

На правах рукописи

БОЛГОВ КОНСТАНТИН СЕРГЕЕВИЧ

**ПРИМЕНЕНИЕ ТРЕХМЕРНЫХ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В
ПАРОДОНТОЛОГИИ: РЕШЕНИЕ ДЛЯ СОЗДАНИЯ РЕТЕНЦИОННЫХ
КАПП**

3.1.7. Стоматология (медицинские науки)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Москва – 2025

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский университет медицины» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Научный руководитель:

Академик РАН, доктор медицинских наук,
профессор

ЯНУШЕВИЧ Олег Олегович

Официальные оппоненты:

ДАУРОВА Фатима Юрьевна – доктор медицинских наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный социальный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, Медицинская высшая школа (институт), кафедра терапевтической стоматологии, заведующая кафедрой

РОЗОВ Роман Александрович – доктор медицинских наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра стоматологии ортопедической и материаловедения с курсом ортодонтии взрослых, профессор кафедры

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное учреждение Национальный медицинский исследовательский центр «Центральный научно-исследовательский институт стоматологии и челюстно-лицевой хирургии» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Защита диссертации состоится « 20 » января 2026 года в 14:00 часов на заседании диссертационного совета 21.2.016.06, созданного на базе ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России, по адресу: 127006, г. Москва, ул. Долгоруковская, д. 4

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России (127206, г. Москва, ул. Вучетича, д.10, стр. 2) и на сайте <http://dissov.msmsu-portal.ru>

Автореферат разослан « ____ » _____ 2025 года

Ученый секретарь диссертационного совета,
доктор медицинских наук,
профессор

Атрушкевич Виктория Геннадьевна

Актуальность темы исследования

Хронический генерализованный пародонтит (ХГП) является распространенным заболеванием, характеризующимся прогрессирующей деструкцией поддерживающих тканей зуба, включая десну, альвеолярную кость, периодонтальную связку и цемент корня [Янушевич О.О. с соавт., 2020]. Несвоевременное или неадекватное лечение ХГП приводит к потере зубов, что существенно ухудшает качество жизни пациентов, влияя на жевательную функцию, речь и эстетику. Традиционные методы включают профессиональную гигиену, кюретаж, лоскутные операции и направленную тканевую регенерацию, но поддержание результатов требует высокой комплаентности пациента. Антимикробные препараты, как системные, так и локальные, используются в качестве адьювантной терапии.

На сегодняшний день современная стоматология основывается на системах, которые в значительной степени зависят от 3D-технологий, таких как конусно-лучевая компьютерная томография и особенно внутриротовые сканеры и 3D-моделирование [Янушевич О.О. с соавт., 2022; Вокулова В.А., Жулев Е.Н., 2022; Vandenberghe B., 2018; Lehne M., et al., 2019; Topol E.J., 2019]. На сегодняшний день цифровой рабочий процесс от предварительной визуализации возможных хирургических и реставрационных результатов до изготовления биосовместимых, точных и высокоэстетичных реставраций можно использовать полностью, открывая новые горизонты реставрации и работая с так называемыми «виртуальными пациентами» [Joda T., et al., 2017; Bohner L., 2019; Cervino G., et al., 2020].

В лечебной стоматологической практике применение шинирующих ретенционных капп широко распространено в ортодонтии [Кузнецова М.Ю. с соавт., 2020; Гришин В.В. с соавт., 2021], но не находит применения в пародонтологии. Между тем, внедрение ретенционных капп в пародонтологии позволит использовать их не только в качестве фиксаторов, но и как устройство для депонирования лекарственных веществ, что улучшит психологический и физический комфорт пациентов [Долгалев А.А. с соавт., 2022; Zarone F., et al., 2016; Joda T., et al., 2017].

В связи с вышеизложенным, технология изготовления шинирующих капп с применением 3D-печати является перспективным направлением, повышающим точность и скорость, но требует дальнейших исследований. Внедрение цифровых технологий в пародонтологию позволит решить основную проблему, а именно обеспечить надежную фиксацию подвижных зубов при помощи ретенционных капп, изготовленных с применением 3D-моделирования.

Цель исследования

Повышение эффективности лечения хронического генерализованного пародонтита за счет новой методики иммобилизации зубов с использованием аддитивных технологий.

Задачи исследования

1. Разработать методику создания 3D-печатной ретенционной каппы с последующим анализом адекватности прилегания, рабочих характеристик и сопротивляемости материалов к физическим и температурным факторам.

2. Оценить результативность немедленного и традиционного способов иммобилизации зубов при пародонтите на основе изменений пародонтальных параметров.

3. Исследовать изменения активности ферментов аспаратаминотрансферазы, аланинаминотрансферазы, лактатдегидрогеназы и щелочной фосфатазы в слюне, как индикаторов, отражающих действенность различных методик шинирования при терапии пародонтита.

4. Определить клиническую результативность использования съемных термоформованных ретенционных капп в сравнении с несъемными стекловолоконными шинами, посредством анализа клинических индексов воспаления пародонта и оценки уровня гигиены полости рта.

5. Оптимизировать методику создания 3D-печатных моделей и съемных термоформованных ретенционных капп, применяемых для лечения заболеваний пародонта.

Научная новизна исследования

Разработана и создана методика создания цифровой модели съемных ретенционных капп в формате STL при помощи систем аддитивного производства. Методика обладает точными и индивидуализированными параметрами, что может в дальнейшем обеспечивать оптимальные результаты лечения и разработку новых материалов для печати съемных термоформованных ретенционных капп.

Проведено применение цифровых технологий в контексте создания съемных термоформованных ретенционных капп для шинирования при болезнях пародонта. Показана эффективность применения 3D-печати для создания модели, используемой для термоформования каппы, а не за счет прямой печати

самой каппы. Оценка эффективности этого двухэтапного процесса в контексте лечения пародонтита является новым направлением.

Исследование традиционных и модельных шин показало клиническую эффективность проведения реабилитационного этапа шинирования зубов у пациентов с пародонтитом после проведения профессиональной гигиены.

Сравнение влияния съемных термоформованных ретенционных капп с гелем, содержащим метронидазола бензоат и хлоргексидин, и фиксированной стекловолоконной шины на состояние тканей пародонта было изучено по изменению клинических параметров и активности ферментов слюны.

Теоретическая и практическая значимость

Настоящая диссертационная работа обладает значительной теоретической и практической ценностью в области пародонтологии и цифровой стоматологии.

