

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
(ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. И. П. Павлова Минздрава России)

На правах рукописи

Тихомирова Екатерина Константиновна

ЛАЗЕРНАЯ КОАГУЛЯЦИЯ НИЖНИХ НОСОВЫХ РАКОВИН ПРИ
ВАЗОМОТОРНОМ РИНИТЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛАЗЕРА С ДЛИНОЙ
ВОЛНЫ 1,56 МКМ

3.1.3. Оториноларингология

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
доктор медицинских наук,
профессор Рябова М. А.

Санкт-Петербург – 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	5
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	14
1.1 Определение вазомоторного ринита. Классификации	14
1.2 Патогенез и клиническая картина вазомоторного ринита	17
1.4 Методы лечения вазомоторного ринита	25
1.4.1 Консервативное лечение вазомоторного ринита	25
1.4.2 Хирургическое лечение вазомоторного ринита.....	26
1.5 Применение лазеров в хирургическом лечении вазомоторного ринита.....	30
1.6 Особенности тканевых эффектов и послеоперационной раны слизистой оболочки после лазерного воздействия	38
ГЛАВА 2. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЛАЗЕРА С ДЛИНОЙ ВОЛНЫ 1,56 МКМ В ХИРУРГИИ ВАЗОМОТОРНОГО РИНИТА.....	44
ГЛАВА 3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ	50
3.1 Материалы и методы	50
3.1.1 Выбор биологических объектов	50
3.1.2 Характеристика лазерного оборудования	50
3.1.3 Особенности подготовки кварцполимерного оптоволокна.....	51
3.1.4 Методика экспериментальной оценки эффектов лазерного воздействия на биологической ткани.....	54
3.1.5 Статистическая обработка результатов	56
3.2 Результаты экспериментальной части исследования	57
3.2.1 Макроскопическая оценка результатов	57
3.2.2 Микроскопическая оценка результатов.....	59
3.2.2.1 Оценка глубины и ширины лазерного воздействия в зависимости от мощности лазерного излучения.....	59
3.2.2.2 Оценка глубины и ширины лазерного воздействия в зависимости от скорости движения оптического волокна относительно ткани	62

3.3 Обсуждение результатов экспериментального исследования	68
ГЛАВА 4. КЛИНИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	74
4.1 Пациенты и методы	74
4.1.1 Дизайн исследования	74
4.1.2 Методы обследования пациентов	76
4.1.4. Оценка течения операции	77
4.1.5 Оценка степени нарушения носового дыхания с помощью опросника NOSE	77
4.1.6 Исследование дыхательной функции носа	78
4.1.7 Оценка времени мукоцилиарного транспорта	80
4.1.8 Исследование pH слизистой оболочки нижних носовых раковин	80
4.1.9 Эндоскопическая оценка степени выраженности реактивных воспалительных послеоперационных явлений	81
4.1.10 Оценка общего удовлетворения пациента от процедуры лазерной коагуляции нижних носовых раковин	82
4.1.11 Методика лазерной коагуляции нижних носовых раковин у пациентов с вазомоторным ринитом	83
4.1.12 Статистическая обработка результатов	84
4.2 Результаты оценки течения раннего послеоперационного периода после коагуляции нижних носовых раковин	85
4.2.1 Характеристика пациентов	85
4.2.2 Оценка течения операции	87
4.2.4 Результаты оценки кислотно-основного состояния слизистой оболочки полости носа	89
4.2.5 Результаты оценки носового дыхания с помощью передней активной риноманометрии	91
4.2.6 Результаты оценки реактивных воспалительных послеоперационных явлений	94

4.3 Отдаленные результаты коагуляции нижних носовых раковин лазерами с длиной волны 1,56 мкм и 0,97 мкм	103
4.3.1 Характеристика пациентов.....	103
4.3.2 Сравнение показателей опросника nose в послеоперационном периоде	105
4.3.3 Сравнение показателей парм в послеоперационном периоде	107
4.3.4 Оценка удовлетворенности пациентов лазерной коагуляцией нижних носовых раковин.....	113
4.4 Обсуждение результатов клинической части исследования	121
Заключение	132
Выводы	133
Практические рекомендации.....	134
Список сокращений	136
Список литературы	137

