

Рихтер Алена Андреевна

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ДИАГНОСТИКИ
И ОПТИМИЗАЦИЯ ЛЕЧЕНИЯ КАРИЕСА ЗУБОВ
С ПРИМЕНЕНИЕМ ЦИФРОВЫХ И ЛАЗЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

3.1.7. Стоматология

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Алтайский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации на кафедре терапевтической стоматологии.

Научный руководитель:

доктор медицинских наук, профессор **Токмакова Светлана Ивановна**

Официальные оппоненты:

Иорданишвили Андрей Константинович, доктор медицинских наук, профессор, федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего образования «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации; кафедра челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии; профессор кафедры;

Македонова Юлия Алексеевна, доктор медицинских наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; кафедра стоматологии института непрерывного медицинского и фармацевтического образования, заведующий кафедрой.

Ведущая организация: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Защита диссертации состоится «___» _____ 2025 г. в ___ часов на заседании диссертационного совета 21.2.071.01 при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Тверской государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации по адресу: 170100, Тверь, ул. Советская, 4.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО Тверской ГМУ Минздрава России по адресу: 170100, Тверь, ул. Советская, 4 и на сайте www.tvgmu.ru

Автореферат разослан «___» _____ 2025 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
доктор медицинских наук, доцент

Мурга Владимир Вячеславович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. В настоящее время в регионах России и в развитых странах мира наблюдаются высокие показатели распространенности и интенсивности кариеса [Петерсен П.Э., 2017, Иорданишвили А.К. с соавт., 2021]. Поскольку частой причиной потери зубов является кариес и его осложнения, проблема ранней диагностики, лечения и профилактики является актуальным направлением в медицине, способствующим повышению качества жизни населения [Македонова Ю.А. с соавт., 2020]. Современные цифровые технологии позволяют выявлять кариес на различных этапах его развития, что является важным аспектом при выборе метода лечения [Н. П. Калашникова Н.П., 2022; Hurley J.J.S., 2021]. Своевременное проведение диагностики и лечение кариеса позволяют сохранить больший процент твердых тканей зуба, снижая риск осложнений, что особенно важно в молодом возрасте [Елисеева Н.Б, 2015; Goldberg M., 2015].

В практике врача-стоматолога возникают сложности в диагностике проксимального кариеса боковой группы зубов, что может быть связано с бессимптомным течением процесса [Гузева Н.А., 2017]. На основании современных литературных источников с помощью стандартных методов обследования выявление контактного кариеса составляет 25–40 % [Николаев Д.А., 2015].

Современный подход при лечении глубокого кариеса направлен на объективизацию морфометрических характеристик, а именно определение расстояния от дна кариозной полости до пульповой камеры [Любомирский Г.Б., 2010; Зиманков Д.А. с соавт., 2019]. Рентгенологические методы не позволяют точно визуализировать и определять толщину надпульпарного дентина, особенно в глубоких кариозных полостях [Sarhan H. et al., 2022]. Дентинометрии дает возможность контролировать этап препарирования и выбрать алгоритм лечения кариеса [Lin L.M. et al., 2020].

Анализ литературы показал перспективность применения диодных лазеров при лечении осложненных форм кариеса за счет воздействия на патофизиологические процессы с обезболивающим, противовоспалительным и противоотечным эффектами [Москвин С.В., 2011; Любомирский Г.Б., 2014; Yazdanfar I. et al., 2020]. Рекомендовано использовать ультразвуковую доплерографию (УЗДГ) для объективной оценки состояния пульпы до и после проведенного лечения [Лубова А.С., 2011; Логинова Н.К., 2014; Митронин А.В. с соавт., 2020].

Таким образом, остается актуальной потребность не только в алгоритмизации наиболее эффективных методов диагностики кариеса и рациональности их применения, но и в оптимизации лечения кариеса с уточнением морфометрических персонафицированных данных на этапе препарирования.

Степень разработанности темы исследования. Анализ литературы показал, что имеются расхождения во мнениях об эффективности технологии DIFOTI при обнаружении рецидивирующего кариеса [Гаврилова Е.П. с соавт., 2019; Elkhennavi K. et al., 2018]. Описаны методы, позволяющие оценить функциональное состояние пульпы зуба: электроодонтодиагностика (ЭОД), УЗДГ, но нет опыта их применения при лечении глубокого кариеса боковой группы зубов в динамике у молодого населения в зависимости от алгоритма лечения. УЗДГ определяется как метод оценки гемомикроциркуляции пульпы зубов, позволяющий объективно подтвердить их витальность, однако исследования в этой области немногочисленны и противоречивы [Логинова Н.К., 2014; Рассадина А.В. с соавт., 2018]. Кроме того, единичные работы посвящены изучению морфометрических методов определения толщины дентина, но при лечении глубокого кариеса применение их недостаточно исследовано [Володина Е.В., 2010; Володкевич Д.Л., 2018]. Современные цифровые методы диагностики используются клиницистами не в полном объеме. Применение диодных лазеров является перспективным при лечении зубов, так как дает возможность сочетать различные комбинации лазерного излучения для сохранения витальности [Москвин С.В. с соавт., 2016]. В существующих протоколах диагностики и лечения глубокого кариеса не предусмотрено сочетание традиционных и инновационных методов, позволяющих персонализировать данные в каждом клиническом случае, и возникает необходимость в диагностическом алгоритме и соответствующей ему тактики лечения.

Цель исследования. Повышение эффективности лечения кариеса путем разработки диагностического алгоритма, основанного на данных современных цифровых методов обнаружения кариозных дефектов, и оптимизации способа пломбирования кариозных полостей с применением комбинации лазерных технологий.

Задачи исследования:

1. Изучить уровень распространенности и интенсивности кариеса твердых тканей зубов среди молодого населения Алтайского края.
2. Провести сравнительный анализ диагностической эффективности цифровых рентгенологических методов (ортопантомограмма, конусно-лучевая компьютерная томография) и технологии фиброоптической трансиллюминации при обследовании зубных рядов для выявления кариозных поражений боковой группы.
3. Оценить эффективность применения цифровой фиброоптической трансиллюминации по сравнению с основными методами и визиографией для определения локализации и глубины полостей твердых тканей зубов на разных стадиях

течения кариозного процесса и разработать дифференцированный подход для объективизации полученных данных.

4. Разработать и изучить эффективность персонифицированного алгоритма лечения глубокого кариеса с учетом данных денцинометрии, применением комбинаций лазерных технологий и особенностей пломбирования кариозных дефектов с последующей оценкой показателей состояния пульпы (электроодонтодиагностика и ультразвуковая доплерография) в динамике.