В теоретическом плане, работа расширяет знания о возможностях и преимуществах применения аддитивных технологий в создании ретенционных аппаратов, используемых при лечении пародонтита. Разработанная методика создания цифровых моделей съемных термоформованных ретенционных капп с использованием 3D-печати открывает новые перспективы для создания прецизионных, индивидуализированных изделий, обеспечивающих оптимальную адаптацию к анатомии челюстей пациента и повышающих эффективность пародонтологического лечения. Обосновывается целесообразность двухэтапного подхода к изготовлению капп, включающего печать модели и последующее термоформование, что позволяет достичь более высокого качества и точности изделий по сравнению с прямой печатью капп. Результаты исследования оптимальных сроков шинирования зубов у пациентов с пародонтитом уточняют существующие представления о комплексном плане лечения, подчеркивая важность этапа профессиональной гигиены перед проведением шинирования для достижения наилучших результатов стабилизации зубов. Кроме того, исследование вносит вклад в понимание эффективности локальной лекарственной терапии с использованием съемных ретенционных капп, содержащих метронидазола бензоат и хлоргексидин, и сравнивает её с другими методами шинирования, такими как несъемная стекловолоконная шина. Использование ферментов слюны в качестве маркеров для оценки состояния тканей пародонта расширяет возможности мониторинга эффективности лечения и разработки новых диагностических методов.

В практическом плане, работа предлагает конкретные решения для улучшения качества и эффективности пародонтологического лечения.

Разработанная методика изготовления ретенционных капп с использованием 3D-печати может быть внедрена в клиническую практику, обеспечивая стоматологам возможность создавать высокоточные, индивидуализированные ретенционные аппараты, адаптированные к конкретным клиническим случаям. Оптимизация сроков шинирования, определенная в ходе исследования, позволяет повысить эффективность лечения пародонтита и улучшить стабилизацию зубов. Использование съемных капп с лекарственным препаратом обеспечивает эффективную доставку лекарственных средств непосредственно в очаг поражения, что может усилить терапевтический эффект. Результаты сравнительного анализа различных методов шинирования и оценки состояния тканей пародонта с помощью ферментов слюны позволяют стоматологам выбирать наиболее эффективные стратегии лечения, основанные на объективных данных. В перспективе, полученные результаты могут способствовать разработке новых материалов для 3D-печати ретенционных шин с улучшенными свойствами и расширению области применения цифровых технологий в пародонтологии.

Методология и методы исследования

В рамках исследования применялись экспериментальные и клинические методы. Экспериментальное направление было направлено на сравнение физических свойств (прочности на изгиб, упругости и эластичности) ретенционных капп, изготовленных с использованием 3D-печати (10 образцов) и термоформования (10 образцов) с получением результатов по 5 параметрам. Клиническое исследование включало изучение эффективности до начала лечения и через 6 месяцев различных методов лечения пародонтита средней и тяжелой степени, а именно: сравнение съемных термоформованных капп с нанесением антисептического геля, содержащего метронидазола бензоат (16 мг/г) и хлоргексидин (2,5 мг/г) (основная группа, 45 человек) и несъемных стекловолоконных шин (группа сравнения, 19 человек). Всем 64 пациентам проводили клинический осмотр, который включал в себя: опрос и сбор анамнеза, осмотр полости рта, пальпацию и перкуссию, зондирование пародонтальных карманов (UNC-15). Дополнительные методы обследования включали: компьютерную томографию. У 64 пациентов перед фиксацией шинирующей конструкции проводился стандартизованный протокол пародонтологической гигиены, включающий ультразвуковую обработку, ручную доработку кюретами Грейси, Air-Polishing. В качестве основных методов оценки состояния пародонта изучалось 768 цифровых показателей клинических индексов: глубина

пародонтальных карманов (PPD), РМА (%), API (%), ОНI-S (баллы), SBI (баллы), КПИ (баллы). Для оценки воспалительно-деструктивной активности в пародонте проводилось исследование активности ферментов в 512 образцах слюны АСТ, АЛТ, ЛДГ, ЩФ в МЕ/л методом спектрофотометрии после проведения гигиенических манипуляций. Также была проведена оптимизация сроков фиксации стекловолоконных шин у 26 пациентов до начала исследования и через 12 месяцев после фиксации шин. Пациентам 1-ой группы проводилось шинирование зубов во фронтальном отделе нижней челюсти (33-43) с использованием стекловолокна до начала противовоспалительного лечения тканей пародонта, в то время как пациентам 2-ой группы – через месяц после завершения противовоспалительной терапии.

Оценивалась глубина пародонтальных карманов (PPD) и клиническая потеря прикрепления (CAL), что составило 104 цифровых показателя. Статистическая обработка данных проводилась в программах Excel и Statistica 10.0 с использованием мер центральной тенденции (среднее, медиана), мер изменчивости (дисперсия, стандартное отклонение), визуализации (столбчатые диаграммы) при уровне значимости $p < 0,05$.

Положения, выносимые на защиту

1. 3D-печать обеспечивает высокую точность и скорость изготовления модели, что позволяет сократить время лечения и повысить его эффективность.
2. Съемные термоформованные ретенционные каппы обеспечивают комфорт для пациента, улучшают гигиену полости рта и позволяют проводить локальную доставку лекарственных препаратов в пародонтальные карманы.
3. Комплексное использование 3D-печати для изготовления модели и съемных термоформованных ретенционных капп с последующим лекарственным депонированием является перспективным методом повышения эффективности лечения хронического генерализованного пародонтита.

Личный вклад автора

Опираясь на личный опыт взаимодействия с пациентами в Клиническом центре стоматологии ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России, автор осуществил сбор и обработку данных о 100 пациентах. В анализ вошли демографические сведения, анамнез, информация о стоматологических заболеваниях, проведенных терапевтических мероприятиях и результатах последующего наблюдения. В сотрудничестве с Технопарком

Российского университета медицины был создан программный продукт и разработана методика формирования трехмерных моделей ретенционных шин в формате STL с применением аддитивных технологий по образцам моделей 10 пациентов. Оценивалась результативность использования 3D-печати для создания образцов съемных ретенционных капп, используемых для шинирования при пародонтите (двухэтапная процедура: изготовление модели посредством печати и последующее термоформование каппы). Изучено влияние сроков установки шин при традиционном способе шинирования 26 пациентов с хроническим генерализованным пародонтитом с получением 104 цифровых значений. Проведено сопоставительное исследование традиционных и полученных с помощью цифровых технологий шин у 64 пациентов. Исследовалось воздействие съемных термоформованных ретенционных капп с гелем, содержащим метронидазола бензоат и хлоргексидин у 45 пациентов, а также несъемной стекловолоконной шины у 19 пациентов на состояние тканей пародонта, при этом автор применил анализ 6 клинических параметров и активности ферментов слюны, что вместе составило 1280 цифровых значений.

