

На правах рукописи

МАТЕЛО Светлана Константиновна

РАЗРАБОТКА СТАНДАРТА АБРАЗИВНОСТИ В СТОМАТОЛОГИИ

3.1.7. Стоматология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

доктора медицинских наук

Москва, 2024

Работа выполнена в Институте цифровой стоматологии Медицинского института федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации

Научный консультант:

Апресян Самвел Владиславович, доктор медицинских наук, профессор

Официальные оппоненты:

Гажва Светлана Иосифовна — Заслуженный работник Высшей школы РФ, д.м.н., профессор заведующая кафедрой стоматологии ФПДО в ФГАОУ ВО "Приволжский исследовательский медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Макеева Ирина Михайловна - Заслуженный врач РФ, Лауреат Премии Правительства РФ в области науки и техники, доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой терапевтической стоматологии Института стоматологии имени Е.В. Боровского ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Шевченко Олесь Вячеславович - доктор медицинских наук, научный сотрудник ФГБУ НМИЦ «Центральный научно-исследовательский институт стоматологии и челюстно-лицевой хирургии» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова" Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Защита диссертации состоится «__» _____ 2024 г. в __: __ часов на заседании постоянно действующего диссертационного совета ПДС 0300.028 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-0300028>

Автореферат разослан «__» _____ 2024 г.

Ученый секретарь

ПДС 0300.028

кандидат медицинских наук, доцент

Макеева Мария Константиновна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность и степень разработанности исследуемой темы

По мнению ряда экспертов, качественная гигиена полости рта и своевременная профилактика стоматологических заболеваний в значительной степени способствуют сохранению здоровых зубов (Янушевич О.О., 2022). За последние десятилетия внимание к здоровью полости рта среди пациентов особенно возросло. Все больше людей ответственно подходят к профилактике кариеса и уделяют много времени гигиене (Гажва С.И., 2020). Однако возросла и частота встречаемости некариозных повреждений зубов — с 8–20% во второй половине двадцатого века до 70% на сегодняшний день (Макеева И.М., 2012).

Деструкция зубов некариозного генеза (потеря тканей зуба) после прорезывания связана с воздействием на зубы физических, химических и биологических факторов (Ganss С., 2006). Физические факторы подразумевают аттрицию, абразию и абфракцию. В частности, абразия твердых тканей зуба и зубных протезов происходит прежде всего при чистке зубов. К факторам, приводящим к абразии зубов и зубных протезов при чистке, относятся типы используемой зубной пасты и зубной щетки, а также особенности и режим чистки зубов (West N, X., 2000, Vural U. K., Bagdatli Z., 2021). Особенно важную роль играет зубная паста и ее состав, что было подтверждено исследованиями, в которых при чистке зубов без зубной пасты степень абразии зубов составляла менее 0,1 мкм (Kielbassa A. M., Gillmann L., 2005, Arnold W.H, Groger C., 2016).

При этом, однако, в стоматологии широко распространено мнение о необходимости абразивности профилактических средств для индивидуальной и профессиональной гигиены (Forward G.C., 1991). Это было подтверждено рядом исследований, так как профилактические средства без абразивных частиц не способны предотвратить образование бактериального налета на зубах (Lamb D. J., Howell R.A., 1984).

Показателями, на которые потребители могут ориентироваться при выборе зубной пасты, являются относительная абразивность дентина (RDA) и относительная абразивность эмали (REA), для определения которых используется радиометрический метод (Hefferren J. J., 1976). Введение шкал RDA и REA оказалось важным, так как необходимо определить степень абразивности продукта, чтобы не повредить твердые ткани и добиться при этом оптимального эффекта.

Наиболее распространенным международным стандартом на определение абразивности зубной пасты является стандарт Международной организации по стандартизации (ISO) (Hunter M.L, Addy M., 2002). Настоящий стандарт устанавливает два метода определения абразивности: радиометрический метод и метод профилометрии. Наиболее широко используемым методом определения RDA и REA является радиометрический метод, описанный Hefferren. Данный метод заключается в чистке облученного корневого дентина тестируемыми стоматологическими средствами или эталонным абразивным материалом в стандартизованных условиях. Облученные

частицы дентина, высвобождающиеся во время чистки, измеряются количественно. На основании полученных результатов рассчитываются значения RDA для тестируемых стоматологических средств по отношению к эталонному материалу, которому присваивается произвольное значение 100.

Несмотря на минимальный износ эмали, у специалистов и ученых существуют опасения относительно риска износа корневого дентина, что особенно важно для пациентов с рецессией десны или обнажением корневого дентина (Addy M., 2005). Подобные опасения требуют более внимательного и глубокого изучения влияния абразивности и других факторов на состояние зубов. При этом стандарт RDA, а именно радиометрический метод, описанный Hefferren, сложен, финансово затратен, а часто и недоступен для выполнения (Enax J., Meyer F., Schulze Zur Wiesche E., 2023). Более того, в последние годы большое внимание уделяется экологическим проблемам, связанным с использованием радиоактивных материалов.

В связи с этим возросло внимание к методу профилометрии (surface profilometry), описанному еще в 1972 году Ashmore et al. Однако этот метод недостаточно изучен и не имеет достаточной исследовательской базы.

При экспериментах на истирание мерой абразивной способности используемых абразивных составов является величина износа исходной поверхности в результате воздействия на нее контртела и абразивного состава. Поскольку величина износа в стоматологии, как правило, измеряется единицами или десятками микрометров, этот факт предъявляет высокие требования к способу контроля степени износа поверхности. Известные методы контроля степени износа заключаются во взвешивании испытуемого материала до и после эксперимента при износе определенной навески абразива.

Следует также отметить, что в Российской Федерации на сегодняшний день не регламентирована абразивность профилактических стоматологических средств и отсутствует - госстандарт. Разработка стандарта RDA и регламентация абразивности профилактических стоматологических средств является актуальной задачей стоматологии в России, которая требует незамедлительного решения

Учитывая вышеперечисленные факты, разработка нового отечественного, общедоступного стандарта для определения абразивности профилактических стоматологических средств, устройств для проведения соответствующих испытаний, а также подтверждения их эффективности является актуальной задачей стоматологии, что и определило цель проведенного исследования.

Цель исследования

Патогенетическое обоснование профилактики абразивного износа зубов и непрямым реставраций на основе выбора зубных паст с различной абразивностью.

Задачи исследования:

1. По результатам анализа информационных источников выявить причины абразивного износа зубов и не прямых реставраций, а также, определить эффективные формы контроля абразивности при производстве профилактических стоматологических средств.
2. Предложить на основе используемого исходного абразивного сырья состав эталонной пасты для проведения испытаний на абразивный износ твердых тканей зуба.
3. Разработать лабораторный стенд для проведения испытаний на абразивный износ твердых тканей зуба.
4. Разработать методику проведения испытаний на абразивный износ и подтвердить ее эффективность на эталонных материалах, используемых в технологии производства зубных протезов.
5. Оценить в эксперименте результаты абразивного износа образцов конструкционных материалов, используемых в технологии изготовления несъемных зубных протезов при воздействии разработанной эталонной суспензией.
6. Оценить в эксперименте результаты абразивного износа, эталонных материалов при применении профилактических зубных паст и сопоставить их значения со значениями RDA.
7. Провести апробацию разработанной методики испытаний на абразивный износ на твердых тканях зуба в эксперименте *ex vivo*.
8. По результатам проведенных исследований предложить технические условия метода испытания на абразивную способность порошков для зубных паст.
9. Разработать универсальный состав профилактической зубной пасты с возможностью изменения индекса абразивности.
10. Оценить клиническую эффективность ежедневного применения профилактических зубных паст, имеющих разную абразивную способность, определенную с помощью предложенной методики у пациентов с интактной эмалью и с имеющимся обнаженным дентином в результате наличия некариозных поражений.
11. По результатам проведенных клинических исследований дать практические рекомендации по ежедневному использованию профилактических зубных паст пациентам с интактной эмалью и с имеющимся обнаженным дентином в результате наличия некариозных поражений.
12. Оценить клиническую эффективность ежедневного применения профилактических зубных паст, имеющих разную абразивную способность, определенную с помощью предложенной методики, у пациентов с зубными рядами, протезированными несъемными керамическими зубными протезами из различных конструкционных материалов.
13. По результатам проведенных клинических исследований дать практические рекомендации по ежедневному использованию профилактических зубных паст пациентам с

зубными рядами, протезированными несъемными зубными протезами из различных конструкционных материалов.

Научная новизна исследования

Разработана роторная машина для проведения испытаний по определению абразивной способности порошков и зубных паст, применяемых в стоматологических целях (Патент РФ 2799136 от 04. 07. 2023).

Разработана методика проведения испытаний на абразивный износ, осуществляемая с помощью роторной машины, применяемой для ускоренной имитации чистки стоматологических материалов, основанная на расчете средней толщины удаленного материала при износе.

Разработан универсальный состав профилактической зубной пасты с возможностью изменения индекса абразивности, позволяющий повысить резистентность эмали и уменьшить воспалительные явления в тканях пародонта (Патент РФ 2293551 от 20. 02. 2007).

Впервые по результатам эксперимента проведена корреляция значений абразивного износа эталонного материала при применении абразивной суспензии различной концентрации и профилактических зубных паст со значениями RDA, условные значения индекса RDA суспензии с концентрацией диоксида кремния 20 г на 50 мл эталонного растворителя соответствуют значению 115, а с концентрацией диоксида кремния 10 г на 50 мл эталонного растворителя RDA= 47.

Проведена апробация разработанной методики проведения испытаний на абразивный износ удаленных зубов со зрелой эмалью и обнаженным дентином при воздействии эталонной суспензией и зубными пастами с разными значениями RDA, по результатам которой получены репрезентативные значения, что средняя глубина износа эмали при ежедневном использовании зубной пасты с индексом RDA 50 соответствует 23 ± 19 мкм, позволившие дать клинические рекомендации по индивидуальной гигиене полости рта пациента указанной категории.

Разработаны технические условия метода испытания на абразивную способность порошков для зубных паст в соответствии с требованиями ГОСТ 2.114–2016.

Впервые дана оценка клинической эффективности ежедневного применения профилактических зубных паст, имеющих разную абразивную способность, определенную с помощью предложенной методики, у пациентов протезированных несъемными керамическими зубными протезами из полевошпатной керамики, дисилаката лития и диоксида циркония, с интактной эмалью, с имеющимся обнаженным дентином в результате наличия некариозных поражений, доказано что, при использовании пасты с RDA 40 у таких пациентов повышалась чувствительность зубов (среднее значение Yealpe Probe $53,29 \pm 3,56$), а показатели стираемости дентина превышали среднегодовые физиологические значения.

Впервые определена абразивная стираемость естественных зубов со зрелой эмалью который составил $34,29 \pm 3,01$ мкм в год, обнаженным дентином и керамических реставраций, изготовленных

из различных конструкционных материалов у пациентов после ежедневного использования зубных паст в течение года с помощью стоматологических цифровых технологий.

Теоретическая и практическая значимость

Разработана конструкция роторной машины, обладающая функциями быстрой смены образцов, зубных щеток и заправки дозатора с возможностью гибкого изменения веса нагрузки за счет набора свободных разновесов, позволяющая проводить испытания с различными растворами как стандартного состава, так и с приготовленными по специальным рецептам для проведения испытаний по определению абразивной способности порошков и зубных паст, применяемых в стоматологических целях.

Предложен состав эталонной пасты для проведения испытаний на абразивный износ твердых тканей зуба.

Разработана методика проведения испытаний на абразивный износ, осуществляемая с помощью роторной машины, применяемой для ускоренной имитации чистки стоматологических материалов, основанная на расчете средней толщины удаленного материала при износе.

Получены новые данные об абразивном износе образцов конструкционных материалов, используемых в технологии изготовления несъемных зубных протезов при воздействии разработанной эталонной суспензией и зубных профилактических средств с различными значениями RDA.

Получены новые корреляционные данные абразивного износа зубов со зрелой эмалью и обнаженным дентином после испытаний в роторной машине методом конфокальной микроскопии и испытаний, проведенных радиометрическим методом.

Разработаны технические условия метода испытания на абразивную способность порошков для зубных паст с применением профилометрии.

Разработан универсальный состав профилактической зубной пасты с возможностью изменения индекса абразивности, позволяющий улучшить очистку зубов, обеспечить их минерализацию, а также повысить резистентность эмали и уменьшить воспалительные явления в тканях пародонта.