Научная новизна. Впервые было проведено обследование молодого населения Алтайского края (18–34 лет) с определением показателей распространенности и интенсивности кариеса, а также уровня интенсивности кариеса.

Впервые проведен сравнительный анализ современных цифровых методов диагностики (цифровой фиброоптической трансиллюминации и рентгенологических методов: визиографии, ортопантограммы (ОПТГ), конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ) при глубоком кариесе боковой группы зубов у молодого населения.

Разработан способ оптимизации лечения кариеса на этапе препарирования с применением современного метода контроля толщины надпульпарного дентина с объективизацией морфометрических данных.

Разработан способ лечения глубокого кариеса боковой группы зубов с применением комбинаций лазерных технологий в области дна сформированной полости в определенной последовательности применения красного и инфракрасного излучения с учетом данных денцинометрии. Установлена эффективность разработанного персонализированного алгоритма лечения в ближайшие и отдаленные сроки по результатам основных (опрос, осмотр) и дополнительных (ЭОД, УЗДГ) определения витальности пульпы зубов.

Теоретическая и практическая значимость исследования. Полученные данные об уровне распространенности и интенсивности кариеса молодого населения Алтайского края могут быть использованы для планирования мероприятий, направленных на диагностику, лечение и профилактику кариеса.

При применении современных методов контроля препарирования кариозных полостей получены данные о толщине надпульпарного дентина, которые легли в основу способа препарирования в зависимости от глубины поражения.

Определена тактика лечения глубокого кариеса с поочередным воздействием красного и/или инфракрасного (ИК) низкоинтенсивного лазерного излучения на подготовленную к пломбированию полость на основе морфометрических по-

казателей. Персонафицированный подход к лечению данной нозологии понижает риск возникновения осложнений.

Включение в алгоритм цифровой фиброоптической трансиллюминации позволяет на этапе диагностики определить глубину поражения, разработать клинически ориентированную дифференцировку клинических случаев кариеса для планирования лечения. Эффективность предложенного алгоритма диагностики глубокого кариеса и разработанные способы его лечения доказана в динамике и рекомендована в клинической практике для сохранения витальности зубов.

Методология и методы исследования. Исследование выполнено в соответствии с принципами и правилами доказательной медицины. Дизайн работы представляет собой открытое рандомизированное проспективное одноцентровое сравнительное клиническое исследование, в котором использовались клинические, рентгенологические, функциональные, аналитические и статистические методы.

Объектом изучения были соматически здоровые пациенты в возрасте от 18 до 34 лет со средним (4–10) и высоким (7–21) уровнем индекса КПУ, без заболеваний тканей пародонта и слизистой оболочки рта, с хорошим (0,6 и менее) и удовлетворительным уровнем гигиены (0,7–1,6). Предметом исследования были твердые ткани боковой группы зубов с первичным и рецидивирующим кариесом с локализацией на контактных и окклюзионных поверхностях. Клиническая часть включала осмотр с применением основных и дополнительных цифровых методов обследования (рентгенологические: ОПТГ, КЛКТ, визиография; DIFOTI); проведено лечение глубокого кариеса зубов с предварительной дентинометрией, проанализирована эффективность лазерных технологий с применением основных методов, ЭОД, УЗДГ. Статистическая часть включала обработку результатов обследования пациентов с выявлением диагностической эффективности выбранных методов и проведенного лечения путем оценки результатов основных и дополнительных методов в динамике.

Положения, выносимые на защиту:

1. Установлена высокая распространенность и интенсивность кариеса среди молодого населения Алтайского края. Включение в алгоритм обследования зубных рядов и отдельных зубов современных диагностических методов, среди которых наибольшей эффективностью обладает цифровая фиброоптическая трансиллюминация по сравнению с основными и рентгенологическими (ОПТГ, КЛКТ, визиография) методами, позволяет уже на этапе диагностики определить глубину поражения, разработать клинически ориентированную дифференцировку клинических случаев кариеса и спланировать тактику лечения.

2. Разработанный алгоритм лечения глубокого кариеса с применением комбинаций лазерных технологий (излучения красного спектра или поочередное воздействие лазером красного и инфракрасного спектра) зависит от значений проведенной перед пломбированием дентинометрии. Об эффективности предложенных методик свидетельствуют ближайшие и отдаленные результаты клинических и функциональных исследований (ЭОД, УЗДГ).

Степень достоверности и апробация результатов. Степень достоверности и апробация результатов. Для сбора, обработки и хранения данных, полученных в ходе исследования, были созданы компьютерные базы данных, две из которых получили государственную регистрацию. В работе использованы методы статистической обработки в зависимости от типа случайных величин и поставленной задачи исследования. Для сравнения средних значений использовали Т-критерий Стьюдента, сравнения качественных признаков — критерий χ^2 Пирсона. При сравнении нескольких групп между собой использовали поправку Бонферрони. Обработку и графическое представление данных осуществляли с помощью компьютерных программ Statistica 12.0 (StatSoft, USA) и Microsoft Office Excel (2017) [Боровиков В.П., 2013].

Результаты диссертационного исследования доложены на научных конференциях различного уровня: «Молодежь — Барнаулу» (г. Барнаул, 2017, 2021); «Актуальные вопросы клинической стоматологии» (г. Барнаул, 2018, 2019, 2021); «Научные достижения современной стоматологии и челюстно-лицевой хирургии» (г. Москва, 2019, 2022); «Неделя науки АГМУ», (г. Барнаул, 2021, 2022); «Стоматология: наука и практика» (Москва, 2021); «Форум дня науки, секция стоматология АГМУ» (г. Барнаул, 2023); «Стоматология северной столицы: наука, образование, практика» (г. Санкт-Петербург, 2023); Итоговая научно-практическая конференция НОМУИС к 70-летию АГМУ (г. Барнаул, 2024).

Материалы диссертации заслушаны и обсуждены на заседании проблемной комиссии по стоматологии ФГБОУ ВО АГМУ Минздрава России 29 мая 2024 г. По теме диссертации опубликовано 12 научных работ, из них 8 — в ведущих журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, 2 — в журналах, входящих в базу данных Scopus. Получено 2 патента РФ и 2 свидетельства на регистрацию базы данных.

Внедрение результатов исследования. Результаты внедрены в образовательный процесс и научно-исследовательскую работу кафедр института стоматологии и в клиническую практику стоматологической поликлиники ФГБОУ ВО

АГМУ Минздрава России, КГБУЗ «Стоматологическая поликлиника №3, г. Барнаул», КГБУЗ «Стоматологическая поликлиника, г. Бийск», ООО «Чечун и К».