Внедрение результатов исследования

Разработанный способ реабилитации пациентов после пародонтологических манипуляций внедрен в клиническую практику отделения терапевтической стоматологии и реконструктивной пародонтологии клиники «Центр стоматологии и челюстно-лицевой хирургии» ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России. Внедрение разработанной методики создания 3D-моделей для ретенционных шин в формате STL в зуботехнические лаборатории. Внедрение двухэтапного процесса (3D-печать модели и термоформование каппы) для создания ретенционных капп для шинирования при пародонтите в пародонтологических отделениях. Включение информации о 3D-печати ретенционных шин и капп в учебные программы студентов, клинических ординаторов и аспирантов в медицинских вузах. Организация мастер-классов и семинаров для практикующих врачей по обучению работе с 3D-принтерами и программным обеспечением для моделирования ретенционных шин и капп.

Степень достоверности и апробация работы

Основные результаты диссертационного исследования были представлены на нескольких научных форумах, включая Международную научно-

практическую конференцию памяти профессора Ю.М. Максимовского, прошедшую в Москве в 2025 году; XVII Международную научно-практическую конференцию «Стоматология славянских государств», состоявшуюся в Белгороде 13 ноября 2024 года; Межвузовский научный конгресс «Высшая школа: Научные исследования», г. Москва, 12 декабря 2024 года; и XLVII итоговую научную конференцию ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России, Москва, 2025 год.

Ключевые аспекты диссертации были озвучены, проанализированы и утверждены на совместном заседании кафедр пропедевтики терапевтической стоматологии, ортопедической стоматологии и гнатологии НОИ Стоматологии им. А.И. Евдокимова, а также кафедры биологической химии НОИ фундаментальной медицины им. В.И. Покровского ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России. Диссертационная работа получила рекомендацию к защите (протокол №6 от 23 июня 2025 года, г. Москва).

Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Диссертационное исследование соответствует паспорту специальности 3.1.7. Стоматология (медицинские науки) по направлениям исследования: п. 2 «Изучение этиологии, патогенеза, эпидемиологии, методов профилактики, диагностики и лечения заболеваний пародонта», п. 9 «Разработка и совершенствование стоматологических материалов, инструментов и оборудования», п. 10 «Разработка цифровых технологий в стоматологии».

Объем и структура диссертации

Диссертационное исследование состоит из 130 страниц текста, включает 5 таблиц и 45 рисунков. Структура работы представлена следующим образом: вводная часть, три главы, составляющие основное содержание, заключение с выводами, перечень практических рекомендаций и библиографический список, включающий 195 наименования, в том числе 127 работы отечественных и 68 зарубежных авторов.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материалы и методы исследования

Исследования проводились на кафедре пропедевтики терапевтической стоматологии ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России (заведующий кафедрой, академик РАН, Заслуженный врач РФ, д.м.н., профессор О.О. Янушевич).

Данная научная работа охватывала экспериментальный анализ характеристик материалов для шинирования и клиническое изучение эффективности терапевтических подходов при пародонтите (рис. 1):

А) в рамках лабораторного эксперимента было проведено сопоставление устойчивости к изгибу, упругих свойств и эластичности ретенционных аппаратов, созданных с использованием аддитивных технологий (10 единиц) и метода термоформования (10 единиц);

Б) клиническая часть работы была разделена на 2 этапа: 1) определение наилучшего времени для фиксации шин из стекловолокна – непосредственно перед началом лечения или спустя месяц после проведения пародонтологических процедур; 2) сопоставление влияния на лечение пародонтита средней и тяжелой форм съемных капп, изготовленных методом термоформования, и несъемных фиксирующих конструкций из стекловолокна.

Для включения пациентов в клинический этап исследования были определены следующие требования: наличие хронического генерализованного пародонтита средней или тяжелой степени (возраст 40–65 лет, наличие более 12 зубов), глубина зубодесневого кармана ≥ 6 мм (≥ 6 зубов), подвижность зубов II–III степени (2 нижних резца), потеря клинического прикрепления ≥ 3 мм в сочетании с воспалительным процессом, подписанное информированное согласие (согласно Хельсинской декларации). Критериями исключения являлись: отсутствие пародонтита (гингивит), легкая форма пародонтита, присутствие дентальных имплантатов во фронтальном сегменте нижней челюсти, обратный прикус, нарушения функции височно-нижнечелюстного сустава (ВНЧС), пройденное пародонтологическое лечение в течение последних двух лет, значительные деформации зубных рядов, наличие окклюзионных суперконтактов. В качестве причин для исключения из исследования рассматривали отказ от продолжения участия, беременность.