Выявлена клиническая эффективность ежедневного применения профилактических зубных паст, имеющих разную абразивную способность, у пациентов с интактной эмалью и с имеющимся обнаженным дентином в результате наличия некариозных поражений с помощью современных аппаратных методов и цифровых стоматологических технологий.

С помощью современных аппаратных методов и цифровых стоматологических технологий подтверждена клиническая эффективность ежедневного применения профилактических зубных паст, имеющих разную абразивную способность, у пациентов с зубными рядами,

протезированными несъемными керамическими зубными протезами из различных конструкционных материалов.

Получены новые данные о влиянии абразива на цвет, толщину керамики и наличие улучшенного очищающего и осветляющего эффектов у пациентов с реставрациями из полевошпатной керамики, диоксида циркония и дисиликата лития.

Разработаны и внедрены в клиническую практику практические рекомендации по ежедневному использованию профилактических зубных паст пациентам с интактной эмалью, с имеющимся обнаженным дентином в результате наличия некариозных поражений и с зубными рядами, протезированными несъемными зубными протезами из различных конструкционных материалов.

Методология и методы исследования

Для выявления особенностей определения абразивной способности профилактических стоматологических средств с помощью профилометрии, количественного и качественного состава абразивных эталонных суспензий, устройства специальных роторных машин, состава профилактических зубных паст был проведен анализ 3352 источников научной литературы электронных библиотек PubMed, Scopus, e Library и на сайте Роспатента за период с 2015 по 2023 годы.

При определении состава эталонной суспензии для проведения испытаний на абразивный износ твердых тканей зуба применялись современные средства метода IMS-WI-QC-003 & MICRO-01. В разработке методики оценки абразивного износа и подтверждения его эффективности использовали современный профилометр, конфокальный сенсор STIL CCS OPTIMA+ и персональный компьютер.

Определение RDA профилактических зубных паст в процессе разработки их рецептуры проводили в Школе стоматологии Университета Индианы, Научно-исследовательского института гигиены полости рта (США), используя тест на абразивность по Хефферрену, рекомендованный ADA и ISO 11609.

Абразивные суспензии для испытаний изготавливались в соответствии с ГОСТ 7983-99.

Всего в испытаниях на абразивный износ в диссертационном исследовании было использовано 166 образцов полевошпатной керамики по 88 образцов из дисиликата лития и диоксида циркония 216 ранее удаленных зубов.

Комплексное сравнительное проспективное рандомизированное контролируемое клиническое исследование проводилось с разрешением Комитета по Этике Медицинского института РУДН им. Патриса Лумумбы (Протокол № 23 от 22.12. 2023).

Всего было обследовано 534 пациента с естественными зубами и протезированных керамическими несъемными зубными протезами, из которых в исследование было принято 240

человек, разделенных на 5 клинических групп, которые в свою очередь были разделены на 2 подгруппы.

Эффективность применения зубных паст изучалась с помощью оценки гигиенического состояния на различных сроках исследования и оценки состояния пародонта с помощью индексов. В качестве объективных инструментов, подтверждающих эффективность зубных паст, применяли количественную светоиндуцированную флюоресценцию (QLF). Определение чувствительности зубов в приведенном диссертационном исследовании проводилось у пациентов первой и второй групп, не имеющих на исследуемых зубах искусственных коронок, с использованием прибора Yeaple Probe (XiniX Research Inc., США). Определение цвета зубов и керамических реставраций пациентов исследуемых групп проводилось аппаратным методом с помощью спектрофотометра Easy Shade пятой версии (фирма Vita, Германия).

Абразивный износ определяли цифровым методом, сопоставляя виртуальные изображения зубов одного и того же пациента в начале, и на завершающем этапах исследования.

Статистическую обработку данных проводили в программе STATISTICA 10.0. Для количественных переменных после проверки нормальности распределения с использованием критерия Колмогорова-Смирнова с поправкой на критерий Лилиефорса. Для выборок с распределением, близким к нормальному, использовали двухсторонний двухпарный Т-критерий Стьюдента. При сравнении измеряемых величин и для выборок с распределением, отличным от нормального, использовали непараметрический U-критерий Манна – Уитни. Различия между выборками считали статистически значимыми при значении доверительной вероятности более 95% ($p < 0,05$).

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», пародонтологическом центре МаксТрит, ГАУЗ МО «Пушкинская городская стоматологическая поликлиника», клинике «Дентикюр» (г. Саранск), в Центре отбеливания зубов профессора Акуловича (г. Москва).

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Эффективный контроль абразивности гигиенических стоматологических средств при производстве, является профилактической мерой развития абразивного износа зубов и непрямым реставраций.

2. Разработанная отечественная методика проведения испытаний, основанная на расчете средней толщины удаленного материала при износе методом оптической конфокальной 3D-профилометрии, является альтернативой зарубежному радиометрическому методу и позволяет объективно оценить абразивность профилактических стоматологических средств.

3. Основными элементами методики определения абразивного износа после применения профилактических стоматологических средств являются стандартизированные эталонные суспензии и роторные установки, предназначенные для циклических испытаний зубных щеток и паст, исследования поверхности твердых тканей зуба, стоматологических реставрационных материалов.

4. Выбор профилактических зубных паст для ежедневного применения у пациентов с интактной эмалью и с имеющимся обнаженным дентином в результате некариозных поражений зубов должен основываться на их абразивной способности, определяемой доступными экспериментальными методами.

5. Основополагающим при выборе абразивности средств индивидуальной гигиены полости рта для пациентов с несъемными зубными протезами является вид конструкционного материала керамических реставраций.

Степень достоверности результатов и апробация работы

Основные положения диссертации доложены и обсуждены на X ежегодном научном форуме «Стоматология 2008» и научно-практической конференции «Современные технологии в стоматологии», Москва 2008; 19th Annual Congress of the EADPH, 12–14 June, 2014, Gothenburg, Sweden; XLIX Всероссийской научно-практической конференции СтАР «Стоматология XXI века» (Москва, 26.09.2023.); «Инновационные технологии комплексной реабилитации стоматологических пациентов. Врачебная конференция Altracore Biomedical East. 08–12 апреля 2022, Сочи, Россия; 3-й специализированной выставке «Стоматология Республики Башкортостан». Г. (Уфа, 02. 11. 2023); конференции «Цифровые решения в современной стоматологии» (Самарканд, Узбекистан 16. 06. 2023); Международный конгресс "Стоматология Большого Урала – 2021", X форум стоматологов Уральского Федерального Округа. 23–25 ноября; на совместном заседании кафедр ортопедической стоматологии и института цифровой стоматологии Медицинского института ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы». Работа апробирована, одобрена и рекомендована к защите, протокол №4 от 24.04.2024.

Публикации

По материалам исследования опубликовано 32 печатные работы, из них 9 работ – в журнале, индексируемом в международной базе данных Scopus; 11 работ – в журнале, рекомендованном Перечнем РУДН/ВАК; 12 – в иных изданиях, а также получено 3 патента на изобретения.

Личное участие в проведенном исследовании

Автор самостоятельно провел анализ 3352 источников научной литературы электронных библиотек PubMed, Scopus, e Library и на сайте Роспатента за период с 2015 по 2023 годы по теме планируемой диссертационной работы, выявил особенности определения абразивной способности профилактических стоматологических средств с помощью профилометрии, количественный и качественный состав абразивных эталонных суспензий, особенности устройства специальных роторных машин, состав профилактических зубных паст.

Принимал непосредственное участие в разработке регистрации, изучении клинической эффективности, во внедрении и продвижении лечебно-профилактических и профилактических зубных паст ROCS в России и за рубежом.

Организовал и провел исследования по определению абразивного износа 166 образцов полевошпатной керамики по 88 образцов из диоксида лития и диоксида циркония 216 ранее удаленных зубов, проведенные по разработанному автором методу.

Организовал и провел клинические исследования 240 пациентов с естественными зубами и протезированных керамическими несъемными зубными протезами. Проводил оценку эффективности разработанных зубных паст, определял их гигиеническое и пародонтологическое состояние полости рта, количественную светоиндуцированную флюоресценцию (QLF), определение чувствительности и цвета зубов аппаратными методами, абразивный износ с помощью современных цифровых технологий.

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», «Список литературы» и «Приложения». Обзор литературы включает 229 источников, в том числе 92 отечественных авторов и 137 иностранных. Диссертация изложена на 279 страницах компьютерного текста, иллюстрирована 30 таблицами, 133 рисунками и фотографиями.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для достижения цели диссертационного исследования, повышения эффективности профилактики абразивного износа естественных зубов и несъемных зубных протезов, были поставлены и решены задачи, основным мотивом которых явилась разработка и экспериментально-клиническое подтверждение эффективности нового метода оценки абразивности стоматологических профилактических средств. Схема дизайна исследования представлена на Рисунке 1.

РАЗРАБОТКА СТАНДАРТА АБРАЗИВНОСТИ В СТОМАТОЛОГИИ

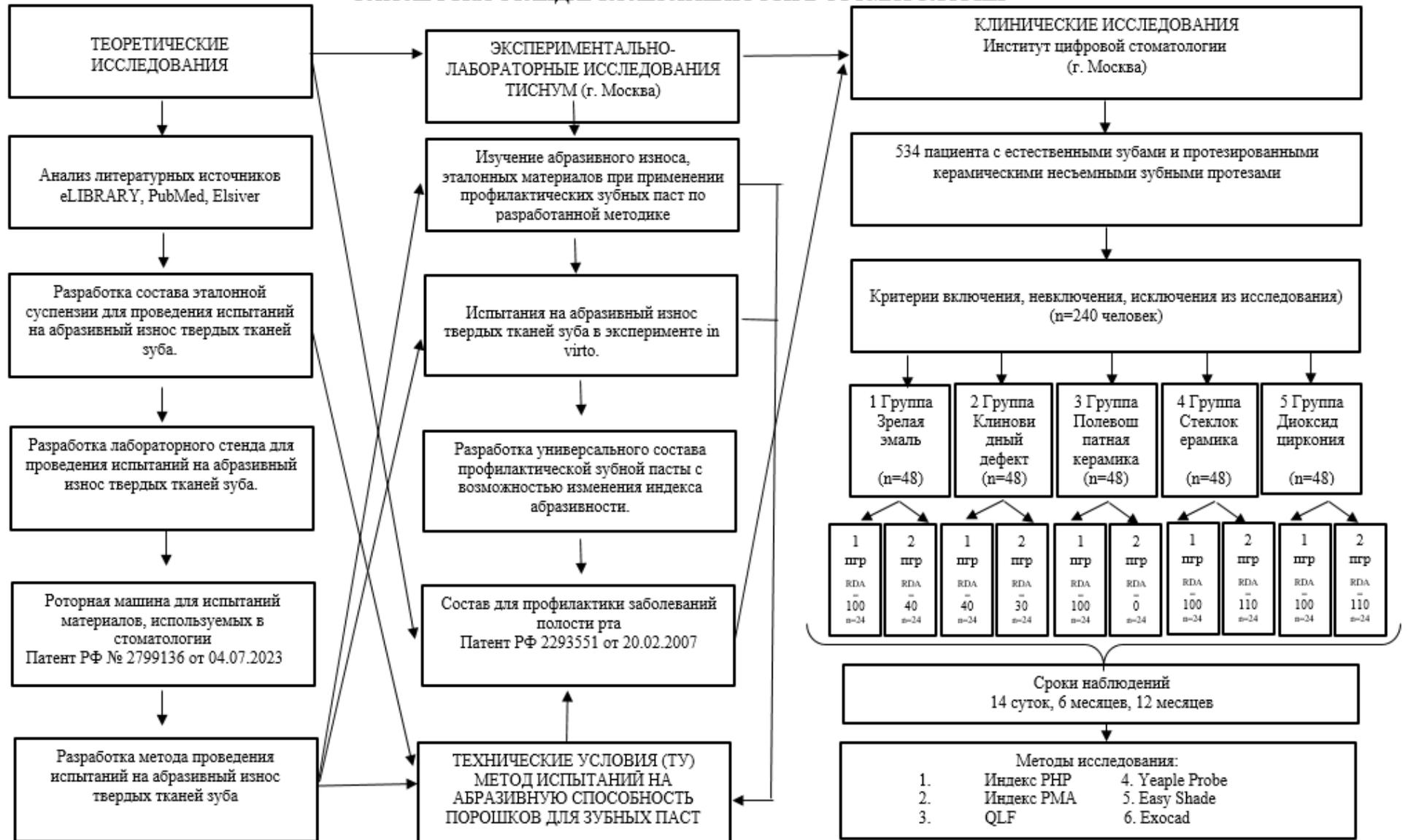


Рисунок 1 – Схема дизайна исследования диссертационной работы

Разработка состава эталонной суспензии для проведения испытаний на абразивный износ твердых тканей зуба.

