев, Н. А. Клинические индексы как маркеры состояния органов и тканей полости рта у больных гипертонической болезнью [Электронный ресурс] / Н. А. Николаев, О. И. Маршалок, В. Б. Недосеко // Фундаментальные исследования. – 2008. – № 2. – С.41–42. – URL: <http://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=2575> (дата обращения: 09.10.2016).

89. Николаенко, С. А. Применение модифицированной техники аппликации для улучшения адгезии композитов к твёрдым тканям зуба / С. А. Николаенко // Клиническая стоматология. – 2003. – № 2. – С. 24–26.

90. Новые аспекты в лечении и профилактике неосложненного кариеса / О. А. Кудрявцев, И. А. Беленова, С. Г. Шелковникова [и др.] // Прикладные информационные аспекты медицины. – 2003. – Т. 6, № 1. – С. 29–35.

91. Новые аспекты пломбирования зубов / А. А. Кунин, И. А. Беленова, Ю. А. Ипполитов [и др.] // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. – 2003. – Т. 1, № 1. – С. 43–48.

92. Овруцкий, Г. Д. Влияние фтора на энамелобласты в зависимости от состояния неспецифической резистентности организма / Г. Д. Овруцкий, И. С. Рединов, А. А. Киселев // Стоматология. – 1985. – № 2. – С. 12–14.

93. Определение гарантийных сроков и критериев качества прямого восстановления зубов композитами светового отверждения в период реабилитации / С. И. Гажва, Г. А. Пашинян, Г. В. Агафанова [и др.] // Судебно-

медицинская экспертиза дефектов оказания медицинской помощи в стоматологии. – Москва, 2000. – С. 42–45.

94. Определение концентрации Ag в дентине и эмали зубов, пораженных вторичным кариесом, после взаимодействия с протравливающим гелем «Etchmaster Ag™» [Электронный ресурс] / Ю. Н. Абдулина, С. С. Григорьев, Д. В. Киселева [и др.] // Уральский медицинский журнал. – 2015. – № 6 (129). – URL: <http://www.urmj.ru/archive/2015/82> (дата обращения: 04.10.2015).

95. Орехова, Л. Ю. Дезинфекционная подготовка удаленных зубов для стоматологического обучения / Л. Ю. Орехова, Т. В. Порхун, Я. В. Чмиленко // I Всероссийское рабочее совещание по проблемам фундаментальной стоматологии : сборник статей. – Екатеринбург : УГМА, 2013. – С. 239–246.

96. Орехова, Л. Ю. Сопоставительный анализ качества медицинской помощи в стоматологических организациях разных форм собственности / Л. Ю. Орехова, Н. Г. Петрова, С. Е. Пухов // Материалы XII и XIII Всероссийской научно-практической конференции и Труды IX съезда Стоматологической Ассоциации России. – Москва, 2004. – С. 311–313.

97. Орлова, В. Л. Особенности оказания стоматологической терапевтической помощи пациентам пожилого возраста : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.01.14 / Орлова Виктория Леонидовна. – Москва, 2011. – 23 с.

98. Особенности микроструктуры эмали и дентина интактных зубов / А. А. Кунин, В. К. Леонтьев, Т. А. Попова [и др.] // Материалы XII и XIII Всероссийской. науч.-практической конференции, труды IX съезда СтАР. - Москва, 2004. – С. 67.

99. Оценка достоверности возникновения кариеса при использовании различных методик исследования, типов пломбировочных материалов и механической стойкости герметиков / П. Г. Адамов, Т. С. Степанова, Д. А. Николаев [и др.] // Основы формирования здорового образа жизни. – Смоленск, 2012. – С. 3–5.

100. Оценка микробиологического и электронно - растрового анализа прямых и непрямых реставраций / В. В. Таиров, В. В. Таиров, Т. Б. Асташова, Л. С.

Авербух // Международный Журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015, № 3.

101. Пашаев, А. Ч. Эпидемиологические аспекты основных стоматологических заболеваний у населения Республики Азербайджан : дис. ... канд. мед. наук / Пашаев А. Ч. – Баку, 2010. – 363 с.

102. Платонова, А. Ш. Профилактика вторичного и рецидивирующего кариеса зубов : автореф. дис. ... канд. мед. наук / Платонова А. Ш. – Москва, 2005. – 24 с.

103. Препараты серебра: вчера, сегодня и завтра / А. Б. Щербаков [и др.] // Фармацевтический журнал. – 2006. – № 5. – С. 45–57.