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

Вазомоторный ринит относится к группе неаллергических неинфекционных ринитов и занимает одно из ведущих мест среди прочих причин назальной обструкции [99]. Его распространенность, по данным российских и зарубежных авторов, составляет от 10% до 30% и имеет тенденцию к увеличению [202, 227]. Этому способствуют ухудшение экологической обстановки, увеличение доли аллергических заболеваний среди населения крупных городов, широкая доступность и нерациональное применение лекарственных препаратов, в частности деконгестантов. Ведущими симптомами вазомоторного ринита являются затруднение носового дыхания и ринорея. Большинство пациентов с вазомоторным ринитом являются лицами трудоспособного возраста [199, 97, 215], а постоянная заложенность носа снижает качество жизни: возникают головные боли, нарушение сна, снижение концентрации внимания, затруднение или полная невозможность занятий физическими нагрузками и спортом. Медикаментозное лечение зачастую оказывает лишь кратковременный эффект, и во многих случаях бывает малоэффективным [161]. Широкая распространенность данного заболевания в популяции и отсутствие действенных способов консервативного лечения вазомоторного ринита приводят к необходимости разработки менее травматичных и эффективных методов хирургического лечения. Хирургическое лечение позволяет добиться стойкого уменьшения заложенности носа и улучшения носового дыхания, а при неудачных попытках консервативного лечения порой является единственным способом, позволяющим улучшить качество жизни пациентов с вазомоторным ринитом.

На сегодняшний день не существует «золотого стандарта» хирургического лечения вазомоторного ринита, тем не менее все чаще предпочтение отдается малоинвазивным техникам, к которым относится лазерное воздействие на нижние носовые раковины. Лазерная коагуляция нижних носовых раковин за более чем 40-

летнюю практику показала высокую эффективность и безопасность данного способа лечения [157]. В литературе представлено множество методик хирургического лечения с помощью различных типов медицинских лазеров: CO₂, Nd:YAG, Ho:YAG, KTP, диодных аппаратов [124, 131, 132, 139, 159, 160, 169, 210]. Однако описание методик лазерного воздействия зачастую носит исключительно эмпирический характер. Среди многочисленных источников литературы, посвященных лазерной хирургии вазомоторного ринита, отсутствуют стандартные протоколы оперативного вмешательства, которые регламентируют параметры лазерного воздействия, нет четкого представления об оптимальной длине волны лазерного излучения, его мощности, скорости движения волокна, подготовке торца оптического волокна. Поэтому встречаются описания случаев послеоперационных осложнений, выраженных реактивных воспалительных послеоперационных явлений, доставляющих дискомфорт пациенту. Несмотря на неоднозначность данных об уже имеющихся лазерных аппаратах в хирургии вазомоторного ринита, в России и за рубежом регулярно разрабатываются новые лазеры с новыми длинами волн, и режимы воздействия одних лазерных аппаратов нельзя экстраполировать на другие – необходимы новые экспериментальные исследования.

В нашей стране и за рубежом наиболее часто отдают предпочтение диодным лазерным аппаратам с излучением в диапазоне ближнего инфракрасного спектра излучения, в частности с длиной волны 0,97 мкм [32, 119, 131, 132, 133, 134]. Популярность их применения в ЛОР практике обусловлена в первую очередь доступностью аппаратуры, возможностью манипулировать с помощью тонкого оптического волокна. Биологические эффекты диодных лазеров с длиной волны 0,97 хорошо изучены, тем не менее в литературе описывают как выраженные реактивные послеоперационные воспалительные явления после воздействия на нижние носовые раковины, так и осложнения, связанные с данным оперативным вмешательством: рубцовые изменения слизистой оболочки полости носа, кровотечения, нестойкий эффект в виде улучшения носового дыхания. Выраженность реактивных воспалительных явлений в виде отека и образования

