

На правах рукописи

ИВАНОВ НИКИТА ИГОРЕВИЧ

**ОПТИМИЗАЦИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СЛИЗИСТОЙ
ОБОЛОЧКИ НОСА НА ОСНОВЕ ЛАЗЕРНОЙ КОРРЕКЦИИ НИЖНИХ НОСОВЫХ
РАКОВИН ПРИ ВАЗОМОТОРНОМ РИНИТЕ**

3.1.3 Оториноларингология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Санкт-Петербург – 2024

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном учреждении «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт уха, горла, носа и речи» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ФГБУ «СПб НИИ ЛОР» Минздрава России)

Научный руководитель:

Ведущий научный сотрудник отдела патологии верхних дыхательных путей ФГБУ «СПб НИИ ЛОР» Минздрава России, доктор медицинских наук

Захарова Галина Порфирьевна

Официальные оппоненты:

Заслуженный врач Российской Федерации, Почетный Президент ФГБУ СЗОНКЦ им. Л.Г. Соколова ФМБА России, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет» Правительства РФ, профессор, доктор медицинских наук

Накатис Яков Александрович

Заведующий кафедрой оториноларингологии ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России, доцент, доктор медицинских наук

Павлов Павел Владимирович

Ведущая организация: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова» Министерства Здравоохранения Российской Федерации

Защита состоится «___» _____ 2025 г. в _____ часов на заседании диссертационного совета по защите докторских и кандидатских диссертаций 21.1.064.01 ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт уха, горла, носа и речи» Минздрава России (190013, Санкт-Петербург, ул. Бронницкая, д. 9, тел. (812) 316-28-52)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБУ «СПб НИИ ЛОР» Минздрава России по адресу: 190013, Санкт-Петербург, ул. Бронницкая, д. 9 и на сайте: www.lornii.ru

Автореферат размещен на сайте: <https://vak.minobrnauki.gov.ru/>

Автореферат разослан «___» _____ 202__ г.

Ученый секретарь
диссертационного совета:
кандидат медицинских наук

Щербакова Яна Леонидовна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

На современном этапе вазомоторный ринит представляет одну из наиболее часто встречающихся патологий ЛОР органов, занимая первое место (30%) (Пискунов Г.З., Пискунов С.З., 2002) среди всех неаллергических форм хронического ринита. Заболевание наблюдается во всех возрастных группах с преобладающим распространением среди трудоспособного контингента населения (Бабияк В.И., Накатис Я.А., 2009).

Основным клиническим проявлением вазомоторного ринита служит синдром носовой обструкции, включающий комплекс симптомов, обусловленных нарушением основных жизненно важных функций слизистой оболочки полости носа (дыхательной, защитной, обонятельной), сопровождающихся изменением в окружающих органах и системах и приводящих к значительному снижению качества жизни и трудоспособности пациентов (Лопатин А. С., 2009, Рязанцев С.В., Павлова С.С., 2020).

Общепринятые методы консервативного лечения характеризуются кратковременным эффектом и неполным восстановлением носового дыхания (Пальчун В. Т., 2016). Недостаточная эффективность хирургического лечения обусловлена отсутствием адекватных функциональных хирургических вмешательств, способных сочетать устранение носовой обструкции с восстановлением функционального состояния слизистой оболочки полости носа (Пискунов Г. З., 2017). Излишняя радикальность хирургического лечения способствует развитию хронического атрофического ринита и синдрома пустого носа, что, принимая необратимый характер может приводить к инвалидности пациентов (Карпищенко С. А. 2016). В то же время, использование малоинвазивных методов сопровождается высокой частотой рецидивов в ближайшем и отдаленных периодах, не приводя к полному выздоровлению пациентов.

Преимущество использования высокотехнологичных методов, включая лазерные технологии в хирургическом лечении вазомоторного ринита позволяет повысить его эффективность и снизить риск операционных и послеоперационных осложнений, ускорить реабилитацию пациентов вследствие наиболее щадящего воздействия на слизистую оболочку полости носа с сохранением ее основных функций (Павлов П.В., Дегенова Д.А., Наumenко Н.Н. 2003). Однако, особенности, оптимальные режимы и методы воздействия различных типов лазеров на нижние носовые раковины до настоящего времени полностью не изучены и недостаточно отработаны.

Современные методы исследования открывают новые возможности для изучения функционального состояния слизистой оболочки носа и околоносовых пазух. В настоящее время один из наиболее перспективных методов объективной оценки защитной функции слизистой оболочки представляет цифровая видеомикроскопия двигательной активности реснитчатого эпителия полости носа.

В настоящее время повышение эффективности лечения вазомоторного ринита путем разработки метода хирургической коррекции нижних носовых раковин с использованием лазерного оборудования, обоснованного объективным доказательством оптимизации функционального состояния слизистой оболочки полости носа с использованием цифровой видеомикроскопии представляет несомненную актуальность.

Степень разработанности темы исследования

На современном этапе проблема вазомоторного ринита, как заболевания приводящего к снижению качества жизни пациентов, на фоне выраженной носовой обструкции и неудовлетворительных результатов лечения остается открытой. Несмотря на большое количество публикаций в иностранной и российской литературе, посвященных различным направлениям исследования заболевания вопрос выбора тактики лечения, до сих пор обсуждается. При этом, множество разработанных методов консервативного и хирургического лечения заболевания сопровождаются частотой рецидивов и отсутствием

достаточно длительного периода ремиссии. Одним из направлений повышения эффективности лечения служит разработка хирургического метода, адекватно сочетающего купирование носовой обструкции и щадящее функциональное воздействие на слизистую оболочку нижних носовых раковин. Новизна сертифицированного в 2018 году на российском медицинском рынке хирургического полупроводникового синего лазера с длиной волны 445 нм, обладающего высоким гемостатическим и резекционным эффектами при отсутствии обширного повреждения окружающих тканей, определяет целесообразность его использования в экспериментальных и клинических исследованиях для разработки метода оптимального воздействия на слизистую оболочку нижних носовых раковин у пациентов с вазомоторным ринитом.

Цель исследования

Повышение эффективности хирургического лечения пациентов с вазомоторным ринитом путем оптимизации функционального состояния слизистой оболочки полости носа на основе коррекции нижних носовых раковин с использованием полупроводникового лазера с длиной волны 445 нм.

Задачи исследования

1. Экспериментально определить оптимальные режимы, параметры мощности и длительности воздействия полупроводникового лазера с длиной волны 445 нм на опытный образец ткани для достижения необходимой коагуляции без избыточной деструкции.
2. Произвести объективную оценку двигательной активности ресничек эпителия полости носа у пациентов с вазомоторным ринитом на основе оптимизации компьютерной и математической обработки данных видеомикроскопического исследования.
3. На основе метода цифровой видеомикроскопии разработать основные объективные критерии и параметры количественной оценки двигательной активности реснитчатого эпителия полости носа.
4. Разработать новый метод лазерной коррекции нижних носовых раковин у пациентов с вазомоторным ринитом на основе использования полупроводникового лазера с длиной волны 445 нм.
5. Провести сравнение клинической эффективности хирургического лечения пациентов с вазомоторным ринитом в группах после лазерной коррекции, подслизистой вазотомии и высокочастотной дезинтеграции нижних носовых раковин на основании оценки основных показателей функционального состояния слизистой оболочки полости носа после оперативного лечения.

Научная новизна

Впервые на основании проведения экспериментального исследования воздействия полупроводникового лазера с длиной волны 445 нм на опытный образец ткани свиной печени были определены режим, мощность и время лазерного воздействия, позволяющие произвести оптимальное сокращение ткани без обширной зоны деструкции и некроза.

Впервые с помощью цифровой видеомикроскопии на основании усовершенствования компьютерной и математической обработки данных исследования разработаны основные объективные критерии и параметры, отражающие функциональную эффективность двигательной активности ресничек эпителия полости носа: взвешенная средняя частота, длина реснички, количество ресничек на единицу длины апикальной поверхности клетки.

Впервые на основании объективной оценки параметров взвешенной средней частоты, средней длины ресничек, количества ресничек на единицу длины апикальной поверхности клетки с помощью цифровой видеомикроскопии выявлено снижение функциональной активности реснитчатого эпителия у пациентов с вазомоторным ринитом.

Впервые с помощью цифровой видеомикроскопии и передней активной риноманометрии доказана оптимизация функционального состояния слизистой оболочки полости носа у пациентов с вазомоторным ринитом после лазерной коррекции.

Впервые произведена сравнительная оценка основных параметров двигательной активности ресничек эпителия слизистой оболочки полости носа и объемной скорости воздушного потока у пациентов с вазомоторным ринитом в группах после лазерной коррекции, подслизистой вазотомии и высокочастотной дезинтеграции нижних носовых раковин.

Впервые на основании объективной сравнительной оценки двигательной активности реснитчатого эпителия и дыхательной функции полости носа доказана более выраженная клиническая эффективность, сопровождающаяся оптимизацией слизистой оболочки полости носа у пациентов с вазомоторным ринитом после лазерной коррекции нижних носовых раковин, в сравнении с группами пациентов после подслизистой вазотомии и высокочастотной дезинтеграции нижних носовых раковин.

Теоретическая и практическая значимость работы

Теоретическая значимость данной работы обусловлена экспериментальными исследованиями, которые показали, что полупроводниковый лазер с длиной волны 445 нм при интерстициальном воздействии на ткани в разработанных режиме и параметрах обладает как резекционным, так и коагулирующим действием, оптимально сокращая объем носовых раковин без формирования внешних зон коагуляции и некроза. При разработанном экспериментально поверхностном контактном режиме воздействия исследуемый лазер позволяет сформировать зону коагуляции без излишней деструкции ткани. Полученные данные использованы нами для разработки и применения методов оптимального интерстициального и поверхностного контактного лазерного воздействия на нижние носовые раковины у пациентов с вазомоторным ринитом, позволяющие минимизировать термическое повреждение слизистой оболочки нижних носовых раковин, что способствует максимальному сохранению реснитчатого эпителия в активном функциональном состоянии и в конечном итоге приводит к повышению эффективности лечения заболевания.