Для разработки эталонной суспензии, участвующей в проведении испытаний на абразивный износ твердых тканей зуба в качестве абразивов, были отобраны порошки диоксида кремния Sorbosil AC 36 (Англия) и Absil 100 (Индия), зарекомендовавшие себя на производственном рынке. В лаборатории ООО «Полихим Москва» был проведен анализ предоставленного порошка Absil 100 из партии, используемой в дальнейшей работе с помощью метода IMS-WI-QC-003 & MICRO-01. В результате проведенных исследований было выявлено, что представленные материалы полностью отвечает требованиям EP/USP/NF для диоксида кремния для применения в зубных пастах и требованиям JSQI для гидратированного диоксида кремния.

Далее для приготовления суспензии использовался осажденный аморфный гидратированный диоксид кремния указанных производителей, частицы которого имеют сферическую форму. Суспензия готовилась в соответствии с ГОСТ 7983-99 [ГОСТ 7983-99 Пасты зубные. Общие технические условия. 2001. 36 р.] в два этапа.

Материал и методы разработки лабораторного стенда для проведения испытаний на абразивный износ твердых тканей зуба.

Решением следующей задачи явилась разработка стенда для проведения циклических испытаний зубов на абразивный износ с помощью подготовленной суспензии. Технический результат изобретения заключался в создании роторной машины для циклических испытаний зубных щеток и паст, исследования поверхности твердых тканей зуба, стоматологических реставрационных материалов, простой конструкции, упрощающей проведение испытаний и обеспечивающей возможность быстрой смены образцов и зубных щеток, заправки автоматического дозатора.

Материал и методы разработки метода проведения испытаний на абразивный износ твердых тканей зуба.

Следующей задачей стало решение вопроса о разработке метода проведения испытаний на абразивный износ твердых тканей зуба с использованием предложенной установки.

При разработке методики использовали стандартные блоки из материалов, применяемых при протезировании в стоматологии: диоксид циркония, полевошпатная керамика, стеклокерамика. После подготовки роторной машины к испытаниям производилась подготовка расходных материалов и образцов. В качестве истирающего элемента использовались жёсткие щётки R.O.C.S. SMART BRUSH. Одновременно с зубными щетками подготавливались исследуемые блоки.

После подготовки блоков к эксперименту производилось измерение их профиля. Для этого блоки в эпоксидном корпусе устанавливаются в измерительную оправку профилметра. Для этого линейный транслятор с измерительной оправкой перемещаются под конфокальным пером, в то время как регистрируется поверхность блока. Аналогичным образом происходит измерение профиля остальных блоков.

После проведения опыта на истирание, образцы вынимались из оправок и промывались для повторной регистрации поверхности.

Материал и методы изучения абразивного износа, эталонных материалов при применении профилактических зубных паст по разработанной методике.

Для решения поставленной задачи интерпретация значений абразивного износа, полученных при проведении исследований по разработанной методике со значениями индекса относительного стирания дентина (RDA – Relative Dentin Abrasivit), эталонным профилактическим стоматологическим средством была выбрана зубная паста R.O.C.S. Двойная Мята (Россия) с известным RDA=100. Учитывая технологические допуски в производстве, зубная паста, используемая в эксперименте, была отправлена для определения индекса относительного стирания дентина в Соединенные Штаты Америки. Из аналогичного сырья также была составлена зубная паста концентрацией абразивных частиц меньшей в 2 раза. Данной пасте был присвоен код №84/2023.

Изучение RDA указанных профилактических средств проводилось в Школе стоматологии Университета Индианы, Научно-исследовательского института гигиены полости рта (США).

В данном исследовании использовался тест на абразивность по Хефферрену, рекомендованный ADA и ISO 11609 для определения абразивности зубных профилактических средств к дентину.

Результаты проведенных испытаний представлены в Таблице 1.

Таблица 1 – Результаты относительной стираемости дентина профилактических зубных паст

Номер	Зубная паста	Медиана	RDA
1	R.O.C.S.Двойная Мята	101,55	97,87±4,55*
2	Образец №84/2023	52,42	51,96±1,73

* Среднее значение ± SEM (N=8)

Исследуемые образцы представляют собой блоки из полевошпатной керамики, выбранной по результатам ранее проведенных экспериментов, как самые показательные, залитые в шайбы из эпоксидной смолы диаметром 30 мм. В каждой второй шайбе с образцом было сделано отверстие для подачи абразивного материала. Поверхность образцов керамики перед каждым экспериментом полировалась до шероховатости 0,2 мкм. Для соотнесения профилей

поверхностей до и после испытаний на краях блоков в качестве меток были нанесены две царапины с каждой стороны и одна вдоль блока. Метки заклеивались плотным слоем защитной пленки для сохранения профиля царапин и отсутствия их износа. Подготовка абразивной суспензии осуществлялась согласно ГОСТ 7983-99. Проводились сравнительные испытания с применением абразивов различного происхождения (английского и индийского) и суспензий лабораторного образца зубной пасты №84/2023 и зубной пасты R.O.C.S. Двойная мята. Для приготовления суспензии к 25 г каждой из зубных паст добавляли 40 мл воды. Суммарно проведено 5 серий испытаний.

В каждой серии было исследовано по 6 образцов. Сканирование поверхности проводилось на оптическом 3D профилометре S Neox (Sensofar, Испания) вдоль образца до и после испытаний. Поле сканирования – 1,4×1,7 мм. На каждом образце снималось 12 последовательных изображений для дальнейшего восстановления рельефа поверхности на характерной длине образца 15 мм. Испытания проводились на разработанной роторной машине.

Материал и методы апробации разработанной методики испытаний на абразивный износ твердых тканей зуба в эксперименте *ex vivo*.

Для апробации разработанной методики испытаний на абразивный износ твердых тканей зуба, эмали и дентина в эксперименте *ex vivo*, исследовались зубы, ранее удаленные по ортодонтическим показаниям или в результате заболеваний пародонта. Зубы были разделены на две равные группы по 6 штук. В первой группе были представлены зубы с интактной зрелой эмалью. Во второй группе аналогичные зубы распиливались продольно. Образцы заливались в шайбы из эпоксидной смолы диаметром 30 мм. В каждой второй шайбе с образцом создавалось отверстие для подачи абразивного материала. Для соотнесения профилей поверхностей до и после испытаний поверхность эпоксидной смолы с двух сторон от зуба заклеивалась плотным слоем защитной пленки для сохранения профиля поверхности и отсутствия ее износа.

Испытания проводились с применением абразивной суспензии с концентрацией диоксида кремния 10 г на 50 мл эталонного растворителя. Абразивная суспензия была приготовлена с абразивом индийского происхождения Absil 100, соответствующая индексу RDA, равному 47.

Сканирование поверхности проводилось на оптическом 3D профилометре S Neox (Sensofar, Испания). Поле сканирования – 1,4×1,7 мм. На каждом образце снимались последовательные изображения вдоль образца до и после испытаний для дальнейшего восстановления рельефа поверхности на всей длине образца.

Испытания проводились на разработанной установке. На узел оправки с щетками устанавливается груз массой 800 г (130 г на каждый образец). Скорость вращения щеток – 3 оборота/сек, скорость подачи суспензии – 224 мл/час. Испытания проводились на протяжении

2 часов, что имитирует год чистки зубов. После испытаний образцы промывались, снималась защитная пленка. Проводилось сканирование поверхности образцов после износа.

Для каждого из образцов строился усредненный по ширине изображения профиль поверхности. Абразивная способность испытуемой суспензии для эмали и дентина определялась средней глубиной износа материала на базовой длине профиля, составляющей 4 мм.

Материал и методы разработки универсального состава профилактической зубной пасты с возможностью изменения индекса абразивности.

В результате проведенных исследований появилась необходимость в разработке универсального состава профилактической зубной пасты, отвечающей всем требованиям, применяемым к данным изделиям, с возможностью изменения состава для достижения различной степени абразивности.

При анализе литературных данных были выявлены основные компоненты профилактических зубных паст. Предлагаемый состав включал аналогичные компоненты: глицерин, ксилитол, кремния диоксид, ксантановую смолу, метилпарабен, пропилпарабен, титана диоксид, отдушку, бромелаин, натрия сахарин, натрия лаурилсульфат (алкиламидобетаин), кальция глицерофосфат, магния хлорид (магния глицерофосфат), воду питьевую. Отличительными компонентами известных зубных паст явилось использование в предлагаемом составе протеолитического фермента - бромелаина, ксилитола, магния хлорида или магния глицерофосфата, алкиламидобетаина, обеспечивающих более высокое лечебно-профилактическое, реминерализующее, выраженное противовоспалительное, противоналетное и очищающее действие.

При разработке универсального состава зубной пасты, помимо возможности изменения её абразивности, была заложена возможность производства составов различного назначения.

Материалы и методы клинического исследования.

Полученные в результате проведенных экспериментально-лабораторных исследований данные легли в основу теории клинического применения профилактических зубных паст в зависимости от их абразивной способности. В соответствии с рабочей гипотезой безопасным для эмали является использование паст с индексом абразивности не более 100 RDA, для дентина не более 40 и для различных конструкционных материалов, используемых в технологии протезирования зубов керамическими реставрациями, индекс абразивности должен быть в диапазоне от 100 до 110 RDA. При этом использование профилактических средств должно способствовать удалению бактериального налета с поверхности естественных и искусственных

зубов, здоровью пародонта и не способствовать абразивному износу, значения которого превышают значения физиологической стираемости эмали.

Для подтверждения упомянутой теории было проведено комплексное сравнительное проспективное рандомизированное контролируемое клиническое исследование, согласованное с Комитетом по Этике Медицинского института РУДН им. Патриса Лумумбы (Протокол № 23 от 22.12. 2023).

Всего было обследовано 534 пациента с естественными зубами и протезированными керамическими несъемными зубными протезами. В соответствии с критериями включения, не включения из исследований было сформировано 5 клинических групп с 2 подгруппами в каждой по 24 человека. Всего приняло участи в исследовании 240 пациентов.

Критерии включения в исследование:

1. Пациенты с интактными зубами и зубными рядами.
2. Пациенты с множественными клиновидными дефектами с обнаженным дентином.
3. Пациенты с кармическими реставрациями передней группы зубов, изготовленными из диоксида циркония.
4. Пациенты с кармическими реставрациями передней группы зубов, изготовленными из дисиликата лития.
5. Пациенты с кармическими реставрациями передней группы зубов, изготовленными из полевошпатной керамики.
6. Отсутствие в полости рта очагов деминерализации.
7. Отсутствие съемных зубных протезов в полости рта.
8. Отсутствие в анамнезе общих соматических состояний, влияющих на минеральный обмен
9. Отсутствие психических заболеваний и заболеваний центральной нервной системы.

Критерии невключения в исследование:

1. Наличие композитных реставраций на вестибулярных поверхностях передней группы зубов у пациентов с интактными зубными рядами.
2. Наличие диагнозов: флюороз зубов, гипоплазия эмали, эрозия эмали.
3. Наличие в полости рта очагов деминерализации.
4. Наличие съемных и несъемных зубных протезов в полости рта.
5. Курение, злоупотребление алкоголем, крепким чаем и кофе.
6. Отсутствие мотивации пациента к проведению ежедневных мероприятий по индивидуальной гигиене полости рта.

Первую группу исследования составили 48 пациентов с интактными зубами, основным критерием формирования данной группы явилось отсутствие композитных реставраций на вестибулярной поверхности передней группы зубов.

Вторую группу исследования составили 48 пациентов с клиновидными дефектами передней группы зубов, основным критерием формирования данной группы явилось поражение твердых тканей в пределах дентина. Всем пациентам данной группы до начала исследования была проведена коррекция окклюзионных взаимоотношений зубов при артикуляционных движениях для исключения травматического фактора как провоцирующего увеличение объема дефекта на клинических этапах наблюдений.

Третью, четвертую и пятую группу составили по 48 пациентов, передняя группа зубов которых была протезирована несъемными керамическими реставрациями, изготовленными из полевошпатной керамики, дисиликата лития из диоксида циркония полной анатомии.

Пациенты всех групп в случайном порядке были разделены на две равные подгруппы по 24 человека. Каждой подгруппе были выданы профилактические зубные пасты с различным индексом абразивности для ежедневного использования два раза в сутки.