Личный вклад автора в выполнение работы. Автор является организатором и исполнителем всех этапов исследования. Автор самостоятельно проводила анализ научной литературы, отбор, обследование и лечение пациентов, анализ, статистическую обработку, систематизацию, интерпретацию полученных результатов, разработку алгоритма диагностики и способов лечения глубокого кариеса. Автором в полном объеме выполнено написание и оформление статей, тезисов, докладов, оформление диссертации и автореферата. Автором самостоятельно сделаны обоснованные выводы и предложены практические рекомендации.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности. Диссертация соответствует шифру и формуле паспорта научной специальности 3.1.7. Стоматология; отрасли наук: медицинские науки.

Объём и структура работы. Диссертация состоит из введения, обзора литературы, главы с описанием материалов и методов исследования, результатов собственных исследований, их обсуждения, описания клинических случаев, заключения, выводов, практических рекомендаций и списка литературы, включающего 191 источник. Диссертация изложена на 174 страницах машинописного текста, иллюстрирована 37 таблицами и 50 рисунками.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Рабочая гипотеза исследования базируется на следующих основных положениях:

1. Согласно данным современных литературных источников, в большинстве стран мира и в России показатели распространенности и интенсивности кариеса взрослого населения находятся на высоком уровне.

2. Существующие методы диагностики при обнаружении кариозной патологии с локализацией на окклюзионных и на проксимальных поверхностях боковой группы зубов эффективны на выраженной стадии заболевания. Применение комплекса современных цифровых диагностических методов позволяет выявлять скрытые кариозные полости и поражения на ранних стадиях.

3. Применение метода контроля толщины надпульпарного дентина во время препарирования для сохранения максимального количества интактных тканей зуба и использование современных средств и лазерных технологий, воздействующих на патофизиологические процессы в пульпе зуба, можно рассматривать как эффективные меры профилактики возникновения возможных осложнений.

Мы предположили, что для снижения уровня показателей распространенности и интенсивности кариеса и возникновения его осложнений необходимы алгоритмизация диагностики и совершенствование способов лечения глубокого кариеса с использованием лазерных технологий на основе данных морфометрии.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Настоящее диссертационное исследование включало клиническую часть и статистическую обработку полученных результатов, разработку алгоритма лечения глубокого кариеса боковой группы зубов с применением комбинаций лазерных технологий на область дна сформированной полости в определенной последовательности красного и/или ИК излучения с учетом данных дентинометрии.

При обследовании молодого населения (18–34 лет) Алтайского края оценивали состояние зубов с целью определения индексов распространенности, интенсивности кариеса, уровня интенсивности кариеса (УИК) в динамике за три года.

При обследовании зубных рядов для определения наиболее эффективного метода выявления первичного и рецидивирующего кариеса I и II класса по Блеку проведен сравнительный анализ основных и дополнительных методов: рентгенологических (ОПТГ, КЛКТ) и DIFOTI путем расчета их диагностической эффективности. Всего обследован 531 зуб у 40 пациентов. Результаты ОПТГ, КЛКТ пациенты предоставляли по направлениям и показаниям другими специалистами. При обследовании отдельных зубов использовали основные методы, DIFOTI, визиографию, которую выполняли в области тех зубов, где был выявлен кариозный процесс с помощью основных методов и DIFOTI. Проведен сравнительный анализ данных методов при выявлении кариеса, всего обследовано 1426 зубов боковой группы (I, II класс) у 90 пациентов. Так как количество обследованных зубов у пациентов различалось, для объективизации исследуемые показатели стандартизировали путём расчёта среднего количества изменённых поверхностей, приходящихся на один зуб. Диагностическую эффективность рассчитывали, как разницу (d, %) между средними значениями групп, определяли статистическую значимость различий с группой DIFOTI (Рд). Были рассчитаны чувствительность, специфичность и точность исследуемых методов.

Было проведено лечение 118 клинических случаев глубокого кариеса моляров и премоляров у пациентов (48 женщин, 31 мужчина), обратившихся на кафедру терапевтической стоматологии ФГБОУ ВО АГМУ Минздрава России, в соответствии с критериями включения и исключения. На этапе препарирования была применена дентинометрия с погрешностью до $\pm 0,2$ мм (патент МПК А61В8/06 «Оптимизация способа лечения кариеса с применением современных методов контроля препариро-

вания)), в зависимости от результатов которой было выделено две клинических группы с диагнозом «Глубокий кариес» по топографической классификации [Лукомский И.Г., 1948], что по МКБ-10 соответствует диагнозу «K04.00; начальный пульпит (гиперемия)». Графическая схема представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 — Графическая схема исследования

Критерии включения в исследование: пациенты в возрасте от 18 до 34 лет, относительно здоровые, без установленной соматической патологии, с физиологическим прикусом, с хорошим и удовлетворительным уровнем гигиены полости рта, адекватно воспринимающие информацию врача, подписавшие добровольное информированное согласие на проведение исследования.

Критерии невключения пациентов в исследование: пациенты, неадекватно воспринимающие информацию врача; отказ от подписания добровольного ин-

формированного согласия; возраст младше 18 и старше 34 лет; выраженные воспалительные и деструктивные явления в тканях пародонта; неудовлетворительный и плохой уровень гигиены полости рта; патологический прикус, дефекты зубных рядов и пр.; наличие установленных соматических заболеваний, влияющих на патогенез, характер и прогноз заболеваний твердых тканей зубов; беременность; наличие противопоказаний для проведения физиотерапевтических процедур; несогласие следовать протоколу — контрольные визиты к врачу-исследователю.

Критерии исключения пациентов из исследования: отказ пациента от дальнейшего участия в исследовании; несоблюдение пациентом протокола исследования; приобретение/выявление соматических заболеваний, влияющих на патогенез, характер и прогноз заболеваний твердых тканей зубов; установление факта беременности; возникновение на любом этапе исследования необходимости приема антибактериальных и/или противовоспалительных препаратов.

По дизайну в день включения пациента в исследование после подписания информированного согласия и стандартного осмотра применяли метод цифровой волоконно-оптической трансиллюминации (DIAGNOcam, KaVo), оценивали результаты цифровых снимков ОПТГ и КЛКТ, состояние пульпы с помощью методов ЭОД и УЗДГ, подтверждали наличие критериев включения и отсутствие критериев невключения; затем составляли план лечения.

