

На правах рукописи

БУТКОВ Денис Сергеевич

**КЛИНИКО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ
ОККЛЮЗИОННЫХ ШИН, ИЗГОТАВЛИВАЕМЫХ МЕТОДОМ
КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ПРОИЗВОДСТВА, В ЛЕЧЕНИИ
ПАЦИЕНТОВ С ДИСФУНКЦИЕЙ ВИСОЧНО-НИЖНЕЧЕЛЮСТНОГО
СУСТАВА, ОСЛОЖНЕННОЙ БРУКСИЗМОМ**

3.1.7. Стоматология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Москва, 2023

Работа выполнена на кафедре стоматологии факультета непрерывного медицинского образования Медицинского института Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации

Научный руководитель:

Степанов Александр Геннадьевич, доктор медицинских наук, доцент

Официальные оппоненты

Асташина Наталия Борисовна — доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой ортопедической стоматологии ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Гажва Светлана Иосифовна – Заслуженный работник высшей школы РФ, доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой стоматологии факультета дополнительного профессионального образования ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Казанский государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Защита диссертации состоится 29 ноября 2023 г. в 14:00 часов на заседании постоянно действующего диссертационного совета ПДС 0300.022 при ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» по адресу: 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6

С диссертацией можно ознакомиться в читальном зале УНИБЦ (Научная библиотека) ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» (117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6) и на сайте <https://www.rudn.ru/science/dissovet/dissertacionnye-sovety/pds-0300022>

Автореферат разослан « » ____ 2023 г.

Ученый секретарь

ПДС 0300.022

кандидат медицинских наук, доцент

Макеева Мария Константиновна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность и степень разработанности исследуемой темы

Синдром мышечно-суставной дисфункции ВНЧС является сложным заболеванием полиэтиологического характера, требующим комплексного подхода к диагностике и лечению (Гажва С.И. 2015). Это связано со сложностью и многогранностью клинической картины. Пациенты, зачастую, обращаются не к стоматологу, а к отоларингологам, неврологам, психиатрам, что дополнительно усложняет диагностику и лечение этого заболевания (В.М. Безруков, В.А. Семкин, Л.А. Григорянц 2002). Кроме того, из-за наличия большого количества этиологических факторов лечение данной патологии должно быть комплексным, что является более сложной задачей (К. Herb, S. Cho, M.A. Stiles 2006).

В развитии дисфункции височно-нижнечелюстного сустава играет роль несколько этиологических факторов. Ими могут быть как психоэмоциональное состояние пациентов, так и травмы, дефекты зубных рядов и так далее (С.Л. Pankhurst 1997; Д.Л. Козлов, А.Я. Вязьмин 2007). Глобально выделяют три теории возникновения данной патологии. Это – окклюзионно-артикуляционная теория, миогенная и психогенная теории (В.В. Баданин 2000). Ряд авторов отмечает, что в нарушении кинетики височно-нижнечелюстного сустава имеет место сочетанное поражение пародонта на фоне парафункции жевательной мускулатуры. Но несмотря на большое количество публикаций, посвященных этой патологии, сведения об этиологии, диагностике и патогенезе дисфункции ВНЧС весьма противоречивы (В.Е. Егоров 2012; Ю.Л. Писаревский, Л.Г. Ерофеева, В.Ф. Щербакова 2007). На данный момент нет единого мнения относительно возникновения и развития дисфункции височно-нижнечелюстного сустава, но во всех работах отмечается, что каждый фактор вносит свой вклад в развитие заболевания.

Одной из основных причин развития патологии ВНЧС является бруксизм, ввиду своей большой распространенности, разнообразия клинической картины, трудностей в диагностике и лечении, требующих дифференцированного подхода врачей различного профиля.

На сегодняшний день существует большое количество методик лечения дисфункции ВНЧС и бруксизма: сплент-терапия, окклюзионные и иммобилизирующие шины (M.Z. Al-Ani и др. 2016; S.J. Watkins, K.W. Hemmings 2000, Асташина Н.Б. 2022).

Большинство клиницистов сходятся во мнении, что необходимо менять положение нижней челюсти при наличии клинических симптомов МСД ВНЧС путем использования окклюзионных шин, однако до сих пор идут споры о способах и методах изготовления шин и их конструктивных особенностях.

Современную стоматологию трудно представить без компьютерных технологий (CAD/CAM) (Степанов А.Г. 2021,2022). Сегодня субтрактивные и аддитивные методики занимают лидирующие позиции, а также представляются многим авторам наиболее перспективными, так как оптимизируют

время врача, создают более анатомически точные конструкции, а также позволяют осуществлять корректировку изделия до непосредственного изготовления (Арутюнов С.Д., 2020, Апресян С.В. 2021., Степанов А.Г. 2022.)

Основной проблемой в применении аддитивных технологий, является качество конструкционных материалов, используемых в указанных протоколах производства. Таким образом, привлечение современных компьютерных технологий производства и моделирования и поиск новых конструкционных материалов является актуальной задачей для повышения качества диагностики и лечения дисфункции височно-нижнечелюстного сустава, осложненной бруксизмом.

Цель исследования

Повышение эффективности ортопедического стоматологического лечения пациентов с частичным отсутствием зубов, дисфункцией височно-нижнечелюстного сустава, осложненной бруксизмом, окклюзионными шинами изготовленными методами компьютерного производства.

Задачи исследования:

1. Исследовать физико-механические свойства стоматологических конструкционных материалов и оценить возможность их применения в аддитивном производстве окклюзионных шин для пациентов с повышенным жевательных мышц.
2. Оценить изменения физико-механических свойств стоматологических конструкционных материалов, используемых в аддитивных технологиях производства окклюзионных шин, после ускоренного форсированного старения, имитирующего длительное нахождение конструкций в полости рта.
3. С помощью математического моделирования определить сроки функционирования окклюзионных шин, у пациентов повышенным мышечным тонусом и оценить, влияние конструкционных элементов окклюзионных шин на напряженно-деформированное состояние зубов и тканей пародонта.
4. По результатам данных математического моделирования и проведенных физико-механических испытаний предложить конструкцию окклюзионной зубной шины для лечения пациентов с отсутствием зубов и дисфункцией височно-нижнечелюстного сустава, осложненной бруксизмом.
5. Предложить протокол клинического применения разработанных конструкций индивидуальных окклюзионных зубных шин в лечении пациентов с частичным отсутствием зубов и дисфункцией височно-нижнечелюстного сустава, осложненной бруксизмом.
6. Оценить клиническую эффективность использования разработанных конструкций, позиционирующих окклюзионных зубных шин в протоколе лечения пациентов с частичным отсутствием зубов и дисфункцией височно-нижнечелюстного сустава, осложненной бруксизмом.

Научная новизна исследования

Исследованы физико-механические свойства отечественных конструкционных материалов, используемых в технологии аддитивного производства окклюзионных шин для пациентов с повышенным тонусом жевательных мышц, до и после форсированного старения имитирующего длительное нахождение конструкций в полости рта.

Определены, в математическом эксперименте, методом конечных элементов, сроки функционирования и влияние конструкционных элементов окклюзионных шин, изготовленных методом объемной печати, на напряженно-деформированное состояние зубов и тканей пародонта у пациентов с частичным отсутствием зубов и дисфункцией височно-нижнечелюстного сустава, осложненной бруксизмом.

Впервые, по результатам математического моделирования и проведенных физико-механических испытаний разработана окклюзионная зубная шина, для лечения пациентов с дисфункцией височно-нижнечелюстного сустава осложненной бруксизмом, имеющая в своей конструкции искусственные отсутствующие зубы, отпечатки зубов антагонистов и наклонные пелоты, направляющие и ограничивающие движение нижней челюсти в трансверсальном направлении (Патент РФ №2694503 от 15.07.2019).

Разработан протокол клинического применения позиционирующих окклюзионных зубных шин в лечении пациентов с частичным отсутствием зубов и дисфункцией височно-нижнечелюстного сустава, осложненной бруксизмом, включающий этапы моделирования и производства шин, позиционирование нижней челюсти, временное и постоянное протезирование (Патент РФ № 2696235 от 31.07.2019).