Разработанные объективные параметры количественной оценки двигательной активности ресничек в виде взвешенной средней частоты их биения, средней длины реснички и количества ресничек на единицу длины апикальной поверхности клетки, представляют наиболее оптимальные критерии оценки функциональной состоятельности слизистой оболочки полости носа.

Разработанный на основании экспериментального исследования метод интерстициального лазерного воздействия на нижние носовые раковины с помощью полупроводникового лазера с длиной волны 445 нм позволяет производить практически полное хирургическое устранение носовой обструкции на всем протяжении полости носа путем щадящего воздействия на слизистую оболочку нижних носовых раковин у пациентов с вазомоторным ринитом. Использование метода способствует максимальному сохранению и быстрому восстановлению функциональной активности реснитчатого эпителия носовой полости после операции и сопровождается восстановлением носового дыхания. Полученный эффект достигается благодаря использованию отработанного оптимального режима и параметров лазерного воздействия. При этом, в технологии метода учитываются анатомические особенности, заключающиеся в коррекции создающих зону обструкции увеличенных задних концов нижних носовых раковин.

Использование разработанного нами метода интерстициального лазерного воздействия на нижние носовые раковины полупроводниковым лазером с длиной волны 445 нм повышает эффективность хирургического лечения пациентов с вазомоторным ринитом на основе оптимального сохранения структурно-функционального состояния реснитчатого эпителия. Разработанный метод позволяет проводить хирургическое вмешательство под местной анестезией, максимально бескровно, безболезненно в

амбулаторных условиях поликлиники без госпитализации пациента. Быстрое послеоперационное восстановление не требует врачебного ухода за полостью носа, что снижает нагрузку на медицинские учреждения. Послеоперационный период характеризуется минимальными местными реактивными явлениями и их быстрым купированием с полным восстановлением носового дыхания в ближайшие сроки и его длительным сохранением в отдаленном периоде.

Практическая значимость работы заключается также в разработке критериев объективной оценки двигательной активности реснитчатого эпителия, определяющих функциональное состояние слизистой оболочки полости носа в виде параметров: взвешенной средней частоты биения, средней длины и количества ресничек на единицу длины апикальной поверхности клетки.

Методология и методы исследования

В диссертации был использован традиционный подход к организации научного исследования, основанный на принципах доказательной медицины. Результаты исследования четырех групп пациентов и лечения трех из них были представлены в формате проспективного параллельного исследования.

В работе применялись: экспериментальные, клинические, статистические, морфологические и морфометрические, видеомикроскопические методы.

Для сбора и анализа данных использовались как количественные, так и качественные методы. Статистическая обработка результатов проводилась с применением соответствующих критериев для связанных и независимых выборок.

Положения, выносимые на защиту

1. Применение лазерного излучения с длиной волны 445 нм на нижние носовые раковины у пациентов с вазомоторным ринитом при интерстициальном воздействии мощностью 3,0 Вт и скорости продвижения волокна 2 мм/с позволяет эффективно сократить объем носовых раковин, при минимальном повреждающем воздействии в виде коагуляции и деструкции.

2. Разработанный нами метод лазерной коррекции нижних носовых раковин в интерстициальном режиме с использованием излучения длиной волны 445 нм представляет безопасный и эффективный метод лечения вазомоторного ринита. Он способствует полному устранению назальной обструкции всех отделов полости носа с устойчивым улучшением носового дыхания в долгосрочной перспективе и характеризуется оптимизацией функционального состояния слизистой оболочки полости носа и быстрой клинической реабилитацией пациентов в послеоперационный период.

3. Используемые нами в качестве основных параметров оценки двигательной активности реснитчатого эпителия полости носа пациентов с вазомоторным ринитом взвешенной средней частоты биений, средней длины реснички и количества ресничек на единицу длины апикальной поверхности клетки служат объективными критериями функциональной состоятельности слизистой оболочки.

Степень достоверности и апробация результатов

Достоверность результатов исследования характеризуется использованием современных методов получения и обработки информации, репрезентативностью результатов исследования, достаточным количеством пациентов (123 человека) и использованием современных методов обработки информации и статистических данных.

Основные положения работы представлены и доложены на 68-й, 69-й, 70-й научно-практических конференциях «Молодые ученые российской оториноларингологии» (Санкт-Петербург, 2022, 2023, 2024); XI, XII, XIII Петербургском форуме оториноларингологов России (Санкт-Петербург, 2022, 2023, 2024), IV Всероссийском конгрессе Национальной медицинской ассоциации оториноларингологов России (Казань, 2022), VI, VII

Всероссийском форуме оториноларингологов с международным участием «Междисциплинарный подход в оториноларингологии, хирургии головы и шеи» (Москва, 2022, 2023).

Внедрение результатов исследования в практику

Результаты проведенного исследования используются в клинической работе и учебном процессе ФГБУ «СПб НИИ ЛОР» Минздрава России и ФГБОУ «СЗГМУ» Минздрава России, внедрены в клиническую работу и учебный процесс в ФГБУ «СПб НИИ ЛОР» Минздрава России и ФГБОУ «СЗГМУ» Минздрава России.

Личный вклад автора

Автор принимал непосредственное участие в организации и проведении исследования по всем разделам диссертации, формулировании цели, задач и дизайна исследования. Автором проанализирована отечественная и международная литература по теме данного исследования. Автор лично проводил пред и послеоперационный осмотр и анкетирование всех пациентов, включенных в исследование. Экспериментальная часть исследования также была проведена лично автором. Хирургическое лечение пациентов, входящих в исследование полностью осуществлено лично автором. Автором самостоятельно выполнена обработка данных цифровой видеомикроскопии с усовершенствованием методик компьютерной и математической обработки и анализ полученных результатов исследования с статистической обработкой экспериментальных и клинических результатов. Автор интерпретировал и оценил полученные данные, сформулировал выводы и практические рекомендации.

Публикации по теме диссертации

По теме данного исследования опубликовано 18 работ, в том числе 5 из них входит в базу данных научного цитирования Scopus, 5 – опубликованы в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Минобрнауки России для публикации основных научных результатов диссертации, 6 тезисов. Получен 1 патент и 1 заявка на изобретение.

Структура и объем диссертации

Диссертация изложена на 173 страницах машинописного текста, состоит из введения, обзора литературы (глава 1), методов исследования (глава 2), собственных результатов исследования (глава 3 и глава 4), заключения, выводов, практических рекомендаций, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы, включающего 158 источников, из них 61 на русском и 97 на иностранных языках. Работа иллюстрирована 20 таблицами, 56 рисунками.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материалы и методы исследования

Исследование выполнено в ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт уха, горла, носа и речи» Министерства Здравоохранения Российской Федерации в период с сентября 2021 года по июль 2024 года.

Дизайн исследования состоит из трех частей. Часть 1: Экспериментальное исследование действия полупроводникового лазера с длиной волны 445 нм на биологическую модель – ткань свиной печени при поверхностном (дистанционном и контактном) и интерстициальном воздействии, для выбора оптимального режима и мощности действия лазера на слизистую оболочку полости носа пациентов с вазомоторным ринитом. Исследование проводилось с помощью изучения макро и микропрепаратов экспериментальных образцов. Часть 2: Клиническое рандомизированное проспективное

исследование пациентов с вазомоторным ринитом и разработка метода их хирургического лечения с использованием полупроводникового лазера с длиной волны 445 нм. Часть 3: Рандомизированное проспективное исследование эффективности разработанного метода хирургического лечения пациентов с вазомоторным ринитом с использованием полупроводникового лазера длиной волны 445 нм, на основе сравнения с альтернативными методами проведения вазотомии (подслизистая вазотомия и высокочастотная дезинтеграция нижних носовых раковин) с помощью оценки функционального состояния слизистой оболочки полости носа в раннем и отдаленном послеоперационном периодах.

Материалом для экспериментального исследования служили кусочки ткани свиной печени размером 2см*2см*2см. В качестве источника лазерного излучения на экспериментальных образцах использовался полупроводниковый лазер с длиной волны 445 нм (WolfTruBlue; A.R.C. Laser Company). Работа с биологической моделью включала оценку характера лазерного воздействия при разных мощностях использования лазера с помощью изучения макро и микроскопической картины путем, измерения зон деструкции и коагуляционного некроза. Поверхностное контактное и дистанционное лазерное воздействие проводилось на экспериментальных образцах ткани в постоянном режиме при различной мощности излучения полупроводникового лазера с длиной волны 445 нм. Время экспозиции при контактном и дистанционном способах в непрерывном режиме составило 2 секунды для точечного воздействия и 10 секунд для линейного воздействия (шаг 2 мм/сек). Для морфометрического изучения нативных тканевых образцов использовались калибровочный слайд и операционный микроскоп Carl Zeiss с 16-кратным увеличением. Изучение гистологических образцов осуществлялось с использованием биологического микроскопа Olympus CX41 с увеличением×100. Морфометрический анализ проводился при помощи системы «Видеотест». Окраска гистологических образцов выполнялась с применением гематоксилина и эозина. При интерстициальном лазерном воздействии на экспериментальную ткань анализировали изменения наружной и внутренней структуры образца на поперечном срезе макропрепарата, подвергнутого предварительной заморозке.

В ходе проведения экспериментального исследования были проанализированы восемь показателей мощности лазера от 0,5 до 4 Вт. Поверхностное воздействие на каждой мощности было применено в четырех экспозициях при трехкратном повторении, что в сумме составило 96 экспериментов. Всего было проанализировано 192 микроскопических препарата. При интерстициальном воздействии общее количество опытов составило 24, количество макропрепаратов – 72, микропрепаратов – 216.