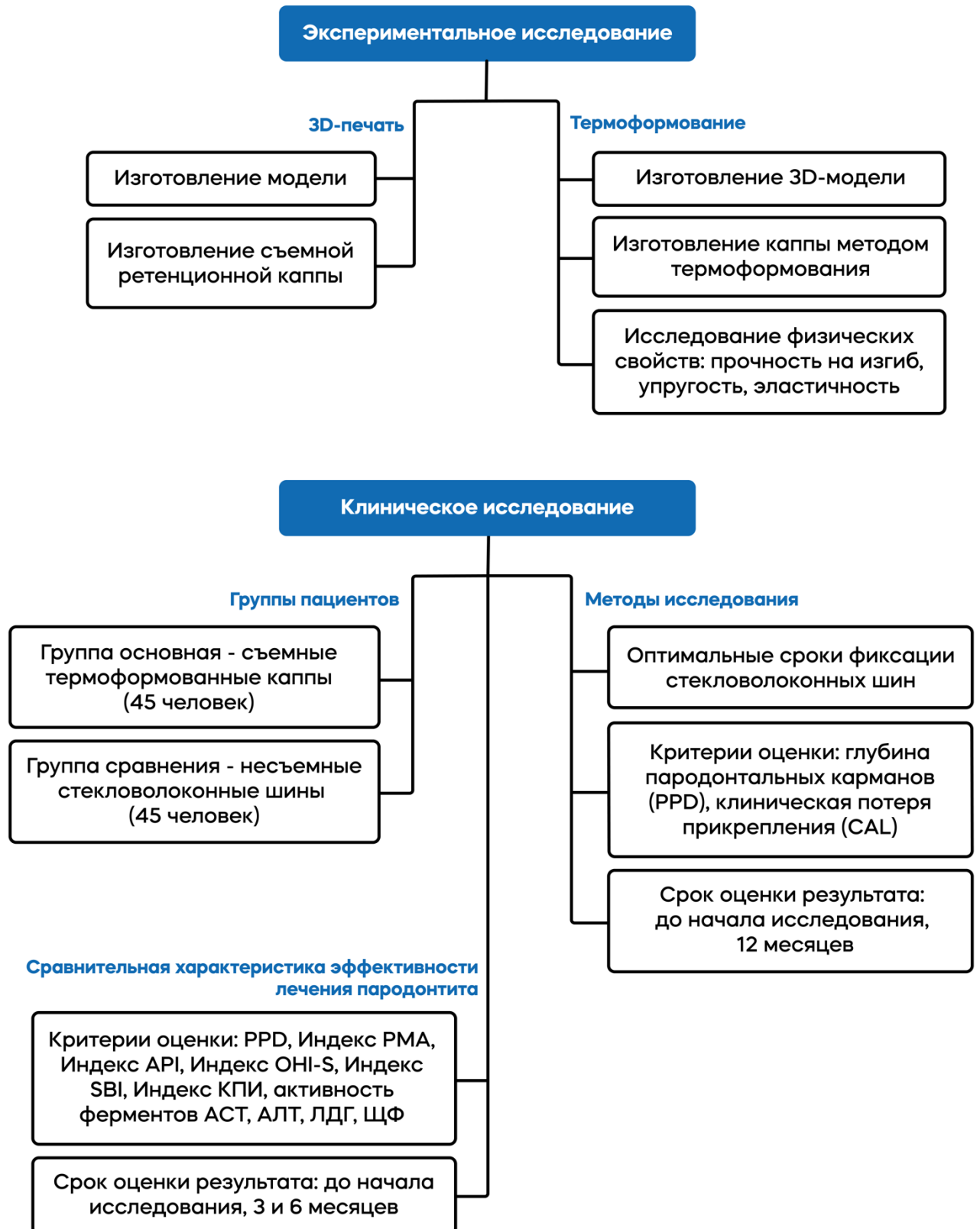


Рисунок 1 – Дизайн исследования

Методики клинического обследования пациентов с хроническим генерализованным пародонтитом.

Опрос и сбор анамнеза:

- жалобы, вредные привычки;
- системные заболевания.

Осмотр полости рта:

- оценка слизистой и зубов (налёт, отёчность, гиперемия).

Пальпация и перкуссия:

- определение зон болезненности;
- подвижности зубов.

Зондирование пародонтальных карманов (ПК) (UNC-15):

- измерение их глубины;
- кровоточивости;
- наличие гнойного экссудата.

Дополнительные методы исследования:

Компьютерная томография: оценка костной ткани (вертикальная и горизонтальная резорбция); комплексный пародонтальный индекс (КПИ) в баллах (Леус, 1988): интегральная оценка воспаления и деструкции (ПК, подвижность, кровоточивость); индекс гигиены полости рта (ОHI-S) в баллах (Green & Vermillion, 1964): оценка мягкого налёта и зубного камня; папиллярно-маргинально-пародонтальный индекс (РМА) в % (Парма, 1964): определение распространённости воспаления десневого края и сосочков; индекс кровоточивости десневой борозды (SBI) в баллах (Мюллеман, Сон): оценка активности воспаления (кровоточивость при зондировании); индекс налёта аппроксимальных поверхностей (API) в %: оценка гигиены в межзубных промежутках; определение уровня клинического прикрепления десны (CAL) (мм): измерение глубины потери прикрепления десны; исследование активности ферментов слюны (АСТ, АЛТ, ЛДГ, ЩФ в МЕ/л): мониторинг воспалительно-деструктивной активности.

Этапы проведения пародонтологической гигиены:

Ультразвуковая обработка: удаление над- и поддесневых отложений (скалер Woodpecker). Ручная доработка: кюретаж (кюреты Грейси, скейлеры). Air-Polishing (глицин/эритритол): удаление налёта и биоплёнки. Локальное нанесение антисептического геля, содержащего метронидазола бензоат (16 мг/г) и хлоргексидин (2,5 мг/г). Обучение индивидуальной гигиене: чистка зубов, межзубные промежутки (ёршики, флоссы), ирригатор.

Исследование активности ферментов слюны для мониторинга воспаления в тканях пародонта. Забор смешанной слюны проводился утром, натощак в положении сидя, без стимуляции до лечения и через 6 месяцев после

пародонтологической гигиены. Образцы слюны центрифугировали при 3000 об. в течение 15 минут, и в надосадочной жидкости фотометрическим методом на полуавтоматическом анализаторе «BioChem-SA» (США) определяли в МЕ/л активность ферментов АСТ, АЛТ, ЛДГ, ЩФ с использованием реактивов ЗАО «Вектор-Бест» (Россия).

Методика изготовления 3D-печатной каппы. 3D-сканирование зубных рядов интраоральным сканером (3Shape TRIOS). Цифровое моделирование каппы в Exocad с последующей обработкой в Anycubic Photon Workshop. Разбивка модели на слои с добавлением поддерживающих структур для 3D-печати на Anycubic Photon Mono M7 Pro (разрешение 14К). Создание персонализированных 3D-моделей в Blender (версия 4.2.3) и экспорт в STL. Использование биосовместимой смолы HAZZ Labs Dental Pink (соответствует ГОСТ-ISO 10993). Настройки печати: 5 базовых слоёв (20 сек засветки), толщина слоя 50 мкм (2 сек засветки), высота подъема 8мм, скорость подъема 120мм/мин, скорость опускания 180мм/сек, 267 слоёв, время печати 1 час 10 минут 47 секунд. 3D-печать каппы на Anycubic Photon Mono M7 Pro. Проверка прилегания и упругости каппы. Постобработка: обработка в ультразвуковой ванне с изопропиловым спиртом (4 мин), засвечивание УФ-лампой (10 мин). Обработка поверхностей каппы шлифовальными фрезами и полировочными дисками.

Методика изготовления и применения термоформованной каппы в клинике для пациентов с хроническим генерализованным пародонтитом средней и тяжелой степени. 3D-сканирование зубных рядов (3Shape TRIOS). Цифровое моделирование каппы в Exocad и Anycubic Photon Workshop. Разбивка модели на слои и добавление поддержек для 3D-печати на принтере Anycubic Photon Mono M7 Pro (14К). Разработка индивидуальных моделей челюстей в Blender (4.2.3, STL). Печать моделей на 3D-принтере с использованием смолы Harz labs Dental Yellow Clear PRO (полиметилметакрилат) с указанными характеристиками. Настройки печати: базовые слои – 5, толщина слоя – 50 мкм, время засветки слоя 2,8 сек, время засветки базового слоя 30 сек, и другие параметры. Размещение пластин для термоформованных капп (Leone Biocompatible Thermoforming Material 2 мм) на 3D-моделях. Термоформование и опрессовка: лист ПЭТ-G (2 мм) на аппарате Scheu-Dental MiniSTAR S (давление ~3 Bar, $t \approx 160-170$ °C). Извлечение 3D-модели из опрессованной каппы. Завершающая обработка: вытачивание контуров, полировка краев. Примерка и фиксация: нанесение геля (метронидазола бензоат + хлоргексидин), обучение пациента правилам ношения (10–16 часов в сутки либо постоянно) (рис. 2).