Разработано устройство и способ мониторинга гемодинамики тканей пародонта, позволяющие осуществлять динамический контроль и репрезентативность проведения лазерной доплеровской флуометрии микроциркуляторного русла тканей пародонта (Патент РФ 2747386 от 04.05.2021; Патент РФ 2738729 от 16.12.2020).

Разработан способ определения окклюзионных контактов, путем объективной оценки жевательного давления, оказываемого на зуб у стоматологических пациентов для выявления резервных сил пародонта (Патент РФ 2693129 от 02.07.2019).

В проведенном клиническом исследовании доказано, что при использовании позиционирующих зубных шин в протоколе лечения пациентов с частичным отсутствием зубов и дисфункцией височно-нижнечелюстного сустава, осложненной бруксизмом, биоэлектрическая активность жевательных мышц в состоянии покоя снижается на $17\% \pm 3,19\%$, при максимальном волевом сжатии на $13\% \pm 5,00\%$, при жевании на $19\% \pm 6,34\%$, тогда как, средний показатель симметричности собственно жевательных мышц возрастает на $8\% \pm 13,74\%$, а височных мышц – на $11\% \pm 14,10\%$, что подтверждает ведущую роль шина-терапии в ортопедической реабилитации профильного пациента.

Определено, что при использовании позиционирующих зубных шин в протоколе лечения пациентов с частичным отсутствием зубов и дисфункцией височно-нижнечелюстного сустава,

значения перфузии, уровня интенсивности тканевого кровотока и коэффициент вариации имеют тенденцию к увеличению с течением времени активного лечения.

Теоретическая и практическая значимость

Проведены физико-механические испытания отечественных конструкционных материалов, используемых в технологии аддитивного производства окклюзионных шин для пациентов с гипертонусом жевательных мышц, до и после форсированного старения имитирующего длительное нахождение конструкций в полости рта, позволившие сформулировать рекомендации к их клиническому использованию.

Проведённый эксперимент по изучению напряженно-деформированного состояние зубов и тканей пародонта у пациентов с частичным отсутствием зубов и дисфункцией височно-нижнечелюстного сустава, осложненной бруксизмом, на персонализированной математической модели, позволил определить сроки функционирования и влияние конструкционных элементов окклюзионных шин, изготовленных методом объемной печати, на элементы зубочелюстной системы.

Проведенное диссертационное исследование дает основания полагать, что ортопедическое лечение пациентов с частичным отсутствием зубов и дисфункцией височно-нижнечелюстного сустава, осложненной бруксизмом, с применением стабилизирующих окклюзионных шин, приводит к нормализации окклюзии и восстановлению нормальной микроциркуляции тканей пародонта.

Разработаны и апробированы окклюзионная зубная шина, для лечения пациентов с дисфункцией височно-нижнечелюстного сустава осложненной бруксизмом, и протоколы её производства, и клинического применения.

Проведена оценка клинической эффективности использования разработанных конструкций, позиционирующих окклюзионных зубных шин в протоколе лечения пациентов с частичным отсутствием зубов и дисфункцией височно-нижнечелюстного сустава, осложненной бруксизмом.

Разработанные устройство и способ мониторинга гемодинамики тканей пародонта, позволяют осуществлять динамический контроль и репрезентативность проведения лазерной доплеровской флуометрии микроциркуляторного русла пародонтального комплекса.

Разработанный способ определения окклюзионных контактов, позволяет рассчитать резервные сила пародонта, путем объективной оценки жевательного давления, оказываемого на зуб у стоматологических пациентов.

Разработанный протокол ортопедической стоматологической реабилитации, позволяет повысить эффективность лечения пациентов с частичным отсутствием зубов и дисфункцией височно-нижнечелюстного сустава, осложненной бруксизмом, окклюзионными шинами изготовленными методами компьютерного производства.

Методология и методы исследования

Для выявления конструкционных материалов, используемых в технологии производства окклюзионных шин методом объемной печати, был проведен анализ 5745 источника научной

литературы электронных библиотек PubMed, Scopus, eLibrary и на сайте Роспатента за период с 2017 по 2022 годы.

При определении физико-механических свойств конструкционных материалов, исследуемых в диссертации: определение механических свойств в испытаниях на изгиб проводилось в соответствии с ГОСТ 31572-2012 на универсальной испытательной машине Instron 59824; твердость материалов определяли в соответствии ГОСТ 4670-2015 на испытательной машине Instron 5965; Испытание на износостойкость проводили на универсальном приборе Thermo Scientific UMT-3; старение материалов имитировали по стандарту ASTM F1980 применяя теорию Аррениуса. Всего в лабораторно-экспериментальном исследовании было изучено 90 образцов конструкционных материалов.

Влияния конструкционных особенностей окклюзионных шин, изготовленных методом объемной печати, на биомеханические характеристики зубов нижней челюсти, пародонтального комплекса и костную ткань, осуществлялось проведением анализа напряженно-деформированного состояния методом конечных элементов в математическом эксперименте. Преобразование растровых изображений КТ в трехмерную твердотельную модель зубного ряда осуществлялось с применением программных комплексов Mimics 17.0 и 3-matic 6.1.

В клиническом исследовании приняли участие 131 пациент с частичным отсутствием зубов и дисфункцией ВНЧС осложнённой гипертонусом жевательных мышц. В соответствии с критериями включения и не включения в исследование, проводилось лечение 70 больных, рандомизированно разделенных на 2 равные группы.

Так же всем пациента, как на этапе формирования клинических групп, так и на этапах проводимого лечения – 3, 6 и 12 месяцев, проводили специальные и дополнительные методы исследования, такие как, компьютерная томография челюстей и ВНЧС в открытом и закрытом состояниях, аппаратное определение окклюзии, электроэнцефалография, электромиография, доплеровская флоуметрия.

Диссертационная работа выполнена в соответствии с принципами и правилами доказательной медицины.

Внедрение результатов исследования

Результаты исследования внедрены в образовательный процесс Медицинского института Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», а также внедрены в лечебный процесс в клиничко-диагностических центрах, стоматологических клиниках Медицинского института Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», Центре цифровой стоматологии «МАРТИ», ГАУЗ МО «Пушкинская городская стоматологическая поликлиника».

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Объективные данные о конструкционных материалах, полученные в физико-механических испытаниях и математическом эксперименте, являются ключевыми в разработке окклюзионных зубных шин, используемых в клиническом протоколе ортопедической реабилитации пациентов с частичным отсутствием зубов и дисфункцией височно-нижнечелюстного сустава, осложненной бруксизмом.

2. Обязательным этапом в клиническом протоколе ортопедической стоматологической реабилитации пациентов с частичным отсутствием зубов и дисфункцией височно-нижнечелюстного сустава, осложненной бруксизмом, является применение позиционирующих окклюзионных шин сроком не менее трех месяцев.

Степень достоверности результатов и апробация работы

В клиническом исследовании приняли участие 131 пациент с частичным отсутствием зубов и дисфункцией ВНЧС осложнённой гипертонусом жевательных мышц. В соответствии с критериями включения и не включения в исследование, проводилось лечение 70 больных, рандомизированно разделенных на 2 равные группы. Использовали современные клинические и статистические методы.

Основные положения диссертации доложены и обсуждены на VI всероссийской научно-практической конференции «3D-технологии в медицине» (Нижний Новгород 06.11.2020). Апробация проведена на межкафедральном совещании института цифровой стоматологии и стоматологии ФНМО МИ ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», протокол № 8 от 14.04.2023.

Публикации.

По материалам исследования опубликовано 5 печатных работ, в том числе 3 работы - в журнале, индексируемом в международной базе данных Scopus, одна работа - в журнале, рекомендованном Перечнем РУДН/ВАК/Scopus, одна работа – в иных изданиях, зарегистрированных в системе РИНЦ, а также получено 5 патента на изобретения.

Личное участие в проведенном исследовании.

Автор самостоятельно провел анализ 5745 источников научной литературы электронных библиотек PubMed, Scopus, eLibrary и на сайте Роспатента за период с 2017 по 2022 годы.

Организовал и провел исследования по определению физико-механических свойств 90 образцов конструкционных материалов, используемых в технологии аддитивного производства окклюзионных шин.

