

На правах рукописи

ГУЩИН Александр Александрович

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНИКИ ПЛОМБИРОВАНИЯ
КОМПОЗИТНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ ПРИ ЛЕЧЕНИИ КАРИЕСА
(КЛИНИКО-ЛАБОРАТОРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)**

3.1.7. Стоматология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Краснодар – 2022

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Кубанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России).

Научный руководитель: доктор медицинских наук, доцент
Адамчик Анатолий Анатольевич.

Официальные оппоненты:

Николаев Александр Иванович – доктор медицинских наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Смоленский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра терапевтической стоматологии, заведующий кафедрой;

Гилева Ольга Сергеевна – доктор медицинских наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский государственный медицинский университет имени академика Е.А. Вагнера» Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра терапевтической стоматологии и пропедевтики стоматологических заболеваний, заведующая кафедрой.

Ведущая организация:

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский университет).

Защита состоится 20 сентября 2022 года в 14.00 час. на заседании диссертационного совета 21.2.014.02 на базе ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России (350063, Краснодар, ул. им. Митрофана Седина, 4, тел. (861) 2625018).

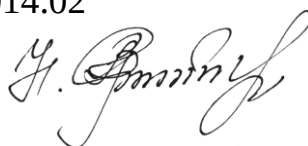
С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на официальном сайте (<http://www.ksma.ru>) ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России.

Автореферат разослан « ____ » _____ 2022 г.

Учёный секретарь

диссертационного совета 21.2.014.02

доктор медицинских наук,
профессор



Лапина Наталья Викторовна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. В современной стоматологии наиболее часто для восстановления зубов при лечении кариеса зубов (КЗ) применяются композитные материалы (КМ) на основе мономеров, производных метилметакрилата (О.О. Янушевич, 2017; И.В. Мастерова, 2019; О.С. Гилева, 2021; A.S. Khan, 2020). Разработка и постоянная реновация технологических решений по улучшению физико-химических и эстетических свойств КМ закономерно приводит к тому, что их доля в реставрационной стоматологии, по данным многочисленных исследований, значительно возрастает (Л.М. Ломиашвили, 2020; А.И. Николаев, 2021). Качество композитных реставраций (КР) напрямую зависит от точного соблюдения врачом Протокола лечения пациентов с кариесом дентина, от соблюдения инструкций по применению конкретного пломбирочного материала (ПМ), используемого для реставраций (А.В. Севбитов, 2018; Л.М. Ломиашвили, 2021; H.N. Al-Nahedh, 2020).

Распространенность КЗ среди взрослого населения РФ по-прежнему может достигать 99 %, при этом доля осложнений и рецидивов КЗ не имеет четкой тенденции к снижению (Э.А. Самотаева, 2017; А.Н. Антонова, 2020). По данным оценки качества лечения пациентов с КЗ уже через 6 месяцев у 30 % установленных КР обнаруживается нарушение герметизма в зоне краевого прилегания (КрП) пломбы к твердым тканям зуба (микросколы или трещины в пломбе), через год подобные нарушения выявляются уже у 50 % реставраций, а через 2 года – у 70 % пломб (А.А. Удод, 2014). Повторное лечение зубов в связи с развитием рецидива кариеса или возникновением дефекта пломб требуется в 70–75 % клинических случаев реставрационного лечения на приеме у стоматолога-терапевта (Е.С. Жукова, 2017; О.С. Гилева, 2021; G. Alex, 2015). Исходя из этого проблема КрП композитов и, как следствие, долговечности реставрации особенно актуальна в современной стоматологии (A. Bedran-Russo, 2017; T.V. Melkumyan, 2020).

Актуальность данной темы связана не только с отдельными проблемами техник пломбирования, но и с несовершенством физико-механических свойств самих композитов. Врачу-стоматологу необходимо иметь достаточные знания о физических свойствах материалов с целью обоснованного, адаптированного к специфике конкретной клинической ситуации выбора среди множества композитов, с обязательным учетом баланса необходимых механических свойств и эстетических параметров (D. Geštakovski, 2021; R. Gauthier, 2021).

Степень разработанности темы исследования. В современной терапевтической стоматологии рекомендуются к применению различные методы подготовки и пломбирования зубов КМ (N. Masarwa, 2016; R. Pinna, 2017; U. Josic, 2021). Разработчики и производители стоматологических реставрационных материалов постоянно осуществляют модернизацию уже существующих и создают новые адгезивные системы и ПМ (И.Г. Романенко, 2021; L. Breschi, 2018).

Наряду с широко распространёнными микро- и наногибридными композитами, требующими послойного внесения материала толщиной не более 2 мм, становятся широко востребованными композиты Bulk fill с уменьшенной (ме-

нее 2 %) полимеризационной усадкой, сниженным (до 60 %) полимеризационным стрессом и с новой формулой фотоинициатора, что позволяет заполнять сформированные полости одной порцией до 4–5 мм, значительно экономя время стоматологического приема и снижая риски образования микротрещин на границе материал – твердые ткани зуба (Т.Н. Шарова, 2014; Ф.Ю. Даурова, 2018; M. Naumann, 2014; R. Pereira, 2021).

Сегодня существуют методы улучшения физико-механических свойств уже существующих композитных материалов непосредственно во время лечебного приема путем механической активации, предварительного нагрева и вибрационного воздействия на композит (Н. Algamaiah, 2017; R. Hirata, 2018; J. Xue, 2019; C.S. Sampaio, 2019; G. Demirel, 2021; G. Demirel, 2021). Однако способы синхронного термо-вибрационного воздействия на композит с целью улучшения его свойств за счет синергии преимуществ каждого из этих воздействий не предложены, требуют экспериментального исследования для обоснования качественно более эффективных клинических решений.

Приходится констатировать, что, несмотря на возможность широкого выбора современных композитных ПМ и методик пломбирования дефектов твердых тканей зубов, проблема существенных рисков развития рецидивирующего кариеса после первичного лечения по-прежнему остается открытой и требует новых подходов.

Цель исследования – клиничко-лабораторное обоснование повышения эффективности лечения пациентов с кариесом зубов на основе совершенствования физико-механических свойств композитных реставраций.

Задачи исследования:

1. Разработать новый способ пломбирования зубов композитными материалами при лечении кариеса дентина и обосновать показания к его применению.

2. Дать сравнительную характеристику прочности на изгиб и твердости поверхности по Виккерсу полимеризованного композита, предварительно подвергнутого термо-вибрационному воздействию (ТВВ), и композита, подготовленного перед полимеризацией классическим методом.

3. Провести синхронный термический анализ влияния на силу связи в полимерной цепочке полимеризованного композита, исходно подвергнутого термо-вибрационному воздействию, и композита, подготовленного перед полимеризацией классическим методом.

4. Изучить влияние предварительного термо-вибрационного воздействия на эффективность краевого прилегания полимеризованного композита к твердым тканям зуба по данным растровой электронной микроскопии (РЭМ) в сравнении с классическим методом подготовки композита перед полимеризацией.

5. На основании модифицированного критерия Ruge оценить состояние краевого прилегания композитной реставрации, предварительно подвергнутой термообработке, и композита, подготовленного классическим методом перед полимеризацией, у пациентов с кариесом дентина.

6. На основании полученных данных разработать алгоритм подготовки композитного материала перед полимеризацией при лечении кариеса дентина.

Научная новизна исследования. Впервые:

- 1) разработан способ предварительного термо-вибрационного воздействия на композитный материал перед полимеризацией при лечении кариеса;
- 2) в лабораторных условиях получены данные о повышении прочности на изгиб и твердости поверхности полимеризованного композитного материала после предварительно проведенного термо-вибрационного воздействия;
- 3) проведен синхронный термический анализ изменения силы связи полимерной цепочки композитных материалов различного типа под влиянием предварительного термо-вибрационного воздействия перед полимеризацией композита в условиях лаборатории;
- 4) получены данные о положительном влиянии предполимеризационного термо-вибрационного воздействия на композит на качество краевого прилегания материала к стенкам зуба на основании данных РЭМ;
- 5) проведен клинический сравнительный анализ лечения кариеса дентина по модифицированному критерию Ryge качества краевого прилегания композитов различного типа при разных условиях перед полимеризацией;
- 6) разработан новый алгоритм композитной реставрации при лечении кариеса зубов.