Оценка двигательной активности реснитчатого эпителия слизистой оболочки полости носа осуществлялась с помощью метода цифровой видеомикроскопии. Исследование проводилось перед оперативным вмешательством, через 7 дней, 1 месяц и 6 месяцев после оперативного вмешательства. Получение материала реснитчатых эпителиальных клеток проводилось щадящим методом при передней риноскопии с помощью цитологической щетки тип D-1 с медиальной поверхности нижних носовых раковин. Полученное содержимое помещалось в пробирку (эпиндорф) с физиологическим раствором, после чего в течение 30 минут материал переносился на предметное стекло и рассматривался под микроскопом Olympus CX41 с встроенной электронной видеокамерой MMC Multimeter. Видеомикроскопия и видеозапись производились при стандартном увеличении микроскопа от x40 до x100 и дополнительном цифровом увеличении на видеокамере. Компьютерная обработка видеозаписей биений ресничек слизистой оболочки полости носа проводилась нами с помощью программы MMC Multimetr 3, путем ручного выделения объектов изображения, измерения заданных параметров, их классификации и статистической обработки.

Для совершенствования объективной оценки эффективности двигательной активности реснитчатого эпителия нами был разработан алгоритм статистических

расчетов, который включал: использование сочетания режима ручных и автоматизированных измерений.

Для большей точности расчета результатов диапазон частот биений ресничек (Гц) был подразделен на 3 класса. В свою очередь, каждый класс подразделялся на 3 подкласса (таблица 1).

Таблица 1. Распределение ресничек на классы и подклассы в зависимости от частоты их биения

1 класс (низкая частота)			2 класс (средняя частота)			3 класс (высокая частота)		
подклассы (частота Гц)			подклассы (частота Гц)			подклассы (частота Гц)		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0 – 1,9	2 – 3,9	4 – 5,9	6 – 7,9	8 – 9,9	10 – 11,9	12 – 13,9	14 – 15,9	16 – 17,9

По полученным данным автоматического подсчета частоты биения ресничек каждого образца строились гистограммы распределения частот биения ресничек. По данным гистограмм определялись такие значимые показатели, как средняя частота биения ресничек, количество движущихся ресничек в каждом классе и подклассе в %, площадь, занимаемая ресничками каждого подкласса в %. В качестве основных критериев оценки двигательной активности ресничек нами были определены параметры: взвешенной средней частоты биений, средней длины ресничек и количества ресничек на единицу длины апикального края эпителиальной клетки. Взвешенная средняя частота – частота, с которой осуществляет биение наибольшее по занимаемой площади в (%) количество ресничек.

Для получения взвешенной средней частоты биения ресничек мы выделяли класс, в котором определялась наибольшая площадь ресничек, двигающихся с одинаковой частотой (не менее 40% от общей площади). Средняя частота биения в данном классе, определялась в ручном режиме, и представляла взвешенную среднюю частоту биения.

Клиническое обследование включало: изучение жалоб, анамнеза заболевания, стандартный инструментальный осмотр ЛОР органов, видеоэндоскопию полости носа и носоглотки до и после операции с помощью ригидного эндоскопа 0 ° (длина оптической трубки – 160 мм, диаметр – 35 мм). Видеофиксация эндоскопической картины осуществлялась с помощью устройства для записи видеоизображения – эндовидеоэндоскопическая стойка TIPCAM 1 S 3D ORL (Karl Storz Германия). Для субъективной оценки функции носового дыхания до и после операции использовался опросник NOSE (Nasal Obstruction Symptom Evaluation). Объективная оценка степени выраженности назальной обструкции на всех этапах исследования осуществлялась с помощью передней активной риноманометрии (ПАРМ). Измерение уровня кислотно-основного состояния слизистой оболочки носовой полости проводилось с использованием индикаторных полосок (лакмус) производства Китай, обладающих шкалой измерения в диапазоне от 0 до 14 единиц pH.

В исследовании приняли участие 123 пациента в возрасте от 18 до 65 лет. Из них 30 здоровых и 93 пациента с вазомоторным ринитом. Контрольную группу составили 30 здоровых обследованных без патологии со стороны ЛОР органов и без общесоматических заболеваний. Пациенты с ВР были распределены в три независимые группы, включающие по тридцать одному пациенту в каждой, представляя три отдельные выборки. Группа 1 (исследования) – 31 пациент с вазомоторным ринитом, которым хирургическое лечение на нижних носовых раковинах было проведено с использованием полупроводникового лазера с длиной волны 445 нм; группа 2 (сравнения) – 31 пациент с ВР, которым хирургическое лечение на нижних носовых раковинах было проведено с помощью холодного инструментария (подслизистая вазотомия по С.З. Пискунову, 1987 г.); группа 3 (сравнения) – 31 пациент с ВР, которым хирургическое лечение на нижних носовых раковинах было проведено с помощью высокочастотной дезинтеграции. Методика определения

хирургической тактики для участников данного клинического исследования основывалась на принципах «слепого» отбора. Все участники исследования предоставили свое согласие на участие на основе предварительно полученной информации о ходе и возможных рисках исследования на основе критериев включения и исключения, сделав это свободно и осознанно. Проведение исследования получило одобрение этического комитета Федерального государственного бюджетного учреждения «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт уха, горла, носа и речи» Минздрава России, что подтверждает соответствие исследования установленным нормам этики.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты экспериментального исследования

Поверхностное лазерное воздействие. Проведенное экспериментальное исследование показало, что поверхностное использование лазерного излучения мощностью 3,0 Вт контактным способом обеспечивает оптимальное сочетание коагуляционного и режущего воздействия на ткани без излишней карбонизации. В то время как поверхностное использование дистанционного способа воздействия лазерного излучения мощностью 3,0 Вт оказывает преимущественно коагуляционный эффект.

Интерстициальное лазерное воздействие. Анализ результатов экспериментального исследования интерстициального способа лазерного воздействия показал, что визуально значимое сокращение объема ткани экспериментального образца наблюдается, начиная с мощности воздействия лазера в 2 Вт. При увеличении мощности воздействия до 3 Вт было получено выраженное сокращение ткани без излишней ширины зоны карбонизации.

Таким образом, поверхностное контактное и интерстициальное использование лазерного излучения мощностью 3,0 Вт обеспечивает оптимальное сочетание коагуляционного и режущего воздействия на ткани без излишней деструкции. Интерстициальное воздействие сопровождается сокращением объема ткани при минимальных изменениях на поверхности в месте входа лазерного луча.

Результаты клинического исследования

Клиническое обследование пациентов с ВР показало, что основные предъявляемые жалобы, включали: затрудненное носовое дыхание 100 % (93 пациента), выделения из носа 64,5 % (60 пациентов), приступы чихания 9,7 % (9 пациентов). Длительно протекающее заболевание нередко сопровождалось значительным снижением качества жизни пациентов, проявляющееся в повышенной раздражительности, быстрой утомляемости, снижении работоспособности и социальной активности у 86 % (80 пациентов). Снижение качества жизни в значительной мере было обусловлено необходимостью частого использования сосудосуживающих капель (более трех раз в сутки). Из анамнеза пациентов выявлено, что 63% (59 пациентов) в течение длительного периода постоянно пользовались интраназальными деконгестантами. Количество закапываний сосудосуживающих препаратов в нос в течение суток колебалось от 1 до более 10. Среднее значение составило 6 закапываний в сутки.

Затруднение носового дыхания наблюдалось в различное время суток, в виде двустороннего и/или одностороннего, попеременно в каждой половине носа, в вертикальном и/или горизонтальном положении тела. Выделения из носа наиболее часто имели прозрачный, серозный характер, реже наблюдались более густые слизистые выделения, еще более редко наблюдались сухие корочки. У ряда пациентов наблюдались периодически спонтанно возникающие приступы чихания. Длительность заболевания пациентов колебалась от 1 года до 20 и более лет. Из них до 1 года 30%, от года до 5 лет 30%, более 5 лет 40% обследованных пациентов. До обращения к нам различные варианты консервативного лечения получали 46% (43 пациента). Проведенное лечение включало: курсы консервативной терапии в виде топических кортикостероидных препаратов 53%

(23), местные ирригационные процедуры с использованием солевых, масляных растворов (дышесол, пиносол и др.) 13% (6) из получавших лечение пациентов. Остальные 32% (14 пациентов) периодически самостоятельно использовали различные препараты. Временное улучшение носового дыхания длительностью до трех месяцев отмечали 53% (23 пациента) из получавших лечение. Остальные пациенты, получавшие консервативное лечение существенного эффекта от его проведения, не отмечали. Хирургическое лечение до обращения к нам получали 25% (10) из получавших лечение пациентов. Пациентам проводились такие вмешательства как: септопластика, подслизистая вазотомия, латероконхопексия, ультразвуковая дезинтеграция нижних носовых раковин с временным улучшением после их проведения.

При риноскопии с помощью обычного инструментария и видеориноскопии, как правило, наблюдались; розовая, влажная слизистая оболочка, сужение общих носовых ходов вследствие увеличения набухших, синюшных нижних носовых раковин сопровождающееся субъективным затруднением носового дыхания. При анемизации СО полости носа нижние носовые раковины сокращались, просвет общего носового хода увеличивался, носовое дыхание субъективно восстанавливалось. В 19% (18 пациентов) в полости носа визуализировалось умеренное количество прозрачного слизистого отделяемого. У 60% (56 пациентов) при эндоскопическом исследовании наблюдалось сужение задних отделов полости носа вследствие выраженной набухлости задних концов нижних носовых раковин, сокращающихся при анемизации.