Провел анализ напряженно-деформированного состояния методом конечных элементов в математическом эксперименте.

Автор обследовал и лечил 131 пациента обоих полов с частичным отсутствием зубов и дисфункцией ВНЧС осложнённой гипертонусом жевательных мышц, подписавших информированное добровольное согласие. Осуществлял оценку эффективности оказанного лечения с применением современных методов компьютерной диагностики, электроэнцефалографией,

поверхностной электромиографией жевательных мышц, компьютерного мониторинга окклюзии, конусно-лучевой компьютерной томографией височно-нижнечелюстных суставов.

Самостоятельно проводил все виды исследований, систематизацию и статистическую обработку клинико-экономических данных, готовил публикации по теме диссертации.

Структура и объем диссертации.

Диссертационная работа содержит «Введение», «Обзор литературы», «Материалы и методы исследования», две главы «Результаты собственных исследований», «Заключение», «Выводы», «Практические рекомендации» и «Список литературы». Обзор литературы включает 210 источников, в том числе 163 отечественных авторов и 47 иностранных. Диссертация изложена на 211 страницах компьютерного текста. Диссертация иллюстрирована 27 таблицами, 88 рисунками и фотографиями.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материал и методы исследования

При планировании диссертационного исследования, был проведен анализ информационных научных литературных источников, позволивший выявить наиболее популярные конструкционные материалы используемые в технологии производства окклюзионных шин методом объемной печати. Клиническое использование которых показало положительный эффект в лечении больных с повышенным мышечным тонусом. Интересным оказался факт отсутствия на отечественном рынке соответствующих всем предъявляемым к окклюзионным шинам требованиям материалов. Однако, были выявлены отечественные материалы с заявленными производителем повышенными прочностными свойствами, клинические исследования которых ранее не проводилось. При этом один из выявленных материалов используется для изготовления временных несъемных зубных протезов длительного использования.

В результате, был предложен дизайн исследования, включающий:

- лабораторно-экспериментальные исследования по изучению физико-механических свойств конструкционных материалов, используемых в технологии аддитивного производства окклюзионных позиционирующих шин;
- математический эксперимент по определению конструкционных особенностей позиционирующих зубных шин используемых для стоматологической реабилитации пациентов с патологией височно-нижнечелюстного сустава осложненной бруксизмом;
- разработку непосредственно конструкции указанных шин;
- клиническое исследование по подтверждению эффективности способа лечения указанных пациентов с помощью разработанных конструкций.

Схема предложенного дизайна исследования приведена на Рисунке 1.

Клинико-экспериментальное обоснование применения окклюзионных шин изготавливаемых методом компьютерного моделирования и производства в лечении пациентов с дисфункцией височно-нижнечелюстного сустава осложненной бруксизмом

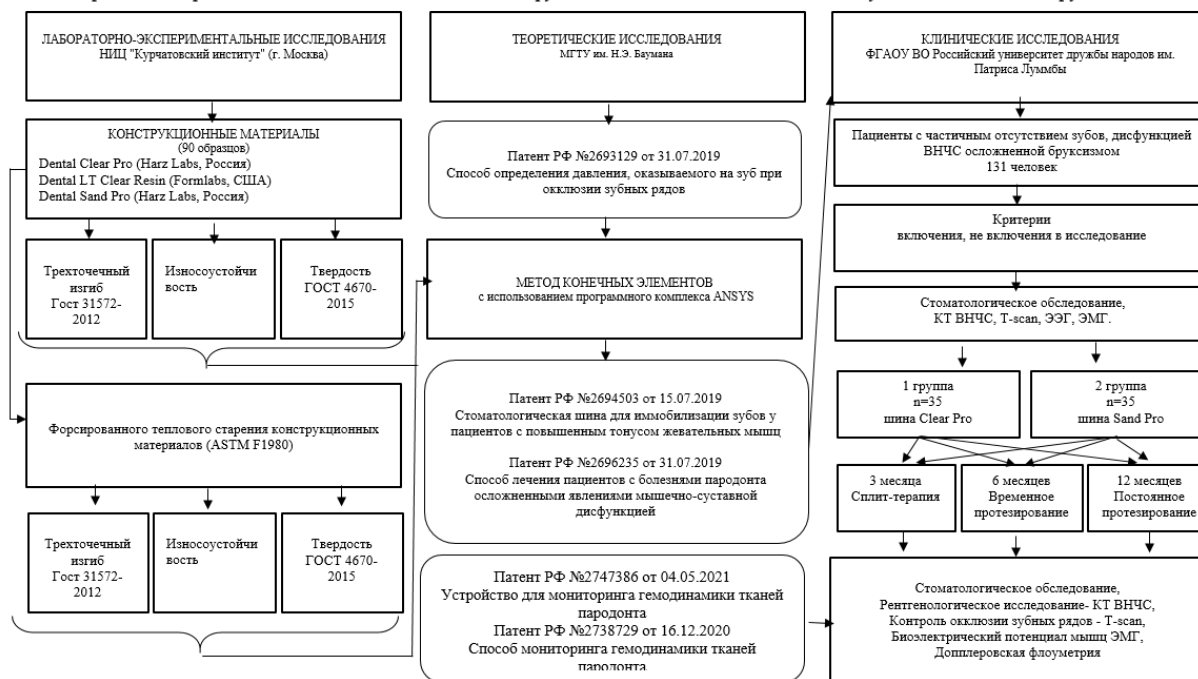


Рисунок 1 – Схема дизайна диссертационного исследования

По результатам проведенного анализа информационных источников, было принято решение о проведении лабораторных исследований по изучению физико-механических свойств материалов отечественного производителя Harz Labs (Россия) - Dental Clear Pro и Dental Sand Pro. В качестве эталона в данном исследовании, использовался наиболее прочный материал характеристики, которого подтверждены большим количеством научных исследований - Dental LT Clear Resin (Formlabs, США).

На первом этапе, для изучения физико-механических свойств исследуемых материалов были выбраны следующие методы: трехточечный изгиб, исследование твердости и исследование трибологических свойств. Для определения долгосрочной перспективы клинического применения указанных материалов, аналогичные исследования проводились после форсированного старения, имитирующего нахождение конструкции в полости рта в течении года.

Все образцы исследуемых материалов готовились в соответствии с рекомендациями фирм производителей на специализированном оборудовании. Всего в лабораторно-экспериментальном исследовании было изучено 90 образцов конструкционных материалов.

Определение механических свойств в испытаниях на изгиб проводилось в соответствии с ГОСТ 31572-2012 на универсальной испытательной машине Instron 5982. Твердость материалов определяли в соответствии ГОСТ 4670-2015 на испытательной машине Instron 5965. Испытание на износостойкость проводили на универсальном приборе Thermo Scientific UMT-3. Старение материалов имитировали по стандарту ASTM F1980 применяя теорию Аррениуса.

На втором этапе исследования решалась задача влияния конструкционных особенностей окклюзионных шин, изготовленных методом объемной печати, на биомеханические характеристики

зубов нижней челюсти, пародонтального комплекса и костную ткань, посредством анализа напряженно-деформированного состояния (НДС).

В качестве исходных данных для проведения исследования рассматривали компьютерную томограмму (КТ) челюстей пациента, состоящую из 550 снимков формата DICOM с размером вокселя $0.2 \times 0.2 \times 0.2$ мм. На основе полученных данных была создана 3-х мерная конечно-элементная модель нижней челюсти, включающая 14 зубов и их периодонтальную связку (ПДС). Рассматривался вариант установки съемной персонализированной шины на весь зубной ряд НЧ, изготовленной способом 3D-печати. Оклюзионная шина моделировалась на виртуальных моделях челюстей с зубными рядами полученных путем совмещения данных КТ и внутриротового сканирования. Полученная виртуальная модель шины экспортировалась в программный комплекс 3-matic 6.1 в формате STL, где совмещалась с созданной моделью нижнего зубного ряда.

Материал всех компонентов модели моделировался как изотропный однородный линейно-упругий. Для материала шины заданы средние значения, полученные в ранее проведенных испытаниях по изучению физико-механических свойств конструкционных материалов.