Теоретическая и практическая значимость работы. Доказано увеличение показателей прочности на изгиб и твердости поверхности по Виккерсу композита после предварительного термо-вибрационного воздействия на композит перед его полимеризацией на основании исследований по ГОСТ Р56924-2016 (ISO 4049:2009) и ГОСТ 2999-75 (ISO 6507).

Получены достоверные данные о статистически значимом увеличении силы связи в полимерной цепочке композитных материалов после предполимеризационного термо-вибрационного воздействия на композит на основании данных синхронного термического анализа (СТА).

По результатам РЭМ продемонстрировано улучшение качества краевого прилегания композитного материала к стенкам зуба при предварительном термо-вибрационном воздействии на композит перед его полимеризацией в сравнении с классическим методом пломбирования зубов композитом «комнатной температуры».

В ходе проспективных двухлетних клинических наблюдений доказано статистически достоверное улучшение качества краевого прилегания композитного пломбировочного материала к стенкам зуба при пломбировании зубов композитами с этапом предварительного нагрева в печи.

Разработан и подготовлен к клинической апробации способ пломбирования зубов композитным материалом с применением синхронного термо-вибрационного воздействия на композит непосредственно в сформированной полости зуба перед его полимеризацией.

Методология и методы исследования. Диссертация выполнена в соответствии с принципами и правилами доказательной медицины. В исследовании использованы лабораторные, общеклинические, основные и дополнительные методы стоматологического обследования, а также методы статистической обработки материала. В лабораторных условиях создавались экспериментальные

образцы композитных материалов, на которых проводились исследования физико-механических параметров, а также электронно-микроскопическое исследование. На клиническом этапе проводилась оценка качества краевого прилегания композитных реставраций к стенкам зуба с применением клинических и статистических методов оценки. Для статистического анализа применялась описательная статистика, корреляционный, регрессионный, сравнительный и дисперсионный анализ, методы сравнения гипотез.

Основные научные положения диссертации, выносимые на защиту:

1. Результаты экспериментальных физико-механических исследований доказывают преимущества предварительного термо-вибрационного воздействия перед полимеризацией композита в сравнении с классическим методом предполимеризационной подготовки композита по достоверному повышению показателя прочности на изгиб и твердости поверхности, увеличению силы связи в полимерной цепочке композитного материала.

2. Предварительное термо-вибрационное воздействие перед полимеризацией композита, по данным РЭМ, повышает качество краевого прилегания композитного материала к стенкам зуба.

3. Разработанный алгоритм лечения кариеса дентина позволяет снизить риск возникновения осложнений после пломбирования.

Степень достоверности и апробация результатов исследования. Достоверность полученных в ходе проводимых исследований результатов аргументирована исследуемыми материалами с использованием отвечающих цели и поставленным задачам актуальных методов исследования.

Основные положения научного исследования доложены и обсуждены на конференциях: международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы пародонтологии и реконструктивной хирургии полости рта: проблемы, достижения, инновации» (г. Краснодар, 2019), международной научно-практической конференции «Современные аспекты комплексной стоматологической реабилитации пациентов с дефектами челюстно-лицевой области» (г. Краснодар, 2020), международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых «Стоматология: наука и практика, перспективы развития» (г. Волгоград, 2021), международной научно-практической конференции «Современные технологии в медицинском образовании», посвященной 100-летию Белорусского государственного медицинского университета (г. Минск, 2021), VI международной научно-практической конференции «Resonances science, 2021» (г. Москва – г. Карловы Вары).

Апробация диссертации проведена на совместном заседании кафедр стоматологического факультета ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России.

Внедрение результатов исследований. Результаты исследований внесены в методические материалы учебной программы для студентов-стоматологов на кафедре терапевтической стоматологии, кафедре стоматологии общей практики, а также в программу постдипломного образования на кафедре стоматологии ФПК и ППС ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России.

Разработанный алгоритм лечения кариеса дентина апробирован и используется в клинической практике муниципальных и негосударственных учрежде-

ний, а именно: ГБУЗ «Краевая клиническая стоматологическая поликлиника» Минздрава Краснодарского края, ГБУЗ «Стоматологическая поликлиника № 3» Минздрава Краснодарского края, ГАУЗ РМ «Мордовская республиканская стоматологическая поликлиника».

Публикации. По теме диссертации опубликовано 9 печатных работ, в том числе 6 – в журналах, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий или входящих в международные реферативные базы данных и системы цитирования, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России для опубликования основных научных результатов диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, и издания, приравненные к ним, в том числе получен патент.

Личный вклад автора в исследование. Автором лично было проведено комплексное стоматологическое обследование, диагностика, профессиональная чистка зубов и лечение 180 пациентов с кариесом дентина. Автором лично изготовлено 436 образцов композитных материалов для проведения лабораторных исследований прочности на изгиб, твердости поверхности материалов, термического анализа, РЭМ и рентгенофазового анализа. Автор лично принимал участие в статистической обработке, интерпретации, текстовом описании полученных данных. Автор лично подготовил иллюстрации, таблицы, графики по теме научной работы. Степень авторского участия равна 90 %.

Объем и структура диссертации. Диссертационная работа выполнена на 198 страницах текста, включает введение, обзор источников литературы, материалы и методы, 2 главы собственных исследований, заключение, выводы, практические рекомендации, приложения, список использованных сокращений и перечень используемой литературы, включающей 194 источника: 97 отечественных и 97 зарубежных авторов. Работа содержит 104 рисунка и 27 таблиц.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В рамках лабораторных исследований проводилось изучение влияния ТВВ на прочность на изгиб композитных ПМ, твердость поверхности композита, силу связи полимерной цепочки после полимеризации, качество КрП, элементный анализ, рентгенофазовый анализ. Данные параметры определялись *in vitro*. Материалами служили 436 образцов полимеризованного композита различной формы и размеров. Проведение исследования одобрено Независимым Этическим Комитетом ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России (протокол № 69 от 26.10.2018 г.).

В качестве композитных ПМ применялись композиты «Estelite Sigma Quick» фирмы «Tokuyama Dental» (Япония); «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» фирмы «3M Espe» (США) и «ДентЛайт» фирмы «ВладМиВа» (Россия).

Материалы и методы исследования прочности на изгиб. Определение прочности на изгиб проводилось в соответствии с ГОСТ Р56924-2016 (ISO 4049:2009). Для данного исследования были изготовлены балки из композитных материалов размером Д/Ш/В 25/2/2 мм (всего 150 образцов). Материалы были разделены на 2 группы: контрольную и основную. В контрольной группе

использовались образцы, полимеризация которых проводилась по классическому методу с использованием трех представленных композитов ($n = 25$) «комнатной температуры». В основной группе полимеризация представленных композитных образцов проводилась с применением предполимеризационного ТВВ ($n = 25$) (согласно разработанному патенту РФ на изобретение № 2731821 от 08 сентября 2020 г.). Далее образцы по очереди были установлены в аппарат «МИП-10» фирмы «НПК «ТЕХМАШ» (Россия).

Материалы и методы исследования твердости поверхности по Виккерсу. Твёрдость по Виккерсу (HV) определяли путём вдавливания алмазной пирамиды, имеющей угол при вершине в 136° (ГОСТ 2999-75 и ISO 6507), на аппарате «ПМТ-3» фирмы «Ломо» (Россия). Для исследования твердости поверхности изготавливались композитные диски диаметром не менее 6 мм и толщиной не менее 1,5 мм (всего 150 образцов).

Материалы и методы термического анализа. В работе был применен СТА, включающий дифференциально-сканирующую калориметрию (ДСК) и термогравиметрию (ТГ). Для проведения СТА исследования использован синхронный ТГ-ДТА/ДСК анализатор «STA 409 PC/PG Luxx[®]» фирмы «Netzsch» (Германия). В этом исследовании были изготовлены образцы в виде небольших дисков произвольной формы из композитных материалов весом 30 мг (всего 90 штук). Из каждого из представленных видов композитов для контрольной группы ($n = 15$) были изготовлены образцы, полимеризованные по классическому методу при «комнатной температуре» (условное обозначение «К»). Для образцов из представленных видов композитов основной группы, которые подвергались предварительному ТВВ ($n = 15$), использовали условное обозначение «Т». Для удобного чтения графиков все образцы, изготовленные из композита «Estelite Sigma Quick», обозначались цифрой «1», «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» – цифрой «2», «Дент Лайт» – цифрой «3». Разделение в подгруппах производилось по двум признакам: состоянию композита перед полимеризацией и по названию композита. В результате, в работе выделяли образцы контрольной или основной групп, а также подгруппы образцов «1К», «1Т», «2К», «2Т», «3К» и «3Т».