При измерении кислотно-основного состава секрета полости носа у здоровых и пациентов с вазомоторным ринитом среднее pH слизистой оболочки у здоровых пациентов имело слабокислое значение $7,0 \pm 0,02$, у пациентов с вазомоторным ринитом соответствовало слабощелочной среде $8,0 \pm 0,15$.

Объективное исследование носового дыхания с помощью передней активной риноманометрия (ПАРМ) выявило наличие у пациентов с ВР до операции выраженной обструкции носа. Средний объем воздушного потока у пациентов с вазомоторным ринитом с обеих сторон составлял на вдохе – 355 ± 102 ml/s, на выдохе – 364 ± 93 ml/s, у здоровых – 806 ± 95 ml/s и – 851 ± 56 ml/s соответственно.

На основании данных полученным при экспериментальном исследовании, нами разработан способ лечения пациентов с вазомоторным ринитом (патент № 2790519 от 13.04.2022 г).

Способ комбинированного хирургического лечения пациентов с вазомоторным ринитом – поверхностное лазерное воздействие с помощью полупроводникового лазера 445 нм. Данный способ заключается в использовании комбинации таких методов как, латеропозиция нижних носовых раковин, подслизистая вазотомия, и поверхностное воздействие полупроводникового лазера с длиной волны 445 нм при мощности 3,0 Вт на медиальную поверхность нижних носовых раковин.

В соответствии с полученными при экспериментальном исследовании данными о большей сохранности наружной поверхности ткани при интерстициальном по сравнению с поверхностным контактным способом воздействия лазера нами был разработан способ лечения пациентов с вазомоторным ринитом (Заявка на изобретение №2024115494 от 05.06.24).

Способ комбинированного хирургического лечения пациентов с вазомоторным ринитом – лазерная коррекция нижних носовых раковин с помощью полупроводникового лазера с длиной волны 445 нм Хирургическое вмешательство выполнялось в амбулаторных условиях поликлиники под местной анестезией с использованием видеоэндоскопии оснащенной эндоскопической видеостойкой под контролем ригидного эндоскопа с углом зрения 0°. Способ комбинированный включает проведение латеропозиции нижних носовых раковин первым этапом и интерстициальное лазерное воздействие вторым этапом. Интерстициальное лазерное воздействие на нижнюю носовую раковину выполняется в постоянном режиме. Для этого нижняя носовая раковина

визуально делится на три этажа: верхний, средний и нижний. Волокно световода полупроводникового лазера с длиной волны 445 нм диаметром 0,3 мм вводят в активном состоянии в область середины нижней носовой раковины по ее нижнему краю (нижний этаж). Затем продвигают волокно световода по всей длине нижнего края носовой раковины к ее заднему концу со скоростью 2 мм/сек. Далее в активном состоянии лазерное волокно выводят в ретроградном направлении, к середине нижней носовой раковины по ее нижнему краю (рисунок 1).

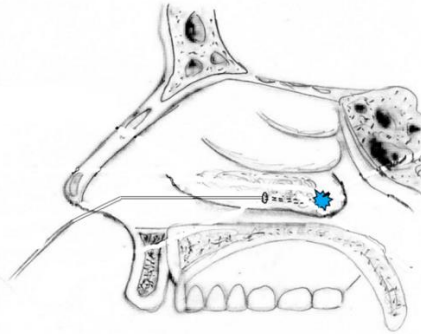


Рисунок 1 – Формирование туннеля при вводе и продвижении активного лазерного волокна через середину ННР до ее заднего конца и обратно

Затем такое же воздействие последовательно производят по среднему и далее по верхнему этажу нижней носовой раковины. Лазерное воздействие осуществляют с мощностью излучения 3,0 Вт со скоростью 2 мм/сек при постоянном режиме на всех этапах воздействия (рисунок 2).

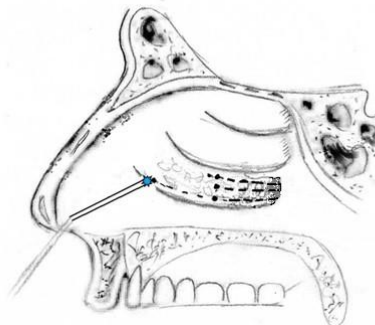


Рисунок 2 – Сформированные задние туннели и начало формирования передних туннелей

Далее волокно световода вводят в активном состоянии в передний конец нижней носовой раковины поочередно по нижнему, среднему и верхнему этажам продвигая его по всей длине от переднего до среднего отдела нижней носовой раковины со скоростью 2 мм/сек и обратно в ретроградном направлении (рисунок 3).

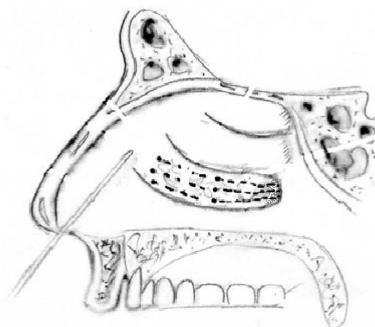


Рисунок 3 – Сформированные передние и задние туннели по всей длине нижней носовой раковины

Аналогичное хирургическое вмешательство осуществляют на нижней носовой раковине другой половины носа. После проведения хирургического вмешательства в обе половины полости носа на 20 минут помещаются ватные турунды, с последующим их извлечением из носа. Наблюдение за пациентом в амбулаторных условиях поликлиники осуществляется в течение одного часа. После осмотра и констатации отсутствия кровотечения пациент отпускается домой без тампонов в полости носа.

Результаты количественной оценки двигательной активности ресничек эпителия полости носа у пациентов с вазомоторным ринитом с помощью цифровой видеомикроскопии

В качестве параметров оценки двигательной активности реснитчатого эпителия у пациентов с вазомоторным ринитом нами определялись: средняя и взвешенная средняя частота биений, длина и количество ресничек на единицу длины апикальной поверхности реснитчатой клетки. Расчет взвешенной средней частоты производился по разработанной нами формуле:

$$v_{\text{взвешенная средняя}} = \frac{v_1 * N_1 + v_2 * N_2 + v_3 * N_3}{N_{1+2+3}} \quad (1)$$

где, v_1 – частота биения ресничек в 1 подклассе, v_2 – частота биения ресничек во 2 подклассе, v_3 – частота биения ресничек в 3 подклассе. N_1 – количество ресничек в 1 подклассе, N_2 – количество ресничек во 2 подклассе, N_3 – количество ресничек в 3 подклассе. N_{1+2+3} – сумма ресничек в трех подклассах одного класса.

Результаты проведенного исследования представлены в таблице 2.

Таблица 2. Средняя и взвешенная средняя частоты биений ресничек эпителия полости носа у пациентов с вазомоторным ринитом

	$v_{\text{средняя}}$	$v_{\text{взвешенная средняя}}$	
	p^*	p^{**}	p^{***}
	0,46	0,0001	
Группа контроля (здоровые)	7,62 Гц ± 0,24	7,9 Гц ± 0,12	0,3
Группа исследования (вазомоторный ринит)	7,4 Гц ± 0,18	6,4 Гц ± 0,21	p^{****}
			0,008
Примечания: p^* – Различия статистически не значимы у здоровых и пациентов с ВР при $v_{\text{средней}}$, p^{**} – Различия статистически значимы у здоровых и пациентов с ВР при $v_{\text{взвешенная средняя}}$, p^{***} – Различия статистически не значимы при сравнении $v_{\text{средней}}$ и $v_{\text{взвешенная средняя}}$ у здоровых, p^{****} – различия статистически значимы при сравнении $v_{\text{средней}}$ и $v_{\text{взвешенная средняя}}$ у пациентов с ВР. Измерения проводились с помощью t-критерия Стьюдента для несвязанных выборок.			

Соответственно представленным в таблице 2 данным – средняя частота в группе здоровых составляет 7,62 Гц $\pm$ 0,24 по автоматизированному подсчету программы. При этом взвешенная средняя частота в этой группе составила 7,9 Гц $\pm$ 0,12, отличия с средней статистически не значимые. Полученные данные свидетельствуют о достаточно равномерном распределении работающих с одинаковой частотой ресничек в зоне обследования у пациентов группы здоровых.

У пациентов с вазомоторным ринитом средняя частота при автоматизированном подсчете и по формуле в режиме ручных измерений, а также в сравнении со здоровыми также без статистической разницы. Однако, у пациентов с ВР взвешенная средняя частота была статистически значимо меньше, чем средняя частота, соответственно 6,4 Гц $\pm$ 0,21 и

7,4 Гц $\pm 0,18$. Полученные данные свидетельствует о меньшей двигательной активности ресничек максимальной площади зоны исследования и как следствие снижении эффективности двигательной функции реснитчатого эпителия у пациентов с вазомоторным ринитом.

Результаты цитоморфометрического исследования эпителиальных реснитчатых клеток полости носа у пациентов с вазомоторным ринитом

Данные измерения длины ресничек, их количества на единице длины апикального края реснитчатой клетки и длины апикального края реснитчатой клетки представлены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3. Средняя длина ресничек и апикального края клетки у пациентов с вазомоторным ринитом (в мкм)

	Здоровые	Пациенты с ВР	p*
Длина ресничек	7,84 $\pm$ 0,12 мкм	5,91 $\pm$ 0,09 мкм	0,00001
Длина апикального края клетки	От 7,6 мкм до 19,8 мкм	От 8,1 мкм до 24,9 мкм	
Примечание: p* – статистически значимые различия при t-критерии Стьюдента для несвязанных выборок.			

Представленные в таблице 3 данные указывают на статистически значимое (p=0,00001) уменьшение средней длины реснички у пациентов с ВР по сравнению с здоровыми, соответственно: у здоровых 7,84 $\pm$ 0,12 мкм и 5,91 $\pm$ 0,09 мкм у пациентов с вазомоторным ринитом.

