

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Н. БУРДЕНКО»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

На правах рукописи

Панина Оксана Александровна

«ВЛИЯНИЕ ВИДА АДГЕЗИВНОЙ СИСТЕМЫ
НА КРАЕВУЮ АДАПТАЦИЮ КОМПОЗИТА И
КАРИЕСРЕЗИСТЕНТНОСТЬ ЭМАЛИ»

Специальность 3.1.7. Стоматология

Диссертация

на соискание ученой степени кандидата медицинских наук

Научный руководитель:

Морозов Алексей Николаевич,

доктор медицинских наук,

доцент

Воронеж – 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	12
1.1 Значение адгезивных технологий в современных подходах к консервативному лечению кариеса композитами.....	12
1.2 Эволюция и классификация адгезивов.....	13
1.3.1 Принципы и методы предварительной подготовки адгезионных поверхностей эмали и дентина.....	21
1.3.2 Современные представления о механизмах действия адгезивных систем	24
1.3.3 Современные методы исследования качества адгезии и краевого прилегания композитов.....	27
1.4 Перспективы в усовершенствовании адгезивных технологий.....	32
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	35
2.1 Общая характеристика проведенного исследования: материал, дизайн исследования.....	35
2.2 Методы исследования.....	41
2.2.1 Методы клинических исследований.....	41
2.2.2 Лабораторные методы исследования.....	49
2.2.3 Методы статистической обработки материала исследований.....	57
ГЛАВА 3. Результаты собственных исследований	60
3.1 Результаты лабораторных исследований.....	60
3.2 Результаты клинических исследований.....	78
ГЛАВА 4. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ.....	102
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	118
ВЫВОДЫ.....	119
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	121
ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ.....	122
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	123
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	125

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования

Основная задача современной стоматологии – это пролонгирование срока службы качественной работы [И.А. Беленова, 2019; С.А. Николаенко, 2014; Э.А. Базикян, 2016; Ю.Б. Воробьева, 2022]. И если речь идёт о консервативном лечении твердых тканей зубов, то, без сомнения - это прямая реставрация, которая в своём арсенале имеет значительное количество разнообразных видов композитов и адгезивов [Э.С. Каливраджиян, 2014; А.И. Николаев, 2018; Н.А. Кузнецов, 2022; К.И. Чайка, 2018]. Однако, по данным многочисленных источников, рецидивный кариес остаётся частой причиной замены реставраций [И.А. Беленова, 2019; А.И. Николаев, 2017; Н.В. Молоковских, 2021]. Причиной чему в 26,6%–50,0% случаев является нарушение краевого прилегания композитного материала с сопутствующим увеличением краевой проницаемости [Б.Р. Шумилович, 2013]. Появление краевой проницаемости, что равносильно термину «неудовлетворительное пломбирование», визуально определяется рядом критериев: изменение цвета пломбы, появление краевого прокрашивания по границе «ткани зуба - композит», нарушение краевого прилегания [И.А. Беленова, 2022].

Одним из факторов, влияющих на это, несомненно, является адекватное и обоснованное использование соответствующей адгезивной системы [П.Г. Адамов, 2014; М.А. Асланян, 2018; А.А. Зикеев, 2018; В.А. Андреева, 2022]. На сегодняшний день клиническое применение композитов без предварительного кондиционирования эмали и дентина, связующих элементов адгезива, стало невозможным ввиду изменения объёма внесённого материала в процессе полимеризации, с образованием щели между поверхностью зуба и композитов, нарушением герметизации системы-композит, и как итог - возникновение очага рецидивного кариеса [А.И. Николаев, 2019; М.К.

Сланова, 2019; Б.Р. Шумилович, 2020; И.А. Беленова, 2024].

Сейчас на стоматологическом рынке компаниями представлено большое разнообразие адгезивных систем, которые отличаются своим химическим составом и правилами применения [И.А. Беленова, 2017; И.А. Беленова, 2020; С.А. Гаффоров, 2020]. К ним предъявляется ряд требований (к их свойствам и характеристикам), которые бы гарантировали создание прочного соединения композитного материала с твердыми тканями зуба [А.А. Кунин, 2006; А. Bedran-Russo, 2017].

Однако, изучив литературу различных авторов, мы пришли к выводу, что достаточно достоверных данных о влиянии современных адгезивных систем, в частности их химического состава, на кариесрезистентность эмали и происходящие в ней биохимические процессы непосредственно после лечения и в отдаленные сроки, нет [А.А. Кунин, 2013; Л.Н. Максимовская, 2019; Б.Р. Шумилович, 2020; И.А. Беленова, 2022]. Также недостаточно изучены параметры краевой адаптации композитного материала при применении различных видов адгезивных систем [А.А. Кунин, 2009; И.А. Беленова, 2019; М.А. Постников, 2020]

Поэтому вопрос о краевой адаптации композитного материала при применении различных видов адгезивных систем, и влияния на это свойств и состава самих адгезивов, является, как нам кажется, одним из актуальных в консервативной стоматологии, и требует рассмотрения.

Степень разработанности темы исследования

В настоящее время область интересов современных исследований адгезивного протокола в комплексе композитной реставрации при лечении кариеса зубов определяется следующими задачами:

1. Определение значения химического состава различных адгезивных систем в краевой адаптации композитного материала после лечения и в

отдаленные сроки; также оказываемое ими влияние на кариесрезистентность эмали зубов и происходящие в ней процессы.

2. Обеспечение герметичности и долговечности выполненной реставрации зубов в отдаленные сроки лечения.

3. Снижение риска возникновения рецидива кариеса и повышение качества лечения.

Отсутствие достоверных данных о роли и значении физико-химического состава различных адгезивных систем, систематизации литературных источников, высокий процент возникновения рецидивирующего кариозного поражения, в том числе, в достаточно ранние сроки после проведенного лечения, побудили нас заняться данной проблемой и определить следующую цель исследования.

Цель исследования - повышение эффективности лечения кариеса путём применения различных видов адгезивных систем в зависимости от вида выполняемой реставрации.

Задачи исследования:

1. На основе лабораторных исследований провести сравнительный анализ уровня адгезионных возможностей водобазовых (водных и гидрофильных) адгезивов и адгезивов на основе летучих компонентов (ацетон- и спиртосодержащих).

2. Дать сравнительную характеристику влияния химического состава изучаемых адгезивных систем на кариесрезистентность эмали в рамках изучения ближайших и отдаленных результатов лечения кариеса.

3. Изучить и проанализировать ближайшие и отдаленные клинические параметры краевой адаптации композита в зависимости от вида применяемой адгезивной системы.

4. Провести сравнительный клинический анализ параметров реставраций, выполненных с использованием водобазовых (водных и гидрофильных) адгезивов и адгезивов на основе летучих компонентов (ацетон- и спиртосодержащих).

Научная новизна исследования

1. На основе лабораторных исследований проведен сравнительный анализ уровня адгезионных возможностей водобазовых (водных и гидрофильных) адгезивов и адгезивов на основе летучих компонентов (ацетон- и спиртосодержащих).

2. Определено влияние химического состава адгезива на клинические параметры краевой адаптации композита в различные сроки после лечения.

3. Дана сравнительная характеристика влияния водобазовых (водных и гидрофильных) адгезивных систем, систем на основе летучих компонентов (ацетон- и спиртосодержащих) на кариесрезистентность эмали в рамках приближенных и отдаленных результатов лечения кариеса.

4. С помощью флуоресцентной спектроколориметрии эмали и критериев VSPHS, Ryge проведен сравнительный анализ клинических параметров краевой адаптации композитов в реставрациях, выполненных с использованием различных адгезивных систем.

Теоретическая и практическая значимость работы

1. Медико-социальная и экономическая значимость: внедрение в клиническую практику методики подбора адгезивной системы с учётом клинической ситуации позволит при оставшейся себестоимости работы повысить эстетические результаты прямой реставрации, снизить количество рецидивного, вторичного кариеса, увеличит срок службы работы.

2. С помощью комплексного клинико-лабораторного, статистического анализа будут разработаны, научно обоснованы и предложены для практического здравоохранения методы и алгоритмы целевого применения различных видов адгезивных систем при лечении кариеса зубов с учетом влияния их химического состава на клинические параметры краевой адаптации композита и кариесрезистентность эмали. Это позволит значительно повысить эффективность лечения кариеса.

3. Экономический эффект – пролонгирование сроков службы реставрации позволит уменьшить количество стоматологических вмешательств, что гарантировано снизит материальные затраты на лечебный процесс.

Результаты исследования могут использоваться в работе стоматологических поликлиник и стоматологических кабинетов г. Воронежа, Воронежской области, Центрально-Черноземного региона.

Методология и методы исследования

Методологически основу исследования составляют принципы доказательной медицины. Диссертационная работа была проведена с помощью комплекса клинических, клинико-лабораторных и статистических методов исследования в три стадии.

На начальном этапе был проведен поиск, анализ 158 литературных источников, включая международные; сформирован обзор литературы по теме диссертации.

Исследование (лабораторная и клиническая часть) проходило на базе кафедры подготовки кадров высшей квалификации в стоматологии, кафедры пропедевтической стоматологии ФГБОУ ВО «ВГМУ им. Н.Н. Бурденко Минздрава России». Ряд исследований выполнялся на базе Центра коллективного пользования научным оборудованием и лаборатории цифровых медицинских исследований федерального государственного бюджетного

образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации.

База для исследования была представлена 140 пациентами, которые соответствовали модели «Кариес эмали и дентина, возраст 18–60 лет». У группы пациентов после препарирования была проведена реставрация 229 зубов, различающихся по анатомическим и функциональным характеристикам. Для достоверности исследований на начальном этапе были сформированы 3 группы пациентов, главной основой систематизации при этом являлся химический состав применяемых адгезивных систем, адгезивные системы наносились мануально при помощи стандартного аппликатора (микробраша). Клинико-лабораторные методы исследования включали: инфракрасную спектроскопию, электронную микроскопию и тестирование на сдвиг, также методику люминесцентной спектроколориметрии и кислотной биопсии эмали.

В процессе клинического исследования пациентов проводился сбор анамнеза, определение наличия общих физических проблем и выявление жалоб, а также изучение анамнеза жизни. Помимо этого, проводился визуальный осмотр, а также осмотр полости рта для оценки уровня гигиены (с помощью в том числе индексов гигиены) и степени развития кариеса.

Используемые средства: оборудование стоматологического кабинета, стоматологический инструментарий, аппараты для лабораторных и электрофизиологических исследований, флуоресцентная спектроколориметрическая интраоральная камера Soprolife (Satelec, Франция), компьютерное обеспечение, нанонаполненный композит Brilliant NL (Coltene/Whaledent, Швейцария), водобазовые (водная и гидрофильная) адгезивные системы, системы на основе летучих компонентов (ацетон - и спиртосодержащая).

Статистические методы обработки результатов исследования проводились с помощью стандартного программного пакета Statistica 8.1

(Statsoft), а также специально разработанных программных решений, созданных под руководством авторов.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Адгезивные системы V поколения, изученные в исследовании, эффективны и выполняют свою роль независимо от основного растворителя: вода, ацетон или спирт, - но имеют некоторые различия при применении на витальных и девитальных зубах, что следует учитывать в некоторых клинических ситуациях.

2. Адгезивные системы V поколения являются универсальными и позволяют при равномерном покрытии сложных микрорельефов твердых тканей кариозной полости обеспечить высокую надежность герметизации.

4. Клиническое исследование исходной клинической ситуации и целевой выбор подходящего адгезива с соответствующими характеристиками, помогает значительно снизить риск осложнений при лечении кариеса как непосредственно после пломбирования, так и в отдаленные сроки, что гарантирует эффективность проведенного лечения и снижает риск возникновения рецидива кариеса.

Личный вклад автора в исследование

Автором самостоятельно проведен поиск и анализ 158 литературных источников, включающих 127 отечественных и 31 зарубежных авторов; подготовлен обзор литературы. Также самостоятельно были сформулированы цель, задачи и дизайн исследования, подобраны наиболее информативные методы, определены объем и порядок диссертационного исследования.

Автор приняла непосредственное участие в подготовке и проведении клинико-лабораторных методов исследования, а также лично провела клиническое обследование всех пациентов. Статистическая обработка результатов научного эксперимента и клинического исследования также

проведена непосредственно автором с использованием консультативной помощи компетентных специалистов. Автором самостоятельно сформулированы выводы, разработаны и обоснованы практические рекомендации, оформлены тексты автореферата и диссертации.

Степень достоверности и апробация исследования

Сформулированные в диссертационной работе положения и выводы достоверны, обоснованы и непосредственно вытекают из результатов исследований и статистической обработки материала. Теория построена на известных проверяемых данных и фактах с использованием 158 научных литературных источников, с которыми согласуются результаты диссертационного исследования. Основные положения работы доложены на конференциях: VI Всемирный конгресс ЕРМА 2021 года (VI ЕРМА World Congress 2021) – традиционный международный форум по Прогностической, Профилактической и Персонализированной медицине (PPPM), V Международный конгресс стоматологов «Актуальные проблемы стоматологии и челюстно-лицевой хирургии», 3-4 июня 2022 г. Ташкент; XLIII Всероссийская научно-практическая конференция СТАР «Актуальные проблемы стоматологии» и «Стоматология XXI века».

Соответствие диссертационного исследования паспорту специальности

Направление и результаты исследования соответствуют 1 пункту паспорта научной специальности 3.1.7. Стоматология (медицинские науки).

Внедрение результатов исследования

Теоретические и практические рекомендации диссертационного исследования используются в образовательном процессе кафедр пропедевтической стоматологии и подготовки кадров высшей квалификации в

стоматологии ВГМУ им. Н.Н. Бурденко, в практической работе врачей-стоматологов стоматологической клиники им. Н.Н. Бурденко г. Воронежа.

Публикации

По теме диссертационного исследования опубликовано 8 научных работ, 3 из них в научных изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России для публикации основных результатов диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук.

Объем и структура диссертации

Диссертационная работа изложена на 148 страницах компьютерного текста и включает следующие разделы: введение, обзор литературы, материалы и методы исследования, клинические исследования, лабораторные методы исследования, результаты собственных исследований (лабораторных и клинических), заключение, выводы, практические рекомендации, список литературы.

Работа проиллюстрирована 45 рисунками и 25 таблицами. Список литературы содержит 158 литературных источников, включающих 127 отечественных и 31 зарубежных авторов.

Работа выполнена на кафедре подготовки кадров высшей квалификации в стоматологии, кафедре пропедевтической стоматологии ФГБОУ ВО «ВГМУ им. Н.Н. Бурденко Минздрава России».

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Значение адгезивных технологий в современных подходах к консервативному лечению кариеса композитами

Основная задача современной стоматологии – это пролонгирование срока службы качественной работы [6, 18, 26, 35, 60, 71, 10]. И если речь идёт о консервативном лечении твердых тканей зубов, то, без сомнения - это прямая реставрация, которая в своём арсенале имеет значительное количество разнообразных видов композитов и адгезивов [43, 51, 70, 115, 128, 146, 159]. За последние три десятилетия консервативная стоматология претерпела существенные изменения и вышла на качественно новый уровень [11, 44, 63, 95, 109, 121]. Однако, как указывают многочисленные источники рецидивный кариес по-прежнему остается наиболее частой причиной необходимости замены реставраций [1, 8, 13, 31, 45, 118, 124, 125]. Так, по состоянию на 1998 год [65, 66, 71], распространенность рецидивного кариеса составляла $30,5 \pm 2,2\%$. По данным 2003 года [102, 110, 117, 123], через 6 месяцев после проведенного лечения уже 30 % реставраций не соответствуют необходимым требованиям, через 12 месяцев – более 50%, через 24 месяца – около 70%. Результаты данных исследований полностью подтверждались данными Л.Ю. Ореховой и соавт. (2004), констатирующими рецидив кариозного процесса спустя 6 месяцев в 32% случаев лечения кариеса различными композитными материалами. Вышеприведенные данные полностью согласуются с результатами, опубликованными в зарубежных источниках [133, 136, 148, 149, 154, 156, 157]. По свидетельству иностранных авторов, в европейских странах до 75% рабочего времени врача-стоматолога занимает лечение по поводу рецидивного кариеса [130, 131, 135, 141, 142, 145, 151]. При этом и отечественные и зарубежные

исследователи, одной из основных причин неудовлетворительного лечения, указывают нарушение краевого прилегания композита [31,45,55,122,123,132,134,137,138,140,143]. По различным данным, нарушение краевого прилегания композитного материала и сопутствующее ему увеличение краевой проницаемости выступает причиной 26,6–50,0% случаев неудовлетворительного качества лечения кариеса.

Как уже указывалось, в ходе технического прогресса композитная техника прямой реставрации претерпела ряд значительных изменений [88,96,100,104,115,118,122,126,127]. На сегодняшний день, клиническое использование композитных материалов без предварительного кондиционирования эмали и дентина, связующих агентов адгезива, стало невозможным из-за изменения объема внесенного материала в ходе полимеризации с образованием щели между поверхностью зуба и композитом, разгерметизацией системы эмаль-композит и как следствие, возникновением очага рецидивного кариеса [47,57,60,97,101,102,122,125, 127,130].

Одной из важнейших задач консервативной стоматологии является создание плотного, стабильного адгезивного соединения между твердыми тканями зуба и пломбировочным материалом, которое исключает краевую проницаемость.

1.2 Эволюция и классификация адгезивов

На сегодняшний день компаниями производителями для практического использования в клинике предлагается обширный ассортимент адгезивных систем, отличающихся по составу и правилам применения [18, 19,20,30,100,102,126,128,146,154]. По данным различных клинических и лабораторных исследований, каждое следующее поколение адгезивных систем демонстрирует значительные качественные отличия от предыдущего по рабочим характеристикам и технике клинического использования [71,73,107,108,119,120,150,153].

В 70-х годах XX века были созданы адгезивы первого поколения. По некоторым источникам, их адгезивные свойства были приемлемыми только к эмали, в то время как сила адгезии с дентином была крайне низкой и составляла всего около 2 МПа [39,40,51,61,67,94,129,147]. Впервые несколько месяцев после реставраций полостей I и II классов по Блэку возникало частое осложнение - выраженная гиперчувствительность [87,112,113,114]. Основным недостатком первого поколения адгезивов стало отсутствие химической связи между адгезивом и дентином. В результате исследований ученые разработали комономер, (NPG-GMA), который обладает поверхностно-активными свойствами. Предполагается, что это соединение может формировать уникальные химические соединения между кальцием дентина и гидрофобными адгезивными материалами [105,111,122,155], но оно так и не решило проблему.

Следующее, II поколение, адгезивных систем появилось в начале 80-х годов. Принципиальной отличительной особенностью являлось использование в качестве связующей основы «смазанного слоя». Исследователи отмечали [35, 56, 113, 114, 126], что сила адгезии к дентину увеличилась до 3–5 МПа, что стало серьёзным прорывом, позволяющим говорить о новом витке эволюции в создании адгезивных систем. В то же время не была решена проблема устойчивости к циклическим нагрузкам. По отдельным данным через 12 месяцев после лечения удовлетворительное качество реставраций сохранялось только в 70 % наблюдений [123,125,127,136].

В конце 80-х годов появились адгезивные системы III поколения. По данным различных источников их сила адгезии к дентину составляла от 8 до 15 МПа [27,40,49,48,74,75,76,150,151]. Ярким представителем данной генерации являлся адгезив Tenure производства компании Denmat. В процессе разработки новых адгезивных систем, конкурирующие компании приступили к экспериментированию с составами [41,69,82,91,133]. Примером инновации в этой сфере является продукт от Kulzer под названием Denthesive II, который отличался уникальной формулой. В его состав вошли такие компоненты, как

5% раствор EDTA, являющийся этилендиаминтетрауксусной кислотой, а также метакрилоксиэтилфосфат малеиновой кислоты. Эти изменения в химической основе адгезивов были направлены на улучшение их характеристик и эффективности [19,20,109,110,115,148, 153]. Данное поколение адгезивных систем нашло широкое клиническое применение в клинической практике, о чем свидетельствует их достаточно широкий ассортимент на рынке. Обработка дентина специальными кондиционерами, которая требуется для адгезивных систем, упомянутых выше, приводит к деминерализации поверхностного слоя дентина путем частичного растворения смазанного слоя [100,102,114,116,119]. Кроме того, благодаря данному решению значительно уменьшилась послеоперативная гиперчувствительность после реставраций I и II классов. Появление новых адгезивных систем дало возможность лечить участки эрозии, патологической стираемости и травматические сколы твёрдых тканей зуба без значительного препарирования. Исследования новых адгезивных систем и их применение позволили выработать основы консервативного подхода в терапевтической стоматологии. Обладая своими уникальными свойствами, эти адгезивы гарантируют прочное сцепление не только с тканями зуба, но и с широко используемым в стоматологии металлом и керамикой. Важно отметить, что подобные реставрации обладают гораздо большей долговечностью. Композитный материал сохраняет свою прочность и прилегание в течение трех лет, как выяснили отечественные и зарубежные ученые [78,97,122,126,130,152].

В настоящий момент в практике клинической стоматологии широко применяются адгезивные системы IV, V, VI и VII поколений [43,51,80,115,128,135,148]. Особую роль в развитии адгезивных систем играет концепция IV поколения, предложенная Nakabayashi N. [8,55,58,68,70,92,117,152]. Подготовка твёрдых тканей становится трёхэтапной, а адгезивные системы состоят из трёх обязательных компонента: кондиционер, праймер, адгезив. Кондиционер играет роль химического «клининга». Обработка кислотным кондиционером поверхности

дентина позволяет растворить гидроксиапатит на глубину около 7–10 мкм, в результате чего поверхность коллагеновых волокон смачивается и их разрушение предотвращается. В качестве активных веществ в кондиционере применяют, чаще всего, 10% лимонную кислоту и 3% хлористое железо, которое стабилизирует структуру коллагеновых волокон. Следующий этап, нанесение праймера. Данный этап необходим для инкапсулирования коллагеновых волокон, создавая гибридную зону [136]. По отдельным данным именно данная адгезивная система сыграла важную роль в разработке нового поколения адгезивов. [138]. С появлением нового поколения адгезивов в клинической практике были определены основные направления их совершенствования. Одним из приоритетных направлений стало повышение прочности соединения или силы адгезии. Еще одной важной целью стало улучшение интеграции адгезива как с эмалью, так и с дентином [34, 51]. Авторы отмечают, что высокая адгезия композитного материала к эмали и дентину является одним из его основных положительных свойств. Различные исследования показывают, что эта адгезия составляет от 17 до 30 МПа. Кроме того, данный материал обладает низкой чувствительностью после проведения операции [23,54,84,96,99]. Проблемы, с которыми сталкиваются современные адгезивы, включают их сложность и необходимость тратить много времени на работу из-за мультикомпонентной структуры. Важность этих адгезивов подчеркивается их ключевой характеристикой - способностью к гибридации между композитом и дентином. В поверхностных слоях зубного дентина композит, который используется в данной ситуации, является альтернативой для гидроксиапатита и воды. Это помогает создать гибридный слой с коллагеновыми волокнами. Этот процесс охватывает как трубчатые структуры дентина, так и его окружающие ткани, что усиливает связь между используемыми материалами.

Адгезивы IV поколения представляют собой комплексное сочетание трех компонентов. В связи с этим адгезивы используются в несколько этапов процедуры, которая включает протравливание поверхности, нанесение

праймера и последующее нанесение адгезивного материала.

Вместе с появлением высококонцентрированных протравливающих агентов для клинического применения, была предложена альтернатива – кондиционеры, растворы, содержащие слабые кислоты. Они применяются в стоматологии для малоинвазивных процедур с твердыми тканями зубов с низкой минерализацией. Это может быть актуально при созревании эмали или когда эмаль подвержена повышенному риску разрушения, вызванному кариозными процессами и иными факторами. Технология выполнения процедуры одинакова во всех случаях: агент наносится на поверхность, полость промывается водой и затем струями воздуха осуществляется просушивание. Кислотное воздействие приводит к растворению верхнего слоя эмали на глубину 10–15 мкм. После растворения происходит открытие дентинных канальцев, то есть поверхностный слой дентина становится деминерализованным и коллагеновые волокна обнажаются. Говоря о состоянии поверхности дентина, которое считается готовым для процесса гибридации, можно отметить, что в этом случае полимерные смолы пропитывают адгезив и праймер, образуя своеобразные тяжи. Эти тяжи играют важную роль в создании микромеханической адгезии с дентином.

В растворе, известном как праймер, можно найти различные мономеры, такие как НЕМА, 4-МЕТА, Penta-P и другие, которые имеют гидрофильные и гидрофобные свойства. Гидрофильные группы данных веществ подобны влажному дентину, что соответствует концепции влажного бондинга, в то время как гидрофобные свойства взаимодействуют с гидрофобным адгезивом и композитом. Кроме того, праймер содержит различные летучие вещества, такие как спирт или ацетон. Однако некоторые производители предлагают водобазовые праймеры, например, One Coat Bond, Coltene. Отмечается, что данные вещества обладают меньшей токсичностью и агрессивностью в отношении «раневого» поверхности дентина. Они выполняют функцию растворителей для полиакриловых кислот, фосфатных полимеров и различных диметакрилатов, которые входят в состав праймера. Такие средства замещают

разрушенные кристаллы гидроксиапатита, инкапсулируя оставшиеся волокна и формируя гибридную зону [22, 27]. Данный процесс и представляет собой гибридизацию [104, 136].

Адгезив. Адгезивные свойства материала обеспечивают надежное соединение с эмалью и дентином, что обеспечивает микроретенционное сцепление. Эта реакция называется единой полимеризацией мономеров [26,29,39,48,136,139,145]. По некоторым данным [129,130], которые полностью согласуются с другими источниками [142,144,146], компоненты адгезивной системы имеют возможность проникать на глубину 75% дентина, который остается после препарирования зуба, и обнаруживаются в пределах 50 мкм от пульпы. Исследования, проведенные при лечении среднего кариеса, выявили, что толщина гибридного слоя составляет до 150 мкм. Среди наиболее популярных представителей этого поколения, получивших широкое применение в клинической практике, можно отметить All Bond 2 (Bisco Dental), Amalgambond (Parkell), Clearfil Liner Bond (Kuraray), Imperva Bond (Shofu Dental), Optibond (Kerr), и т.д.

Исследователи подчеркивают, что адгезивы являются эффективным средством лечения гиперестезии, эрозии и стираемости эмали [10,15,100,114,118]. Также стоит отметить, что некоторые адгезивы данного поколения обладают способностью к прочному сцеплению с металлом [101,130,114,115]. Кроме того, следует отметить, что двойная полимеризация (химическая и световая) является одним из основных свойств этих материалов [5,6,17,33,73,117].

Одним из основных недостатков адгезивных систем IV поколения является их сложность в использовании и многоэтапность процесса нанесения. Для упрощения этой процедуры были разработаны адгезивные системы пятого поколения, в которых праймер и бонд-агент находятся в одном флаконе [122,127,146]. Для эффективного использования адгезивных систем пятого поколения необходима специальная предварительная обработка, включающая очистку эмали и дентина с помощью кислотного протравливания. Это

обусловлено уникальным составом данных адгезивов, состоящим из особых водо-, спирто- и ацетонорастворимых эластомеров и гидрофильных смол. В стоматологии широко известны адгезивы пятого поколения, такие как: Single Bond (3M ESPE), One Step (Bisco), Solobond M (Voco), Prime&Bond 2.0, 2.1 NT (Dentsply), Gluma One Bond (Kulzer).

Ряд адгезивов, которые чаще иных применяются в практике, например, One Step, Single Bond и Prime&Bond 2.0, имеют уникальные свойства, которые отличают их от других продуктов. Например, они обладают свойствами самопрамирования - праймер и адгезив объединяются в одном продукте. Однако все еще требовалось предварительное кондиционирование эмали и дентина. В Liner Bond II праймер А имеет кислотные свойства протравки, и при смешивании с праймером В достигается эффект самопротравочного праймера, затем наносится светоотверждаемый адгезив.

И отечественные, и зарубежные исследователи отмечают [54,89,106,144,152], что названные адгезивы характеризуются минимальной послеоперационной чувствительностью. Также сила адгезии данных адгезивов немного ниже, чем у предыдущих поколений систем, однако она все равно близка к эмали, дентину, металлу и керамике.

По мнению некоторых ученых [4,5,126,155,153], адгезивные системы VI поколения, иногда называемые «самопротравливающимися» адгезивами, сегодня очень перспективны для широкого применения. Основой их работы является одноступенчатая процедура обработки дентина, включающая смесь протравливающих и адгезивных веществ. Отмечено, что эти адгезивы просты в использовании и обеспечивают достаточное сцепление не только с эмалью, но и с дентином. Дополнительное преимущество заключается в том, что ингредиенты адгезива проникают на полную глубину деминерализации дентина. Ключевым преимуществом данной системы является высокая клиническая эффективность, достигаемая простотой применения технологии и исключением большинства технических ошибок [39]. Самопротравливающие препараты VI поколения адгезивов обладают

упрощенным применением. Состоящие из двух компонентов, они смешиваются прямо перед нанесением. Таким образом, нанесение адгезива на дентин и эмаль возможно без предварительного кислотного протравливания – в один этап [25,36,71]. В то время как старые поколения адгезивов сложны в использовании и затратны по времени, адгезивные системы VI поколения упрощают процесс. Они обеспечивают одновременное взаимодействие с эмалью и дентином, проникают в структуру зуба и формируют гибридный слой. Безусловно, одним из ключевых преимуществ этих систем является их многофункциональность: они совместимы не только с композитами, но и с различными пломбировочными материалами, включая компомеры, гибридные стеклоиономерные цементы и цементы с двойным отверждением. Говоря о химическом составе, адгезивы шестого поколения представлены соединением фосфорных эфиров и адгезивных веществ. Это гарантирует устойчивую герметизацию между композитом и тканями зуба, что практически полностью уничтожает риск микропротечек и преграждает путь для инвазии. Сложность контроля степени и глубины воздействия на поверхностные слои дентина, как указывают некоторые авторы [56,135], может привести к недостаточной трансформации смазанного слоя. Кроме того, необходимо строго придерживаться технологии, описанной в инструкции производителя. В последние годы в клинической практике появились новые адгезивы, которые принадлежат к VII поколению. Они отличаются от предыдущих моделей тем, что все составляющие элементы объединены в единый комплекс, что делает процесс их использования более простым по сравнению с предыдущими поколениями. Однако, эти адгезивы имеют и другие преимущества. Например, для обеспечения адгезии они не требуют наличия «влажной» зубной поверхности и не раскрывают полностью дентинные каналы. Свойство адгезивов проникать в каналы и дентин, формируя структурные связи, обусловлено высокой адгезией и полным растворением слоя раствора, покрывающего поверхность. В свою очередь, при контакте с эмалью адгезив формирует упрочненную поверхность, что позволяет улучшить сцепление с

эмалью [93].

Однако несмотря на то, что многие исследователи отмечают упрощение и ускорение работы стоматологов [40,46,49,115], адгезивы шестого и седьмого поколений рассматриваются как спорные группы адгезивных систем.

Основной проблемой, выступающей причиной ненадежности соединения с реставрационными элементами в таких конструкциях, становится их низкое качество или недостаточное протравливание эмали [60,90,123,125].

Производитель определяет технологию использования адгезивных систем на всех этапах их развития, основным принципом которой является соблюдение строгой последовательности нанесения определенного числа компонентов. Соблюдение этого требования является неотъемлемым условием применения технологии.

1.3.1 Принципы и методы предварительной подготовки адгезионных поверхностей эмали и дентина

К настоящему моменту были определены требования к характеристикам и свойствам адгезивных систем. Однако наиболее важным аспектом является прочность соединения адгезива с эмалью и дентином, то есть его сила адгезии. Это позволяет уменьшить краевую проницаемость (микроликинг) и предотвращает повторное возникновение кариозного процесса. Современная адгезивная система представляет собой сложный комплекс, который включает несколько компонентов: кондиционер, праймер и адгезив. Эти компоненты способствуют микроретенции композитных материалов к эмали и дентину. Химический состав адгезивной системы, ее физические параметры и биохимический механизм действия оказывают влияние на силу адгезии. Также важным фактором является состояние поверхности зуба. При выборе бондинговой системы в клинической практике учитываются все эти параметры [30].

Кондиционер - раствор ортофосфорной или другой кислоты. Эффект работы кондиционера в концентрации, действующего вещества [140, 153]. По некоторым исследованиям [157], оптимальная концентрация для протравливания эмали при использовании кислотного кондиционера составляет 30–40%. Когда уровень ортофосфорной кислоты возрастает до 50% на поверхности эмали, происходит формирование осадка монокальцийфосфата дегидрата, который может быть легко удален под действием воды. При концентрации ортофосфорной кислоты ниже 27% образуется осадок дикальцийфосфата дегидрата, он становится неподатливым к водному воздействию и находится в состоянии взаимодействия с компонентами адгезива. Помимо ортофосфорной кислоты в стоматологии часто применяют разные виды кислот, включая 10% малеиновую, полиакриловую, лимонную и 2,5% азотную [20,30]. Однако, согласно ряду исследований, [114, 132, 146, 151] наблюдается недостаточное протравливающее действие указанных кислот (за исключением ортофосфорной), особенно в отношении эмали зуба, делает невозможным достижение требуемого уровня адгезии.

При низкой кариесрезистентности эмали рекомендуется использовать 10% раствор малеиновой кислоты. Исследования показали, что через 12 месяцев после лечения применение 35% ортофосфорной кислоты значительно увеличивает краевую проницаемость, а при использовании 10% раствора малеиновой кислоты проницаемость остается неизменной по сравнению с состоянием сразу после пломбирования. При высоком уровне кариесрезистентности концентрация кислоты не оказывает влияния на краевую проницаемость. Исследователи приходят к выводу о связи между качеством адаптации пломбы и уровнем противостояния эмали зубов кариесу, а также типом используемой адгезивной системы.

Ключевым фактором, который влияет на качество кондиционирования адгезионной поверхности эмали, является время воздействия протравливающего агента. Последнее уже около 20 лет является предметом

постоянных научных дискуссий. По общепринятому мнению, оптимальное время составляет 30–40 секунд [73, 128, 129]. Однако, некоторые исследователи рекомендуют [49, 50, 71] сокращать время травления до 15–20 секунд. Исследователи, указанные выше, пришли к выводу, что такая обработка не вредит пульпе зуба. Полное удаление смазанного слоя, разглашение дентина и обеспечение поверхностной деминерализации зубов достигается при использовании геля с 35–37% содержанием ортофосфорной кислоты, что полностью очищает дентиновые каналы. Однако стоит отметить, что множество исследований отмечают ухудшение краевой адаптации композитных материалов и снижение силы адгезии при уменьшении времени протравливания [43, 73, 96, 125]. Существуют исследования, указывающие на то, что для поддержания целостности пломбы лучше всего подходит обработка ее поверхности 40-процентным раствором ортофосфорной кислоты на протяжении двух минут [96]. Некоторые научные работы [15, 51, 62] подчеркивают, что продолжительность воздействия на зубную эмаль во время протравливания может зависеть от типа зуба и его состояния в отношении прикуса - будь то постоянный или временный. Исходя из этого, эксперты советуют продлить время применения протравляющего средства до двух минут, особенно при обработке зубов, подвергшихся ранее процедурам эндодонтической терапии и флюорирования.