Материалы и методы исследования элементного состава. Элементный состав образцов из композитных ПМ определяли рентгенофлуоресцентным способом с энергетической дисперсией. Исследования проводили на приборе «Shimadzu EDX-800HS» (Япония). Материалом для исследования являлись образцы композитов, подготовленные для рентгеновской дифрактометрии с и без применения предполимеризационного ТВВ.

Материалы и методы рентгеновской дифрактометрии. Рентгеновскую дифрактометрию проводили на рентгеновском дифрактометре «Shimadzu XRD-7000» (Япония). Для данного исследования изготавливались образцы композитов в соответствии с групповой принадлежностью высотой 2 мм, шириной не менее 5 мм в кювете для дифрактометра «Shimadzu XRD-7000».

Материалы и методы растровой электронной микроскопии. Для оценки эффективности КрП между композитным материалом и стенками зуба было проведено исследование при помощи растрового электронного микроскопа «JSM-7500F» фирмы «Jeol» (Япония) с применением балльной системы оценок

от 0 до 4 в зависимости от качества КрП композитного материала к стенкам зуба. С этой целью на удаленных по ортодонтическим показаниям молярах с интактной коронкой (без кариозных и иных поражений) (40 штук) провели препарирование жевательной поверхности с формированием полости по I классу по Блэку глубиной 4 мм, шириной 3–4 мм в мезио-дистальном направлении.

На удаленных зубах контрольной группы (n = 20) воспроизводили классический метод пломбирования с применением композита «комнатной температуры». В зубах основной группы (n = 20) при пломбировании использовали разработанный способ ТВВ (патент РФ на изобретение № 2731821 от 08 сентября 2020 г.). В обеих группах применялся композит «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» фирмы «3М Espe» (США).

Материалы и методы клинической части исследования. Клинические наблюдения, построенные в соответствии с дизайном проспективного контролируемого рандомизированного исследования по сравнительной оценке качества КР, проведенных различными методами, выполнялись в период 2018–2021 гг. на базе кафедры терапевтической стоматологии в стоматологической поликлинике ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России. В рамках клинического исследования было завершено лечение 180 зубов 180 пациентов (77 мужчин, 103 женщины в возрасте от 18 до 45 лет) с диагнозом – K02.1 кариес дентина I класс по Блэку. Пациенты случайным методом были разделены на две группы по 90 пациентов в каждой: контрольную – пломбирование зубов классическим методом КР (композитные материалы «комнатной температуры»); основную группу – пломбирование зубов с предварительным нагревом композита в печи (режим 54 °С) и быстрым внесением и адаптацией к стенкам зуба (не более 7 секунд) перед фотополимеризацией (по 90 пациентов в каждой группе). Данный хронометраж был выведен в ходе эксперимента при разработке патента РФ на изобретение «Способ пломбирования зубов композитным материалом» № 2731821 от 08 сентября 2020 г.

В обеих группах в качестве ПМ применялись композиты «Estelite Sigma Quick» фирмы «Tokuyama Dental» (Япония); «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» фирмы «3М Espe» (США) и «ДентЛайт» фирмы «ВладМиВа» (Россия) (по 30 реставраций каждого композита в каждой группе).

Всем пациентам были проведены основные и дополнительные методы обследования: термопроба, рентгенодиагностика, а также определение индекса гигиены и уровня интенсивности кариеса.

Клиническая оценка качества краевого прилегания композитной пломбы к тканям зуба. Клиническую оценку состояния КР непосредственно после лечения и через каждые 6, 12, 18, 24 месяцев по завершению лечения проводили с использованием модифицированного критерия Ryge. Данная оценка рекомендована Международной Организацией по Стандартизации Качества (протокол PN-EN № 4049\2003). Реставрации, получившие оценку А (Alfa), оценивались как реставрации в отличном состоянии (4 балла); реставрации с оценкой В (Bravo), имевшие прокрашивание границы пломба-зуб и/или задержку зонда на границе пломба-зуб, оценивались как реставрации в хорошем состоянии (3 балла); реставрации с оценкой С (Charlie), имевшие небольшие сколы с оголением эмали или внутренних слоев пломбы, оценивались как удовлетворительные

(2 балла); реставрации с оценкой D (Delta), имевшие большие сколы, рецидивирующий кариес или подвижность пломбы, требовали незамедлительного повторного лечения с заменой пломбы и выбывали из исследования (1 балл).

Методы статистической обработки данных. В данной работе было проведено экспериментальные рандомизированные и нерандомизированные исследования, применена описательная статистика, использованы критерии Стьюдента, Шапиро-Уилка, Фишера, Манна-Уитни.

РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В ходе выполнения диссертационного исследования на основе лабораторных исследований нами разработан способ пломбирования зубов композитным материалом при лечении КЗ (патент РФ на изобретение № 2731821 «Способ пломбирования зубов композитным материалом» от 08 сентября 2020 г.). Суть способа заключается в том, что в каждую порцию неполимеризованного композитного ПМ, находящегося в полости зуба, погружают ультразвуковую гигиеническую или ортопедическую насадку с гладкой рабочей поверхностью, с мощностью 25 Вт материал подвергают ТВВ в течение 10 секунд, после чего пломбу фотополимеризуют.

Новизной способа пломбирования зубов композитным материалом является одновременное термическое и вибрационное воздействие ультразвуковой гигиенической или ортопедической насадкой с гладкой рабочей поверхностью на порцию композитного материала непосредственно в сформированной полости зуба в течение 10 секунд на максимальном уровне мощности 25 Вт ультразвуковым аппаратом для достижения температуры порции композита 48–50 °С.

Для наглядности приводим пример использования предложенного способа на удаленном зубе. После адгезивной подготовки стенок зуба вносится и адаптируется первая порция композита в сформированной полости в зубе с помощью стандартного инструмента штопфер-гладилки (рисунок 1). После адаптации композита ультразвуковую насадку с гладкой рабочей поверхностью на максимальном уровне мощности (25 Вт) ультразвукового аппарата погружают в порцию композита и активируют ультразвук на 10 секунд с последующей фотополимеризацией порции композита диодной полимеризационной лампой в течении 20 секунд (рисунок 2). На рисунке 3 мы видим первую порцию композита в сформированной полости зуба после термо-вибрационного воздействия ультразвуковой насадкой через тепловизор, имеющую температуру 49 °С. На рисунке 4 изображен процесс фотополимеризации первой порции композита диодной полимеризационной лампой после термо-вибрационного воздействия. Далее по такому алгоритму происходит внесение, термо-вибрационное воздействие и полимеризация последующих порций композита.

По результатам испытаний определения прочности на изгиб всех образцов композитов зафиксированные данные были внесены в формулу для вычисления предельной прочности на изгиб (σ , МПа):

$$\sigma = 3Fl/(2bh^2),$$

где F – максимальная нагрузка, действующая на образец, Н; l – расстояние между опорами с точностью до 0,01 мм; b – ширина в центре образца, из-

меренная непосредственно перед испытанием, мм; h – высота в центре образца, измеренная непосредственно перед испытанием, мм.

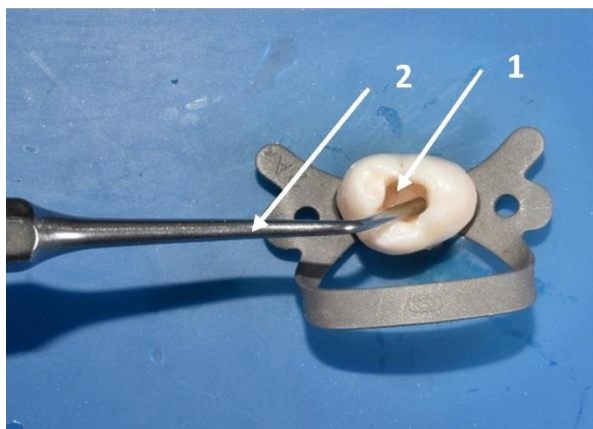


Рисунок 1 – Процесс внесения первой порции композита в сформированную полость зуба: 1 – фотоотверждаемый композит; 2 – металлический штопфер