Рисунок 2 – Фиксация термоформованных капп с антисептическим гелем

Методики испытания образцов на физические параметры.

Визуальный осмотр и тактильная оценка:

Внешний вид: осмотр на дефекты печати и точность деталей. Тактильная оценка: проверка жесткости на сгиб. Растяжение: оценка возврата к форме и остаточной деформации. Поверхность: оценка гладкости.

Оценка функциональности на моделях:

Модельная фиксация: оценка посадки, плотности прилегания, отсутствия зазоров и точек давления. Сопротивляемость нагрузке: оценка деформации или разрушения материала.

Методика изготовления и применения стекловолоконной шины для адгезивной фиксации зубов (33–43) II–III степени подвижности: Профессиональная гигиена. Препарирование: создание бороздки (1–2 мм) на оральной поверхности зубов 33–43. Обработка поверхности: 37% ортофосфорная кислота (15 сек), адгезив Дентлайт (20 сек полимеризация). Фиксация: стекловолоконная лента (Армосплинт) + жидкотекучий композит (Дентлайт флоу), полимеризация (40 сек/участок), продление до клыков. Окончательная обработка: полировка, контроль окклюзии и артикуляции, коррекция при необходимости. Гигиенические рекомендации.

Статистическая обработка: применены программы Excel, Statistica 10.0. Использованы меры центральной тенденции (среднее, медиана), меры изменчивости (дисперсия, стандартное отклонение), столбчатые диаграммы. Порог значимости $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Результаты характеристик материалов для шинирования, изготовленных методом термоформования и 3D-печати

В рамках исследования были проведены испытания шин, изготовленных двумя методами: 3D-печатью и термоформованием (табл. 1).

Таблица 1. Сравнительная характеристика материалов для шинирования, изготовленных методом термоформования и 3D-печати.

Характеристика	3D-печатные шины	Термоформованные шины
Визуальный осмотр	Незначительные дефекты (расслоение, неровности) у 8 из 10 шин. Высокая точность воспроизведения.	Гладкая поверхность, однородная структура, отсутствие дефектов. Удовлетворительная точность.
Тактильная оценка	Легко деформируются, отсутствие упругости.	Значительное сопротивление деформации, прочные и упругие.
Растяжение поверхности	Остаточная деформация у 7 из 10 шин.	Полное восстановление формы после растяжения.
Модельная фиксация	Плотное и точное прилегание к моделям (индекс 95%).	Удовлетворительное прилегание, небольшие зазоры у 3 из 10 шин (индекс 80%).
Сопrotивляемость нагрузке	Ломаются при легком нажатии (2 Н). Хрупкость и ломкость.	Выдерживают значительную нагрузку (50 Н) без деформации.

Термоформованные шины демонстрируют высокую прочность и эластичность, что позволяет применять их в клинической практике. Они способны выдерживать значительные нагрузки и сохранять свою форму. Однако, термоформованные шины не обладают такой высокой точностью прилегания к модели челюсти, как 3D-печатные. 3D-печатные шины обеспечивают превосходную точность воспроизведения и фиксацию на модели челюсти, что может быть критически важно в сложных клинических случаях. Ключевой недостаток 3D-печатных шин, заключающийся в их повышенной

ломкости и хрупкости, ограничивает их применение в ситуациях, где требуется высокая прочность (рис. 3). Если требуется максимальная точность прилегания, следует отдать предпочтение 3D-печати, предварительно убедившись в пригодности материала для предполагаемых нагрузок.

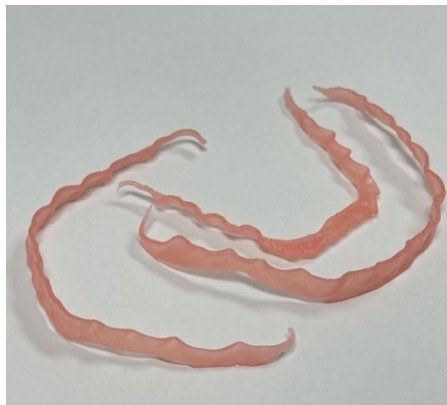


Рисунок 3 – Сломанные 3D-печатные каппы после фиксации

Результаты клинической эффективности применения стекловолоконных шинирующих конструкций в зависимости от сроков их применения относительно профессиональной гигиены

В исследовании сравнивалось влияние шинирования зубов стекловолокном до и после противовоспалительного лечения пародонта у пациентов с пародонтитом. Из 26 добровольцев для анализа были отобраны данные 22 (9 в группе шинирования до лечения и 13 – после). У всех, кроме одного, был полный набор резцов и клыков нижней челюсти (всего 131 зуб). У двух участников 2-ой группы после коррекции супраконтактов потребность в шинировании отпала. В 1-ой группе у трех пациентов наблюдалось отклеивание резца от шины. Через 6 месяцев наблюдения отмечена положительная динамика состояния пародонта (CAL, PPD) в обеих группах, значительных потерь зубов не наблюдалось. Следует подчеркнуть, что выявлялась тенденция к более выраженному уменьшению пародонтальных показателей у пациентов 1-ой группы по сравнению с пациентами 2-ой группы (PPD_33-43: – 0,27 мм против 0,91 мм; CAL_33-43: – 0,47 мм против 1,02 мм) (рис. 4, 5).