В первой группе были пациенты с интактными зубами, основным критерием формирования данной группы явилось отсутствие композитных реставраций на вестибулярной поверхности передней группы зубов. Пациенты первой подгруппы первой группы на протяжении года ежедневно, 2 раза в сутки, чистили зубы по отработанной схеме выданными им зубными щетками средней степени жесткости зубной пастой R.O.C.S. Двойная мята с RDA=100. Пациенты второй подгруппы первой группы чистили зубы пастой с RDA=40 – R.O.C.S. Активный кальций Сенситив.

Вторую группу исследования составили пациенты с клиновидными дефектами передней группы зубов, основным критерием формирования данной группы явилось поражение твердых тканей в пределах дентина. Первая подгруппа использовала в качестве профилактических средств зубную пасту R.O.C.S. Активный кальций Сенситив (RDA=40), вторая подгруппа чистила зубы в течение года пастой R.O.C.S. Sensitive plus gum care с RDA=30.

Третью, четвертую и пятую группы составили пациенты, протезированные несъемными керамическими реставрациями, изготовленными из различных конструкционных материалов. У пациентов третьей группы керамические реставрации были изготовлены из полевошпатной керамики, у пациентов четвертой группы – из дисиликата лития, у пациентов пятой группы из диоксида циркония полной анатомии. Пациенты первой подгруппы третьей клинической группы чистили зубы пастой R.O.C.S. Двойная мята с RDA=100, пациенты второй подгруппы – пастой с RDA=40 – R.O.C.S. Активный кальций Сенситив. Пациенты первой подгруппы 4 и 5 групп ежедневно в качестве профилактического стоматологического средства применяли пасту

R.O.C.S. Двойная мята (RDA=100), пациенты вторых подгрупп указанных групп – пасту R.O.C.S. Двойная мята чередовали с пастой R.O.C.S. Pro Polishing имеющей RDA=110.

Эффективность применения зубных паст изучалась с помощью оценки гигиенического состояния на различных сроках исследования и оценки состояния пародонта с помощью индексов. В качестве объективных инструментов, подтверждающих эффективность зубных паст, применяли количественную светоиндуцированную флюоресценцию (QLF). Определение чувствительности зубов в приведенном диссертационном исследовании проводилось у пациентов первой и второй групп, не имеющих на исследуемых зубах искусственных коронок, с использованием прибора Yeaple Probe (XiniX Research Inc., США). Определение цвета зубов и керамических реставраций пациентов исследуемых групп проводилась аппаратным методом с помощью спектрофотометра Easy Shade пятой версии (фирма Vita, Германия).

Указанные исследования проводили до начала чистки и на сроках после через 14 суток, 6 и 12 месяцев.

Абразивный износ определяли цифровым методом, сопоставляя виртуальные изображения зубов одного и того же пациента вначале и на завершающих этапах исследования. Полученные данные подвергались статистической обработке.

Статистическую обработку данных проводили в программе STATISTICA 10.0. Для количественных переменных после проверки нормальности распределения с использованием критерия Колмогорова-Смирнова с поправкой на критерий Лилиефорса выбирали один из двух методов анализа статистической значимости различий. Для выборок с распределением, близким к нормальному, использовали двухсторонний двухпарный т-критерий Стьюдента для независимых выборок при определении статистической зависимости значений между группами и подгруппами. При сравнении измеряемых величин и для выборок с распределением, отличным от нормального, использовали непараметрический U-критерий Манна – Уитни. Различия между выборками считали статистически значимыми при значении доверительной вероятности более 95% ($p < 0,05$).

РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

По результатам проведенных исследований была предложена конструкция роторной машины для проведения испытаний на абразивный износ твердых тканей зуба при использовании профилактических средств. Новизна устройства была подтверждена патентом РФ на изобретение №2799136 от 04.07.2023 «Роторная машина для испытаний материалов используемых в стоматологии».

Роторная машина представляет собой оправку с щетками, на которую давят исследуемые образцы. Оправка с щетками приводится в движение от шагового двигателя, установленного в корпусе роторной машины. Оправка с образцами может свободно вертикально перемещаться внутри корпуса. Для создания усилия на узел оправки с блоками устанавливается груз. Роторная машина помещается в контейнер, в котором скапливается подаваемый испытательный раствор. Дозатор представляет собой помпу, подающую испытательную суспензию к установленным образцам. Подача осуществляется по трем трубкам с помощью толкающего штока, который приводится в движение с помощью линейного актуатора. Скорость вращения привода, на котором закреплены щетки, и скорость подачи абразивной суспензии настраиваются в специальном программном обеспечении машины.

После проверки состояния роторной машины и установки всех узлов осуществляется основная часть исследования. На верхнюю платформу устанавливается груз, имитирующий давление зубной щетки при чистке зубов (из расчета в 130 г каждый блок, общая масса 780 г). После прижатия блоков к зубным щеткам осуществляется пуск машины. Испытание проводится в автоматическом режиме. В любой момент времени можно изменить скорости подачи суспензии и частоту вращения зубных щеток.

После проведения опыта на истирание образцы вынимаются из оправок и промываются для регистрации поверхности.

Для имитации года чистки зубов испытания проводятся в течение 2 часов с подобранными скоростями: скорость вращения щеток – 3 оборота/сек, скорость подачи суспензии – 224 мл/час. Значения скоростей подобраны исходя из рекомендаций стоматологов и среднего времени чистки зубов, а также из конструкции машины с вращательным движением щеток и целесообразного расхода суспензии. Последние факторы обеспечивают эффективный расход суспензии, при котором суспензия поступает в рабочую область между щетками и образцами.

При проведении испытаний масса груза, устанавливаемого на узел оправки с блоками, выбирается исходя из расчета 130 г на образец. Выбор обусловлен средней нагрузкой прижима щетки при чистке зубов. В условиях испытаний с вариацией жесткости щеток величина нагрузки влияет на положение щетинок относительно истираемых образцов. Большая нагрузка ведет к изгибанию щетинок и, следовательно, неэффективной чистке, поэтому при проведении испытаний величина массы груза подбирается в зависимости от жесткости щеток. Были использованы щетки серии R.O.C.S. SMART BRUSH средней степени жесткости, подобраны нагрузки: 130 г на образец для жестких щеток, 115 г на образец для щеток средней жесткости.

Не менее важным аспектом при проведении испытаний является установка истираемых образцов. Для равномерного износа необходимо обеспечение одинакового уровня всех образцов. Разная высота образцов приводит к биениям и отсутствию износа поверхности части

образцов. В ходе данной работы выявлено, что наличие наклона поверхности образца также приводит к различной величине износа. Для обеспечения плоскостности и единого уровня образцов необходимо изменить конфигурацию оправки для образцов. Установку образцов необходимо проводить так, чтобы оправка помещалась на образцы сверху. Далее образцы необходимо зафиксировать винтами, обеспечивая единый уровень винтами над образцами, жестко фиксируя образцы в оправку боковыми винтами.

Рекомендуемые параметры испытаний для имитации года чистки: скорость вращения щеток – 3 оборота/сек, скорость подачи суспензии – 224 мл/час, длительность испытаний – 2 часа, масса груза на узле оправки с образцами – 110–140 г на образец.

Результаты разработки методики проведения испытаний на абразивный износ твердых тканей зуба на эталонных материалах, используемых в технологии производства зубных протезов.

При разработке методики использовали стандартные блоки из материалов, применяемых при протезировании в стоматологии: диоксид циркония, полевошпатная керамика, стеклокерамика. После подготовки роторной машины к испытаниям производится подготовка расходных материалов и образцов. В качестве истирающего элемента использовались жёсткие щётки R.O.C.S. SMART BRUSH. Одновременно с зубными щетками подготавливаются исследуемые блоки. Для проведения опыта необходимо жёсткое закрепление образцов в оправке (это обусловлено тем, что блоки должны располагаться строго перпендикулярно щёткам для точности проведения последующих измерений). Для этого блоки заливались в эпоксидный корпус таким образом, чтобы истираемая поверхность выступала на 2 мм от верхней поверхности эпоксидного корпуса. Данное исполнение подготовленных блоков обеспечивает высокую точность позиционирования в оправках роторной машины и профилометра. После установки блока в измерительную оправку происходит процесс измерения профиля. Для этого линейный транслятор с измерительной оправкой перемещаются под конфокальным пером, в то время как регистрируется поверхность блока. Аналогичным образом происходит измерение профиля остальных блоков.

Поверхность блока контрольного материала измерялась профилометром до эксперимента, и формировался профиль поверхности. После проведения испытания на истирание поверхность блока вновь сканировалась профилометром. Так как зубные щетки истирают лишь часть поверхности образца, остаются контрольные участки на краях блоков, линия профиля которых должна совпадать до и после испытания. По этим участкам две линии профиля могут быть совмещены на одном графике. При вычитании линии профиля “после” из линии “до” образуется кривая, соответствующая изношенному участку поверхности блока.

В цикле испытаний истирание проводилось для всех трёх типов образцов. Так как материалы имеют различные физико-механические характеристики, итоговая картина для всех видов образцов отличалась.

Полученные результаты говорят о работоспособности разработанной роторной машины, эксплуатационные характеристики которой соответствуют заявленным. Показано, что построение графика области истирания путем вычитания из линии исходного профиля до истирания линии, соответствующей этому же треку после истирания, позволяет получить характеристику зоны износа (рис. 2).

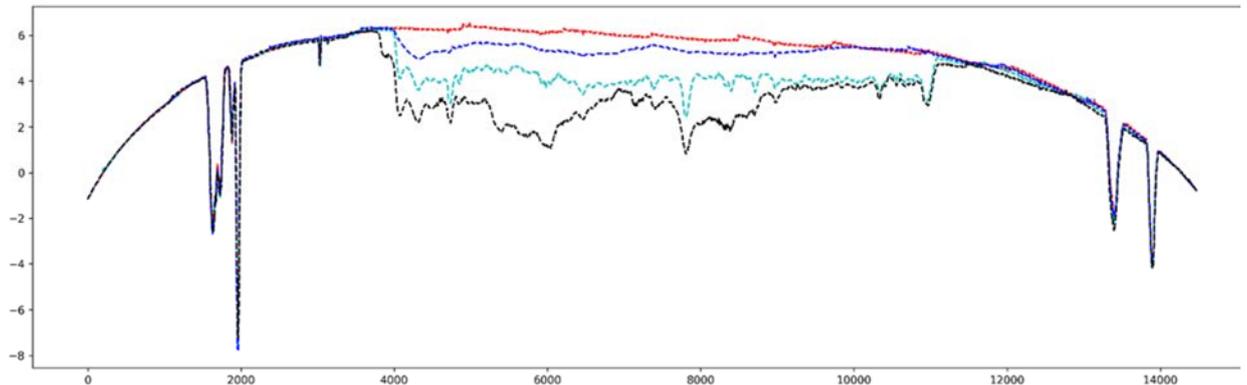


Рисунок 2 — Типичное изменение профиля поверхности в зависимости от длительности испытаний (красная линия – до испытаний, синяя – через 1 час, зеленая – через 2 часа, черная – через 4 часа)

Для отработки полученного результата и подтверждения репрезентативности метода, а также определения влияния на абразивный износ различных концентраций абразивных суспензий было проведено следующее исследование в ранее разработанной роторной машине.

Блоки из полевошпатной керамики, предварительно заливались в стандартные шайбы диаметром 30 мм из эпоксидной смолы. В процессе испытаний блоки с образцами закрепляются в кассету из 6 образцов. В каждой второй шайбе с образцом сделано отверстие для подачи абразивного материала. Поверхность образцов керамики перед каждым экспериментом полировалась до шероховатости 0,2 мкм.

Подготовка абразивной суспензии осуществлялась согласно ГОСТ 7983-99. Испытания проводились с применением абразивных суспензий с концентрацией диоксида кремния 10 г и 20 г на 50 мл эталонного растворителя. Проводились также сравнительные испытания с применением абразивов различного происхождения (английского и индийского). Для каждой концентрации абразивной суспензии испытания проводились длительностью 1 час, 2 часа, 4 часа.

В итоге были получены данные о том, что испытываемые абразивы демонстрируют различные абразивные способности в зависимости от вида абразива, его концентрации и длительности

испытаний. Порошок Absil 100 при одинаковой концентрации суспензии демонстрирует абразивную способность, превышающую абразивную способность порошка AC 36 более чем в 2 раза. При этом абразивная способность порошка Absil 100 при концентрациях суспензии 10 г и 20 г на 50 мл растворителя отличается в 3 раза.