Величина и распределение функциональной нагрузки определялись с использованием программно-аппаратного комплекса T-Scan III (TekScan, USA), применяющейся для анализа окклюзионных контактов и относительной окклюзионной силы, которая регистрируется внутриротовым способом с помощью сенсорного датчика.

Измерение функциональной нагрузки проводилось в три этапа: без шины, с шиной, установленной непосредственно после изготовления, с шиной пришлифованной по результатам цифрового анализа окклюзии.

В клиническом исследовании по подтверждению эффективности разработанного протокола лечения пациентов с частичным отсутствием зубов, дисфункцией височно-нижнечелюстного сустава, осложненной гипертонусом жевательных мышц, приняло участие две группы пациентов по 35 человек, отобранных в соответствии с критериями включения в исследование. Пациентам первой группы позиционирующие окклюзионные шины изготавливали из материала Dental Clear Pro, пациентом второй группы из конструкционного материала для временных коронок длительного ношения Dental Sand Pro.

Критерии включения в исследование:

1. Мужчины и женщины в возрасте от 25 до 45 лет с диагнозами: потеря зубов вследствие несчастного случая, удаления или локальной периодонтальной болезни (МКБ 10 K08.1); болезни височно-нижнечелюстного сустава (дистальное положение нижней челюсти) (МКБ 10 K07.6); другие соматоформные расстройства (бруксизм) (МКБ 10 F45.8).
2. Отсутствие соматической патологии, влияющей на минеральный обмен веществ и репаративный остеогенез.
3. Отсутствие психических заболеваний и заболеваний центральной нервной системы.

4. Добровольное информированное согласие на участие в проведении клинического исследования.

Критерии не включения в исследование:

1. Мужчины и женщины в возрасте до 25 и после 45 лет
2. Пациенты с целостностью зубных рядов.
3. Пациенты с пародонтитом средней и тяжелой степени тяжести
4. Пациенты со съемными зубными протезами
5. Пациенты с психическими расстройствами и нейрогенной патологией.
6. Пациенты, имеющие соматические заболевания в стадии декомпенсации.
7. Отсутствие добровольного информированного согласия на участие в проведении клинического исследования.

Критерии исключения пациентов из исследования:

1. Отказ пациента от лечения в процессе проведения клинического исследования.
2. Развитие у пациентов в процессе лечения состояний, входящих в перечень критерий не включения в исследование.

На этапе формирования клинических групп все пациенты проходили стоматологическое обследование, состоящее из опроса, основных и дополнительных методы. Первоначальное наличие мишечно-суставной дисфункции определяли с помощью Гамбургского теста, при наличии всех отрицательных ответов, пациентов не включали в группы исследования. Гигиеническую оценку состояния полости рта проводили с помощью индекса эффективности гигиены полости рта РНР. Пародонтологическое состояние оценивали, применяя папиллярно-альвеолярно-маргинальный индекс (РМА), с помощью определения глубины пародонтальных карманов специальным зондом, а также, определяя подвижность зубов по Энтину. Пациенты со средней и тяжелой формами пародонтита в исследование не включались.

Определение терапевтической позиции нижней челюсти выполнялось на фоне проведенной миорелаксации жевательных мышц прибором U-DENT (Нейротех, Россия) с использованием листового калибратора Джона Коиса и джига Люсиа. Контроль правильности определение положения нижней челюсти осуществляли с помощью кинезиопроб скелетной мускулатуры и КЛКТ ВНЧС в закрытом состоянии.

Так же всем пациента, как на этапе формирования клинических групп, так и на этапах проводимого лечения – 3, 6 и 12 месяцев, проводили специальные и дополнительные методы исследования, такие как, компьютерная томография челюстей и ВНЧС в открытом и закрытом состояниях, аппаратное определение окклюзии, электроэнцефалография, электромиография, доплеровская флоуметрия. Регистрацию гемодинамических показателей микроциркуляторного русла исследовании тканей пародонта в представленном проводили с помощью лазерного анализатора тканевого кровотока «Минимакс-Допплер-К». Для корректной работы местом

расположения датчика служит переходная складка, при этом датчик не должен быть плотно прижат к слизистой, во избежание нарушения кровотока и иметь возможность перемещения под углом в диапазоне 25-65 градусов. Для выполнения данных требований, а также, для репрезентативности исследований на всех этапах исследований, в процессе выполнения диссертационной работы были разработаны устройства и способ мониторинга гемодинамики тканей пародонта, абсолютная новизна которых была подтверждена патентами РФ на изобретения («Устройство для мониторинга гемодинамики тканей пародонта» Патент РФ 2747386 от 04.05.2021 и «Способ мониторинга гемодинамики тканей пародонта» Патент РФ 2738729 от 16.12.2020).

Оценку состояния позиционирующих окклюзионных шин, после клинического применения, проводили визуально и с помощью цифровых технологий сравнивая данные до начала лечения и через 3 месяца после ежедневного использования. Объективная оценка изменений в конструкции шины заключалась в сопоставлении виртуальных моделей шины, полученных методом объемного сканирования в начале и в конце лечения. Оценка глубины фасеток стираемости проводилась в трех точках, наиболее подвергаемых силовым нагрузкам: в местах контактов шины с медиальным щечным бугорком первых моляров верхней челюсти справа и слева, и в месте контакта шины с медиальными углами режущих краев первых верхних резцов. В случае обнаружения разницы значений, выходящих за пределы допустимой при сканировании погрешности в 0,02 мм результаты, фиксировались в таблице и подвергались статистической обработке.

Статистическую обработку данных проводили в программе STATISTICA 10.0. Для количественных показателей проводили проверку нормальности распределения с помощью критерия Колмогорова-Смирнова с поправкой на критерий Лилиефорса. Достоверность различий определяли с использованием одностороннего двухпарного т-критерий Стьюдента для независимых выборок. При сравнении измеряемых величин руководствовались непараметрическими критериями U Манна – Уитни, Т-Вилкоксона, а также критерием Хи-квадрат. Для определения характера (знака) и величины связи применяли критерий ранговой корреляции Спирмена. Различия между выборками считали статистически значимыми при значении доверительной вероятности более 95% ($p < 0,05$).

Результаты собственных экспериментальных исследований

По совокупности данных, полученных при испытаниях на статический изгиб можно рекомендовать для использования все исследованные материалы, так как их свойства соответствуют требованиям ГОСТ по параметрам прочность и модуль упругости. Однако, учитывая низкую деформацию разрушения материала Dental Sand Pro можно рекомендовать не использовать его в конструкциях, испытывающих в процессе эксплуатации значительные деформации (таблица 1).

Таблица 1 – Основные механические параметры исследованных образцов

Материал	Прочность на изгиб, МПа	Модуль упругости при изгибе, ГПа	Деформация разрушения при изгибе, %
Dental Clear Pro	130,2±5,8	2,95±0,03	6,0±0,8

Dental LT Clear Resin	89,7 ± 6,4	2,10 ± 0,20	10,8 ± 2,6
Harz Labs Dental Sand	90,7 ± 6,8	2,85 ± 0,10	3,8±0,8
Требования ГОСТ 31572-2012	65,0	2,00	-

Из полученных данных о твердости следует, что поскольку разница для всех исследованных образцов не превышает 5 Н/мм², все они, могут считаться равнозначно пригодными при использовании для изготовления во временных стоматологических конструкциях (рисунок 2).

