

На правах рукописи

РЕБРИЕВ Евгений Юрьевич

**ПРИМЕНЕНИЕ МОДУЛИРОВАННОГО ДИОДНОГО СВЕТА
В СИНЕЙ ОБЛАСТИ СПЕКТРА
ДЛЯ ОТВЕРЖДЕНИЯ ФОТОКОМПОЗИТОВ
ПРИ ЛЕЧЕНИИ КАРИЕСА**

Специальность 14.01.14 – Стоматология

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Белгород 2019

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Научный руководитель

Беленова Ирина Александровна – доктор медицинских наук, доцент

Официальные оппоненты:

Копецкий Игорь Сергеевич – доктор медицинских наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, заведующий кафедрой терапевтической стоматологии

Борисова Элеонора Геннадиевна – доктор медицинских наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего образования «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации, доцент кафедры терапевтической стоматологии

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Защита диссертации состоится «__» _____ 2019 года в _____ часов на заседании диссертационного совета Д 212.015.16, созданного на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» Минобрнауки России, по адресу: 308015, г. Белгород, ул. Народный бульвар 21

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» Минобрнауки России, по адресу: 308015, г. Белгород, ул. Победы, д. 85 и на сайте организации: <https://www.bsu.edu.ru/bsu/>

Автореферат диссертации разослан «__» _____ 2019 года.

**Ученый секретарь
диссертационного совета**

Ярош Андрей Леонидович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. Распространенность кариеса и увеличение эстетических потребностей населения требуют от стоматологов компетентности в вопросах, возникающих при решении конкретных технических, эстетических и деонтологических задач (А.Ж. Петрикас, 2014; А.К. Иорданишвили, 2015; С. Frese et al., 2014). Одним из перспективных направлений кариеологии на сегодняшний день является модернизация фотокомпозиционных пломбировочных материалов, которые используются в стоматологии с целью реставрации зубов (А.А. Адамчик, 2015; M.N. Hegde et al, 2014). Светоотверждаемые материалы последнего поколения не только высокоэстетичны, но и по своим химико-физическим характеристикам близки к твердым тканям зуба. Данный класс композиционных материалов обладает рядом преимуществ перед химически отверждаемыми композитами: например, при работе с ними не требуется смешивать компоненты. Однако данный вид пломбировочных систем не лишён недостатков, в числе которых высокая себестоимость, так как, помимо самого материала, требуется световой инициатор, запускающий процесс отверждения (П.Г. Кудрявцев, 2014; А.Н. Бондаренко, 2015; W.M. Avila et al, 2015). Известно, что пломбирование, в том числе высокотехнологичными методами, не решает проблемы стрессовых для зуба факторов как на этапе препарирования, так и на этапе постановки пломбы. Многочисленные усовершенствования пломбировочных систем связаны с качеством пломбы: эстетикой, адгезией, твёрдостью и т.д. Реактивные же процессы, возникающие в зубе в ходе лечения, далеко не всегда имеют благоприятный исход и часто приводят к постпломбировочным осложнениям (Е.С. Татаринцева, 2017; N.V. Pitts et al. 2017). Именно это явилось побудительной причиной наших исследований, направленных на поиск альтернативного прибора, обладающего необходимыми физико-техническими характеристиками и позволяющего исправить недостатки традиционного метода отверждения. Таким прибором, на наш взгляд, является аппарат с модулированным диодным излучателем, способный не только отверждать пломбы из фотокомпозиционных материалов, но и стимулировать защитные процессы в тканях зуба во время и после лечения кариеса.

Степень разработанности темы. Исследования, конечная цель которых – решение проблем, возникающих непосредственно на этапе размещения композитной

реставрации в зубе при лечении кариеса, а также, в постоперационный период, ведутся в нескольких направлениях, а именно: усовершенствование структуры и свойств самих материалов для пломбирования (В.В. Гилязева, 2015; J. Berg, 2014); оптимизация процедур и методик, используемых при пломбировании (А.Н. Бондаренко 2015; D. Shelat, 2017); создание более совершенных приборов для полимеризации (А.И. Николаев, 2018; P. Segal, 2015). Несмотря на значительную научную базу в области применения фотокомпозитов при лечении кариеса, в доступной литературе нами не найдено данных о влиянии модулированного диодного света на качество отверждения фотокомпозита, на морфофункциональное состояние твердых тканей зуба и их регенеративный потенциал. Нами разработан новый способ отверждения фотокомпозиционных пломбировочных материалов с помощью аппарата, модулирующего диодный свет.

Цель исследования – повышение эффективности лечения кариеса зубов путем применения модулированного диодного света в синей области спектра для отверждения фотокомпозитов.

Задачи исследования:

- 1) разработать методику отверждения фотокомпозиционных пломбировочных материалов с использованием модулированного диодного света;
- 2) доказать, что технические нормативы прибора с излучателем модулированного диодного света позволяют применять его для отверждения фотокомпозитов;
- 3) применить новый способ отверждения фотокомпозиционных пломбировочных материалов с помощью аппарата, модулирующего диодный свет;
- 4) обосновать влияние модулированного диодного света на минерализацию эмали зуба после лечения кариеса;
- 5) произвести сравнительную оценку результатов отверждения пломбировочных материалов при помощи диодного света, света галогеновой лампы и модулированного диодного света.

Научная новизна:

- 1) определены оптимальные технологические параметры модулированного диодного света, разработана методика пломбирования и даны практические рекомендации.

2) определена возможность качественного отверждения фотокомполитов модулированным диодным светом, подтверждённая методами Международной системы стандартов (International Standart Organization – ISO);

3) аппарат, модулирующий диодный свет, применён по новому назначению, для отверждения фотокомпозиционных пломбировочных материалов;

4) выявлено влияние модулированного диодного света на процесс восстановления минерализационной активности эмали после лечения кариеса;

5) выявлены различия в клинической эффективности полимеризаторов, с разными световыми активаторами.

Теоретическая и практическая значимость работы:

Результаты работы являются предпосылкой дальнейшего изучения воздействия на зубы светового потока, полученного при модернизации светоактиваторов, с учётом аналитических данных исследования.

Использование аппарата, создающего модулированное диодное излучение, с целью отверждения светополимеризуемых пломбировочных материалов позволяет:

1) качественно полимеризовать светоотверждаемые композиционные материалы, в результате чего повышается качество пломбирования;

2) нивелировать негативные последствия пломбирования;

3) снизить стоимость лечения.