Таким образом, была разработана методика проведения испытаний на абразивный износ, основанная на расчете средней толщины удаленного материала при износе. Для отработки методики разработана роторная машина, применяемая для ускоренной имитации чистки стоматологических материалов. Предложен способ контроля изменения рельефа поверхности в ходе испытаний путем сшивки изображений поверхности, полученных методом конфокальной микроскопии. Предложенный способ является эффективным методом количественной оценки абразивной способности зубной пасты

Результаты изучения абразивного износа, эталонных материалов при применении профилактических зубных паст.

Для корреляции значений абразивного износа, полученных при проведении исследований по разработанной методике со значениями индекса относительного стирания дентина (RDA – Relative Dentin Abrasivit), было проведено 5 серий экспериментов.

Для решения поставленной задачи эталонным профилактическим стоматологическим средством была выбрана зубная паста R.O.C.S. Двойная Мята (Россия) с известным RDA=100. Учитывая технологические допуски в производстве, зубная паста, используемая в эксперименте, была отправлена для определения индекса относительного стирания дентина в Соединенные Штаты Америки. Из аналогичного сырья также была составлена зубная паста концентрацией абразивных частиц меньшей в 2 раза. Данной пасте был присвоен код №84/2023.

Материал для каждой из тестируемых суспензий был рассчитан и усреднен для использования при расчете RDA (относительная стираемость дентина) для тестируемого материала. Стандартному материалу ADA было присвоено значение 100 и рассчитано его соотношение к тестируемому материалу. В результате были получены значения RDA для пасты R.O.C.S. Двойная Мята (Россия) с медианой 101,55, а для образца №84/2023 – 52,42.

Далее в эксперименте абразивная способность зубных паст проводилась на образцах полевошпатной керамики по разработанной методике в роторной машине в сравнении с абразивными суспензиями английского и индийского производства с различной концентрацией диоксида кремния, эффективность которых была подтверждена в предыдущих экспериментах.

При испытаниях суспензий индийского порошка Absil 100 и английского порошка AC 36 с одинаковой концентрацией были получены значения средней глубины износа при длительности испытаний 2 часа $2,37 \pm 0,45$ мкм и $1,90 \pm 0,25$ мкм соответственно. Увеличение концентрации абразива Absil 100 привело к увеличению абразивной способности в 2,5 раза (рис.3).

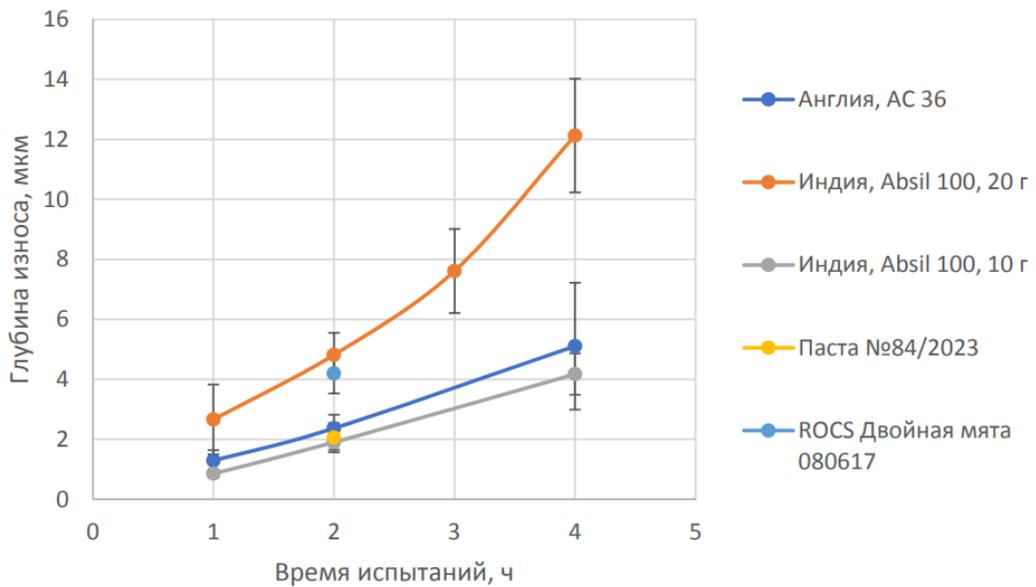


Рисунок 3 — Зависимость глубины износа керамических образцов от длительности воздействия абразивными суспензиями

Паста R.O.C.S. Двойная мята имеет абразивную способность в 2 раза выше абразивной способности лабораторного образца пасты №84/2023, что соответствует ранее проведенным экспериментам по определению индекса RDA. Учитывая значения RDA зубной пасты R.O.C.S. Двойная мята (100), а пасты №84/2023 (50), была выстроена теоретическая модель, в соответствии с которой условные значения индекса RDA суспензии индийского порошка Absil 100 с концентрацией диоксида кремния 20 г на 50 мл эталонного растворителя соответствует значению 115, с концентрацией диоксида кремния 10 г на 50 мл эталонного растворителя – 47 RDA.

Результаты апробации разработанной методики испытаний на абразивный износ твердых тканей зуба в эксперименте *in vitro*

Исследовались зубы, ранее удаленные по ортодонтическим показаниям или в результате заболеваний пародонта. Зубы были разделены на две равные группы по 6 штук. В первой группе были представлены зубы с интактной зрелой эмалью. Во второй аналогичные зубы распиливались продольно. Образцы заливались в шайбы из эпоксидной смолы диаметром 30 мм. В каждой второй шайбе с образцом создавалось отверстие для подачи абразивного материала. Для соотнесения профилей поверхностей до и после испытаний поверхность эпоксидной смолы с двух сторон от зуба заклеивалась плотным слоем защитной пленки для сохранения профиля поверхности и отсутствия ее износа. Испытания проводились с применением абразивной суспензии с концентрацией диоксида кремния 10 г на 50 мл эталонного растворителя. Абразивная суспензия была приготовлена с абразивом индийского происхождения Absil 100, соответствующая индексу RDA, равному 47.

По результатам проведенных испытаний были получены данные о том, что средняя глубина износа эмали при ежедневном использовании зубной пасты с индексом RDA 50 соответствует 23 мкм, тогда как физиологическая стираемость эмали составляет от 34 до 42 мкм в год (рис. 4).

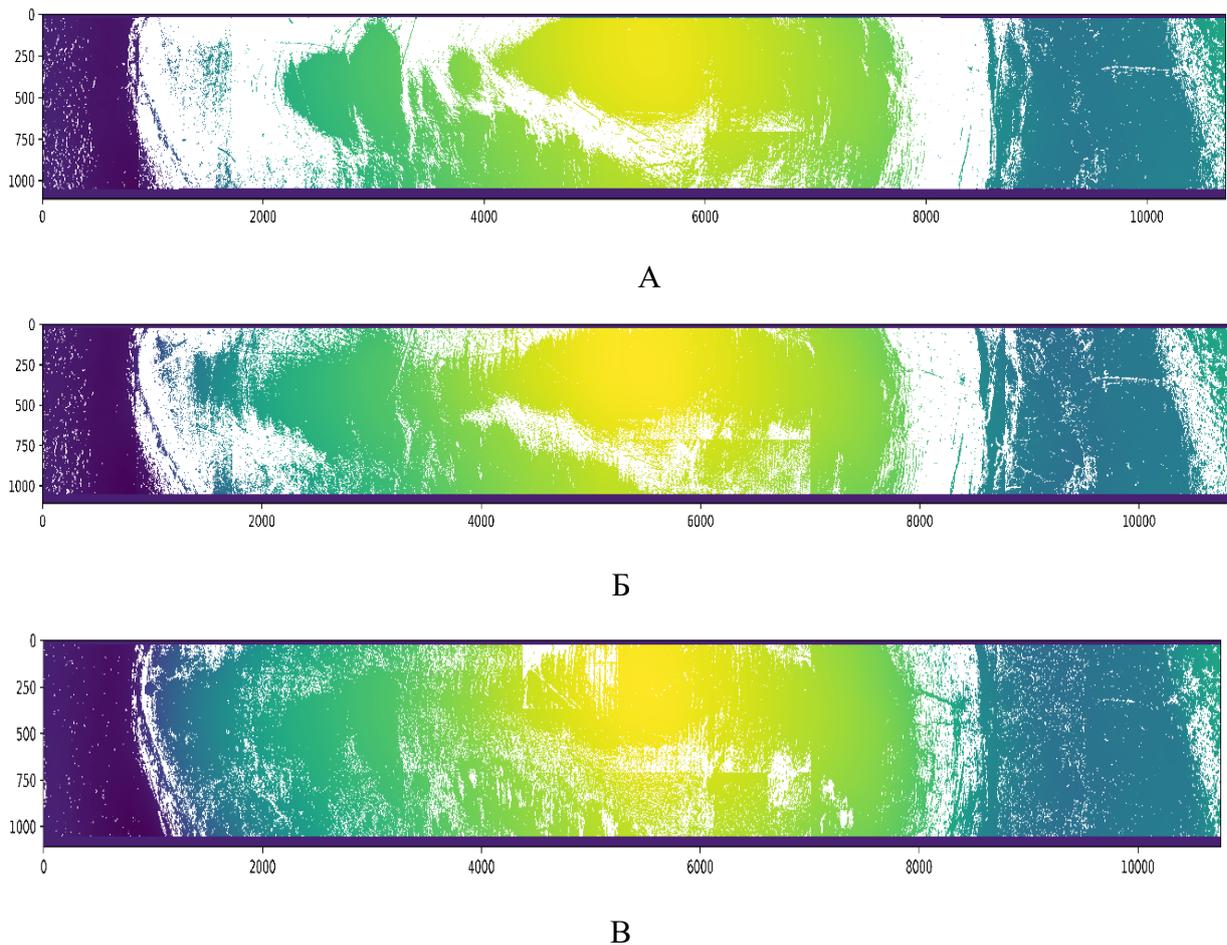


Рисунок 4 — Изображения поверхности образца эмали: А – до испытаний; Б – после испытаний без графита; В – после испытаний с графитом

При этом средняя глубина износа дентина превышает среднюю глубину износа эмали более чем в 10 раз. Таким образом, ежедневное использование профилактических зубных паст с индексом RDA 50 приводит к абразивному износу эмали в два раза меньше значений физиологической стираемости, а, соответственно, использование профилактических зубных паст с индексом RDA 100 является безопасным, что соответствует мировым научным данным. Тогда как пациентам с обнаженным дентином использование паст с индексом RDA 100 противопоказано, так как может повлечь за собой потерю твердых тканей в пределах 1,2 мм в год, и соответственно данной категории лиц рекомендовано использовать для ежедневного ухода пасты с индексом RDA не более 30.

По результатам проведенных испытаний был предложен проект технических условий метода испытаний на абразивную способность порошков для зубных паст.

Результаты разработки универсального состава профилактической зубной пасты с возможностью изменения индекса абразивности

В итоге долгой работы, включающей анализ литературных данных и подбор ингредиентов, был разработан универсальный состав профилактических зубных паст, позволяющий путем изменения концентрации определенных элементов добиваться вариабельной абразивной способности и клинических эффектов.

Состав для профилактики заболеваний полости рта в виде зубной пасты, содержащий глицерин, кремния диоксид, глицерофосфат кальция, метилпарабен, пропилпарабен, титана диоксид, отдушку, натрия сахаринат, натрия лаурилсульфат или алкиламидобетаин, воду питьевую, отличающийся тем, что он дополнительно содержит протеолитический фермент бромелаин, получаемый из стеблей ананаса, природный сахарозаменитель ксилитол, ксантановую смолу и магния хлорид или магния глицерофосфат при следующем количественном содержании компонентов, мас. %: Глицерин— 20,0-25,0; Ксилитол—10,0-14,0; Кремния диоксид — 22,0-26,0; Ксантановая смола — 1,2-1,4; Метилпарабен — 0,2-0,3; Пропилпарабен — 0,08-0,12; Натрия сахарин — 0,1-0,3; Титана диоксид — 0,2-0,4; Отдушка — 0,7-1,0; Бромелаин — 0,1-0,7; Натрия лаурилсульфат — 1,2-1,4 или алкиламидобетаин — 3,5; Кальция глицерофосфат — 0,6-1,0; Магния хлорид — 0,08-0,16 или магния глицерофосфат — 0,16; Вода питьевая — до 100.

Таким образом, были разработаны профилактические зубные пасты ROCS, имеющие различную степень абразивности и процентное соотношение активных компонентов. Результаты многолетнего применения указанных зубных паст представлены в опубликованных нами научных публикациях.

РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ КЛИНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Во всех группах исследования через шесть месяцев после начала эксперимента было зафиксировано снижение значений гигиенического индекса относительно первоначальных, что свидетельствует об эффективности проведенного обучения гигиене полости рта и о наличии очищающей эффективности у всех использованных зубных паст.