В стоматологии детского возраста применяется процедура протравливания эмали, о чем свидетельствуют данные в литературе. Так по отдельным результатам [18, 19, 20], у детей, у которых еще не сформировались корни зубов, глубина повреждения эмали составляет 265 мкм при экспозиции 60 секунд. В то же время, в детских зубах со сформированными корнями эта глубина составляет 115 мкм. Авторы исследования отмечают, что полноценное формирование гибридного слоя у детей и, следовательно, прочность адгезивного соединения зависит от степени минерализации (физиологической зрелости) эмали. Данная степень минерализации напрямую связана с реминерализующими свойствами ротовой жидкости и соответствует

необходимым требованиям для возрастной группы 2–3 года [20].

1.3.2 Современные представления о механизмах действия адгезивных систем

Согласно различным литературным источникам, в настоящее время можно выделить три основных механизма взаимодействия адгезивных систем с дентином зуба, независимо от специфических технологических особенностей их применения [19, 42, 46, 97, 125, 136]. Первая группа адгезивов характеризуется наличием специального слоя, который проникает в поверхность дентина и создает химическую связь с композитом. Этот слой называется «смазанным», так как он содержит гидрофильные мономеры с низкой вязкостью [136, 139]. Таким образом, достигается прочное сцепление между композитным материалом и структурой зуба. Применение данного типа адгезивов включает нанесение (втирание) их на поверхность дентина тонким слоем с экспозицией адгезива порядка 20 секунд для обеспечения диффузии активных агентов в дентин. Затем проводится обработка воздушной струей в течение 3–5 секунд, чтобы удалить летучий растворитель, и после этого производится полимеризация при помощи галогенового или светодиодного источника света. Однако некоторые исследователи отмечают, что главным недостатком данного типа адгезивов является недостаточная глубина проникновения в дентин, что приводит к неудовлетворительной силе адгезии [125, 127, 128].

Ко второму виду адгезивов относятся такие системы, которые при нанесении на поверхность дентина обладают способностью растворять и удалять его «смазанный слой», а также осуществлять декальцинацию его поверхности [31, 45, 101, 117]. Наибольшее распространение в современной клинической стоматологии получили данные адгезивные системы. Они основаны на предварительном кислотном кондиционировании поверхности дентина кариозной полости, что способствует полному удалению «смазанного

слоя». В результате этого процесса происходит обнажение коллагеновых волокон путем раскрытия дентинных канальцев и декальцинации дентина на толщине 3–5 мкм. Далее адгезивный материал проникает в дентинные канальцы, пропитывает декальцинированный слой и создает связь с коллагеновыми волокнами [33]. По мнению экспертов, если кислоты неправильно воздействуют на дентин, в течение определенного времени оставшиеся несвязанные коллагеновые волокна разрушаются, что приводит к нарушению прилегания композита к краям зуба и возникновению очага рецидивирующего кариеса [39, 43, 92, 94, 135].

Ключевым звеном в механизме действия следующего типа адгезивных систем является изменение «смазанного слоя» дентина [132, 156]. Основной принцип действия этих препаратов на дентин заключается в последовательном процессе раскрытия канальцев, деминерализации и пропитывании поверхности. В отличие от предыдущих типов адгезивов, в данном случае смазанный слой не растворяется и не удаляется, а претерпевает трансформацию и после обработки воздушной струей оседает в виде осадка, включенного в гибридный слой [88, 104, 115, 123, 154]. По технологическим особенностям использования, адгезивы могут быть условно разделены на одноэтапные и двухэтапные. Одноэтапные адгезивы завоевали популярность среди клиницистов благодаря отличительной особенности - отсутствию необходимости в предварительном кислотном травлении эмали и дентина, которое требуется при использовании других типов адгезивов. Это достигается за счет эффекта самопротравливания. Кроме этого, риск избыточной декальцинации исключается благодаря одновременному проведению процессов кондиционирования и проникновения адгезива, поскольку данные системы не так чувствительны к наличию влаги на перпарированной поверхности дентина. Самопротравливающиеся адгезивные системы имеют широкий диапазон pH-значений - от низкого (<1) до средних (>2). Механизм адгезии сходен с предыдущими типами адгезивов и основан на комбинации механической и/или химической ретенции. При использовании

систем с низким значением pH или метода тотального протравливания зуба, формируется гибридный слой, который проникает в дентин на значительную глубину с помощью полимерных тяжей. Также известно, что средний уровень pH в системах способствует формированию тяжей, которые не проникают слишком глубоко в каналы дентина. Этот процесс основан на деминерализации поверхностного гидроксиапатита. К тому же некоторые исследователи указывают на химическое соединение между мономерами адгезива и гидроксиапатитными кристаллами как на ключевой фактор, обеспечивающий адгезию [103,151,154].

Благодаря тому, что самопротравливающиеся адгезивы нечувствительны к влаге, их широко применяют при лечении зубов в клинических ситуациях, когда невозможно обеспечить адекватную изоляцию операционного поля или работать с пациентами, которые не могут обеспечить хорошую кооперацию. В этих системах обычно используется вода в качестве растворителя. Наличие воды при нанесении адгезива имеет свои особенности, которые некоторые исследователи считают недостатками. В первую очередь, это требует точного соблюдения технологии нанесения адгезива и его последующая воздушная обработка. Также необходим строгий контроль сроков годности адгезива, поскольку он не так стабилен, как системы тотального протравливания [101,153]. Качество протравливания не вызывает сомнений, так как самопротравливающие адгезивные системы одновременно деминерализуют и инфильтрируют дентин. Однако недостаточное удаление «смазанного слоя» из-за низкой кислотности часто становится проблемой, что приводит к неполному открытию дентинных канальцев. Мы считаем, что правильная техника реставрации является наиболее эффективным способом снижения риска послеоперационной чувствительности, хотя некоторые исследования утверждают, что недостаточное удаление «смазанного слоя» также может помочь. Механическое финирирование эмали является обязательным в недостатках данного типа адгезивных систем для достижения эффективного кондиционирования. Системы с самопротравливающими

агентами имеют меньшую силу адгезии композита с эмалью по сравнению с системами с тотальным протравливанием [83,100,102,11,126]. Также описываются клинические случаи возникновения пигментации в области границы между композитом и эмалью зуба, при этом состояние краевого прилегания остается удовлетворительным. Это особенно заметно при реставрации больших повреждений задней группы зубов, в тех клинических ситуациях, когда контактная поверхность для композита состоит преимущественно из дентина и в областях полости рта, где есть сложности с изоляцией рабочего поля от слюны и слюны.

1.3.3 Современные методы исследования качества адгезии и краевого прилегания композитов

Создание, апробация и, в конечном итоге, выпуск нового бренда в стоматологии – это большая исследовательская работа по всем параметрам соответствия международной системе качества. Не исключение, и адгезивные системы. Приоритетным является изучение силы адгезии композиционного материала к эмали и дентину в различных условиях, в чём главенствующую роль играет эффективность адгезивной системы [68, 93, 71, 121, 130, 145]. Традиционно, сила адгезии измеряется результатами тестов на разрыв и сдвиг специально подготовленных образцов. Правомочно, данный вид исследований является достоверным, универсальным и широко принятым в научном сообществе. Указанный вид исследований позволяет изучить, сравнить и дать аналитический обзор не только разным видам адгезивов, но и разным видам препарирования, такие как ультразвук или аэроабразия, разные методы нанесения адгезивов, их экспозиция на эмали и дентине, способы дополнительного воздействия на поверхности твердых тканей зуба, - все эти факторы играют важную роль в обеспечении качественной адгезии [111,126,153]. По международным стандартам сила адгезии выражается в мегаПаскалях (МПа), данный показатель является достаточно информативным

[154]. В Таблице 1.1. представлен сравнительный аналитический обзор разных видов адгезивных систем (по данным литературы).

Исходя из обзора литературы, можно предположить прямую зависимость между силой адгезии и качеством краевого прилегания. Однако, научные исследования показывают, что краевая проницаемость композитных пломб повышается при увеличении силы адгезии сверх определенного порога [77, 88].

Показательным, но не имеющим цифровую интерпретацию, является тест на герметичность и качество прилегания реставрации в зоне демаркации зуб - реставрация, метод окрашивания. Этот метод основан на способности молекул красителей (например, метиленового синего или фуксина) проникать в микропространства между твердыми тканями зуба и реставрационным материалом [39, 43, 51, 84, 96, 144, 148]. К сожалению, визуализация микроподтекания, не позволяет понять качественные и количественные изменения, возникающей патологии: глубину, площадь, причину и т. д.). Но в настоящее время есть попытка определить глубину проникновения красителя при микроскопии препарата шлифа зуба с точностью до 0,01 мм. В научных работах представлены различные подходы для измерения уровня микропроницаемости материалов.

Среди них выделяются такие методы, как анализ краевой адгезии с помощью радиоизотопов, применение специальных камер расщепления или гильз, а также тестирование методом термического циклирования и прочие техники [119, 124, 129, 130, 157].

В таблице 1.1. представлен сравнительный аналитический обзор разных видов адгезивных систем (по данным литературы).

Микроскопические методы являются основным инструментом для изучения механизма действия адгезивных систем и изменений, происходящих в твердых тканях зуба под воздействием их компонентов. Среди различных методов исследования, наибольшей информативностью и достоверностью обладают электронные микроскопы, включая растровую, сканирующую,

трансмиссионную и флуоресцентную электронную микроскопию.

Таблица 1.1 – Сравнительный аналитический обзор разных видов адгезивных систем (по данным литературы)

адгезивные системы поколение IV	Ряд авторских работ демонстрируют лучшие результаты силы адгезии, соответственно, и качества краевого прилегания адгезивных систем IV поколения, чем поколение V и отчасти VI [17, 18, 117]. Получены данные [40], что при лечении полостей второго и пятого классов, зарегистрировано большее количество осложнений при использовании трехкомпонентной адгезивной системы IV поколения.
адгезивные системы поколение V	Ряд авторских работ демонстрируют лучшие результаты силы адгезии, соответственно, и качества краевого прилегания адгезивных систем IV поколения, чем поколение V и отчасти VI [17, 18, 117]. Показывают худшие результаты в отношении силы адгезии и качества краевого прилегания, в сравнении с трехэтапными системами адгезии (поколение IV), что также находит подтверждение в клинической практике [17, 18, 117]. Некоторые исследования [24] говорят о том, что использование двухэтапной технологии (сначала применяется праймер, затем адгезив) сопровождается более низкой силой адгезии по сравнению с одноэтапной технологией (когда праймер включен в состав адгезива). Получены данные [40], что при лечении полостей второго и пятого классов, зарегистрировано большее количество осложнений при использовании трехкомпонентной адгезивной системы IV поколения.

Продолжение Таблицы 1.1

адгезивные системы поколение VI	Ряд авторских работ демонстрируют лучшие результаты силы адгезии, соответственно, и качества краевого прилегания адгезивных систем IV поколения, чем поколение V и отчасти VI [17, 18, 117]. Показывают худшие результаты в отношении силы адгезии и качества краевого прилегания, что также находит подтверждение в клинической практике, в сравнении с трехэтапными системами адгезии (поколение IV) [17,18,117]. Некоторые исследования [24] говорят о том, что использование двухэтапной технологии (сначала применяется праймер, затем адгезив) сопровождается более низкой силой адгезии по сравнению с одноэтапной технологией (когда праймер включен в состав адгезива). Получены данные [40], что при лечении полостей второго и пятого классов, зарегистрировано большее количество осложнений при использовании трехкомпонентной адгезивной системы IV поколения.
адгезивные системы поколение VII	При использовании адгезивных систем VII поколения отмечается значительно меньшая рельефность рисунка и структуры поверхности, подготовленной для нанесения, по сравнению с использованием фосфорной кислоты [4]. В ходе испытаний на разрыв образцов было обнаружено значительное снижение силы адгезии при использовании самопротравливающейся системы. Имеется большое количество данных, которые указывают на низкую силу адгезии при использовании самопротравливающейся системы в сравнении с традиционной адгезивной системой, требующей предварительного протравливания [4, 49, 50, 60].

Эти методы предоставляют возможность детального изучения структуры и свойств материалов на микроуровне, что позволяет получить ценные данные для понимания процессов, происходящих в зубе при применении адгезивных систем [10, 15, 32, 60, 81, 90, 120, 127, 141].

Кроме того, некоторые исследователи [7, 32, 99, 101, 117, 119] при анализе краевой проницаемости пломб часто используют электрометрический метод. Методика основывается на возможности зубных тканей, пораженных кариозом, проводить электрический ток различной силы, что коррелирует с уровнем их повреждений.

В настоящее время методика реминерализации эмали считается достаточно изученной и широко обсуждаемой в научных кругах. Метод глубокого фторирования, предложенный профессором А. Кнаппвостом, получает особое внимание в области реминерализации дентина, стабилизации кариозного процесса и сохранении жизнеспособности пульпы. Этот метод имеет большое значение в современной стоматологии и находится в центре научных исследований. Суть его заключается в использовании фторидов для укрепления зубной ткани и предотвращения развития кариеса [17,29]. Ключевым фактором в предотвращении повторного возникновения кариеса является воздействие на микроорганизмы, которые отвечают за разрушение неорганического компонента, а также на микрофлору, разлагающую органическую матрицу. Кроме того, необходимо усилить минерализацию дентина. Для достижения этих целей был разработан «Дентин-герметизирующий ликвид» (ДГЛ), который выпускается фирмой «Humanchemie» из Германии и состоит из двух компонентов.

Содержание первого компонента смеси включает медь, кальциевый фторсиликат и магний, в то время как основой второго элемента является густая суспензия с высоким содержанием гидроокиси кальция. Ключевым аспектом антибактериального действия препарата является наличие медных ионов, способных обеспечивать долгосрочную стерильность ткани зуба даже под пломбировочным материалом. Эффективность процедуры обусловлена

поэтапной обработкой пораженного зуба растворами, что стимулирует образование щелочного минерального вещества внутри канальцев дентина.

Нанофториды кальция, магния и меди добавлены в гель, который представляет собой силикатную кислоту с тиксотропными свойствами. В дентинных канальцах этот гель образует пробку из уплотненных кристаллов, шириной 5–10 микрон [35,92,117].

Таким образом, в профессиональных кругах нет единого мнения относительно эффективности и целесообразности применения реминерализирующих средств перед процедурами, как для эмали, так и для дентина. Это свидетельствует о том, что данная тема до конца не изучена.

1.4 Перспективы в усовершенствовании адгезивных технологий

Нельзя переоценить важность массового внедрения адгезивных систем и технологий в клиническую стоматологию. Это действительно революционный прорыв, который полностью изменил современную консервативную стоматологию. Во-первых, адгезивные технологии позволяют проводить процедуры одонтопрепарирования с минимальной инвазивностью. Во-вторых, компоненты адгезивных систем укрепляют ослабленный дентин или эмаль, что очень важно при проведении препарирования. В-третьих, такие системы снижают вероятность появления дисколорита реставрации, а также уменьшают краевую проницаемость и послеоперационную чувствительность. В стоматологической практике сегодня широко распространено использование двух основных типов адгезивных средств: те, что требуют предварительного протравливания, и самопротравливающие системы. Каждый вид этих адгезивных систем обладает своим набором плюсов и минусов. Тем не менее, при тщательном отборе и применении, обе группы адгезивов способны обеспечить надежное прилегание композитных материалов с зубными поверхностями и добиться высокого качества адгезии.

Современные стоматологические адгезивные системы имеют широкий спектр применения. Они успешно используются как при проведении непрямых, так и прямых композитных реставраций. Кроме того, адгезивы применяются для закрепления ортодонтических конструкций и устранения гиперестезии твердых тканей зуба [10,15,41,98,99].

Развитие адгезивных технологий существенно расширило возможности прямой реставрации поврежденных твердых тканей зуба. Благодаря этим технологиям появилась возможность успешно реставрировать дефекты различного происхождения.

Использование адгезивной техники играет важную роль в достижении минимально инвазивного препарирования зубов. Особенно ярким примером является эффективное применение адгезивных мостовидных конструкций с фиксацией «крыльев» конструкции к поверхности опорных зубов. В зависимости от конфигурации области препарирования химическая ретенция может проявлять достаточную силу как самостоятельно, так и в сочетании с механической ретенцией, что подтверждается достаточным числом клинических и лабораторных исследований [20,30,70,93,99].

Однако, несмотря на разнообразие адгезивных систем и подходов к их разработке, исследования показывают, что до сих пор остается неясным, какая из них является наиболее эффективной при лечении зубного кариеса. Это делает проведение анализа имеющихся исследований особенно важным. Дискуссии по этому вопросу продолжаются уже последние 20 лет. Обилие работ по данной тематике свидетельствует о неоспоримом интересе и актуальности этой проблемы. Однако следует отметить, что все имеющиеся исследования, как отечественных, так и зарубежных авторов, имеют некоторую односторонность. Они в основном посвящены изучению силы адгезии и состоянию краевой проницаемости. В доступных источниках не полностью или совсем не рассмотрены комплексные клинико-лабораторные исследования, направленные на изучение влияния растворителя, содержащегося в адгезиве, на прочность адгезивного соединения и его

воздействие на процессы де- и реминерализации эмали зуба. В связи с этим, возникает необходимость провести более детальное исследование данной проблемы, чтобы улучшить эффективность лечения кариеса.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Материал исследования

Материал исследования был представлен 140 пациентами, с диагнозом «кариес эмали и дентина», возрастной интервал 18 – 60 лет» (Таблица 2.1). У группы пациентов проведена реставрация 229 зубов, различающихся по анатомическим, функциональным характеристикам, витальности, с использованием разнообразных систем адгезии, выбранных в соответствии с классификационной группой (Таблицы 2.1, 2.2, 2.3).

Таблица 2.1 - Распределение исследуемого контингента по возрасту и полу

K02.1, согласно МКБ-10 (Кариес дентина постоянных зубов) [n _{общ} =140 чел.]					
Абсолютные значения					
Возраст (лет)				Пол	
18-30	31-40	41-50	51-60	Мужской	Женский
35	36	35	34	66	74
Относительные значения [n=100%]					
Возраст (лет)				Пол	
18-30	31-40	41-50	51-60	Мужской	Женский
25,0%	25,7%	25,0%	24,3%	47,1%	53%

На всех этапах исследования проводилась стандартизация участников, группировка пациентов осуществлялась с учетом возраста, пола и степени повреждения зубной ткани, а также с соответствием критериям включения и исключения.

В соответствии с целью и задачами исследования были выделены 3 группы пациентов (Таблица 2.4). В Таблице 2.4 представлены критерии отнесения пациентов к одной из классификационных групп, выделенных в целях проведения исследования.

Таблица 2.2 - Анатомическая принадлежность зубов и вид адгезивной системы, включённых в исследования

Вид растворителя адгезива	Количество и анатомическая принадлежность зубов				
	Моляры в/ч и н/ч	Премоляры в/ч и н/ч	Клыки в/ч и н/ч	Резцы в/ч и н/ч	Всего
Ацетон	20	17	16	23	76
Этанол	21	19	10	24	74
Водобазовый	23	20	11	25	79
Итого	64	56	37	72	229
Относительные значения [n=100%]					
Ацетон	8,73%	7,42%	6,98%	10,04%	33,17%
Этанол	9,17%	8,29%	4,36%	10,48%	32,30%
Водобазовый	10,04%	8,73%	4,81%	10,95%	34,53%
Итого	27,94%	24,44%	16,15%	31,47%	100%

Таблица 2.3 - Распределение реставрируемых зубов в группах пациентов по «витальности»

Группа пациентов и вид растворителя	«Витальные» зубы	«Девитальные» зубы	Всего
Абсолютные значения [n=229]			
группа №1 (ацетон)	50	26	76
группа №2 (этанол)	51	23	74
группа №3 (водобазовый)	53	26	79
Итого:	154	75	229
Относительные значения [n=100%]			
группа №1 (ацетон)	21,83%	11,35%	33,17%
группа №2 (этанол)	22,27%	10,06%	32,30%
группа №3 (водобазовый)	23,14%	11,35%	34,53%
Итого:	67,24%	32,76%	100%

Статистически значимых различий по количеству пациентов и выполненным реставраций не зарегистрировано (Таблица 2.5).

Препарирование кариозных полостей осуществлялось на лицензированной стоматологической установке, оснащенной безмасляным компрессором. При выполнении операции используется спрей, который сочетает воду и воздух в соотношении 3 к 7, и направляется он непосредственно на лопатки турбинного устройства.

Таблица 2.4 - Группировка пациентов

Группа пациентов	Методика	Адгезивная система V поколения
Группа №1	тотального протравливания и мануального нанесения адгезивной системы на основе ацетона	Prime&BondNT (Dentsply)
Группа №2	тотального протравливания и мануального нанесения адгезивной системы на основе спирта	SingleBond 2 (3MESPE)
Группа №3	тотального протравливания и мануального нанесения адгезивной системы на водной основе	OneCoatBondSL (Coltene)

Таблица 2.5 - Распределение пациентов и выполненных реставраций по группам

Группа пациентов	Количество человек	Количество реставраций
группа №1 адгезивной системы на основе ацетона	45	76
группа №2 адгезивной системы на основе спирта	45	74
группа №3 адгезивной системы на водной основе	50	79
Итого:	140	229
Относительные значения		
группа №1 адгезивной системы на основе ацетона	32,14%	33,19%
группа №2 адгезивной системы на основе спирта	32,15%	32,31%
группа №3 адгезивной системы на водной основе	35,71%	34,50%
Итого:	100%	100%

Для препарирования дентина и удаления несостоятельных реставраций рекомендуется использовать боровиз карбид-вольфрамовую сталь фирмы SSWhite и алмазные боры фирмы Diatech. Боры Diatech и полировальные системы SwissFlex используются для обработки и полировки поверхности зубов. А полировальные диски 3M ESPE помогают достичь идеального блеска и гладкости после реставрации. Достижение этого стандарта обеспечивалось использованием специализированных профилактических инструментов, включая абразивную зубную пасту Cleanic от компании Kerr и ленты из лавсанового материала TOP BM, предназначенные для тщательной очистки. Такие меры гарантировали эффективное проведение лечения. Кроме того, для изоляции рабочего поля применяют шлифовальные штрипсы.

Для достижения силы адгезии и защиты от микроподтекания в группе №1 применялась адгезивная система пятого поколения Prime&Bond NT, Dentsply (Рисунок 2.1).



Рисунок 2.1 - Адгезивная система Prime&BondNT (Dentsply)

В результате исследований, выполненных в группе №2, активно использовалась адгезивная система на спиртовой основе Single Bond 2, V

поколение, компании-производителя 3M ESPE (Рисунок 2.2). Данный адгезив, простой в использовании, основным образом, способствует увлажнению бондинга и снижению чувствительности зубов путем десенсибилизации.

Компания 3M ESPE предлагает керамический праймер и композитный цемент RelyXTM ARC для применения в методе бондинга с использованием фарфоровых виниров.



Рисунок 2.2 - Адгезивная система Single Bond 2 (3M ESPE)

В группе №3 была использована водобазовая адгезивная система пятого поколения One Coat Bond SL, Coltene (Рисунок 2.3).



Рисунок 2.3 – Адгезивная система One Coat Bond SL (Coltene)

Во всех группах адгезивные системы были применены в соответствии с рекомендациями производителя: по классической методике, мануально, с помощью микробраша (стандартного аппликатора). Реставрацию во всех группах осуществляли универсальным гибридным композитом Synergy D6, Coltene (Рисунок 2.4).



Рисунок 2.4 - Универсальный гибридный композит Synergy D6 (Coltene)

Во время шлифовки и полировки на финальном этапе реставрации, целью было обеспечения плавного и незондируемого перехода от композитного материала к зубной ткани для всех категорий пациентов.

В процессе лабораторной работы акцент был сделан на тщательном разделении участников исследования по категориям и анализе эффективности реставрационных работ на твердых тканях зуба в зависимости от группы пациентов. Изучение включало разнообразные диагностические подходы, охватывающие как прямые, так и косвенные методы, с целью определения конкретного типа стоматологических проблем. Кроме того, был проведен детальный анализ реставрационных работ в кариозных участках, учитывая их объем и качество. Чтобы оценить состояние зубов, были применены

различные методы исследования, включая электроодонтометрию, использование гигиенического индекса и индекса КПУ.

В ходе исследования была оценена чувствительность поверхностного слоя зубов и их склонность к гиперестезии. Для оценки состояния границы реставрации эмалево-композитного материала спустя год после проведения терапевтических процедур была использована методика люминесцентной спектроколориметрии. Анализы эмали с использованием кислотной биопсии проводились сразу после лечения, а также через 1, 12 и 24 месяца. В рамках лабораторного анализа оценивалась прочность связи и точность прилегания композитных материалов к краям зуба с использованием инфракрасной спектроскопии, электронной микроскопии и тестирования на сдвиг. В исследовании участвовали тридцать экстрагированных зубов, выбранных на основе разнообразных медицинских показателей.

В основе постановки диагнозов в группах лежит классификатор K02.1, который был принят ВОЗ в 1995 году в рамках МКБ-10.

2.2 Методы исследования

2.2.1 Методы клинических исследований

Блок клинических исследований начинали со сбора анамнеза, определение наличия общих физических проблем и выявление жалоб, а также изучение анамнеза жизни.

Пациенты отбирались для исследования с зарегистрированным диагнозом «Кариес дентина» (K02.1). Данному диагнозу соответствовали результаты проведенных основных и дополнительных методов исследования: опрос, осмотр, зондирование, перкуссия, сенсетивные пробы, - в соответствии с клиническими рекомендациями.

В процессе клинического исследования диагноз «Кариес» был поставлен на основе жалоб пациента, его медицинской истории, осмотра полости рта, проверки зубов на чувствительность и определения болезненных точек при

нажатию. Дополнительные методы исследования, такие как проведение термопробы для определения реакции зуба на изменение температуры, рентгенологический метод для получения изображений зуба и электрометрия для измерения электрической проводимости зубной ткани, также использовались.

Проведенное тестирование на чувствительность к температурным раздражителям, в частности к холоду, показало, что реакция была непродолжительной и несильной.

Термический тест стоит на первом месте среди всех методов, применяемых для определения чувствительности зубной пульпы. Он включает в себя применение раздражителей различной природы: холода, тепла и электричества. В качестве холодного раздражителя обычно используется ватный шарик CottonBall, который предварительно обрабатывается спреем EndoFrost (Roeko, Германия, до -50°C). Для проведения теста на чувствительность к теплу используют гуттаперчу, подогреваемую до 180°C с помощью ThermaPrep. Если пульпа быстро реагирует на разнообразные тепловые стимулы, это означает, что она находится в хорошем состоянии.

Продолжительные болевые ощущения могут быть признаком воспалительного процесса в пульпе. Отсутствие же боли часто указывает на то, что пульпа могла подвергнуться некрозу. Важно отметить, что применяемые процедуры нагревания пульпы тщательно контролируются для исключения риска теплового повреждения, обеспечивая полную безопасность для тканей.

Для дифференциальной диагностики апикального периодонтита используется перкуссия, обычно проводимая стоматологическим зеркалом. Для получения сравнительных результатов перкуссия проводится как на исследуемых зубах, так и на соседних или целых зубах. Если результат перкуссии положительный, это указывает на активный воспалительный процесс в периапикальных тканях.

Для мониторинга стандартов качества при лечении девитальных зубов

применялась методика радиографического исследования внутри полости рта. Использование японской технологии ионизирующего излучения TakaraBelmont в сочетании с французским датчиком SOPIX 2 было ключевым в выполнении этой процедуры.

Активность кариозного процесса определена на основе значения КПУ₃, что соответствует классическому стандартному определению активности, впервые предложенному Т.Ф. Виноградовой в 1976 году. Использование КПУ₃ индекса зубов позволило оценить уровень активности кариозного процесса.

Уровень КПУ₃ не превышает средних показателей интенсивности кариеса в сравнении с аналогичной возрастной категорией, что обычно является началом активного кариеса в компенсированной форме патологии. На этом этапе пациенты имеют кариозные полости на типичных поверхностях, характерных для кариеса, но не обнаруживают начальной стадии кариеса. В ходе лечения зубов наблюдается сокращение распространения кариозного процесса.

Субкомпенсированная стадия кариеса, иначе называемая второй степенью активности, характеризуется повышенной интенсивностью развития кариеса по индексу КПУ₃.

Клиническое развитие активной формы кариеса (третья форма) проявляется в превышении показателя КПУ₃ относительно максимальных значений для соответствующей возрастной группы или наличием множественных меловых пятен при более низком значении КПУ₃.

Уровень гигиены полости рта определяли методом на основании индекса гигиены ОНI-S (GreenJ.C., VermilionJ.R., 1964). В этом эксперименте использовался 2% раствор фуксина. Проведена окраска вестибулярной поверхности зубов 1.6, 1.1, 2.6, 3.1 и язычной поверхности зубов 3.6 и 4.6 для определения мягкого зубного налета.

Оценка осуществлялась согласно следующей формуле расчёта:

$$\text{ИГР} - У = (\text{Сумма значений налета})/(\text{Количество поверхностей}) + (\text{Сумма значений камня})/(\text{Количество поверхностей}) \quad (1)$$

Интерпретировали результаты согласно следующим показателям:

- 0,0-0,6 хороший уровень гигиены;
- 0,7-1,8 удовлетворительный уровень гигиены;
- 1,9-3,0 плохой уровень гигиены.

Для изучения качественных и количественных характеристик сенситивности твердых тканей зубов применили индекс распространенности гиперестезии зубов (ИРГЗ) и индекс интенсивности гиперестезии зубов (ИИГЗ). Использованный метод базируется на исследовании Федорова Ю.А., Шториной Г.Б. 1988 года, а также Федорова Ю. А. и др. в 1989 года. Для оценки тактильной чувствительности твердых тканей зубов использовался стоматологический зонд. С помощью этого инструмента проводились небольшие движения вдоль эмалево-цементной границы исследуемого зуба на вестибулярной поверхности в течение нескольких секунд.

$$\text{ИРГЗ} = \frac{(\text{Количество зубов с повышенной чувствительностью})}{(\text{Количество зубов у пациента})} \times 100\% \quad (2)$$

Индекс варьирует от 3,1% до 100,0% в зависимости от числа зубов, чувствительных к различным раздражителям. Гиперестезия зубов может быть диагностирована в ограниченной форме при значении 3,1-25% и в генерализованной форме при значении 26-100%.

$$\text{ИИГЗ} = \frac{(\text{Сумма значений индекса каждого зуба})}{(\text{Число зубов с повышенной чувствительностью})} \quad (3)$$

Интерпретировали результаты согласно следующим показателям (Таблица 2.6).

Таблица 2.6 - Соответствие сенситивности зубов балльной системе

Уровень чувствительности	Соответствие баллов
на температурные, химические и тактильные раздражители реакция отсутствует	0 баллов
к температурным раздражителям есть чувствительность;	1 балл
к температурным и химическим раздражителям есть чувствительность	2 балла
к температурным, химическим и тактильным раздражителям есть чувствительность	3 балла

В соответствии с суммой баллов определяли степень гиперестезии (Таблица 2.7).

Таблица 2.7 - Значения индекса интенсивности гиперестезии твердых тканей зубов

Баллы	Интенсивность гиперестезии
1,0–1,5 балла	I степени;
1,6–2,2 балла	II степени
2,3–3,0 балла	III степени

Используя технологию флуоресцентной спектроколориметрии, были получены данные о состоянии переходной зоны между эмалью и композитом в различные периоды времени после лечения. Этот процесс исследования был осуществлен с помощью интраоральной камеры SoproLife, разработанной французской компанией Satelec (Рисунок 2.5). Указанный метод основывается на анализе флуоресцентных свойств эмали, что позволяет выявить очаги рецидивного кариеса, которые нельзя обнаружить клинически.

Прибор SoproLife представляет собой multifunctionalное

устройство, которое может быть применено в большинстве клинических ситуаций. С его помощью стоматолог может быстро и эффективно корректировать свои действия. Особенностью SoproLife является отсутствие излучения ультрафиолетового или ионизирующего излучения, что делает его безопасным для пациента и персонала клиники.

Три режима работы лампы включают следующий функционал: режим диагностики, режим лечения, режим дневного света (дополнительный осветительный прибор операционного поля).



Рисунок 2.5 - Флуоресцентная интраоральная камера SoproLife

Аппарат SoproLife USB M2 («Sopro Acteon Group», Франция) который представляет собой диагностическую фотокамеру. Технология автофлуоресценции в камере SoproLife позволяет обнаруживать кариозные поражения на жевательной поверхности или в межпроксимальных пространствах на ранних стадиях. Механизм работы SoproLife заключается в том, что при воздействии на зуб синего света с длиной волны менее 400 нм индуцируется флюоресценция его тканей (автофлюоресцентный процесс). Это

явление основано на стимуляции эндогенных флюорофоров, которые содержатся в твердых тканях зуба. Глубина проникновения света составляет 3 мм. Интенсивность и цвет флюоресценции варьируют в зависимости от состояния эмали и дентина, а также активности и глубины кариозного процесса. В норме здоровая эмаль и дентин дают светло-зеленое свечение, при очаговой деминерализации эмали окраска изменяется, контрастируя с окружающими не пораженными тканями. Если же свет попадает на кариозную полость, где имеются продукты жизнедеятельности бактерий (порфирины), образуется красное свечение. В процессе исследования изображение флюоресценции накладывается на оптическое изображение зубов, что позволяет не только визуализировать пораженные участки, но и определить их точную локализацию. Для интерпретации результатов использовалась 4-балльная шкала (Таблица 2.8).

Для получения объективных результатов проводимого клинического исследования через 1 и 2 года наблюдения использовалась методика оценки качества реставрации согласно Системе Оценки Стоматологических Критериев Службы Здравоохранения США (VSPHS) по критериям Риджа (G. Ryge, 1980), которые включают:

- 1) качество расположения материала в полости зуба;
- 2) качество краевого прилегания к твердым тканям полости зуба (краевая адаптация материала);
- 3) качество обработки готовой реставрации;
- 4) качество цветопередачи, или процент попадания в цвет естественных тканей рядом стоящих зубов;
- 5) качество конечной полировки готовой реставрации;
- 6) окончательное качество завершенной реставрации.

Система оценки критериев Риджа имеет следующий вид:

- 0 –идеальная реставрация;
- 1 – правильная или очень хорошая реставрация;
- 2 – реставрация, нуждающаяся в отсроченной замене;

3 – реставрация, нуждающаяся в немедленной замене.