Методология и методы исследования. Исследования включали два последовательных этапа: экспериментальное отверждение пломб модулированным диодным светом с оценкой полученных показателей методами Международной организации по стандартизации (ISO) и клинические исследования. В процессе клинической части работы нами был сформирован комплекс методов исследования для регистрации основных физико-химических, биохимических и клинических параметров фотокомполитов, отверждённых при помощи разных источников света.

1. Лабораторные методы: определение глубины отверждения, времени полного твердения, поверхностной твердости, прочности при диаметральном разрыве;

2. Клинические методы:

– сбор анамнестических данных;

– визуальное обследование твердых тканей зуба;

– проведение теста эмалевой резистентности зубов;

– проведение КОСРЭ-теста;

– электрометрические исследования твердых тканей зуба;

– определение неудовлетворительного пломбирования путем окрашивания эмали на границе с пломбировочным материалом двухпроцентным раствором метиленового синего;

– клиническая оценка качества пломбы согласно критериям Ryge (Риджа).

3. Клинико-лабораторные методы:

– определение кислотной растворимости эмали по кальцию (Ca) и фосфору (P) (В.К. Леонтьев, В.А. Дистель, 1975);

4. Методы статистической обработки:

– компьютерная программа «Statistica 6.0»,

– компьютерная программа «SPSS-11».

Для всех видов анализа проводилась оценка репрезентативности полученных результатов. При проверке статистических гипотез значимыми считались различия при $p \leq 0,05$.

Положения, выносимые на защиту:

1) аппараты, создающие модулированное диодное излучение мощностью 1200 мВт/см^2 , могут использоваться для качественного отверждения композиционных пломбировочных материалов, что позволяет применять их для лечения кариозного поражения твердых тканей зубов;

2) пломбы, отвержденные модулированным диодным светом, по своим качественным характеристикам (глубина и время отверждения, прочность при диаметральной разрыве, твердость по Виккерсу) соответствуют стандартам ISO и идентичны аналогам, полимеризованным традиционными методами;

3) модулированный диодный свет может быть использован в клинической практике, так как, обладая кальций-статическим действием, непосредственно после пломбирования повышает и сохраняет на длительный срок микротвердость и механическую резистентность эмали, что улучшает отдаленные результаты лечения кариеса зубов;

4) модулированное диодное излучение по качественно-количественным характеристикам не уступает свету традиционных ламп, а по влиянию на минеральный обмен выгодно отличается от излучений современных фотополимеризаторов;

5) результаты пломбирования, соответствующие международным стандартам, достигаются благодаря препарированию кариозной полости согласно традиционным

правилам, антисептической обработке и полимеризации фотокомпозитной пломбы диодным светом мощностью 1200 мВт/см² (оптимальная экспозиция отверждения – 40-60 секунд при толщине слоя пломбы не более 2-2,5 мм).

Работа выполнена на кафедре госпитальной стоматологии ВГМУ имени Н.Н. Бурденко, лабораторные исследования качества отверждения свето-отверждаемых композитов исследуемыми фотополимеризаторами – на базе лаборатории испытаний ООО «Радуга Р».

Степень достоверности и апробация результатов. Материалы диссертационной работы обсуждены на заседании кафедры госпитальной стоматологии и проблемной комиссии кафедр стоматологического профиля федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации (2012-2015).

Основные положения работы доложены на XIII Медико-биологической конференции на английском языке для молодых ученых и студентов (The XIIIth medical-biological conference in English language for young scientists and students) ВГМУ им. Н.Н. Бурденко (Воронеж); I научно-практической конференции с международным участием «Проблемы и перспективы обеспечения комплексной безопасности личности и общества в условиях современности» ВГПУ, ВГМУ им. Н.Н. Бурденко, Российский союз спасателей (Воронеж); на всероссийской молодежной конференции в рамках «Фестиваля науки» (Воронеж); XI научной конференции молодых ученых ВГМУ им. Н.Н. Бурденко (Воронеж); Межрегиональной научно-практической конференции «Молодежная наука медицине будущего»(Воронеж); Всероссийской научно-практической конференции «Инновационные технологии в стоматологии», профессорские чтения имени Г.Д. Овруцкого (Казань); XXVIII и XXVIII Всероссийских научно-практических конференций (Москва) (2012-2015). Степень обоснованности научных положений, выводов, рекомендаций, сформулированных в диссертации обусловлена большим объемом фактического материала, использованием современных статистических методов обработки полученных данных с применением персонального компьютера и пакета прикладных программ. Наличие и полнота первичной документации подтверждена комиссией по проверке первичной документации.

Результаты работы внедрены в учебный процесс кафедр госпитальной, пропедевтической стоматологии и стоматологии Института дополнительного профессионального образования ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко» Минздрава России, в лечебный процесс стоматологической клиники, кафедр госпитальной, пропедевтической стоматологии и стоматологии Института дополнительного профессионального образования ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко» Минздрава России, клиники коммерческого сектора ООО «Мой доктор» (г. Воронеж), ООО «ЦМТ 3Дстом» (г. Воронеж).

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 7 печатных работ, в том числе 4 в рецензируемых журналах из перечня, рекомендованного ВАК Минобрнауки РФ, 1 публикация в зарубежном журнале, индексируемом базой данных Web of Science.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Мы подготовили программу исследования влияния модулированного диодного излучения на светоотверждаемые пломбировочные материалы.

В ходе лабораторных экспериментов нами были изучены физико-химические свойства пломб из светоотверждаемого композиционного материала, отверждённые разными светополимеризаторами. Во всех группах исследования мы применяли наиболее часто используемый в стоматологической практике фотокомпозит «Brilliant New Line», имеющий нейтральное значение $pH = 7,0$ (производитель – «Coltene/Whaledent AG», Швейцария). Пломбы ставили в удаленных по ортодонтическим показаниям зубах по всем правилам лечения кариеса с учетом инструкций по применению соответствующих пломбировочных материалов. Отверждали пломбы при помощи аппаратов, излучающих галогеновый, диодный и модулированный диодный свет.

Оценка результатов проводилась согласно методам Международной организации по стандартизации (ISO). Отверждённые излучённым светом пломбы оценивали, используя следующие критерии качества: твердость по Виккерсу; время твердения, глубина отверждения, прочность при диаметральном разрыве. Показателями, свидетельствующими о высоком качестве полимеризации, обладали пломбы, отверждённые с помощью прибора, излучавшего модулированный диодный свет, что позволяет сделать вывод о возможности применения такого прибора на практике. Всего

было проведено 3500 экспериментальных испытаний. Для изучения физико-химических свойств пломб, отвержденных диодным, модулированным диодным и традиционным (галогеновым) светом, определяли основные показатели при помощи методов ISO. Согласно данной системе, пломба, отвержденная голубым светом, длина волны которого составляла 500 нм, должна иметь свойства, указанные в таблице 1.