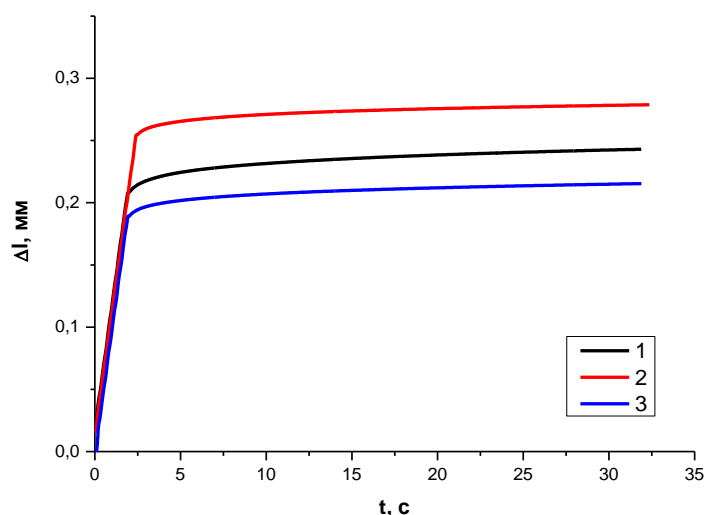


Рисунок 2 – Типичные кривые нагружения при испытаниях на твердость: 1 - Dental Clear Pro; 2 - Dental LT Clear Resin; 3 - Dental Sand Pro

Трибологические исследования выявили несущественные различия между исследованными материалами. Из полученных данных видно, что наиболее износостойким можно считать материал Dental Clear Pro, хотя его преимущество перед другими исследованными материалами невелико, линейный износ отличается не более чем на 100 мкм/км, а удельный износ не более чем на $0,5 \times 10^{-4}$ мм³/(Н×м) (таблица 2).

Таблица 2 – Результаты испытаний конструкционных материалов на трение

Образец материала	ρ , г/см ³	L, км	Δm , г	IZ, мкм/км	I, мм ³ /(Н×м)	μ
Dental Clear Pro	1,190	3,09	0,058	561	$2,2 \times 10^{-4}$	0,55
Dental LT Clear Resin	1,278	3,09	0,077	686	$2,7 \times 10^{-4}$	0,53
Dental Sand Pro	1,252	3,09	0,071	645	$2,5 \times 10^{-4}$	0,52

Δm – изменения массы в процессе испытания образца и вычислены трибологические характеристики образца $L = v \times t$ – путь трения, IZ – интенсивность линейного износа, а также I – удельная интенсивность изнашивания. Значения IZ – интенсивностей линейного износа были определены из графиков зависимости ΔZ – изменения линейного размера образца от времени трения.

По результатам исследований динамики изменения механических свойств материалов, подвергнутых форсированному старению методами трехточечного изгиба и определения твердости

методом вдавливания шарика обнаружено, что у материала Dental Sand Pro коэффициенты старения для большинства исследованных параметров больше 0,5 он не может быть использован во стоматологических конструкциях сколько-нибудь длительное время (таблица 3).

Таблица 3 – Изменение основных механических параметров исследованных образцов в процессе теплового форсированного старения

Параметр	Эквивалентное время, мес	Dental Clear Pro	Dental LT Clear Resin	Dental Sand Pro
Прочность при изгибе, МПа	0	130,2±5,8	89,7±6,4	90,7±6,8
	3	107,2±6,1	78,1±9,4	61,5±15,4
	6	92,4±5,2	71,3±8,9	48,6±10,2
	12	80,1±6,8	67,8±11,1	38,4±5,4
КП 0/12		0,385	0,246	0,577
Модуль упругости при изгибе, ГПа	0	2,95±0,03	2,1±0,20	2,85±0,10
	3	2,78±0,20	1,95±0,25	2,36±0,45
	6	2,70±0,35	2,03±0,28	1,85±0,34
	12	2,55±0,24	1,85±0,10	1,17±0,28
КМ 0/12		0,136	0,119	0,589
Деформация разрушения, %	0	6,00±0,80	10,82±2,56	3,8±0,80
	3	5,89±0,97	9,91±1,75	3,85±0,68
	6	5,37±1,41	9,68±2,44	3,92±0,42
	12	5,2±0,60	7,93±3,65	3,90±0,50
КД 0/12		0,133	0,267	-0,026

Материал Dental LT Clear Resin, хоть и показал хорошую устойчивость к старению, но по большинству исследованных параметров имеет большой разброс экспериментальных результатов, что может свидетельствовать о его неоднородности, которая может в отдаленной перспективе привести к негативным последствиям (преждевременному выходу конструкции из строя). Поскольку коэффициенты старения для образца Dental Clear Pro для всех исследованных параметров занимают промежуточное положение, это делает его наиболее сбалансированным из изученных материалов.

В результате проведенного математического эксперимента, получили данные, что у пациентов с фиксированной шиной, максимальные напряжения также сконцентрированы в верхней части корней зубов и на границах контакта шины с коронкой зуба, что в первую очередь обусловлено точечным прилеганием контактной поверхности модели шины к коронкам зубов, вызывающим неравномерное распределение приложенной силы. Несмотря на это, во всех расчетных вариантах значения максимальных суммарных перемещений находятся в пределах физиологической подвижности здоровых зубов для заданного вида нагружения (вертикальное направление действия нагрузки) – до 0.03 мм, а полученные максимальные эквивалентные напряжения существенно ниже предела прочности твердых тканей зуба (предел прочности дентина при сжатии (ultimate compressive strength) – 297.2 МПа, эмали – 371.6 МПа). Максимальные напряжения, возникающие в периодонте, также находятся ниже допустимого значения для данного типа ткани и возрастной группы (25-45 лет) – 1.4–1.7 Мпа. Это позволяет сделать вывод о том, что установка шины не приведет к каким-либо повреждениям зубов и окружающих тканей при рассмотренном воздействии функциональной

нагрузки. Результаты проведенного исследования доказали эффективность использования шины с целью изменения распределения функциональной нагрузки при лечении пациентов с парафункцией мышц жевательной мускулатуры. А, также, установлена потенциальная применимость используемых конструкционных материалов в качестве материалов шины для лечения парафункции жевательных мышц.

Так же проведенное исследование выявило значительный недостаток в определении абсолютных значений давления, оказываемого на зуб, несмотря на возможность аппарата T-scan III регистрировать графическую силу и площадь окклюзионных контактов.

Для решения поставленной задачи нами был предложен способ определения давления, оказываемого на зуб при окклюзии зубных рядов, который в последствии применялся в проведенном клиническом исследовании (Патент РФ 2693129 от 02.07.2019 на изобретение «Способ определения давления, оказываемого на зуб при окклюзии зубных рядов»).

В результате проведенных механических, и математических экспериментов, были сформулированы основные требования, предъявляемые к позиционирующим окклюзионными шинам изготавливаемых методами компьютерного моделирования и объемной печати, в протоколе лечения пациентов с частичным отсутствием зубов, дисфункцией височно-нижнечелюстного сустава, осложненной гипертонусом жевательных мышц. Что позволило разработать конструкцию шины и способ лечения указанного контингента лиц. На что были получены патенты РФ на изобретения: «Стоматологическая шина для иммобилизации зубов у пациентов с повышенным тонусом жевательных мышц» Патент РФ №2694503 от 15.07.2019 и «Способ лечения пациентов с болезнями пародонта осложненными явлениями мышечно-суставной дисфункцией» Патент РФ № 2696235 от 31.07.2019.

Разработанный протокол включает в себя следующие этапы:

1. Осмотр.
2. ЭЭГ. Для исключения из патогенеза бруксизма соматоформного компонента, пациенту проводят электроэнцефалограмму.
3. ЭМГ. Для регистрации состояния электромышечного потенциала и симметрии работы мышц, проводят электромиографию височных и собственных жевательных мышц.
4. Цифровой анализ окклюзии.
5. КЛКТ ВНЧС. Проводился для определения исходного пространственного положения элементов височно-нижнечелюстного правого и левого сустава в открытом состоянии и в привычной для пациента окклюзии.
6. Получение оптических слепков.
7. Определение терапевтической позиции нижней челюсти.
8. Моделирование позиционирующей окклюзионной шины.
9. Изготовление позиционирующей окклюзионной шины.