104. Примерова, А. С. Клиническая оценка эффективности применения современных композиционных материалов в восстановительной терапии жевательной группы зубов / А. С. Примерова, А. В. Митронин, А. А. Чунихин // Эндодонтия today. – 2011. – № 4. – С. 20–26.

105. Примерова, А. С. Клинико-лабораторный анализ применения композитных материалов нового класса при прямой реставрации жевательной группы зубов [Электронный ресурс] : автореф. дис. ... канд. мед. наук / Примерова А. С. – Москва, 2012. – Режим доступа: <http://medical-diss.com/medicina/kliniko-laboratornyu-analiz-primeneniya-kompozitnyh-materialov-novogo-klassa-pri-priamoy-restavratsii-zhevatelnoy-gruppy>. – 15.04.2016.

106. Прогнозирование исследований в терапевтической стоматологии на основе достижений науки в области диагностики и лечения заболеваний зубов, пародонта и слизистой оболочки полости рта / А. А. Кунин, С. Н. Панкова, Л. И. Лепёхина [и др.] // Сборник материалов II научно-практической конференции, посвященной памяти проф. Е. Е. Платонова. – Москва, 2004. – С. 67–70.

107. Просветов, Р. С. Особенности электровозбудимости пульпы зубов у студентов из разных регионов мира / Р. С. Просветов, В. И. Торшин, И. К. Асогва // Стоматология. – 2013. – № 4. – С. 26–27.

108. Радлинский, С. Полимерзационный стресс в объемных реставрациях / С. Радлинский // Новости Dentsply. – 2010. – № 9. – С. 8–14.

109. Радлинский, С. Полимеризационный стресс в боковых зубах / С. Радлинский // ДентАрт. – 2011. – № 3. – С. 45–54.
110. Распространенность, интенсивность, структура и динамика развития стоматологических заболеваний у лиц пожилого и старческого возраста / Т. М. Алиханов [и др.] // Материалы научно-практической конференции, посвященной 40-летию стоматологической поликлиники г.Дербента. – Махачкала, – 2012. – С. 21–22.
111. Регистрация морфологических изменений эмали и цемента зуба при различных способах снятия зубных отложений / А. А. Кунин, Т. А. Попова, И. А. Беленова [и др.] // Инновации и перспективы в стоматологии и челюстно-лицевой хирургии : материалы XI ежегодн. науч. форума «Стоматология 2009», Москва, 9–10 дек. 2009 г. – Москва, 2009. – С. 149–151.
112. Рединова, Т. Л. Повышение качества лечения кариеса дентина у лиц с интенсивным поражением / Т. Л. Рединова, Е. В. Зайнуллина // Экономика и менеджмент в стоматологии. – 2007. – № 2 (22). – С. 20–23.
113. Ронь, Г. И. Композиционные материалы в вопросах и ответах [Электронный ресурс] / Г. И. Ронь, Ю. В. Мандра, С. С. Григорьев. – Режим доступа: <http://www.vmk med.com/restavracion/832>. – 15.04.2016.
114. Ронь, Г. И. Обзор методов оценки изменений в твердых тканях зуба / Г. И. Ронь, Л. М. Мусина, А. В. Брагин // Медицинская наука и образование Урала. – 2015. – Т. 16, № 3 (83). – С. 187–190.
115. Рюге, Г. Клинические критерии / Г. Рюге // Клиническая стоматология. – 1998. – № 3. – С. 40–46.
116. Савченко, Д. С. Изучение генотоксичности и цитотоксичности нанокompозита высокодисперсного кремнезема с наночастицами серебра / Д. С. Савченко // Вестник новых медицинских технологий. – 2013. – Т. 20, № 4. – С. 44.
117. Садовский, В. В. Клинические технологии блокирования кариеса [Электронный ресурс] / В. В. Садовский. – Режим доступа: <http://medznate.ru/docs/index-149.html>