Таблица 1 - Показатели критериев ISO пломбировочного материала при его отверждении полимеризаторами с разными источниками света (экспериментальные исследования)

Критерии ISO	Норма	Источник отверждения		
		аппарат с галогеновым источником света	аппарат диодного света	аппарат модулированного диодного света
Время твердения, с	до 5 минут	40 секунд	40 секунд	40 секунд
Глубина отверждения, мм	не менее 2 мм	5,3±0,017	8,6±0,02	3,1±0,006
Прочность при диаметральном разрыве, мПа	не менее 34 мПа	37,4±0,008	35,8±0,005	36,5±0,003
Твердость по Виккерсу, HV	не менее 80 HV	84±1,07	82,0±0,92	83,0±0,90

Результаты исследований статистически достоверны ($p \leq 0,05$) и позволили сделать вывод, что физико-химические показатели материалов, отверждённых при помощи прибора, создающего модулированное диодное излучение, и материалов, подвергшихся воздействию света, излучаемого традиционной лампой и аппаратом ординарного диодного света, не имеют статистически подтвержденной разницы и соответствуют стандартам ISO.

Такие показатели, как время твердения пломбировочного материала, прочность при диаметральном разрыве и твердость по Виккерсу, соответствуют международным нормативам (до 5 мин, 34 мПа, не мене 80 HV). Однако зарегистрированная глубина отверждения пломбировочного материала, подвергшегося воздействию модулированного диодного света, меньше, чем в группах контроля: в $2,77 \pm 0,002$ раза по сравнению с группой отверждения диодным светом и в $1,71 \pm 0,004$ раза – с группой отверждения галогеновым светом. Тем не менее, результаты, полученные в группе модулированного диодного света, также соответствуют международным стандартам.

Таким образом, применение модулированного диодного света для полимеризации пломбировочных материалов позволяет при достижении показателей, соответствующих стандартам ISO, отвердить основную часть пломбы в течение первых 40-60 секунд воздействия. Результаты лабораторных исследований статистически достоверны ($p \leq 0,05$) и подтвердили возможность использования вышеперечисленных источников светоактивации фотопломб в клинических условиях.

Все пациенты были слепым методом распределены в три группы, в зависимости от применяемого для пломбирования светоактиватора. Обследованным больным, участвовавшим в эксперименте, провели мероприятия, направленные на устранение кариозных поражений зубов и возмещение дефектов твердых тканей. Во всех группах пациентов проводили лечение кариозного процесса по общепринятой методике. Сначала производилась механическая обработка кариозной полости алмазными и твердосплавными борами, потом медикаментозная обработка раствором фурацилина 1:5000 и 0,1-процентным раствором хлоргексидина биглюконата. Пломбирование осуществлялось согласно требованиям инструкции по применению светоактивируемого пломбировочного материала. Далее пломбы отверждали, используя определённый вид фотополимеризатора в соответствии с группой исследования: галогеновый для первой группы (25 человек), ординарный диодный – для второй (27 человек) и модулированный диодный – для третьей (32 человека). Затем проводили традиционные этапы шлифовки и полирования пломбы. Для достоверности проводимых исследований при лечении всех пациентов использовался единый реестр инструментов и расходных материалов. В качестве пломбировочного материала был взят фотокомпозит «Brilliant New Line», имеющий нейтральное значение $pH = 7,0$ (производитель – «Coltene/Whaledent AG», Швейцария). В результате проведенных лечебных мероприятий достигнут выраженный положительный эффект, клинически представленный замещением дефектов твердых тканей зубов пломбировочным материалом, восстановлением их анатомической структуры и физиологических функций.

С целью изучения динамики изменений в эмали через 30 минут, через месяц, 6 месяцев, 1 и 2 года после лечения у всех пациентов мы определяли: 1) скорость кислотной растворимости эмали по кальцию, 2) проводили тест эмалевой резистентности (ТЭР), 3) КОСРЭ-тест, 4) изучали показатель электропроводности твердых тканей зуба на всех этапах исследования, 5) границу «эмаль – пломба»

окрашивали 2-процентным раствором метиленового синего в течение 2-х минут. Комплекс данных методов позволяет не только всесторонне оценить качество проведенного лечения, но и проанализировать процессы, протекающие в твердых тканях зуба после пломбирования на всех этапах исследования, ведь пломбирование – процесс неоднозначный с точки зрения физиологического состояния зуба. С одной стороны, происходит оздоровительное биологически целесообразное иссечение кариозного очага и нежизнеспособных участков эмали с их последующим замещением пломбировочным материалом. С другой стороны, истощенный кариесом зуб еще больше травмируется в ходе препарирования, протравливания, отверждения и, в конечном итоге, имплантации инородного материала. Результаты проведенного нами исследования представлены в виде диаграмм (Рисунки 1-5).

Согласно диаграмме, приведённой на рисунке 1, скорость кислотной растворимости эмали по кальцию сразу после лечения увеличилась во всех группах исследования, результаты исследований статистически достоверны ($p \leq 0,05$).