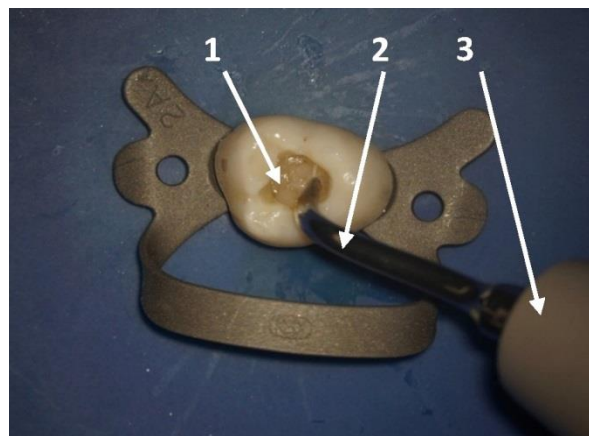


Рисунок 2 – Процесс термо-вибрационного воздействия на первую порцию композита:
1 – фотоотверждаемый композит;
2 – ультразвуковая насадка;
3 – ультразвуковой наконечник

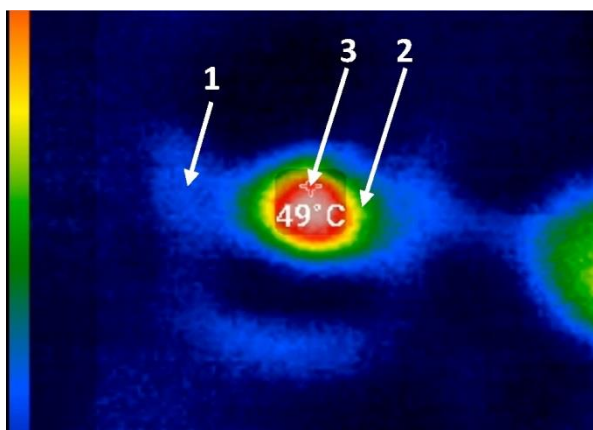


Рисунок 3 – Вид процесса термо-вибрационного воздействия на первую порцию композита через экран тепловизора:
1 – кламмер; 2 – стенки зуба;
3 – температура порции композита
 $t = 49^{\circ}\text{C}$ после термо-вибрационного воздействия ультразвуковой насадкой в течение 10 секунд

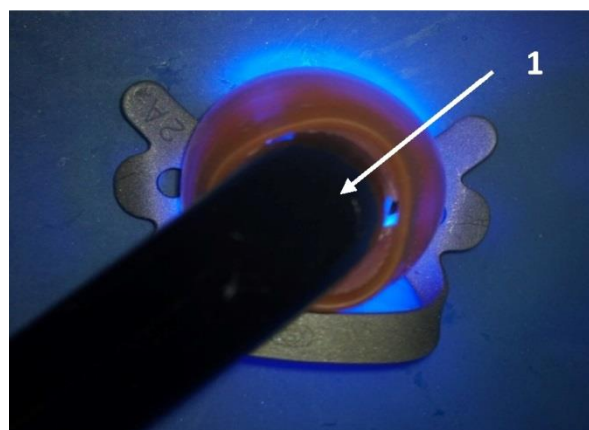


Рисунок 4 – Полимеризация первой порции композита:
1 – диодная полимеризационная лампа

Полученные результаты были статистически обработаны и внесены в сводную таблицу 1.

Было проведено попарное сравнение для одного вида композита группы с и без применения предварительного ТВВ. Во всех группах статистически значимое увеличение прочности на изгиб ($p < 0,001$). Для «Estelite Sigma Quick» увеличение было в 1,23 раза, для «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» увеличение было в 1,47 раза, для «ДентЛайта» увеличение было в 1,42 раза.

После проведения испытаний всех образцов композитов на твердость поверхности зафиксированные данные были внесены в формулу для вычисления твердости поверхности по Виккерсу (HV, кгс/мм²):

$$HV = 2P \sin((0,5\alpha)/d^2) = 1,8544P/d^2,$$

где P – прилагаемая нагрузка (кгс); d – среднее арифметическое значение длин обеих диагоналей отпечатка после снятия нагрузки (мм); α – лицевой угол индентора (136°).

Таблица 1 – Средние значения ($M \pm SD$) показателей прочности на изгиб образцов из различных композитов без применения термо-вибрационного воздействия (контрольная группа) и с применением термо-вибрационного воздействия (основная группа)

Композит	Показатель прочности на изгиб, МПа		Отношение средних значений	Критерий Стьюдента t
	Контрольная группа (n = 25)	Основная группа (n = 25)		
«Estelite Sigma Quick»	80,97 ± 5,52	99,85 ± 6,92*	1,23	p < 0,001
«Filtek Bulk Fill Posterior Restorative»	80,15 ± 16,73	118,20 ± 10,81	1,47	p < 0,001
«ДентЛайт»	82,92 ± 18,10	118,10 ± 15,85	1,42	p < 0,001
Критерий Фишера F	p = 0,751	p < 0,001		
Коэффициент детерминации R ²	0,8 %	35,8 %		

где * – статистически значимые отличия между средними значениями показателей образцов из различных композитов для контрольной и основной группы.

Полученные результаты были статистически обработаны и внесены в сводную таблицу 2.

Таблица 2 – Средние значения ($M \pm SD$) показателей твердости поверхности по Виккерсу образцов из различных композитов без применения термо-вибрационного воздействия (контрольная группа) и с применением термо-вибрационного воздействия (основная группа)

Композит	Показатель твердости поверхности, кгс/мм ²		Отношение средних значений	Критерий Стьюдента t
	Контрольная группа (n = 25)	Основная группа (n = 25)		
«Estelite Sigma Quick»	74,97 ± 9,66	91,22 ± 8,49	1,22	p < 0,001
«Filtek Bulk Fill Posterior Restorative»	90,72 ± 5,27*	109,61 ± 6,32*	1,21	p < 0,001
«ДентЛайт»	71,74 ± 9,12	88,50 ± 4,90	1,23	p < 0,001
Критерий Фишера F	p < 0,001	p < 0,001		
Коэффициент детерминации R ²	51,3 %	66,9 %		

где * – статистически значимые отличия между средними значениями показателей образцов из различных композитов для контрольной и основной группы

Было проведено попарное сравнение показателей твердости поверхности для одного вида композита группы с и без применения предварительного ТВВ. Во всех группах статистически значимое увеличение твердости поверхности (p < 0,001). Для «ДентЛайта» увеличение произошло в 1,23 раза, для «Filtek

Bulk Fill Posterior Restorative» – увеличение в 1,21 раза, для «Estelite Sigma Quick» – увеличение в 1,22 раза.

В результате проведенного СТА образцов композитов были получены термограммы каждого из исследований с указанием энтальпии процесса разложения, относительной потери массы образца и регистрацией температурных параметров. На рисунке 5 представлен пример термограммы термического разложения образца композита «Estelite Sigma Quick», полимеризованного после предварительного ТВВ (1Т).

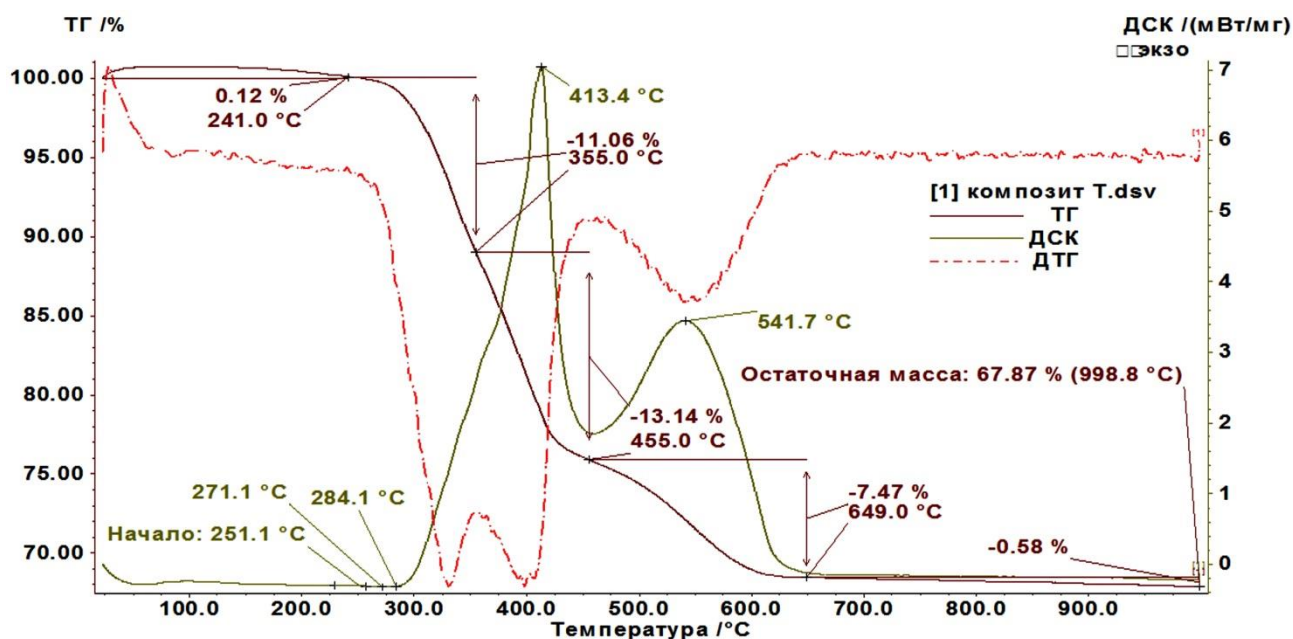


Рисунок 5 – Термограмма образца композитного материала «Estelite Sigma Quick» из основной группы (1Т)

По результатам исследования, образцы 1К и 1Т, 2К и 2Т, 3К и 3Т разлагаются под действием температуры идентичным образом.