118. Салова, А. В. Особенности эстетической реставрации в стоматологии: практическое руководство / А. В. Салова, В. М. Рехачев. – 3-е изд. испр. и доп. – Санкт-Петербург : Человек, 2008. – 160 с.
119. Салова, А. В. Расширение возможностей эстетической реставрации зубов. Нанокompозиты : учебное пособие для студентов медицинских вузов / А. В. Салова, Ж. П. Хиора. – Санкт-Петербург : Издательский Дом СПбГУ, 2005. – 144 с.
120. Современные подходы к выбору материалов для пломбирования кариозных полостей пришеечной локализации / Ю. В. Мандра, С. Л. Вотяков, М. И. Власова, Д. В. Киселева // Дентал Юг. – 2010. – № 5 (77). – С. 20–22.
121. Солнцев, А. С. Влияние вида зубных боров, скорости вращения и нагрузки на качество формирования и пломбирования кариозных полостей : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.00.21 / Александр Сергеевич Солнцев. – Омск, 1985. – 20 с.
122. Солнцев, А. С. Вторичный кариес зубов (Этиология, патогенез, клиника, диагностика, профилактика) : автореф. дис. ... д-ра. мед. наук / Александр Сергеевич Солнцев. – Омск, 1999. – 34 с.
123. Солнцев, А. С. Резистентность зубов к первичному кариозному процессу и вторичный кариес / А. С. Солнцев, В. Б. Недосеко, А. А. Майгуров // VI Русско-японский медицинский симпозиум : тез. докладов, Хабаровск, 24-25 августа 1998 г. – Хабаровск, 1998. – С. 398.
124. Солнцев, А. С. Эпидемиология первичного и вторичного кариеса зубов по материалам обследования отдельных регионов Красноярского края / А. С. Солнцев, В. К. Леонтьев // Актуальные проблемы стоматологии : сб. науч. тр. – Рязань, 1998. – С. 29–33.
125. Способы улучшения краевой адаптации реставраций в депульпированных зубах / Т. Л. Рединова, М. Д. Хватова, Ю. Г. Тарасова, Н. Р. Дмитракова // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 3. – С. 100.

126. Сравнительная эффективность препаратов на основе диаминфтористого серебра Saforide и «Аргенат» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.vladmiva.ru/public-9/>
127. Стоматологическая заболеваемость населения России. Результаты эпидемиологического стоматологического обследования населения России / Э. М. Кузьмина [и др.]. – Москва : МГМСУ, 2009. – 236 с.
128. Стоматологическое материаловедение. Композиты : учебное пособие / Н. Е. Абрамова, И. А. Киброцашвили, Н. В. Рубежова. [и др.]. – Санкт-Петербург : Издательство ГБОУ ВПО СЗГМУ им. И. И. Мечникова, 2013. – 42 с.
129. Субботина, А. В. Состав и свойства эмали зубов при различном уровне потребления легкоусвояемых углеводов : автореф. дис. ... канд. мед. наук / А. В. Субботина. – Казань, 2000. – 21 с.
130. Тарасова, Ю. Г. Изучение факторов риска рецессии десны у лиц молодого возраста / Ю. Г. Тарасова // Здоровье, демография, экология финно-угорских народов. – 2015. – № 2. – С. 38–39.
131. Терри, Д. Малоинвазивная техника. Концепция и принципы адгезии / Д. Терри, К. Дейнфилд, А. Джеймс // Dental Times. – 2010. – № 1. – С. 6–8.
132. Тимофеева, В. Н. Профилактика вторичного кариеса зубов у лиц с различным уровнем кариесрезистентности : дис. ... канд. мед. наук / В. Н. Тимофеева. – Пермь, 2005.
133. Улитовский, С. Б. Индивидуальная гигиена полости рта / С. Б. Улитовский. – Москва, 2005. – 192 с.
134. Факторы, способствующие возникновению и развитию вторичного и рецидивного кариеса [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://bivran.ru/akademik-ramtn-rukovoditele-rabochej-gruppi-razvitie-i-integra/stranica-2.html>.
135. Фаль, Н. Использование методики послойного внесения микрогибридного композита для восстановления зуба с дефектом IV класса. Закрытие диастемы с применением прямого композитного винира / Н. Фаль // Dental Times. – 2010. – № 2. – С. 10–11.