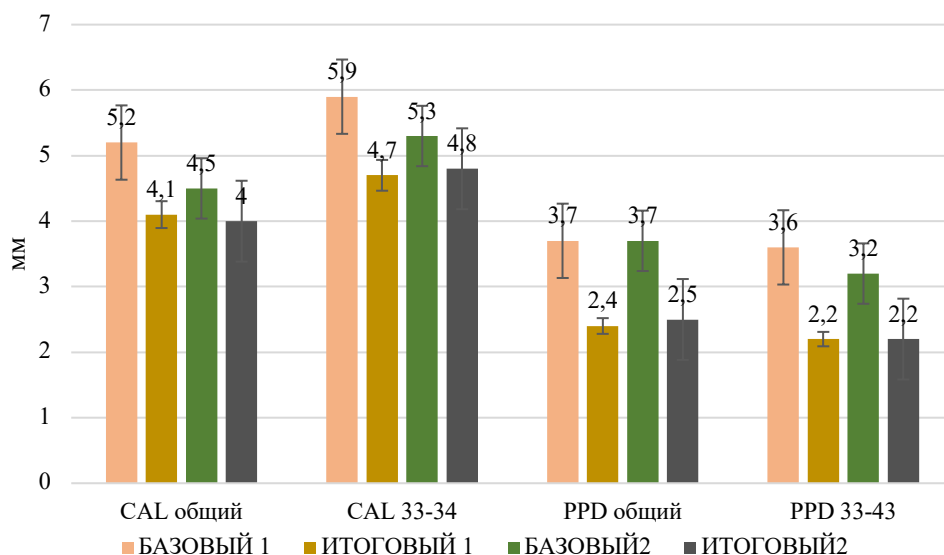


Рисунок 4 – Параметры тканей пародонта до начала лечения (БАЗОВЫЙ) и спустя год после проведения полной санации ротовой полости (ИТОГОВЫЙ)
Группа 1-ая – (зеленый/желтый); группа 2-ая – (розовый/темно-зеленый).

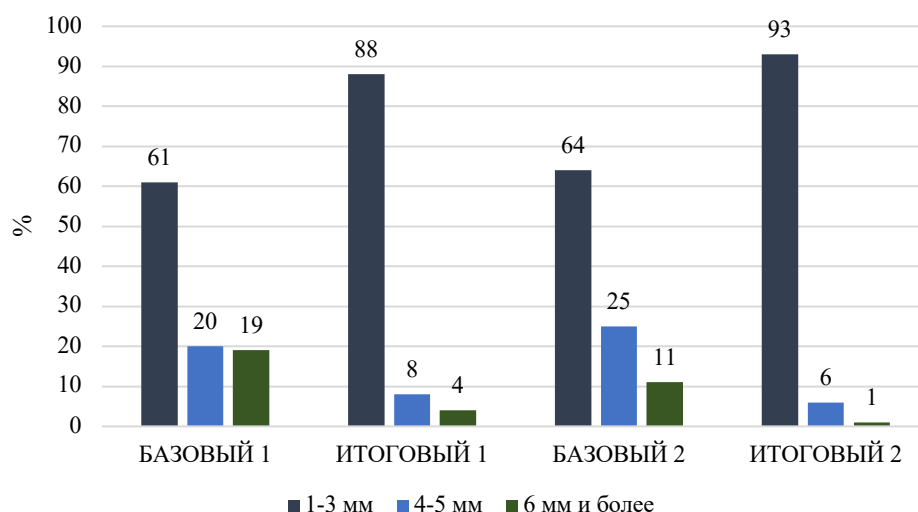


Рисунок 5 – Распределение глубины пародонтальных карманов при зондировании на зубах с 33 по 43. Группа 1-ая: 54 зуба (324 точки зондирования) на исходном этапе (БАЗОВЫЙ 1) и завершающем контрольном осмотре, спустя 6 месяцев с момента шинирования зубов (ИТОГОВЫЙ 1).
Группа 2-ая: 77 зубов (462 точки зондирования) на исходном этапе (БАЗОВЫЙ 2) и завершающем контрольном осмотре (ИТОГОВЫЙ 2), полная дезинфекция полости рта; «ИТОГОВЫЙ» — через 6 месяцев после проведения шинирования.

Сравнительные результаты лечения пародонтита с применением съемных термоформованных и несъемных стекловолоконных шинирующих конструкций

Исследование сохранности стекловолоконных шин после их использования выявило ряд проблем: 12,5% пациентов отметили недостатки прилегания и разрушение шины в первые 3 месяца, 18,8% столкнулись со сколами и ухудшением прилегания. У 43,8% образовался мягкий зубной налёт, а спустя 6 месяцев у 31,3% были множественные сколы и у 56,3% - значительное скопление наддесневых отложений. Лечение пародонтита съемной термоформованной каппой с метронидазола бензоатом и хлоргексидином показало хорошие результаты, пациенты успешно поддерживали гигиену. Сколы каппы были выявлены у 6,3% на 3 месяце и у 18,8% через 6 месяцев, но проблем с уходом за полостью рта не возникало.

У пациентов с тяжелыми воспалительными процессами в тканях пародонта наблюдалось уменьшение глубины пародонтальных карманов после лечения (табл. 2). В 1-ой группе, через полгода, глубина кармана уменьшилась на верхней челюсти на 3,75 мм, а на нижней на 5,06 мм. Во 2-ой группе уменьшение глубины карманов было более значительным по сравнению с 1-ой группой: на верхней челюсти — на 3,59 мм к 6-му месяцу, на нижней — на 4,81 мм, относительно исходных показателей.

Таблица 2. Значения глубины пародонтального кармана (мм) пациентов с пародонтитом в динамике лечения ($M \pm m$)

Группы	1-ая		2-ая			
	До лечения	После лечения		До лечения	После лечения	
3 месяца		6 месяцев	3 месяца		6 месяцев	
Верхняя челюсть	5,09 ±0,15	3,08 ±0,14*	1,34 ±0,07*	5,03 ±0,06	2,78 ±0,08*	1,44 ±0,13**
Нижняя челюсть	6,47 ±0,11	2,95 ±0,12*	1,41 ±0,08*	6,21 ±0,06	2,56 ±0,11*	1,40 ±0,11**

Различия достоверны при $*p < 0,001$ от начала лечения и $**p > 0,5$ в динамике между 3 и 6 месяцами лечения.

Клинические индексы, применяемые для оценки состояния тканей, окружающих зуб, выявили некоторые отличия между исследуемыми группами

(табл. 3). Во время лечения пародонтита индекс гигиены ОНI-S у пациентов со стекловолоконными шинами повысился на 0,19 балла, а у пациентов с термоформованными каппами и гелем отмечалось снижение на 1,86 балла. Индекс РМА также показал существенное улучшение, снизившись на 28,8% в группе со шинами и на 36,0% в группе с каппами, с разницей между группами в 6,3%. Индекс SBI снизился на 0,93 балла у пациентов со стекловолоконными шинами и на 1,35 балла у пациентов с термоформованными каппами. Индекс API снизился на 46,6% у пациентов со стекловолоконными шинами и на 62% у пациентов с термоформованными каппами. Индекс КПИ также продемонстрировал положительную динамику в обеих группах, снизившись на 1,06 балла и 0,93 балла соответственно.