Лечение проводили в условиях абсолютной изоляции, с соблюдением современных принципов и этапов модифицированного препарирования под контролем кариес-детектора и антисептической обработкой 2 % водным раствором хлоргексидина. Алгоритм лечения зависел от результатов дентинометрии и состоял в применении комбинаций НИЛИ аппаратом Лазмик-стоматолог (Россия) красного и ИК спектров излучения (патент МПК А61В8/06 «Способ лечения глубокого кариеса на основании данных дентинометрии с применением лазерных технологий»). Перед пломбированием в 1-й основной группе, во 2-й основной группе А применяли контактную внутриротовую методику постоянного НИЛИ красного спектра (длина волны 635 нм с максимальной мощностью 7–10 мВт в течение 2 мин), направляемого в сформированную полость стоматологической насадкой, использовали технику слоенной реставрации с адгезивной системой VI поколения.

Во 2-й основной группе В после препарирования и дентинометрии на полость воздействовали непрерывным красным спектром (по выше указанной схеме), затем меняли насадку на ИК лазер, длина волны которого 890 нм, с импульсным воздействием мощностью 4–5 Вт в течение 2 минут. Особенности пломбирования аналогичны 1-й основной и 2-й основной группе А.

В 1-й и во 2-й группах сравнения проводили лечение согласно стандартному протоколу с диагнозом глубокий кариес с применением лечебной прокладки на основе гидроокиси кальция и изолирующей прокладки из стеклоиономерного цемента, пломбирование осуществляли аналогично.

Оценку результатов эффективности лечения и витальности пульпы зуба проводили через месяц, через полгода и год по изменению показателей ЭОД и УЗДГ (линейных скоростей: максимальной систолической (V_{as}) и средней линейной скорости (V_{am}) по кривой средней скорости; объемных скоростей: систолическая объемная (Q_{as}) и средняя объемная скорости (Q_{am}) по кривой средней скорости; расчетных индексов: индекс сопротивления кровотока (Пурсело) (RI) и индекс пульсации Гослинга (PI). Для оценки микробной обсемененности было проведено микробиологическое исследование материала со дна полостей после препарирования и антисептической обработки и после применения красного лазера в 1-й основной группе, во 2-й основной группе А и В; и после ИК лазера во 2-й основной группе В. По пунктам исключения определяли статус пациента: продолжает участие в исследовании или нет.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Результаты обследования молодого населения Алтайского края

По результатам обследования пациентов молодого возраста распространенность кариеса была на высоком уровне и в 30–34 года достигала $100,00 \pm 0,00$ %.

В группе 18-летних и 19-летних среднее значение интенсивности кариеса ($5,99 \pm 3,48$) и УИК ($0,32 \pm 0,18$) соответствовало преимущественно среднему уровню; в группах 20–24 года, 25–29 лет и 30–34 года — высокому уровню (КПУ= $11,37 \pm 2,88$ и УИК= $0,38 \pm 0,13$). Полученные результаты подтвердили данные исследований о высоких показателях распространенности и интенсивности кариеса, проводимых в различных регионах России [Петерсен П.Э., 2017; Сувырина М.Б., 2019], что подтверждает актуальность проблемы стоматологического здоровья населения особенно в молодом возрасте.

Результаты обследования зубных рядов с помощью современных цифровых методов, и их сравнительная диагностическая эффективность

Сравнительный анализ основных, рентгенологических методов (ОПТГ, КЛКТ) и технологии DIFOTI при обследовании зубных рядов показал, что наиболее эффективным методом диагностики для выявления первичного и рецидивирующего кариеса является цифровая фиброоптическая трансиллюминация с наивысшими значениями чувствительности и точности. Технология DIFOTI эффективна при обнаружении первичного кариеса (I класс $0,12 \pm 0,12$ и II класс

0,06 ± 0,08), что не противоречит данным современных исследователей [Калайчев Н.В., 2018; Elkhennavi K. et al., 2018]. Недостатками ОПТГ и КЛКТ являются сложность в определении очагов деминерализации эмали и отрицательное влияние ионизирующего излучения [Архипов А.В., 2014] с ограничениями показаний к применению. В связи с этим DIFOTI может быть альтернативным методом диагностики кариеса, что подтверждает, как проведенное нами исследование, так и работы российских и зарубежных авторов [Гаврилова Е.П., 2019; Ortiz M.I.G., 2020]. DIFOTI имеет преимущество в диагностике и мониторинге кариеса на окклюзионных и проксимальных поверхностях боковой группы зубов [Бондаренко О.В. и соавт., 2016; Hurley J.J.S., 2021].

При обследовании зубных рядов с целью обнаружения рецидивирующего кариеса наибольшей диагностической эффективностью обладают цифровые методы: КЛКТ (I класс 0,07 ± 0,14 и II класс 0,22 ± 0,23) и DIFOTI (I класс 0,06 ± 0,09 и II класс 0,21 ± 0,22), в то время как ОПТГ и основные методы показали эффективность в два раза ниже. Для выявления кариеса под реставрациями, по мнению российских ученых [Гаврилова Е.П., 2019], технология DIFOTI неэффективна, в то время как K. Elkhennavi (2018) в эксперименте показал обратное, что подтверждено результатами нашего исследования.

Результаты обследования отдельных зубов боковой группы современными цифровыми методами, и их сравнительная диагностическая эффективность

Сравнительный анализ основных методов, визиографии и технологии DIFOTI при обнаружении кариеса отдельных зубов боковой группы показал высокую диагностическую эффективность цифровой фиброоптической трансиллюминации при выявлении первичного окклюзионного (0,107 ± 0,092) и проксимального (0,114 ± 0,117) кариеса, что значимо выше, чем при других исследуемых методах. При диагностике рецидивирующего кариеса (I и II класс) средние значения основных методов, визиографии и цифровой фиброоптической трансиллюминации, распределились практически равномерно. Полученные результаты подтверждают преимущество технологии DIFOTI при диагностике «скрытых» первичных кариозных поражений [Гимадиева Р.Н. и соавт., 2015; Frencken E. et al., 2012]. Предложена клинически ориентированная систематизация первичного проксимального кариеса моляров и премоляров при диагностике методом DIFOTI в зависимости от глубины пораженных твердых тканей зубов. Среди обследованных 265 зубов боковой группы у 51 % (137) выявили поражение эмали и дентина (III степень).

Результаты методов обследования в клинических группах до лечения

В 1-й основной группе и 1-й группе сравнения (показатель дентинометрии 2,4–1,3 мм) у 50 % пациентов выявили наличие жалоб, первичные и рецидивирующего варианты течения кариеса с превалированием окклюзионных поражений. Во 2-й основной группе А и В и 2-й группе сравнения при толщине надпульпарного дентина 1,2 мм и менее число пациентов с наличием жалоб достигало 92 % с преобладанием рецидива кариеса различной локализации, зондирование дна подтвердило его хроническое течение. Поставлен окончательный диагноз по топографической классификации — «глубокий кариес», а по МКБ-10 «K04.00 начальный пульпит (гиперемия)».