136. Физиологическое воздействие наночастиц серебра на организм человека [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.nanonewsnet.ru/blog/nikst/fiziologicheskoe-vozddeistvie-nanochastits-serebra-na-organizm-cheloveka>.
137. Хараламбос, С. Эволюция дентинных бондинговых систем. Часть II. Микромеханическая ретенция / С. Хараламбос // Современная стоматология. – 2007. – № 1. – С. 22–27.
138. Хидирбегишвили, О. Э. Современные методы борьбы с полимеризационной усадкой композитов / О. Хидирбегишвили // Новое в стоматологии. – 2002. – № 4. – С. 24–25.
139. Хидирбегишвили, О. Э. Современная кариесология / О. Э. Хидирбегишвили. – Москва : Медицинская книга, 2006. – 302 с.
140. Хиора, Ж. П. Новое поколение композитов и улучшение качества реставраций боковых зубов / Ж. П. Хиора // Институт стоматологии. – 2008. – № 1 (38). – С. 138–140.
141. Храмченко, С. Н. Влияние параметров гибридного слоя в дентине на выбор современной адгезивной системы / С. Н. Храмченко, Т. М. Студеникина // Стоматологический журнал. – 2011. – № 3. – С. 217–220.
142. Храмченко, С. Н. Современные адгезивные системы : учеб.-метод. пособие / С. Н. Храмченко, Л. А. Казеко, А. А. Горегляд. – 2-е изд., перераб. и доп. – Минск : БГМУ, 2008. – 47 с.
143. Чагай, А. А. Клинико-экспериментальное обоснование выбора методики реставрации зубов при лечении неосложнённого кариеса : дис. ... канд. мед. наук : 14.00.21 / Чагай Андрей Анатольевич. – Екатеринбург, 2007. – 127 с.
144. Чуйко, Ж. А. Влияние «Дентин-герметизирующего ликвида» на адгезию пломбирочных материалов (in vitro) / Ж. А. Чуйко, Л. П. Кисельникова, И. Я. Поюровская // Стоматология для всех. – 2009. – № 4. – С. 26–30.
145. Чуйко, Ж. А. Влияние дентин-герметизирующего ликвида на краевое прилегание композитных пломб при лечении кариеса в зубах с разной степенью

минерализации твердых тканей / Ж. А. Чуйко, Л. П. Кисельникова // Российская стоматология. – 2009. – № 3. – С. 26–30.

146. Чуйко, Ж. А. Клинико-лабораторное обоснование применения различных адгезивных технологий при лечении кариеса у лиц с разным уровнем кариесрезистентности : дис. ... канд. мед. наук / Чуйко Ж. А. – Москва, 2011. – 152 с.

147. Шабанов, Р. А. Разработка и оценка методов исследования твердых тканей зуба при вторичном кариесе : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.00.21 / Р. А. Шабанов. – Воронеж, 2012. – 24 с.

148. Шевченко, Д. П. Зависимость реакции пульпы зуба от объема препарирования: и остаточной толщины твердых тканей (экспериментальное исследование) / Д. П. Шевченко // Клиническая стоматология. – 2003. – № 3. – С. 75–77.

149. Шмидседер, Дж. Эстетическая стоматология / Дж. Шмидседер; пер. с англ. под общ. ред. Т. Ф. Виноградовой. – Москва : МЕДпресс-информ, 2004. – 317 с.

150. Шумилович, Б. Р. Влияние инновационных видов одонтопрепарирования при лечении кариеса на микроструктуру эмали зуба / Б. Р. Шумилович, Д. А. Кунин, И. А. Жаров // Вестник новых медицинских технологий. – 2010. – № 3. – С. 18–22.

151. Экспресс-энциклопедия пломбировочных материалов / под ред. А. В. Саловой, В. М. Рехачева. – Санкт-Петербург : Человек, 2005. – 144 с.

152. Эффективность использования постбондинга при реставрации зубов / Ю. В. Мандра, С. С. Григорьев, М. В. Горюнова [и др.] // Стоматолог. – 2002. – № 10.

153. Эффективность профилактики кариеса у лиц с различными уровнями резистентности зубов к кариесу / В. Б. Недосеко [и др.] // Новые технологии в стоматологии: тез. докл. 4 Международного симпозиума стоматологов. – Хабаровск, 1996. – С. 7–8.