Результаты термических испытаний образцов композитов сведены в таблицу 3.

Таблица 3 – Средние значения параметров ($M \pm SD$) термических испытаний образцов композитов

Название композита и групп образцов	Температура окончания интервала 1-й фазы разложения, °C (n = 15)	Температура окончания интервала 2-й фазы разложения, °C (n = 15)	Температура окончания интервала 3-й фазы разложения, °C (n = 15)	Температура начала эндо- и экзо- процессов, °C (n = 15)	Доля остаточной массы, % (n = 15)
1	2	3	4	5	6
«Estelite Sigma Quick» 1К	233,3 ± 12,3	463,5 ± 16,4	649,1 ± 18,6#	(256,2 ± 9,4) эндо (431,0 ± 2,8) экзо (544,3 ± 3,9) экзо	71,5 ± 3,1
«Estelite Sigma Quick» 1Т	237,2 ± 7,6	456,0 ± 13,0	646,3 ± 12,6*	(249,2 ± 10,5) эндо (412,7 ± 3,5) экзо (540,5 ± 4,1) экзо	67,4 ± 7,6

Окончание таблицы 3

1	2	3	4	5	6
«Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» 2К	247,7 ± 19,3	481,2 ± 20,7	679,7 ± 22,8	(236,6 ± 21,5) эндо (385,7 ± 1,4) экзо; (439,0 ± 1,9) экзо (538,5 ± 2,0) экзо	67,7 ± 6,8
«Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» 2Т	266 ± 13,2 St	477,8 ± 27,8	674,1 ± 33,6	(272,4 ± 18,2) St эндо (390,2 ± 2,4) экзо (437,2 ± 1,6) экзо (548,3 ± 2,5) экзо	69,1 ± 4,2
«ДентЛайт» 3К	247,9 ± 18,7	453,1 ± 14,8	642,6 ± 11,6	— (423,1 ± 1,4) экзо (511,2 ± 1,4) экзо	68,4 ± 4,2
«ДентЛайт» 3Т	240,4 ± 12,6	442,5 ± 14,4	638,6 ± 20,4	— (423,8 ± 1,3) экзо (494,7 ± 2,2) экзо	71,0 ± 6,7

Примечание: # – гипотеза нормальности группы отклонена, * – применяли критерий Манна-Уитни, St – статистически значимое отличие по критерию Стьюдента.

По результатам СТА были получены данные об энтальпии процессов разложения полимеров, то есть о термодинамическом свойстве вещества, которое указывает на уровень энергии, сохраненной в его молекулярной структуре.

На рисунке 6 приведен пример термограммы, отражающий сравнительные показатели энтальпии разложения полимера на различных стадиях термодеструкции на примере образцов композита «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» из контрольной и основной группы (2К и 2Т).

Средние значения энтальпии по исследуемым группам представлены в таблице 4.

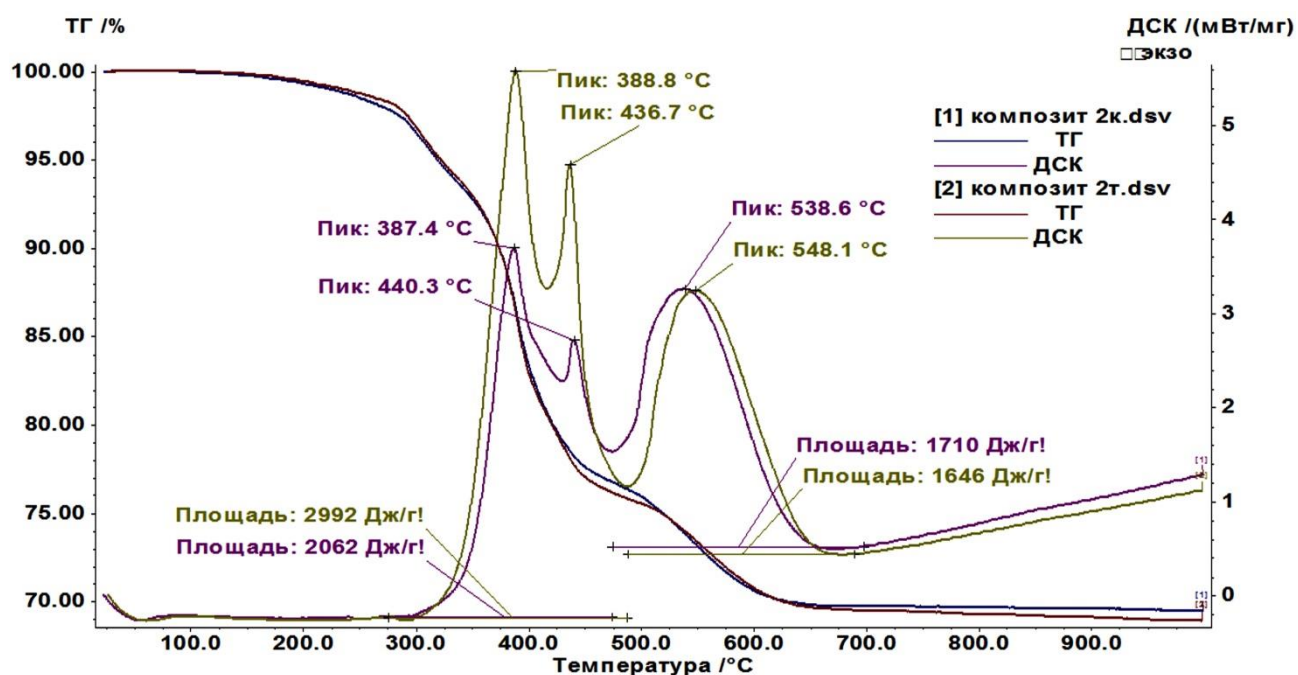


Рисунок 6 – Показатели энтальпии процесса термодеструкции образцов 2К и 2Т

Таблица 4 – Средние значения параметров ($M \pm SD$) термодинамических параметров исследуемых групп образцов композитов

Название композита и групп образцов	Температура 1-го пика DTA, °C (n = 15)	Температура 2-го пика DTA, °C (n = 15)	Температура 3-го пика DTA, °C (n = 15)	Энтальпия общая, Дж/г, (n = 15)	Относительная разница значений энтальпии, %
«Estelite Sigma Quick» 1K	431,0 ± 2,8	544,3 ± 3,9	–	4880,2 ± 26,3	17,00 %
«Estelite Sigma Quick» 1T	412,7 ± 3,5	541,8 ± 4,1	–	5709,9 ± 62,0 St	
«Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» 2K	385,7 ± 1,4	439,0 ± 1,8	538,5 ± 2,0	3779,5 ± 39,7	22,51 %
«Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» 2T	390,2 ± 2,4	437,2 ± 1,6	548,3 ± 2,5	4630,1 ± 44,7 St	
«ДентЛайт» 3K	423,1 ± 1,4	511,2 ± 1,4	–	4268,7 ± 42,9	11,31 %
«ДентЛайт» 3T	423,8 ± 1,3	494,7 ± 2,3	–	4751,4 ± 44,5 St	

Примечание: St – статистически значимое отличие по критерию Стьюдента.