корот, а также сроки заживления зависят от подбора параметров лазерного воздействия. Среди новых лазерных аппаратов весьма перспективным для хирургического лечения вазомоторного ринита является лазер водопоглощаемого спектра излучения с длиной волны 1,56 мкм. В доступной отечественной и зарубежной литературе данных о его применении в хирургии вазомоторного ринита нет. Однако экспериментальные и клинические исследования на венозной стенке показали, что лазер с длиной волны 1,56 мкм обладает большей коагулирующей способностью в сравнении с гемоглобинпоглощаемыми лазерами (0,97 мкм) и имеет ряд преимуществ, заключающихся в более равномерном термическом воздействии на ткань без очагов некроза и обугливания ткани, возможности применения длины волны 1,56 мкм на меньшей мощности лазерного воздействия при достижении сопоставимых с лазером 0,97 мкм глубины и ширины лазерного воздействия, более быстрая регенерация тканей в зоне лазерного воздействия [19, 20, 46, 50, 85]. Экстраполируя эти данные на нижнюю носовую раковину, мы пришли к выводу, что контактный режим воздействия лазером с длиной волны 1,56 мкм сколотым необожженным волокном позволяет сформировать глубокую зону коагуляции без абляции, достаточную для достижения подслизистых сосудов нижней носовой раковины. При этом отсутствие видимого дефекта слизистой в виде абляционного кратера за счет относительно низкой температуры, реализуемой в зоне лазерного воздействия, теоретически исключает избыточный перегрев окружающих тканей и, как следствие, развития интраоперационного кровотечения и выраженных реактивных воспалительных явлений в послеоперационном периоде. Глубокая коагуляция сосудов подслизистого слоя нижней носовой раковины потенциально обеспечивает долгосрочный эффект в плане устранения назальной обструкции.

Таким образом, возможность применения новых лазерных аппаратов водопоглощаемого спектра излучения, к которым относится лазер 1,56 мкм, потенциально обеспечивающих эффективное устранение симптомов вазомоторного ринита при минимальных реактивных воспалительных послеоперационных явлениях, делает поиск оптимального режима лазерного

воздействия на нижние носовые раковины у пациентов с вазомоторным ринитом актуальным.

Цель исследования – разработать эффективный и безопасный способ хирургического лечения вазомоторного ринита с помощью лазера с длиной волны 1,56 мкм.

Задачи исследования:

1. Экспериментально определить параметры воздействия лазером с длиной волны 1,56 мкм для достижения необходимой коагуляции нижней носовой раковины без абляции для лечения вазомоторного ринита.
2. Оценить динамику состояния слизистой оболочки полости носа (время мукоцилиарного транспорта, кислотно-основное состояние) у пациентов с вазомоторным ринитом после воздействия лазерами с длиной волны 0,97 мкм и 1,56 мкм на нижние носовые раковины.
3. Сравнить особенности течения раннего послеоперационного периода после лазерной коагуляции нижних носовых раковин лазерами 1,56 мкм и 0,97 мкм у пациентов с вазомоторным ринитом.
4. Сравнить отдаленные результаты воздействия лазерами с длиной волны 1,56 мкм и 0,97 мкм на носовые раковины при вазомоторном рините.

Научная новизна результатов исследования

Впервые проведены экспериментальные исследования биологических эффектов лазера с длиной волны 1,56 мкм на мышечной ткани курицы для подбора режима лазерного воздействия с длиной волны 1,56 мкм на нижние носовые раковины при вазомоторном рините, позволяющего получить глубокую коагуляцию ткани без абляции.

На основании экспериментальных исследований разработана методика лазерного воздействия с длиной волны 1,56 мкм на нижние носовые раковины у пациентов с вазомоторным ринитом.

Впервые проведена сравнительная оценка эффективности и безопасности лазерного воздействия с длиной 1,56 мкм и 0,97 мкм на нижние носовые раковины у пациентов с вазомоторным ринитом.