Таблица 2.8 – Интерпретация данных спектрофотокалориметрического метода

Результат	Интерпретация (баллы)
• Свечение отсутствует. • Отдельные точечные очаги оранжевого свечения	0 баллов
• множественные точечные очаги оранжевого свечения $> 1/3$ периметра реставрации	1 балл
• полосы деминерализации от $1/3$ до $1/2$ периметра оранжевого свечения или • визуально определяемые одиночные очаги с бордово-красным свечением;	2 балла
• множественные очаги в виде полос с бордово-красным свечением	3 балла

Метод, разработанный В.К. Леонтьевым и В.А. Дистелем в 1975 году для измерения степени кислотной растворимости эмали, был применен в настоящем исследовании. Для получения деминерализующего раствора, смешали 97 мл 1Н соляной кислоты и 50 мл 1Н солянокислого калия, а затем добавили дистиллированную воду до объема 200 мл. Чтобы обеспечить постоянный контакт капли с зубом и лучшее ее удержание на поверхности эмали, использовали раствор с повышенной вязкостью, который достигали с помощью глицерина в соотношении 1:1. Для нанесения точно измеренного количества деминерализующей жидкости на зуб и последующего отбора из этой капли также использовался микрошприц, который обеспечивал постоянное количество жидкости.

Для проведения биопсии эмали использовался особый метод с применением микрошприцов. Чтобы обеспечить этот процесс, поверхность иглы была покрыта водоотталкивающим составом, таким как вазелин. Затем небольшое количество деминерализующей жидкости объемом 2 мкл было впрыснуто в микрошприц и аккуратно нанесено на заранее высушенную область зуба, образуя каплю объемом 2 мкл. После нанесения капли на поверхность зуба практически вся капля оставалась на нем благодаря специальной игле с вазелином и срезанным концом.

Для предотвращения обратного растекания жидкости через 1 минуту после введения иглы в каплю был извлечен 1 мкл жидкости. Затем этот объем раствора был перемещен в пробирку, в которой уже находилось 1 мл дистиллированной воды. После этого с использованием индикатора арсеназа III была проведена фотометрия полученного раствора. Полученная экстинция раствора использовалась для определения концентрации кальция в пробе. Для этого использовалась калибровочная кривая, которая была построена на основе стандартных растворов кальция.

При необходимости возможно повторить процедуру биопсии на одном или нескольких зубах, чтобы обеспечить одинаковые условия для отбора проб эмали для анализа.

2.2.2 Лабораторные методы исследования

Для измерения адгезионной прочности была использована методика измерения в соответствии с ГОСТ Р 51202-98 (п.6.3). Для этой цели был использован прибор Shear Bond Tester от компании Bisco (Рисунок 2.9). Образцы, использовавшиеся для клинических тестов, были созданы в лабораторных условиях и изготовлены из пломбировочных материалов (Рисунок 2.10).

Все пациенты, как уже было указано выше, были разделены на группы в зависимости от используемого растворителя в адгезивной системе. В группе

№1 изучалась сила адгезии при применении ацетонсодержащей адгезивной системы.

В процессе исследования, которое проводилось в группе №2, при применении адгезивной системы на основе этанола. В группе №3, была проанализирована адгезионная прочность при использовании водобазовой адгезивной системы.

Для выполнения эксперимента создали по 5 образцов в каждой из групп, все они соответствовали стандартам, установленным в ГОСТ Р 51202-98.

Для выполнения исследования было использовано 30 зубов, которые были удалены у людей в возрасте от 18 до 60 лет по здоровьесберегающим основаниям. Для поддержания качества использовались только те зубы, которые не превышали семидневный срок хранения, ввиду того что дентин подвергается негативным изменениям со временем. Каждый зуб подвергался ультразвуковой обработке с применением аппарата «Piezon Master» и специализированной пасты Dentsply, а также чистился специальной щеткой, чтобы удалить зубной налет и периодонтальные волокна. Завершающим этапом было их размещение в дистиллированной воде для обеспечения сохранности.

Специальное разъемное кольцо высотой $3\pm 0,1$ мм и диаметром $3\pm 0,4$ мм устанавливалось на поверхность эмали и дентина. Затем внутренняя полость кольца заполнялась пломбировочным материалом, и проводилась полимеризация в соответствии с указаниями производителя (Рисунки 2.6, 2.7).

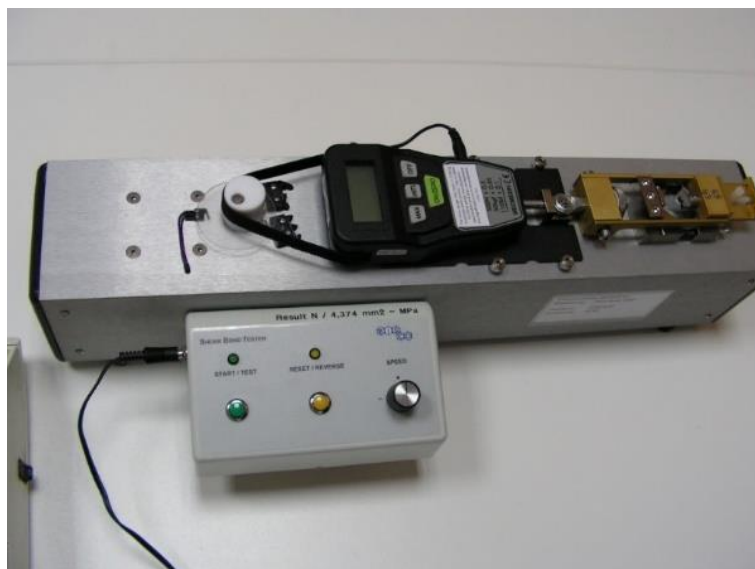


Рисунок 2.6 - Аппарат Shear Bond Tester (Bisco)



Рисунок 2.7 - Образец для исследования в Shear Bond Tester

Прежде чем приступить к исследованиям, образец, предварительно освобожденный от съемного кольца, подвергали 48-часовому замачиванию в специальной емкости с дистиллированной водой, поддерживая температуру воды на отметке $37\pm 1^{\circ}\text{C}$ при помощи термостата. По завершении этого времени, образцы извлекали, высушивали и устанавливали в тестовый аппарат

(рисунок 2.8) для оценки их адгезивных свойств. Проверка производилась по методу оценки сопротивления сдвигу, что предусмотрено стандартом ГОСТ Р 51202-98, п. 6.3, с целью установить прочность связи между зубными твердыми тканями и пломбировочным материалом.

При изучении была использована скорость 5 мм в минуту. Затем было выявлено значение, при котором произошло нарушение контакта между пломбировочным материалом и твердыми тканями зуба. Дополнительно была проанализирована поверхность мест разрушения для понимания его характера.

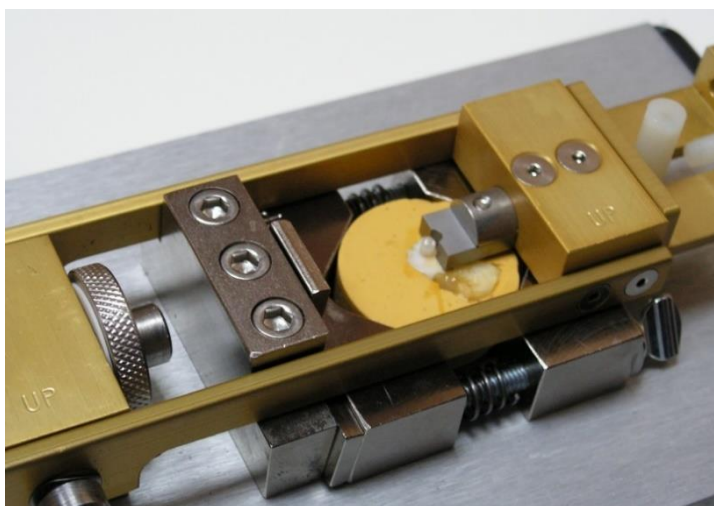


Рисунок 2.8 - Внешний вид образца, установленного в ShearBondTester

При исследовании взаимодействий между молекулами гидроксиапатита, которые присутствуют в кристаллах, регистрация спектров методом ИК-фурье играет важную роль. Инфракрасное излучение, взаимодействуя с молекулами, вызывает возмущения их дипольных моментов, что инициирует колебательные и вращательные движения атомных групп. Эти движения формируют уникальный ИК-спектр, характеризующийся серией полос поглощения и пиков, соответствующих различным колебательным процессам внутри молекулы. Интенсивность каждой полосы в спектре напрямую связана с величиной изменения дипольного момента – чем значительнее изменение, тем ярче и выразительнее пик.

Обычно для регистрации инфракрасных спектров используются

специализированные устройства, называемые интерферометрами, работающими на принципе, разработанном Майкельсоном. В их конструкции применяются два зеркала, одно из которых закреплено на месте, а другое способно перемещаться. Компонент, известный как светоделитель, разделяет луч из спектрометра на два отдельных потока. Работа зеркал заключается в отражении этих потоков: стационарное зеркало отражает один, в то время как подвижное зеркало отражает другой, перемещаясь на определенное расстояние. Когда эти два отраженных луча взаимодействуют, возникает интерференционный паттерн, формирующий сигнал, который интерферометр передает далее (Рисунок 2.9).

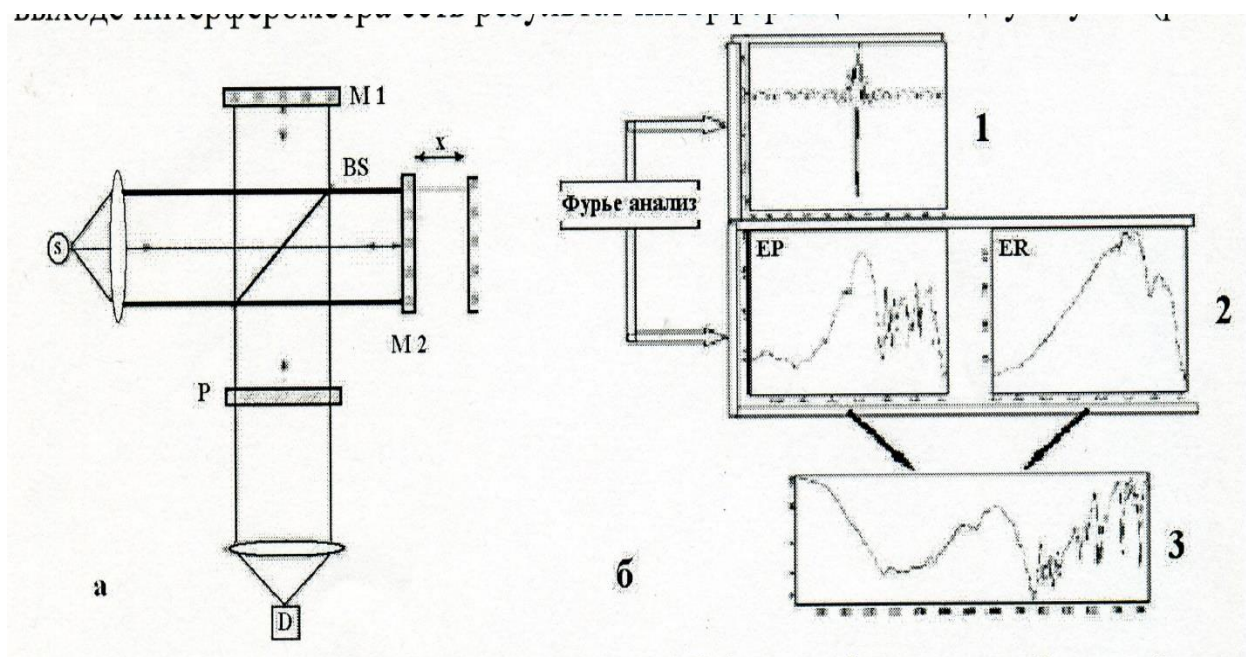


Рисунок 2.9 - а) Схема интерферометра Майкельсона б) 1- интерферограмма; 2- после фурье-преобразования однолучевой спектр: EP спектр образца, ER спектр сравнения; 3 – ИК-спектр: отношение однолучевых спектров образца и сравнения.

Информация обо всех инфракрасных частотах, которые исходят от источника, содержится в интерферограмме. Она генерируется отражением света от зеркала M2 и показывает интенсивность $I(x)$ в зависимости от его положения. Обработка этой интерферограммы с помощью Фурье-

преобразования дает нам спектральное изображение E_P, ν , которое отражает изменение интенсивности $I(\nu)$ в ответ на различные волновые числа (ν). Ключ к пониманию абсорбции материалов заключается в сравнении двух спектров: спектра, полученного с пробой P (спектр образца), и без нее (спектр фона или сравнения). Абсорбционный спектр, выявляющийся из такого сравнения, помогает определить принадлежность конкретных полос поглощения к определенным структурным группам, основываясь на их местоположении и изменениях интенсивности.

В данном исследовании использовался метод нарушенного полного внутреннего отражения (НПВО, Рисунок 2.10) при изучении инфракрасных спектров. Основная идея этого метода заключается в возможности получить информацию о поверхности кристалла, где находится образец. В процессе полного внутреннего отражения инфракрасного пучка от поверхности кристалла возникают внутренние отражения, которые создают быстро ослабевающую волну, распространяющуюся от кристалла до образца.

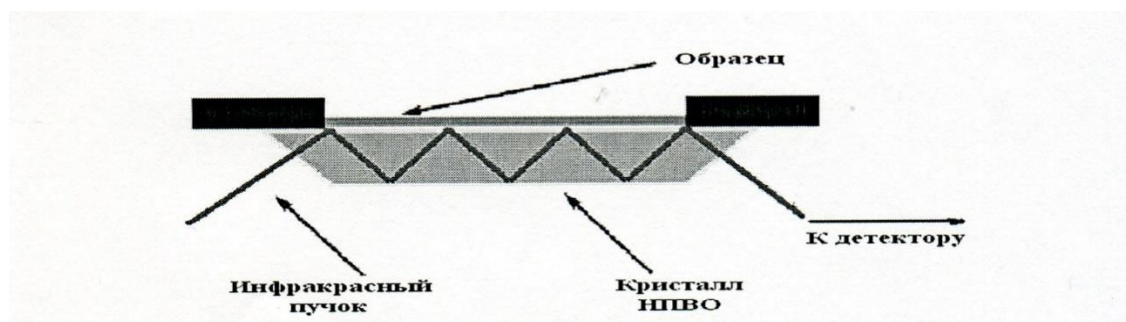


Рисунок 2.10 - Схематичное устройство приставки НПВО

Глубина проникновения в данном случае составляет от 0,5 до 5 мкм. В областях инфракрасного спектра, где образец поглощает энергию, происходят изменения, волна либо ослабляется, либо меняется. Такие изменения происходят из-за того, что эта энергия возвращается назад в инфракрасный луч и передается на детектор после выхода из кристалла. Чтобы успешно зарегистрировать данные, необходимо выполнение установление хорошего контакта между исследуемым материалом и кристаллом, а также равенство

коэффициента «отражения кристалла» коэффициенту отражения образца.

Исследования проводились в центре коллективного пользования научным оборудованием ВГУ с использованием приставки компании BRUKER и ИК-Фурье-спектрометра VERTEX 70 по методу НПВО. Регистрация спектров поглощения/пропускания осуществлялась с разрешением $0,01\text{ см}^{-1}$ по волновому числу, а время регистрации фона/спектра составляло 64 секунды в диапазоне от 400 до 4000 см^{-1} .

Растровая электронная микроскопия является методом исследования морфологии образцов эмалево-композитного соединения с использованием сканирующего электронного микроскопа Phenom. В данном исследовании были получены образцы путем криодеструкции экстрагированных и пломбированных зубов (Рисунок 2.11).



Рисунок 2.11 - Растровый электронный микроскоп PHENOM

Процесс работы растрового электронного микроскопа основывается на взаимодействии первичного электронного потока с поверхностью анализируемого образца. Это взаимодействие вызывает отражение вторичных электронов, которые затем регистрируются с помощью специализированных сенсоров. Параметры отраженной волны меняются в зависимости от

физических свойств образца и при его перемещении. Изображение, которое передается на экран монитора, получается путем обработки зафиксированного сигнала и соответствует топографии и характеристикам образца.

При проведении лабораторных исследований, направленных на изучение морфологии образцов с возможностью интерпретации, был использован растровый электронный микроскоп (РЭМ). Основные принципы работы этого устройства представлены на Рисунке 2.12.

Первоначальное формирование электронного пучка осуществляется при помощи специализированного конденсорного блока, который его фокусирует и передает на специальный усилитель для обработки сигнала.

С помощью высокотехнологичного программного обеспечения, изображение исследуемого образца проецируется на экран. Данное ПО дополнительно дает возможность одновременной регистрации различных типов сигналов, включая рентгеновские лучи, что необходимо для создания планарной спектрограммы и проведения детального элементного анализа образцов. В работе ускоряющей электронной пушки используется напряжение в 20 кэВ. Разрешающая способность прибора достигает 3 нм, а вакуум в рабочей камере поддерживается на уровне 10^{-4} - 10^{-5} мм ртутного столба. Изображение объекта исследования может быть увеличено в 200000 раз.

Для того чтобы получить микроснимки использованных в данном исследовании образцов, была проведена особая подготовка, принимающая во внимание уникальные характеристики материала. В ходе этого процесса образцы обрабатывались тонкой пленкой золота, поскольку оригинальные материалы обладали диэлектрическими характеристиками и подвергались интенсивной зарядке внутри микроскопического пространства камеры.

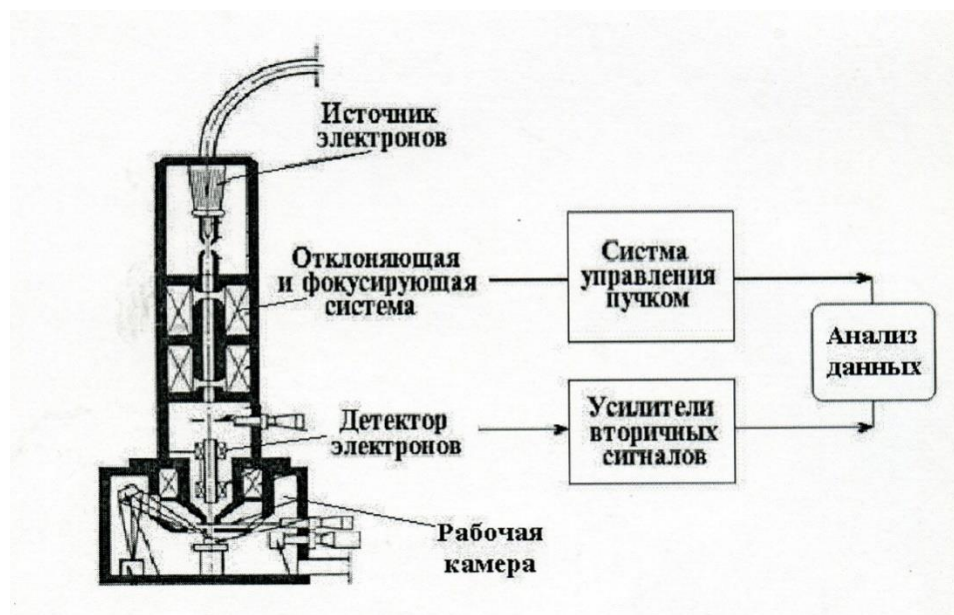


Рисунок 2.12 – Схематичное распределение анализаторов растрового электронного микроскопа

2.2.3 Методы статистической обработки материала исследований

Статистическая обработка данных была выполнена с использованием стандартного программного пакета Statistica 8.1 от компании Statsoft, а также специально разработанных программных решений, созданных под руководством авторов. Прежде чем использовать каждый из этих программных продуктов в исследовании, они были протестированы на выборках с заведомо известными характеристиками.

Исследовательский анализ позволил определить различные статистические характеристики, такие как среднее, стандартное отклонение, стандартная ошибка, медиана, мода, коэффициент вариации, квантили распределения, асимметрия и эксцесс. Эти показатели отражают уникальные особенности распределения данных и помогают определить, следует ли применять параметрические или непараметрические критерии.

Если распределение данных имело нормальный характер, применялись параметрические методы для сравнения групп. В случае, когда не было возможности отнести данные к нормальному распределению, были

использовали непараметрические методы. Таким образом, сравнение между группами проводилось с учетом этих особенностей.

В исследовании использованы различные критерии для оценки данных. Один из них - t-критерий Стьюдента с поправкой Бонферонни, непараметрические критерии, такие как критерий Вилкоксона для парных сравнений, U-критерий Манна-Уитни, критерий Крускала-Уоллеса, критерий Колмогорова-Смирнова, критерии точной вероятности Фишера и χ^2 с поправкой Йетса. Для анализа корреляции были применены коэффициенты линейной корреляции Пирсона (в случае линейной связи) и Спирмена (при нелинейной связи или аномальном распределении).

Для выявления различных типов реакций на применяемый метод одонтопрепарирования был использован метод К-средних в кластерном анализе.

Основные элементы, которые оказывают весомое воздействие на эффективность соединения материалов с помощью адгезива, варьируются и включают в себя: характеристики используемого растворителя в адгезивной системе, имеющийся опыт лечения пациента с применением эндодонтических процедур, а также разнообразие и специфические особенности опорных зубов, отвечающих за их функцию.

В ходе исследования использовались разнообразные методы, включая такие, как прицельное зондирование, сбор анамнеза, диагностическое препарирование, электроодонтодиагностика и рентгенография. Это стало возможным благодаря разработке уникального набора методик исследования, обогащенного различными клиническими подходами. Кроме того, для определения состояния пациента используются индекс КПУ, гигиенический индекс и индекс интенсивности гиперестезии зубов. Для более точной диагностики были использованы кислотная биопсия и люминесцентная спектроколориметрия. В рамках лабораторных исследований было проведено определение силы адгезии, инфракрасная спектроскопия и растровая электронная микроскопия. Полученные данные подвергаются статистической

обработке.

Примененные для исследования методы позволили в полной мере оценить клиническую эффективность представленных адгезивных систем, которые используются при прямой композитной реставрации твердых тканей зуба. Морфологические, анатомические и микроструктурные особенности фундаментальных высокотехнологических методов исследования необходимо обосновать, чтобы определить их целевое применение.

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

3.1 Результаты лабораторных исследований

Для достижения целей и задач данного исследования была выполнена серия лабораторных экспериментов *in vitro*. Основной фокус был на изучении состояния эмалево-композитного соединения при использовании различных адгезивных систем с различными видами растворителя. В этих целях мы провели измерения силы адгезии композитного материала к твердым тканям зуба на сдвиг и использовали растровую электронную микроскопию для изучения эмалево-композитного соединения.

Исследование каждого типа адгезивной системы проводилось на 15 образцах, которые были подготовлены заранее. Из указанных образцов 10 соответствовали модели «витального зуба», а 5 соответствовали модели «девитального зуба». Проведение исследования для модели "витального зуба" происходило в течение не более 1 суток после удаления, в то время как для модели «девитального зуба» исследование проводилось в течение более 1 суток после удаления. Как уже упоминалось, все образцы изготавливались в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51202-98. Образцы были изготовлены с соблюдением ширины адгезионного поля - 1 мм эмали и 1 мм дентина. Для определения силы «смешанной» адгезии, учитывалось, что в клинических условиях различие в силе адгезии между эмалью и дентином не играет роли для определения качества прилегания композита. Образцы были установлены в приборе таким образом, чтобы первое усилие прилагалось на область соединения эмали и композита.

Во всех группах, при проведении эксперимента, была использована сила на сдвиг величиной 5 мм/мин.

В таблице 3.1 приведены результаты зарегистрированные в группе

применения ацетонсодержащей адгезивной системы Prime&Bond NT, группа №1 (Таблица 3.1).

Таблица 3.1 - Сила адгезии композита в группе №1 (адгезивная система Prime&Bond NT, содержащая ацетон), мПа

№ образца	Сила адгезии в мПа	
	«Витальный зуб»	«Девитальный зуб»
1	14,88	—
2	14,58	—
3	13,99	—
4	14,62	—
5	14,82	—
6	15,01	—
7	14,76	—
8	14,93	—
9	14,79	—
10	15,05	—
11	—	14,53
12	—	13,98
13	—	14,19
14	—	14,55
15	—	14,61

При использовании адгезивной системы Prime&Bond NT с содержанием ацетона, не было обнаружено достоверной разницы в силе адгезии между композитом Spectrum (Dentsply) и твердыми тканями зуба, которая зависела от «витальности» пломбируемого зуба (Таблица 3.1). Среднее значение силы адгезии для модели «витальный» зуб составило $14,74 \pm 0,31$ мПа ($p \leq 0,05$). При исследовании этого параметра на модели «девитальный» зуб, его значение составило $14,37 \pm 0,24$ мПа ($p \leq 0,05$).

В таблице 3.2 приведены результаты зарегистрированные в группе применения спиртсодержащей адгезивной системы Single Bond 2, группа №2 (Таблица 3.2) и традиционное ручное распределение по поверхности операционного поля в соответствии с официальным протоколом.

По данным Таблицы 3.2, можно сделать вывод о наличии значимой разницы в силе адгезии между композитом Filtek Ultimate (3M ESPE) и

твердыми тканями зуба в группе №2. Сила адгезии в «витальном» зубе составила $16,79 \pm 0,26$ мПа ($p \leq 0,05$), в «девитальном» зубе, значение уменьшалось в 1,21 раза до $13,85 \pm 0,27$ мПа ($p \leq 0,05$). Таким образом, по результатам исследования, при использовании спиртсодержащей адгезивной системы Single Bond 2 в «витальном» зубе сила адгезии выше.

Таблица 3.2 - Сила адгезии композита в группе №2 (спиртсодержащая адгезивная система Single Bond 2), мПа

№ образца	Сила адгезии в мПа	
	«Витальный зуб»	«Девитальный зуб»
1	16,43	—
2	17,01	—
3	16,59	—
4	16,71	—
5	16,71	—
6	16,87	—
7	16,89	—
8	16,95	—
9	16,92	—
10	16,86	—
11	—	14,02
12	—	14,12
13	—	13,98
14	—	13,58
15	—	13,68

В Таблице 3.3 приведены результаты зарегистрированные в группе применения водобазовой адгезивной системы One Coat Bond SL, группа №3 (Таблица 3.3).

Таблица 3.3 отражает достоверно зарегистрированную разницу в силе адгезии между композитом SynergyD6 (Coltene) и твердыми тканями «витальных» и «депульпированных» зубов в группе №3, при применении водобазового адгезива. Таким образом, среднее значение силы адгезии для «витального» зуба составило $16,46 \pm 0,36$ мПа ($p \leq 0,05$). При исследовании данного параметра на модели «девитального» зуба, его значение уменьшалось

в 1,29 раза до $12,88 \pm 0,43$ мПа ($p \leq 0,05$).

Таблица 3.3 - Сила адгезии композита в группе №3, мПа

№ образца	Сила адгезии в мПа	
	«Витальный зуб»	«Девитальный зуб»
1	16,43	—
2	15,97	—
3	16,72	—
4	16,48	—
5	16,61	—
6	16,72	—
7	16,51	—
8	16,56	—
9	16,33	—
10	16,29	—
11	—	12,55
12	—	13,05
13	—	12,75
14	—	12,76
15	—	13,31

Результаты исследования показали, что использование водобазовой и спиртсодержащей адгезивной системы приводит к снижению силы адгезии композитов к твердым тканям зуба на модели «девитальный» зуб. Однако при использовании ацетон содержащей адгезивной системы данной тенденции не наблюдалось. Результаты растровой электронной микроскопии и клинические методы исследования подтверждают возможные изменения качества адгезии на морфологическом уровне.

С помощью сканирующей растровой электронной микроскопии мы смогли провести аналитическое сравнение морфологических характеристик микроструктуры образцов. Оценивались качественные характеристики нанесения адгезива, распределения на поверхности эмали и глубина пенетрации в твёрдые ткани зуба в группах исследования.

Ротационный инструмент, используемый для препарирования полости, приводит к нарушению микроструктуры эмали у всех исследованных групп

пациентов. Рисунок 3.1 демонстрирует это явление. При увеличении до $\times 5000$ обнаруживается разрушение эмалевых призм, а при увеличении до $\times 50000$ видно поперечные переломы (Рисунок 3.2), что соответствует результатам предыдущих исследований. Кроме того, при изучении адгезионной поверхности зуба стоит обратить внимание на ее характерный рельеф с выраженным «смазанным» слоем (Рисунок 3.3).

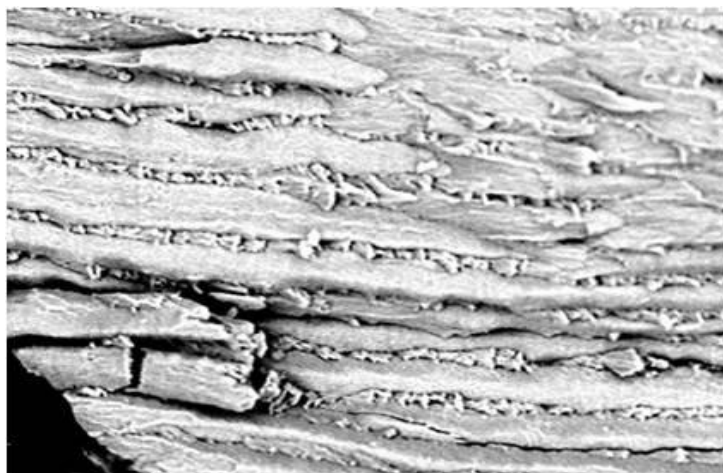


Рисунок 3.1 - РЭМ образца эмали ($\times 5000$)

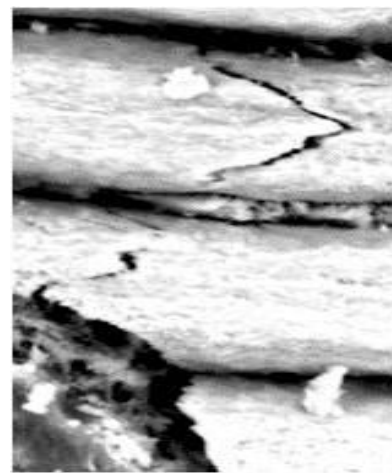


Рисунок 3.2 - РЭМ образца эмали ($\times 50000$)

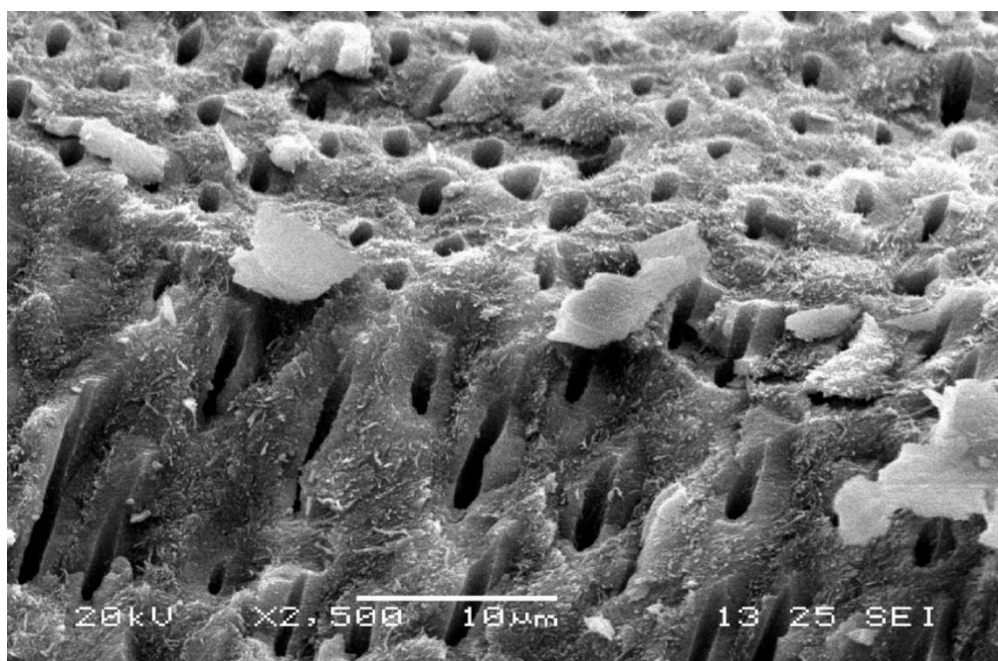


Рисунок 3.3 - РЭМ образца дентина, «смазанный слой» (увеличение $\times 5000$)

В группе применения ацетонсодержащего адгезива (группы №1) зарегистрированы следующие данные:

- неравномерное распределение адгезивной системы вдоль границы предполагаемой реставрации;
- на поверхности эмали обнаружены участки, не связанные ни микроретенционными, ни адгезивными связями бесформенные образования (Рисунок 3.4).

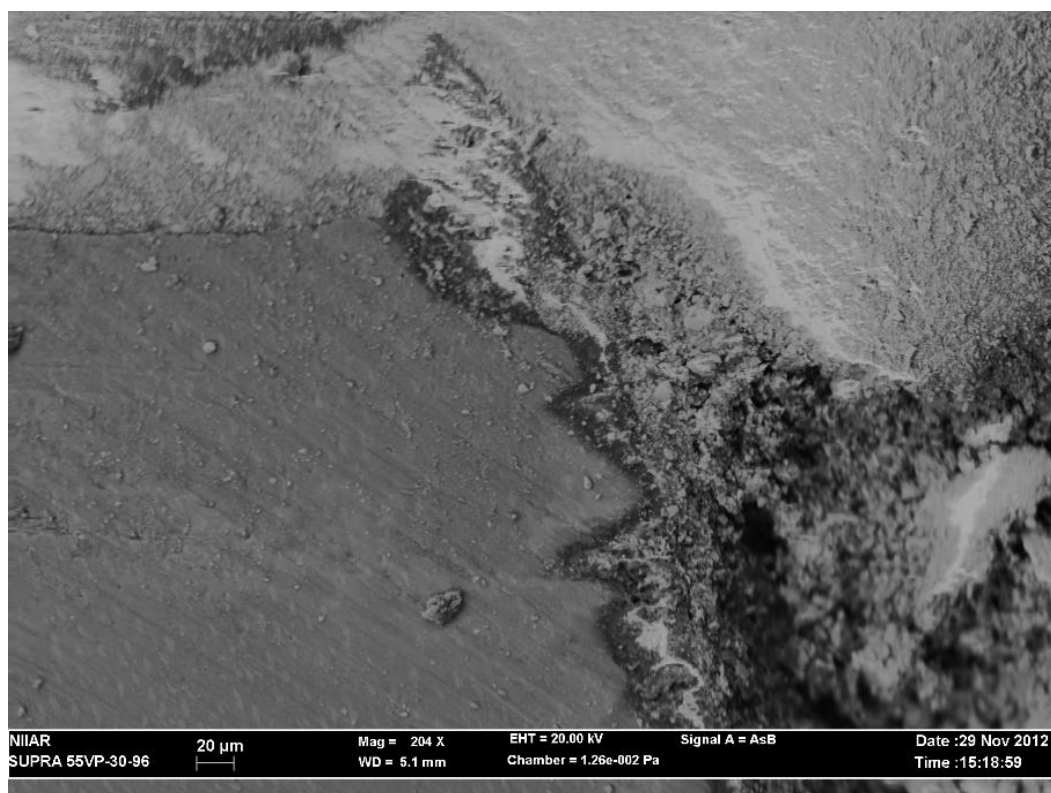


Рисунок 3.4 - РЭМ «адгезивного слоя» на поверхности эмали (группа №1, ацетонсодержащий адгезив)

Рисунок 3.5, растровая электронная микроскопия эмалево-композитного соединения (группа №1, адгезив с ацетоном) высокое качество эмалево-композитного соединения в части целостности и герметичности, несмотря на сложность рельефа поверхности зубных тканей.