Таблица 4. Количество ресничек на единицу длины (10 мкм) апикального края клетки эпителия полости носа у пациентов с вазомоторным ринитом (Ед)

	Здоровые	Пациенты с ВР	P*
Количество ресничек на 10 мкм	14,5 $\pm$ 0,09	12,5 $\pm$ 0,05	0,001
Примечания: P* – статистически достоверные различия между группами по t-критерию Стьюдента.			

Количество ресничек на единицу длины апикальной поверхности эпителиальной клетки у здоровых и пациентов с ВР составила соответственно: 14,5 $\pm$ 0,09 и 12,5 $\pm$ 0,05 ресничек на 10 мкм. Что указывает на уменьшение количества движущихся ресничек на единицу длины у пациентов с вазомоторным ринитом (p=0,001).

Проведенные нами измерения длины ресничек, их количества на единицу длины апикального края реснитчатых клеток у пациентов с вазомоторным ринитом свидетельствуют о статистически значимых, уменьшении длины ресничек до 5,91 $\pm$ 0,09 мкм и их количества на единицу длины апикальной поверхности клетки у обследованных пациентов ВР до 12,5 $\pm$ 0,05 ресничек/10 мкм. В то время как длина апикальной поверхности клетки как у пациентов с ВР, так и у здоровых имеет значительный разброс протяженности, что затрудняет проведение статистических расчетов.

Таким образом, полученные нами результаты количественной оценки работы ресничек эпителия полости носа с помощью взвешенной средней частоты биений, средней длины и количества ресничек на единицу длины методом цифровой видеомикроскопии свидетельствуют о снижении функциональной эффективности биений ресничек эпителия полости носа у пациентов с вазомоторным ринитом.

Результаты хирургического лечения

Анализ выраженности реактивных воспалительных явлений после хирургических вмешательств у пациентов с вазомоторным ринитом по данным эндовидеоскопии показал,

что более значительные реактивные воспалительные явления на 7-й день после операции (4,7 балла) наблюдались у пациентов после высокочастотной дезинтеграции нижних носовых раковин (рисунок 4). Они проявлялись в наличии сукровичного отделяемого, отека, фибриновых налетов и образовании корок на поверхности СО полости носа ($p < 0,01$ по U-критерию Манна-Уитни) по сравнению с пациентами группы исследования. Особенностью проявления реактивных явлений со стороны полости носа в ближайший послеоперационный период у пациентов с ВР после высокочастотной дезинтеграции служил выраженный процесс образования корок (рисунок 5).

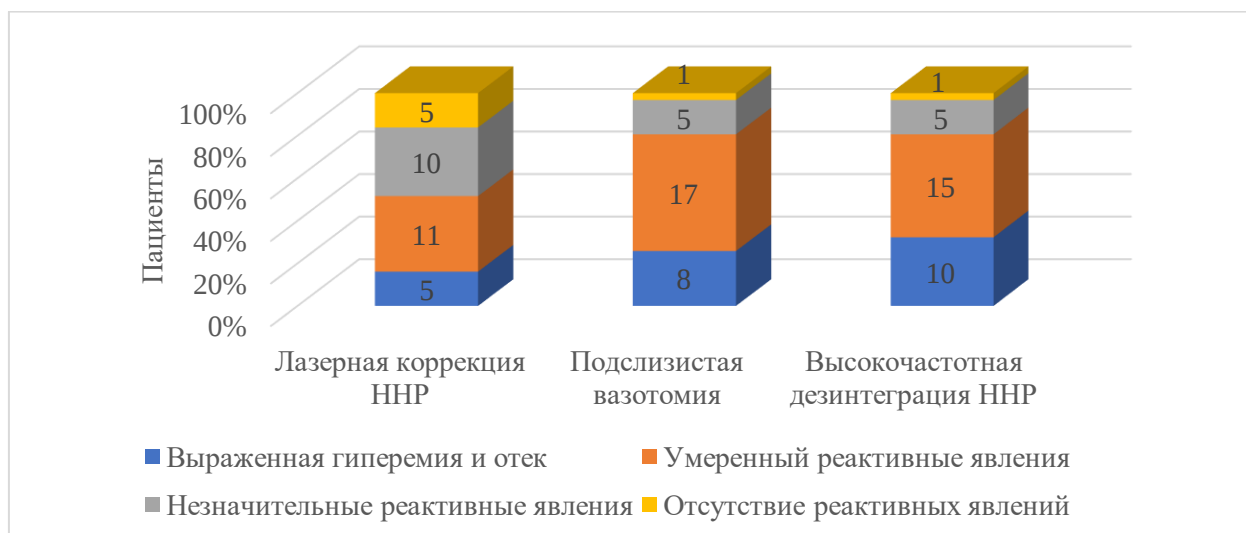


Рисунок 4 – Выраженность послеоперационных реактивных явлений на 7 сутки после операции у пациентов с ВР в группе исследования и группах сравнения

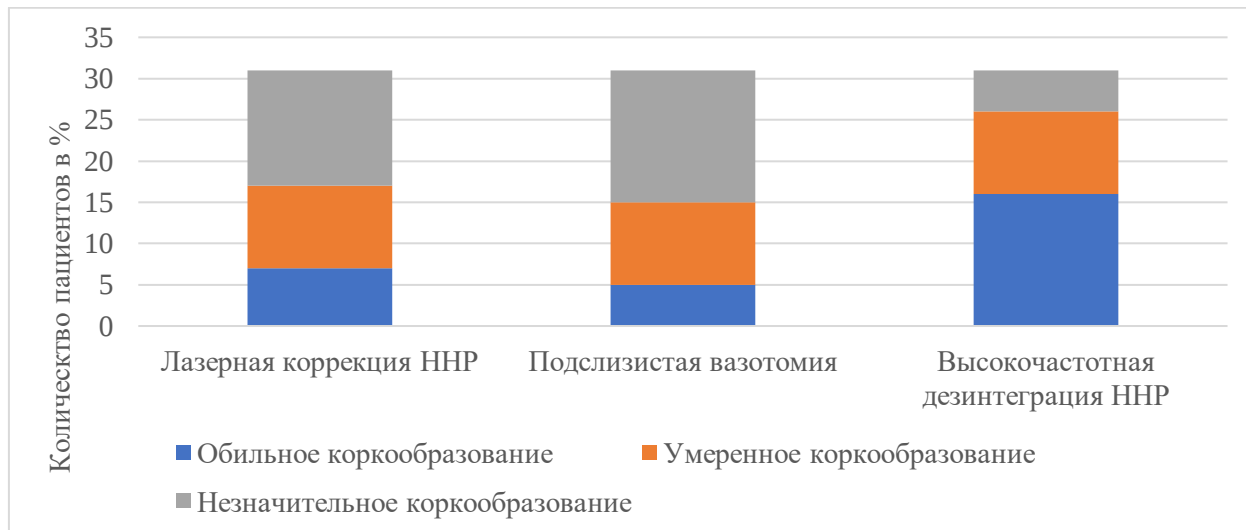


Рисунок 5 – Выраженность процесса образования корок в группах пациентов с ВР на 7 сутки после хирургического вмешательства. Количество пациентов в %

У пациентов, перенесших подслизистую вазотомию на 7-й день послеоперационные реактивные явления были выражены умеренно (4,5 балла). В то же время, они были более значительны по сравнению с пациентами группы исследования после лазерной коррекции ($p < 0,05$ по U-критерию Манна-Уитни). У пациентов в группе исследования после лазерной коррекции нижних носовых раковин на 7-й день после операции реактивные явления со стороны СО были выражены незначительно (3,1 балла).

Полное купирование реактивных воспалительных явлений СО полости носа наблюдалось: у пациентов после лазерной коррекции – через две недели, у пациентов после

подслизистой вазотомии – через месяц, у пациентов после высокочастотной дезинтеграции нижних носовых раковин – через 2 месяца после операции. Таким образом, данные эндовидеоскопии свидетельствуют о наибольшей выраженности и длительности реактивных воспалительных явлений после операции у пациентов после высокочастотной дезинтеграции нижних носовых раковин. Наименьшая выраженность и кратковременность реактивных явлений со стороны СО полости носа наблюдалась у пациентов после лазерной коррекции нижних носовых раковин, что указывает на более щадящее воздействие на слизистую оболочку полости носа при этом виде хирургического вмешательства.

Оценка эффективности устранения носовой обструкции и восстановления носового дыхания у пациентов с вазомоторным ринитом с помощью передней активной риноманометрии (ПАРМ) после хирургического лечения (рисунок 6) по данным сравнения показателей объемной скорости воздушного потока на вдохе и на выдохе у пациентов с ВР до и после операции указывает, что носовое дыхание восстановлено до показателей здоровых при использовании всех примененных нами способов хирургического лечения. В то же время статистически значимые различия в объемной скорости воздушного потока на вдохе и на выдохе при использовании различных методов: лазерной коррекции, подслизистой вазотомии и высокочастотной дезинтеграции нижних носовых раковин обнаружены уже через 1 месяц после хирургического вмешательства. По результатам анализа по критерию Стьюдента для связанных выборок установлено, что после операции с применением лазерной коррекции наблюдается более значительное улучшение объемной скорости воздушного потока на вдохе и на выдохе по сравнению с другими методами ($p=0,00011/ p= 0,00015$). Это связано с меньшей выраженностью послеоперационных реактивных явлений и более быстрым их купированием. Анализ динамики показателей объемной скорости воздушного потока на вдохе и на выдохе в последующие 3 и 6 месяцев после оперативного вмешательства показал, что увеличение объемной скорости воздушного потока продолжает сохраняться в группах пациентов после лазерной коррекции и высокочастотной дезинтеграции нижних носовых раковин. В то время как у пациентов через 6 месяцев после подслизистой вазотомии объемная скорость воздушного потока статистически снижается ($p=0,0011$), что может свидетельствовать, о постепенном увеличении объема нижних носовых раковин и их возвращении к исходным размерам.