Теоретическая значимость работы

Теоретическая значимость работы обусловлена экспериментальной частью исследования, которая показала, что лазер с длиной волны 1,56 мкм обладает большей коагулирующей способностью в сравнении с гемоглобинпоглощаемыми лазерами (0,97 мкм), а контактный режим воздействия сколотым необожженным волокном позволяет сформировать глубокую зону коагуляции без абляции (т.е. без резки ткани). При воздействии лазером с длиной волны 1,56 мкм в контактном непрерывном режиме на мощности 2 Вт отсутствует видимый дефект слизистой оболочки в виде абляционного кратера за счет относительно низкой температуры, реализуемой в зоне лазерного воздействия, что исключает избыточный перегрев окружающих тканей. Полученные результаты позволяют минимизировать термическое повреждение окружающую лазерное воздействие слизистую оболочку и уменьшить выраженность и длительность реактивных воспалительных послеоперационных явлений. В работе выполнена оценка кислотно-основного состояния слизистой оболочки нижних носовых раковин до и после лазерной коагуляции нижних носовых раковин. Разработанная методика лазерного воздействия с длиной волны 1,56 мкм позволяют предположить степень выраженности функциональных изменений слизистой оболочки нижних носовых раковин, подвергшихся лазерному воздействию.

Методология и методы исследования

Диссертационная работа выполнена по классическому типу формирования научного исследования на основании принципов доказательной медицины. В работе представлены результаты обследования и лечения трех групп пациентов в дизайне проспективного исследования, среди которых одна группа выполнена в дизайне проспективного сравнительного перекрестного исследования. При сборе и

анализе результатов исследования применялись количественные и качественные методы, статистическая обработка результатов осуществлялась с использованием критериев достоверности для связанных и несвязанных выборок.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Лазерное воздействие с длиной волны 1,56 мкм на нижние носовые раковины позволяет добиться достаточной глубины коагуляции для достижения подслизистых сосудов нижней носовой раковины без абляции в контактном непрерывном режиме на мощности 2 Вт со скоростью движения волокна 2 мм/с с помощью сколотого необожженного торца оптоволоконна.

2. Лазерная коагуляция нижних носовых раковин излучением с длиной волны 1,56 мкм является эффективным и безопасным способом лечения вазомоторного ринита, обеспечивает стойкое улучшение носового дыхания в долгосрочной перспективе с менее выраженными реактивными послеоперационными явлениями, чем при воздействии лазером 0,97 мкм.

Практическая значимость работы

Практическая значимость состоит в том, что лазерная коагуляция нижних носовых раковин лазером с длиной волны 1,56 мкм по разработанной нами методике позволяет уменьшить объем нижних носовых раковин, обеспечить минимальное термическое повреждение слизистой оболочки, сократить сроки заживления слизистой оболочки нижних носовых раковин, снизить количество послеоперационных осложнений, тем самым улучшая качество жизни пациента в послеоперационном периоде. На основании результатов проведенного экспериментального исследования определены наиболее оптимальные параметры лазерного воздействия с длиной волны 1,56 мкм: контактный непрерывный режим на мощности 2 Вт со скоростью продвижения волокна 2 мм в секунду сколотым необожженным торцом волоконного инструмента. Лазерная коагуляция нижних носовых раковин при вазомоторном рините по описанной методике выполняется под аппликационной анестезией, является практически безболезненной и

бескровной, обеспечивает хороший функциональный результат с минимальными реактивными воспалительными послеоперационными явлениями.

Практическая значимость работы обусловлена доступностью отечественного оборудования для лечебно-профилактических учреждений, простотой и эффективностью разработанного способа хирургического лечения вазомоторного ринита. Легкое течение послеоперационного периода не требует врачебного ухода за полостью носа, что снижает нагрузку на лечебные учреждения.