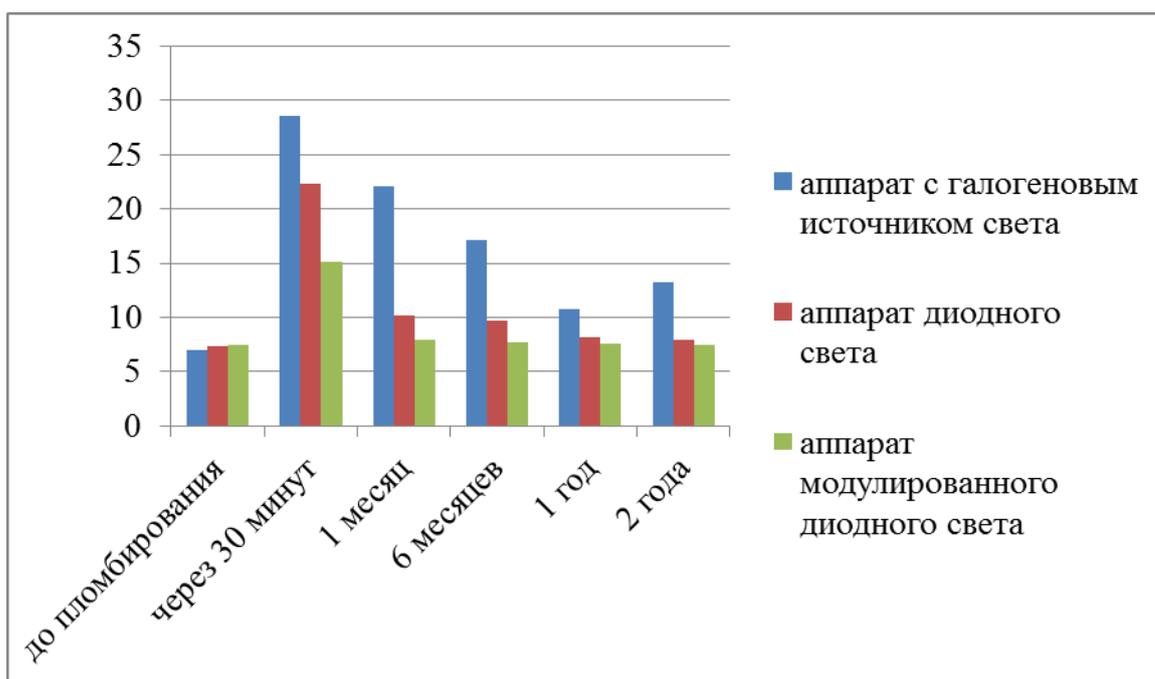


Рисунок 1 - Динамика изменений кислотной растворимости эмали по кальцию в группах исследования (по данным кислотной биопсии эмали, мкМоль/мин)

После пломбирования, независимо от примененной методики отверждения пломбы, выход ионов кальция из эмали зуба увеличивается, что подтверждает неблагоприятное воздействие пломбирования на эмаль зубов. В группе применения

галогенового излучателя концентрация кальция в биоптате составила $28,6 \pm 0,003$ мкМоль/мин, что в 4,09 раза выше, чем до пломбирования; в группе применения ординарного диодного света - $22,3 \pm 0,008$ мкМоль/мин, что в 3,05 раза выше, чем до лечения; в группе применения модулированного диодного света концентрация кальция увеличилась в 2,01 раза и составила $15,1 \pm 0,003$ мкМоль/мин. При этом увеличение концентрации кальция в биоптате следует считать реакцией компенсации. Значительный выход ионов кальция на протяжении длительного периода ведет к истощению компенсаторных механизмов и прогрессированию процессов декомпенсации. Тем не менее, кратковременный выход ограниченной концентрации минеральных компонентов из эмали является показателем удовлетворительного уровня резистентности зуба и залогом качественного лечения с пролонгированным сроком службы пломбы. В соответствии с данными наших исследований наибольший выход кальция из эмали зарегистрирован у пациентов группы, где применялся полимеризатор на основе галогенового излучателя. Результаты исследований статистически достоверны ($p \leq 0,05$). В этой группе скорость кислотной растворимости эмали была высокой на протяжении 6 месяцев. Через год она снизилась, но всё равно осталась выше, чем до пломбирования. В группе, где использовался ординарный диодный излучатель, показатели скорости кислотной растворимости эмали сразу после пломбирования были ниже, чем в группе с галогеновым излучателем. Через 6 месяцев показатели приблизились к исходным данным. В течение последующего периода времени, вплоть до 2-х лет, незначительно снижаясь, показатели кислотной биопсии оставались стабильными на уровне, близком к физиологическому. Самые лучшие результаты были получены при использовании модулированного диодного света. В этой группе пациентов зарегистрирован самый низкий выход кальция из эмали сразу после пломбирования; через месяц показатели достигли значений, имевшихся до лечения, и оставались неизменными на протяжении 2-х лет наблюдений. Результаты исследований статистически достоверны ($p \leq 0,05$) и позволяют сделать вывод о стимулирующем влиянии диодного света, особенно модулированного, на процесс удержания кальция в химической структуре эмали. Более быстрая стабилизация минерального обмена доказывает стимулирующее влияние диодного излучателя на восстановление реминерализационных возможностей твердых тканей зуба с соответственным повышением резистентности эмали к неблагоприятным воздействиям.

В своих исследованиях мы смогли объективно оценить уровень эмалевой резистентности и реминерализационные возможности зуба с помощью специализированных методов: теста эмалевой резистентности (ТЭР) и клинической оценки скорости реминерализации эмали (КОСРЭ-тест). Результаты тестов представлены в виде диаграмм (Рисунки 2, 3). Согласно диаграмме на рисунке 2 сразу после пломбирования интенсивность окрашивания зуба на границе с пломбировочным материалом повышается, соответственно, кислоторезистентность эмали снижается.

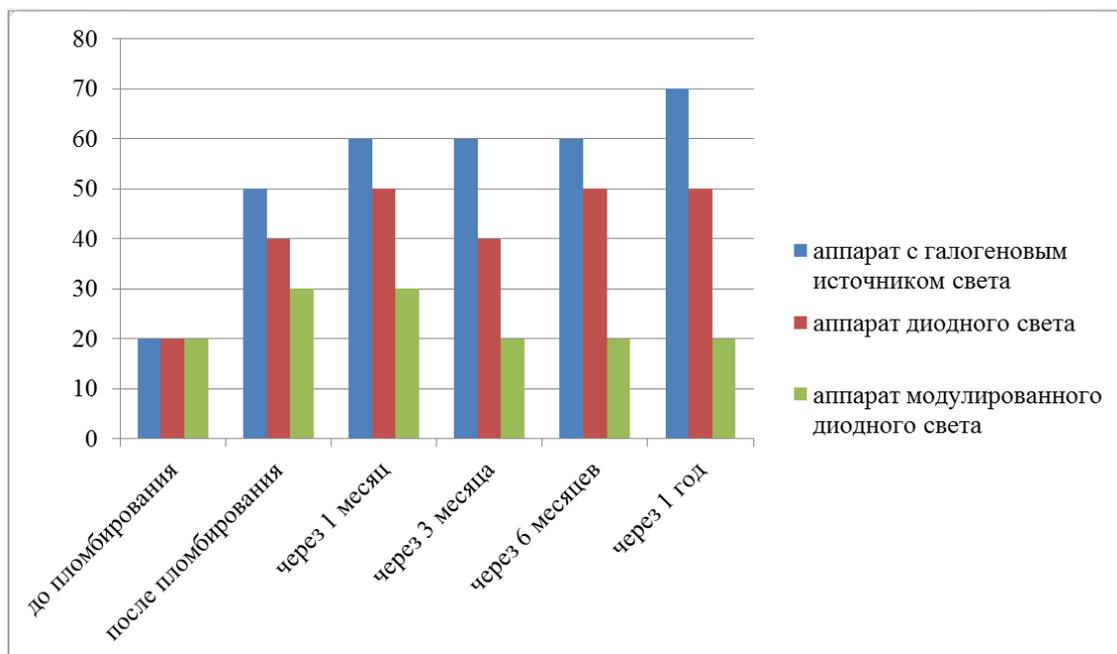


Рисунок 2 - Динамика изменений кислоторезистентности эмали зубов на различных этапах исследования (по данным ТЭР), %