10. Цифровой анализ окклюзии. После припасовки шины в полости рта проводится оценка окклюзионных контактов на её окклюзионной поверхности с помощью аппарата T-Scan. Полученные данные, соотносятся данными окклюзии зубных рядов пациента без шины, в случае не соответствия, проводят избирательное пришлифовывание шины до равномерного распределения окклюзионных контактов по всей поверхности шины.
11. КЛКТ ВНЧС.
12. Позиционирующий период лечения. После коррекции окклюзионной поверхности шины шина фиксируется в полости рта пациента. Для достижения терапевтического эффекта, а именно, перестройки мягкотканых элементов ВНЧС и мышечного тонуса, рекомендуемое минимальное ежедневное время экспозиции шины восемь часов, с обязательным ношением в ночное время. Мониторинг лечения осуществляется посредством ЭМГ, КЛКТ ВНЧС и цифрового анализа окклюзии. Средне время периода 3 месяца.
13. Дентальная имплантация.
14. Временное протезирование. Осуществляется через 3 месяца после лечения с применением позиционирующей зубной шины. Временные коронки длительного ношения изготавливаются в том же пространственном соотношении челюстей, как и при фиксации шины, методом компьютерного моделирования и фрезерования. Контроль протезирования осуществляется посредством ЭМГ, КЛКТ ВНЧС и цифрового анализа окклюзии.
15. Постоянное протезирование. Осуществляется через 3 месяца после лечения с применением временных коронок длительного ношения. Постоянные керамические коронки изготавливаются методом компьютерного фрезерования виртуальной модели, полученной по оптическим оттискам временных коронок в том же пространственном взаимоотношении челюстей.

Результаты собственных клинических исследований

В результате проведенных клинических исследований были получены следующие данные.

Выраженность гипертонуса жевательных мышц уменьшалась уже к концу 3 месяца лечения при помощи репозиционирующих окклюзионных шин. Через 6 месяцев лечения, к моменту окончания срока использования шины и на момент фиксации временных реставраций, величина средней БЭА уменьшилась в обеих группах исследования, однако в меньшей степени, чем за первые 3 месяца. После ношения провизорных реставраций и фиксации постоянных ортопедических конструкций, снижение тонуса мышц было незначительным (рисунок 3).

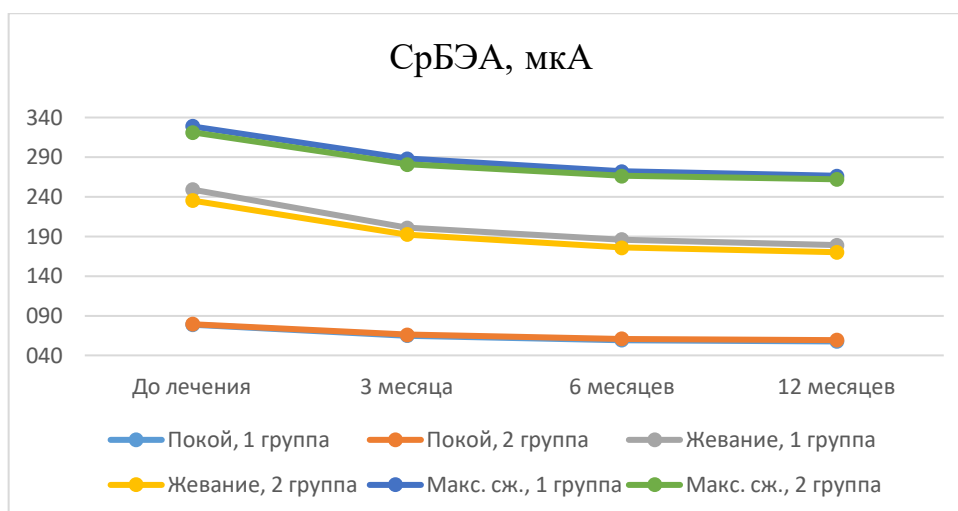


Рисунок 3 – Динамика средней биоэлектрической активности жевательных мышц в состоянии покоя, при жевании и при максимальном волевом сжатии челюстей на различных сроках лечения

Коэффициент PU (percentage of use) характеризует степень напряжения жевательных мышц в процессе жевания относительно максимально возможного напряжения, достигаемого при максимальном волевом сжатии челюстей. До начала лечения его величина составляла $77\% \pm 13,33\%$ в 1 группе и $76\% \pm 14,76\%$ во 2 группе. В процессе ношения окклюзионных шин, значение коэффициента уменьшалось. Наибольшее зарегистрированное снижение определялось на 3 месяце после начала лечения и составило $6\% \pm 7,76\%$ и $6\% \pm 9,25\%$ в группах исследования, соответственно. В абсолютных значениях показатель был равен $71\% \pm 10,93\%$ и $70\% \pm 10,95\%$ (таблица 4). На последующих сроках наблюдения изменения показателя не были значимыми. Стоит отметить величину стандартного отклонения уменьшения значения индекса, превышающую среднее значение – оно обусловлено вариабельностью выборки по полу, возрасту и конституции, что влияет на стереотип жевания и степень сжатия челюстей.

Таблица 4 – Уменьшение коэффициента PU (percentage of use) на различных сроках лечения (среднее \pm стандартное отклонение)

Срок	PU, %; снижение PU, %			
	1 группа (n=35)		2 группа (n=35)	
	PU, %	Снижение PU, %	PU, %	Снижение PU, %
До лечения	$77 \pm 13,33$	0	$76 \pm 14,76$	0
3 месяца	$71 \pm 10,93\#$	$6 \pm 7,76$	$70 \pm 10,95\#^\wedge$	$6 \pm 9,25$
6 месяцев	$70 \pm 10,19\#$	$8 \pm 6,97$	$67 \pm 10,88\#^\wedge$	$8 \pm 9,06$
12 месяцев	$68 \pm 9,36\#$	$9 \pm 7,44$	$66 \pm 10,42\#^\wedge$	$10 \pm 9,52$

Примечание: PU – коэффициент percentage of use; n – число испытуемых лиц в группе исследования; # – достоверность различий ($p < 0,05$) в сравнении с состоянием до лечения; ^ – достоверность различий ($p > 0,05$) в сравнении с 1-й группой.

Таким образом, выраженность гипертонуса жевательных мышц уменьшалась уже к концу 3 месяца лечения при помощи репозиционирующих окклюзионных шин. Через 6 месяцев лечения, к моменту окончания срока шина-терапии и на момент фиксации временных реставраций, величина средней БЭА уменьшилась в обеих группах исследования, однако в меньшей степени, чем за первые 3 месяца. После ношения провизорных реставраций и фиксации постоянных ортопедических конструкций, снижение тонуса мышц было незначительным.

Согласно полученным данным, наибольшая асимметрия в сокращении жевательных и височных мышц наблюдалась в процессе жевания под влиянием сформировавшегося вследствие окклюзионной дисгармонии митотического рефлекса. Наименьшая асимметрия наблюдалась в состоянии относительного физиологического покоя. По прошествии 3 месяцев с момента начала лечения, произошло значительное восстановление симметричности сокращений мышц, поднимающих нижнюю челюсть. По окончании курса шина-терапии с применением репозиционирующих шин (6 месяцев с момента начала лечения), восстановление симметричности было незначительным, как и после завершения лечения фиксацией постоянных ортопедических конструкций. Из вышеизложенного следует, что именно шина-терапия играет решающую роль в стабилизации окклюзии и является обязательным этапом комплексного лечения пациентов с патологией окклюзионно-мышечно-суставного комплекса.

Значения перфузии, уровня интенсивности тканевого кровотока и коэффициент вариации имели тенденцию к увеличению с течением времени активного лечения. На 3 месяц ношения репозиционирующих шин значения исследуемых величин уже превысили доверительный интервал и были достоверно больше исходных, что свидетельствует об улучшении микроциркуляции тканей пародонта (таблица 5).

Таблица 5 – Гемодинамические показатели микроциркуляторного русла тканей пародонта, определенные методом лазерной доплеровской флоуметрии на разных сроках лечения

Срок	Параметры микроциркуляции тканей пародонта					
	1 группа (n=35)			2 группа (n=35)		
	М, перф. ед.	σ , перф. ед.	Kv, %	М, перф. ед.	σ , перф. ед.	Kv, %
До лечения	14,13±0,42	1,47±0,11	10,44±0,82	14,34±0,68	1,40±0,13	9,77±1,11
3 месяца	15,93±0,55#	1,78±0,14#	11,19±0,91#	16,27±0,79#^	1,67±0,16#^	10,30±1,19^
6 месяцев	16,93±0,54#	2,02±0,16#	11,93±0,99#	17,28±0,89#^	1,90±0,18#^	11,06±1,32#^
12 месяцев	17,18±0,56#	2,10±0,17#	12,24±1,05#	17,52±0,91#^	2,02±0,19#^	11,60±1,43#^

Примечание: М – перфузия; σ – интенсивность тканевого кровотока; Kv – коэффициент вариации; # – достоверность различий ($p < 0,05$) в сравнении с состоянием до лечения; ^ – достоверность различий ($p > 0,05$) в сравнении с 1-й группой.