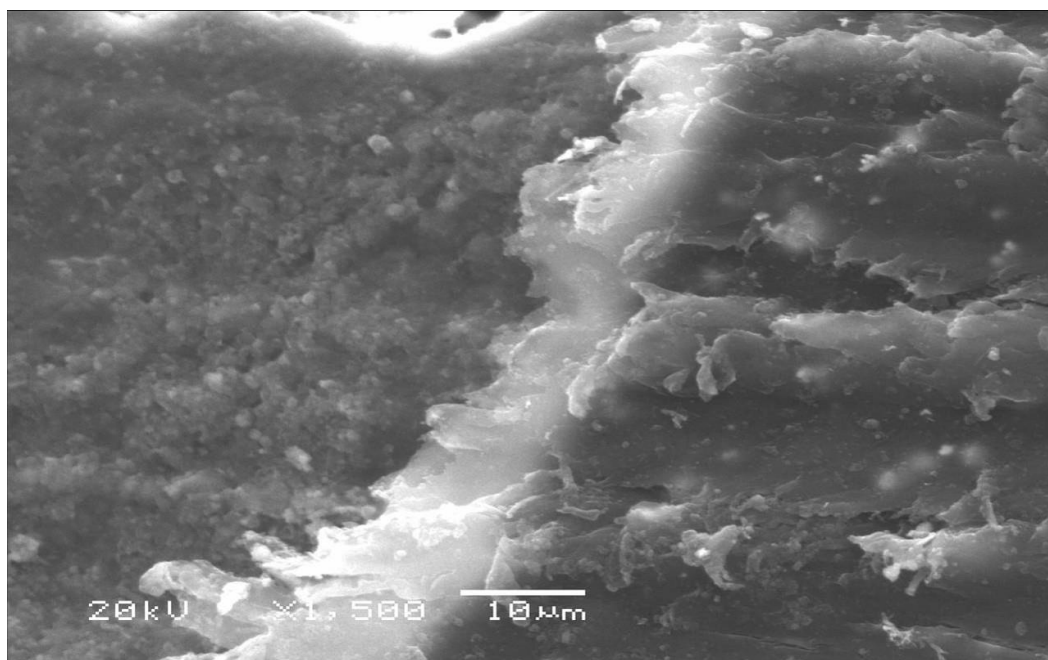


Рисунок 3.5 - РЭМ эмалево-композитного соединения (группа №1, адгезив с ацетоном)

Полученные результаты подтверждаются данными планарной спектрограммы указанной области (Рисунок 3.6).

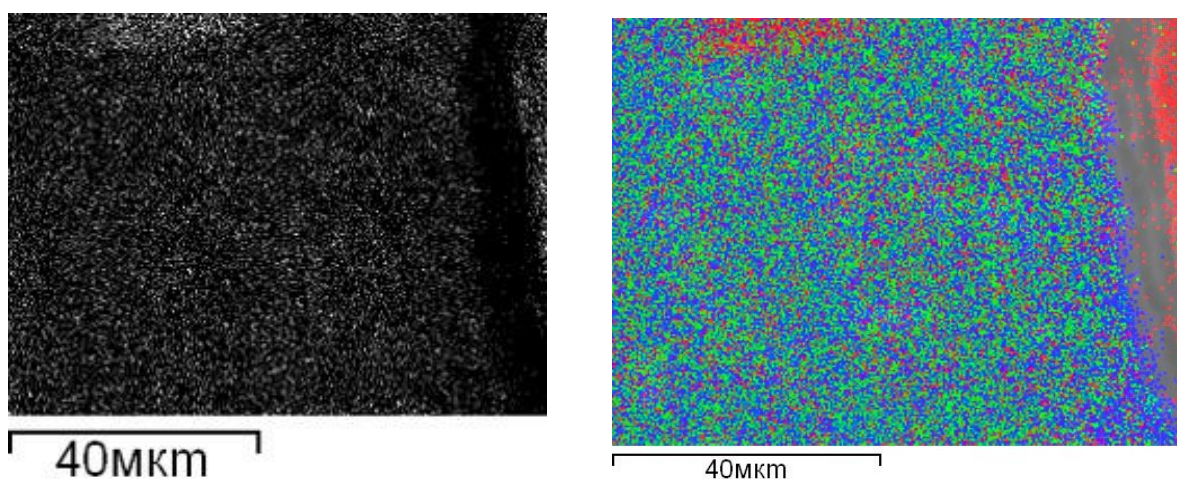


Рисунок 3.6 - Планарная спектрограмма эмалево-композитного соединения (группа №1, адгезив с ацетоном)

На спектрограмме, которая представлена на Рисунке 3.6, наблюдается отсутствие проникновения атомов кальция (обозначено красным цветом) через соединение эмаль-композит. Это указывает на то, что данное соединение

является герметичным.

Рисунок 3.7, растровая электронная микроскопия эмалево-композитного соединения (группа №2, адгезив с этанолом), демонстрирует неравномерное распределение адгезивной системы вдоль границы планируемой реставрации. Чередуются участки с качественным однородным распределением слоя адгезива, участки с избыточным содержанием адгезива и участки с его отсутствием.



Рисунок 3.7 - РЭМ «адгезивного слоя» на поверхности эмали (группа №2, адгезив с этанолом)

Результаты растровой электронной микроскопии применения адгезива (SingleBond 2, использующего спирт в качестве растворителя), группа №2, подтверждают высокое качество состояния эмалево-композитного соединения (Рисунок 3.8). Это связано с целостностью и герметичностью соединения, а также проникновением адгезива в слой композита и компенсацией полимеризационного стресса. Важно отметить, что даже при наличии сложного рельефа поверхности зубных тканей, соединение остается герметичным. Полученные данные полностью подтверждались результатами

планарной спектрограммы данной области (Рисунок 3.9).

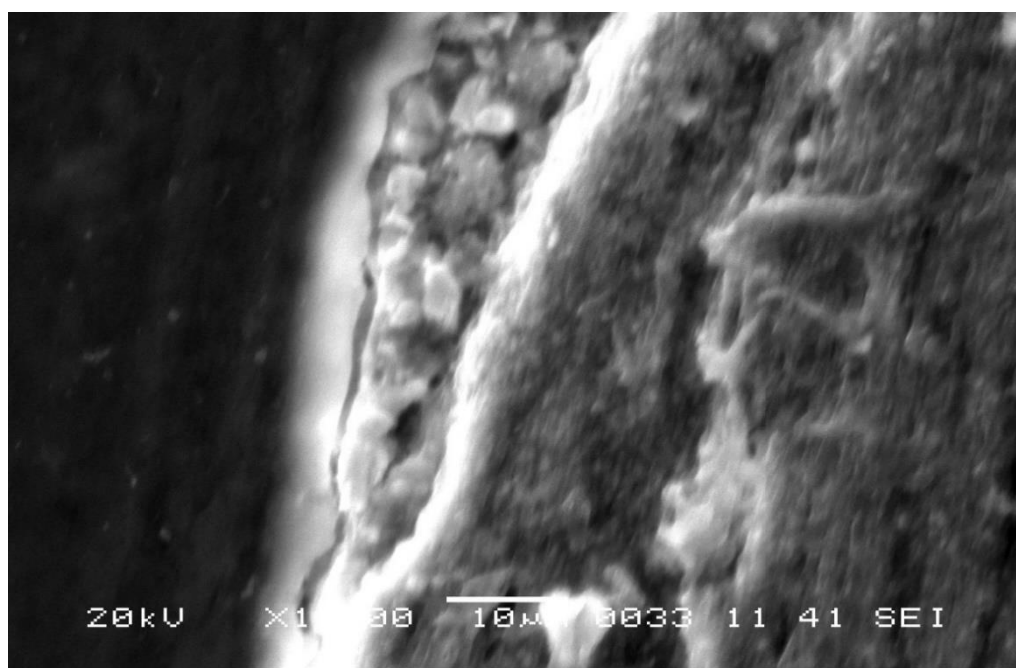


Рисунок 3.8 - РЭМ эмалево-композитного соединения (группа №2, спиртсодержащий адгезив)

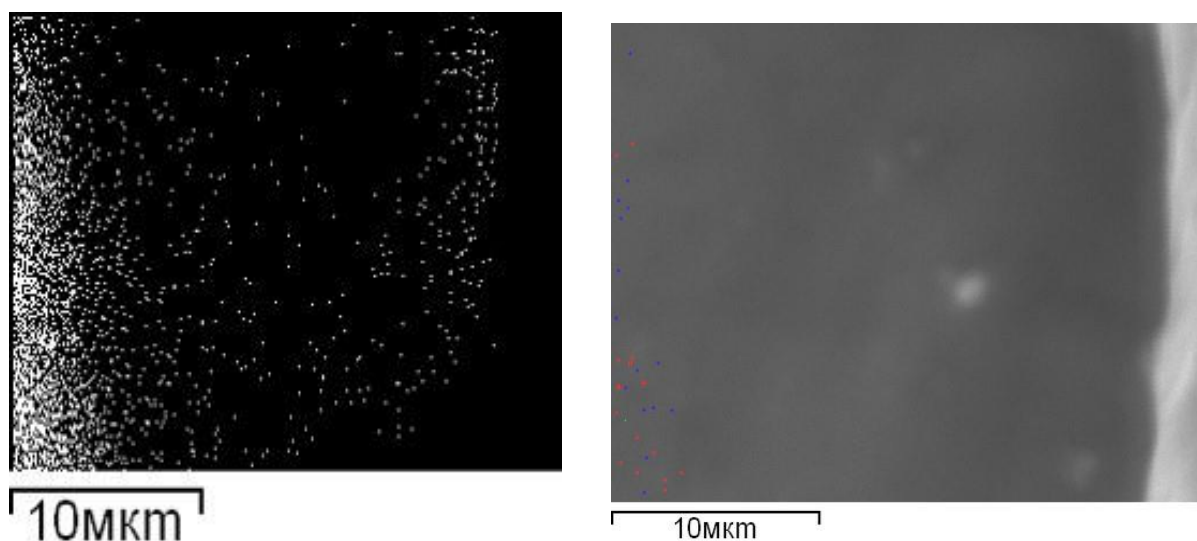


Рисунок 3.9 - Планарная спектрограмма эмалево-композитного соединения (группа №2, спиртсодержащий адгезив)

На Рисунке 3.9 спектрограммы видно, как атомы кальция (отображены красным цветом) проникают в соединение эмаль-композит на глубину до 40 мкм. Такая толщина соединения обусловлена эффектом полимеризационного

стресса композита. Однако миграция кальция за пределы этого соединения не наблюдается, что свидетельствует о его герметичности.

Рисунок 3.10, растровая электронная микроскопия эмалево-композитного соединения (группа №3, водобазовый адгезив), демонстрирует неравномерное распределение адгезивной системы вдоль границы планируемой реставрации. Чередуются участки с качественным однородным распределением слоя адгезива, участки с избыточным содержанием адгезива и участки с его отсутствием.

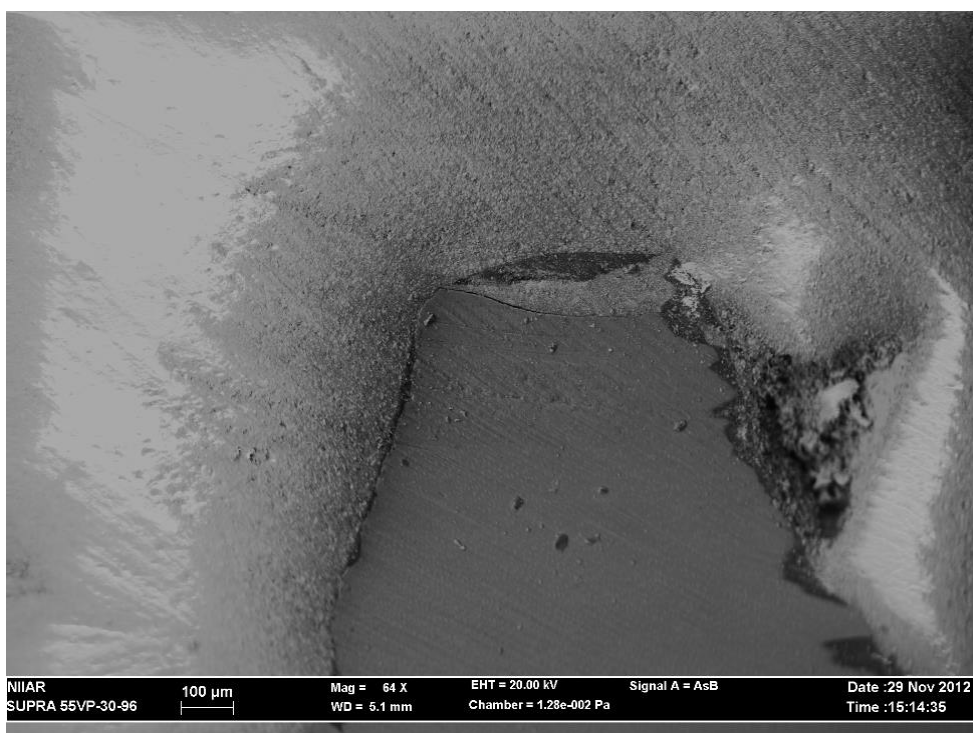


Рисунок 3.10 - РЭМ «адгезивного слоя» на поверхности эмали (группа №3, водобазовый адгезив)

В процессе сканирования данного образца после нанесения водобазового адгезива OneCoatBond SL было обнаружено следующее морфологическое распределение адгезивной системы и краевая адаптация композита, как показано на Рисунке 3.11.

Данные, полученные при использовании растровой электронной микроскопии, наглядно подтверждают высокое качество состояния эмалево-

композитного соединения. Это связано с тем, что адгезив проникает в слой композита, обеспечивая его целостность и герметичность. Важно отметить, что несмотря на сложный рельеф поверхности зуба, происходит компенсация полимеризационного стресса и сохранение герметичности соединения.

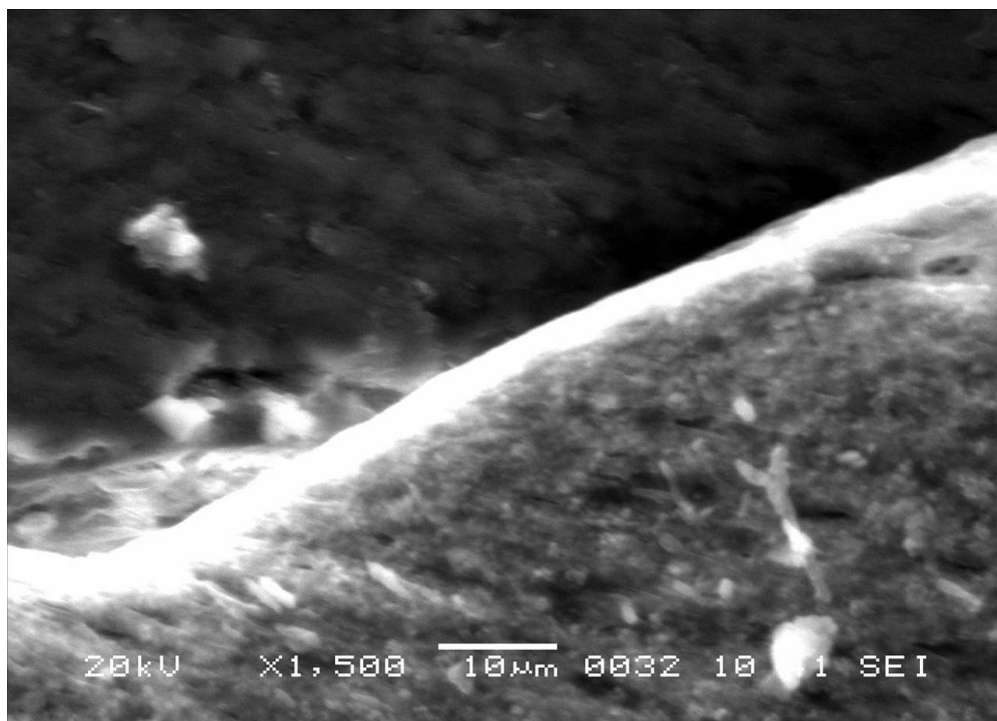


Рисунок 3.11 - РЭМ эмалево-композитного соединения (группа №3, водобазовый адгезив)

Полученные данные полностью подтверждены результатами планарной спектрограммы данной области (Рисунок 3.12).

В данном исследовании, как и в предыдущих, на спектрограмме, представленной на Рисунке 3.12, можно видеть, что атомы кальция не проникают (обозначены красным цветом) через соединение эмаль-композит. Это демонстрирует герметичность данного соединения.

Для изучения влияния ротовой жидкости на состояние эмалево-композитного соединения, а также для определения степени «вымываемости» адгезива при воздействии различных типов растворителя, была проведена атомно-силовая микроскопия. Были исследованы образцы с композитом, нанесенным сразу после проведения растровой сканирующей электронной

микроскопии. После этого все образцы, полученные в трех группах, были помещены в воду на период в 30 дней. По истечении этого периода проводилось повторное исследование данных образцов.

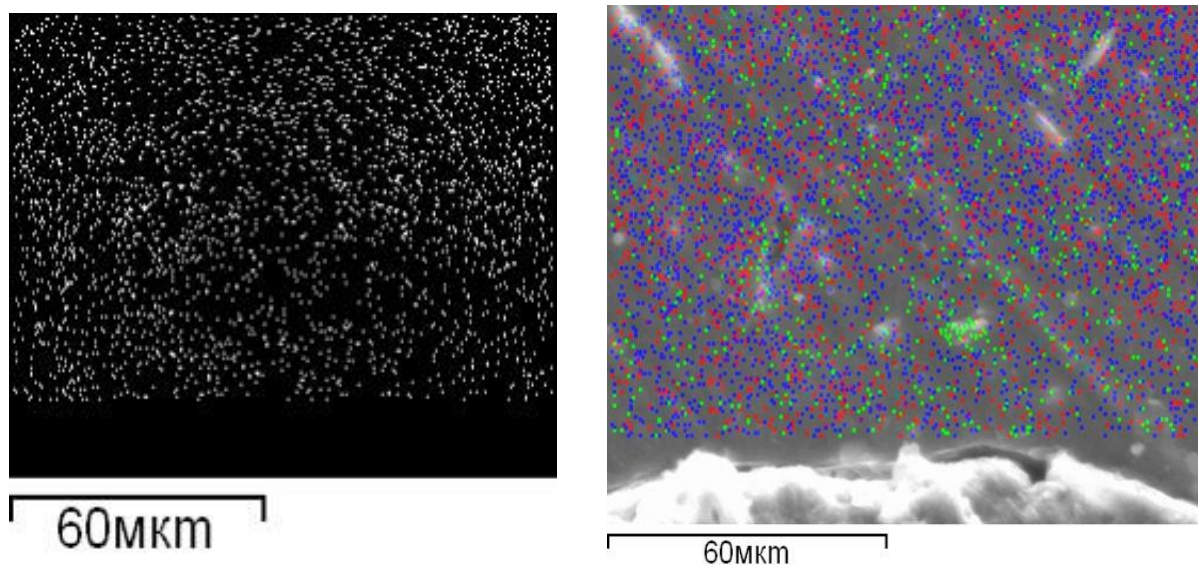


Рисунок 3.12 - Планарная спектрограмма эмалево-композитного соединения (группа №3, водобазовый адгезив)

Результаты атомно-силовой микроскопии в группах исследования имели отличия. В группе №1 компоненты адгезива проникают в зоны микроретенции, на рисунке это выглядит как «тяж» и «облачко» (Рисунок 3.13). Эти данные подтверждаются результатами растровой электронной микроскопии. На рентгенограмме также ясно видна плотная и однородная герметизация соединения эмали и композита.

При проведении сканирования данного образца через 30 суток, обнаружилось, что адгезив, который используется в группе №1, уже только частично проникает в зоны микроретенции и определяется только «тяж» (Рисунок 3.14), что соответствует частичному «вымыванию» адгезива в зоне его нанесения, соответственно, повышается риск разгерметизации соединения.

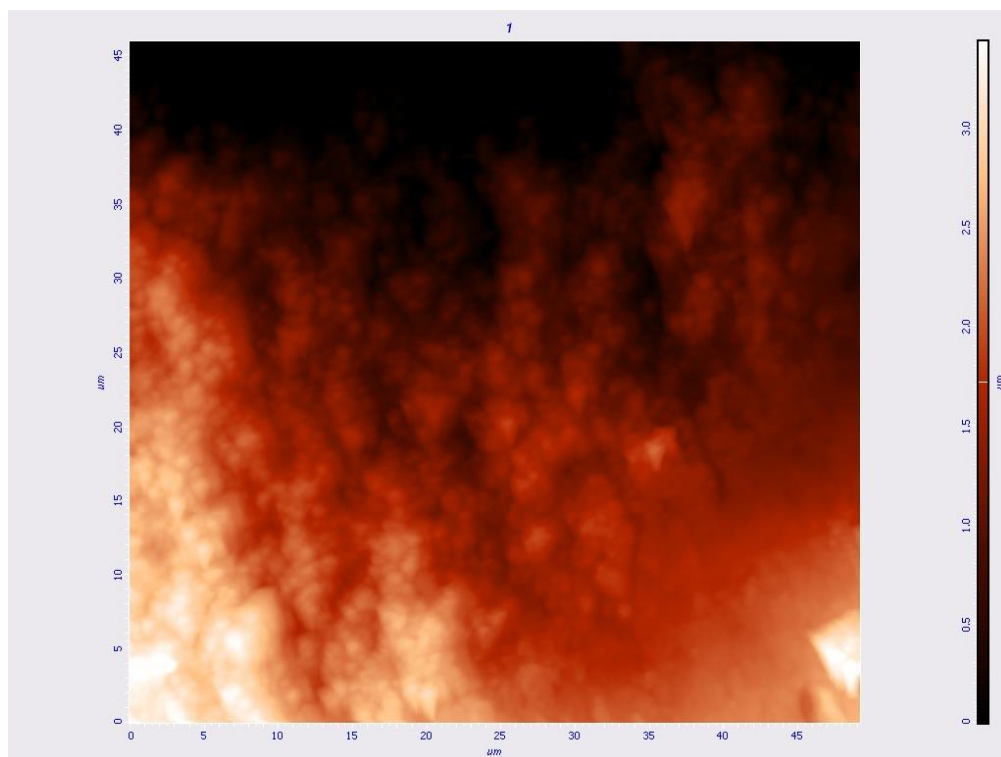


Рисунок 3.13 - АСМ зона демаркации после нанесения композита (группа №1, адгезив с ацетоном; режим топография)

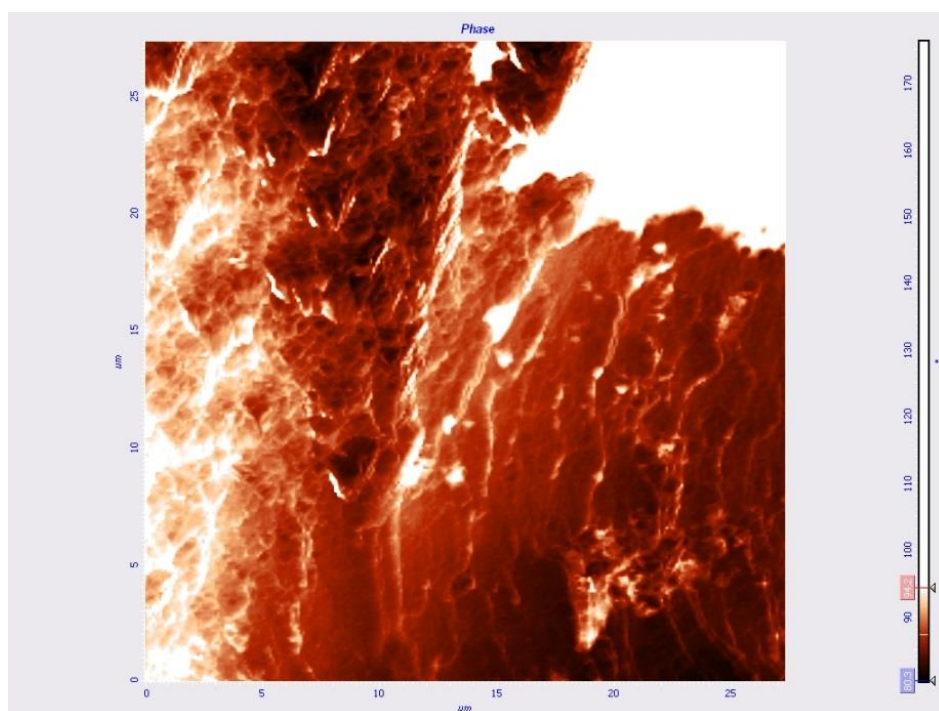


Рисунок 3.14 - АСМ эмалево-композитной границы спустя 30 суток после нанесения композита (группа №1, ацетонсодержащий адгезив)

В группе №2, при атомно-силовой микроскопии, компоненты адгезива проникают в зоны микроретенции, слой адгезива имеет плотную и однородную структуру, в виде однородного плотного «облака» и частиц наполнителя, которые глубоко проникают в зоны микроретенции (Рисунок 3.15). Эти данные подтверждаются результатами растровой электронной микроскопии. На рентгенограмме также ясно видна плотная и однородная герметизация соединения эмали и композита.

По истечении 30 дней в процессе сканирования данного образца было обнаружено, что слой спиртсодержащего адгезива, применяемого в данной группе, имел структуру «тяжа», состоящую из частиц адгезивной системы, которые частично проникали в зоны микроретенции (Рисунок 3.16). Быстрое испарение растворителя адгезивной системы приводит к частичному удалению адгезива из эмалево-композитного соединения и создает потенциальную угрозу разгерметизации. Важно отметить, что структура адгезива имеет слоистость, что может быть связано с этим явлением.

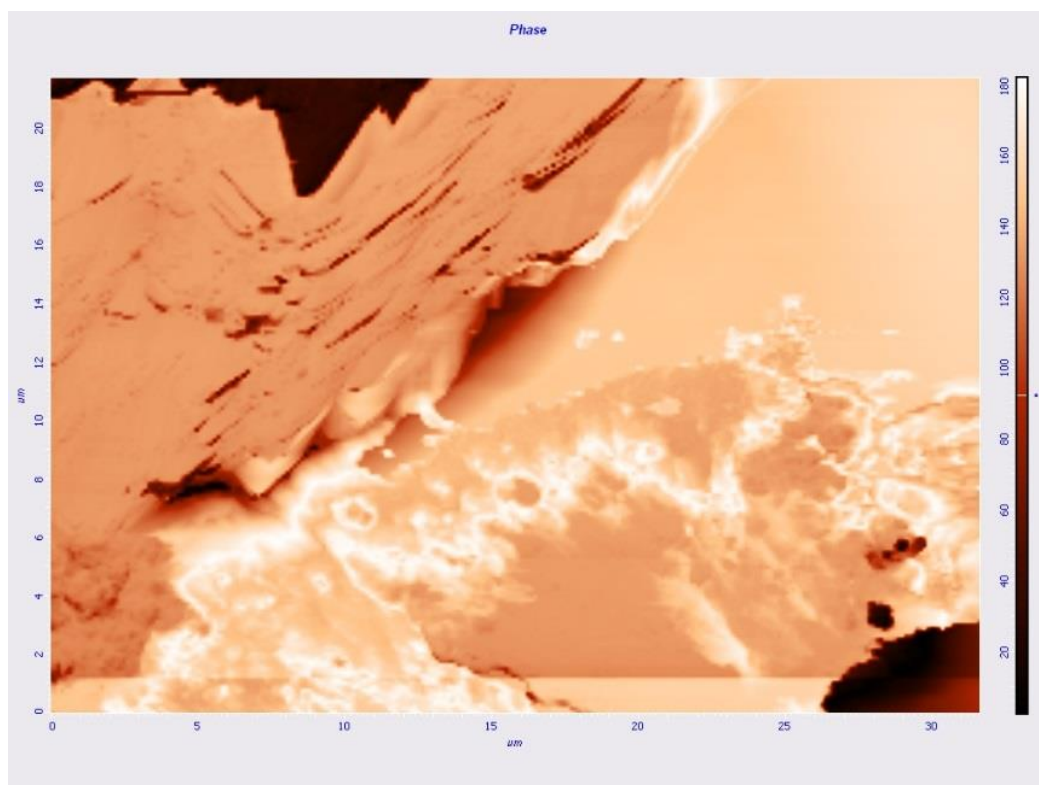


Рисунок 3.15 - АСМ эмалево-композитной границы после нанесения композита (группа №2, спиртсодержащий адгезив)

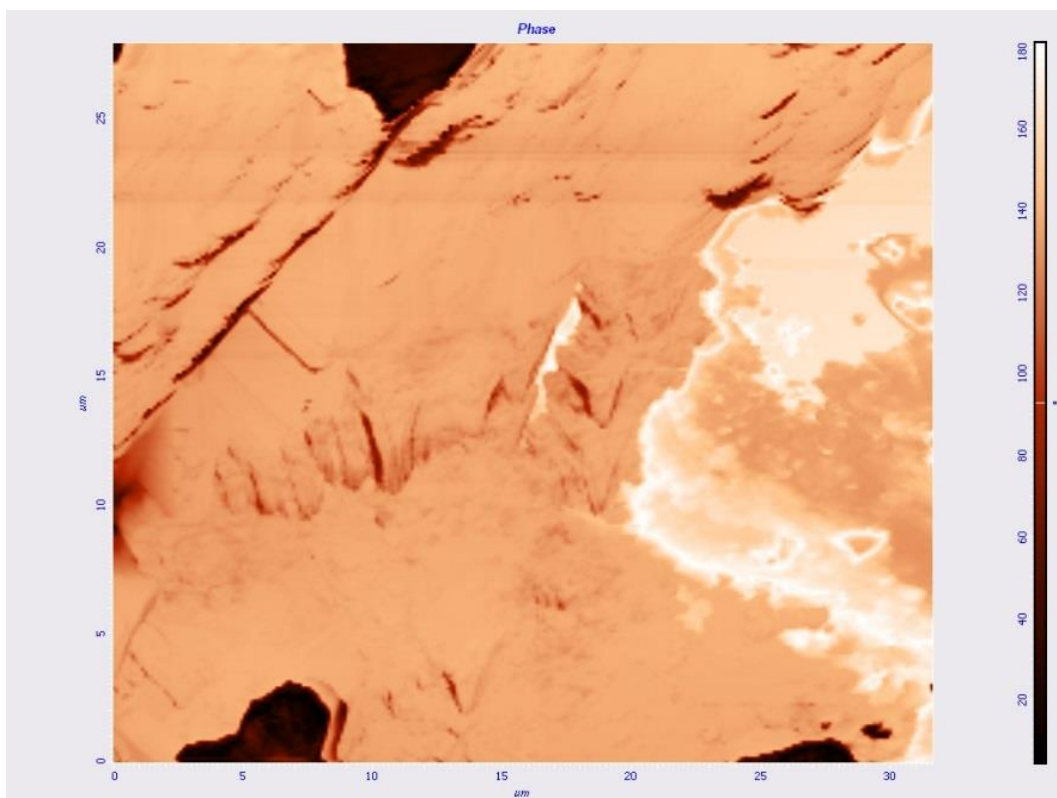


Рисунок 3.16 - АСМ эмалево-композитной границы спустя 30 суток после нанесения композита (группа №2, спиртсодержащий адгезив; режим топография)

В группе №3 компоненты гидрофильного адгезива проникают в зоны микроретенции, на рисунке это выглядит как «тяж» и «облачко» (Рисунок 3.17). Эти данные подтверждаются результатами растровой электронной микроскопии. На рентгенограмме четко видно, что эмалево-композитная граница реставрации обеспечена плотной и однородной герметизацией.

Через 30 дней после сканирования данного образца было обнаружено, что слой водобазового адгезива имел слоистую структуру «тяжа», проникновение адгезивной системы в зоны микроретенции было частичным (Рисунок 3.18). Особое внимание привлекает наличие зон с недостаточным и избыточным содержанием адгезива, которые чередуются полосами (Рисунок 3.18). Это свидетельствует о более значительном «вымывании» адгезива из эмалево-композитного соединения по сравнению с предыдущими группами и возможности его разгерметизации.

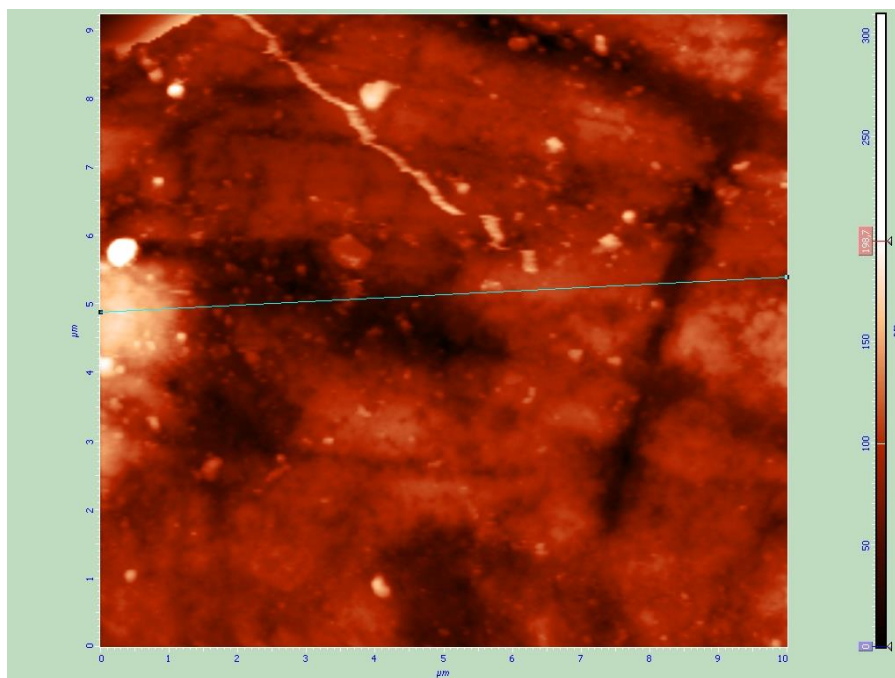


Рисунок 3.17 - АСМ эмалево-композитной границы после нанесения композита (группа №3, водобазовый адгезив; режим топография)

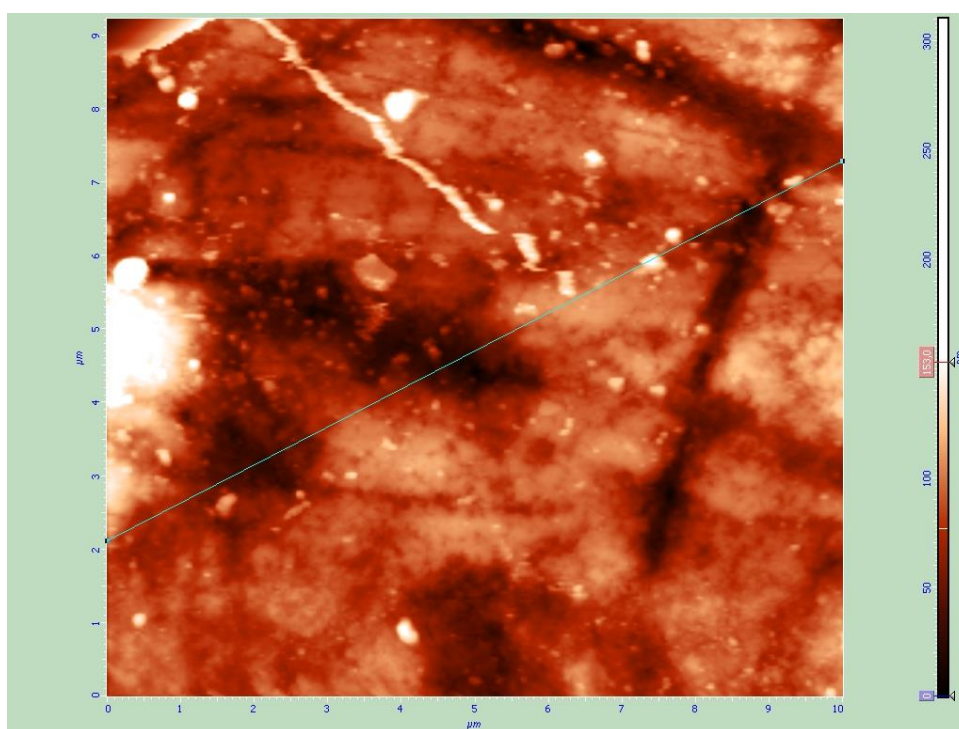


Рисунок 3.18 - АСМ эмалево-композитной границы спустя 30 суток после нанесения композита (группа №3, водобазовый адгезив; режим топография)

Для обнаружения характерных химических связей, которые присутствуют в спектрах исследуемых образцов был применен метод ИК-спектроскопии.