Наименьшее снижение защитных сил зуба (в среднем, на 10%) было зарегистрировано в группе, где применялся модулированный диодный свет. В группе с ординарным диодным источником света кислоторезистентность эмали снизилась на 20%, в группе с галогеновым излучателем – на 30%. Кислоторезистентность эмали зубов понижалась в течение месяца и только потом стала возвращаться к показателям, имевшимся до лечения. Через 3 месяца исследований в группе с модулированным диодным светоактиватором кислоторезистентность восстановилась (достигла значений, полученных до пломбирования) и составила 20%; в группе, где применялся ординарный диодный источник света, кислоторезистентность эмали стабилизировалась на значениях, полученных сразу после пломбирования, и составила 40%, что в 2 раза ниже, чем до пломбирования. В группе применения галогенового излучателя

кислоторезистентность эмали продолжала снижаться и составила 60%, что в 3 раза меньше, чем до пломбирования. Через год в группе применения модулированного диодного света кислоторезистентность эмали оставалась удовлетворительной и составила 20%, как и до пломбирования; в группе применения диодного света незначительно повысилась и составила 50%, что в 2,5 раза ниже, чем до пломбирования; в группе применения галогенового излучения продолжала снижаться и составила 70%, что в 3,5 раза ниже, чем до пломбирования. Результаты исследований статистически достоверны ($p \leq 0,05$). Таким образом, локальные морфохимические изменения в эмали напрямую связаны с процессами, происходящими в зубе в постпломбировочный период. Резистентность эмали изменилась во всех группах, но наилучшие результаты достигнуты в группе применения модулированного диодного света.

Нам было важно проследить динамику изменений реминерализационной способности зубов на всех этапах исследования. С этой целью применялась клиническая оценка скорости реминерализации эмали (КОСРЭ-тест), позволяющая выявить изменения скорости восстановления эмали в постпломбировочный период. Результаты исследований представлены в виде диаграммы (Рисунок 3).

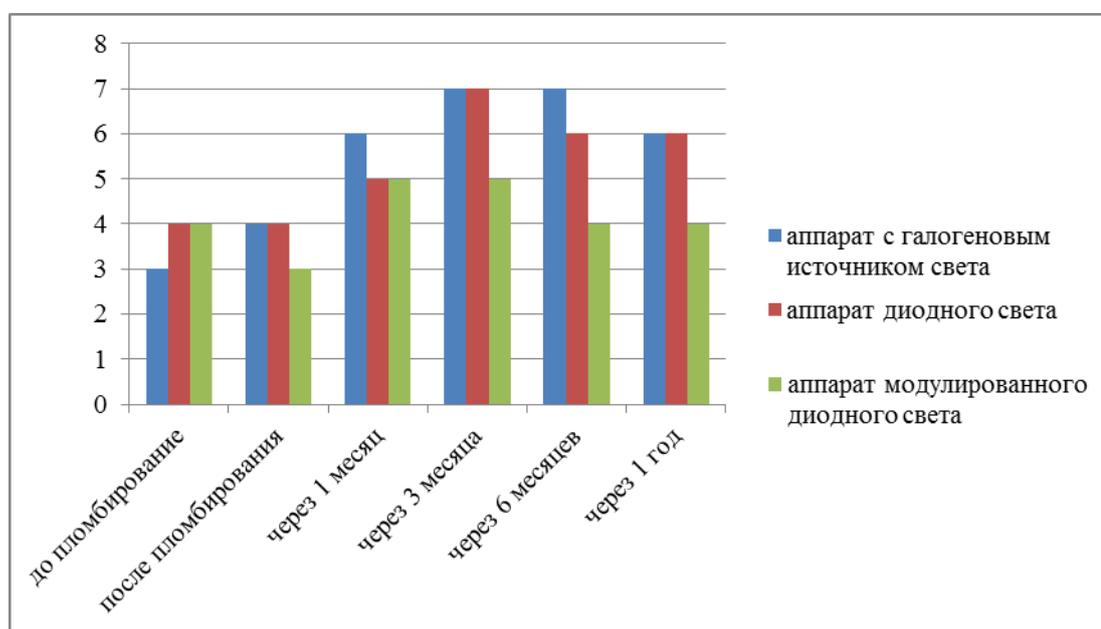


Рисунок 3 - Динамика изменений реминерализационной способности зубов на различных этапах исследования (по данным КОСРЭ-теста), сутки

По данным рисунка 3 следует, что, несмотря на снижение защитных свойств эмали и повышение кислоторезистентности (по данным ТЭР), сразу после

пломбирования реминерализационная способность зубов остается в норме. Тем не менее, уже через месяц компенсаторные компоненты истощаются и реминерализационные способности зуба снижаются, о чем свидетельствует увеличение восстановительного периода (по данным КОСРЭ-теста). В среднем, через год показатель реминерализующей активности снижается в 1,5 раза, но в группах, где применялись разные виды светоактиваторов, изменения в постпломбировочной эмали происходят по-разному. Через месяц после пломбирования в группах применения диодных излучателей (ординарного и модулированного) реминерализационные возможности эмали стали ниже в 1,25 раза, чем до пломбирования, а в группе применения галогенового источника света – в 1,5 раза. Через 3 месяца ситуация не изменилась, а показатели продолжали ухудшаться. Через полгода реминерализационные возможности зуба начали восстанавливаться. В группе с модулированным диодным источником света реминерализация наступила в те же сроки, что и до пломбирования, – за 4 суток; в группе с ординарным диодным светом – за 6 суток; в группе с галогеновым светом – за 7 суток. Исследования, проведенные через год, выявили, что у пациентов группы, где применялся модулированный диодный излучатель, показатели реминерализационной возможности зубов стабилизировались (средняя величина составила 4 суток, что соответствует её значению до пломбирования). В группах, где применялись ординарный диодный и галогеновый излучатели, этот показатель равнялся 6 суткам, что в 1,5 раза ниже, чем до пломбирования. Результаты исследований статистически достоверны ($p \leq 0,05$) и свидетельствуют, что в случае применения модулированного диодного светоактиватора происходит не только полимеризация фотопломб, но и запуск механизмов восстановления биологических свойств эмали.