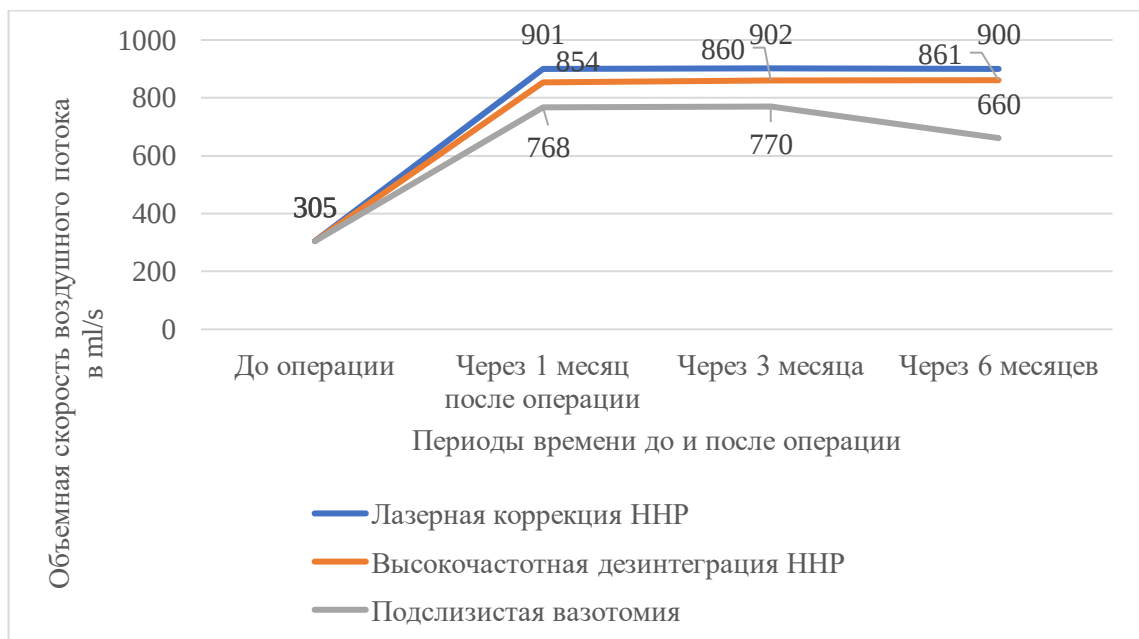


Рисунок 6 – Объемная скорость носового потока, суммарная (ПАРМ) при вдохе

Оценка качества жизни пациентов с вазомоторным ринитом после различных вариантов хирургического лечения основывалась на опросе, проведенном через год после

операции. Основными показателями качества жизни после операции служили: субъективная оценка пациентом степени восстановления носового дыхания (полное, неполное восстановление или отсутствие улучшения), наличие дискомфорта в полости носа (сухость, жжение, зуд, чихание, болевые ощущения и др.), улучшение психоэмоционального состояния в виде общего повышения настроения, работоспособности и творческих возможностей. После проведения лазерной коррекции полное удовлетворение от проведенного хирургического вмешательства отметили 96,8(%) 30 пациентов. Неполное восстановление носового дыхания в этой группе отметил один пациент (3,2%). В группе пациентов после проведения подслизистой вазотомии неполное удовлетворение из-за недостаточного восстановления носового дыхания через год после операции отметили (35,4%) 11 человек. В группе пациентов после высокочастотной дезинтеграции нижних носовых раковин неполное удовлетворение от хирургического вмешательства отметили (19,4%) 6 человек. У всех 6 пациентов это было связано с недостаточным восстановлением носового дыхания сопровождающимся умеренно выраженным дискомфортом в полости носа в виде: сухости и образования корок (рисунок 7).

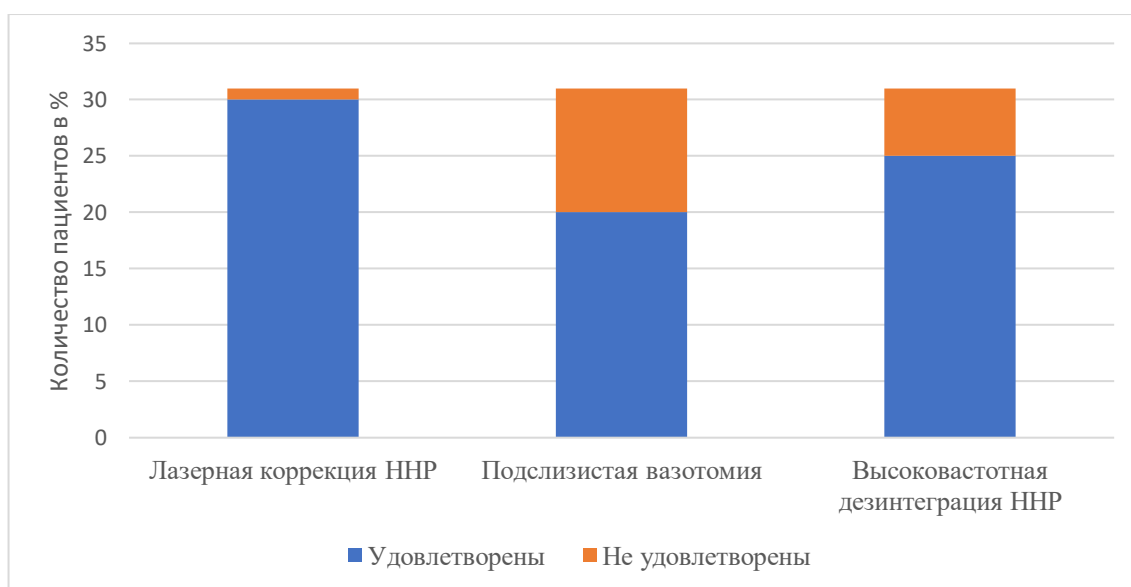


Рисунок 7 – Соотношение количества пациентов (%), полностью удовлетворенных результатами хирургического лечения в группах с разными методами оперативного вмешательства

Улучшение психоэмоционального состояния, работоспособности, жизненной и творческой активности отметили: 87% (27 человек) пациентов их группы лазерной коррекции нижних носовых раковин, 48% (15 человек) из группы подслизистой вазотомии и 68% (21 человек) пациентов их группы высокочастотной дезинтеграции нижних носовых раковин (рисунок 8).

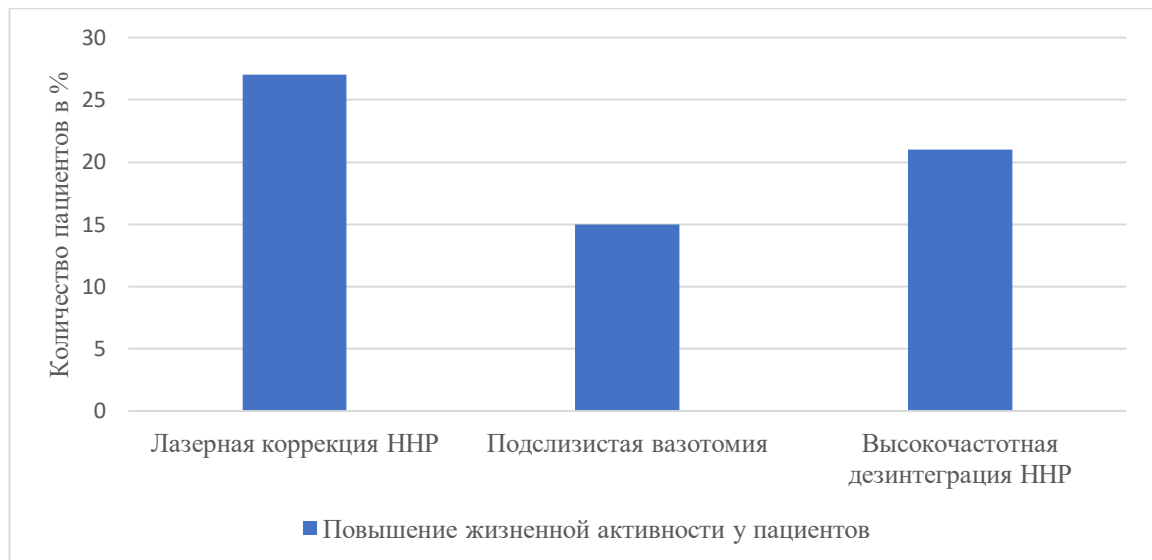


Рисунок 8 – Повышение жизненной активности у пациентов с ВР после применения разных методов хирургического лечения вазомоторного ринита

Таким образом, по данным субъективной оценки пациентов своего состояния через год после операции большее их количество с улучшением качества жизни на фоне полного восстановления носового дыхания наблюдалось в группе после лазерной коррекции нижних носовых раковин, чем в группах сравнения. В группе после подслизистой вазотомии наблюдалось большее чем во всех группах количество пациентов с неполной удовлетворенностью результатами вследствие недостаточного улучшения носового дыхания. Это можно связать, с недостаточным воздействием на задний конец нижней носовой раковины, и как следствие, отсутствием устранения обструкции в задних отделах полости носа. Основной причиной неполной удовлетворенности после высокочастотной дезинтеграции служило ощущение длительного образования корочек и сухости полости носа в послеоперационном периоде, что может быть связано с более выраженным реактивным воспалительным процессом после высокочастотного воздействия на нижние носовые раковины.