Отличия энтальпии терморазрушения композитов из основной группы говорит о более плотной структуре полимерной матрицы исследуемых образцов 1Т, 2Т и 3Т, подвергшихся предполимеризационному ТВВ. В связи с этим потребовалось больше энергии для разрушения полимера, что говорит о более высокой силе связи внутри полимерной цепочки, а значит более высоких прочностных физико-механических показателей материала таких как твердость поверхности и прочность на изгиб.

По результаты электронной сканирующей микроскопии качества КрП, в основной группе среднее значение баллов на один зуб составило 0,5 баллов/зуб. В контрольной группе среднее значение баллов на один зуб составило 2,05 баллов/зуб, что статистически достоверно значительно превышает (в четыре раза) аналогичный показатель в основной группе ($p < 0,001$) (таблица 5).

Таблица 5 – Распределение оценок в группах с различными методами пломбирования зубов

Баллы	Количество зубов и их доля				Уровень достоверности различий (критерий χ^2)
	Контрольная группа (n = 20)		Основная группа (n = 20)		
	Абс.	Отн.(%)	Абс.	Отн.(%)	
0	3	15	16	80	< 0,001*
1	4	20	2	10	0,376
2	6	30	0	0	0,008*
3	3	15	0	0	0,07
4	4	20	2	10	0,376
Среднее	2,05	100	0,50	100	< 0,001*

где * – статистически значимое различие.

На рисунке 7 отображены снимки растрового электронного микроскопа с увеличением $\times 1500$ зоны соединения композитного материала со стенками зуба образцов композита «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» из контрольной и основной группы, где отчетливо отображен пространственный промежуток и место качественного краевого прилегания.

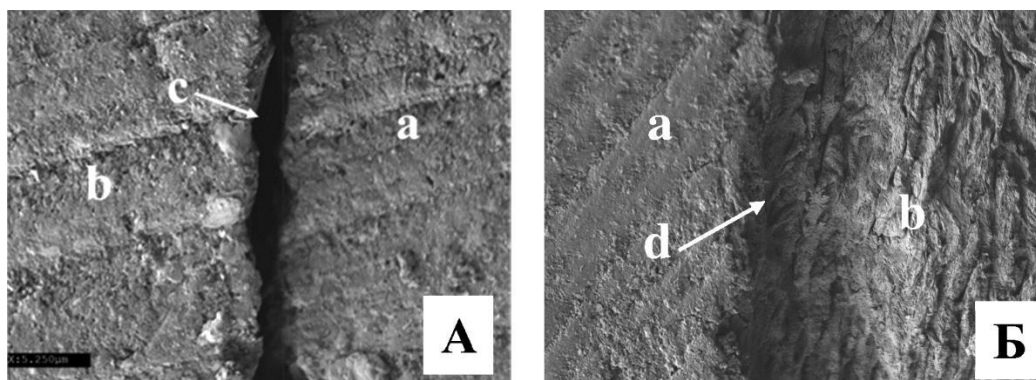


Рисунок 7 – Микрофотография боковых стенок реставраций образцов контрольной (А) и основной (Б) группы: а – композит; б – стенка зуба; с – пространственный промежуток 5.250 мкм; d – зона соединения (отсутствие щели) (РЭМ, режим LEI, ув. 1500х)

По результатам проведения рентгеновской дифрактометрии, на отдельных образцах каждого исследуемого композита из каждой группы исследования степень кристалличности у образцов 1Т, 2Т и 3Т оказалась выше, чем у образцов 1К, 2К и 3К соответственно на 50 %, 22 % и 42 %. Увеличение степени кристалличности у образцов, которым было проведено предварительное ТВВ перед полимеризацией, связано с уплотнением структуры образцов в процессе их обработки. Надо отметить, что высокая степень кристалличности образцов 2К и 2Т по сравнению с другими образцами обусловлена наличием в них кристаллической фазы фторида иттербия (YbF_3).

В рамках проведения клинических исследований пациентам проводили оценку индекса интенсивности кариеса (индекс КПУ). Средние значения показателя по подгруппам были сопоставимы и находились в диапазоне от $5,38 \pm 3,00$ до $6,24 \pm 3,14$ баллов. При проведении линейного регрессионного анализа для оценки зависимости индекса КПУ от распределения пациентов по группам (контрольная и основная) статистически значимых различий не выявлено ($p = 0,461$).

В связи с высоким влиянием уровня гигиены на интенсивность распространения кариеса зубов и сроки службы любых реставраций на всех этапах у пациентов обеих групп определялся уровень гигиены по Федорову-Володкиной (ИГ).

На этапе лечения и контрольных осмотров через 6, 12, 18, 24 месяца проводилась оценка гигиенического состояния полости рта пациента и дополнительное обучение с пациентами, чье состояние оценивалось как неудовлетворительное или плохое.

За период исследования средние значения ИГ варьировали в диапазоне по группам от $1,82 \pm 0,41$ до $2,21 \pm 0,65$ баллов и по подгруппам от $1,72 \pm 0,34$ до $2,22 \pm 0,54$ баллов. При сравнении значений у лиц контрольной и основной групп с использованием двустороннего Т-теста статистически значимых межгрупповых различий в значении ИГ по контрольным точкам (КТ) не выявлено ($p > 0,05$).

Таким образом можно сделать обоснованное заключение о сопоставимости пациентов исследуемых групп по ИГ и об отсутствии взаимосвязи данного показателя с выбранным методом лечения и видом используемого композитного материала по КТ исследования. При этом следует отметить статистически значимую тенденцию к умеренному снижению ИГ в ходе наблюдения как по контрольной группе на 16,3 % ($p = 0,0001$), так и по основной группе на 14,9 % ($p = 0,0003$).

Исходя из этих данных, можно сделать заключение, что исследование проводилось среди пациентов с абсолютно разным уровнем гигиены, что говорит о широком спектре возможного применения разработанного алгоритма пломбирования зубов композитом при лечении кариеса дентина предварительно нагретым в специализированной печи для разогрева композита с ограничением по времени работы с материалом с момента извлечения его из печи до этапа полимеризации не более 7 секунд.

По КТ наблюдения (начало лечения, 6, 12, 18 и 24 месяца после лечения) у пациентов контрольной и основной групп проводили мониторинг качества реставрации с использованием модифицированного критерия Ryge.

На рисунках 8 и 9 приведены примеры клинической оценки краевого прилегания композитных пломб по критерию Ryge в динамике на примере композита «Estelite Sigma Quick» у пациента основной группы и композита «ДентЛайт» у пациента контрольной группы соответственно.

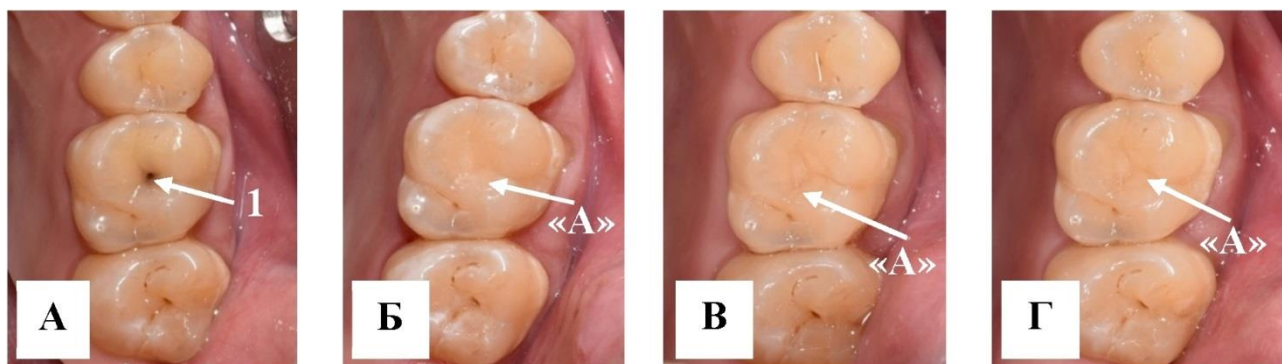


Рисунок 8 – Оценка краевого прилегания композитной пломбы «Estelite Sigma Quick» зуба 16 из основной группы. А – исходное состояние с кариозной полостью (1); Б – оценка краевого прилегания «А» сразу после лечения; В – оценка краевого прилегания «А» через 12 месяцев после лечения; Г – оценка краевого прилегания «А» через 24 месяца после лечения