154. Ямщикова, Е. Е. Профилактика стоматологических заболеваний у женщин с физиологической и осложненной гестозом беременностью : дис. ... канд. мед. наук / Ямщикова Е. Е. – Москва, 2010.
155. A randomized clinical trial of the effect of low-level laser therapy before composite placement on postoperative sensitivity in class V restorations / H. Moosavi, F. Maleknejad, M. Sharifi, F. Ahrari // *Lasers Med Sci.* – 2015. – № 30 (4). – P. 1245–1249.
156. Ahmad, I. Deep resins, white fillings: a new technique for composite restorations / I. Ahmad // *Cosmetic Dentistry.* – 2013. – Vol. 1. – P. 12–18.
157. Aidara, A. W. Prevalence of dental caries: national pilot study comparing the severity of decay (CAO) vs ICDAS index in Senegal / A. W. Aidara, D. Bourgeois // *Odontostomatol Trop.* – 2014. – № 37 (145). – P. 53–63.
158. Akpata, E. S. Factors associated with severe caries among adults in Kuwait / E. S. Akpata, A. Al-Attar, P. N. Sharma // *Med Princ Pract.* – 2009. – Vol. 18, № 2. – P. 93–99.
159. An in vitro assessment of the antibacterial properties and cytotoxicity of nanoparticulate silver bone cement / V. Alt, T. Bechert, P. Steinrücke [et al.] // *Biomaterials.* – 2004. – Vol. 25, № 18. – P. 4383–4391.
160. Attar, N. Fluoride release and uptake capacities of fluoride releasing restorative materials 8 / N. Attar, M. D. Turgut // *Oper Dent.* – 2003. – Vol. 28, № 4. – P. 395–402.
161. Bechtle, S. On the mechanical properties of hierarchically structured biological materials / S. Bechtle, S. F. Ang, G. A. Schneider // *Biomaterials.* – 2010. – Vol. 31. – P. 6378–6385.
162. Biological organization of hydroxyapatite crystallites into a fibrous continuum toughens and controls anisotropy in human enamel / S. N. White, W. Luo, M. L. Paine [et al.] // *J. Dent. Res.* – 2001. – Vol. 80, № 1. – P. 321–326.
163. Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: a systematic review of the literature. Part 2 (Evaluation of fatigue behavior, interfaces, and in vivo studies) [Electronic resource] / D. Dietschi, O. Duc, I. Krejci, A.

Sadan // Quintessence International. – 2008. – Vol. 39, № 2. – P. 117–129. – URL: <http://help.solidworks.com/Solid Works Web Help>. – 20.11.2014.

164. Braydich-Stolle, L. Cytotoxicity of nanoparticles of silver in mammalian cells / L. Braydich-Stolle, S. Hussain, J. Schlager // Toxicological Sciences. – 2005. – Vol. 88, № 2. – P. 412–419.

165. Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges / B. Van Meerbeek, J. De Munck, Y. Yoshida [et al.] // Operative Dentistry. – 2003. – Vol. 28. – P. 215–235.

166. Caries, gender and socio-economic change in the Xavante Indians from Central Brazil / R. Arantes, R. V. Santos, P. Frazao, C. E. Coimbra Jr. // Ann Hum Biol. – 2009. – Vol. 36, № 2. – P. 162–175.

167. Chlorhexidine arrests subclinical degradation of dentin hybrid layers in vivo / J. Hebling, D. H. Pashley, L. Tjaderhane [et. al.] // Journal of Dental Research. – 2005. – Vol. 84. – P. 741–746.

168. Chlorhexidine binding to mineralized versus demineralized dentin powder / J. Kim, T. Uchiyama, M. Carrilho [et. al.] // Dental Materials. – 2010. – Vol. 26. – P. 771–778.

169. Chlorhexidine binding to mineralized versus demineralized dentin powder / J. Kim, T. Uchiyama, M. Carrilho [et. al.] // Dental Materials. – 2010. – Vol. 26. – P. 771–778.

170. Chlorhexidine increases the longevity of in vivo resin-dentin bonds / H. A. Ricci, M. E. Sanabe, C. A. de Souza Costa [et al.] // Eur J Oral Sci. – 2010. – Vol. 118. – P. 411–416.

171. Color changes of dental resin composites before and after polymerization and storage in water / E. U. Çelik, A. Aladağ, L. Ş. Türkün, G. Yilmaz // J. Esthet. Restor. Dent. – 2011. – Vol. 23, Is. 3. – P. 179–188.

172. Crystal structure studies of human dental apatite a function of age / T. Leventouri, A. Antonakos, A. Kyriacou [et al.] // International Journal of Biomaterials. – 2009. – P. 1–6.