КОСРЭ-тест и ТЭР-исследование – диагностические методы, которые позволяют выявить характер и тенденции изменений в твердых тканях зуба. Для подтверждения сделанных выводов при помощи цифровых показателей и выявления фактических глубины и интенсивности происходящих изменений мы применили электрометрическое исследование твердых тканей зуба (ЭМИ). Электропроводность твердых тканей зуба определяли с помощью электродиагностического аппарата «ДентЭст» (ЗАО «Геософт Дент», Россия). Измерения проводили при постоянном напряжении 4,26 Вольт. С помощью полученных в микроамперах результатов измерений находили значение сопротивления исследуемых твердых тканей зуба. Это позволило в цифровых

показателях оценить степень поражения эмали и нарушения краевого прилегания пломбы. Результаты исследований статистически достоверны ($p \leq 0,05$) исследований и представлены в виде диаграммы (Рисунок 4).

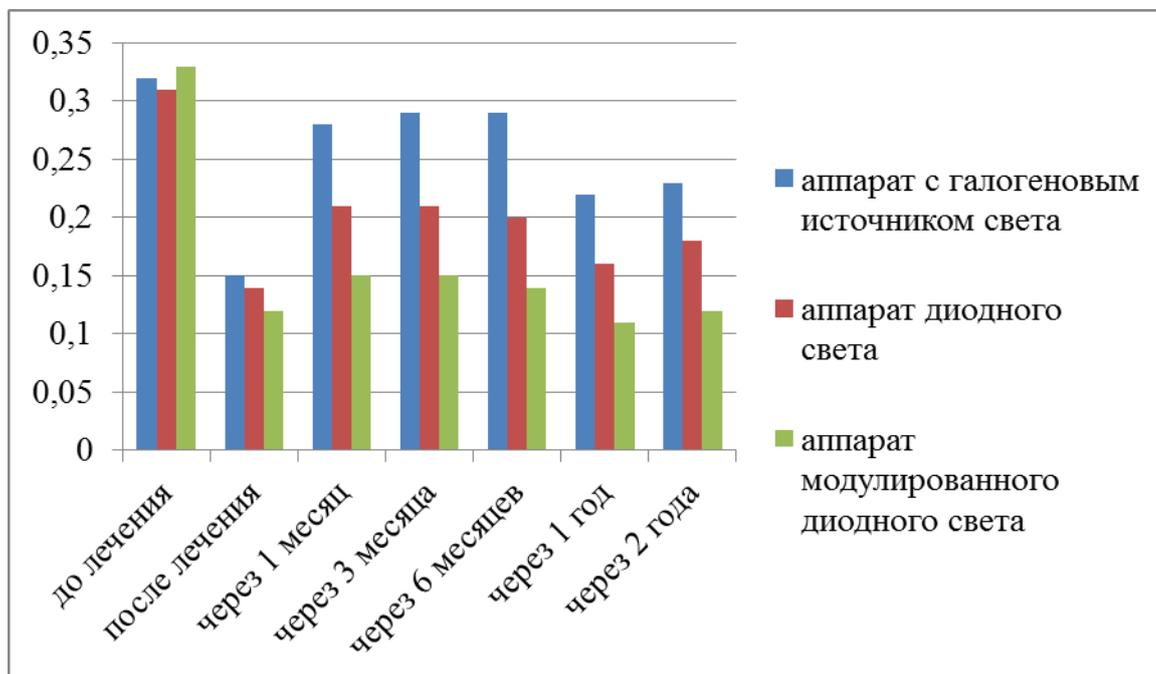


Рисунок 4 - Динамика изменений электропроводности твердых тканей зуба после пломбирования на различных этапах исследования (по данным электрометрических исследований), μA

По данным диаграммы, представленной на рисунке 4, можно сделать заключение, что уже через месяц после пломбирования электропроводность эмали начинает возрастать во всех группах: в группе применения аппарата с галогеновым источником света она составила $0,28 \pm 0,002$ μA (что в 1,87 раз выше, чем сразу после пломбирования); с источником ординарного диодного света – $0,21 \pm 0,001$ μA (что в 1,5 раза выше, чем после пломбирования); в группе с источником модулированного диодного света – $0,15 \pm 0,002$ μA (что в 1,25 раз выше, чем после лечения). Результаты исследований статистически достоверны ($p \leq 0,05$). Таким образом, электропроводность эмали со значений, соответствующих кариесу эмали (в среднем, $0,32$ μA), сразу после лечения снизилась до $0,14 \pm 0,17$ μA , что доказывает хорошее качество пломбирования и краевого прилегания пломбы к эмали. Через месяц показатели начинают расти, что соответствует результатам, полученным при изучении резистентности эмали и уровня ее кислотоподатливости. За год исследований показатели электропроводности стабилизировались в группах, где применялись диодные полимеризаторы (ординарный

и модулированный), что свидетельствует о стимулировании компенсаторных и субкомпенсаторных защитных механизмов зубов. Между тем, рост показателя электропроводности в группе, где использовали галогеновый излучатель, свидетельствует о тенденции к нарушению краевого прилегания пломбы и истощению компенсаторных возможностей зуба, несмотря на цифровые значения в пределах удовлетворительного пломбирования. Результаты исследований статистически достоверны ($p \leq 0,05$). Таким образом, полученные результаты доказывают высокую эффективность воздействия диодного излучения, особенно модулированного, на минеральный обмен в эмали, что улучшает качество лечения твердых тканей зубов.

С целью сопоставления динамики изменений скорости кислотной растворимости эмали по кальцию, резистентности эмали, качества краевого прилегания пломбы по электропроводности и их интеркорреляции с изменениями в клинической картине мы применили метод выявления очагов деминерализации эмали на границе с пломбировочным материалом. Участки начальной деминерализации выявляли под увеличением путем предварительного окрашивания эмали 2-процентным раствором метиленового синего на границе с пломбировочным материалом. При проведении расширенной дентоскопии (окрашивание границы «эмаль – пломба» 2-процентным раствором метиленового синего) были получены следующие результаты (Рисунок 5).