Все клинические случаи первичного проксимального кариеса моляров и премоляров, диагностируемые с помощью DIFOTI, относились к III степени по предложенной клинически ориентированной систематизации, что подтверждает поставленный диагноз и эффективность технологии.

Динамика результатов основных и дополнительных методов при лечении глубокого кариеса в клинических группах

При использовании красного лазерного излучения в 1-й основной группе процент осложнений был ниже, процент жалоб был более высоким в 1-й группе сравнения, что вероятно обусловлено противовоспалительным действием лазера, [Москвин С.В. и соавт., 2011; Yazdanfar I. et al., 2020], создаёт условия для восстановления поврежденных тканей пульпы и образования заместительного дентина.

Процент осложнений во 2-й основной группе А и В был ниже на 24 % и 22 %, соответственно, чем во 2-й группе сравнения, на фоне уменьшения встречаемости жалоб (рисунок 2). Полученные результаты подтверждают положительный эффект предложенного поочередного воздействия красного и ИК лазера на подготовленную к пломбированию полость, что согласуется с мнением ряда авторов [Ковалева М.С., 2014; Нулёв, Е.Н. и соавт., 2019] об устранении отека и воспаления пульпы, бактерицидном эффекте, активации гемомикроциркуляции сосудов пульпы, повышении репаративной функции одонтобластов.

В 1-й основной группе наблюдали равномерное снижение средних значений ЭОД в течение года (на 24,9 %), в то время как в 1-й группе сравнения этот показатель вырос на 23,0 % по сравнению с данными до лечения, что связано с более высоким числом осложнений. Через год ЭОД во 2-й основной группе А и В стало ниже на 23,5 % и 30,2 % соответственно, а во 2-й группе сравнения выросло на 26,8 % относительно исходных данных, что подтверждается высоким процентом осложнений (36,0 %). Постепенное снижение чувствительности пульпы зуба к электрическому току свидетельствует о ее восстановлении пульпы.

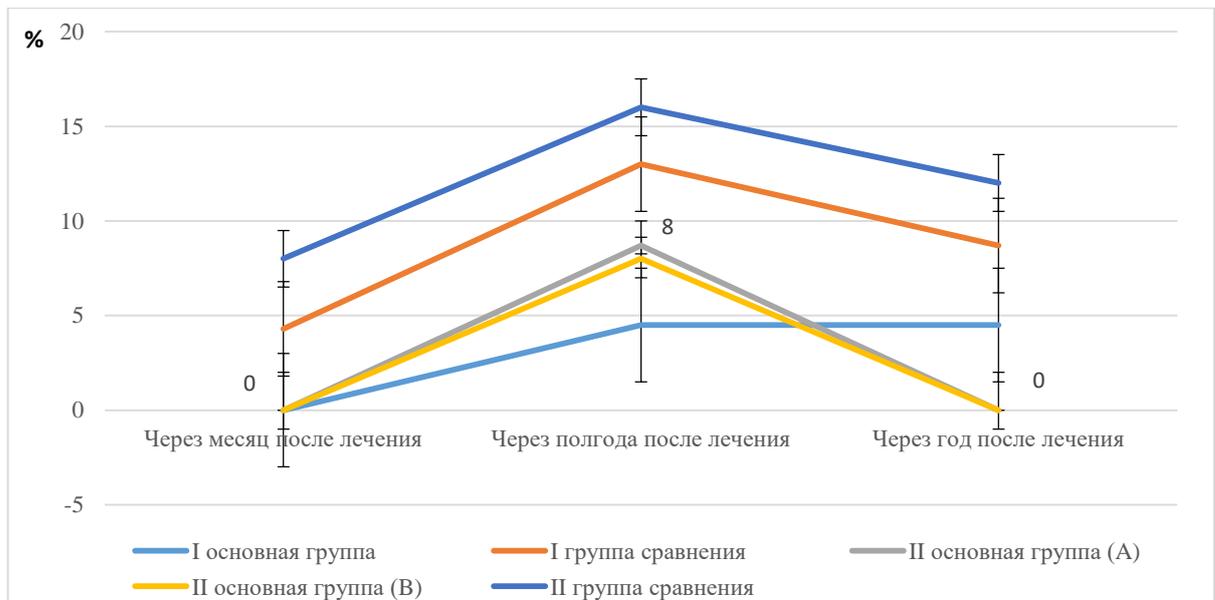


Рисунок 2 — Динамика количества осложнений в I и II клинических группах

Изучение качественного и количественного состава микрофлоры сформированных полостей подтвердило бактерицидное действие ИК лазера. Во 2-й основной группе А и В было зарегистрировано единичное содержание β -гемолитического стрептококка до и после воздействия красным лазерным излучением в $72,0 \pm 20,0$ %, и умеренное в $28,0 \pm 10,0$ %, а после применения ИК лазера процент единичной флоры вырос до $80,0 \pm 20,0$ % только во 2-й основной группе В, при этом его количество снизилось на 9 % (до $22,74 \pm 2,00$ КОЕ/тампон). Условно-патогенные нейссерии и лактобактерии высеивались единично в $20,0 \pm 10,0$ % и $12,0 \pm 10,0$ % случаев соответственно в исследуемых группах и практически в одинаковом количестве (лактобактерии $1,68 \pm 1,30$ КОЕ/тампон, нейссерии $1,38 \pm 1,30$ КОЕ/тампон); анаэробы не определялись.

Динамика результатов ультразвуковой доплерографии при лечении глубокого кариеса в клинических группах

Результаты оценки линейных скоростей кровотока (V_{as} , V_{am} , см/с), объемных скоростей кровотока (Q_{as} , Q_{am} мл/мин), расчетных индексов (PI1, RI): в разные сроки: до лечения (1), через месяц после лечения (2), через 6 месяцев после лечения (3), через 12 месяцев после лечения (4) показали, что в 1-й группе сравнения наблюдали более выраженную реакцию элементов сосудистого русла в ответ на проведенное лечение с применением лечебной прокладки на основе гидроокиси кальция, а именно тенденцию к уменьшению V_{am4} на 41,3 %, V_{as4} и Q_{as4} на 41,3 % и 50,0 % соответственно. В 1-й основной группе зарегистрировали более умеренное постепенное снижение гемодинамических показателей в сравнении с первоначальными данными: значения V_{am4} уменьши-

лись на 27,5 %, Vas4 и Qas4 соответственно на 27,8 %, и 33,3 %, что свидетельствует о восстановлении гемодинамики сосудов пульпы зуба и щадящем воздействии НИЛИ. Изменения расчетных индексов также подтверждают положительный эффект красного лазера на пульпу: в 1-й группе сравнения PI4 повысился на 4,2 %, в 1-й основной группе — на 15,6 %. В группе сравнения RI4 снизился на 33,0 % за весь период, а в 1-й основной группе — на 22,7 % (таблица 1). Полученные в ходе клинического исследования данные уровня гемомикроциркуляции при глубоком кариесе свидетельствуют о снижении значений показателей линейных и объемных скоростей, расчетных показателей (RI) и повышении (PI), что согласуется с данными литературы [Кречина Е.К. с соавт., 2021].