173. Cui, F. Z. New observation of the hierarchical structure of human enamel, from nanoscale to microscale / F. Z. Cui, J. Ge // *J. Tissue. Eng. Regen. Med.* – 2007. – Vol. 1. – P. 185–191.
174. Dental adhesion review: aging and stability of the bonded interface / L. Breschi [et al.] // *Dent Mater.* – 2008. – Vol. 24, № 2. – P. 90–101.
175. Dental enamel – a biological ceramic: regular substructures in enamel hydroxyapatite crystals revealed by atomic force microscopy / C. Robinson, S. Connell, J. Kirkham [et al.] // *J. Matter. Chem.* – 2004. – Vol. 14. – P. 2242–2248.
176. Dental health and disease determinants among 35-year-olds in Oslo, Norway / R. Skudutyte-Rysstad, L. Sandvik, J. Aleksejuniene, H. M. Eriksen // *Acta Odontol Scand.* – 2009. – Vol. 67, № 1. – P. 50–56.
177. Dentin: structure, composition and mineralization: the role of dentin ECM in dentin formation and mineralization / M. Goldberg, A. B. Kulkarni, M. Young, A. Boscey // *Front Biosci (Elite Ed)*. – 2012. – Vol. 3. – P. 711–735.
178. Docosahexaenoic fatty acid attenuates oxidative stress and protects human gingival fibroblasts against cytotoxicity induced by hydrogen peroxide and butyric acid / E. Zgórzyńska, A. Wierzbicka-Ferszt, B. Dziedzic, M. Witusik-Perkowska, A. Zwolinska, A. Janas, A. Walczewska // *Arch Oral Biol.* – 2015. – Vol. 60. – P. 144–153.
179. Electrochemical Synthesis of Silver Nanoparticles under Protection of Poly (N-vinylpyrrolidone) / B. Yin, H. Ma, S. Wang [et al.] // *The Journal of Physical Chemistry B.* – 2003. – Vol. 107, № 34. – P. 8898–8904. – URL: <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jp0349031>
180. Elliot, J. C. Apatite structures / J. C. Elliot, R. M. Wilson, S. E. P. Dowker // *JCPDS, Advances in X-ray Analysis.* – 2002. – Vol. 45. – P. 172–181.
181. Forsback, A. P. Mineralization of dentin induced by treatment with bioactive glass S53P4 in vitro / A. P. Forsback, S. Areva, J. I. Salonen // *Acta Odontologica Scandinavica.* – 2004. – Vol. 62, № 1. – P. 14–20.

182. Frazier, P. D. Adult human enamel: An electron microscopic study of crystallite size and morphology / P. D. Frazier // *Journal of Ultrastructure Research*. – 1968. – Vol. 22, № 1–2. – P. 1–11.
183. Fusayama, T. Intratubular crystal deposition and remineralization of carious dentin / T. Fusayama // *J. Biol. Buccale*. – 1991. – Vol. 19, № 3. – P. 255–262.
184. Fusayama, T. *New Concepts in Operative Dentistry* / T. Fusayama. – Tokyo : Quintessence Publishing Co. Inc, 1980. – P. 161–156.
185. Gopinath, V. K. Histological evaluation of pulp tissue from second primary molars correlated with clinical and radiographic caries findings / V. K. Gopinath, K. Anwar // *Dent Res J. (Isfahan)*. – 2014. – Vol. 11, № 2. – P. 199–203.
186. Gruner, B. W. The relationship between crystal structure and chemical composition of enamel and dentin / B. W. Gruner, D. McConnell, W. D. Armstrong // *J. Biol. Chem.* – 1987. – Vol. 121. – P. 771–781.
187. Hamouda, I. M. Current perspectives of nanoparticles in medical and dental biomaterials / I. M. Hamouda // *J. Biomed. Res.* – 2012. – Vol. 26. – P. 143–151.
188. Hardness and Young's modulus of human peritubular and intertubular dentine / J. H. Kinney, M. Balooch, S. J. Marshall [et al.] // *Arhs. Oral. Biol.* – 1996. – Vol. 1. – P. 9–13.
189. He, L. H. Understanding the mechanical behavior of human enamel from its structural and compositional characteristics / L. H. He, M. V. Swain // *JMBBM*. – 2008. – Vol. 1. – P. 18–29.
190. Host-derived loss of dentin matrix stiffness associated with solubilization of collagen / M. R. Carrilho, F. R. Tay, A. M. Donnelly [et al.] // *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* – 2009. – Vol. 90. – P. 373–380.
191. Hugoson, A. Thirty year trends in the prevalence and distribution of dental caries in Swedish adults (1973-2003) / A. Hugoson, G. Koch // *Swed Dent J.* – 2008. – Vol. 32, № 2. – P. 57–67.
192. In vitro degradation of resin-bonded dentin after 3 years of storage. / F. Garcia-Godoy, F. R. Tay, D. H. Pashley [et. al.] // *American Journal of Dentistry*. – 2007. – Vol. 20, № 2. – P. 109–113.