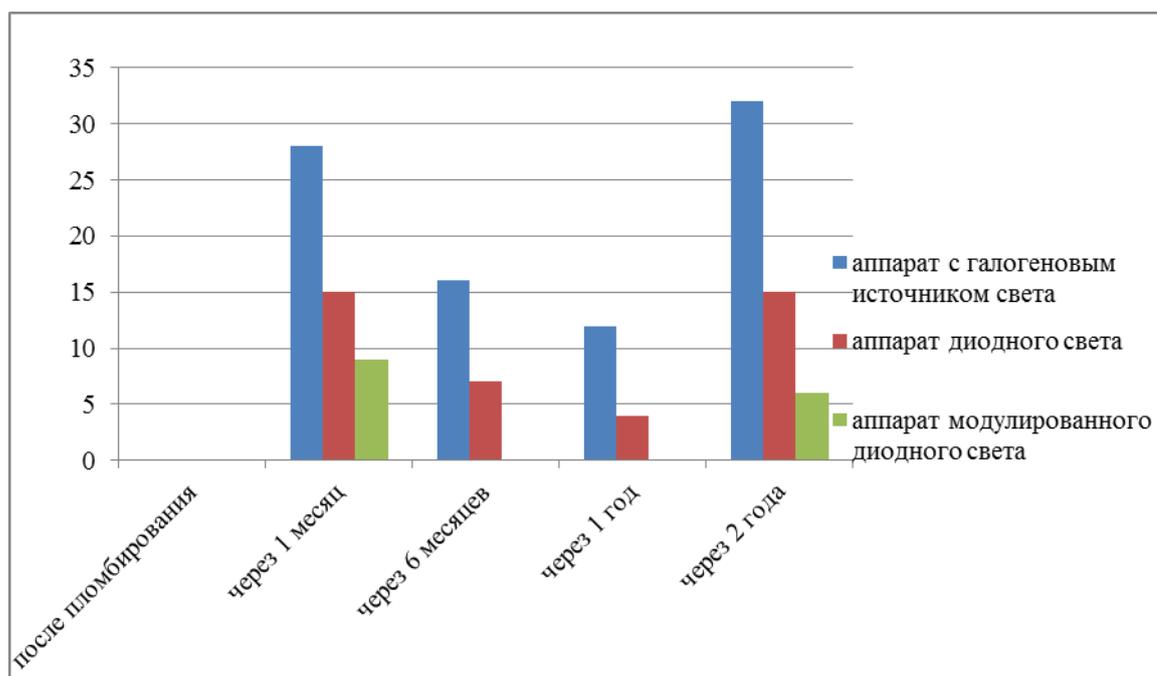


Рисунок 5 - Результаты клинической регистрации окрашивания деминерализованной эмали на границе с пломбой на различных этапах исследования, %

По данным диаграммы рисунка 5, сразу после пломбирования ни в одной группе исследования не было зарегистрировано окрашивание эмали на границе с пломбой, что свидетельствует о высоком качестве препарирования с иссечением нежизнеспособных твердых тканей зуба с последующим восстановлением его структуры, анатомических и физиологических параметров и удовлетворительном краевом прилегании пломбировочного материала. Через месяц после лечения выявлены участки деминерализации в 7 случаях (28%) в группе применения галогенового излучателя, 4 случаях (15%) в группе ординарного диодного света и в 3 случаях (9%) в группе модулированного диодного света. При этом у преобладающего количества пациентов отмечена низкая интенсивность окрашивания. Через 6 месяцев окрашивание осталось у 4 пациентов (16%) в группе применения галогенового излучателя и 2 пациентов (7%) в группе ординарного диодного света. В группе модулированного диодного света окрашивание не выявлено ни у одного пациента.

Через год в этой группе окрашивание также ни у кого не было выявлено; в группе применения галогенового полимеризатора зарегистрировано 3 случая (12%), а ординарного диодного – 1 случай (4%). По окончании 2-летнего наблюдения количество случаев окрашивания незначительно возросло и составило 8 случаев (32%) в группе применения галогенового излучателя, 4 случая (15%) в группе ординарного диодного света и 2 случая (6%) в группе модулированного диодного света. Результаты исследований позволяют заключить, что в процессе пломбирования были решены основные задачи лечения кариеса. Наиболее предпочтительные результаты лечения достигнуты в группах, где применялись диодные излучатели (особенно модулированного света), что позволяет предположить стимулирующее влияние диодного света на восстановление физиологических параметров твердых тканей зуба после пломбирования.

Кроме изучения ряда клинических и клинико-лабораторных показателей состояния эмали непосредственно после проведения курса терапии, 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 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, «реставрация, нуждающаяся в отсроченной замене», Риджа до 2-х баллов у 3 (12%) пациентов в группе, где в качестве светоактиватора применялся галогеновый излучатель, и у 2 (7,4%) в группе, где применяли ординарный диодный свет. Несмотря на выявленные незначительные клинические недостатки, реставраций, нуждающихся в немедленной замене, не было выявлено ни в одном клиническом случае.

Таким образом, мы наблюдали высокую эффективность разработанного и примененного метода лечения кариеса зубов с отверждением пломбировочного материала модулированным диодным светом. При сохранении эстетических показателей и прочности пломб, как при традиционном лечении, использование модулированного диодного света способствует восстановлению микроструктуры эмали в более короткие сроки, повышая ее механическую резистентность, что позволяет рекомендовать данный светоактиватор для лечения кариеса зубов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В соответствии с выводами, полученными в процессе работы, проанализировав результаты исследований и определив корреляционные зависимости, можно заключить, что применение диодного света (особенно модулированного) для отверждения пломб

при лечении кариеса зубов позволяет достичь в твердых тканях зуба уровня минерального обмена, близкого к физиологическому. Полученный эффект стимуляции защитных механизмов зуба, способствует сохранению физиологической резистентности эмали в отдаленные сроки, что способствует повышению качества пломбирования и сроков службы пломб. Мы наблюдали высокую эффективность разработанного и примененного метода лечения кариеса зубов с отверждением пломбировочного материала модулированным диодным светом. При сохранении эстетических показателей и прочности пломб, как при традиционном лечении, использование модулированного диодного света способствует восстановлению микроструктуры эмали в более короткие сроки, повышая ее механическую резистентность, что позволяет рекомендовать данный светоактиватор для лечения кариеса зубов.