Внедрение результатов работы

Результаты проведенного исследования используются в клинической работе и учебном процессе кафедры оториноларингологии с клиникой ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова Минздрава России, внедрены в клиническую работу и учебный процесс кафедры оториноларингологии с клиникой ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова Минздрава России, применяются в лечебном процессе Санкт-Петербургского государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Городская многопрофильная больница №2», Федерального государственного бюджетного учреждения «Клинико-диагностический центр с поликлиникой» Управления делами Президента Российской Федерации.

Степень достоверности и апробация работы

Достоверность результатов проведенного нами исследования характеризуется применением современных методов получения и обработки информации, репрезентативностью результатов исследования, достаточным количеством пациентов (95 пациентов), использованием современных способов статистической обработки информации.

Основные положения работы доложены на заседаниях кафедры оториноларингологии ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. И. П. Павлова Минздрава России; 67-й, 68-й научно-практической конференции «Молодые ученые российской оториноларингологии» (Санкт-Петербург, 2020, 2022); LXXXII ежегодной итоговой научно-практической конференции студентов и молодых

ученых с международным участием «Актуальные вопросы экспериментальной и клинической медицины – 2021» (Санкт-Петербург, 2021); XIV конгрессе Российского общества ринологов (Ярославль, 2021); X Петербургском форуме оториноларингологов России (Санкт-Петербург, 2021), Всероссийской конференции «Современные аспекты краниофациальной и челюстно-лицевой хирургии» (Тюмень, 2021), международной конференции «Лазеры в оториноларингологии: за и против» (Минск, 2022).

Личный вклад автора в проведенное исследование

Автором самостоятельно был проведен анализ отечественной и зарубежной литературы по изучаемой теме. Автором лично было проведено анкетирование, а также до- и послеоперационное обследование всех пациентов, вошедших в исследование. Экспериментальная часть также была выполнена лично автором. Автор выполнил разработку компьютерной базы данных, включающей исследуемые показатели. Самостоятельно провел статистическую обработку результатов экспериментальной и клинической части исследования. Автором выполнены интерпретация и оценка полученных данных, формулирование выводов и практических рекомендаций.

Публикации

По теме диссертационного исследования опубликовано 14 работ, в том числе 1 работа входит в базу данных научного цитирования Scopus, 7 – опубликованы в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Минобрнауки России для публикации основных научных результатов диссертации, 1 – в сборнике научных трудов, 5 тезисов.

Структура и объем диссертации

Диссертация изложена на 162 страницах машинописного текста, состоит из введения, обзора литературы, главы, описывающей теоретическое обоснование

применения длины волны лазерного излучения 1,56 мкм в хирургии вазомоторного ринита, главы, описывающей экспериментальную часть исследования, главы описывающей клиническую часть исследования, выводов, практических рекомендаций и списка использованной литературы, содержащего 245 источников, из них 85 на русском и 160 на иностранных языках. Работа иллюстрирована 13 таблицами, 32 рисунками.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Определение вазомоторного ринита. Классификации

Вазомоторный ринит относится к хроническим неинфекционным неаллергическим ринитам и занимает одно из ведущих мест в структуре общей ЛОР патологии [36, 99, 209]. Термин «вазомоторный ринит» и его синонимы «нейровегетативный» или «рефлекторный ринит» применяются в России и некоторых странах СНГ и кодируются в рамках МКБ-10 кодом J30.0. [53]. За рубежом диагнозу «вазомоторный ринит» соответствуют термины NANIR – non allergic noninfectious rhinitis и NAR – non allergic rhinitis, идиопатический ринит [123].

Клинически вазомоторный ринит характеризуется наличием таких симптомов, как заложенность носа, слизистая или водянистая ринорея, стекание по задней стенке глотки, пароксизмами чихания, реже зудом в носу, которые развиваются вследствие воздействия неспецифических экзо- и эндогенных факторов при отсутствии в анамнезе сенсibilизации к аллергенам (специфические IgE сыворотки крови, скарификационные тесты) и острой или хронической инфекции верхних дыхательных путей [111, 243].