Результаты проведенного исследования с использованием ИК-спектроскопии показали, что в контрольных образцах всех групп присутствуют характерные моды колебаний биогенного полимера (Рисунок 3.19).

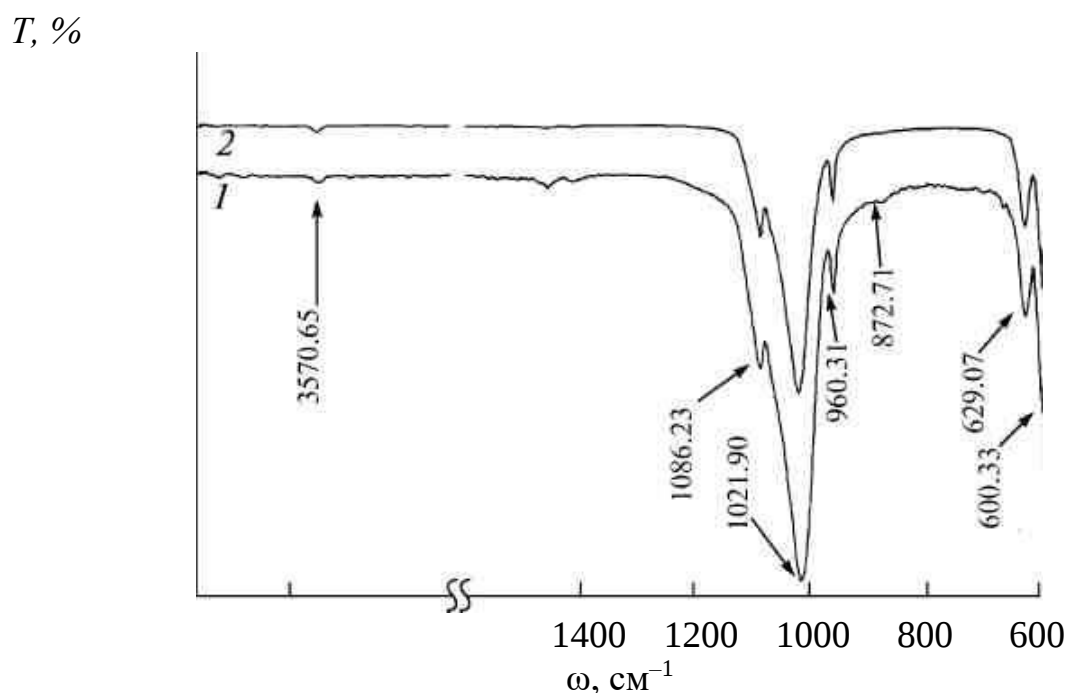


Рисунок 3.19 - Наложение ИК спектров исследуемых образцов

Как показано на Рисунке 3.19, основные пики для нанонаполненных гибридных композитов представлены в различных спектрах с разной интенсивностью. Это объясняется различным содержанием остаточного мономера, которое, в свою очередь, зависит от условий изготовления. Таким образом, данные ИК-спектроскопии наглядно подтверждают идентичность химического состава образцов, взятых для исследования.

В соответствии с результатами исследований мы смогли сделать следующие выводы.

- дизайн исследования включающий спектр лабораторных методик:

определение силы адгезии, ИК-спектроскопия, растровая и атомно-силовая микроскопия, - позволяет выявить отличия и детализировать особенности разных видов адгезивных систем;

- все адгезивы V поколения, изученные в работе, продемонстрировали свою эффективность, подтверждённую надежную адгезию композитного материала к твердым тканям зуба, что обосновывает, регламентированные составом, их химические и структурно-функциональные особенности;

- сила адгезии достигается вне зависимости от типа используемого растворителя - он может быть водой, ацетоном или спиртом;

- состояние «витальности» твердых тканей зуба имеет значительное влияние на силу адгезии при использовании спиртосодержащих и водобазовых адгезивных систем, но не оказывает влияния при применении ацетонсодержащих адгезивов;

- независимо от основного растворителя: вода, ацетон или спирт, адгезивные системы V поколения обеспечивают надежную герметизацию твердых тканей зуба и адгезию композитного материала, что обеспечивается уникальным химическим составом и структурно-функциональными характеристиками.

- Выявленные случаи «вымывания» адгезива и нарушения герметичности реставрации - результат неравномерного распределения адгезивной системы в зоне «интервенции», что является главным недостатком классического способа нанесения. Анатомические особенности и сложности структуры кариозной полости, а также физико-химических характеристик адгезива не всегда позволяют традиционному методу нанесения адгезива полноценно обработать операционное поле.

- по химическим характеристикам и составу мономеров все адгезивные системы, которые мы изучаем, идентичны. Это подтверждается данными ИК-спектроскопии.

3.2 РЕЗУЛЬТАТЫ КЛИНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Этап клинических исследований позволил выявить клинические различия применения разных видов адгезивных систем.

- группа №1 (адгезив с ацетоном) состояла из 45 человек, что составляет 32,1% от общего числа участников. В ходе исследования было проведено 76 реставраций (33,2%), из которых 50 - витальные зубы, 26 - девитальные. В процессе пломбирования кариозной полости, была применена адгезивная система Prime&Bond NT пятого поколения (Dentsply), содержащая ацетон, а также гибридный композит Spectrum (Dentsply);

- группа №2 (спиртсодержащий адгезив) была представлена 45 пациентами, что составило 32,1% от общего числа участников исследования. В рамках этой группы было проведено 74 реставрации, что соответствует 32,31% от общего количества выполненных процедур. Из них, 51 реставрация была проведена на витальных зубах, а оставшиеся 23 - на девитальных зубах. Для пломбирования кариозной полости использовалась спиртсодержащая адгезивная система пятого поколения Single Bond 2 от компании 3M ESPE и гибридный композит Filtek Ultimate того же производителя;

- группа №3 (водобазовый адгезив) состояла из 50 человек, что составляет 35,71% от общего числа участников. В ходе исследования было проведено 79 реставраций, что составляет 34,50% от общего числа процедур. Из них 53 реставрации были выполнены на витальных зубах, а 26 - на девитальных зубах. При проведении пломбирования кариозной полости использовалась адгезивная система пятого поколения на водной основе One Coat Bond SL от компании Coltene и гибридный композит Brilliant NL такой же фирмы.

В результате проведения реставрационных процедур было восстановлено 229 зубов у 140 пациентов. При определении диагноза

заболевания осуществлялся сбор анамнеза, включающий как анамнез жизни, так и анамнез заболевания. В ходе предварительного осмотра и сбора анамнеза было выяснено, что из общего числа зубов, требующих реставрации (229), для 186 зубов (что составляет 81,22%) уже проводилось лечение от кариеса. В оставшихся 43 случаях (что составляет 18,78%) было обнаружено патологическое состояние впервые.

Во всех случаях был поставлен диагноз «кариес дентина» по МКБ-10. В соответствии с топографической классификацией кариеса распределение исследуемых реставрируемых зубов было следующим (Таблица 3.4).

Таблица 3.4 - Распределение исследуемых реставрируемых зубов по диагнозу

Количество зубов	Диагноз			Всего
	Средний кариес	Глубокий кариес	Кариес депульпир. зуба	
Абсолютные значения				
группа №1 ацетонсодержащий адгезив	26	24	26	76
группа №2 спиртсодержащий адгезив	23	28	23	74
группа №3 водобазовый адгезив	24	29	26	79
Итого	73	81	75	229
	Относительные значения			
группа №1 ацетонсодержащий адгезив	11,35%	10,48%	11,35%	33,18%
группа №2 спиртсодержащий адгезив	10,04%	12,23%	10,04%	32,31%
группа №3 водобазовый адгезив	10,48%	12,68%	11,35%	34,51%
Итого	31,87%	35,39%	32,74%	100,0%

Как видно из Таблицы 3.4, при проведении исследования 73 зубов (включая 26 (11,35%) у пациентов группы №1 (ацетонсодержащий адгезив), 23 (10,04%) у пациентов группы №2 (спиртсодержащий адгезив) и 24 (10,48%) у пациентов группы №3 (водобазовый адгезив)) был обнаружен средний кариес.

Жалобы пациентов связаны с возникающими при употреблении кислой и сладкой пищи болезненные ощущения. Также отмечается реакция на термические раздражители, а также косметические дефекты и наличие кариозной полости. В ходе диагностического обследования выявлено, что зубная полость, пораженная кариесом, содержит некротизированный размягченный дентин. Визуальный осмотр показывает, что входное отверстие кариозной полости меньше по размерам, чем ее объем. Для диагностики было проведено препарирование полости, в результате которой было обнаружено, что «нависающие» края полости имеют измененный цвет и повышенную механическую хрупкость. Интересно, что на дне полости дентин остается чувствительным, в то время как стенки полости гиперестезируются. Однако, при специальном зондировании гиперестезия эмали не наблюдается.

При проведении обследования был выявлен «глубокий кариес» 81 зуба. Диагноз поставлен на основании жалобы пациентов и данных клинического обследования. Среди них 24 (10,48%) у пациентов №1 (ацетонсодержащий адгезив), 28 (12,23%) - у пациентов группы №2 (спиртсодержащий адгезив) и 29 (12,68%) - у пациентов №3 (водобазовый адгезив).

При проведении обследования был выявлен кариес депульпированного зуба у 75 пациентов. Среди них 26 (11,35%) относятся к пациентам группы №1 (ацетонсодержащий адгезив), 23 (10,04%) - к пациентам группы №2 (спиртсодержащий адгезив) и 26 (11,35%) - к пациентам №3 (водобазовый адгезив).

Пациенты часто жалуются на проблемы, связанные с дефектами твердых тканей зубов. Они сталкиваются с психологическими и эмоциональными трудностями, которые возникают из-за их недовольства внешним видом

зубного ряда. Это препятствует им в общении с окружающими. При осмотре замечается глубокая полость, заполненная мягким дентином, который имеет некротические и пигментированные области, а также остатки пломбировочного материала или гниlostные массы.

В ходе исследования зуба было отмечено, что дентин на дне и стенках кариозной полости не обладает чувствительностью. После проведения полной некротомии более детально были видны устья корневых каналов с материалом для obtурации. Лечение этих зубов производилось только после рентгенологического контроля, чтобы убедиться в успешном окончании эндодонтического лечения.

При оценке активности кариозного процесса участников исследования применялся индекс КПУ. Результаты представлены в Таблице 3.5.

Исходя из представленных данных в Таблице 3.5, была выбрана группа пациентов с равными параметрами интенсивности кариозного процесса для проведения исследования. Как показывает Таблица 3.5, 35 человек с компенсированной формой кариеса ($KPY \leq 9$), из них 11 (7,86%) относятся к группе №1 (ацетонсодержащий адгезив), 11 (7,86%) - к группе №2 (спиртсодержащий адгезив) и 13 (9,29%) - к группе №3 (водобазовый адгезив). Группа риска II (субкомпенсированная форма кариеса, $9 < KPY \leq 16$, код 2) включает 38 человек. Среди них 12 (8,57%) относятся к группе №1 (ацетонсодержащий адгезив), так же, как и в группе №2 (спиртсодержащий адгезив). В группе №3 (водобазовый адгезив) находится 14 (10%) человек. Группу с декомпенсированной формой кариеса ($KPY > 16$) составляли 67 человек, из них 23 (16,43%) относятся к группе №1 (ацетонсодержащий адгезив), 20 (14,29%) - к группе №2 (спиртсодержащий адгезив) и 24 (17,14%) к группе №3 (водобазовый адгезив).

В современное время все знают, что одну из ключевых ролей в возникновении кариозных процессов и их рецидивов играет состояние гигиены полости рта. Также гигиена полости рта оказывает прямое влияние на долговечность, эстетику и функциональность уже выполненных реставраций.

Перед началом лечения все пациенты участвовали в исследовании, где им предложили пройти комплексную программу профессиональной гигиены полости рта и обучиться индивидуальным гигиеническим навыкам.

Таблица 3.5 - Распределение больных по значениям степени активности кариеса (КПУ)

Количество больных	степени активности кариеса (КПУ)			Всего
	активность кариеса ≤9	9 < активность кариеса ≤16	активность кариеса >16	
Абсолютные значения				
группа №1 (ацетонсодержащий адгезив)	11	12	23	46
группа №2 (спиртсодержащий адгезив)	11	12	20	43
группа №3 (водобазовый адгезив)	13	14	24	51
Итого	35	38	67	140
Группа риска (код)	1	2	3	
Количество больных	степени активности кариеса (КПУ)			Всего
	активность кариеса ≤9	9 < активность кариеса ≤16	активность кариеса >16	
Группа риска (код)	1	2	3	
Относительные значения				
группа №1 (ацетонсодержащий адгезив)	7,86%	8,57%	16,43%	32,86%
группа №2 (спиртсодержащий адгезив)	7,86%	8,57%	14,29%	30,71%
группа №3 (водобазовый адгезив)	9,29%	10%	17,14%	36,43%
Итого	25,01%	27,14%	47,86%	100,0%

Для оценки состояния гигиены использовался индекс Грин-Вермильона ОНІ-S. В Таблице 3.6 представлены показатели этого индекса, собранные на старте процесса реставрации.

Таблица 3.6 - Распределение больных по уровню гигиенического состояния ИГР-У

Группы исследования	Количество пациентов			Всего
	Гигиена полости рта хорошая	Гигиена полости рта удовлетв.	Гигиена полости рта плохая	
Абсолютные значения				
группа №1 (ацетонсодержащий адгезив)	25	22	–	47
группа №2 (спиртсодержащий адгезив)	25	20	–	45
группа №3 (водобазовый адгзив)	26	22	–	48
Итого	76	64	–	140
Код	1	2	3	
Относительные значения				
группа №1 (ацетонсодержащий адгезив)	17,86%	15,71%	–	32,86%
группа №2 (спиртсодержащий адгезив)	17,86%	14,29%	–	31,46%
группа №3 (водобазовый адгзив)	18,57%	15,71%	–	35,68%
Итого	54,29%	45,71%	–	100,0%

Как показано в Таблице 3.6 до начала лечения уровень гигиены полости рта был хорошим (код 1) у 76 пациентов, включая 25 (17,86%) из группы №1 (ацетонсодержащий адгезив), 25 (17,86%) из группы №2 (спиртсодержащий адгезив) и 26 (18,57%) из группы №3 (водобазовый адгезив).

У 64 пациентов зарегистрирована удовлетворительная гигиена полости рта (код 2), включая 22 (15,71%) из группы №1 (ацетонсодержащий адгезив), 20 (14,29%) из группы №2 (спиртсодержащий адгезив) и 22 (15,71%) из группы №3 (водобазовый адгезив).

Плохой (код 3) уровень гигиены полости рта выявлен не был не в одной из групп.

Таким образом, было проведено исследование и сравнительный анализ групп пациентов, имеющих недостоверно значимые различия по факторам, определяющим кариесрезистентность зубов, а именно, по активности кариозного процесса и уровню гигиены полости рта.

Пациентам всех групп регистрировалась интенсивность гиперестезии зубов. Оценка проводилась в соответствии с методикой проведения индекса интенсивности гиперестезии зубов как до лечения, так и через 30 дней после пломбирования. В Таблице 3.7 до начала лечения представлено значение индекса интенсивности гиперестезии твердых тканей зуба в группе №1, где использовалась адгезивная система, содержащая ацетон.

Таблица 3.7 – Динамика результатов индекса интенсивности гиперестезии зубов (ИИГЗ) в группе №1, баллы

Сроки	Диагноз	Данные ИИГЗ			
		0	1	2	3
Абсолютные значения					
После реставрации	средний	17	5	3	1
	глубокий	5	9	8	2
	депульп.	26	—	—	—
Спустя 30 суток	средний	24	2	—	—
	глубокий	18	4	2	—
	депульп.	26	—	—	—
Относительные значения					
После реставрации	средний	22,37%	6,58%	3,95%	1,32%
	глубокий	6,58%	11,84%	10,52%	2,63%
	депульп.	34,21%	—	—	—
Спустя 30 суток	средний	31,58%	2,63%	—	—
	глубокий	23,68%	5,27%	2,63%	—
	депульп.	34,21%	—	—	—
Всего 76 зубов (100,0%)					

Согласно представленным в Таблице 3.7 данным об оценке индекса интенсивности гиперестезии твердых тканей зуба, в группе №1 наблюдалось следующее после проведения лечения: у 17 (22,37%) зубов средним кариесом отсутствовала гиперестезия; на температурные раздражители (1 балл)

реагировали 5 (6,58%) зубов; на температурные и химические раздражители (2 балла) реагировали 3 (3,95%) зуба; тактильную чувствительность (3 балла) определяли только у 1 (1,32%) зуба. После проведения реставрации 5 зубов (6,58%) не испытывали гиперестезии. 9 зубов (11,84%) реагировали на температурные раздражители (1 балл). На температурные и химические раздражители (2 балла) откликалось 8 зубов (10,52%), а тактильная чувствительность (3 балла) была определена у 2 зубов (2,63%). При обследовании ранее подвергшихся эндодонтическому лечению зубов не было выявлено чувствительности.

После 30 дней лечения среднего кариеса, у 24 зубов (31,58%) отмечалось отсутствие гиперестезии. На температурные раздражители реагировали только 2 зуба (2,63%) с оценкой в 1 балл. Гиперестезия не наблюдалась ни в одном случае при комбинированной реакции на температурные и химические раздражители или тактильную чувствительность. Только 18 зубов (23,68%) из тех, которые были глубоко поражены кариесом, не проявляли гиперестезии. Всего 4 зуба (5,27%) реагировали на температурные раздражители с оценкой 1 балл. На температурные и химические раздражители (2 балла) откликалось всего 2 (2,63%) зуба, а тактильная чувствительность (3 балла) вообще не определялась. После эндодонтического лечения у зубов, ранее подвергшихся такому вмешательству, чувствительность также не обнаруживалась.

В те же сроки во всех группах проводили спектроколориметрию реставрации в демаркационной области эмаль - композит через месяц и через год с момента постановки реставрации.

Результаты спектроколориметрического исследования в группе №1 представлены на Рисунках 3.20 – 3.21.



а) один месяц после лечения;

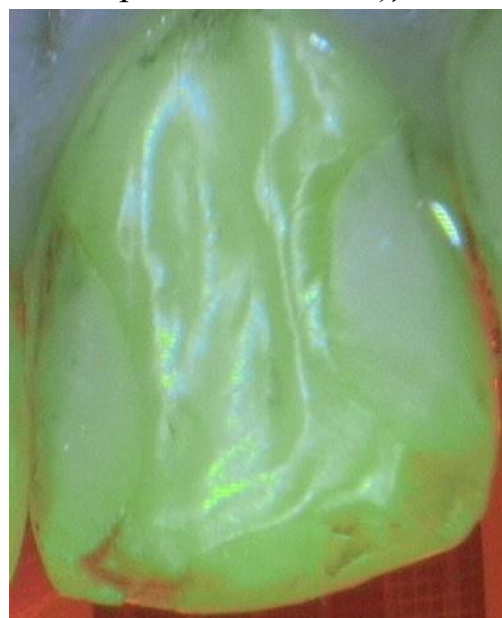


б) один год после лечения.

Рисунок 3.20 - Спектроколориметрия эмали
(боковые зубы, группа №1 (ацетонсодержащий адгезив))



а) один месяц после лечения;



б) один год после лечения.

Рисунок 3.21 - Спектроколориметрия эмали
(фронтальные зубы, группа №1 (ацетонсодержащий адгезив))

Как можно увидеть на Рисунках 3.20 – 3.21, через один год после лечения с регистрируется нарушение герметичности реставрации, проявляющееся переходом от зеленого к желтому и красному спектрам в виде

отдельных пятен в области естественных фиссур по боковой группе зубов (Рисунок 3.20, б) и по периметру эмалево-композитного соединения в области фронтальных зубов (Рисунок 3.21, б). Таким образом, морфологические изменения проявляются в области максимальной функциональной нагрузки на зуб. Визуально и инструментально после 12 месяцев от лечения эти участки уже не выявляются.

В Таблице 3.8 представлены результаты исследования эмалево-композитной границы, полученные при помощи метода люминесцентной спектроколориметрии. Данным исследованием были охвачены только витальные зубы пациентов данной группы.

Согласно данным Таблицы 3.8 можно заключить, что через один год после проведения лечения результаты люминесцентной спектроколориметрии эмали показали следующее: оценка 0 баллов была выставлена только в 9 случаях (18,0%), оценку 1 балл получили 25 зубов (50,0%), оценка 2 балла была установлена для 9 зубов (18,0%), а оценка 3 балла получила семь зубов (14,0%).

Таблица 3.8 – Динамика данных спектроколориметрии в группе №1 (ацетонсодержащий адгезив), баллы

Сроки наблюдения	Баллы			
	0	1	2	3
Абсолютные значения				
1 год после лечения	9	25	9	7
Относительные значения				
1 год после лечения	18,0%	50,0%	18,0%	14,0%
Всего 50 зубов (100%)				

При проведении анализа воздействия различных видов адгезивных систем, содержащих различные растворители, была исследована кислотная растворимость поверхностных слоев эмали по содержанию кальция и фосфора в зоне здоровой эмали. Это позволило определить нормативные показатели для данного зуба через 1 сутки после лечения в области эмалево-композитного

соединения и через 6 месяцев. Участие в исследовании принимали только витальные зубы. Результаты кислотной биопсии эмали в группе №1 (ацетонсодержащий адгезив) представлены в таблице. Согласно данным Таблицы 3.8, можно заключить, что через один год после проведения лечения результаты люминесцентной спектроколориметрии эмали показали следующее: оценка 0 баллов была выставлена только в 9 случаях (18,0%), оценку 1 балл получили 25 зубов (50,0%), оценка 2 балла была установлена для 9 зубов (18,0%), а оценка 3 балла получила семь зубов (14,0%).

Скорость растворимости эмали по кальцию в зависимости от степени поражения зубных тканей кариесом отражена в Таблице 3.9. При использовании адгезивной системы на основе ацетона для восстановления зубов после среднего кариеса, скорость выхода кальция в биоптат составила $46,09 \pm 2,76$ мкМоль/мин через один день. Однако, при глубоком кариесе эта скорость составила $42,54 \pm 3,58$ мкМоль/мин.

Таблица 3.9 - Данные кислотной биопсии эмали по кальцию и фосфору в группе №1 (ацетонсодержащий адгезив), мкМоль/мин

Сроки	Элем.	Средний кариес	Глубокий кариес
Интактная	Ca	$27,07 \pm 2,63$	$27,13 \pm 2,56$
	P	$15,28 \pm 2,11$	$15,88 \pm 2,11$
1 сутки	Ca	$46,09 \pm 2,76$	$42,54 \pm 3,58$
	P	$17,81 \pm 2,48$	$17,91 \pm 2,08$
1 месяц	Ca	$32,46 \pm 3,69$	$33,71 \pm 3,68$
	P	$16,79 \pm 1,39$	$16,55 \pm 1,19$
6 месяцев	Ca	$28,34 \pm 1,98$	$29,84 \pm 2,83$
	P	$16,44 \pm 1,61$	$16,44 \pm 1,61$

Полное восстановление первоначального уровня кислотности растворимости эмали по кальцию происходит шесть месяцев после пломбирования полости. Скорость выхода кальция в биоптат после лечения кариеса и глубокого кариеса превышает исходный уровень в среднем на 1,05 и 1,09 раза соответственно через месяц ($p > 0,1$). Однако, несмотря на это, статистически значимых различий в показателях нет, что указывает на полное

восстановление первоначального уровня кислотности растворимости эмали по кальцию.

В ходе эксперимента, результаты которого отражены в Таблице 3.9, проведенного с участниками из группы №1 (ацетонсодержащий адгезив), было установлено, что уровень фосфора в образцах оставался неизменным, не показывая статистически важных колебаний. Скорость растворения эмали по фосфору измерялась как $16,86 \pm 2,97$ мкМоль/мин и не демонстрировала отклонений в течение всего времени проведения исследования. Эти данные позволяют сделать вывод о том, что выбор растворителя в составе адгезивной системы не влияет на растворимость эмали в отношении содержания фосфора.

В группе №2 (спиртсодержащий адгезив) был проведен аналогичный комплекс исследований, в рамках которого было изучено значение индекса интенсивности гиперестезии твердых тканей зуба. В этой группе использовалась спиртсодержащая адгезивная система. Результаты исследования представлены в Таблице 3.10.

Согласно данным, представленным в Таблице 3.10, после проведения лечения в группе №2 (спиртсодержащий адгезив) было отмечено отсутствие гиперестезии твердых тканей зуба у 20 (27,02%) реставрированных зубов со средним кариесом. Реакция на температурные раздражители (1 балл) наблюдалась у 2 (2,71%) зубов, на температурные и химические раздражители (2 балла) - у 1 (1,37%) зуба, а тактильная чувствительность (3 балла) не была определена ни в одном случае. После восстановления 20 (27,02%) зубов с глубоким кариесом не наблюдалось гиперестезии. Реакция на температурные раздражители (1 балл) была зафиксирована у 5 (6,75%) зубов. Наблюдалась реакция на температурные и химические раздражители (2 балла) у 3 (4,05%) зубов, а тактильная чувствительность (3 балла) не определялась.

Спустя 30 дней после проведения лечения при среднем кариесе, отмечалось отсутствие гиперестезии у всех 23 (31,08%) зубов данной подгруппы. При глубоком кариесе, отсутствие гиперестезии наблюдалось у 25 (33,79%) зубов. Реакция на температурные раздражители была обнаружена у

3 зубов, что составляет 4,05% от общего числа. Однако, никакой реакции на температурные и химические раздражители (2 балла) и тактильную чувствительность (3 балла) не было замечено. Как и сразу после лечения, у зубов, которые уже были подвергнуты эндодонтическому лечению, не выявлялась чувствительность.

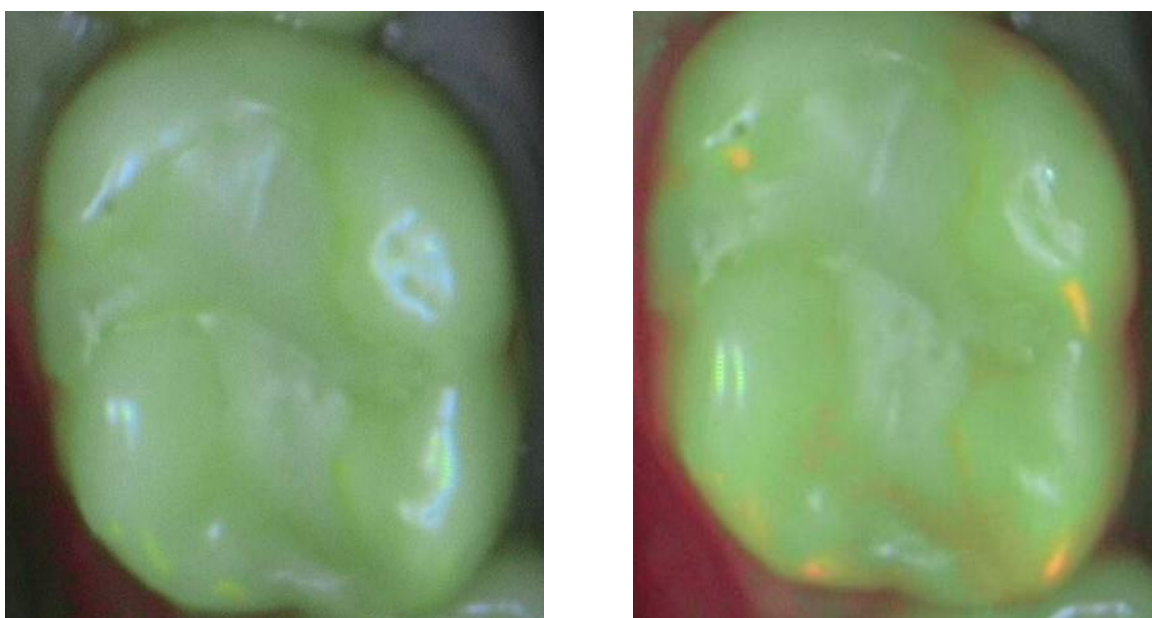
Таблица 3.10 - Значение индекса интенсивности гиперестезии зубов (ИИГЗ) в группе №2 (спиртсодержащий адгезив), баллы

Сроки	Диагноз	Данные ИИГЗ			
		0	1	2	3
Абсолютные значения					
После реставрации	средний	20	2	1	—
	глубокий	20	5	3	—
	депульп.	23	—	—	—
Спустя 30 суток	средний	23	—	—	—
	глубокий	25	3	—	—
	депульп.	23	—	—	—
Относительные значения					
После реставрации	средний	27,02%	2,71%	1,37%	—
	глубокий	27,02%	6,75%	4,05%	—
	депульп.	31,08%	—	—	—
Спустя 30 суток	средний	31,08%	—	—	—
	глубокий	33,79%	4,05%	—	—
	депульп.	31,08%	—	—	—
Всего 74 зуба (100,0%)					

Результаты спектроколориметрии эмали в группе №2 (спиртсодержащий адгезив) представлены на Рисунках 3.22–3.23.

Согласно Рисункам 3.22 – 3.23, при использовании спиртсодержащего адгезива через год после лечения, при проведении люминесцентной спектроколориметрии, наблюдается переход от зеленого к желтому спектру в виде отдельных пятен в области боковой группы зубов (Рисунок 3.22, б) и по периметру эмалево-композитного соединения в области фронтальных зубов (Рисунок 3.23, б). Согласно Рисункам 3.22 – 3.23, при использовании спиртсодержащего адгезива через год после лечения, при проведении

люминесцентной спектроколориметрии, наблюдается переход от зеленого к желтому спектру в виде отдельных пятен в области боковой группы зубов (Рисунок 3.22, б) и по периметру эмалево-композитного соединения в области фронтальных зубов (Рисунок 3.23, б). Согласно Рисункам 3.22 – 3.23, при использовании спиртсодержащего адгезива через год после лечения, при проведении люминесцентной спектроколориметрии, наблюдается переход от зеленого к желтому спектру в виде отдельных пятен в области боковой группы зубов (Рисунок 3.22, б) и по периметру эмалево-композитного соединения в области фронтальных зубов (Рисунок 3.23, б).



а) 1 месяц после лечения;

б) один год после лечения.

Рисунок 3.22 - Спектроколориметрия эмали
(боковые зубы, группа №2 (спиртсодержащий адгезив))

Таким образом, подобно группе №1, в группе №2 (спиртсодержащий адгезив) также наблюдаются морфологические нарушения в области зуба с максимальной функциональной нагрузкой. Однако, в отличие от группы №1, участки деминерализации эмалево-композитного соединения не выявлены посредством красного спектра свечения. После 12 месяцев лечения эти участки остаются незаметными как визуально, так и при использовании инструментальных методов исследования.



а) 1 месяц после лечения;

б) один год после лечения.

Рисунок 3.23 - Спектроколориметрия эмали
(фронтальные зубы, группа №2 (спиртсодержащий адгезив))

Результаты исследования эмалево-композитной границы для витальных зубов в группе №2 (спиртсодержащий адгезив), полученные с использованием метода люминесцентной спектроколориметрии, представлены в Таблице 3.11.

Таблица 3.11 - Данные люминесцентной спектроколориметрии в группе №2 (спиртсодержащий адгезив), баллы

Сроки наблюдения	Данные люминесцентной спектроколориметрии			
	0	1	2	3
Абсолютные значения				
1 месяц после лечения	10	25	16	–
Относительные значения				
1 год после лечения	19,6%	49,0%	31,4%	–
Всего 51 зуб (100%)				

Таким образом, в группе №2 данные спектроколориметрии, позволяют сделать следующие выводы (Таблица 3.11). В 10 случаях (19,6%) был поставлен нулевой балл, у 25 зубов (49,0%) получена оценка - 1 балл, у 16

зубов (31,4%) - оценка 2 балла, и ни одному зубу не была присвоена оценка 3 балла.

Исследование проводилось в группе №2, где была изучена кислотная растворимость поверхностных слоев эмали в здоровой области эмали путем анализа содержания кальция и фосфора. Целью исследования было определение нормативных показателей для данного зуба после 1 суток и 6 месяцев после лечения в области эмалево-композитного соединения. В эксперименте участвовали только витальные зубы. Результаты кислотной биопсии эмали в группе №2 представлены в Таблице 3.12.

Исходя из Таблицы 3.12, после 1 суток восстановления с использованием спиртсодержащей адгезивной системы, скорость выхода кальция в биоптат при среднем кариесе составила $43,19 \pm 2,16$ мкМоль/мин, а при глубоком кариесе - $41,94 \pm 2,98$ мкМоль/мин.

Таблица 3.12 - Данные кислотной биопсии эмали по кальцию и фосфору в группе №2 (спиртсодержащий адгезив), мкМоль/мин

Сроки	Элем.	Средний кариес	Глубокий кариес
Интактная	Ca	$27,07 \pm 2,63$	$27,13 \pm 2,56$
	P	$15,28 \pm 2,11$	$15,88 \pm 2,11$
1 сутки	Ca	$43,19 \pm 2,16$	$41,94 \pm 2,98$
	P	$17,81 \pm 2,48$	$17,91 \pm 2,08$
1 месяц	Ca	$30,13 \pm 2,49$	$31,11 \pm 2,68$
	P	$16,79 \pm 1,39$	$16,55 \pm 1,19$
6 месяцев	Ca	$28,34 \pm 2,48$	$28,84 \pm 2,53$
	P	$16,44 \pm 1,61$	$16,44 \pm 1,61$

Через полгода после проведения пломбирования полости, растворимость эмали по кальцию в кислотной среде увеличивается. Скорость выхода кальция в биоптат через месяц после лечения превышает исходный уровень в 1,04 раза для средней степени кариеса ($p > 0,1$) и в 1,14 раза для глубокого кариеса ($p > 0,1$). Однако, несмотря на это, статистически значимая разница отсутствует, что говорит о полном восстановлении исходной растворимости эмали по кальцию в кислотной среде.