Во 2-й основной группе А и 2 В при повторных измерениях наблюдали умеренное постепенное снижение гемодинамических показателей (Vam4, Qam4, Vas4, Qas4) по сравнению с аналогичными до лечения и через год после него, что свидетельствует о нормализации кровотока пульпы и эффективности проведенного лечения. Во 2-й основной клинической группе А зарегистрировали динамику к снижению Qam4 на 50,0 %, Vam4 — на 30,4 %, Vas4 и Qas4 — на 29,3 % и 33,3 % в сравнении с первоначальными данными. Во 2-й основной группе В среднее значение Vam4 стало ниже на 28,6 %, Qam4 — на 50,0 %, Vas4 и Qas4 — на 24,7 % и 20,0 %. Во 2-й группе сравнения изменение показателей гемодинамики более выражены: Vam4 уменьшился на 46,7 %; Vas4 и Qas4 снизились на 47,6 % и 50,0 %, что характерно для реакции кровеносного русла на воздействие кальцийсодержащими прокладками с высоким pH [Адамчик А.А. и соавт., 2023].

Во 2-й основной группе А и во 2-й основной группе В тенденция к увеличению PI4 сохранилась и изменилась на 14 % и 16 % соответственно; RI4 понизился в данных группах и во 2-й группе сравнения до 36 %. Данные результаты расчетных индексов гемомикроциркуляции свидетельствовали об усилении скорости кровотока, снижении упруго-эластических свойств микрососудистой стенки и повышении периферического сопротивления, что обусловлено гиперемией наблюдаемой на этапе восстановления, это не противоречит современным литературным источникам [Кречина Е.К. с соавт., 2021]. Анализ показателей дентинометрии и гемодинамики пульпы в динамике доказал преимущественно статистически значимую, прямую по направлению и среднюю ($P = 0,3-0,7$) по силе корреляцию во II клинической группе.

Таблица 1 — Изменения показателей гемодинамики в I и II клинических группах, (M±SD)

Параметр	1-я основная группа	1-я группа сравнения	2-я основная группа А	2-я основная группа В	2-я группа сравнения	Статистическая значимость различий				Разность между значениями групп, %				
						P ₁₋₂	P _{a-b}	P _{a-c}	P _{b-c}	d ₁₋₂	d _{a-b}	d _{a-c}	d _{b-c}	
Линейные скорости кровотока (см/сек)	Vas1	2,45±0,15	2,47±0,08	2,49±0,06	2,48±0,05	2,46±0,05	0,563	0,996	0,294	0,303	0,8	-0,1	-1,0	0,9
	Vas2	2,08±0,21	1,91±0,47	2,04±0,30	2,02±0,41	1,86±0,30	0,112	0,995	0,319	0,517	-1,8	0,8	-2,6	3,3
	Vas3	1,90±0,30	1,63±0,67	1,84±0,46	1,87±0,45	1,48±0,77	0,094	0,992	0,156	0,098	-1,7	2,0	-2,2	4,2
	Vas4	1,77±0,52	1,45±0,82	1,76±0,56	1,80±0,54	1,29±0,90	0,124	0,992	0,108	0,064	-2,3	-0,7	-1,3	2,0
	Vam1	0,91±0,04	0,92±0,02	0,92±0,06	0,91±0,03	0,92±0,03	0,556	0,993	1,000	0,997	-0,3	-0,6	-0,6	0,0
	Vam2	0,78±0,04	0,75±0,09	0,77±0,04	0,76±0,08	0,73±0,10	0,142	0,935	0,199	0,537	-0,9	-0,1	-3,0	-2,9
	Vam3	0,71±0,07	0,64±0,20	0,68±0,13	0,69±0,13	0,59±0,25	0,129	0,999	0,255	0,218	-1,3	-0,8	-1,5	0,7
	Vam4	0,66±0,17	0,54±0,28	0,64±0,20	0,65±0,20	0,49±0,32	0,021*	0,998	0,172	0,123	2,5	-0,7	-0,9	0,1
Объемные скорости кровотока (мл/мин)	Qas1	0,06±0,01	0,06±0,01	0,06±0,01	0,06±0,01	0,06±0,01	0,923	0,901	0,851	0,460	0,4	-1,8	2,4	4,3
	Qas2	0,05±0,01	0,04±0,01	0,05±0,01	0,05±0,01	0,05±0,01	0,216	0,997	0,993	0,978	-8	-2,0	4,1	6,3
	Qas3	0,04±0,01	0,04±0,01	0,04±0,01	0,04±0,01	0,04±0,02	0,050*	0,960	0,614	0,391	-10,9	2,3	-2,3	-4,4
	Qas4	0,04±0,01	0,03±0,02	0,04±0,01	0,04±0,01	0,03±0,02	0,079	0,947	0,208	0,091	-9,1	4,8	-11,9	-15,9
	Qam1	0,02±0,00	0,02±0,00	0,02±0,00	0,02±0,00	0,02±0,00	0,254	0,966	0,809	0,942	7,1	2,0	4,3	2,3
	Qam2	0,02±0,00	0,02±0,01	0,02±0,00	0,02±0,00	0,02±0,00	0,116	0,994	0,616	0,621	3	1,5	6,7	0,0
	Qam3	0,02±0,01	0,02±0,02	0,02±0,00	0,02±0,01	0,02±0,02	0,101	0,966	0,946	0,693	3,3	7,1	0,0	-6,7
	Qam4	0,01±0,01	0,02±0,01	0,01±0,00	0,01±0,00	0,02±0,06	0,800	0,914	0,685	0,723	7,1	7,7	7,7	0,0

Примечания:

P₁₋₂ — статистическая значимость различия 1-й основной группы и 1-й группы сравнения

P_{a-b} — статистическая значимость различия 2-й основной группы А и 2-й основной группы В

P_{a-c} — статистическая значимость различия 2-й основной группы А и 2-й группы сравнения