Таблица 3. Показатели клинических индексов пациентов с пародонтитом в динамике лечения ($M \pm m$)

Группы	1-ая		2-ая	
	До лечения	Через 6 месяцев после лечения	До лечения	Через 6 месяцев после лечения
ОНI-S баллы	2,76±0,08	0,9±0,11*	1,55±0,07**	1,74±0,19*
РМА баллы	42,6±2,92	6,61±0,85*	42,7±2,74	12,9±1,62**
SBI %	3,03±0,14	1,68±0,12	2,86±0,13	1,93±0,12
API %	93,4±0,96	31,3±2,24*	88,2±2,77	41,6±5,18**
КПИ баллы	2,25±0,18	1,32±0,09	2,44±0,22	1,38±0,10

Различия достоверны при * $p < 0,001$ от начала лечения и ** $p < 0,05$ через 6 месяцев лечения.

В группе пациентов, где использовались стекловолоконные шины, во время лечения наблюдалось снижение активности аспаратаминотрансферазы на 28,5 МЕ/л, аланинаминотрансферазы на 27,1 МЕ/л, лактатдегидрогеназы на 398,4 МЕ/л и щелочной фосфатазы на 32,9 МЕ/л. В группе, при лечении с использованием термоформованной каппы и геля, содержащего метронидазола бензоат 16,0 мг+хлоргексидин, активность аспаратаминотрансферазы снизилась на 27,2 МЕ/л, аланинаминотрансферазы — на 41,8 МЕ/л, лактатдегидрогеназы — на 531 МЕ/л, а щелочной фосфатазы — на 24,1 МЕ/л. Во

второй группе во время лечения наблюдалось дальнейшее снижение активности ферментов, что указывает на более выраженный и устойчивый положительный эффект от применения термоформованной каппы и геля, содержащего метронидазола бензоат 16,0 мг+хлоргексидин, по сравнению со стекловолоконными шинами (табл. 4).

Таким образом, проведенное исследование выявило различия в эффектах двух методов лечения пародонтита, проявляющиеся через изменения активности определенных ферментов в слюне.

В целом полученные результаты активности ферментов в слюне свидетельствуют о том, что применение съемных и несъемных шинирующих устройств может быть обоснованным как в терапевтическом, так и в профилактическом планах лечения пародонтита.

Таблица 4. Активность ферментов в смешанной слюне пациентов с пародонтитом в динамике лечения ($M \pm m$)

Группы	1-ая		2-ая	
	До лечения	Через 6 месяцев после лечения	До лечения	Через 6 месяцев после лечения
Сроки забора образцов				
АСТ (МЕ/л)	61,0±3,12	33,8±2,58*	60,2±3,28	31,7±2,10*
АЛТ (МЕ/л)	64,4±5,10	22,6±3,26*	61,8±4,39	34,7±5,87*
ЩФ (МЕ/л)	55,3±5,42	31,2±3,70*	60,5±3,57	27,6±1,81*
ЛДГ (МЕ/л)	654±186	123±18,9*	565±83,4	166±15,7*

Различия достоверны при $*p < 0,001$ от начала лечения и $**p < 0,05$ через 6 месяцев лечения.

Таким образом, использование термоформированной каппы с гелем на основе метронидазола бензоата и хлоргексидина представляет собой перспективное направление в лечении пародонтита, предлагая не только улучшенные клинические результаты, но и повышенное удобство для пациентов. Кроме того, такое комбинированное лечение может обеспечить более быстрое восстановление тканей и снижение риска рецидива, что имеет огромное значение для долгосрочного здоровья полости рта. Учитывая положительные изменения в

индикаторах здоровья у пациентов, данная методика может стать важной частью комплексной стоматологической терапии при лечении патологий тканей пародонта.

ВЫВОДЫ

1. Разработана методика создания 3D-печатной ретенционной каппы, которая обеспечивает более высокую точность прилегания к модели челюсти (индекс 95% против индекса 80% для термоформованной), что является важным для сложных клинических случаев. При этом 3D-печатные каппы более ломкие (выдерживают нагрузку всего 2Н против 50Н у термоформованных), что ограничивает их применение в ситуациях, где требуется высокая прочность.

2. Оценена результативность немедленного и традиционного способов иммобилизации зубов при пародонтите. Раннее шинирование, до начала противовоспалительного лечения тканей пародонта, показало более выраженное улучшение пародонтальных показателей в области шинированных зубов 33-43 (PPD на 644% и CAL на 117%) по сравнению с пациентами, которых шинировали через месяц после завершения противовоспалительной терапии.

3. Исследованы изменения активности ферментов в смешанной слюне пациентов с пародонтитом, которые демонстрируют существенные различия в динамике изменений в зависимости от применяемого метода лечения. В группе пациентов, где использовались стекловолоконные шины, во время лечения наблюдалось снижение активности аспаратаминотрансферазы на 28,5 МЕ/л, аланинаминотрансферазы на 27,1 МЕ/л, лактатдегидрогеназы на 398,4 МЕ/л и щелочной фосфатазы на 32,9 МЕ/л. В группе, при лечении с использованием термоформованной каппы и геля, содержащего метронидазола бензоат 16,0 мг+хлоргексидин, активность аспаратаминотрансферазы снизилась на 27,2 МЕ/л, аланинаминотрансферазы — на 41,8 МЕ/л, лактатдегидрогеназы — на 531 МЕ/л, а щелочной фосфатазы — на 24,1 МЕ/л. Во второй группе во время лечения наблюдалось дальнейшее снижение активности ферментов, что указывает на более выраженный и устойчивый положительный эффект от применения термоформованной каппы и геля, содержащего метронидазола бензоат 16,0 мг+хлоргексидин, по сравнению со стекловолоконными шинами.

4. Определена клиническая результативность использования съемных термоформованных ретенционных капп в сравнении со несъемными

стекловолоконными шинами. Стекловолоконные шины во время лечения демонстрируют ряд недостатков, таких как сколы (31,3%) и обильный зубной налет (56,3%), в то время как лечение пациентов с использованием термоформованных капп с гелем, содержащего метронидазола бензоат 16,0 мг+хлоргексидин, выявило наличие сколов на каппе в 18,8% и полное отсутствие зубного налета. Уменьшение глубины пародонтальных карманов в обеих группах от исходных значений достигало на верхней челюсти на 3,7 мм и нижней челюсти на 4,9 мм, что было сопоставимо между группами. Во время лечения пародонтита индекс гигиены ОНI-S у пациентов со стекловолоконными шинами повысился на 0,19 балла, а у пациентов с термоформованными каппами и гелем отмечалось снижение на 1,86 балла. Индекс РМА также показал существенное улучшение, снизившись на 28,8% в группе со шинами и на 36,0% в группе с каппами, с разницей между группами в 6,3%. Индекс SBI снизился на 0,93 балла у пациентов со стекловолоконными шинами и на 1,35 балла у пациентов с термоформованными каппами. Индекс API снизился на 46,6% у пациентов со стекловолоконными шинами и на 62% у пациентов с термоформованными каппами. Индекс КПИ также продемонстрировал положительную динамику в обеих группах, снизившись на 1,06 балла и 0,93 балла соответственно.