Согласно данным, представленным в Таблице 3.12, не было обнаружено статистически значимых изменений содержания фосфора в биоптате при изучении скорости растворимости эмали по фосфору в группе №2, так же как и в группе №1.

В ходе запланированного комплекса клинических исследований, где использовалась водобазовая адгезивная система, были получены следующие результаты. Значение индекса интенсивности гиперестезии твердых тканей зуба в группе №3 представлено в Таблице 3.13.

Таблица 3.13 - Значение индекса интенсивности гиперестезии зубов (ИИГЗ) в группе №3 (водобазовый адгезив), баллы

Сроки	Диагноз	Данные ИИГЗ			
		0	1	2	3
Абсолютные значения					
После реставрации	средний	23	1	–	–
	глубокий	25	3	1	–
	депульп.	26	–	–	–
Спустя 30 суток	средний	24	–	–	–
	глубокий	28	1	–	–
	депульп.	26	–	–	–
Относительные значения					
После реставрации	средний	29,11%	1,26%		–
	глубокий	31,64%	3,82%	1,26%	–
	депульп.	32,91%	–	–	–
Спустя 30 суток	средний	30,39%	–	–	–
	глубокий	35,44%	1,26%	–	–
	депульп.	32,91%	–	–	–
Всего 79 зубов (100,0%)					

Согласно Таблице 3.13, в группе №3 (водобазовый адгезив) по данным индекса интенсивности гиперестезии зубов зарегистрировано отсутствие гиперестезии у 29,11% пациентов, с вылеченным средним кариесом. Наблюдалась реакция на температурные раздражители (1 балл) у одного зуба (1,26%), однако не было реакции на температурные и химические раздражители (2 балла) и тактильную чувствительность (3 балла). Во всех

случаях не наблюдалась реакция на температурные и химические раздражители (2 балла) или тактильную чувствительность (3 балла).

Выявлено, что после проведения реставрационных работ 25 зубов (31,64%) не испытывали гиперестезии при наличии глубокого кариеса. В то же время, только 3 зуба (3,82%) реагировали на изменения температуры (1 балл), а только 1 зуб (1,26%) реагировал на раздражители как температурные, так и химические (2 балла). Чувствительность к тактильным раздражителям (3 балла) не была обнаружена.

Через месяц после проведения лечения, у всех 24 (30,39%) зубов данной группы при среднем кариесе отмечалось отсутствие гиперестезии. При глубоком кариесе отсутствие гиперестезии наблюдалось у 28 (35,44%) зубов. Только один зуб (1,26%) реагировал на температурные раздражители (1 балл). Не было выявлено реакции на температурные и химические раздражители (2 балла) и тактильную чувствительность (3 балла).

Исследование проводилось на пациентах групп №1 и №2, в которых через 1 и 12 месяцев после лечения производилась люминесцентная спектроколориметрия эмали в области эмалево-композитной границы. Результаты данного исследования можно увидеть на Рисунках 3.24 – 3.25.

По данным спектроколориметрии, представленным на Рисунках 3.24 – 3.25, через год после реставрации с применением водобазового адгезива зарегистрировано нарушение герметичности соединения эмаль-композит, проявляющееся переходом от зеленого к желтому и красному спектрам в виде отдельных пятен в области боковой группы зубов (Рисунок 3.24, б). Однако, в области передних зубов (Рисунок 3.25, б) не было выявлено никаких отклонений от зеленого спектра в эмалево-композитном соединении.

Таким образом, наблюдаются морфологические нарушения в структуре зуба, проявляющиеся в области его максимальной функциональной нагрузки.



а) спустя 1 месяц;

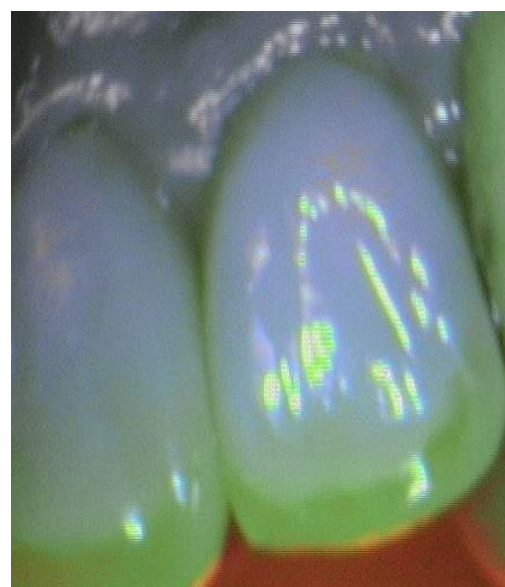


б) спустя 12 месяцев.

Рисунок 3.24 - Люминесцентная спектроколориметрия эмали (боковые зубы, группа №3 (водобазовый адгезив))



а) спустя 1 месяц;



б) спустя 12 месяцев.

Рисунок 3.25 - Люминесцентная спектроколориметрия эмали (фронтальные зубы, группа №3 (водобазовый адгезив))

Однако, участники группы №3 (водобазовый адгезив) отмечали подобные эффекты только в жевательных зубах, фронтальные не были затронуты. Это можно объяснить значительным вымыванием водообразного адгезива, используемого в области высокой функциональной активности

жевательных зубов. Как и в предыдущих группах, изменения имели морфологическую природу и не были выявлены при визуально-инструментальном контроле.

Результаты исследования эмалево-композитной границы витальных зубов методом люминесцентной спектроколориметрии для группы №3 (водобазовый адгезив) представлены в Таблице 3.14.

Таблица 3.14 – Динамика данных спектроколориметрии в группе №3 (водобазовый адгезив), баллы

Сроки наблюдения	Баллы			
	0	1	2	3
Абсолютные значения				
1 месяц после лечения	23	17	13	–
Относительные значения				
1 год после лечения	43,4%	32,1%	24,5%	–
Всего 53 зуба (100%)				

Как видно из таблицы 3.14, через один год после процедуры, в группе №3, в 23 случаях (43,4%) была выставлена оценка 0 баллов, оценка 1 балл - 17 зубов (32,1%), а оценку 2 балла - 13 зубов (24,5%), оценка 3 балла ни выявлена ни одном случае.

В группе №3 (водобазовый адгезив) была проведена исследование кислотной растворимости поверхностных слоев эмали по кальцию и фосфору в здоровой области зуба. Целью исследования было определение нормальных показателей для данного зуба через 1 сутки после лечения области эмалево-композитного соединения и через 6 месяцев. Результаты кислотной биопсии эмали в группе №3 представлены в Таблице 3.15.

Во всех трех группах с целью определения клинической нормы были проведены исследования скорости кислоторастворимости эмали по кальцию и фосфору до начала лечения. Затем, был выполнен биоптат на границе между эмалью и композитным соединением. Повторный биоптат с границы между эмалью и пломбой был взят через 1 и 6 месяцев после лечения при всех формах

кариеса.

Таблица 3.15 - Данные кислотной биопсии эмали по кальцию и фосфору в группе №3 (водобазовый адгезив), мкМоль/мин

Сроки	Элем.	Средний кариес	Глубокий кариес
Интактная	Са	27,07±2,63	27,13±2,56
	Р	15,28±2,11	15,88±2,11
1 сутки	Са	28,22±2,51	28,53±2,44
	Р	17,81±2,48	17,91±2,08
1 месяц	Са	27,07±2,17	26,71±2,38
	Р	16,43±1,48	16,55±1,19
6 месяцев	Са	27,70±2,70	27,61±2,37
	Р	16,44±1,61	16,44±1,61

Выводы, сделанные из анализа данных Таблицы 3.15, указывают на то, что использование водобазовой адгезивной системы не влияет на кислоторастворимость эмали по кальцию в твердых тканях зуба при поражении. В ходе исследований, выполненных на пациентах в разные периоды времени, не было выявлено статистически подтвержденных изменений в растворимости эмали, связанных с уровнем кальция. Однако стоит упомянуть, что наблюдалось незначительное увеличение количества кальция, переходящего в биоптат: при умеренном кариесе этот рост составил 8%, а при более серьезном углублении кариеса - 6%, хотя эти данные не достигли уровня статистической значимости ($p>0,1$). Изменения в растворимости эмали, которые считаются важными с точки зрения статистики, достигают 10% и более.

Исследования показали, что растворимость эмали по фосфору оставалась неизменной в ходе эксперимента, с показателями в 16,98±2,17 мкМоль/мин. Анализируя уровни кислотной растворимости эмали в трех различных группах, было установлено, что используемый в адгезивных системах растворитель не вносит изменений в этот показатель. Кроме того, не было обнаружено заметного колебания количества фосфора в биоптатах, что подтверждает предыдущие выводы.

Для изучения последующих результатов лечения с применением адгезивных систем, мы провели кислотную биопсию из эмалево-композитного соединения через 6 месяцев после проведенного лечения. Такой период наблюдения был выбран, исходя из данных большинства исследований о поздних необратимых изменениях в эмали, вызванных процессами препарирования зуба и пломбирования (Таблицы 3.9, 3.12, 3.15). Все группы пациентов имеют одинаковый уровень кислотной растворимости эмали по кальцию в начальный период, что подтверждается результатами исследования. Скорость выхода кальция в биоптат составила $46,09 \pm 2,76$ мкМоль/мин через 1 сутки после лечения с использованием адгезива, содержащего ацетон. В то же время, при использовании спиртосодержащего адгезива скорость составляла $43,19 \pm 2,16$ мкМоль/мин, что на 1,06 раза ниже. А при использовании водобазового адгезива скорость была $28,22 \pm 2,51$ мкМоль/мин – это в 1,63 раза ниже, чем в группе №1 и в 1,53 раза ниже чем в группе №2. Данные результаты наглядно показывают, что водобазовая адгезионная система не оказывает раздражающего действия на минеральный обмен эмали. Это наблюдалось через 1 и 6 месяцев после лечения. Например, через 1 месяц использования адгезива, содержащего ацетон, скорость выхода кальция в биоптат составила $32,46 \pm 3,69$ мкМоль/мин; при использовании адгезива со спиртом - $30,13 \pm 2,49$ мкМоль/мин, что в 1,07 раза меньше; и при использовании водобазового адгезива - $27,07 \pm 2,17$ мкМоль/мин, что в 1,19 раза меньше по сравнению с группой №1 и в 1,11 раза меньше по сравнению с группой №2. Через 6 месяцев после проведения лечения наблюдалось восстановление скорости выхода кальция в биоптат до исходных значений. В группе №1 эта скорость составила $28,34 \pm 1,98$ мкМоль/мин, в группе №2 - $28,34 \pm 2,48$ мкМоль/мин, а в группе №3 - $27,70 \pm 2,70$ мкМоль/мин.

Кроме изучения ряда клинических и лабораторных показателей состояния эмали непосредственно после постановки реставрации и через год, в течение 2-х лет мы вели наблюдение за клиническим состоянием пломб с целью выявления неудовлетворительного пломбирования для проведения

повторного лечения. Чтобы получить объективные результаты проводимого клинического исследования состояния пломб через 1 и 2 года наблюдения, мы использовали следующую методику: внешний вид (клиническая оценка) реставрируемого зуба определялся параметрами Системы Оценки Стоматологических Критериев Службы Здравоохранения США (VSPHS), качество реставрации оценивалось по так называемым критериям Ryge (Риджа), а именно: качество расположения материала в полости зуба; качество краевого прилегания к твердым тканям полости зуба (краевая адаптация материала); качество обработки готовой реставрации; качество цветопередачи, или % попадания в цвет естественных тканей рядом стоящих зубов; качество конечной полировки готовой реставрации; окончательное качество завершенной реставрации. Система оценки Риджа для этих критериев обозначался следующим образом: (0) – идеальная реставрация; (1) – правильная или очень хорошая реставрация; (2) – реставрация, нуждающаяся в отсроченной замене; (3) – реставрация, нуждающаяся в немедленной замене.

Результаты наших исследований по Системе Оценки Стоматологических Критериев Службы Здравоохранения США (VSPHS) свидетельствуют о том, что визуальный и инструментальный осмотры всех запломбированных зубов не выявили статистически достоверного неудовлетворительного качества пломбирования в течение 2-х лет ни у одного пациента из групп исследования. Тем не менее, отмечается тенденция к увеличению показателей критерия Риджа, «реставрация, нуждающаяся в отсроченной замене», до 2-х баллов у 4 (8,5%) пациентов в группе, где применялся ацетонсодержащий адгезив, и у 3 (6,7%) в группе, где применяли спиртсодержащий адгезив. Несмотря на выявленные незначительные клинические недостатки, реставраций, нуждающихся в немедленной замене, не было выявлено ни в одном клиническом случае.

Подводя итог вышесказанному, следует отметить, что в изученных группах пациентов были получены разнообразные результаты клинических исследований. Эти исследования включали определение индекса гиперестезии

твердых тканей зуба, проведение люминесцентной спектроколориметрии и определение скорости растворимости эмали по кальцию и фосфору. Также были проведены лабораторные исследования, включающие определение силы адгезии на сдвиг, растровую и атомно-силовую микроскопию. Интерпретируя результаты исследований и проведя аналитическое сравнение с детализацией различий, сформировано заключение исследования о влиянии химического состава адгезива на клинические параметры краевой адаптации композита, кариесрезистентность эмали, качество реставраций, выполненных с использованием различных адгезивных систем.

ГЛАВА 4. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Основная задача современной стоматологии – это пролонгирование срока службы качественной работы [6, 18, 26, 35, 60, 71, 10]. И если речь идёт о консервативном лечении твердых тканей зубов, то, без сомнения — это прямая реставрация, которая в своём арсенале имеет значительное количество разнообразных видов композитов и адгезивов [43, 51, 70, 115, 128, 146, 159]. Однако, по данным многочисленных источников, рецидивный кариес остаётся частой причиной замены реставраций. Причиной чему в 26,6%–50,0% случаев является нарушение краевого прилегания композитного материала с сопутствующим увеличением краевой проницаемости [11, 44, 63, 95, 109, 121]. Одним из основных факторов, влияющих на это, несомненно, является выбор, а также адекватное и обоснованное использование соответствующей адгезивной системы [65, 66, 71].

Сейчас на стоматологическом рынке компаниями представлено большое разнообразие адгезивных систем, которые отличаются своим химическим составом и правилами применения. К ним предъявляется ряд требований (к их свойствам и характеристикам), которые бы гарантировали создание прочного соединения композитного материала с твердыми тканями зуба [133, 136, 154, 156, 157]. Однако, изучив литературу различных авторов, мы пришли к выводу, что достаточно достоверных данных о влиянии современных адгезивных систем, в частности их химического состава, на кариесрезистентность эмали и происходящие в ней биохимические процессы непосредственно после лечения и в отдаленные сроки [87, 112, 113, 114]. Также недостаточно изучены параметры краевой адаптации композитного материала при применении различных видов адгезивных систем [47, 57, 60, 125, 127, 130]. Поэтому вопрос о краевой адаптации композитного материала при применении различных видов адгезивных систем, и влияния на это свойств и состава самих адгезивов, является, как нам кажется, одним из актуальных в консервативной

стоматологии, и требует рассмотрения.

Таким образом, в основании данного исследования находились следующие задачи: изучение и анализ корреляционной связи применения водобазовых адгезивов и адгезивов на основе летучих компонентов и биохимических параметров кариесрезистентности эмали в рамках ближайших и отдалённых результатов лечения кариозного поражения; проведение сравнительной характеристики влияния химического состава адгезивных систем, изучаемых нами в работе, на кариесрезистентности эмали в рамках ближайших и отдалённых результатов лечения кариозного поражения; изучение и провести анализ ближайших и отдаленных клинических параметров краевой адаптации композитного материала в зависимости от вида применяемой адгезивной системы; проведение сравнительного анализа клинических параметров реставраций, которые были выполнены с использованием водобазовых (водных и гидрофильных) адгезивов на основе летучих компонентов (ацетон- и спиртосодержащих), выведение практических рекомендаций по целевому применению различных видов адгезивных систем в зависимости от вида выполняемой реставрации при лечении кариеса

В ходе исследовательской части изучались: состоятельность выполненной реставрации у 229 зубов различной функциональной и анатомической принадлежности, в зависимости от вида используемой адгезивной системы, содержащий различную базу в своем составе. Для этого, согласно цели и задачам исследования были сформированы 3 группы пациентов, основным критерием принадлежности являлся вид используемого в адгезивной системе растворителя.

Адгезивные системы наносились мануально при помощи стандартного аппликатора (микробраша). Пломбирование полостей во всех исследуемых группах проводилось с использованием универсального наноуполненного гибридного композита Synergy D6 (Coltene). Материал применяется при лечении кариозных поражений зубов всех классов.

Адгезивная система 5-го поколения, применявшаяся в группе №1 - Prime&Bond NT (Dentsply), очень удобна в использовании за счет наличия и праймера, и адгезива. Ввиду отличного проникновения в дентинные каналы, в качестве растворителя в данной системе выбран ацетон. Адгезивная система SingleBond 2 (3M ESPE), в группе №2, содержит в себе спиртовую основу. Адгезив достаточно прост в использовании и отличается широким разнообразием областей применения, включая возможность использования при реставрации зубов всех классов, а также для снижения чувствительности зубов путем десенсибилизации. В группе №3 применялась адгезивная система 5-го поколения OneCoatBondSL (Coltene), с водной основой. Как заявляет производитель, система может применяться для использования в многих аспектах: композиты с различными композитными основами.

В ходе лабораторных методов исследования изучалось: чувствительность поверхностного слоя зубов и их склонность к гиперестезии, с применением методики люминисцентной спектроколориметрии; также оценивалась прочность связи и точность прилегания композита к краям зуба с помощью метода инфракрасной спектроскопии, электронной микроскопии и тестирования на сдвиг. Результаты кислотной биопсии эмали учитывали сразу после лечения, через 1, 12 и 24 месяца.

Для измерения адгезионной прочности при сдвиге был применен прибор ShearBondTester (Bisco) (подробное описание изготовления образцов и исследования изложено в главе 2.2.2 Лабораторные методы исследования).

Данные изучения силы адгезии в трех исследуемых группах представлены на Рисунке 4.1

При использовании адгезивной системы Prime&Bond NT с содержанием ацетона, не было обнаружено достоверной разницы в силе адгезии между композитом Spectrum (Dentsply) и твердыми тканями зуба, которая зависела от «витальности» пломбируемого зуба (Рисунок 4.1). Среднее значение силы адгезии для модели «витальный» зуб составило $14,74 \pm 0,31$ МПа ($p \leq 0,05$). При исследовании этого параметра на модели «девитальный» зуб, его значение

составило $14,37 \pm 0,24$ мПа ($p \leq 0,05$).

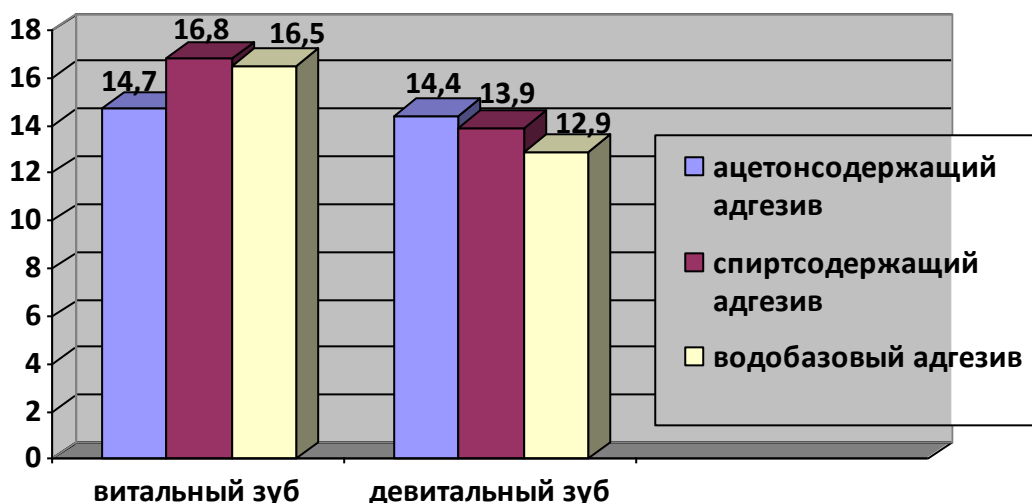


Рисунок 4.1 - Сила адгезии композита в группах исследования, мПа (экспериментальные исследования)

В группе №2, где применялась адгезивная система SingleBond 2 (3M ESPE) со спиртсодержащей основой наоборот было выявлено значимая разница в силе адгезии между композитом Filtek Ultimate (3M ESPE) и твердыми тканями зуба при различном состоянии «вitalности» зуба, обусловленное использованием исследуемой спиртсодержащей адгезивной системы. Среднее значение силы адгезии при модели «девитальный зуб» было в 1,21 раз снижено (до $13,85 \pm 0,27$ мПа ($p \leq 0,05$)), тогда как у модели «вitalный зуб» данный параметр составил $16,79 \pm 0,26$ мПа ($p \leq 0,05$).

Рисунок 4.1 отражает достоверно зарегистрированную разницу в силе адгезии между композитом SynergyD6 (Coltene) и твердыми тканями «вitalных» и «депульпированных» зубов в группе №3, при применении водобазового адгезива. Таким образом, среднее значение силы адгезии для «вitalного» зуба составило $16,46 \pm 0,36$ мПа ($p \leq 0,05$). При исследовании данного параметра на модели «девитального» зуба, его значение уменьшалось в 1,29 раза до $12,88 \pm 0,43$ мПа ($p \leq 0,05$).

По результатам исследования видно, что применение адгезивной

системы с водобазовой и спиртсодержащей основой на модели «девитальный зуб» приводит к значительному снижению адгезионной силы, тогда как при использовании ацетонсодержащего адгезива, данной тенденции не было выявлено.

При оценке морфологического состояния эмалево-композитного соединения, путём анализа микроструктуры образцов и сравнения их морфологии, использовалась растровая электронная микроскопия. Проводилась оценка качества распределения слоя адгезива на поверхности эмали. В группе применения ацетонсодержащего адгезива (группы №1) зарегистрированы следующие данные:

- неравномерное распределение адгезивной системы вдоль границы предполагаемой реставрации;

- на поверхности эмали обнаружены участки, не связанные ни микроретенционными, ни адгезивными связями бесформенные образования (Рисунок 3.4). Растровая электронная микроскопия эмалево-композитного соединения (группа №1, адгезив с ацетоном) высокое качество эмалево-композитного соединения в части целостности и герметичности, несмотря на сложность рельефа поверхности зубных тканей. Полученные результаты подтверждаются данными планарной спектрограммы указанной области (Рисунки 3.5, 3.6)

По результатам исследования в группе №2 (Рисунки 3.7, 3.8, 3.9) наблюдалось неравномерное распределение адгезивной системы вдоль границы планируемой реставрации. После нанесения на аналогичный образец в группе №2 адгезива SingleBond 2 (спирт в качестве растворителя) и композита на, по результатам РЭМ было подтверждено высокое качество состояния соединения эмаль-композит, высокая герметичность. Стоит отметить, что даже при наличии сложного рельефа поверхности зубных тканей при исследовании, соединение остается герметичным, что подтверждено планарной спектрограммой данной области (атомы кальция проникали в соединение эмаль-композит на глубину до 40 мкм, что обусловлено

полимеризационным стрессом композита, при этом миграции кальция за пределы этого соединения не наблюдалось, что свидетельствует о его герметичности).

При растровой электронной микроскопии образцов группы №3 было выявлено неравномерное распределение адгезива по границе планируемой реставрации (Рисунок 3.10). При сканировании данного образца после нанесения водобазового адгезива One Coat Bond SL было наглядно подтверждено высокое качество состояния эмалево-композитного соединения (Рисунок 3.11). В данном случае также стоит отметить высокое распределение адгезива вне зависимости от сложности рельефа зуба. Данные далее также были подтверждены планарной спектрограммой данной области: (проникновение атомов кальция не наблюдалось, следовательно, высокая герметичность соединения) (Рисунок 3.12)

В ходе атомно-силовой микроскопии были исследованы образцы с композитом, нанесенным сразу после проведения растровой сканирующей электронной микроскопии. После чего все образцы трех групп были помещены в воду на период в 30 дней, после чего их исследовали.

В группе №1 слой адгезива, примененного согласно инструкции производителя, выглядит как «тяжа» и «облачко» частиц наполнителя системы, которые плотно проникают в зоны микроретенции непосредственно после нанесения композита (Рисунок 3.13). Эти данные подтверждаются результатами растровой электронной микроскопии. Полученные данные говорят о частичном «вымывании» адгезива из соединения эмаль-композит, а также наличия риска его разгерметизации.

При проведении сканирования данного образца через 30 суток обнаружилось, что адгезив, который используется в группе №1, уже только частично проникает в зоны микроретенции и определяется только «тяж» (Рисунок 3.14), что соответствует частичному «вымыванию» адгезива в зоне его нанесения, соответственно, повышается риск разгерметизации соединения.

В группе №2, при атомно-силовой микроскопии, компоненты адгезива проникают в зоны микроретенции, слой адгезива имеет плотную и однородную структуру, в виде однородного плотного «облака» и частиц наполнителя, которые глубоко проникают в зоны микроретенции (Рисунок 3.15). Эти данные подтверждаются результатами растровой электронной микроскопии. На рентгенограмме также ясно видна плотная и однородная герметизация соединения эмали и композита.

По истечении 30 дней в процессе сканирования данного образца было обнаружено, что слой спиртсодержащего адгезива, применяемого в данной группе, имел структуру «тяжа», состоящую из частиц адгезивной системы, которые частично проникали в зоны микроретенции (Рисунок 3.16). Быстрое испарение растворителя адгезивной системы приводит к частичному удалению адгезива из эмалево-композитного соединения и создает потенциальную угрозу разгерметизации. Важно отметить, что структура адгезива имеет слоистость, что может быть связано с этим явлением.

В группе №3 компоненты гидрофильного адгезива проникают в зоны микроретенции, на рисунке это выглядит как «тяж» и «облачко» (Рисунок 3.17). Эти данные подтверждаются результатами растровой электронной микроскопии. На рентгенограмме четко видно, что эмалево-композитная граница реставрации обеспечена плотной и однородной герметизацией.

Через 30 дней после сканирования данного образца было обнаружено, что слой водобазового адгезива имел слоистую структуру «тяжа», проникновение адгезивной системы в зоны микроретенции было частичным (Рисунок 3.18). Особое внимание привлекает наличие зон с недостаточным и избыточным содержанием адгезива (Рисунок 3.18), которые чередуются полосами. Это свидетельствует о более значительном «вымывании» адгезива из эмалево-композитного соединения по сравнению с предыдущими группами и возможности его разгерметизации. Данное явление наблюдалось и в группе №2. При этом наблюдалось также наличие зон с недостаточным и избыточным содержанием адгезива (Рисунок 3.18), чередующиеся полосами. Данный факт

говорит о более значительном «вымывании» адгезива с водобазовой основой из эмалево-композитного соединения по сравнению с группами 1 и 2, и, следовательно, более высокой возможности его разгерметизации в дальнейшем.

Помимо этого, в ходе лабораторных исследований нами был применен метод ИК-спектроскопии для обнаружения характерных химических связей в спектрах образцов исследования. Результаты проведенного исследования показали, что в контрольных образцах всех групп одинаковый химический состав исследуемых образцов.

Таким образом, по результатам лабораторных исследований можно резюмировать, что: состояние «витальности» твердых тканей зуба имеет значительное влияние на силу адгезии при использовании спиртосодержащих и водобазовых адгезивных систем, но не оказывает влияния при применении ацетонсодержащих адгезивов; независимо от основного растворителя: вода, ацетон или спирт, адгезивные системы V поколения обеспечивают надежную герметизацию твердых тканей зуба и адгезию композитного материала, что обеспечивается уникальным химическим составом и структурно-функциональными характеристиками; выявленные случаи «вымывания» адгезива и нарушения герметичности реставрации - результат неравномерного распределения адгезивной системы в зоне «интервенции», что является главным недостатком классического способа нанесения. Анатомические особенности и сложности структуры кариозной полости, а также физико-химических характеристик адгезива не всегда позволяют традиционному методу нанесения адгезива полноценно обработать операционное поле; по химическим характеристикам и составу мономеров все адгезивные системы, которые мы изучаем, идентичны, что было подтверждено данными ИК-спектроскопии.

На клиническом этапе исследования было осуществлено 229 прямых композитных реставраций зубов у 140 с различными анатомическими и функциональными особенностями (Таблицы 2.2, 2.3).

В главе 2 подробно описаны критерии, определяющие принадлежность пациентов к конкретным группам. С учетом этих критериев все пациенты были разделены на три группы в соответствии с адгезивной системой и композиционного материала (Таблица 4.1).

Таблица 4.1 - Группировка пациентов в соответствии с применёнными в группе адгезивной системой и композиционного материала

Группа пациентов	Адгезивная система V поколения	Композиционный материал
Группа №1	Prime&BondNT (Dentsply)	гибридный композит Spectrum (Dentsply)
Группа №2	SingleBond 2 (3M ESPE)	гибридный композит Filtek Ultimate (3M-ESPE)
Группа №3	OneCoatBondSL (Coltene)	гибридный композит Brilliant NL (Coltene)

В ходе предварительного осмотра и сбора анамнеза было выяснено, что из общего числа зубов, требующих реставрации (229), для 186 зубов (что составляет 81,22%) уже проводилось лечение от кариеса. В оставшихся 43 случаях (что составляет 18,78%) было обнаружено патологическое состояние впервые.

Во всех случаях ставился диагноз «кариес дентина» по МКБ-10.

Как видно из Рисунка 4.2, при проведении исследования 73 зубов (включая 26 (11,35%) у пациентов группы №1, 23 (10,04%) у пациентов группы №2 и 24 (10,48%) у пациентов группы №3) был обнаружен средний кариес.

При проведении обследования был выявлен «глубокий кариес» 81 зуба. Среди них 24 (10,48%) у пациентов №1, 28 (12,23%) - у пациентов группы №2 и 29 (12,68%) - у пациентов №3.

Также в ходе обследования бы выявлен кариес депульпированного зуба у 75 пациентов. Среди них 26 (11,35%) относятся к пациентам группы №1, 23 (10,04%) - к пациентам группы №2 и 26 (11,35%) - к пациентам №3.

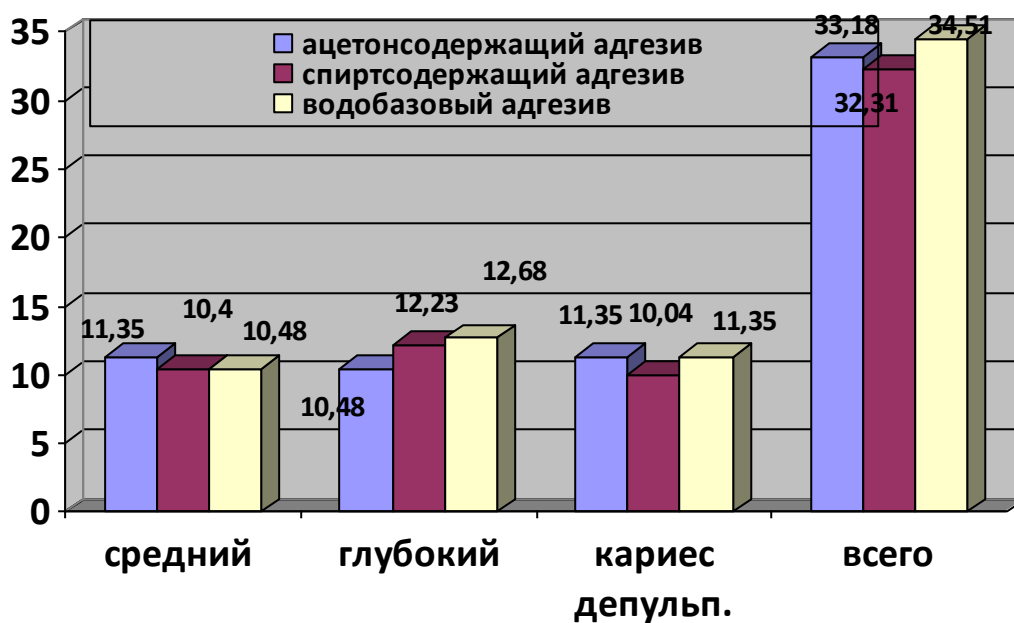


Рисунок 4.2 - Распределение исследуемых реставрируемых зубов по диагнозу, относительные значения (%)

При оценке активности кариозного процесса участников исследования применялся индекс КПУ. Результаты представлены на Рисунке 4.3.

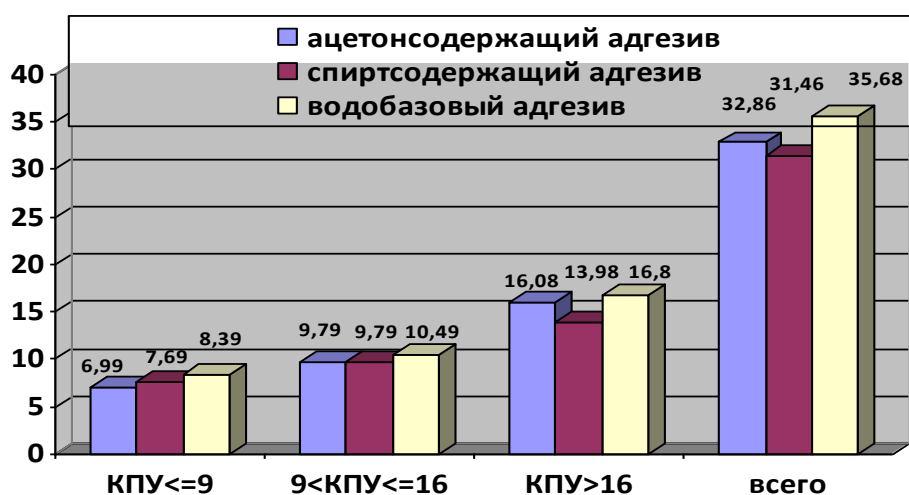


Рисунок 4.3 - Распределение больных по значениям КПУ, относительные значения (%)

Перед началом лечения все пациенты участвовали в исследовании, где им предложили пройти комплексную программу профессиональной гигиены полости рта и обучиться индивидуальным гигиеническим навыкам. Для оценки состояния гигиены использовался индекс Грин-Вермильона ОНІ-S. На Рисунке 4.4 представлены показатели этого индекса, собранные на старте процесса реставрации.