В отличие от европейских и американских клинических рекомендаций, в России на сегодняшний день не существует общепринятой классификации вазомоторного ринита. Вероятно, это обусловлено многообразием эндотипов неаллергического ринита, трудностью их дифференциальной диагностики в клинической практике. Многими отечественными авторами предложены различные варианты классификации вазомоторного ринита, пытающиеся совместить этиологические и патогенетические особенности, происходящие в слизистой оболочке полости носа [7, 11]. Анютин Р. Г. и соавт. [6] определяют вазомоторный ринит как вазомоторную ринопатию, подразделяющуюся на нейровегетативную, гормональную и медикаментозную формы. Участники международного консенсуса по классификации, диагностике и лечению ринита

предлагали вовсе отказаться от термина «вазомоторный ринит», аргументируя это присутствием сосудистой реакции слизистой оболочки полости носа при всех формах хронического ринита, за исключением атрофического. Гаджимирзаев Г. А. [13] предлагает выделять две формы вазомоторного ринита: аллергическую и неаллергическую, Рязанцев С. В. и Ланцов А. А. [33] – как нейровегетативную форму хронического ринита: парасимпатическую (вазомоторную) и симпатическую (атрофическую), Овчинников Ю. М. – нейрорефлекторный насморк [45].

Как отдельные заболевания аллергический и вазомоторный ринит впервые рассматриваются в классификации 1997 г., утвержденной на заседании Российского общества ринологов в городе Уфе, где вазомоторный ринит выделяют в отдельную подгруппу среди иных форм хронических ринитов и в зависимости от варианта течения подразделяют на вазодилататорную, гиперсекреторную, отечную и смешанную формы [54, 55, 57].

Классификация вазомоторного ринита, представленная в руководстве Лопатина А. С. [36], предлагает использовать этиопатогенетическую классификацию вазомоторного ринита, где различают медикаментозный, гормональный, рефлекторный, пищевой, холодовой, психогенный, идиопатический и другие формы вазомоторного ринита.

Зарубежные согласительные документы последних лет, посвященные классификации хронических ринитов, подразделяют неинфекционный неаллергический ринит по этиологическому принципу на 7 фенотипов, имеющих различные предпосылки для развития: 1) медикаментозный ринит, 2) вкусовой (gustatory) ринит, 3) гормональный ринит, 4) неаллергический ринит с эозинофильным синдромом (NARES), 5) сенильный (старческий) ринит, 6) атрофический ринит, 7) идиопатический ринит [115, 202, 243].

Статистический учет обращаемости по поводу вазомоторного ринита в стационарные и амбулаторные медицинские учреждения в России не ведется, поэтому точных данных о распространении его среди населения нет, однако подробно изучается эпидемиология аллергического ринита, где доля его

встречаемости среди мировой популяции составляет до 30% [94]. За рубежом большая работа по оценке распространенности вазомоторного ринита в популяции США и Европы проделана Settipane R. A. По данным Settipane R. A. и соавт. [226], соотношение аллергического и неаллергического ринита составляет 3:1. В то же время, по данным того же автора [227], у 44–87% пациентов с аллергическим ринитом имеются признаки неспецифической гиперреактивности слизистой оболочки полости носа, характерной для вазомоторного ринита, что позволяет говорить о смешанном течении аллергического и неаллергического ринита. Подобное сочетанное течение ринита во многом объясняет рефрактерность медикаментозной терапии аллергического ринита [123].

Кроме того, в последнее время выделяют особую форму неаллергического ринита, для которой характерна энтопия – локализованная аллергическая реакция в ответ на контакт аллергена со слизистой оболочкой полости носа без системных проявлений сенсибилизации в виде отрицательных кожных проб и отсутствия повышенных титров специфических IgE в крови и эозинофилии [2, 28, 158, 183, 198]. Как и при аллергическом рините, подобные симптомы могут наблюдаться в течение всего года или сезонно, в связи с чем некоторые авторы выделяют подгруппы сезонного (seasonal nonallergic rhinitis, SNAR) и персистирующего (persistent nonallergic rhinitis, PNAR) неаллергического ринита [103]. Методами диагностики данного состояния является определение специфических IgE в назальном секрете и назальные провокационные тесты с аллергенами [65, 129]. Тем не менее в России подобные лабораторные тесты пока еще не являются рутинными способами диагностики.