Значительных изменений количества окклюзионных контактов при помощи аппарата T-Scan III (TekScan, США) не выявили. В обеих группах оно соответствовало количеству выявленных сколов материала шины. Средняя площадь окклюзионных контактов увеличилась после ношения шин во

всех случаях. Различий в среднем приросте площади окклюзионных контактов в группах исследования выявлено не было.

Стоит отметить, что в первой группе пациентов, которым каппы изготавливали из материала Dental Clear Pro, средняя глубина фасеток стираемости была меньше, чем во второй группе, пациентам которой изготавливали шины из материала Dental Sand Pro ($P < 0,05$).

Отсутствие выраженной стираемости окклюзионной поверхности капп в совокупности с отсутствием изменений в окклюзионной схеме, полученной при помощи аппарата T-Scan III (TekScan, США) до и после лечения, позволяет сделать выводы, с одной стороны, о сбалансированности окклюзионных сил во время лечения, и, с другой стороны, о высокой клинической эффективности окклюзионных шин, изготовленных методом 3D-печати из материалов Dental Clear Pro и Dental Sand Pro для лечения пациентов с частичным отсутствием зубов и дисфункцией ВНЧС, осложненной бруксизмом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выводы

1. Изучены физико-механические свойства стоматологических конструкционных материалов, используемых в аддитивных технологиях производства окклюзионных шин:

- по параметру прочность, материал, Dental Clear Pro на $40 \pm 5,8$ МПа превосходит Dental Sand Pro и Dental LT Clear Resin.

- по параметру твердость, показатель всех изученных лежит в диапазоне 90-100 Н/мм², с разницей, не превышающей 5 Н/мм², позволяющей считать их равнозначными при использовании для изготовления стоматологических конструкций.

- по параметру износостойкости, линейный износ материала Dental Clear Pro отличается от аналогичных показателей, на 100 мкм/км, а удельный износ на $0,5 \times 10^{-4}$ мм³/(Н×м).

- изученные материалы по физико-механическим свойствам соответствуют требованиям ГОСТ 31572-2012 и могут использоваться в производстве окклюзионных шин для пациентов с гипертонусом жевательных мышц.

2. Изучены физико-механические свойства стоматологических конструкционных материалов, используемых в аддитивных технологиях производства окклюзионных шин после форсированного теплового старения:

- по параметру прочность, материал, Dental Clear Pro на $12,3 \pm 5,4$ МПа превосходит Dental LT Clear Resin, и на 41,7 МПа Dental Sand Pro.

- по параметру твердость, показатель материала Dental Sand Pro на $45,8 \pm 4,4$ Н/мм² ниже, чем у Dental Clear Pro и Dental LT Clear Resin.

- по параметру износостойкости,

- основные механические параметры материала Dental Sand Pro, а именно, прочность и модуль упругости, после ускоренного старения упали значительно ниже требований ГОСТ 31572-2012.

- наиболее сбалансированным из изученных материалов является Dental Clear Pro, поскольку, его коэффициенты старения для всех исследованных параметров занимают промежуточное положение и превосходят требования регламентированными ГОСТ.

3. Наличие равномерных окклюзионных контактов в конструкции шины обеспечивает более равномерное распределение жевательной силы на зубы и ткани пародонта, величина которой в 1.5 раза ниже, чем в случае отсутствия шины, изменения в распределении и общей величине функциональной нагрузки приводят как к достижению требуемого терапевтического эффекта, так и снижению нагрузки на отдельные участки зубного ряда и ткани периодонта, не провоцируя осложнений.

4. По результатам математического эксперимента, можно определить, что для полученного уровня напряжений (2.8 МПа) количество циклов нагружения до поломки у пациента, не страдающего гиперфункцией жевательных мышц составит более 10 млн, тогда как, при парафункции шина сохраняет свою функциональность на период эксплуатации до 6 месяцев.

5. По результатам данных математического моделирования и проведенных физико-механических испытаний разработана окклюзионная зубная шина, для лечения пациентов с дисфункцией височно-нижнечелюстного сустава осложненной бруксизмом, имеющая в своей конструкции искусственные отсутствующие зубы, отпечатки зубов антагонистов и наклонные пелоты, направляющие и ограничивающие движение нижней челюсти в трансверсальном направлении (Патент РФ №2694503 от 15.07.2019).

6. Предложенный протокол клинического применения позиционирующих окклюзионных зубных шин в лечении пациентов с частичным отсутствием зубов и дисфункцией височно-нижнечелюстного сустава, осложненной бруксизмом, включает этапы моделирования и производства шин, позиционирования нижней челюсти, временное и постоянное протезирование (Патент РФ № 2696235 от 31.07.2019).

7. В результате клинического применения разработанных конструкций, позиционирующих окклюзионных шин в протоколе лечения пациентов с частичным отсутствием зубов и дисфункцией височно-нижнечелюстного сустава, осложненной бруксизмом, биоэлектрическая активность жевательных мышц в состоянии покоя снизилась на $17\% \pm 3,19\%$, при максимальном волевом сжатии на $13\% \pm 5,00\%$, при жевании на $19\% \pm 6,34\%$, тогда как, средний показатель симметричности собственно жевательных мышц вырос на $8\% \pm 13,74\%$, а височных мышц – на $11\% \pm 14,10\%$, что подтверждает ведущую роль шино-терапии в ортопедической реабилитации профильного пациента.

Практические рекомендации

1. В клиническом протоколе ортопедической стоматологической реабилитации пациентов с частичным отсутствием зубов и дисфункцией височно-нижнечелюстного сустава, осложненной бруксизмом, обязательным является позиционирующий этап с использованием окклюзионных шин.

2. По своим физико-механическим свойствам, отечественный материал Dental Clear Pro является оптимальным для изготовления позиционирующих окклюзионных шин в протоколе ортопедической реабилитации пациентов с частичным отсутствием зубов и дисфункцией височно-нижнечелюстного сустава, осложненной бруксизмом.
3. Минимальная толщина окклюзионной шины изготовленной методом объемной печати должна составлять не менее 3 мм.
4. При использовании окклюзионной шины у пациентов с болезнями пародонта, нижняя граница шины должна располагаться на 2 мм выше маргинальной десны, перекрывая экватор и жевательную поверхность моляров, премоляров и режущие края резцов и клыков.
5. Позиционирующая окклюзионная шина, используемая на этапах лечения у пациентов с частичным отсутствием зубов должна в своей конструкции содержать искусственные отсутствующие зубы.
6. Окклюзионная поверхность шины должна иметь отпечатки зубов антагонистов, при этом, толщина шины, располагающейся на окклюзионной поверхности зубных рядов, и расположение отпечатков зубов антагонистов определяются врачом-стоматологом по индивидуальным особенностям пациента, исходя из разницы высоты нижнего отдела лица при центральном соотношении челюстей и терапевтической позиции нижней челюсти.
7. Позиционирующая зубная шина, при отсутствии фиксации боковых движений, на окклюзионной поверхности помимо отпечатков зубов антагонистов должна содержать в своей конструкции наклонные пелоты, направляющие и ограничивающие движение нижней челюсти в трансверсальном направлении.
8. После постпечатной обработки шины, необходимо корректировать на ее поверхности площадь и силу окклюзионных контактов в соответствии с аналогичными значениями зубных рядов, определенных аппаратным методом, способом избирательного пришлифованная.
9. Для точности, динамического контроля и репрезентативности проведения лазерной доплеровской флуометрии микроциркуляторного русла тканей пародонта целесообразно использовать индивидуальное устройство для мониторинга гемодинамики тканей пародонта (Патент РФ 2747386 от 04.05.2021).
10. Для определения резервных сил пародонта, путем объективной оценки жевательного давления, оказываемого на зуб у стоматологических пациентов, целесообразно использовать цифровые методы определения окклюзионных контактов по предложенному способу (Патент РФ 2693129 от 02.07.2019).