На Рисунке 4.4 продемонстрировано, что до начала лечения уровень гигиены полости рта был хорошим (код 1) у 76 пациентов, включая 25 (17,86%) из группы №1 (ацетонсодержащий адгезив), 25 (17,86%) из группы №2 (спиртсодержащий адгезив) и 26 (18,57%) из группы №3 (водобазовый адгезив).

У 64 пациентов зарегистрирован удовлетворительная гигиена полости рта (код 2), включая 22 (15,71%) из группы №1 (ацетонсодержащий адгезив), 20 (14,29%) из группы №2 (спиртсодержащий адгезив) и 22 (15,71%) из группы №3 (водобазовый адгезив).

Плохой (код 3) уровень гигиены полости рта выявлен не был ни в одной из групп.

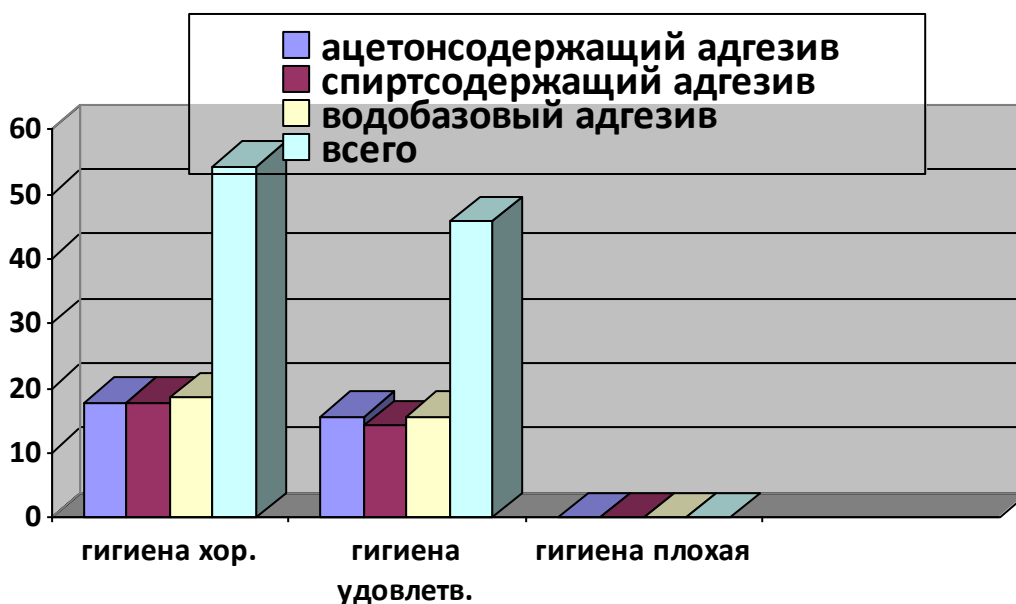


Рисунок 4.4. – Распределение больных по уровню гигиенического состояния
ИГРУ – У, относительные значения (%)

Таким образом, было проведено исследование и сравнительный анализ групп пациентов, имеющих недостоверно значимые различия по факторам, определяющим кариесрезистентность зубов, а именно, по активности кариозного процесса и уровню гигиены полости рта.

Была произведена оценка уровня гиперестезии твердых тканей зубов, подвергшихся лечению во всех группах больных непосредственно после реставрации и спустя 30 суток после лечения. Результаты представлены на Рисунке 4.5.

В группе №1: непосредственно после проведения лечения, при среднем кариесе отсутствие гиперестезии отмечали после реставрации 17 (22,37%) зубов, при глубоком кариесе -5 (6,58%) зубов. При обследовании зубов, ранее подвергшихся эндодонтическому лечению чувствительность, не выявлялась.

Спустя 30 суток после лечения при среднем кариесе отсутствие гиперестезии отмечали у 24 (31,58%) зубов, при глубоком кариесе отсутствие гиперестезии отмечали у 18 (23,68%) зубов (при этом реакции на тактильную чувствительность не было выявлено). У зубов, ранее подвергшихся эндодонтическому лечению чувствительность, не выявлялась.

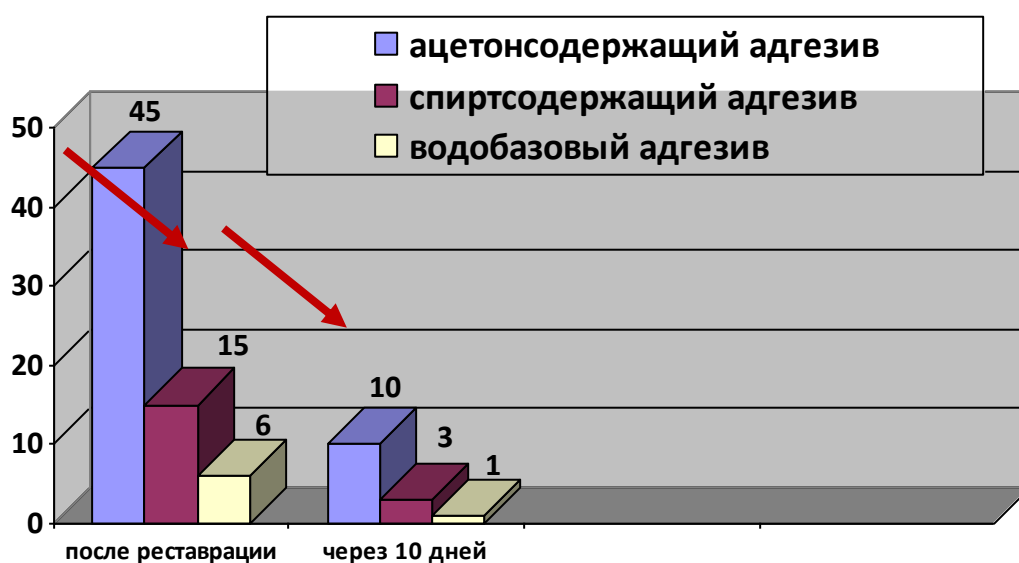


Рисунок 4.5 – Значение индекса интенсивности гиперестезии зубов (ИИГЗ) в группах исследования, баллы

Дополнительно в ходе исследования проводилась люминесцентная спектроколориметрия эмали в сроки 1 и 12 месяцев после проведенного лечения (Рисунок 4.6). Группа №1 спустя 12 месяцев после лечения - определяются морфологические нарушения в области максимальной функциональной нагрузки зуба. Спустя 12 месяцев после лечения данные участки визуально и инструментально не определяются.

В группе №2 после проведения аналогичных исследований: отсутствие гиперестезии (непосредственно после лечения, реставрации) при среднем кариесе отмечали у 20 (27,02%) зубов, при глубоком- 20 зубов (27,02%). У зубов, ранее подвергшимся эндодонтическому лечению, чувствительность не выявлялась. Спустя 30 суток после лечения при среднем кариесе у всех 23 (31,08%) зубов отмечали отсутствие гиперестезии, при глубоком у 25 (33,79%) зубов. У зубов, ранее подвергшимся эндодонтическому лечению, чувствительность не выявлялась, также же, как и непосредственно после лечения.

Что касается люминесцентной спектроколориметрии - как и в группе №1 - морфологические нарушения наблюдаются в области максимальной функциональной нагрузки зуба, но в отличие от группы №1 не был определен красный спектр свечения, что говорит об отсутствии значительного уровня деминерализации эмалево-композитного соединения. При изучении скорости растворимости эмали по фосфору в группах №1 и №2 мы не обнаружили статистически значимых изменений содержания фосфора в биоптате.

В группе №3: отсутствие гиперестезии отмечали непосредственно после лечения, реставрации при среднем кариесе- 23 (29,11%) зубов, при глубоком- 25 (31,64%). Спустя 30 суток после лечения при среднем кариесе- у всех 24 (30,39%) зубов, при глубоком - у 28 (35,44%) зубов. Данные люминесцентной спектроколориметрии свидетельствуют о морфологических нарушениях в области максимальной функциональной нагрузки зуба, но тут эффект наблюдается только в области жевательных зубов, что, по нашему мнению,

связано со значительным вымыванием водобазового адгезива в зоне высокой нагрузки данной группы зубов. Так же, как и в группе №2 не был выявлен красный спектр свечения.

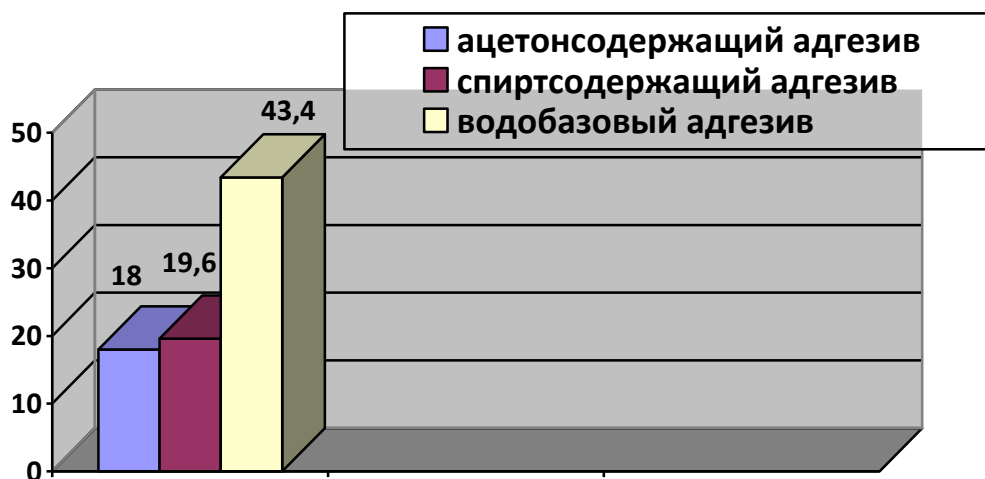


Рисунок 4.6 - Данные люминесцентной спектроколориметрии в группах исследования, баллы (сравнение % значений групп при балле =0)

Чтобы оценить более поздние результаты лечения нами проводилась кислотная биопсия с участков эмалево-композитного соединения, спустя 6 месяцев после лечения (Рисунок 4.7). Из результатов следует, что исходный уровень кислоторастворимости эмали по кальцию равнозначен во всех группах пациентов. Спустя 1 сутки после лечения у ацетон-содержащего адгезива скорость выхода кальция в биоптат составила $46,09 \pm 2,76$ мкМоль/мин; спиртсодержащего адгезива $43,19 \pm 2,16$ мкМоль/мин; и при использовании водобазового адгезива $28,22 \pm 2,51$ мкМоль/мин, что в 1,63 раза меньше, чем в группе №1 и в 1,53 раза меньше, чем в группе №2. Полученные результаты наглядно свидетельствуют об отсутствии раздражающего действия водобазовой адгезивной системы на минеральный обмен эмали. Данная закономерность наблюдалась также спустя 1 и 6 месяцев после лечения.

Статистически значимых изменений содержания фосфора и кальция в биоптате, как и в предыдущих случаях (группы №2, №3), выявлено не было.

Учитывая все результаты исследований в группах №1, №2 и №3 нами был сделан вывод, что вид растворителя адгезивной системы не оказывает влияния на растворимость эмали по фосфору.

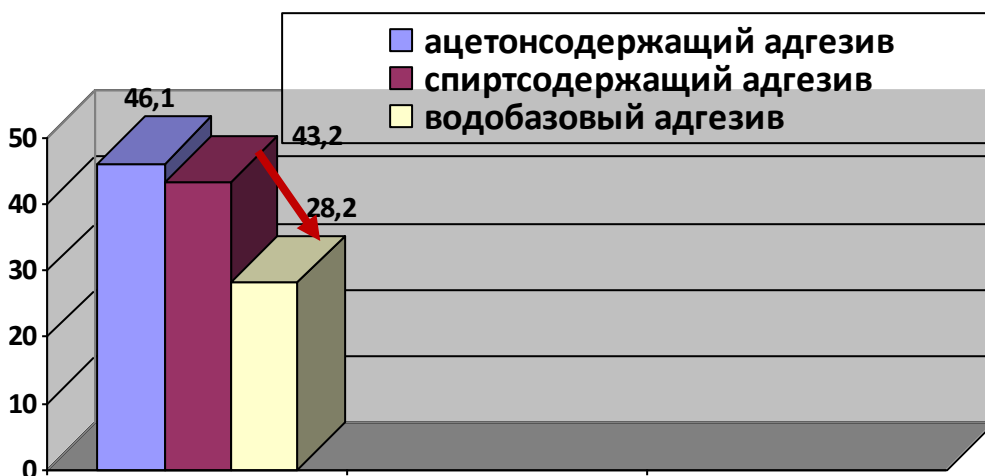


Рисунок 4.7 - Данные кислотной биопсии эмали по кальцию в группах исследования, мкмоль/мин

Результаты наших исследований по Системе Оценки Стоматологических Критериев Службы Здравоохранения США (VSPHS) свидетельствуют о том, что визуальный и инструментальный осмотры всех запломбированных зубов не выявили статистически достоверного неудовлетворительного качества пломбирования в течение 2-х лет ни у одного пациента из групп исследования (Рисунок 4.8).

Тем не менее, отмечается тенденция к увеличению показателей критерия Риджа, «реставрация, нуждающаяся в отсроченной замене», до 2-х баллов у 4 (8,5%) пациентов в группе, где применялся ацетонсодержащий адгезив, и у 3 (6,7%) в группе, где применяли спиртсодержащий адгезив. Несмотря на выявленные незначительные клинические недостатки, реставраций, нуждающихся в немедленной замене, не было выявлено ни в одном клиническом случае.

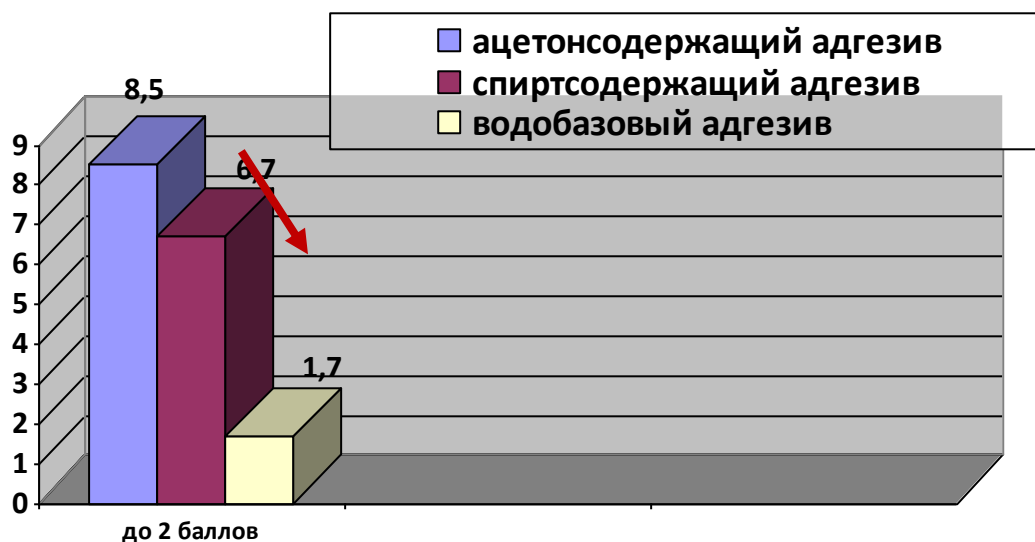


Рисунок 4.8 – Результаты качества реставраций согласно критериям Ryge (Риджа) в группах исследования, (относительные значения, %)

Таким образом, результаты наших исследований по Системе Оценки Стоматологических Критериев Службы Здравоохранения США (VSPHS) свидетельствуют о том, что визуальный и инструментальный осмотры всех запломбированных зубов не выявили статистически достоверного неудовлетворительного качества пломбирования в течение 2-х лет ни у одного пациента из групп исследования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подводя итог вышесказанному, следует отметить, что в изученных группах пациентов были получены разнообразные результаты клинических исследований. Эти исследования включали определение индекса гиперестезии твердых тканей зуба, проведение люминесцентной спектроколориметрии и определение скорости растворимости эмали по кальцию и фосфору. Также были проведены лабораторные исследования, включающие определение силы адгезии на сдвиг, растровую и атомно-силовую микроскопию.

Так как распространенность кариеса у взрослых по-прежнему увеличивается, профилактические отношения и лечение данного заболевания, по-прежнему имеют большую актуальность в мире стоматологии.

Возникающие в процессе лечения дефекты твердых тканей зубов восстанавливают композитными материалами, что является наиболее распространенным методом. Для надежной фиксации пломбировочного материала, предотвращения краевой проницаемости, профилактики вторичного кариеса, перед заполнением полости композитом, в клинической практике применяются различные адгезивные системы. Знание химического состава выбранной адгезивной системы позволяет более грамотно подойти к ее выбору в зависимости от той или иной клинической ситуации.

Таким образом, учитывая текущий тренд в современной стоматологии, который предполагает использование минимально инвазивных методов препарирования, необходимо отметить следующее: адгезивная система, которая используется для реставрации зубов, не всегда способна полностью закрыть все поверхности эмали и дентина, особенно в сложных кариозных полостях. Это связано с физико-механическими характеристиками адгезивной системы, которые зависят и от типа растворителя, используемого в ней.

ВЫВОДЫ

1. Сравнительный анализ результатов лабораторных исследований уровня адгезионных возможностей исследуемых адгезивов позволяет сделать вывод, что химический состав адгезивных систем, в частности наполнитель, не влияет на качество пломбирования, но сила адгезии имеет различия при пломбировании витальных и девитальных зубов: лучшие результаты при пломбировании витальных зубов получены при применении спиртосодержащего и водобазового адгезива, при пломбировании девитальных – ацетонсодержащей адгезивной системы, так как при применении систем первых двух групп, сила адгезии снижается на $2,9 \pm 0,03$.

2. Сравнительная характеристика влияния химического состава изучаемых адгезивных систем на кариесрезистентность эмали, согласно данным кислотной биопсии эмали (с участков эмалево-композитного соединения), позволяет резюмировать: после лечения скорость выхода кальция в биоптат в группе, где использовался водобазовый адгезив, ниже в $1,53 \pm 0,01$ раза, чем в группе со спиртосодержащей системой, и в $1,63 \pm 0,01$ ниже, чем с ацетонсодержащей системой, что говорит об отсутствии раздражающего действия данной адгезивной системы на обмен эмали (по кальцию). При оценке результатов кислотной биопсии эмали по фосфору статистически важных изменений во всех исследуемых группах не наблюдалось.

3. Анализ ближайших и отдаленных параметров краевой адаптации композита по результатам растровой электронной микроскопии позволяет заключить, что более значительное «вымывание» компонентов адгезива из соединения эмаль-композит зарегистрировано у системы с водобазовой основой, чем в группах со спиртосодержащей и ацетонсодержащей основой. Соответственно, высокий риск разгерметизации в отделенные сроки, следует

прогнозировать, у системы с водобазовой основой, чем в группах со спиртсодержащей и ацетонсодержащей основой.

4. При сравнительном анализе клинических параметров краевой адаптации композитов в реставрациях, выполненных с использованием различных адгезивных систем, качественное пломбирование зарегистрировано во всех группах, но лучшие результаты получены в группе применения водобазового композита: по критериям Ryge (Ридж) показатель неудовлетворительного пломбирования был снижен до $1,7 \pm 0,01$ баллов, что в $4,0 \pm 0,03$ раза выше, чем в группе с ацетонсодержащей адгезивной системой и в $5,0 \pm 0,01$ раз, чем в группе со спиртсодержащей системой; по данным спектрокалориметрии: в случае ацетонсодержащей адгезивной системы, краевая проницаемость зарегистрирована выше, чем у водобазовой на $25,4\% \pm 0,01$, а чем в группе со спиртсодержащей системой - на $23,8\% \pm 0,03$.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Полученный в процессе исследования практический опыт изучения адгезивов V поколения позволяет считать их достаточно эффективными для непосредственной композитной реставрации твердых тканей зуба. Однако, состав этих адгезивных систем, включающий растворитель, обуславливает ряд особенностей их физико-химических свойств. И в некоторых случаях, исходя из начальной клинической ситуации, целевой выбор той или иной адгезивной системы, достоверно оправдан.

2. Состояние «витальности» твердых тканей зуба оказывает влияние на силу адгезии в случаях применения спиртосодержащих и водобазовых адгезивных систем и не оказывает влияния в случае ацетонсодержащих адгезивов. При «витальном» состоянии зуба значимых снижений в результатах не наблюдалось, поэтому все исследуемые системы могут быть рекомендованы к применению.

3. В случае с «девитальным» зубом рекомендуем использовать ацетонсодержащую адгезивную систему, при которой не наблюдалось снижения адгезионной силы, в отличие от водобазовой и спиртосодержащих систем, при применении которых данный показатель снижался.

4. Вследствие анатомических особенностей и сложности микрорельефа кариозной полости, а также физико-химических характеристик самого адгезива, основным недостатком классического метода нанесения адгезивной системы является неравномерность её нанесения по всей площади реставрации, приводящее к её «вымыванию» и риску разгерметизации реставрации. Поэтому, предлагаем обратить внимание на данный этап в работе, и применять более равномерный способ распределения, что позволит сохранить герметичность и, соответственно, пролонгировать долговечность пломбы

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Перспективой дальнейшей разработки темы является более подробное изучение возможности применения в стоматологической практике современных адгезивных систем, Клиническое исследование начальной клинической ситуации и выбор подходящего адгезива с соответствующими характеристиками - помогут значительно повлиять на качество адаптации и герметичность композитного материала к твердым тканям зуба, как непосредственно после лечения, так и в долгосрочной перспективе, что несомненно поспособствует качеству терапевтического лечения при стоматологической реабилитации пациента и, как следствие, снижению рецидива кариеса в дальнейшем.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АСМ – атомно-силовая микроскопия

ВОЗ – Всемирная организация здравоохранения

ГОСТ Р – государственный стандарт, введенный в Российской Федерации после 1992 года и применяемый на ее территории

КПУ – индекс КПУ, равен сумме кариозных (К), пломбированных (П) и удаленных (У) зубов у пациента

мин - минута

мкМоль - Микромоль - это единица измерения количества вещества, равная одной миллионной части моля (10^{-6} моль).

МПа – МегаПаскаль – единица измерения давления (механического напряжения) ($1 \text{ МПа} = 10^6 \text{ Па}$)

ИРГЗ - индекс распространенности интенсивности гиперестезии зубов

ИИГЗ - индекс интенсивности гиперестезии зубов

ОHI-s – Oral Hygiene Indices - Simplified – упрощенный индекс гигиены полости рта по Грину-Вермильону

API – индекс зубного налёта на апроксимальной поверхности

Bis-GMA – Bisphenol A-Glycidyl Methacrylate – бисфенол глицидил метакрилат

ISO – международный стандарт качества (от названия International Organization for Standardization)

VSPHS - Система Оценки Стоматологических Критериев Службы
Здравоохранения США

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автоматизированные технологии диагностики и выбора лечения неосложненного кариеса / А. А. Кунин, О. И. Олейник, С. В. Ерина [и др.] // Прикладные информационные аспекты медицины. – 1998. – Т. 1, № 1. – С. 52–55. – EDN VSEMEF.
2. Адамов П.Г., Николаев А.И., Бирюкова М.А., Ивкина Н.П., Сухенко А.П. Исследование прочности связи с дентином различных адгезивных систем // Вестник Смоленской государственной медицинской академии. 2014. Т. 13. № 4. С. 48–53. EDN: TNHKCX
3. Адгезивные системы в практике врача-стоматолога / О. Ю. Титова, Т. В. Меленберг, Л. Н. Линник [и др.] // Проблемы стоматологии. – 2020. – Т. 16, № 1. – С. 178–181. – DOI 10.18481/2077-7566-20-16-1-178-181. – EDN HXTPX.
4. Андреева, В. А. Сравнительный анализ современных стоматологических адгезивных систем. Часть 1 / В. А. Андреева, Л. Г. Борисенко, А. С. Редер // Стоматолог. Минск. – 2022. – № 4(47). – С. 50–56. – EDN XITMER.
5. Асланян М.А., Еремин О.В., Труфанова Ю.Ю., Асланян Мел.А., Еремин А.О., Быкова О.А., Завьялов А.И. Применение адгезивных систем в стоматологии: прошлое и настоящее // Саратовский научно-медицинский журнал. 2018. №2. EDN: YBSLZR
6. Базилян Э.А., Янушевич О.О. Пропедевтическая стоматология: Учебник. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016. EDN: YMURSH
7. Беленова И.А. 2008. Применение высоких технологий в диагностике заболеваний зубов. Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 4: 1070–1073. EDN: KAKAIB

8. Беленова И.А. Неосложненный кариес -методы лечения и профилактики/И.А. Беленова, Р.А.Шабанов//Стоматология детского возраста и профилактика. -2010. -Т. IX, № 2(33). -С. 32–36. EDN: MNVEQT

9. Беленова И.А. Патогенетические подходы в предотвращении патологии твердых тканей зубов / Беленова И.А. [и др.] // В сборнике: Актуальные проблемы стоматологии. материалы IV Международного симпозиума. - 2019. - С. 69–77. EDN: ZZFDPN

10. Беленова И.А. Повышение эффективности лечения гиперестезии зубов после профессионального отбеливания/ Беленова И.А., Андреева Е.В., Кунина Н.Т.//Вестник новых медицинских технологий. – 2013. - Т. 20. -. № 2. - С. 98–101

11. Беленова И.А. Сравнение качества различных методов ирригации корневых каналов в процессе эндодонтического лечения/ Беленова И.А., Харитонов Д.Ю., Сущенко А.В., Кудрявцев О.А., Красичкова О.А., Жакот И.В. // Эндодонтия Today. -2016. - № 2.- С. 3–7.

12. Беленова И.А., Митронин А.В., Кудрявцев О.А., Рожкова Е.Н., Андреева Е.В., Жакот И.В. 2016. Рекомендация средств гигиены с десенситивным эффектом с учётом индивидуальных особенностей стоматологического статуса пациента. Cathedra. Стоматологическое образование, 55: 46–49. EDN: XDRQTL

13. Беленова И.А., Шабанов Р.А. Неосложнённый кариес – методы лечения и профилактики / Стоматология детского возраста и профилактика. – 2010. - Т. 9. - № 2 (33). - С. 32–36.

14. Беленова, И. А. Индивидуальная профилактика кариеса у взрослых: специальность 14.01.14 "Стоматология»: диссертация на соискание ученой степени доктора медицинских наук / Беленова Ирина Александровна. – Воронеж, 2010. – 305 с. – EDN QESVMD.

15. Беленова, И. А. Методика персонифицированного назначения зубных паст с десенситивным компонентом / И. А. Беленова, О. А.

Кудрявцев, Е. И. Зяблова // Сборник материалов III-го научно-практического международного конгресса «Актуальные проблемы стоматологии и челюстно-лицевой хирургии». – Ташкент, 2019. – С. 71–74.

16. Беленова, И. А. Митронин, В. А. Сударева, А. В. Старцева, С. В. Васильева, М. С. Олейник, Е. А. Сохранить молодость пародонта: правда или миф? Стратегия и тактические подходы в периодонтологии на основе профилактической, предиктивной и персонифицированной медицины. // Эндодонтия today. - 2022.- №20 (1):0-0.- с.56-63.

17. Беленова, И. А. Регистрация изменений минерализации эмали при применении препарата на основе ионов кальция и аминокислот / И. А. Беленова, Е. Н. Рожкова // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Медицина. Фармация. – 2019. – Т. 42, № 4. – С. 488-496. – DOI 10.18413/2075-4728-2019-42-4-488-496. – EDN RPSPJY.

18. Беленова, И. А., Красичкова, О. А., Кудрявцев, О. А., Регистрация изменений бактериальной составляющей дентина корневых каналов при традиционной медикаментозной обработке и с применением ультразвуковых колебаний // Вестник новых медицинских технологий №2, том XX, «Должановские чтения» ВГМА им. Н.Н. Бурденко, научное медицинское общество анатомов, гистологов и эмбриологов, Тула – 2013, ISSN 1609-2163 С. 299-306.

19. Беленова, И. А., Харитонов, Д. Ю., Лунина, Н. А., Подопрigора, А. В, Сарычева, И. Н., Азарова, О. А, Комарова, Ю. Н., Кудрявцев, О. А., Бухтояров, А. Ю, Кубышкина, К. П. // Учебно-методическое пособие/И.А. Беленова [и др.]. - Воронеж, 2020. - - 80 с. ООО «Ритм». Рекомендовано УМО РАЕ по классическому университетскому и техническому образованию в качестве учебно-методического пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 31.05.03 - стоматология, протокол №848 от 21 сентября 2020 года.

20. Берлин А.А., Басин В.Е. Основы адгезии полимеров. - М.: Химия, 1969.
21. Богданова, Ю. Г. Адгезия и ее роль в обеспечении прочности полимерных композитов: учебное пособие для студентов по специальности «Композиционные наноматериалы» / Ю. Г. Богданова. – М., 2010. – 68 с.
22. Боричевская, С. В. Сравнительная характеристика светоотверждаемых композитных материалов различных фирм / С. В. Боричевская // 88-я Всероссийская байкальская научно-практическая конференция молодых учёных и студентов с международным участием, посвященная 100-летию НОМУС им. И.И. Мечникова : Материалы конференции, Иркутск, 27–29 апреля 2021 года / Под редакцией И.В. Малова, И.Ж. Семинского, И.А. Пикало, А.А. Долбилкина, П.В. Толстова. – Иркутск: Иркутский научный центр хирургии и травматологи, 2021. – С. 78-83. – EDN NYJCYX.
23. Влияние методики адгезивной подготовки на структуру границы дентин-композит при применении адгезивов V поколения / А. А. Зикеев, А. С. Патрушев, М. С. Патрушева, Г. П. Снигур // Волгоградский научно-медицинский журнал. – 2018. – № 2(58). – С. 33-36. – EDN XQWYOD.
24. Влияние структурных особенностей дентина зубов на адгезию композитных материалов / А. Б. Шашмурина, А. И. Николаев, А. Н. Антонова, Ю. И. Тиньгаева // Актуальные вопросы стоматологии : сборник III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Киров, 05–06 апреля 2019 года / Под редакцией Л.М. Железнова. – Киров: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кировский государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации, 2019. – С. 251-254. – EDN DRPRJS.

25. Волкова, М.Н. Терапевтическая стоматология для студентов 3 курса = Therapeutic Dentistry for the 3rd year student: educational and methodical edition. Часть 1 / М.Н. Волкова, Н.А. Сахарук, Н.А. Будько. - Витебск: ВГМУ, 2021. - 358 с.
26. Воробьева Ю.Б. Профилактика краевой разгерметизации адгезивного пломбирования полостей v класса по Блэку / Воробьева Ю.Б., Балин В.В., Малышева Д.Д., Кривенцева В.А. // Стоматология. - 2022. - Т. 101. - № 5. С. 7–10. EDN: UIFGFD
27. Воробьева, Ю. Б. Клинико-лабораторный анализ композитов и адгезивных систем для реставраций жевательной группы зубов / Ю. Б. Воробьева, Д. Д. Малышева // Актуальные вопросы челюстно-лицевой хирургии и стоматологии : материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения профессора В.А. Малышева, Санкт-Петербург, 23–24 ноября 2022 года / Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова. – Санкт-Петербург: Военно-медицинская академия имени С.М.Кирова, 2022. – С. 43–48. – EDN ABHYKJ.
28. Выбор критериев эпидемиологического обследования - залог эффективной профилактики гиперестезии зубов / И. А. Беленова, Р. В. Лесников, П. А. Леус [и др.] // Научно-медицинский вестник Центрального Черноземья. – 2017. – № 69. – С. 15–22. – EDN ZENIJZ.
29. Выбор методики лечения как инструмент управления качеством стоматологической помощи / М. Г. Ступин, О. В. Мироненко, Е. В. Гиленко [и др.] // Институт стоматологии. – 2024. – № 1(102). – С. 95–97. – EDN CCYGBE.
30. Гаффоров, С. А. Клиническое обоснование эффективности этиологии кариеса зубов в ранней диагностике, лечении и профилактике / С. А. Гаффоров, О. О. Яриева // Новый день в медицине. – 2020. – № 2(30). – С. 343–346. – EDN ZJENXA.

31. Гилязева, В. В. Инновационные методы диагностики кариеса зубов / В. В. Гилязева // Высокие технологии, проблемы и решения : Материалы десятой международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 05–06 апреля 2016 года. – Санкт-Петербург: Издательство политехнического университета, 2016. – С. 31-33. – EDN YZEOTD.

32. Гилязева, В. В. Обследование пациента в клинике терапевтической стоматологии / В. В. Гилязева, Л. И. Никитина ; Ответственный редактор Л.И. Никитина. – Чебоксары : Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова, 2020. – 88 с. – ISBN 978-5-7677-3075-9. – EDN XREKDK.

33. Динамика развития адгезивных систем в стоматологической практике / Г. Е. Бордина, Н. П. Лопина, А. А. Андреев, И. А. Некрасов // Российский стоматологический журнал. – 2022. – Т. 26, № 1. – С. 63–74. – DOI 10.17816/1728–2802–2022-26-1-63-74. – EDN VFBFQC.

34. Дмитриева, Л.А. Терапевтическая стоматология: национальное руководство / под ред. Л. А. Дмитриевой, Ю. М. Максимовского. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2021. - 888 с. (Серия "Национальные руководства"). ISBN: 978-5-9704-6097-9

35. Дубова, М. А. Адгезивные системы в современной стоматологии / М. А. Дубова, Т. А. Шпак // Институт стоматологии. – 2005. – № 1(26). – С. 93–95. – EDN MWCMVZ.

36. Ермолаева, Л. А. Сравнительная характеристика временных пломбировочных материалов / Л. А. Ермолаева, С. А. Туманова, А. Тавосолиния // Стоматология славянских государств : Сборник трудов XIV Международной научно-практической конференции, Белгород, 08–12 ноября 2021 года. – Белгород: Издательский дом "Белгород", 2021. – С. 93-95. – EDN LYCEOK.

37. Жук Н.А., Сысоева О.В., Бондаренко О.В. Качество краевого прилегания композитных пломб в зависимости от способа изоляции

рабочего поля // Российский стоматологический журнал. 2008. № 5. С. 30–32. EDN: JVOWPX

38. Жукова, Е. С. Сравнительная оценка краевого прилегания композиционных пломбировочных материалов при различной адгезивной подготовке твердых тканей зуба / Е. С. Жукова, С. И. Токмакова, О. В. Бондаренко // Журнал научных статей Здоровье и образование в XXI веке. – 2017. – Т. 19, № 10. – С. 181–183. – EDN ZATOSD.

39. Зикеев А.А. Влияние методики адгезивной подготовки на структуру границы дентин-композит при применении адгезивов V поколения / А.А. Зикеев, А.С. Патрушев, М.С. Патрушева, Г.Л. Снигур // Волгоградский научно-медицинский журнал. - 2018. - № 2. - С. 33–37. EDN: XQWYOD

40. Значение адгезивных систем и их состава в профилактике рецидива кариеса / Беленова И.А., Попова О.Б., Панина О.А., Булкадарова А.К. // Стоматология славянских государств: сборник трудов XVI Международной научно-практической конференции, приуроченной к 75-летию Заслуженного врача Российской Федерации, доктора медицинских наук, профессора А.В. Цимбалистова / под ред. проф. А.В. Цимбалистова, В.В. Капрановой – Белгород: ИД «БелГУ» НИУ «БелГУ», 2023. – 392 с. ISBN 978-5-9571-3523-4, С.70-74.