193. In vitro toxicity of nanoparticles in BRL 3A rat liver cells / S. M. Hussain, K. L. Hess, J. M. Gearhart, K. T. Geiss, J. J. Schlager // *Toxicol. in Vitro.* – 2005. – Vol. 19. – P. 975–983.
194. Indermitte, E. Exposure to high fluoride drinking water and risk of dental fluorosis in Estonia / E. Indermitte, A. Saava, E. Karro // *Int J. Environ Res Public Health.* – 2009. – Vol. 6, № 2. – P. 710–721.
195. Johansen, E. Microstructure of enamel and dentin / E. Johansen // *J. Dent. Res.* – 1994. – Vol. 43. – P. 1007–1020.
196. Kerebel, B. Ultrastructural Studies of Enamel Crystallites / B. Kerebel, G. Daculsi, L. M. Kerebel // *J. Dent. Res.* – 1999. – Vol. 58. – P. 844–851.
197. Kinney, J. H. The mechanical properties of human dentin: a critical review and re-evaluation of the dental literature / J. H. Kinney, S. J. Marshall, G. W. Marshall // *Crit. Rev. Oral. Biol. Med.* – 2003. – Vol. 14, № 1. – P. 13–29.
198. Mackenzie, L. The minimally invasive management of early occlusal caries: a practical guide / L. Mackenzie, A. Banerjee // *Prim Dent J.* – 2014. – Vol. 3, № 2. – P. 34–41. – ISSN 2050-1684.
199. Maturogenesis of an Early Erupted Immature Permanent Tooth: A Case Report With 7-Year Follow-Up / D. Atabek., H. Sillelioğlu, C. Cinar, A. Ölmez // *J. Clin Pediatr Dent.* – 2015. – № 39 (3). – P. 262–267.
200. Mechanism of Silver Nanoparticle Toxicity Is Dependent on Dissolved Silver and Surface Coating in *Caenorhabditis elegans* / X. Yang, A. P. Gondikas, S. M. Marinakos, M. Auffan, J. Liu, H. Hsu-Kim, J. N. Meyer // *Environ. Sci. Technol.* – 2012. – Vol. 46. – P. 1119–1127.
201. Mohammadi, Z. Antimicrobial substantivity of root canal irrigants and medicaments: a review / Z. Mohammadi, P. V. Abbot // *Aust Endod J.* – 2009. – Vol. 35. – P. 131–139.
202. One-year stability of resin–dentin bonds created with a hydrophobic ethanol-wet bonding technique / F. T. Sadek, C. S. Castillan, R. R. Braga [et. al.] // *Dental Materials.* – 2010. – Vol. 26. – P. 380–386.

203. Oral health and treatment needs among 15-year-olds in Tehran, Iran / R. Yazdani, M. M. Vehkalahti, V. Nouri, H. Murtomaa // *Community Dent Health*. – 2008. – Vol. 25, № 4. – P. 221.
204. Pal, S. Does the antibacterial activity of silver nanoparticles depend on the shape of the nanoparticle? A study of the Gram-negative bacterium *Escherichia coli* / S. Pal, Y. K. Tak, J. M. Song // *Environ. Microbiol. App.* – 2007. – Vol. 73. – P. 1712–1720.
205. Pashley, D. H. Dentin: a dynamic substrate: a review / D. H. Pashley // *Scanning microscopy*. – 1989. – Vol. 3. – P. 161–174.
206. Petersen, P. E. Sociobehavioral risk factors in dental caries – international perspectives / P. E. Petersen // *Community Dent Oral Epidemiology*. – 2005. – Vol. 33. – P. 274–279.
207. Rajpara, A. Creation of aesthetic restoration with the help of nano-optimized composites / A. Rajpara // *Medical alphabet. Stomatology*. – 2009. – № 10. – 43–45.
208. Randomized clinical trial of adhesive restorations in primary molars. 18-month results / L. Casagrande, D. M. Dalpian, T. M. Ardenghi, F. B. Zanatta, C. E. Balbinot, F. García-Godoy, F. B. De Araujo // *Am J. Dent.* – 2013. – № 26 (6). – P. 351–355.
209. Remineralization of human dentin using ultrafine bioactive glass particles / M. Vollenweider, T. J. Brunner, S. Knecht [et al.] // *Acta Biomaterialia*. – 2007. – Vol. 3, № 6. – P. 936–943.
210. Review of research on the mechanical properties of the human tooth / Y. R. Zhang, W. Du, X. D. Zhou, H. Y. Yu // *International Journal of Oral Science*. – 2014. – Vol. 6. – P. 61–69.
211. Rihs, L. B. Dental caries in an elderly population in Brazil / L. B. Rihs, D. D. da Silva, L. de Sousa Mda // *J Appl Oral Sci.* – 2009. – Vol. 17, № 1. – P. 8–12.
212. Silver Nanoparticles in Dental Biomaterials [Electronic resource] / J. M. Corrêa, M. Mori, H. L. Sanches, A. Dibo da Cruz, E. Poiate Jr., I. A. Venturini Pola Poiate. – URL: <http://dx.doi.org/10.1155/2015/485275>.