Рекомендации. При проведении лечебных мероприятий по поводу кариеса, рекомендуется использовать модулированный диодный источник света для отверждения пломбировочных материалов, так как, значительно снижая себестоимость пломбы, он способствует профилактике вторичного кариеса, нормализуя минеральный обмен в твердых тканях зуба.

Перспективы дальнейшей разработки темы. По результатам проведенного исследования были разработаны подходы к профилактическим, лечебным мероприятиям при санации полости рта, внедренные в работу стоматологических лечебных организаций, позволяющих повысить эффективность лечения кариеса зубов. Полученные результаты смогут способствовать коррекции общепринятой практики пломбирования зубов фотокомпозиционными материалами, для уменьшения неблагоприятного влияния на зуб во время его препарирования и пломбирования. Представляется целесообразным продолжить исследование, уделив внимание физическим параметрам прибора с целью увеличения толщины полимеризуемого слоя материала. Данный прибор может быть рекомендован для ортодонтической практики (фиксация брекет-систем на светоотверждаемый бонд) с целью профилактики кариеса.

Выводы

1. Модулированный диодный свет мощностью 1200 мВт/см^2 с длиной волны 460-480 нм отверждает композиционные фотополимеры в условиях эксперимента и клиники.

2. Критерии качества пломб (глубина твердения пломбы, время твердения, твердость пломбы по Виккерсу, прочность при диаметральном разрыве) соответствуют международным нормативам ISO при отверждении композиционного фотополимера модулированным диодным светом при заявленной мощности источника 1200 мВт/см^2 .

3. Прибор, излучающий модулированный диодный свет мощностью 1200 мВт/см^2 может быть применён в качестве фотополимеризатора при соблюдении стандартных технических инструкций постановки светоотверждаемых пломб: отверждение материалов производится в течение 40-60 секунд, при оптимальной толщине слоя пломбы 2-2,5 мм.

4. Применение модулированного диодного света в качестве фотополимеризатора позволяет сократить сроки восстановления физиологических характеристик эмали: способности реминерализации, эмалерезистентности, электропроводности, - как непосредственно сразу после пломбирования, так и в отдаленные сроки после лечения, что способствует профилактике возникновения вторичного кариозного процесса.

5. Отверждение пломбировочных материалов модулированным диодным светом уменьшает выход кальция из эмали, по сравнению с отверждением галогеновым и ординарным диодным полимеризаторами, в $1,5 \pm 0,003$ раза, что позволяет в кратчайшие сроки постпломбировочного периода достичь уровня минерального обмена, близкого к физиологическому, и способствует его сохранению в перспективе.

Практические рекомендации

1. Для полимеризации фотокомпозиционных пломб рекомендуется аппарат, излучающий модулированный диодный свет мощностью 1200 мВт/см^2 , так как он компактен, прост в обращении, способен на высоком уровне отверждать пломбы, обладает высоким кальций-статическим эффектом.

2. При проведении лечебных мероприятий по поводу кариеса рекомендуется использовать модулированный диодный источник света для отверждения пломбировочных материалов, так как он способствует профилактике вторичного кариеса, нормализуя минеральный обмен в твердых тканях зуба.

3. Применение в терапевтической стоматологии аппарата с модулированным диодным излучателем позволит снизить себестоимость лечения кариеса зубов, как за счёт невысокой стоимости прибора и отсутствии необходимости применения дорогостоящих комплектующих элементов (светового фильтра, охлаждающего вентилятора), так и уменьшения количества перелечиваний за счёт снижения риска возникновения вторичного кариеса.

4. Так как свет излучаемый светодиодами, находится только в видимом человеком спектре (синий спектр видимого света, длина волны 440-485 нм) в отличие от света традиционной галогеновой лампы, где присутствует ультрафиолетовое излучение (длина волны менее 380 нм), возможно исключение светофильтров, защитных очков для врачей, среднего медицинского персонала и пациентов, как обязательного компонента техники безопасности при работе со светополимеризатором.

Список опубликованных работ

1. Возможность применения модулированного диодного света в эстетической стоматологии (по результатам экспериментальных исследований) / А.А. Кунин [и др.] // Материалы XXVIII и XXVIII Всероссийских научно-практических конференций. – Москва, 2012. – С. 148-149.

2. Повышение качества реставрации при отверждении пломб модулированным диодным светом в синей области спектра / А.А. Кунин [и др.] // Материалы XXVIII и XXVIII Всероссийских научно-практических конференций. – Москва, 2012. – С. 150-152.

Публикации в изданиях из списка ВАК

1. Изучение качественных характеристик эмали при отверждении пломб модулированным диодным светом в синей области спектра / А.А. Кунин, И.А. Беленова, К.Э. Артюнян, Р.В. Комолов, О.А. Кудрявцев, Е.Ю. Ребриев // Вестник новых медицинских технологий. – 2012. – Т. 19, № 2 : «Должановские чтения» ВГМА им. Н.Н. Бурденко. – С. 351-352.

2. Повышение эффективности лечения зубов путем отверждения композиционных пломб модулированным диодным светом (по результатам экспериментальных исследований) / А.А. Кунин, И.А. Беленова, К.Э. Артюнян, Р.В. Комолов, О.А. Кудрявцев, Е.Ю. Ребриев // Вестник новых медицинских технологий. – 2012. – Т. 19, № 2 : «Должановские чтения» ВГМА им. Н.Н. Бурденко. – С. 354-356.

3. Кунин А.А. Применение фотодинамотерапии для отверждения композиционных пломбировочных материалов / А.А. Кунин, И.А. Беленова, Е.Ю. Ребриев // Вестник новых медицинских технологий. – 2013. – Т. XX, № 2 : «Должановские чтения» ВГМА им. Н.Н. Бурденко. – С. 202-204.

4. Новые варианты совершенствования пломбирования зубов / И.А. Беленова, А.В. Митронин, О.А. Кудрявцев, Е.Ю. Ребриев, И.В. Жакот // Cathedra-Кафедра. Стоматологическое образование. – 2016. – № 55. – С. 58-61.

Публикации в журналах, индексируемых базой данных Scopus/ Web of Science

1. Belenova Irina A Prevention Of Caries Before And After Treatment/ Irina A Belenova, Evgenij Yu Rebriev, Anna V Podoprighora, Ivan S Belenov, Oksana P Krasnikova and Elena A Andreeva // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2019. – Vol. 10, № 1. – P. 1671-1676.