В результате анализа показателей гигиенического индекса РНР в исследуемых группах можно сделать вывод об эффективности применения зубных паст с высоким индексом абразивности RDA 100 для улучшения гигиенического состояния полости рта у пациентов с естественными зубами и керамическими реставрациями. У пациентов с клиновидными дефектами различий очищающей эффективности при использовании зубных паст с RDA 30 и 40 не было выявлено (рис.5).

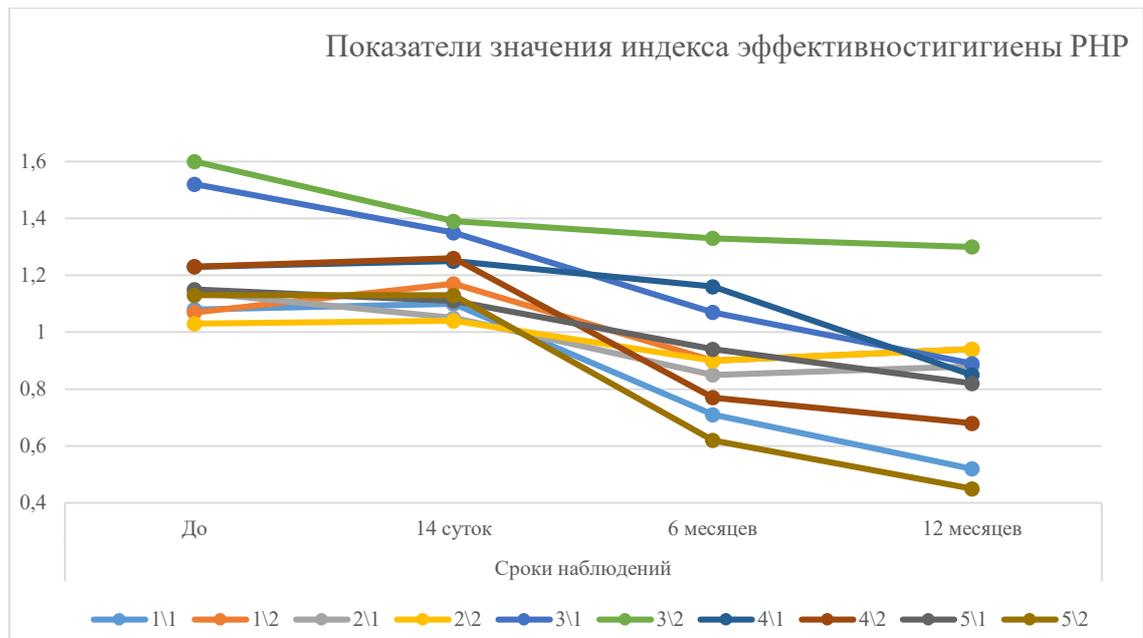


Рисунок 5 – График динамического состояния индекса эффективности гигиены полости рта РНР пациентов исследуемых групп

Использование зубной пасты с повышенной абразивностью RDA 110 повышает эффективность очищения поверхности керамических реставраций и при регулярном использовании улучшает гигиеническое состояние полости рта у пациентов с керамическими реставрациями из стеклокерамики и диоксида циркония.

В результате анализа полученных значений индекса РМА не было обнаружено значимых различий в показателях между подгруппами во всех группах исследования. На поздних сроках наблюдения (6 и 12 месяцев) во всех подгруппах среднее значение индекса снижалось на 13–19% относительно первоначальных значений.

Показатели количественной светоиндуцированной флуоресценции статистически значимо ($p < 0,05$) снижались на поздних сроках наблюдения относительно начальных во всех исследуемых группах. По результатам исследования у пациентов исследуемых групп можно судить о повышенной очищающей эффективности зубных паст с RDA 100 при длительном (12 месяцев) использовании у пациентов с естественными зубами (среднее значение индекса SHS на 40% ниже, чем при использовании паст с показателем RDA 40) и реставрациями из полевошпатной керамики (среднее значение индекса SHS на 50% ниже, чем при использовании паст с показателем RDA 40). Аналогичная закономерность прослеживается и при анализе очищающей эффективности зубных паст с RDA 110 при длительном (12 месяцев) использовании у пациентов с керамическими реставрациями из диоксида циркония (среднее значение индекса SHS на 59% ниже, чем при использовании паст с показателем RDA 100) и стеклокерамики (среднее значение индекса SHS на 50% ниже, чем при использовании паст с показателем RDA 100). У пациентов с клиновидными дефектами удалось достичь одинаково

хорошей степени очищения поверхности зубов ($SHS < 1$) при использовании зубной пасты как с RDA 40, так и RDA 30.

По результатам проведенного исследования чувствительность зубов в первой группе исследования изменялась незначительно и не снижалась ниже 70, что говорит о нормальной чувствительности зубов у пациентов с интактными зубами в течение эксперимента, независимо от применяемой пациентами зубной пасты. Во 2 группе до начала исследования регистрировали показатели Yealpe Probe ниже 70, что свидетельствует о повышенной чувствительности зубов. При использовании зубной пасты с RDA 40 у пациентов данной группы наблюдалось статистически значимое снижение показателя Yealpe Probe зубов до $53,29 \pm 3,56$ против $64,75 \pm 3,27$ на момент начала наблюдений ($p < 0,05$). При использовании менее абразивной зубной пасты (RDA 30) показатели Yealpe Probe снижались незначительно и к концу исследования средний результат составлял $61,50 \pm 3,79$ против $64,71 \pm 3,44$ в начале исследования (рис. 6).

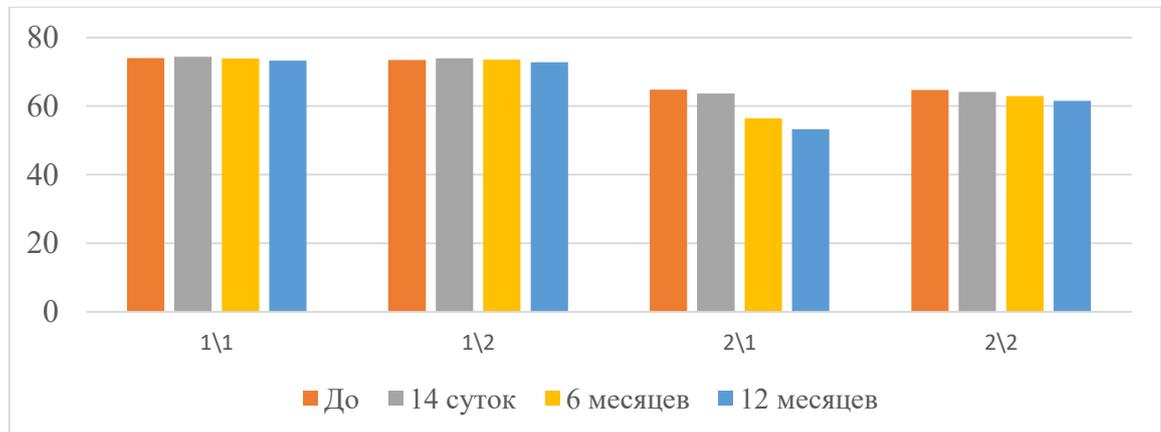


Рисунок 6 – Динамические изменения значений показателей чувствительности зубов, зарегистрированных прибором Yealpe Probe у пациентов первой и второй клинических групп

Таким образом, применение более абразивных зубных паст у пациентов с интактными зубами не влияло на чувствительность, а у пациентов с клиновидными дефектами даже незначительное увеличение абразивности используемой зубной пасты повышало чувствительность зубов (показатель Yealpe Probe после 12-месячного применения зубной пасты с RDA 40 был на 13% ниже).

В результате статистического анализа средних числовых значений цвета зубов в исследуемых группах обнаружили, что у пациентов с интактной эмалью наблюдалась тенденция к осветлению зубов в среднем на 1,3 тона при длительном (12 месяцев) ежедневном использовании зубной пасты с RDA 100 ($p < 0,05$). При применении зубной пасты с RDA 40 у данной группы пациентов изменений цвета зубов не наблюдали.

Наиболее значительный эффект осветления зубов отметили у пациентов с клиновидными дефектами. При регулярном использовании зубных паст с абразивностью RDA 30 и 40 в течение 12 месяцев наблюдали статистически значимое ($p < 0,05$) осветление дентина зубов в среднем на 3,42 тона и 3,37 тона соответственно.

У пациентов с керамическими реставрациями из полевошпатной керамики (3 группа) изменения цвета реставраций по прошествии 12 месяцев ежедневного использования не наблюдали вне зависимости от применяемой зубной пасты.

Влияние применения зубной пасты с абразивностью RDA 110 на оттенок стоматологической керамики было заметно у пациентов с реставрациями из стеклокерамики и диоксида циркония. В среднем произошло осветление поверхности керамики на 0,88 тона и 0,79 тонов соответственно, что имеет практическое значение, учитывая изначально светлые оттенки керамики. При этом различия между числовыми значениями цвета зубов на момент начала исследования и через 12 месяцев были статистически значимыми во 2 подгруппе 4 группы ($p < 0,05$) (рис. 7).

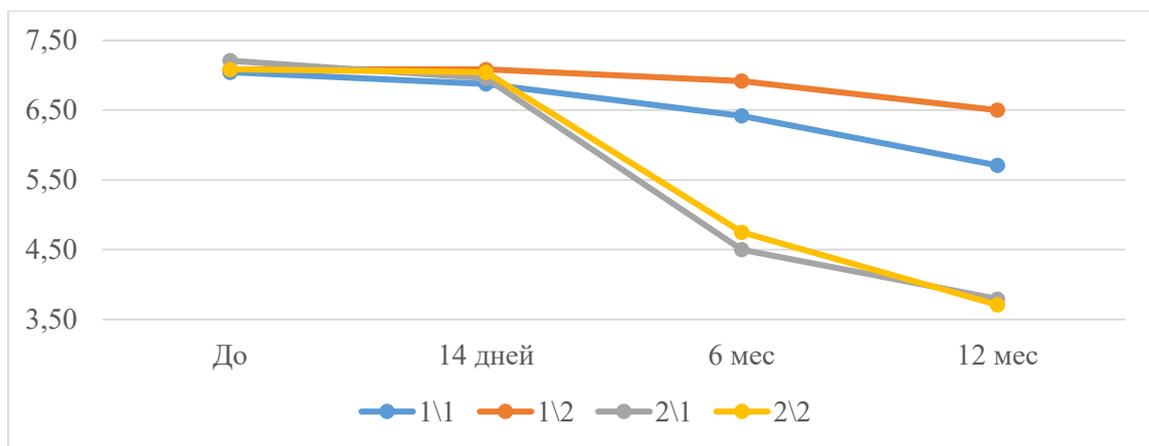


Рисунок 7 – Графическое изображение динамического изменения значений цвета естественных зубов пациентов первой и второй клинических групп

Абразивный износ зубов и керамических реставраций пациентов исследуемых групп определяли с помощью компьютерных стоматологических технологий сопоставлением цифровых слепков зубных рядов одного и того же пациента до начала ежедневной чистки рекомендованными пастами и через 12 месяцев.

Из результатов проведенного анализа цифровых слепков зубных рядов пациентов первой группы исследования видно, что средняя глубина износа эмали при ежедневном использовании рекомендованных зубных паст у пациентов с естественными интактными зубами соответствовала $34,29 \pm 3,01$ мкм и $19,46 \pm 2,00$ мкм соответственно, для паст с показателем абразивности RDA 100 и 40. Тогда как физиологическая стираемость эмали составляет от 34 до 42 мкм в год.

В то же время у пациентов с обнаженным дентином средняя величина абразивного износа оказалось в среднем в 10 раз выше, чем стираемость эмали зуба. В случае с применением зубной пасты с RDA 30 износ составил $326,38 \pm 15,67$ мкм, что соответствует диапазону среднегодовой стираемости дентина согласно мировым научным данным и проведенным экспериментам *in vitro*. При использовании зубной пасты с RDA 40 величина стираемости дентина составила $442,79 \pm 29,91$ мкм, что превышает допустимую величину среднегодовой стираемости дентина.

Глубина стираемости керамических реставраций у пациентов 3 – 5 групп была незначительной (до 2,5 мкм) вне зависимости от применяемой зубной пасты (таб. 2).

Таблица 2 – Средние значения абразивного износа зубов и керамических реставраций пациентов исследуемых групп.