В проведенном исследовании основным показателем объективной оценки эффективности хирургического лечения пациентов с вазомоторным ринитом служила оптимизация состояния слизистой оболочки полости носа. Для ее характеристики нами использовались данные количественной оценки двигательной активности реснитчатого эпителия с помощью метода цифровой видеомикроскопии и ПАРМ по увеличению объемной скорости воздушного потока на вдохе и выдохе. В качестве основных критериев оценки функционального состояния слизистой оболочки полости носа нами были применены и рассчитаны такие параметры как: средняя и взвешенная средняя частота биения, длина и количество ресничек на единицу длины апикальной поверхности реснитчатой клетки. Исследования состояния слизистой оболочки полости носа пациентов с вазомоторным ринитом с помощью цифровой видеомикроскопии проводились: до операции, через 7 дней, 1 месяц, 3 месяца и 6 месяцев после операции.

Визуальная качественная оценка структурно функционального состояния слизистой оболочки полости носа с помощью видеомикроскопии у прооперированных разными способами пациентов с вазомоторным ринитом на 7-й день после операции показала, что у пациентов после всех методов хирургического лечения наблюдались выраженные изменения реснитчатого эпителия СО нижних носовых раковин в виде: реснитчатых клеток без ресничек или с единичными ресничками, с короткими и обломанными ресничками, клеток с неподвижными ресничками, с замедленной или ускоренной частотой биений (таблица 5).

Таблица 5. Количественная и качественная оценка измененных реснитчатых клеток у пациентов с ВР на 7 сутки после оперативного вмешательства, проведенного разными способами

Характеристика клеток (среднее количество клеток в образце)		Группа исследования	Группа сравнения 1	Группа сравнения 2
Конгломераты некротических клеток		-	-	+
Клетки без ресничек		12±2	30±2	37±3
Клетки с единичными ресничками		16±1	4±1	0
Клетки с неподвижными ресничками		20±2	15±2	2±1
Клетки с укороченными ресничками	Замедленная частота	12±3	2±1	0
	Ускоренная частота	20±2	3±1	0

В группе после лазерной коррекции наблюдалось преимущественно: укорочение длины и облом кончиков ресничек, клетки с неподвижными ресничками. В группе после подслизистой вазотомии, также наблюдались реснитчатые клетки с короткими ресничками, клетки с неподвижными ресничками, визуальное замедленной или с ускоренной частотой биений. В группе пациентов после высокочастотной дезинтеграции нижних носовых раковин наблюдались выраженные изменения реснитчатого эпителия СО нижних носовых раковин. Это проявлялось: в отсутствии клеточного состава, или отсутствии ресничек на поверхности реснитчатых клеток в большинстве образцов, реснитчатых клеток с единичными ресничками, осуществляющими свои биения. Количественная оценка на этом послеоперационном этапе не проводилась вследствие выраженности структурно функциональных нарушений ресничек эпителиальных клеток. Таким образом, данные визуальной оценки видеомикроскопии на 7 сутки после операции свидетельствуют о выраженных структурных и функциональных нарушениях ресничек клеток эпителия на фоне реактивных явлений СО нижних носовых раковин. Со стороны двигательной активности имелись проявления выраженной дискинезии. Большая выраженность нарушения структурно функционального состояния реснитчатых эпителиальных клеток наблюдалась у пациентов после высокочастотной дезинтеграции нижних носовых раковин. Большая сохранность эпителия наблюдалась в группах пациентов после лазерной коррекции и подслизистой вазотомии.

Анализ динамики частотного показателя биений ресничек в послеоперационном периоде свидетельствует о его более полном восстановлении в группе пациентов, которым проводилась лазерная коррекция нижних носовых раковин по сравнению с группой после высокочастотной дезинтеграции нижних носовых раковин ($p=0,0012$). При этом между показателями в группах с лазерной коррекцией и подслизистой вазотомией различия отсутствовали ($p=0,341$). Полученные данные свидетельствуют о меньшей травматизации и большей сохранности реснитчатого эпителия СО нижних носовых раковин, и более полном восстановлении двигательной активности реснитчатого эпителия в группах пациентов с использованием лазерной коррекции и подслизистой вазотомии (таблица 6).

Результаты проведенного исследования показывают, что в группе с лазерной коррекцией нижних носовых раковин средняя длина ресничек в ближайший послеоперационный период (через 7 дней, один месяц и три месяца) была достоверно больше, чем в группах сравнения, соответственно ($p=0,0015$, $p=0,001$). В отдаленном периоде через 6 месяцев после операции большая длина реснички обнаружена в группе исследования и группе после проведения подслизистой вазотомии по сравнению с пациентами в группе после высокочастотной дезинтеграции, соответственно ($p \leq 0,05$, $p \leq 0,01$). Полученные данные свидетельствуют о меньшем повреждающем воздействии и более быстром восстановлении реснитчатого эпителия и ресничек после лазерной коррекции и подслизистой вазотомии, что обусловлено более щадящим воздействием этих методов хирургического вмешательства на слизистую оболочку полости носа (таблица 7).

Таблица 6. Среднее значение взвешенной средней частоты биения ресничек у пациентов с вазомоторным ринитом после применения различных способов оперативного лечения

Здоровые												
7,9± 0,12 Гц												
Лазерная коррекция нижних носовых раковин с применением полупроводникового лазера с длиной волны 445 нм				Подслизистая вазотомия с применением холодного инструментария				Высокочастотная дезинтеграция нижних носовых раковин				
7 дней п/о	1 месяц п/о	3 месяца п/о	6 месяцев п/о	7 дней п/о	1 месяц п/о	3 месяца п/о	6 месяцев п/о	7 дней п/о	1 месяц п/о	3 месяца п/о	6 месяцев п/о	Р*
3,80±0,12 Гц	5,91±0,21 Гц	6,86±0,26 Гц	7,85±0,32 Гц	2,08±0,19 Гц	5,49±0,25 Гц	6,81±0,30 Гц	7,88±0,32 Гц	0,4±0,15 4 Гц	3,49±0,19 Гц	5,89±0,21 Гц	6,99±0,29 Гц	0,0012
Примечания: Р* – статистические значимые различия по t-критерию Стьюдента для не связанных выборок по частоте биения ресничек после операции спустя 6 месяцев между группами с лазерной коррекцией и высокочастотной дезинтеграцией. Между группами с лазерной коррекцией и подслизистой вазотомией статистической разницы нет р=0,341.												

Таблица 7. Данные измерения длины ресничек у пациентов после хирургического лечения вазомоторного ринита

	Группа – лазерная коррекция				Группа – Подслизистая вазотомия				Группа – высокочастотная дезинтеграция			
	7 дней п/о	1 месяц п/о	3 месяца п/о	6 месяцев п/о	7 дней п/о	1 месяц п/о	3 месяца п/о	6 месяцев п/о	7 дней п/о	1 месяц п/о	3 месяца п/о	6 месяцев п/о
Длина реснички	3,7±0,12	4,39±0,18	5,89±0,17	7,68±0,21	3,1± 0,13	4,12± 0,17	5,26± 0,2	7,70±0,22	0,6±0,1	1,6±0,11	3,2± 0,17	5,91± 0,19
							P***= 0,0015	P*≤0,05				
											P****=0,001	P**≤0,01

Примечания: Р* – статистически достоверные отличия по t-критерию Стьюдента между лазерной коррекцией и подслизистой вазотомией. Р** – статистически достоверные отличия по t-критерию Стьюдента между лазерной коррекцией и высокочастотной дезинтеграцией. Р*** – статистически достоверные отличия по t-критерию Стьюдента между лазерной коррекцией и подслизистой вазотомией. Р**** – статистически достоверные отличия по t-критерию Стьюдента между лазерной коррекцией и высокочастотной дезинтеграцией.

Сравнение результатов подсчета количества ресничек на единицу длины апикальной поверхности реснитчатой клетки у пациентов после оперативного лечения вазомоторного ринита обнаружило, что среднее количество движущихся ресничек на единицу длины апикальной поверхности эпителиальной клетки в 10 мкм у пациентов с ВР до операции составило $12,5 \pm 0,05$ и достоверно уменьшилась во всех группах пациентов после проведенного хирургического лечения. При этом наиболее выраженное снижение наблюдалось в группе после высокочастотной дезинтеграции нижних носовых раковин. Наблюдение в послеоперационном периоде показало, что наиболее быстро и значимо количество ресничек на единицу длины апикальной поверхности клетки восстанавливалась в группах после лазерной коррекции и подслизистой вазотомии (при отсутствии статистической разницы между ними $p=0,49$), по сравнению с пациентами в группе с высокочастотной дезинтеграцией ($p = 0,001$). Полученные результаты указывают, что методы лазерной коррекции и подслизистой вазотомии нижних носовых раковин оказывают на СО полости носа более щадящее и обратимое воздействие (таблица 8).

Таблица 8. Данные плотности расположения ресничек на 10 мкм у пациентов после оперативного вмешательства

Плотность ресничек	Лазерная коррекция ННР				Подслизистая вазотомия				Высокочастотная дезинтеграция ННР			
	7 дн ей п/о	1 мес яц п/о	3 месяца п/о	6 месяцев п/о	7 дн ей п/о	1 мес яц п/о	3 месяца п/о	6 месяцев п/о	7 дн ей п/о	1 мес яц п/о	3 месяца п/о	6 месяцев п/о
	$1,6 \pm 0,1$	$5,6 \pm 0,14$	$10,9 \pm 0,21$	$14,3 \pm 0,28$	$1,4 \pm 0,11$	$5,4 \pm 0,17$	$10,4 \pm 0,19$	$14,5 \pm 0,25$	$0,2 \pm 0,12$	$3,1 \pm 0,14$	$8,9 \pm 0,21$	$12,5 \pm 0,23$
								$P^*=0,49$				
												$P^{**}=0,001$
Примечания: P^* – статистически не значимые отличия по t-критерию Стьюдента между лазерной коррекцией и подслизистой вазотомией. P^{**} – статистически значимые отличия по t-критерию Стьюдента между лазерной коррекцией и высокочастотной дезинтеграцией ННР.												