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в изданиях, включенных в международные базы цитирования WoS и Scopus

1. Gribov D., Antonik M., **Butkov D.**, Stepanov A., Antonik P., Kharakh Y., Pivovarov A., Arutyunov S. Personalized Biomechanical Analysis of the Mandible Teeth Behavior in the Treatment of Masticatory

Muscles Parafunction [Электронный ресурс] // Journal of Functional Biomaterials. – 2021. – Vol. 12, No. 2. – Art. No. 23. – DOI: 10.3390/jfb12020023.

2. Gribov D.A., Krupnin A.E., Levchenko I.M., **Butkov D.S.**, Arutyunov S.D. Personalized biomechanical analysis of mandible teeth loosening during periodontal treatment with non-removable polymer splints // Series on Biomechanics. – 2019. – Vol. 33, No. 3. – P. 14–26.

3. Gribov D.A., Krupnin A.E., Levchenko I.M., **Butkov D.S.**, Arutyunov S.D. The effect of various loading scenarios on the stress-strained state of mandible anterior teeth with periodontitis immobilized by splints; finite element analysis // Series on Biomechanics. – 2020. – Vol. 34, No. 1. – P. 12–19.

Публикации в изданиях, рекомендованных Перечнями РУДН/ВАК

4. Бородина И.Д., Апресян С.В., Степанов А.Г., **Бутков Д.С.**, Саносян Г.В. Клиническая эффективность окклюзионных шин в лечении пациентов с дисфункцией височно-нижнечелюстного сустава осложненной бруксизмом. // Стоматология. 2023; 102(5):41-45. <https://doi.org/10.17116/stomat202310205141>.

Публикации в иных изданиях

5. Батов Р.В., **Бутков Д.С.**, Степанов А.Г. Оценка влияния окклюзионной терапии с применением стабилизирующих окклюзионных шин на функциональное состояние жевательной мускулатуры у пациентов с дисфункцией височно-нижнечелюстного сустава. // Маэстро стоматологии. – 2022. - №1 (77). – с. 63-71.

Патенты

6. Стоматологическая шина для иммобилизации зубов у пациентов с повышенным тонусом жевательных мышц. Пат. РФ № 2694503 МПК А61С // Арутюнов С.Д., Степанов А.Г., Арутюнов А.С., **Бутков Д.С.** Заявл. 28.11.2018; опуб. 15.07.2019., Бюл. № 20 – 6 с.

7. Способ лечения пациентов с болезнями пародонта осложненными явлениями мышечно-суставной дисфункцией. Пат. РФ № 269456235 МПК А61С // Арутюнов С.Д., Степанов А.Г., Арутюнов А.С., **Бутков Д.С.**, Гветадзе Р.Ш. Заявл. 28.11.2018; опуб. 31.07.2019., Бюл. № 22 – 8 с.

8. Способ определения давления, оказываемого на зуб при окклюзии зубных рядов. Пат. РФ № 2693129 МПК А61С // Арутюнов С.Д., Степанов А.Г., Арутюнов А.С., Грачев Д.И., Пивоваров А.А., Малазония Т.Т., Харах Я.Н., Киракосян Л.Г., **Бутков Д.С.** Заявл. 06.07.2018; опуб. 02.07.2019., Бюл. № 19 – 9 с.

9. Способ мониторинга гемодинамики тканей пародонта. Пат. РФ № 2738729 МПК А61С // Арутюнов С.Д., Грачев Д.И., Атрушкевич В.Г., Антоник М.М., Антоник П.М., Максимова Н.В., Сахабиева Д.А., **Бутков Д.С.**, Бондарчук А.В., Унаньян К.Г. Заявл. 28.02.2020; опуб. 16.12.2020., Бюл. № 35 – 8 с.

10. Устройство для мониторинга гемодинамики тканей пародонта. Пат. РФ № 2747386 МПК А61С // Арутюнов С.Д., Степанов А.Г., Бондарчук А.В., **Бутков Д.С.**, Левченко И.М., Зорина О.А., Царева Т.В., Унаньян К.Г., Батов Р.В. Заявл. 27.08.2020; опуб. 04.05.2021., Бюл. № 13 – 7 с.

Бутков Д.С.

«Клинико-экспериментальное обоснование применения окклюзионных шин, изготавливаемых методом компьютерного моделирования и производства, в лечении пациентов с дисфункцией височно-нижнечелюстного сустава, осложненной бруксизмом»

В ходе данного исследования разработан протокол клинического применения позиционирующих окклюзионных зубных шин в лечении пациентов с частичным отсутствием зубов и дисфункцией височно-нижнечелюстного сустава, осложненной бруксизмом, включающий этапы моделирования и производства шин, позиционирование нижней челюсти, временное и постоянное протезирование. В процессе достижения заявленной цели были решены основные задачи по определению физико-механических свойств конструкционных материалов, научное обоснование конструкционных особенностей разработанных шин, методами математического моделирования и проведена оценка клинической эффективности предложенной технологии ортопедической реабилитации профильных пациентов.

В проведенном клиническом исследовании доказано, что при использовании позиционирующих зубных шин в протоколе лечения пациентов с частичным отсутствием зубов и дисфункцией височно-нижнечелюстного сустава, осложненной бруксизмом, биоэлектрическая активность жевательных мышц в состоянии покоя снижается на $17\% \pm 3,19\%$, при максимальном волевом сжатии на $13\% \pm 5,00\%$, при жевании на $19\% \pm 6,34\%$, тогда как, средний показатель симметричности собственно жевательных мышц увеличивался на 8% с погрешностью $\pm 13,74\%$, в то время как височных мышц – на $11\% \pm 14,10\%$, что подтверждает ведущую роль шина-терапии в ортопедической реабилитации профильного пациента.

Также было определено, что при использовании позиционирующих зубных шин в протоколе лечения пациентов с частичным отсутствием зубов и дисфункцией височно-нижнечелюстного сустава, значения перфузии, уровня интенсивности тканевого кровотока и коэффициент вариации имеют тенденцию к увеличению с течением времени активного лечения.

В результате проведенной работы разработаны практические рекомендации по ортопедической реабилитации пациентов с частичным отсутствием зубов и дисфункцией ВНЧС осложненной бруксизмом с помощью окклюзионных позиционирующих шин разработанной конструкцией и способу их изготовления.

Butkov D.S.

"Clinical and experimental substantiation of the use of occlusive splints manufactured by computer modeling and manufacturing, in the treatment of patients with temporomandibular joint dysfunction complicated, by bruxism"

In the course of this study, a protocol was developed for the clinical use of positioning occlusal dental splints in the treatment of patients with partial absence of teeth and dysfunction of the temporomandibular joint complicated by bruxism, including the stages of modeling and production of splints, positioning of the lower jaw, temporary and permanent prosthetics. In the process of achieving the stated goal, the main tasks were solved to determine the physical and mechanical properties of structural materials, scientific substantiation of the structural features of the developed tires, methods of mathematical modeling and evaluation of the clinical effectiveness of the proposed technology of orthopedic rehabilitation of specialized patients.

In the conducted clinical study, it was proved that when using positioning dental splints in the protocol of treatment of patients with partial absence of teeth and dysfunction of the temporomandibular joint complicated by bruxism, the bioelectric activity of the masticatory muscles at rest decreases by $17\% \pm 3.19\%$, with maximum volitional compression by $13\% \pm 5.00\%$, with chewing by $19\% \pm 6.34\%$, whereas, the average symmetry of the masticatory muscles proper increased by 8% with an error of $\pm 13.74\%$, while the temporal muscles – by $11\% \pm 14.10\%$, which confirms the leading role of splint therapy in orthopedic rehabilitation of the profile patient.

It was also determined that when using positioning dental splints in the protocol of treatment of patients with partial absence of teeth and dysfunction of the temporomandibular joint, the values of perfusion, the intensity level of tissue blood flow and the coefficient of variation tend to increase over time of active treatment.

As a result of the work carried out, practical recommendations have been developed for orthopedic rehabilitation of patients with partial absence of teeth and TMJ dysfunction complicated by bruxism using occlusal positioning splints of the developed design and method of their manufacture.