41. Значение состава адгезивных систем в профилактике рецидива кариеса / Беленова И.А., Панина О.А., Попова О.Б., Булкадарова А.К. // Сборник материалов 78-й международной научно-практической конференции «Достижения фундаментальной, прикладной медицины и фармации» / под ред. проф. Ризаева Ж.А.– Самарканд, 2024. – 1641 с., С.1353–1354.

42. Искусство моделирования и реставрации зубов / Л. М. Ломиашвили, Л. Г. Аюпова, Д. В. Погадаев, С. Г. Михайловский. – 2-е издание. – Омск : Полиграф, 2014. – 436 с. – ISBN 978-5-86747-058-6. – EDN YETGGG.

43. Каливрадзиян, Э.С. Пропедевтическая стоматология [Электронный ресурс]: учебник / Э. С. Каливрадзиян и др. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. <http://www.studmedlib.ru/book/.html>. ISBN: 978-5-9704-2999-0

44. Кариес зубов : Учебное пособие для студентов стоматологических факультетов медицинских вузов / С. Б. Фищев, А. Г. Климов, А. В. Севастьянов [и др.]. – Санкт-Петербург : Общество с ограниченной ответственностью "Издательство "СпецЛит", 2016. – 47 с. – ISBN 978-5-299-00725-1. – EDN YUYMQP.

45. Ковехов, С. В. Влияние использования универсальных адгезивных систем на герметичность устьевой пломбы из низкомодульного композита: исследование *in vitro* / С. В. Ковехов, И. О. Ларичкин // Молодежь, наука, медицина : материалы 67-й Всероссийской межвузовской студенческой научной конференции с международным участием, Тверь, 22–23 апреля 2021 года. – Тверь: Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Тверская государственная медицинская академия Министерства здравоохранения Российской Федерации, 2021. – С. 317-321. – EDN IQKCHS.

46. Конфликтология в стоматологии / И. А. Беленова, А. В. Митронин, О. А. Азарова [и др.] // Эндодонтия Today. – 2020. – Т. 18, № 2. – С. 51–55. – DOI 10.36377/1683–2981–2020-18-2-51-55. – EDN YVLXVZ.

47. Косинова, Е. Ю. Клинико-лабораторная характеристика современных адгезивных систем: специальность 14.00.21: диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Косинова Елена Юрьевна. – Москва, 2007. – 119 с. – EDN NPSHVP.

48. Крихели, Н. И. Адгезивные системы: от техники тотального протравливания к универсальным адгезивам (обзор) / Н. И. Крихели, М. Н. Бычкова, Е. В. Саврасова // Клиническая стоматология. – 2022. – Т. 25, № 2. – С. 6–11. – DOI 10.37988/1811-153X_2022_2_6. – EDN FRHACG.

49. Крошилова, Л. Э. Адгезивные системы в стоматологии (литературный обзор) / Л. Э. Крошилова, И. Я. Пиекалнитс // Инновационные медицинские Технологии: Сборник научных трудов / Под редакцией Р.Н. Чиркова, С.В. Жукова. – Тверь: Тверское региональное общественное движение по поддержке молодых ученых "Ассоциация молодых ученых Тверской области", 2019. – С. 12–19. – EDN APCIXD.

50. Кузнецов, В. П. Адгезия в клеевом соединении: адгезия с позиции теории прочности / В. П. Кузнецов, М. И. Баумгартэн // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2014. – №4. – С. 97–102.

51. Кузнецов, Н. А. Анализ современных технологий композиционных материалов / Н. А. Кузнецов // Поколение будущего: Взгляд молодых ученых - 2022 : сборник научных статей 11-й Международной молодежной научной конференции, Курск, 10–11 ноября 2022 года. Том 4. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 383-385. – EDN XDUWBY.

52. Кузнецова, Е. Д. Применение современных адгезивных систем в клинической стоматологии / Е. Д. Кузнецова. - Текст: непосредственный // Молодой ученый. - 2019. - № 44 (282). - С. 143-147. EDN: JMQDLF

53. Кузнецова, Л. А. Исследование адгезии между композитами химического и светового отверждения при частичной замене реставрации зубов / Л. А. Кузнецова, С. А. Николаенко // Сибирское медицинское обозрение. – 2008. – № 3(51). – С. 41-43. – EDN JVMJSZ.

54. Кунин А.А. Кариес: Учебное пособие, - Воронеж, 1995, -48с.

55. Кунин А.А. Профилактика кариеса зубов -этап сохранения здоровья современной семьи/А.А. Кунин, И.А. Беленова, О.А. Кудрявцев//Здоровье семьи -21 век: материалы 10-й междунаро. науч. конф., 27 спр.-9 мая 2006 г., Бангкок (Таиланд). -Пермь: ПОНИЦАА, 2006. -С. 207–208.

56. Кунин А.А. Роль менеджмента в повышении эффективности мероприятий комплексной системы профилактики кариеса/ Кунин А.А., Беленова И.А., Селина О.Б.// Системный анализ и управление в биомедицинских системах. – 2008. - Т. 7. - № 1. - С. 103–105.

57. Кунин, А.А. Морфо-химические аспекты одонтопрепарирования: монография / А.А. Кунин, В.А. Кунин, Б.Р. Шумилович.- Воронеж, 2009.- 176 с. EDN: QLYUXF

58. Лапина, Т. Е. Реставрация фронтальной группы зубов с использованием материала "Harmonize™" / Т. Е. Лапина, В. М. Галченко // Актуальные проблемы и перспективы развития стоматологии в условиях Севера : Сборник статей Межрегиональной научно-практической конференции, посвященной 65-летию Медицинского института ФГАОУ ВО "Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова", Якутск, 15 ноября 2022 года / Под редакцией И.Д. Ушницкого. – Якутск: Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова, 2022. – С. 180–183. – EDN LTHBIW.

59. Леус, П. А. Методы и долгосрочные цели вторичной профилактики кариеса зубов / П. А. Леус // Современная стоматология. – 2018. – № 2(71). – С. 9–14. – EDN XTUYHJ.

60. Лобовкина, Л. А. Адгезивные системы и их роль в современной стоматологии [Электронный ресурс] / Л. А. Лобовкина, А. М. Романов. - Режим доступа: <https://dentalmagazine.ru/posts/adgezivnye-sistemy-i-ih-rol-v-sovremennoj-stomatologii.html>.

61. Лобовкина, Л. А. Особенности применения современных самопротравливающих адгезивных систем / Л. А. Лобовкина, А. М. Романов // Институт стоматологии. – 2008. – № 1(38). – С. 132-133. – EDN MWCQMZ.

62. Максимовский, Ю. М. Терапевтическая стоматология: рук. к практ. занятиям: учебное пособие / Ю. М. Максимовский, А. В. Митронин. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2011. - с.97-104.

63. Мелькумян Т.В., Каххарова Д.Ж., Камилов Н.Х., и др. Сравнительный анализ самопротравливающих адгезивных систем и систем тотального травления *in vitro* // *Stomatologiya*. 2017. № 2. С. 31–33. EDN: YZAONF
64. Методика оценки состояния полости рта с помощью упрощенного индекса гигиены игр-у / Н. А. Полушкина, Ж. В. Вечеркина, О. И. Олейник [и др.] // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. – 2020. – Т. 19, № 3. – С. 49–53. – DOI 10.36622/VSTU.2020.19.3.005. – EDN TQRXTA.
65. Митронин А.В., Ильина М.И., Галиева Д.Т., Митронин Ю.А. Оценка глубины пенетрации адгезивной системы v поколения в дентинные каналы в зависимости от концентрации ортофосфорной кислоты в геле для тотального травления относительно адгезивной системы VII поколения // *Cathedra-Кафедра. Стоматологическое образование*. 2019. № 70. С. 18–21. EDN: [QVMGWD](#)
66. Митронин А.В., Куваева М.Н., Вовк С.Н. Лабораторная оценка структуры гибридной зоны адгезивной системы на основе ормокера при пломбировании полостей класса I // *Эндодонтия Today*. 2019. Т. 17. № 3. С. 21–24. DOI: [10.36377/1683-2981-2019-17-3-21-24](#) EDN: [MBQRKU](#)
67. Моисеева, Н. С. Ранняя диагностика и профилактика начального кариеса зубов / Н. С. Моисеева, А. А. Кунин // Научно-медицинский вестник Центрального Черноземья. – 2013. – № 52. – С. 156-160. – EDN VRBJFB.
68. Молоковских, Н. В. Адгезия полимерных композиционных материалов / Н. В. Молоковских, И. А. Стабредов // Тенденции развития науки и образования. – 2021. – № 71–2. – С. 62-64. – DOI 10.18411/lj-03-2021-52. – EDN TZQQLG.
69. Николаев, А. И. Системный подход к диагностике и комплексному лечению кариозных и пришеечных некариозных поражений твердых

тканей зубов (клинико-лабораторное исследование): дис. ... д-ра мед. наук: 14.01.14 / Николаев Александр Иванович. – Смоленск, 2012. – 193 с.

70. Николаева, А. И. Практическая терапевтическая стоматология: учеб. пособие: в 3 т. / под ред. А. И. Николаева, Л. М. Цепова. - 10-е изд., перераб. - М.: МЕДпресс-информ, 2018. - с.364-371.

71. Николаенко С.А. Влияние параметров гибридного слоя на адгезию современных фотокомполитов / С.А. Николаенко и др. // Клиническая стоматология. - 2014. -№ 3. - С. 48–51.

72. Обследование стоматологического пациента. Пропедевтика стоматологических заболеваний: Рабочая тетрадь для самостоятельной подготовки студентов и контроля усвоения компетенции модуля. Учебно-методическое пособие / С. Д. Арутюнов, А. Г. Степанов, Т. Т. Малазония, Е. С. Ершова. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью "ПРАКТИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА", 2021. – 100 с. – (Рабочие тетради МГМСУ). – ISBN 978-5-98811-540-3. – EDN HDILFY.

73. Общая характеристика композиционных материалов / С. А. Черномазов, Д. А. Коляда, А. С. Любавин, И. В. Титова // Инновационные технологии и технические средства для АПК : материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов, посвященной 110-летию ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Воронеж, 10–11 ноября 2022 года. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2022. – С. 441-444. – EDN MOAFLF.

74. Оптимизация химической адгезии композитных материалов к твердым тканям зуба / О. А. Шпулина, А. Н. Нестеренко, А. В. Ульянов [и др.] // Морфологический альманах имени В.Г. Ковешникова. – 2018. – Т. 16, № 4. – С. 55–58. – EDN PPHWAP.

75. Организационные основы и методические принципы индивидуальной профилактики кариеса / И. А. Беленова, В. И. Хрячков, О. Е. Бекжанова [и др.] // Стоматологическая весна в Белгороде - 2022 :

Сборник трудов Международной научно-практической конференции в рамках международного стоматологического фестиваля «Площадка безопасности стоматологического пациента», посвященного 100-летию Московского государственного медико-стоматологического университета им. А.И. Евдокимова, Белгород, 09 июня 2022 года. – Белгород: Белгородский государственный национальный исследовательский университет, 2022. – С. 45–48. – EDN QLPYEX.

76. Остолоповская, О. В. Проблемы применения адгезивных систем в практике врача стоматолога на основании анализа современных публикаций / О. В. Остолоповская, А. В. Анохина, Г. Р. Рувинская // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6. – С. 1078. – EDN TGQVAR.

77. Острополовская, О. В., Анохина, А. В., Рувинская, Г. Р. Современные адгезивные системы в клинической стоматологии // Практическая медицина. - 2013. - с. 10–15. EDN: RDYDFR

78. Оценка глубины пенетрации адгезивной системы V поколения в дентинные каналы в зависимости от концентрации ортофосфорной кислоты в геле для тотального травления относительно адгезивной системы VII поколения / А. В. Митронин, М. И. Ильина, Д. Т. Галиева, Ю. А. Митронин // Cathedra-Кафедра. Стоматологическое образование. – 2019. – № 70. – С. 18–21. – EDN QVMGWD.

79. Патент № 2254826 С1 Российская Федерация, МПК А61С 5/00. способ пломбирования зубов : № 2004101015/14 : заявл. 13.01.2004 : опубл. 27.06.2005 / И. В. Маланьин, И. Г. Мурзин. – EDN AUVLJJ.

80. Патогенетические подходы в предотвращении патологии твердых тканей зубов/ Беленова И.А., Борисова Э.Г., Корецкая И.В., Рожкова Е.Н., Зяблова Е.И// Актуальные проблемы стоматологии. Материалы IV Международного симпозиума. - Издательство Санкт-Петербургского Университета. - 2019. - С. 69–77. EDN: [ZZFDPN](#)

81. Питирнова, А. Д. Сравнительная характеристика адгезивных систем / А. Д. Питирнова, И. Г. Михайлова // Сборник научных трудов молодых ученых и специалистов : Сборник статей. В 2-х частях. Том Часть I. – Чебоксары : Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова, 2020. – С. 326–331. – EDN GHQKSF.
82. Полянская, Л. Н. Универсальные адгезивные системы / Л. Н. Полянская // Стоматологический журнал. – 2016. – Т. 17, № 1. – С. 63–66. – EDN KFOUBC.
83. Попова Е.А., Фурцев Н.В. Исследование прочности адгезионного соединения композиционного материала и дентина в зависимости от вида обработки полости зуба // Российский стоматологический журнал. 2016. № 2. С. 9–11.
84. Постников М.А., Щербакова Е.А., Щербаков М.В., Симановская О.Е. Выбор адгезивной системы в практике врача-стоматолога // Аспирантский вестник Поволжья. 2020. № 5-6. С. 81-88. DOI: [10.17816/2072-2354.2020.20.3.81-88](https://doi.org/10.17816/2072-2354.2020.20.3.81-88) EDN: [IULGRH](#)
85. Применение адгезивных систем в стоматологии: прошлое и настоящее / М. А. Асланян, О. В. Еремин, Ю. Ю. Труфанова [и др.] // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2018. – Т. 14, № 2. – С. 234–239. – EDN YBSLZR.
86. Пронина, Н. С. Сравнительная характеристика адгезивных систем 4 и 5 поколения / Н. С. Пронина, К. В. Шабунина, А. Ф. Мангутова // Dental Forum. – 2023. – № 4(91). – С. 64–65. – EDN NWJULC.
87. Профессиональная гигиена = Professional oral hygiene: учеб.-метод. пособие /Л. А. Казеко, О. А. Тарасенко. - Минск: БГМУ, 2016. - 42 с.
88. Профессиональная гигиена полости рта как профилактика развития кариеса зубов / Я. А. Викторова, А. С. Гусарова, И. Г. Михайлова, Л. Ю. Куприянова // Проблемы научной мысли. – 2022. – Т. 4, № 6. – С. 87–89. – EDN DSGTWP.

89. Профилактическая стоматология: Учебник / Э. М. Кузьмина, О.О. Янушевич. - М.: Практическая медицина, 2016. - 544 с. EDN: KXHMQN
90. Робакидзе, Н. С. Современные концепции адгезивной стоматологии / Н. С. Робакидзе, Е. Д. Жидких, А. Г. Зайцева // Институт стоматологии. – 2021. – № 3(92). – С. 76–79. – EDN OCVQHN.
91. Романенко И.Г., Чепурнова Н.И., Зуева А.С. Выбор адгезивных систем при лечении кариеса корня зуба (обзор литературы) // Вестник медицинского института "РЕАВИЗ": реабилитация, врач и здоровье. 2021. № 2. С. 50–61. DOI: [10.20340/vmi_rvz.2021.2.CLIN.2](https://doi.org/10.20340/vmi_rvz.2021.2.CLIN.2) EDN: [GOSYPO](#)
92. Садовский В.В., Беленова И.А., Шумилович Б.Р. Применение высокотехнологичных методов в диагностике заболеваний зубов // Институт стоматологии. 2008. Т. 38, № 1. С. 74-75. EDN: MWCQDT
93. Сангонова, Н. Д. Адгезивные системы и их роль в современной стоматологии / Н. Д. Сангонова, К. Е. Фролова, В. В. Фролова // Тенденции развития науки и образования. – 2021. – № 76–1. – С. 15–16. – DOI 10.18411/lj-08-2021-03. – EDN PVJVKX.
94. Сивак, Е. Ю. Производственная практика по терапевтической стоматологии / Е. Ю. Сивак, М. С. Гавриленко // Учебно-методическая работа по реализации ФГОС ВО и профессиональных стандартов : Материалы учебно-методической конференции, Пермь, 25 мая 2017 года. – Пермь: Книжный формат, 2017. – С. 142–145. – EDN YTQZKP.
95. Симоненко Р.В. Универсальность, надежность и эффективность. Универсальная адгезивная система Futurabond U(VOCO) // Современная стоматология. – 2018. – № 2(91). – С. 9–13.
96. Сланова, М. К. Сравнительная характеристика современных композитных материалов / М. К. Сланова, Т. Г. Цагараева, С. К. Хетагуров // Авиценна. – 2019. – № 45. – С. 8-9. – EDN NCBMKS.
97. Смирнова, Т. А. Гиперчувствительность зубов: пути решения проблемы / Т. А. Смирнова, Т. А. Козичева, А. Т. Сампиев // Dental Forum. – 2012. – № 4. – С. 50–52.

98. Современные аспекты этиологии, патогенеза, диагностики и методов лечения повышенной чувствительности твёрдых тканей зубов / И. А. Беленова, Е. И. Зяблова, О. А. Кудрявцев, [и др.] // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Медицина. Фармация. – 2019. – Т. 42, № 2. – С. 208–214.

99. Современные методы исследования качества адгезии и краевого прилегания композитов / И. А. Беленова, О. А. Панина, А. И. Ермолова [и др.] // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. – 2024. – Т. 23, № 2. – С. 72–77. – DOI 10.36622/1682-6523.2024.23.2.010. – EDN LXBBUC.

100. Современные стоматологические адгезивы : Учебное пособие / Л. Н. Максимовская, М. Я. Абрамова, Г. И. Лукина, Е. А. Мендоса. – Москва : ООО "Новик", 2019. – 83 с. – ISBN 978-5-904383-37-4. – EDN СТBBEE.

101. Сравнительная оценка прочности на сдвиг адгезива 4-го, 5-го и 7-го поколения при использовании их стоматологами с различным опытом работы с адгезивной техникой / С. В. Микляев, Е. С. Афонина, А. В. Сущенко [и др.] // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. – 2022. – № 11–2. – С. 204–213. – DOI 10.37882/2223-2966.2022.11-2.21. – EDN RXIXSC.

102. Сравнительная характеристика адгезивной прочности адгезивных систем пятого поколения при модификации адгезивного протокола / Л. М. Хасханова, С. Н. Разумова, Л. Л. Гапочкина [и др.] // Медицинский алфавит. – 2022. – № 2. – С. 63–66. – DOI 10.33667/2078-5631-2022-2-63-66. – EDN CXRQQV.

103. Стоматологическое здоровье в критериях качества жизни / О. С. Гилева, Т. В. Либик, Е. В. Халилаева, [и др.] // Медицинский вестник Башкортостана. – 2011. – Т. 6, № 3. – С. 6–11.

104. Субмикронные композиты: инновационный подход к прямой композитной реставрации зубов, клинические возможности / Б. Р. Шумилов, О. Б. Попова, Д. В. Крутиков [и др.] // Прикладные

информационные аспекты медицины. – 2020. – Т. 23, № 3. – С. 4–13. – EDN EKDGFS.

105. Сувырина, М. Б. Определение взаимосвязи патологии пародонта и наличия зубных отложений с помощью индексной оценки полости рта / М. Б. Сувырина, М. В. Кузакова, А. В. Юркевич // Актуальные проблемы и перспективы развития стоматологии в условиях Севера : Сборник статей межрегиональной научно-практической конференции, посвященной 25-летию стоматологического отделения Медицинского института ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова», Якутск, 15 ноября 2021 года. – Якутск: Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова, 2021. – С. 101–105. – EDN QEHVOO.

106. Терапевтическая стоматология : Информационный справочник (расписание, критерии оценки) / Э. Э. Хачатурян, А. Г. Сирак, С. В. Новиков [и др.]. – Ставрополь : Ставропольский государственный медицинский университет, 2015. – 158 с. – ISBN 978-5-89822-398-4. – EDN USFCCR.

107. Терапевтическая стоматология : учебник : для студентов учреждений высшего профессионального образования, обучающихся по специальности 060201.65 "Стоматология" по дисциплинам "Профилактика и коммунальная стоматология", "Кариесология и заболевания твердых тканей зубов", "Эндодонтия": в 3 ч. / Е. А. Волков, Э. М. Кузьмина, В. Н. Чиликин [и др.]. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 168 с. – ISBN 978-5-9704-2286-1. – EDN QMDHQP.

108. Терапевтическая стоматология : Учебник в 3 частях / О. О. Янушевич, М. И. Бойков, Е. А. Волков [и др.]. Том 1. – 2-е издание, переработанное. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью Издательская группа "ГЭОТАР-Медиа", 2022. – 208 с. – ISBN 978-5-9704-6692-6. – DOI 10.33029/9704-6692-6-STO-2022-1-208. – EDN FGLGZK.

109. Терапевтическая стоматология : Учебное пособие для студентов II и III курса стоматологического факультета / Ф. Ю. Даурова, И. В. Багдасарова, М. К. Макеева, Э. С. Кодзаева. – Москва : Российский университет дружбы народов (РУДН), 2017. – 160 с. – ISBN 978-5-209-07779-4. – EDN YHNFHX.
110. Титова О.Ю., Меленберг Т.В., Линник Л.Н., и др. Адгезивные системы в практике врача-стоматолога // Проблемы стоматологии. 2020. Т. 16, № 1. С. 178–181. DOI: [10.18481/2077-7566-20-16-1-178-181](https://doi.org/10.18481/2077-7566-20-16-1-178-181) EDN: [НХТИРХ](https://nxtipx.ru)
111. Удод, А. А. Адгезивные системы в реставрационной стоматологии: эволюция и перспективы / А. А. Удод, К. И. Сагунова // Вестник проблем биологии и медицины. – 2014. – Т. 3, № 2(111). – С. 53–58. – EDN TVFHKR.
112. Хасан, А. М. Анализ свойств адгезивных систем в стоматологии / А. М. Хасан, В. Ф. Посохова // Актуальные проблемы общества, экономики и права в контексте глобальных вызовов: сборник материалов XX Международной научно-практической конференции., Москва, 17 мая 2023 года. Том Часть 1. – Санкт-Петербург: Печатный цех, 2023. – С. 36–42. – EDN LNGESN.
113. Хасан, А. М. Ретроспектива подходов к формированию поколений адгезивных систем в стоматологии / А. М. Хасан // Вестник Челябинского государственного университета. Образование и здравоохранение. – 2022. – № 2(18). – С. 38-45. – DOI 10.47475/2409-4102-2022-10206. – EDN ZKRVZD.
114. Храмченко, С. Н. Оценка *in vitro* гибридного слоя в дентине при использовании самопротравливающих адгезивных систем шестого и седьмого поколений / С. Н. Храмченко, Студеники-на Т. М. // Медицинский журнал. - 2006. - № 4. -С. 98–99. EDN: RSJXST
115. Чайка, К. И. Особенности реставрации фронтальной группы зубов с использованием индивидуальных композитных шкал / К. И. Чайка //

Журнал научных статей Здоровье и образование в XXI веке. – 2018. – Т. 20, № 1. – С. 175-180. – EDN YLVNUW.

116. Чуйко Ж.А., Кисельникова Л.П. Влияние дентингерметизирующего ликвида на краевое прилегания композитных пломб при лечении кариеса с разной степенью реминерализации твердых тканей / Российская стоматология. - 2009. - Т. 2. - № 3. - С. 26–30.

117. Шабанов, Р. А. Разработка и оценка эффективности методов предупредительного выявления процессов деминерализации эмали при диагностике вторичного кариеса / Р. А. Шабанов, И. А. Беленова // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. – 2012. – Т. 11, № 3. – С. 714–720. – EDN PCBQJL.

118. Шарапкова, А. М. Устранение дефектов твердых тканей зубов конструкциями из композиционных материалов / А. М. Шарапкова, Ю. П. Чернявский // Стоматология. Эстетика. Инновации. – 2018. – Т. 2, № 2. – С. 243–250. – EDN UWPAVP.

119. Шариф М.Р. Отдаленные результаты восстановления фронтальных зубов композитными материалами с использование различных адгезивных систем: автореф. ... дис. канд. мед. наук. – М., 2005. – С. 20

120. Шашмурина, А. Б. Исследование зависимости силы адгезии композитных материалов от структурных особенностей дентина зубов / А. Б. Шашмурина, А. Н. Антонова, А. И. Николаев // Смоленский медицинский альманах. – 2020. – № 3. – С. 185–187. – EDN IIYSMG.

121. Шумилов Б.Р. Субмикронные композиты: инновационный подход к прямой композитной реставрации зубов, клинические возможности / Шумилов Б.Р. [и др.] // Прикладные информационные аспекты медицины. - 2020. - Т. 23. - № 3. - С. 4–13.

122. Шумилов Б.Р. Техника моделирования сочетанных композитных реставраций (клинический отчёт) Шумилов Б.Р., Крутиков Д.В., Григоров С.С., Селина О.Б. // Прикладные

информационные аспекты медицины. - 2020. Т. - 23. - № 4. - С. 79–84.

EDN: KDHAQX

123. Шумилов, Б. Р. Влияние инновационных видов одонтопрепарирования при лечении кариеса депульпированных зубов на микроструктуру адгезионных поверхностей эмали и качество адгезии композитов / Б. Р. Шумилов, О. А. Чуркина, Д. В. Кобяков // Вестник новых медицинских технологий. – 2013. – Т. 20, № 2. – С. 320–325. – EDN QZFBWZ.

124. Шумилов, Б.Р. Разработка и оценка эффективности методов аэроабразивного препарирования твердых тканей зуба при лечении кариеса: дис. докт. мед. наук / Б.Р. Шумилов.- Воронеж, 2009.- 202 с. EDN: NKRHKR

125. Экспериментальное обоснование применения различных адгезивных протоколов при пломбировании зубов / Л. А. Ермолаева, Е. С. Михайлова, С. А. Туманова [и др.] // Институт стоматологии. – 2022. – № 1(94). – С. 102–103. – EDN KDLRMZ.

126. Эстетические, биомеханические и технологические аспекты восстановления коронковой части эндодонтически леченых зубов / А. И. Николаев, А. М. Романов, М. М. Нестерова, Н. С. Левченкова // Эндодонтия Today. – 2018. – № 1. – С. 72–76. – DOI 10.25636/PMP.2.2018.1.12. – EDN XOTRYD.

127. Юрченко, Е. В. Адгезивные системы. Выбор. Применение: учебно-методическое пособие к практическим занятиям для студентов стоматологического факультета / Е. В. Юрченко, Л. Н. Линник, Л. П. Трунина - Самара: Медицинский университет "Реавиз", 2019. - 56 с.

128. Haller B., Blunck U. Обзор и анализ современных адгезивных систем // Новое в стоматологии. - 2004. - №1. - С. 11–19.

129. Waning, A. Направления в адгезивной стоматологии, клинические перспективы / A. Waning, A. Smidt, H. Van Pelt // Маэстро стоматологии. - 2003. - № 2. - С. 73–75.

130. A.Bedran-Russo An Overview of Dental Adhesive Systems and the Dynamic Tooth-Adhesive Interface / A. Bedran-Russo, A. Leme-Kraus, C. M.P. Vidal // *Dental Clinics of North America* - 2017. - Vol. 61, № 4. - P. 713-731.
131. Akturk E., Bektas O.O., Ozkanoglu S., Akin E.G.G. Do Ozonated Water and Boric Acid Affect the Bond Strength to Dentin in Different Adhesive Systems? // *Niger. J. Clin. Pract.* - 2019. - Vol. 22 - P. 1758-1764
132. Alex G. Universal adhesives: the next evolution in adhesive dentistry? *Compend Contin Educ Dent.*, 2015, no. 36 (1), pp 15-26.
133. Cevval Ozkocak B.B., Aytac Bal F. Effect of diode laser-assisted bleaching on the bond strength of different adhesive systems to enamel: Interfacial SEM analysis // *Microsc Res Tech.* 2021. Vol. 84, N 7. P. 1542–1552. DOI: 10.1002/jemt.23711
134. Chiba A., Nawareg M.M., Zidan A.Z., Zhou J., Tagami J., Pashley D.H. Adhesive sealing of dentin surfaces in vitro. *Clinical Oral Journal*, 2015, vol. 28 (6), pp. 321–332.
135. Davari, A. R. Dentin hypersensitivity: etiology, diadnosis and treatment; a literature review / A. R. Davari, E. Ataei, H. Assarzaden // *Journal of Dentistry*. – 2013 Sep. – Vol. 14, N 3. – P. 136-145.
136. Fathpour K., Bazazzade A., Mirmohammadi H. A Comparative study of cervical composite restorations microleakage using dental universal bonding and two-step self-etch adhesive. *J Contemp Dent Pract.*, 2021, no. 22 (9), pp 1035–1040.
137. Golubnitschaja O, Swanton C, Danesi R, Costigliola V: Promoting Predictive, Preventive and Personalised Medicine: European event of global importance. *EPMA J.* 2011, 2: 131–136. DOI: 10.1007/s13167-011-0088-8 PMCID: PMC3405384 PMID: 23199141
138. Grégoire G. Depletion of water molecules during ethanol wet-bonding with etch and rinse dental adhesives / G. Grégoire, P. Sharrock, M. Delannée et al. // *Materials Science and Engineering*. - 2017. - Vol. 33. - P. 21-27.

139. Heintze S.D. Bond strength tests of dental adhesive systems and their correlation with clinical results - A meta-analysis / S.D. Heintze, V. Rousson, E. Mahnc // *Dental Materials*. - 2015. - Vol. 31, № 4. - P. 423-434.
140. Joseph P, Yadav C, Satheesh K, et al. Comparative evaluation of the bonding efficacy of sixth, seventh and eight generation bonding agents: An in vitro study. *Int Res J Pharm* 2013; 4 (9): 143-147.
141. Kalaiselvam R., Ganesh A., Rajan M., Kandaswamy D. Evaluation of bioflavonoids on the immediate and delayed microtensile bond strength of self-etch and total-etch adhesive systems to sound dentin // *Indian J. Dent. Res.* - 2018. - Vol. 29. - P. 133-136.
142. Kalyoncu I.O., Eren-Giray F., Huroglu N., et al. Microleakage of Different Adhesive Systems in Primary Molars Prepared by Er: YAG Laser or bur // *Niger J Clin Pract.* 2018. Vol. 21, N 2. P. 242–247. DOI: 10.4103/njcp.njcp_299_16
143. Karakaya S., Unlu N., Say E.S. et al. Bond strengths of three different dentin adhesive systems to sclerotic dentin. *Dent Mater* 2008; 27: 3: 471–479.
144. Kunin A.A., Belenova I.A., Ippolitov Y.A., Moiseeva N.S., Kunin D.A. Predictive research methods of enamel and dentine for initial caries detection. *The EPMA Journal*. 2013; 4(1):10. EDN: EQTCVJ
145. L. Breschi, T Dentin bonding systems: from dentin collagen structure to bond preservation and clinical applications / L. Breschi, T. Maravic, S.R. Cunha [et al.] // *Dent. Mater.* - 2018. - Vol. 34. - P. 78-96.
146. Lucey S, Lynch CD, Ray NJ, Burke FM, Hannigan A. Effect of pre-heating on the viscosity and microhardness of a resin composite. *J Oral Rehabil.* 2010;37(4):278-282. DOI: 10.1111/j.1365-2842.2009.02045.x
147. Mammadov, R. M. Efficiency of use of new adhesive systems in practical dentistry / R. M. Mammadov, P. A. Ahmadbayli // *Azerbaijan Medical Journal*. – 2017. – No. 4. – P. 122-126. – EDN KYZQQS.
148. Mark, A. Latta, Wayne, W Barkeimer: Dental adhesives in contemporary restorative dentistry *DCNA* 2005; 42(4) [Electronic resource] -

Access mode: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9891640/> (date of access:11.05.2023).

149. Nikaido T., Takagaki T., Sato T., et al. Fluoride-Releasing Self-Etch Adhesives Create Thick ABRZ at the Interface // Biomed Res Int. 2021. Vol. 2021. P. 9731280. DOI: 10.1155/2021/9731280

150. Predictive research methods of enamel and dentine for initial caries detection / A. A. Kunin, I. A. Belenova, Yu. A. Ippolitov [et al.] // The EPMA Journal. – 2013. – Vol. 4, No. 1. – P. 1-10. – DOI 10.1186/1878-5085-4-19. – EDN EQTCVJ.

151. Resin bond strength to water versus ethanol-saturated human dentin pretreated with three different cross-linking agents / Venigalla B. S. [et al.] // Journal of Conservative Dentistry: JCD. - 2016. - P. 555-559.

152. Rodriguez-Chavez J.A., Arenas-Alatorre J.A., Flores-Ruiz H.M., et al. Evaluation of enamel loss by scanning electron microscopy after debonding brackets place with four different adhesives // Microsc Res Tech. 2021. Vol. 84, N 5. P. 912–920. DOI: 10.1002/jemt.23652

153. Sarikaya R., Song L., Yuca E., et al. Bioinspired multifunctional adhesive system for next generation bio-additively designed dental restorations // J Mech Behav Biomed Mater. 2021. Vol. 113, P. 104135. DOI: 10.1016/j.jmbbm.2020.104135

154. Sinha D.J., Jandial U.A., Jaiswal N., Singh U.P., Goel S., Singh O. Comparative evaluation of the effect of different disinfecting agents on bond strength of composite resin to dentin using two-step self-etch and etch and rinse bonding systems: An in-vitro study // J. Conserv. Dent. - 2018. - Vol. 21. - P. 424-427.

155. Torres-Mendez F., Martinez-Castanon G.A., Torres-Gallegos I., et al. Effects of silver nanoparticles on the bonding of three adhesive systems to fluorotic enamel // Dent Mater J. 2017. Vol. 36, N 3. P. 266–274. DOI: 10.4012/dmj.2015–299

156. Xuan, Vinh Tran. Microleakage and characteristics of resin-tooth tissues interface of a self-etch and an etch-and-rinse adhesive systems / Xuan Vinh Tran, Khanh Quang Tran // Restor Dent Endod. 2021. May 18; 46(2): e30.
157. Yang H., Li K., Yan H., Liu S., Wang Y., Huang C. High-performance therapeutic quercetin-doped adhesive for adhesive-dentin interfaces // Sci. Rep. - 2017. - P. 8189. EDN: YFFVHS
158. Zhou W., Liu S., Zhou X., et al. Modifying Adhesive Materials to Improve the Longevity of Resinous Restorations // Int J Mol Sci. 2019. Vol. 20, N 3. P. 723. DOI: 10.3390/ijms20030723