Группа/подгруппа /паста/RDA	Абразивный износ через 12 месяцев (мкм)
1/1 ROCS Двойная мята RDA=100	$34,29 \pm 3,01$
1/2 ROCS Активный кальций Сенситив RDA=40	$19,46 \pm 2,00$
2/1 ROCS Активный кальций Сенситив RDA=40	$442,79 \pm 29,91$
2/2 ROCS Sensitive plus gum care RDA=30	$326,38 \pm 15,67$
3/1 ROCS Двойная мята RDA=100	$2,35 \pm 0,36$
3/2 ROCS Активный кальций Сенситив RDA=40	$0,97 \pm 0,11$
4/1 ROCS Двойная мята RDA=100	$1,84 \pm 0,19$
4/2 ROCS Pro Polishing 110	$1,84 \pm 0,19$
5/1 ROCS Двойная мята 100	$0,88 \pm 0,22$
5/2 ROCS Pro Polishing 110	$0,81 \pm 0,21$

Таким образом, анализируя результаты исследования гигиенических индексов, показателей QLF, чувствительности зубов, изменения цвета и величины абразивного износа зубов и керамических реставраций, можно сделать следующие выводы и дать рекомендации по применению зубных паст.

У пациентов с интактной эмалью зубов допустимо применение зубных паст с высокой абразивностью со значением RDA до 100 единиц с целью улучшения гигиенического состояния полости рта и осветления зубов, так как абразивный износ при применении данных паст соответствует нормальному физиологическому износу эмали (от 34 до 42 мкм в год) и не приводит к повышению чувствительности зубов. То же верно и для пациентов с реставрациями из полевошпатной керамики.

Для пациентов, у которых в полости рта имеются участки обнаженного дентина, следует выбирать зубную пасту с наименьшим показателем абразивности, так как по результатам проведенного исследования выявлено, что применение зубных паст с индексами абразивности RDA 30 и 40 у данной группы пациентов позволяет эффективно проводить очищение поверхностей зубов, что видно по результатам анализа значений индексов РНР <1, РМА <30% и показателей QLF <1, и осветлять их в среднем на 3 тона. В то же время при использовании пасты с RDA 40 у таких пациентов повышалась чувствительность зубов (среднее значение Yealpe Probe $53,29 \pm 3,56$), а показатели стираемости дентина превышали среднегодовые физиологические значения.

Пациентам с реставрациями из диоксида циркония и стеклокерамики рекомендуется применять пасту с повышенным индексом абразивности RDA 110 ввиду отсутствия негативного влияния абразива на цвет, толщину керамики и наличия, улучшенного очищающего и осветляющего эффектов данных паст, что подтверждается более низкими показателями гигиенического индекса РНР при длительном (12 месяцев) использовании. Показатели количественной светоиндуцированной флуоресценции при использовании пасты с индексом абразивности RDA 100 были ниже у пациентов с реставрациями из стеклокерамики – на 50%, диоксида циркония – на 59% при также незначительном абразивном износе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Перспективы дальнейшей разработки темы

Полученные результаты исследований, могут быть посвящены решению следующих вопросов: внедрению и регистрации на Федеральном уровне методики проведения испытаний на абразивный износ, осуществляемой с помощью роторной машины, применяемой для ускоренной имитации чистки стоматологическими средствами, основанной на расчете средней толщины удаленного материала при износе в качества стандарта абразивности в специальности; внедрению стандарта абразивности на предприятия по производству профилактических зубных паст и щеток; оценки абразивной способности ротационных стоматологических инструментов и изделий медицинского назначения; проведению лабораторных и экспериментальных исследований по подтверждению эффективности оценки абразивного износа твердых тканей зуба у пациентов со значимыми стоматологическими заболеваниями; проведению крупномасштабных клинических исследований по оценке абразивного износа твердых тканей зуба и зубных протезов после использования арсенала существующих профилактических средств с использованием разработанной методики.

Выводы

1. По результатам анализа информационных источников было установлено что абразивы, добавляемые в состав профилактических стоматологических средств, являются одним из предполагающим фактором в развитии некариозных поражений, характеризующихся обнажением дентина и преждевременным износом керамических реставраций, а также, что на сегодняшний день отсутствует доступный способ контроля абразивности зубных паст при производстве.

2. Предложен состав эталонной пасты для проведения испытаний на абразивный износ твердых тканей зуба с концентрацией гидратированного диоксида кремния 10 г на 50 мл эталонного растворителя, представляющего собой 0,5% раствор карбоксиметилцеллюлозы (97MF СМС) в 10 % глицерине.

3. Разработанная роторная машина для проведения испытаний по определению абразивной способности порошков и зубных паст, применяемых в стоматологических целях, обеспечивает вращательное движение щеток и непрерывную подачу абразивной суспензии, зубной пасты, воды, раствора, имитирующего слюну, позволяет проводить длительные испытания, быструю замену образцов и зубных щеток (Патент РФ 2799136 от 04.07.2023).

4. Разработана методика проведения испытаний на абразивный износ, осуществляемая с помощью роторной машины, применяемой для ускоренной имитации чистки стоматологических материалов, основанная на расчете средней толщины удаленного материала при износе. Для проведения имитационных испытаний по ускоренной чистке используется суспензия с концентрацией абразивного порошка 10 г на 50 мл растворителя, рекомендуемое время испытаний – 2 часа, скорость вращения щеток – 3 оборота/сек, скорость подачи суспензии – 224 мл/час.

5. Предложен способ контроля изменения рельефа поверхности в ходе испытаний путем сшивки изображений поверхности, полученных методом конфокальной микроскопии. Предложенный способ является эффективным методом количественной оценки абразивной способности зубной пасты.

6. Абразивный износ образцов полевошпатной керамики при воздействии на него суспензией, имеющей RDA=50 в течение года, составил 2 мкм, аналогичные показатели образцов из дисиликата лития и диоксида циркония соответствовали значениям 0,7 и 0,2 мкм, таким образом, в приведенных данных наблюдается корреляция между механическими свойствами образцов: полевошпатная керамика имеет меньшую твердость по сравнению с остальными образцами, и на ней область износа максимальна; циркон наиболее твердый, и на нем износа практически не заметно, только снижение уровня шероховатости.

7. Абразивный износ эталонного материала при имитации ежедневной чистки в течение года абразивной суспензии в разведении гидратированного диоксида кремния 10 г на 50 мл составил $1,90 \pm 0,25$ мкм, суспензией в разведении гидратированного диоксида кремния 20 г на

50 мл – $4,82 \pm 0,74$, тогда как аналогичный показатель после воздействия зубных паст с установленным RDA в 100 и 50 составил $4,20 \pm 0,67$ и $2,06 \pm 0,49$ соответственно, из чего следует, что условные значения индекса RDA суспензии с концентрацией диоксида кремния 20 г на 50 мл эталонного растворителя соответствуют значению 115, а с концентрацией диоксида кремния 10 г на 50 мл эталонного растворителя RDA= 47.

8. При анализе апробации разработанной методики испытаний на абразивный износ твердых тканях зуба в эксперименте *ex vivo* средняя глубина износа эмали при ежедневном использовании зубной пасты с индексом RDA 50 соответствует 23 ± 19 мкм, тогда как физиологическая стираемость эмали составляет от 34 до 42 мкм в год, при этом средняя глубина износа дентина превышает среднюю глубину износа эмали более чем в 10 раз и соответствует значениям 584 ± 299 мкм, таким образом, ежедневное использование профилактических зубных паст с индексом RDA 50 приводит к абразивному износу эмали в два раза меньше значений физиологической стираемости, а соответственно использование профилактических зубных паст с индексом RDA 100 является безопасным, тогда как пациентам с обнаженным дентином использование паст с индексом RDA 100 противопоказано, так как может повлечь за собой потерю твердых тканей в пределах 1,2 мм в год, и соответственно данной категории лиц рекомендовано использовать для ежедневного ухода пасты с индексом RDA не более 30.

9. Разработаны технические условия метода испытания на абразивную способность порошков для зубных паст в соответствии с требованиями ГОСТ 2.114-2016, включающие разделы: технические требования, требования безопасности, правила приемки, подготовка к проведению испытаний, проведение испытаний, обработка результатов испытаний, транспортирование и хранение, гарантии изготовителя.

10. Разработан универсальный состав профилактической зубной пасты с возможностью изменения индекса абразивности, позволяющий улучшить очистку зубов, обеспечить их минерализацию, а также повысить резистентность эмали и уменьшить воспалительные явления в тканях пародонта (Патент РФ 2293551 от 20.02.2007).

11. Ежедневное применение зубных паст с RDA=100 у пациентов с интактной эмалью в течение года показало высокую клиническую эффективность, выраженную в хорошем уровне гигиены полости рта, подверженному гигиеническим и пародонтальным индексами, значениями QLF, снижением чувствительности и осветлением зубов на 1,3 тона, при этом абразивный износ составил $34,29 \pm 3,01$, что соответствует показателям физиологической стираемости зубов.

12. По результатам проведенного исследования выявлено, что применение зубных паст с индексами абразивности RDA 30 и 40 у данной группы пациентов позволяет эффективно проводить очищение поверхностей зубов, что видно по результатам анализа значений индексов

RPH < 1, PMA < 30% и показателей QLF < 1, и осветлять их в среднем на 3 тона. В то же время при использовании пасты с RDA 40 у таких пациентов повышалась чувствительность зубов (среднее значение Yealpe Probe 53,29±3,56), а показатели стираемости дентина превышали среднегодовые физиологические значения.

13. У пациентов с интактной эмалью зубов допустимо применение зубных паст с высокой абразивностью со значением RDA до 100 единиц с целью улучшения гигиенического состояния полости рта и осветления зубов, так как абразивный износ при применении данных паст соответствует нормальному физиологическому износу эмали (от 34 до 42 мкм в год) и не приводит к повышению чувствительности зубов. Для пациентов, у которых в полости рта имеются участки обнаженного дентина, следует выбирать зубную пасту с наименьшим показателем не превышающими RDA 30.

14. Очищающая эффективность зубных паст с RDA 110 при использовании в течение года у пациентов с керамическими реставрациями из диоксида циркония и стеклокерамики выше, чем при использовании паст с показателем RDA 100 на 59 и 50% соответственно. При этом у пациентов с реставрациями применение зубной пасты с абразивностью RDA 110 привело к осветлению поверхности керамики на 0,88 тона и 0,79 тонов соответственно, а глубина стираемости керамических реставраций была незначительной (до 2,5 мкм) вне зависимости от применяемой зубной пасты.

15. Пациентам с реставрациями из полевошпатной керамики рекомендуется применять пасту с индексом абразивности RDA 100, а из диоксида циркония и стеклокерамики – с повышенным индексом абразивности RDA 110 ввиду отсутствия негативного влияния абразива на цвет, толщину керамики, и наличия улучшенного очищающего и осветляющего эффектов данных паст, что подтверждается более низкими показателями гигиенического индекса РНР при длительном (12 месяцев) использовании. Показатели количественной светоиндуцированной флуоресценции при использовании пасты с индексом абразивности RDA 100 были ниже у пациентов с реставрациями из стеклокерамики – на 50%, диоксида циркония – на 59% при также незначительном абразивном износе.

Практические рекомендации

1. Для приготовления эталонной пасты, используемой для проведения испытаний на абразивный износ твердых тканей зуба, необходимо добавить гидратированный диоксид кремния в пропорции 1:5 в 0,5% в раствор карбоксиметилцеллюлозы (97MF СМС) в 10 % глицерине. Для приготовления 1 л раствора необходимо нагреть 50 мл глицерина до 60 гр С и добавить 5 гр СМС при перемешивании. Когда смесь станет однородной, необходимо добавить еще 50 мл подогретого глицерина и продолжать помешивать в течение 60 мин. Затем

необходимо перелить раствор в колбу и добавить 900 мл дистиллированной воды, после чего раствор медленно помешивается в течение 12 часов.

2. Роторная машина для проведения испытаний на абразивный износ должна обладать функционалом быстрой смены образцов, зубных щеток и заправки дозатора, возможностью гибкого изменения веса нагрузки за счет набора свободных разновесов и позволять проводить испытания с различными растворами как стандартного состава (зубные пасты, вода, искусственная слюна), так и с приготовленными по специальным рецептам.

3. В качестве эталонного материала в методике проведения испытаний на абразивный износ целесообразно применять блоки из полевошпатной керамики с полированной поверхностью до шероховатости 0,2 мкм.

4. Рекомендуемые параметры испытаний на абразивный износ в роторной машине для имитации года чистки: скорость вращения щеток – 3 оборота/сек, скорость подачи суспензии – 224 мл/час, длительность испытаний – 2 часа, масса груза на узле оправки с образцами – 110–140 г на образец. Значения скоростей подобраны, исходя из рекомендаций стоматологов и среднего времени чистки зубов, а также из конструкции машины с вращательным движением щеток и целесообразного расхода суспензии. Последние факторы обеспечивают эффективный расход суспензии, при котором суспензия поступает в рабочую область между щетками и образцами.