5. Оптимизированы методики создания 3D-печатных моделей и съемных термоформованных ретенционных капп для лечения заболеваний пародонта открывает новые горизонты в повышении эффективности и комфорта лечения. Внедрение цифровых технологий позволяет значительно сократить время изготовления, повысить точность прилегания и улучшить гигиенические характеристики ретенционных аппаратов.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Для получения высокоточных цифровых моделей зубных рядов необходимо применять интраоральный сканер. Обращать внимание на детализацию поверхности зубов и мягких тканей и точность ($4,5 \pm 0,9$ мкм) для оптимального прилегания каппы. Для создания 3D-модели каппы на основе внутриротовых сканов использовать специализированное программное обеспечение. Важно, чтобы каппа покрывала зубы и часть десны, обеспечивая стабильность и ретенцию. Для создания 3D-модели челюсти иметь в арсенале фотополимерный 3D-принтер с разрешением 14К и смолу из биосовместимого материала (полиметилметакрилат).

2. Для изготовления термоформованной каппы предпочтительно использовать листы ПЭТ-G. Необходимо учитывать, что данный материал обеспечивает эластичность, прочность и биосовместимость. Вначале проводится опрессовка листа ПЭТ-G на 3D-модели в вакуумном аппарате при оптимальной температуре (160–170 °С) и давлении (~3 Bar). Это обеспечит точное прилегание каппы к модели. Важно следить за равномерностью нагрева материала, чтобы избежать деформаций и добиться оптимальной адаптации каппы. После опрессовки аккуратно вытаскиваются контуры каппы, обеспечивая плавный переход к десневому краю (маргинальный край десны). Тщательная полировка краев позволит избежать раздражения мягких тканей. Индивидуальную подгонку можно осуществить, используя инструменты для рисования, чтобы перенести линии обрезки непосредственно на 3D-модель, что обеспечит точное соответствие анатомии пациента. Обязательно убедитесь в хорошем прилегании каппы к зубам и деснам на модели перед фиксацией. При необходимости внесите коррективы. Продезинфицируйте каппу перед примеркой в полости рта пациента. Убедитесь, что каппа не вызывает дискомфорта или нарушения окклюзии у пациента.

3. Подробно объяснить пациенту правила ношения каппы (обычно 10–16 часов в сутки, при тяжелых формах возможно постоянное ношение), а также методы ухода, гигиены и стерилизации. Рекомендуйте пациенту хранить каппу в специальном контейнере для защиты от повреждений и загрязнений. Назначьте регулярные контрольные осмотры для оценки эффективности лечения и коррекции при необходимости. Предупредите пациента о необходимости замены каппы при появлении признаков износа или повреждений.

4. При наличии показаний при пародонтите рекомендуется нанесение антисептического геля, содержащего метронидазола бензоат (16 мг/г) и хлоргексидин (2,5 мг/г), на внутреннюю поверхность каппы перед фиксацией в течение 7 дней. При повторном осмотре при необходимости продлить лечение гелем еще на 7 дней.

5. Проводить регулярное обучение персонала клиники по методике изготовления и применения термоформованных капп, чтобы обеспечить высокий уровень качества лечения.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

По теме диссертации опубликовано 7 печатных работ, в том числе 3 публикации в журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки России:

1. Янушевич О.О. Применение цифровых технологий в пародонтологии: возможности и перспективы / О.О. Янушевич, **К.С. Болгов**, И.В. Клижов, Е.Ю. Вайцнер, З.Д. Акимова // **Dental Forum**. – 2025. – № 2 (97). – С. 2–8. – ISSN 2077-6632.
2. Янушевич О.О. Клиническая оценка эффективности применения стекловолоконных шинирующих конструкций при лечении пародонтита / О.О. Янушевич, **К.С. Болгов**, Е.Ю. Вайцнер, З.Д. Акимова // **Проблемы стоматологии**. – 2025. – Т. 21, № 1. – С. 107–112. – DOI 10.18481/2077-7566-2025-21-1-107-112. – ISSN 2077-7566.
3. Янушевич О.О. Применение термоформованных капп с 3D-сканированием полости рта при лечении пародонтита / О.О. Янушевич, **К.С. Болгов**, Е.Ю. Вайцнер, И.В. Клижов // **Cathedra-кафедра. Стоматологическое образование**. – 2025. – № 1 (91). – С. 18–23. – ISSN 2222-2154.
4. Янушевич О.О. Применение 3D-технологий в практике врача-стоматолога / О. О. Янушевич, Е.Ю. Вайцнер, **К.С. Болгов**, З.Д. Акимова // Высшая школа: научные исследования: сб. материалов Межвузовского международного конгресса, Москва, 12 декабря 2024 г. – М.: Инфинити, 2024. – С. 93–96. – DOI 10.34660/INF.2024.92.44.143.
5. **Болгов К.С.**, Клижов И.В. 3D-моделирование твердотельных шинирующих конструкций для пародонтологии с применением компьютерных технологий / К. С. Болгов, И. В. Клижов // Современные направления и подходы к профилактике и диагностике стоматологических заболеваний. Лечение и реабилитация стоматологических больных: сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти проф. Ю.М. Максимовского. – М., 2025. – С. 36–39.
6. **Болгов К.С.**, Вайцнер Е.Ю., Акимова З.Д. Особенности применения стекловолоконных шин при лечении пародонтита тяжёлой степени тяжести / К. С. Болгов, Е. Ю. Вайцнер, З. Д. Акимова // Стоматология славянских государств: сб. трудов XVII Междунар. науч.-практ. конф. – Белгород, 2024. – С. 106–108.
7. **Болгов К.С.** Современные инновационные подходы в комплексной терапии пародонтита: применение термоформованных капп и 3D-сканирования / К. С. Болгов // Материалы XLVII итоговой науч. конф. ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России, 22 апреля 2025 г. – М., 2025. – С. 78–80.

Подписано в печать: 18.11.2025
Объем: 1 усл.п.л.
Тираж: 100 экз. Заказ № 2251
Отпечатано в типографии «Реглет»
119571, г. Москва, ул. Вернадского, 86А
(495) 973-28-32 www.reglet.ru