Сравнительная оценка функциональной эффективности, примененных нами методов хирургического лечения пациентов с вазомоторным ринитом свидетельствует об эффективности и сопоставимости результатов хирургического лечения. В то же время, возможность наиболее оптимального применения в амбулаторных условиях под местной анестезией, сочетание большей сохранности СО и обратимости структурно функциональных нарушений эпителия, более полной и длительной ремиссии в отдаленном периоде сопровождающееся более высокой субъективной оценкой улучшения качества жизни после операции свидетельствует, что разработанный нами на основании экспериментально-клинических исследований метод хирургического лечения с интерстициальным воздействием полупроводникового лазера длиной волны 445 нм повышает эффективность лечения пациентов с вазомоторным ринитом.

Таким образом, коррекция нижних носовых раковин с помощью полупроводникового лазера длиной волны 450 нм способствует повышению клинической эффективности хирургического лечения пациентов с вазомоторным ринитом на основе оптимизации функционального состояния слизистой оболочки полости носа, характеризующейся полным купированием носовой обструкции в долгосрочном периоде и максимальным

восстановлением структурно функционального состояния цилиарного аппарата реснитчатого эпителия.

ВЫВОДЫ

1. Экспериментально обоснованный оптимальный режим интерстициальной лазерной коррекции нижних носовых раковин полупроводниковым лазером с длиной волны 445 нм у пациентов с вазомоторным ринитом представляет непрерывное воздействие с мощностью 3,0 Вт и скоростью перемещения волокна 2 мм/с, позволяющее сократить носовые раковины без излишней коагуляции и деструкции.

2. Оптимизация компьютерной и математической оценки данных видеомикроскопического исследования с помощью алгоритма автоматизированной и ручной обработки позволила выявить нарушение двигательной активности реснитчатого эпителия полости носа у пациентов с вазомоторным ринитом в виде: снижения взвешенной средней частоты биений, уменьшения средней длины и количества ресничек на единицу длины апикальной поверхности клетки.

3. Цифровая видеомикроскопия позволяет определить снижение функциональной состоятельности реснитчатого эпителия полости носа у пациентов с вазомоторным ринитом на основе оценки объективных критериев его двигательной активности в виде взвешенной средней частоты биений, средней длины и количества ресничек на единицу длины апикальной поверхности клетки.

4. Разработанный метод лазерной коррекции нижних носовых раковин у пациентов с вазомоторным ринитом на основе интерстициального воздействия полупроводникового лазера с длиной волны 445 нм позволяет осуществить сокращение нижних носовых раковин с купированием носовой обструкции и сохранением функциональной полноценности слизистой оболочки полости носа в долгосрочном периоде.

5. Клиническая оценка эффективности хирургического лечения пациентов с вазомоторным ринитом с помощью разработанной лазерной коррекции нижних носовых раковин подтверждает сопоставимость метода с подслизистой вазотомией и высокочастотной дезинтеграцией нижних носовых раковин, при наличии преимуществ в виде: минимальной выраженности реактивных явлений в полости носа и структурно-функциональных нарушений ресничек при максимальном восстановлении носового дыхания в ближайший и отдаленный после операции периоды.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При хирургической коррекции нижних носовых раковин пациентам с вазомоторным ринитом с помощью полупроводникового лазера с длиной волны 445 нм в качестве оптимального режима рекомендуется использовать интерстициальное непрерывное воздействие с мощностью 3,0 Вт и скоростью перемещения волокна 2 мм/с, позволяющее сократить носовые раковины без излишней коагуляции и деструкции.

2. Использование разработанного метода лазерной коррекции нижних носовых раковин на основе интерстициального воздействия полупроводникового лазера с длиной волны 445 нм рекомендуется для хирургического лечения пациентов с вазомоторным ринитом амбулаторно в поликлинических условиях под местной анестезией.

3. В качестве сопоставимых по эффективности с лазерной коррекцией нижних носовых раковин методов выбора хирургического лечения пациентов с вазомоторным ринитом могут быть использованы подслизистая вазотомия и высокочастотная дезинтеграция нижних носовых раковин.

4. Для объективной оценки функционального состояния слизистой оболочки полости носа рекомендовано определение показателей двигательной активности реснитчатого эпителия: взвешенной средней частоты биений, средней длины и количества

ресничек на единицу длины апикальной поверхности клетки с помощью цифровой видеомикроскопии.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Захарова, Г.П. Фундаментальная и прикладная технологии диагностики нарушения двигательной активности реснитчатого эпителия верхних дыхательных путей / Г.П. Захарова, В.В. Шабалин, Н.И. Иванов, Е.С. Рязанцева, О.С. Донская // Российская оториноларингология. – 2021. – Т. 20, № 3 (112). – С. 27-32.
2. Захарова, Г.П. Фундаментальная и прикладная технологии диагностики нарушения двигательной активности реснитчатого эпителия верхних дыхательных путей / Г.П. Захарова, В.В. Шабалин, Н.И. Иванов // Материалы XX съезда оториноларингологов России. – Москва, 2021. – С. 317-318.
3. Захарова, Г.П. Эффективность использования гомеопатического препарата, содержащего календулу, гамамелис, эскулюс, ментол и оксид цинка, у пациентов с назальной обструкцией при вазомоторном и хроническом субатрофическом ринитах / Г.П. Захарова, Н.И. Иванов // Медицинский совет. – 2022. – Т. 16, № 20. – С. 164-169.
4. Шабалин, В.В. Современные подходы к оценке двигательной активности ресничек эпителия верхних дыхательных путей / В.В. Шабалин, Г.П. Захарова, Н.И. Иванов // Российская оториноларингология. – 2022. – Т. 21, № 6 (121). – С. 103-109.
5. Иванов, Н.И. Экспериментальное исследование действия полупроводникового лазера с длиной волны 445 нм на биологическую модель / Н.И. Иванов, Г.П. Захарова, П.А. Шамкина, А.А. Кривопапов, М.А. Будковая // Российская ринология. – 2022. – Т. 30, № 4. – С. 238-242.
6. Кривопапов, А.А. Преимущества лазерной хирургии в ринологии / А.А. Кривопапов, С.В. Рязанцев, Н.И. Иванов, Г.П. Захарова // Российская ринология. – 2022. – Т. 30, № 4. – С. 276-281.
7. Иванов, Н.И. Сравнительная оценка способов применения лазера длиной волны 445 нм в хирургии вазомоторного ринита (экспериментальное исследование) / Н.И. Иванов, Г.П. Захарова // Междисциплинарный подход к лечению заболеваний головы и шеи. Тезисы VI Всероссийского форума оториноларингологов с международным участием. – Москва, 2022. – С. 59-61.
8. Захарова, Г.П. Нарушения функциональной активности реснитчатого эпителия при назальной обструкции / Г.П. Захарова, В.В. Шабалин, А.А. Кривопапов, Н.И. Иванов // еждисциплинарный подход к лечению заболеваний головы и шеи. Тезисы VI Всероссийского форума оториноларингологов с международным участием. – Москва, 2022. – С. 56-57.
9. Иванов, Н.И. Экспериментальное исследование возможности действия полупроводникового лазера с длиной волны 445 нм для применения в ринохирургии / Н.И. Иванов, Г.П. Захарова, П.А. Шамкина // XI Петербургский форум оториноларингологов России. материалы научной конференции. – СПб., 2022. – С. 140.
10. Иванов, Н.И. Экспериментальное исследование возможности действия полупроводникового лазера с длиной волны 445 нм для применения в ринохирургии / Н.И. Иванов, Г.П. Захарова, В.В. Шабалин, С.С. Гайдуков // Медицинский совет. – 2023. – Т. 17, № 23. – С. 369-374.
11. Иванов, Н.И. Наш опыт применения лазера длиной волны 445 нм в хирургии вазомоторного ринита (клиническое исследование) / Н.И. Иванов, Г.П. Захарова // XII форум оториноларингологов России. Материалы научной конференции. – Москва, 2023. – С. 128.
12. Патент на изобретение RU 2790519 С1 РФ. Способ лечения вазомоторного ринита : № 2022110083; заявл. 13.04.2022; опубл. 22.02.2023 / Г.П. Захарова, Н.И. Иванов, А.А. Кривопапов, П.А. Шамкина.

13. Рязанцев, С.В. Возможности лекарственной терапии различных форм хронического ринита, сопровождающихся синдромом сухого носа / С.В. Рязанцев, Г.П. Захарова, Н.И. Иванов // Медицинский совет. – 2024. – Т. 18, № 1. – С. 123-132.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

БПФ – быстрое преобразование Фурье
ВДП – верхние дыхательные пути
ВР – вазомоторный ринит
ГЭРБ – гастроэзофагеальная рефлюксная болезнь
ДКТ – доплеровская когерентная томография
ИГКС – интраназальные глюкокортикостероиды
КТ – компьютерная томография
МКБ-10 – Международная классификация болезней 10-го пересмотра
МЦТ – мукоцилиарный транспорт
ННР – нижние носовые раковины
ОКТ – оптическая когерентная томография
ОНП – околоносовые пазухи
ПАРМ – передняя активная риноманометрия
СО – слизистая оболочка
СОП – суммарный объемный поток
СС – суммарное сопротивление
СТ – сахаринный тест
ЧБР – частота биения ресничек
CO₂ – углекислотный лазер
DSHV- высокоскоростные видеокамеры
IgE – иммуноглобулин E
IgE – иммуноглобулин E
КТР – калий-титанил-фосфатный лазер
NARES- неаллергический ринит с эозинофильным синдромом
Nd:YAG – неодимовый на иттрий-алюминиевом гранате лазер