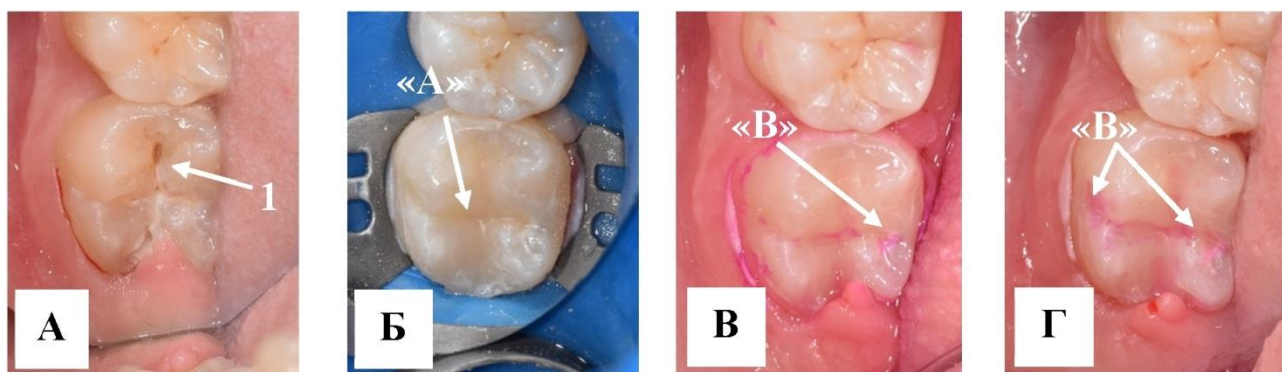


Рисунок 9 – Оценка краевого прилегания композитной пломбы «ДентЛайт» зуба 47 из контрольной группы. А – исходное состояние с кариозной полостью (1); Б – оценка краевого прилегания «А» сразу после лечения; В – оценка краевого прилегания «В» через 12 месяцев после лечения; Г – оценка краевого прилегания «В» через 24 месяца после лечения

При сравнении показателей у лиц контрольной и основной групп выявлены статистически значимые различия в значении показателя Ryge по КТ исследования ($F = 31,37$, $p = 0,0001$). По результатам попарных апостериорных сравнений по КТ с использованием post-hoc теста Сидак в основной группе моди-

фицированная балльная оценка Ryge была статистически значимо выше по сравнению с контрольной: на 11,3 % ($p_{2к-0} = 0,0001$), 14,1 % ($p_{3к-0} = 0,0001$), 20,7 % ($p_{4к-0} = 0,0001$) и 18,5 % ($p_{5к-0} = 0,0001$). При этом по 1-ой КТ (начало лечения) статистически значимых различий не выявлено ($p_{1к-0} = 0,9006$).

При анализе внутригрупповой динамики показателя Ryge по КТ по отношению к началу лечения по контрольной группе выявлено его статистически значимое снижение на 20,1 % ($p = 0,0001$; $p_{1-5} = 0,0001$) и по основной группе на 5,7 % ($p = 0,0328$; $p_{1-5} = 0,0081$).

При анализе внутригрупповой динамики показателя Ryge по КТ в отношении к началу лечения по подгруппам контрольной группы также выявлено статистически значимое снижение показателя: «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» на 14,4 % ($p = 0,0003$; $p_{1-5} = 0,0013$), «Estelite Sigma Quick» на 20,7 % ($p = 0,0001$; $p_{1-5} = 0,0001$) и «ДентЛайт» на 25,9 % ($p = 0,0001$; $p_{1-5} = 0,0001$). Однако при анализе внутригрупповой динамики показателя Ryge по КТ в отношении к началу лечения по подгруппам основной группы выявлена тенденция к снижению показателя, однако без статистической значимости: «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» на 2,4 % ($p = 0,9480$; $p_{1-5} = 0,8356$), «Estelite Sigma Quick» на 8,2 % ($p = 0,1837$; $p_{1-5} = 0,0616$) и «ДентЛайт» на 6,8 % ($p = 0,2529$; $p_{1-5} = 0,1295$) (таблица 6).

Таблица 6 – Эффективность лечения в зависимости от применяемого метода и композитного материала, %

Контрольная точка	Контрольная группа				Основная группа			
Композит	Среднее значение по группе	F	E	D	Среднее значение по группе	F	E	D
Исходная эффективность, %	90,8	92,3	91,8	88,5	92,5	94	91,8	91,8
One-way ANOVA, post-hoc тест Сидак	–	–	–	–	0,906	> 0,05	> 0,05	> 0,05
One-way ANOVA	F = 1,297; p = 0,267							
Процентная разница исходная, 2.1 vs 1.1, %	–	–	–	–	↑1,9	↑1,9	≈ 0,0	↑3,6
Эффективность через 24 месяца, %	72,5	79	72,8	65,5	87,3	91,8	84,3	85,5
Процентное изменение по отношению к исходному, %	↓20,1	↓14,4	↓20,7	↓25,9	↓5,7	↓2,4	↓8,2	↓6,8
post-hoc тест Даннета (24-мес. по отношению к исходной оценке)	0,0001	0,0003	0,0001	0,0001	0,0328	0,9480	0,1837	0,2529
Процентная разница через 24 месяца 2.5 vs 1.5, %	–	–	–	–	↑18,5	↑15,0	↑14,7	↑26,5
One-way ANOVA	F = 14,89; p = 0,0001							
One-way ANOVA, post-hoc тест Сидак	–	–	–	–	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001

Примечание: F – «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative»; E – «Estelite Sigma Quick»; D – «ДентЛайт»; ↓ – показатель имеет статистическую значимость; ↓ – показатель не имеет статистическую значимость.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе лабораторных экспериментов получены доказательства того, что разработанный способ (патент РФ на изобретение № 2731821 от 08 сентября 2020 г.) предварительного ТВВ на композитный ПМ перед его полимеризацией приводит к увеличению прочности на изгиб композита «Estelite Sigma Quick» на 23,32 %; «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» на 47,47 %; «ДентЛайт» на 42,43 % ($p < 0,001$), а также сопровождается повышением твердости поверхности уже полимеризованного композита «Estelite Sigma Quick» на 21,68 %; «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» на 20,82 %; «ДентЛайт» на 23,36 % по сравнению с классическим методом подготовки композита перед полимеризацией ($p < 0,001$).

По данным СТА доказано, что композит, подвергшийся предварительному ТВВ перед полимеризацией, имеет более плотную структуру полимерной матрицы исследуемых образцов, а соответственно, более сильную внутреннюю полимерную связь композита «Estelite Sigma Quick» на 17,00 %; «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» на 22,51 %; «ДентЛайт» на 11,31 % ($p < 0,0001$), что увеличивает сроки службы КР и снижает риски возникновения осложнений после лечения кариеса зубов в виде нарушения КрП, появления постпломбировочных болей и образования рецидивирующего кариеса на границе пломба-зуб.

При кариозных полостях I класса по Блэку в процессе полимеризации композитного материала возникает максимальное внутреннее полимеризационное напряжение в ПМ в связи с высоким фактором конфигурации полости или «С-фактором». Это связано с тем, что при таких полостях КР соприкасается одновременно с 5 стенками зуба и при этом имеет 1 свободную поверхность. Полимеризационное напряжение в процессе усадки может приводить к отрыву ПМ от стенок зуба, что клинически проявляется постпломбировочными болями, нарушением КрП пломбы к зубу и образованием рецидивирующего кариеса. По результатам РЭМ доказана эффективность ТВВ на композит в снижении «С-фактора» при кариозных полостях по I классу Блэка в виде улучшения КрП. Композитные пломбы, установленные с применением предварительного ТВВ, имели показатели качества КрП композитного материала к стенкам зуба более чем в 4 раза превышающие аналогичные показатели контрольной группы, где пломбирование зубов проводилось классическим методом композитом «комнатной температуры» ($p < 0,001$).

Результаты дифрактометрического анализа показали увеличение степени кристалличности у образцов, которым было применено ТВВ перед полимеризацией, что связано с уплотнением структуры композита в процессе его обработки. Этим фактором обусловлено увеличение прочностных показателей материала.

По результатам клинических исследований можно сделать заключение о наличии взаимосвязи оценки по модифицированному критерию Ryge с выбранным методом лечения и видом используемого композитного материала по всем КТ исследования, за исключением начала лечения. При ранжировании на пятой КТ через 24 месяца после начала лечения по качеству КрП композитных реставраций из контрольной группы в сравнении с реставрациями из основной группы исследования первое ранговое место в обеих группах занял «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» – 79,0 % и 91,8 % соответственно; второе – в контрольной

группе «Estelite Sigma Quick» – 72,8 % и в основной группе «ДентЛайт» – 85,5 %, а третье – в контрольной группе «ДентЛайт» – 65,5 % и в основной группе «Estelite Sigma Quick» – 84,3 %. За период исследования выявлена статистически значимая тенденция к снижению качества КрП композитных пломб в контрольной группе на 20,1 % ($p = 0,0001$), в основной группе на 5,7 % ($p = 0,0328$), при этом статистически значимого снижения качества КрП реставраций по подгруппам композитов из основной группы относительно данных на этапе начала лечения не выявлено ($pF = 0,9480$, $pE = 0,1837$, $pD = 0,2529$).