5. При проведении испытаний на абразивный износ в роторной машине масса груза, устанавливаемого на узел оправки с блоками, выбирается, исходя из расчета 130 г на образец. Выбор обусловлен средней нагрузкой прижима щетки при чистке зубов. В условиях испытаний с вариацией жесткости щеток величина нагрузки влияет на положение щетинок относительно истираемых образцов. Большая нагрузка ведет к изгибанию щетинок и, следовательно, неэффективной чистке. Поэтому при проведении испытаний величина массы груза подбирается в зависимости от жесткости щеток: 130 г на образец для жестких щеток, 115 г на образец для щеток средней жесткости.

6. Для получения количественной оценки проведенных испытаний на абразивный износ изображения поверхности эталонных образцов на этапах эксперимента, полученных с помощью конфокальной 3Dпрофилометрии, необходимо сшить и путем наложения и вычитания изображений рассчитать объем сошлифованного материала, характеризующий абразивную способность зубной пасты.

7. Разработанные технические условия метода проведения испытаний, основанного на расчете средней толщины удаленного материала при износе с помощью оптической конфокальной 3Dпрофилометрии, являются эффективным методом количественной оценки и

должны быть рекомендованы в качестве основного для определения абразивной способности профилактических стоматологических средств.

8. С целью улучшения гигиенического состояния полости рта и осветления зубов у пациентов с интактной эмалью зубов и керамическими протезами, изготовленными из полевошпатной керамики, допустимо применение зубных паст с высокой абразивностью со значением RDA до 100 единиц.

9. Для пациентов, у которых в полости рта имеются участки обнаженного дентина, вызванного некариозными поражениями или болезнями пародонта, следует выбирать зубную пасту с наименьшим показателем абразивности RDA не более 30 единиц.

10. Ввиду отсутствия негативного влияния абразива на цвет, толщину керамики и наличия, улучшенного очищающего и осветляющего эффектов пациентам с реставрациями из диоксида циркония и дисиликата лития, рекомендуется применять пасту с повышенным индексом абразивности RDA, равному 110 единиц.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

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

1. Kupets T.V., Matelo S.K., Zhardetsky A.I., Rusak A.S. Efficiency of different toothpastes for children in improving gingival health // International Dental Journal. - 2013. - V.63. – Special issue, S1. - Abstract P620.

2. Kupets T.V., Afinogenova A.G., Matelo S.K., Afinogenov G.E. Candida albicans adherence control by alginate / xylitol containing toothpaste HYBRID 2021 CED-IADR/NOF Oral Health Research congress which will be held in Brussels, Belgium (September 16-18, 2021) Abstract ID#:3598569

3. Акулович, А.В., Е.В. Бузова, А.Б. Боровская, Л.А. Якунина, Т.В. Купец, и С.К. Матело. Эффективность применения зубной пасты R.O.C.S. PRO Moisturizing у пациентов с ксеростомией // Клиническая стоматология 25 (2). 2022. Moscow, Russia:138—143. https://doi.org/10.37988/1811-153X_2022_2_138.

4. Мирная Е.А., Захарова И.А., Купец Т.В., Матело С.К., Пипирайте Р.. Повышение эффективности индивидуальной гигиены полости рта путем применения зубной пасты R.O.C.S. Sensitive Instant Relief у пациентов с чувствительностью дентина, ж. Клиническая стоматология №2 (86) 2018, стр. 28-31.

5. Купец Т.В., Матело С.К., Полянская Л.Н. Противокариозная эффективность минерализующей бесфтористой зубной пасты в 2-летней программе контролируемой чистки зубов. Клиническая стоматология. – 2011. - №3. – С. 44-46.

6. Сарап Л.Р., Бутакова Л.Ю. Зенкова Ю.А., Матело С.К., Купец Т.В. Профилактика патологии слизистой оболочки рта у пациентов со съёмными зубными протезами. // Клиническая стоматология. – 2007. – №1. – С. 34-37.

7. Чухловин А.Б., Тотолян А.А., Трофимова Ю.Г., Кобиясова И.В., Морозова Е.Б., Хохлачева А.В., Тепляков Б.Г. Матело С.К., Купец Т.В., Гроссер А.В. Стоматологические проблемы курильщиков и пути их решения. // Клиническая стоматология. – 2007. – №2. – С. 56-59.

8. Акулович А.В., Никифорова Г.Г., Коростелев А.А., Ялышев Р.К., Матело С.К. Объективизация результатов проведения реминерализующей терапии с использованием метода количественной светоиндуцированной флуоресценции (QLF). — Клиническая стоматология. — 2024; 27 (2):157—164. DOI: 10.37988/1811-153X_2024_2_157

9. Матело С.К., Апресян С.В., Степанов А.Г., Акулович А.В. Экспериментальная оценка абразивного износа эталонного керамического образца при использовании разных зубных профилактических средств. — Клиническая стоматология. — 2024; 27 (3): 20—26. DOI: 10.37988/1811-153X_2024_3_20

Публикации в изданиях, рекомендованных Перечнями РУДН/ВАК

10. Матело С.К., Купец Т.В., Акулович А.В. Клинический подход к выбору зубных паст на основе антисептиков и натуральных компонентов. //Пародонтология. – 2007. - № 3

11. Акулович А.В., Новак М.О., Коновалова А.Ю., Матело С.К. Индексная оценка клинической эффективности специализированных лечебно-профилактических зубных паст у пациентов с хроническими заболеваниями пародонта. Пародонтология, 2017, Т. 22, № 3. С. 80-83.

12. Леус П.А., Жардецкий А.И., Жугина Л.Ф., Купец Т.В., Матело С.К., Полянская Л.Н. Сравнительные данные противокариозного эффекта минерализующей зубной пасты без фтора в двух возрастных группах младших школьников // Стоматологический журнал, Беларусь, 3, сентябрь 2012 том 13, С. – 17-20

13. Матело С., Купец Т., Жардецкий А., Полянская Л. Медицинская эффективность детских кальций-фосфатсодержащих зубных паст и зубных паст с низкой концентрацией фтора: результаты двухлетней программы контролируемой чистки зубов // Вопросы современной педиатрии. 2011;10(2):86-90

14. Матело С.К., Купец Т.В., Акулович А.В. Дифференцированный подход к выбору зубных паст на основе антисептиков и натуральных компонентов. // Вестник педиатрической фармакологии и нутрициологии. – 2008. – №2. – С.71-75.16.

15. Матело С.К., Купец Т.В., Полянская Л.Н. Профилактика кариеса зубов у младших школьников. Вопросы современной педиатрии. 2011. Том 10, N 6. С. 48-51.

16. Полянская Л.Н., Жардецкий А.И., Леус Л.И., Матело С.К., Русак А.С., Великороднов В.С., Плавская А.А., Полищук И.И. Опыт профилактики кариеса зубов у младших школьников. Стоматологический журнал (Беларусь). –2011. - №3 – С. 165-168
17. Матело С.К., Апресян С.В., Степанов А.Г., Усеинов А.С., Акулович А.В. Разработка роторной машины для проведения испытаний на абразивный износ твердых тканей зуба. // Институт стоматологии. – 2023. - №4. – С. 116-118.
18. Ялышев Р.К., Акулович А.В. Матело С.К., Степанов А.Г., Апресян С.В. Клиническая эффективность малоинвазивных методов лечения дисколорита зубов, вызванного меловидно-крапчатой формой флюороза. // Институт стоматологии. – 2024. - №1. – С. 80-83.
19. Матело С.К., Апресян С.В., Степанов А.Г., Акулович А.В. Абразивность зубных паст и ее влияние на твердые ткани зуба (обзор). // Институт стоматологии. – 2024. - №3 (104). – С. 72-73.
20. Матело С.К., Апресян С.В., Степанов А.Г., Акулович А.В. Изучение абразивного износа эмали и дентина зубов с помощью роторной машины в эксперименте *in vitro* // Институт стоматологии. – 2024. - №3 (104). – С. 80-82.

Патенты:

1. Состав для профилактики заболеваний полости рта: Пат. 2293551 РФ. А61К 8/19 Т.О. Машашеров, С.К. Матело, А.В. Гроссер; заявл. 23.05.2005; опуб. 20.02.2007, бюл. №5 – 8 с.
2. Роторная машина для испытаний материалов используемых в стоматологии: Пат. 2799136 РФ. МПК А61С 19/04 / С.В. Апресян, А.Г. Степанов, А.С. Усеинов, С.К. Матело; заявл. 27.03.2023; опуб. 04.07.2023, Бюл. №19 – 16 с.
3. Способ выбора тактики лечения дисколорита зубов вызванного некариозными поражениями эмали: Пат. 2810450 РФ. МПК А61В 6/14 / А.В. Акулович, А.Г. Степанов, С.В. Апресян, С.К. Матело, Р.К. Ялышев; заявл.07.09.2023; опуб. 27.12.2023, Бюл. №36 –10 с.

Матело С.К.

«Разработка стандарта абразивности в стоматологии»

В ходе данного исследования разработаны универсальный состав профилактической зубной пасты с возможностью изменения индекса абразивности, позволяющий повысить резистентность эмали и уменьшить воспалительные явления в тканях пародонта, а также, методика проведения испытаний на абразивный износ, осуществляемая с помощью роторной машины, применяемой для ускоренной имитации чистки стоматологических материалов, основанная на расчете средней толщины удаленного материала при износе.

Впервые проведена апробация разработанной методики проведения испытаний на абразивный износ удаленных зубов со зрелой эмалью и обнаженным дентином при воздействии эталонной суспензией и зубными пастами с разными значениями RDA, по результатам которой получены репрезентативные значения, позволившие дать клинические рекомендации по индивидуальной гигиене полости рта пациента указанной категории.

Разработаны технические условия метода испытания на абразивную способность порошков для зубных паст в соответствии с требованиями ГОСТ 2.114–2016.

Впервые дана оценка клинической эффективности ежедневного применения профилактических зубных паст, имеющих разную абразивную способность, определенную с помощью предложенной методики, у пациентов с интактной эмалью и с имеющимся обнаженным дентином в результате наличия некариозных поражений.

Получены новые корреляционные данные абразивного износа зубов со зрелой эмалью и обнаженным дентином после испытаний в роторной машине методом конфокальной микроскопии и испытаний, проведенных радиометрическим методом.

С помощью современных аппаратных методов и цифровых стоматологических технологий подтверждена клиническая эффективность ежедневного применения профилактических зубных паст, имеющих разную абразивную способность, у пациентов с зубными рядами, протезированными несъемными керамическими зубными протезами из различных конструкционных материалов.

Получены новые данные о влиянии абразива на цвет, толщину керамики и наличие улучшенного очищающего и осветляющего эффектов у пациентов с реставрациями из полевошпатной керамики, диоксида циркония и дисиликата лития.

Matelo S.K.

"Development of the abrasiveness standard in dentistry"

In the course of this study, a universal composition of preventive toothpaste has been developed with the possibility of changing the abrasiveness index, which allows to increase the resistance of enamel and reduce inflammatory phenomena in periodontal tissues, as well as a method of testing for abrasive wear carried out using a rotary machine used for accelerated imitation of cleaning dental materials, based on calculating the average thickness of the removed material when wear and tear.

For the first time, the developed methodology for testing the abrasive wear of removed teeth with mature enamel and exposed dentin was tested when exposed to a reference suspension and toothpastes with different RDA values, the results of which obtained representative values that allowed to give clinical recommendations on individual oral hygiene of a patient of this category.

The technical conditions of the test method for the abrasive ability of powders for toothpastes have been developed in accordance with the requirements of GOST 2.114–2016.

For the first time, an assessment of the clinical effectiveness of the daily use of preventive toothpastes with different abrasive properties, determined using the proposed technique, in patients with intact enamel and with exposed dentin as a result of the presence of non-cariou lesions is given.

New correlation data of abrasive wear of teeth with mature enamel and exposed dentin were obtained after tests in a rotary machine by confocal microscopy and tests conducted by radiometric method.

With the help of modern hardware methods and digital dental technologies, the clinical effectiveness of the daily use of preventive toothpastes with different abrasive properties has been confirmed in patients with dentitions prosthetically fixed ceramic dentures made of various structural materials.

New data have been obtained on the effect of abrasive on the color, thickness of ceramics and the presence of improved cleansing and lightening effects in patients with restorations of feldspar ceramics, zirconium dioxide and lithium disilicate.