P_{b-c} — статистическая значимость различия 2-й основной группы В и 2-й группы сравнения

da-b % — разность между средними значениями 2-й основной группы А и 2-й основной группы В

da-c , % — разность между средними значениями 2-й основной группы А и 2-й группы сравнения

db-c , % — разность между средними значениями 2-й основной группы В и 2-й группы сравнения

*Статистически значимыми считали различия при p<0,05

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящем диссертационном исследовании предпринята попытка оптимизировать диагностический алгоритм с применением современных цифровых технологий и объективизацией толщины надпульпарного дентина; в зависимости от результатов диагностики, оптимизировать план лечения глубокого кариеса с применением лазерных технологий. В соответствии с данной целью проведены комплексное исследование и сравнительный анализ современных цифровых методов диагностики (рентгенологических методов ОПТГ, КЛКТ, цифровой фиброоптической трансиллюминации) при исследовании зубных рядов для обнаружения кариозной патологии. Цифровые современные методы диагностики показали высокую эффективность не только в выявлении выраженных повреждений твердых тканей зубов, но и на начальных этапах развития кариозного процесса, в стадии очагов деминерализации.

На этапе препарирования в диагностический алгоритм включена дентинометрия для объективизации данных о толщине надпульпарного дентина; в зависимости от полученных данных были разработаны два способа лечения глубокого кариеса, основанные на применении низкоинтенсивного лазерного излучения. Доказана их высокая эффективность (на основании результатов ЭОД и УЗДГ с учетом корреляционного анализа, микробиологического исследования) в ближайшие и отдаленные сроки. Разработанные способы лечения глубокого кариеса с применением лазерных технологий, в зависимости от показателя морфометрии, рекомендовано включать в план лечения зубов с диагнозом глубокий кариес.

Перспективы дальнейшего использования результатов исследований

Полученные результаты проведенных исследований позволят в дальнейшем подтверждать и продолжать развитие предложенной концепции персонализированного подхода к диагностике и лечению глубокого кариеса. Данная концепция предполагает применение аппарата цифровой фиброоптической трансиллюминации на этапе обследования пациента и составления плана лечения, на этапе препарирования — унификация данных о толщине надпульпарного дентина в каждом клиническом случае для последующего выбора способа лечения кариозного поражения с применением лазерных технологий низкой интенсивности.

Предложенные алгоритм диагностики и способы лечения глубокого кариеса могут дополняться и совершенствоваться, в частности, в направлении применения различных методов на этапе диагностики до лечения или во время выполнения манипуляций, что позволит значительно снизить риски возникновения осложнения кариеса и последующую потерю зуба, способствуя при этом снижению распространенности и интенсивности кариеса, уменьшению временных и финансовых затрат на исследование и лечение в дальнейшем.

ВЫВОДЫ

1. Стоматологическое обследование молодого населения Алтайского края показало высокую распространенность кариеса ($80,04 \pm 0,40$ % — $100 \pm 0,02$ %). Средние значения интенсивности и уровня интенсивности кариеса у 18 и 19-летних соответствовали преимущественно среднему уровню. В группе 20–24 года в течение трех лет показатель интенсивности кариеса достоверно увеличился в среднем до 15 % при высоком уровне интенсивности кариеса ($0,37 \pm 0,16$). У пациентов в возрасте 25–29 лет и 30–34 года процент прироста показателей в динамике достигал 21 % ($p < 0,05$), что соответствует высокому уровню интенсивности кариеса.

2. При обследовании зубных рядов в области боковой группы метод цифровой фиброоптической трансиллюминации показал высокую эффективность диагностики первичного кариеса, особенно на проксимальных поверхностях (среднее значение изменённых поверхностей при расчете на один зуб $0,12 \pm 0,02$), что в два раза превышает аналогичные показатели на окклюзионных ($0,06 \pm 0,01$). Эффективность выявления технологией DIFOTI первичного кариеса на контактных поверхностях значимо выше (на 41,7 %) цифровых рентгенологических методов (КЛКТ, ОПТГ). Рецидивирующий контактный кариес достоверно обнаружен как технологией DIFOTI ($0,06 \pm 0,01$ и $0,21 \pm 0,03$), так и цифровой КЛКТ ($0,07 \pm 0,02$ и $0,22 \pm 0,04$).

3. При диагностике кариеса отдельных зубов боковой группы технология DIFOTI показала достоверно высокую эффективность обнаружения первичного окклюзионного ($0,107 \pm 0,092$) и проксимального ($0,114 \pm 0,117$) кариеса по сравнению с визиографией ($0,016 \pm 0,033$ и $0,068 \pm 0,073$ соответственно). Превалируют кариозные полости III степени с поражением дентина (51 %). При рецидивирующем кариесе I класса по Блеку средние значения числа изменённых поверхностей при расчете на 1 зуб технологией DIFOTI ($0,050 \pm 0,054$) значимо отличались только от основных методов, а при II классе по Блеку были значимо выше других методов.

4. Разработанный способ лечения глубокого кариеса, основанный на результатах дентинометрии с применением НИЛИ, показал высокую эффективность, что подтверждают минимальный процент осложнений (не более 9,1 %) и нормализация функциональных показателей пульпы: ЭОД (уменьшение до 30,2 %) и УЗДГ в динамике. В 1-й основной группе через год зарегистрировано снижение показателей гемодинамики (Vas4 и Qas4, Vam4, RI4) от 27,5 % до 50,0 % и значимое увеличение RI4 на 22,2 %. Во 2-й основной группе А и 2-й основной группе В наблюдали снижение показателей гемомикроциркуляции через год (Qam4, Vam4, Vas4, Qas4, RI4) от 20,0 % до 50 % и значимое повышение RI4 — на 14,3 % и 16,0 % соответственно, что свидетельствует об интенсификации восстановления гемодинамики пульпы,

снижении упруго-эластических свойств микрососудистой стенки и повышении периферического сопротивления. Результаты микробиологического исследования подтвердили бактерицидное действие ИК лазера.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. С учетом результатов обследования молодого населения и выявления высокой распространенности и интенсивности кариеса рекомендовано включить в план обследования зубов современные диагностические методы с наибольшей эффективностью (цифровая фиброоптическая трансиллюминация).

2. При проведении цифровой фиброоптической трансиллюминации учитывать для планирования тактики лечения клинически ориентированную дифференцировку клинических случаев контактного кариеса боковой группы зубов.

3. В диагностическом алгоритме на этапе препарирования глубокой кариозной полости для получения данных о толщине надпульпарного дентина рекомендовано применять дентинометрию, данные которой влияют на персонализированный способ лечения.