ВЫВОДЫ

1. Разработан, лабораторно-экспериментально обоснован, интеллектуально защищен способ пломбирования зубов композитным материалом при лечении кариеса дентина. Доказано, что данный способ улучшает физико-механические свойства композита, что способствует снижению количества осложнений после пломбирования при лечении кариеса дентина;

2. Термо-вибрационное воздействие на композит перед его полимеризацией приводит к статистически достоверному ($p < 0,0001$) увеличению прочности на изгиб полимеризованного композита «Estelite Sigma Quick» на 23,32 %; «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» на 47,47 %; «ДентЛайт» на 42,43 %, а также к статистически достоверному ($p < 0,0001$) повышению твердости поверхности по Виккерсу полимеризованного композита «Estelite Sigma Quick» на 21,68 %; «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» на 20,82 %; «ДентЛайт» на 23,36 % по сравнению с классическим методом подготовки композита перед полимеризацией;

3. Термо-вибрационное воздействие на композит перед его полимеризацией приводит к статистически достоверному увеличению силы связи внутри полимерной цепочки полимеризованного композита «Estelite Sigma Quick» на 17,00 %; «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» на 22,51 %; «ДентЛайт» на 11,31 % ($p < 0,0001$) по сравнению с классическим методом подготовки композита перед полимеризацией;

4. Результаты РЭМ установили, что термо-вибрационное воздействие на композит перед его полимеризацией приводит к статистически достоверному ($p < 0,001$) улучшению качества краевого прилегания композитного материала к стенкам зуба более чем в 4 раза по данным РЭМ по сравнению с классическим методом подготовки композита перед полимеризацией;

5. При ранжировании эффективности лечения в зависимости от вида применяемого композита и метода его применения через 24 месяца от начала исследования: первое ранговое место в обеих группах занял «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» – 79,0 % и 91,8 % соответственно; второе – в контрольной группе «Estelite Sigma Quick» – 72,8 % и в основной группе «ДентЛайт» – 85,5 %, а третье – в контрольной группе «ДентЛайт» – 65,5 % и в основной группе «Estelite Sigma Quick» – 84,3 %;

6. На основании результатов проведенных исследований разработан алгоритм лечения кариеса дентина с применением предварительного нагрева композита в печи для разогрева с ограничением по времени работы с композитом с момента его извлечения из печи до этапа полимеризации не более 7 секунд.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Применение специализированных печей для разогрева композитного пломбировочного материала в процессе пломбирования повышает эффективность лечения кариеса зубов.

2. При работе со специализированными печами для предварительного нагрева композита рекомендовано время работы с неполимеризованным композитом не более 7 секунд с момента извлечения из печи до его полимеризации для снижения тепловых потерь и сохранения преимуществ нагретого композита.

3. Для клинической оценки краевого прилегания пломб к стенкам зуба и возможности статистической обработки данных рекомендовано использовать модификацию критерия Ryge в виде балльной системы оценок.

4. При лечении кариеса дентина I класса по Блэку рекомендовано использовать в качестве пломбировочного материала композит «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» фирмы «3M ESPE» (США) как материал, получивший наилучшие показатели прочности на изгиб, твердости поверхности по Виккерсу, силы связи полимерной цепочки и качества краевого прилегания в клинических исследованиях.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Перспективы дальнейшей разработки темы диссертации лежат в плоскости расширения возможностей важнейшего раздела современной консервативной стоматологии – оперативно-восстановительной дентистрии для решения важных задач, имеющих прикладной и фундаментальный характер. В практическом плане появляется возможность повысить эффективность оперативно-восстановительного лечения кариеса зубов, расширить показания применения прямых композитных реставраций и при этом минимизировать финансовые расходы на приобретение нового оборудования. В научном плане представляется возможность дальнейшего научного исследования возможностей улучшения физико-механических и химических свойств уже существующих композитных пломбировочных материалов непосредственно в условиях поликлинического стоматологического приема.

СПИСОК НАУЧНЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. *Гущин, А.А. Способы улучшения физико-механических и химических свойств композитных пломбировочных материалов / А.А. Гущин, А.А. Адамчик // Медико-фармацевтический журнал пульс. – 2020. – Т. 22. – № 2. – С. 36–41.

2. Гущин, А.А. Методы улучшения физико-химических свойств композитных пломбировочных материалов / А.А. Гущин, А.А. Адамчик // Современные аспекты комплексной стоматологической реабилитации пациентов с дефектами челюстно-лицевой области. Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. – 2020. – С. 61–64.

3. *Гущин, А.А. Сравнительная оценка краевого прилегания композитов при реставрации зубов в эксперименте / А.А. Гущин, А.А. Адамчик // Российский стоматологический журнал. – 2020. – Т. 24. – № 5. – С. 286–292.

4. Гущин, А.А. Методики улучшения свойств фотоотверждаемых композитов / А.А. Гущин // Сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции Стоматология славянских государств (Белгород). – 2020. – изд. 2. – С. 82–84.

5. *Comparative evaluation of the clinical efficacy of modern remineralizing drugs in the treatment of enamel caries (focal demineralization) / Z.V. Solovyeva, A.A. Adamchik, A.A. Gushchin [et al.] // Georgian Medical News. – 2021. – № 1(310). – P. 39–44.

6. *Увеличение силы связи композитного материала под влиянием термовибрационного воздействия: нерандомизированное экспериментальное исследование / А.А. Гущин, А.А. Адамчик, В.Я. Зобенко, В.Н. Самхаев // Кубанский научный медицинский вестник. – 2021. – № 28(4). – С. 53–71.

7. *Пат. 2731821 Российская Федерация МПК А61С 5/00. Способ пломбирования зубов композитным материалом / Гущин А.А. (RU); Адамчик А.А. (RU); Гущина С.С. (RU); Иващенко В.А. (RU); заявители и патентообладатели Гущин А.А. (RU); Адамчик А.А. (RU); Гущина С.С. (RU); Иващенко В.А. (RU); ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России; № 2019119059; заявл. 18.06.2019; опубл. : 08.09.2020, Бюл. № 25. – 17 с.

8. Гущин, А.А. Влияние термо-вибрационного воздействия на силу внутримолекулярной связи полимерной цепочки композитного материала / А.А. Гущин, А.А. Адамчик // Resonances science 2021: Сборник статей VI Международной научной конференции. Чешская Республика, Карловы Вары – Россия, Москва. – 2021. – С. 108–119.

9. *Влияние термовибрационного воздействия на прочностные характеристики композитных материалов, применяемых в стоматологии / А.А. Гущин, А.А. Адамчик, С.П. Рубникович [и др.] // Известия национальной академии наук Беларуси. – 2022. – Т. 19. – № 1. – С. 103–111.

* – работа опубликована в журналах, включенных в Перечень рецензируемых научных изданиях или входящих в международные реферативные базы данных и системы цитирования, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России для опубликования основных научных результатов диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук и издания, приравненные к ним.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

КЗ – кариес зуба

КР – композитная реставрация

ПМ – пломбировочный материал

КрП – краевое прилегание

РЭМ – растровая электронная микроскопия

СТА – синхронный термический анализ

ТВВ – термо-вибрационное воздействие

КТ – контрольная точка

Д/Ш/В – длина/ширина/высота

ДСК – дифференциально-сканирующая калориметрия

ТГ – термогравиметрия

ИГ – индекс гигиены

1К – образец композита «Estelite Sigma Quick», полимеризованный при комнатной температуре композита

1Т – образец композита «Estelite Sigma Quick», полимеризованный после термо-вибрационного воздействия на композит

2К – образец композита «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative», полимеризованный при комнатной температуре композита

2Т – образец композита «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative», полимеризованный после термо-вибрационного воздействия на композит

3К – образец композита «ДентЛайт», полимеризованный при комнатной температуре композита

3Т – образец композита «ДентЛайт», полимеризованный после термо-вибрационного воздействия на композит