213. Silver(I)-imidazole cyclophane gem-diol complexes encapsulated by electrospun tectophilic nanofibers: formation of nanosilver particles and antimicrobial activity // *J. Am. Chem. Soc.* – 2005. – Vol. 127, №7. – P. 2285–2291.
214. Size-dependent cytotoxicity of gold nanoparticles / Y. Pan, S. Neuss, A. Leifer, M. Fischler, F. Wen, U. Simon, G. Schmid, W. Brandau, W. Jahnen-Dechent // *Small.* – 2007. – Vol. 3. – P. 1941–1949.
215. Size-dependent toxicity and cell interaction mechanisms of gold nanoparticles on mouse fibroblasts / R. Coradeghini, S. Gioria, C. P. Garcia, P. Nativo, F. Franchini, D. Gilliland, J. Ponti, F. Rossi // *Toxicol. Lett.* – 2013. – Vol. 217. – P. 205–216.
216. Structure and microstructure of coronary dentin in non-erupted human deciduous incisor teeth / L. R. R. Costa, L. Watanabe, M. C. Kronka, M. C. P. Silva // *Braz. Dent. J.* – 2002. – Vol. 13, № 3. – P. 170–174.
217. Substantivity of chlorhexidine to human dentin / M. R. Carrilho, R. M. Carvalho, E. N. Sousa [et al.] // *Dent Mater.* – 2010. – Vol. 26. – P. 779–785.
218. Tay, F. R. Dental adhesives of the future / F. R. Tay, D. H. Pashley // *The Journal of Adhesive Dentistry.* – 2002. – Vol. 4. – P. 91–103.
219. Tay, F. R. Guided tissue remineralisation of partially demineralised human dentine / F. R. Tay, D. H. Pashley // *Biomaterials.* – 2008. – Vol. 29, № 8. – P. 1127–1137.
220. TEM analysis of the early mineralization process of mantle dentin / P. Dechichi, C. C. M. Moura, A. W. A. Filho, J. C. G. Biffi // *Modern Research and Educational Topics in Microscopy.* – 2007. – P. 599–605.
221. The anti-MMP activity of benzalkonium chloride / A. Tezvergil-Mutluay, M. M. Mutluay, L. S. Gu [et al.] // *Journal of Dental Research.* – 2011. – Vol. 39, № 1. – P. 57–64.
222. The effects of dentin permeability on restorative dentistry / D. H. Pashley, E. L. Pashley, R. M. Carvalho, F. R. Tay // *Dent. Clin. North. Am.* – 2002. – Vol. 46. – P. 211–245.

223. The inhibitory effect of polyvinyl phosphoric acid on functional MMP activities in human demineralized dentin / A. Tezvergil-Mutluay, K. A. Agee, T. Hoskika [et. al.] // *Acta Biomaterialia*. – 2010. – Vol. 6, № 10. – P. 4136–4142.
224. Transmission electron microscopic characterization of hypersensitive human radicular dentin / M. Yoshiyama, Y. Noiri, K. Ozaki [et al.] // *J. Dent. Res.* – 2009. – Vol. 69. – P. 1293–1296.
225. Weiner, S. The material bone: structure-mechanical function relations / S. Weiner, H. D. Wagner // *Annu. Rev. Mater. Sci.* – 1998. – Vol. 28. – P. 271–298.
226. Wilson, N. H. F. Current materials and techniques for direct restorations in posterior teeth. Part 2: Resin composite systems / N. H. Wilson, S. M. Dunne, I. D. Gainsford // *Int. Dent. J.* – 1998. – № 47. – P. 185–193.
227. Ye, Q. Nanophase separation of polymers exposed to simulated bonding conditions / Q. Ye, Y. Wang, P. Spencer // *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials*. – 2009. – Vol. 88B. – P. 339–348.
228. Zaslansky, P. Structure and mechanical properties of the soft zone separating bulk dentin and enamel in crowns of human teeth: Insight into tooth function / P. Zaslansky, A. A. Freisem, S. Weiner // *Journal of Structural Biology*. – 2006. – Vol. 153. – P. 188–199.
229. Zhang, S. C. The role of host-derived dentinal matrix metalloproteinases in reducing dentin bonding of resin adhesives / S. C. Zhang, M. Kern // *Int J Oral Sci.* – 2009. – Vol. 1. – P. 163–176.