4. Разработанные способы лечения глубокого кариеса предусматривают применение комбинаций НИЛИ: при показаниях дентинометрии от 2,4 до 1,3 мм воздействие постоянным лазером красного спектра (длина волны 635 нм с максимальной мощностью 7–10 мВт) в течение 2 минут, направляемого в сформированную полость с помощью стоматологической насадки; при показаниях дентинометрии 1,2 мм и менее применяется комбинация красного и ИК лазера (длина волны которого 890 нм, с импульсным воздействием мощностью 4–5 Вт) в течение 2 минут каждым видом лазерного излучения.

СПИСОК РАБОТ,

ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Работы, опубликованные в научных рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. Шевцова, А.А. Оценка распространенности и интенсивности кариеса и некариозных поражений у взрослого населения города Барнаула / С.И. Токмакова, О.В. Бондаренко, **А.А. Шевцова**, В.А. Сгибнева, Е.С. Жукова, Т.В. Воблова // Современные проблемы науки и образования. — 2018. — № 4. — С. 226–226. (К2)

2. Шевцова, А.А. Выбор тактики лечения кариеса на основании современных цифровых методов диагностики / **А.А. Шевцова** // Стоматология. — 2019. — Т. 98, № 3. — С. 144–144.

3. Шевцова, А.А. Исследование клинической эффективности ополаскивателя для полости рта на основе аргинина, лактата кальция и экстрактов лекарственных растений (Часть I) / С.И. Токмакова, Ю.В. Луницына, О.В. Бондаренко, **А.А. Шевцова** // Институт стоматологии. — 2019. — № 4. — С. 96–97. (К2)

4. Рихтер, А.А. Исследование краевой проницаемости материалов для герметизации фиссур / С.И. Токмакова, Ю.В. Луницына, О.В. Бондаренко, Т.В. Воблова, **А.А. Рихтер** // Проблемы стоматологии. — 2019. — Т. 15, № 3. — С. 62–68. (К2)

5. Шевцова, А.А. Исследование клинической эффективности ополаскивателя для полости рта на основе аргинина, лактата кальция и экстрактов лекарственных растений (Часть II) / С.И. Токмакова, Ю.В. Луницына, О.В. Бондаренко, **А.А. Шевцова** // Институт стоматологии. — 2020. — № 1. — С. 78–80. (К2)

6. Рихтер, А.А. Роль цифровой фиброоптической трансиллюминации для диагностики кариеса на апроксимальных поверхностях боковой группы зубов / **А.А. Рихтер** // Стоматология. — 2022. — Т. 101, № 3. — С. 101–102.

7. Рихтер, А.А. Исследование клинической эффективности отбеливающей зубной пасты на основе двуокиси кремния, пирофосфата кальция и экстрактов лекарственных растений / С.И. Токмакова, О.В. Бондаренко, Ю.В. Луницына, **А.А. Рихтер**, Е.А. Субботин, Н.В. Чечун // Проблемы стоматологии. — 2022. — Т. 18, № 2. — С. 93–99. (К2)

8. Рихтер, А.А. Диагностическая эффективность современных цифровых методов выявления кариозных поражений жевательной группы зубов / **А.А. Рихтер**, С.И. Токмакова, Е.А. Субботин, А.А. Баштовой, О.Г. Левченко, Е.В. Мокренко // Институт стоматологии. — 2023. — Т. 100, № 3. — С. 63–66. (К2)

В других изданиях:

9. Рихтер, А.А. Анализ показателей распространенности и интенсивности кариеса зубов старших возрастных групп городского и сельского населения Алтайского края / **А.А. Рихтер**, С.И. Токмакова, А.А. Баштовой // Бюллетень медицинской науки. — 2020. — Т. 20, № 4. — С. 32–37.

10. Рихтер, А.А. Анализ современных методов диагностики при лечении начального пульпита (гиперемии) / Д.В. Ушакова, **А.А. Рихтер** // Актуальные проблемы теоретической и клинической медицины. — 2021. — Т. 31, № 1. — С. 171.

11. Рихтер, А.А. Применение цифровой фиброоптической трансиллюминации в диагностике заболеваний твердых тканей зубов / И.Е. Столярова, **А.А. Рихтер** // Scientist (Russia) — 2022. — Т. 20, № 2. — С. 66–72.

12. Рихтер, А.А. Распространенность и интенсивность кариеса среди сту-

дентов старших курсов института стоматологии и института клинической медицины АГМУ / Н.В. Шинкарук, А.А. Винников, **А.А. Рихтер**, А.П. Гончаров // *Scientist (Russia)* — 2024. — Т. 29, № 3. — С. 12–15.

Предметы интеллектуальной собственности:

1. **Рихтер А.А.**, Токмакова С.И., Бондаренко О.В., Сгибнева В.А. Оценка распространенности и интенсивности заболеваний твердых тканей зубов у взрослого населения города Барнаула и Алтайского края // Свид-во о гос. регистрации базы данных № 2019621685. Дата регистрации: 22.10.2019.

2. **Рихтер А.А.**, Токмакова С.И., Сгибнева В.А. Сравнительный анализ методов диагностики и морфометрии при заболеваниях твердых тканей зубов // Свид-во о гос. регистрации базы данных № 2020620920. Дата регистрации: 30.06.2020.

3. Токмакова С.И., **Рихтер А.А.**, Чечун Н.В. Способ одонтопрепарирования при лечении кариеса с применением метода морфометрического контроля толщины надпульпарного дентина // Патент РФ № 2803169, приоритет 14.02.2023.

4. Токмакова С.И., **Рихтер А.А.** Способ лечения глубокого кариеса на основании данных дентинометрии с применением лазерных технологий // Патент РФ № 2813331, приоритет 10.05.2023.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ

ИК — инфракрасное излучение

КЛКТ — конусно-лучевая компьютерная томография

КОЕ — колониеобразующие единицы

КПУ — кариес, пломба, удаленный зуб

НИЛИ — низкоинтенсивное лазерное излучение

ОПТГ — ортопантограмма

УЗДГ — ультразвуковая доплерография

УИК — уровень интенсивности кариеса

ЭОД — электроодонтодиагностика

DIFOTI — цифровая фиброоптическая трансиллюминация

PI — индекс пульсации (Гослинга)

Qam — средняя объемная скорость по кривой средней скорости

Qas — систолическая объемная скорость по кривой средней скорости

RI — индекс сопротивления кровотока (Пурсело)

Vam — средняя линейная скорость кровотока по кривой средней скорости

Vas — максимальная систолическая скорость кровотока по кривой средней скорости