Еще одним вариантом течения неаллергического неинфекционного ринита является неаллергический ринит с эозинофильным синдромом (NARES) [201]. В цитологическом исследовании назального секрета обнаружено высокое содержание эозинофилов – более 5–15% от общего клеточного состава [114, 145], но при этом отсутствует местная и системная реакции на аллергены, не обнаруживается значительного повышения лимфоцитов в слизистой оболочке носа, антигенпредставляющих клеток, макрофагов, моноцитов, тучных клеток,

иммуноглобулинов Е [25, 190].

Учитывая вышесказанное, следует полагать, что распространенность смешанных и «чистых» форм неаллергического ринита в России и в мире среди взрослого населения в возрасте от 18 до 50 лет составляет не менее 30%, среди детей и подростков – более 10%, и до 60% среди лиц старше 50 лет [63, 99, 199, 214, 215].

1.2 Патогенез и клиническая картина вазомоторного ринита

Для слизистой оболочки характерно наличие развитой системы лабильных к воздействию биологически активных веществ капилляров и венозных сосудов, большое количество слизистых желез [225]. Функциональные нарушения в нейрорегуляции сосудистых сплетений играют ведущую роль в гипертрофии нижних носовых раковин [9, 30, 38, 59, 66, 69]. Сосудистая система нижней носовой раковины имеет многоуровневое строение [54, 106]. Наиболее поверхностно располагается субэпителиальный слой фенестрированных капилляров. Они не имеют нервных окончаний и регулируют свой тонус за счет воздействия гуморальных медиаторов (нейропептид Y, гистамин, брадикинин и др.) [103, 196, 197, 232]. В ответ на стимуляцию слизистой оболочки полости носа тканевыми медиаторами происходит экстравазация плазмы и выделение большого количества жидкости слизистой оболочкой, что проявляется в виде водянистой ринореи. В более глубоких слоях располагаются артериовенозные анастомозы и венозные синусоиды – емкостные сосуды [60]. Эти сосуды, в отличие от поверхностных капилляров, изменяют свой тонус преимущественно в ответ на стимуляцию симпатических и парасимпатических нервных волокон [75]. Как при аллергическом, так и при вазомоторном рините обнаружено нарушение нервной регуляции сосудистой стенки и патологическая выработка вазоактивных веществ, в частности оксида азота [67]. Пробы с ацетилхолином и нитроглицерином подтверждают нарушение эндотелий-зависимой вазодилатации [27]. Тонус венозных сосудов, которые приносят наибольший вклад в регуляцию носовой

резистентности, в большей степени обеспечивается адренергическими волокнами, чем парасимпатическими [151, 233]. При активации парасимпатических волокон мышечные сфинктеры сосудов расслабляются, и количество крови в капиллярах резко увеличивается, что клинически проявляется набуханием носовых раковин. Таким образом, патофизиологические механизмы гипертрофии нижних носовых раковин заключаются в вегетативной дисфункции, возникающей в результате дисбаланса между симпатическим и парасимпатическими отделами нервной системы, который приводит к расширению кавернозных венозных сплетений, их гиперемии и увеличению размеров нижней носовой раковины [15, 127].

Как было сказано выше, в основе патогенеза вазомоторного ринита лежит гиперреактивность слизистой оболочки, проявляющаяся в виде ее отека, выделений из носа слизистого или водянистого характера, чиханием и зудом, продолжающаяся не менее 1 часа в сутки в течение не менее 2-х недель [208]. Основными триггерами, провоцирующими симптомы вазомоторного ринита, являются определенные условия окружающей среды: воздействие потоков холодного или теплого воздуха, колебания атмосферного давления и влажности, резкие запахи, сигаретный дым и алкоголь [101, 155]. У многих пациентов с вазомоторным ринитом симптомы возникают на фоне физических нагрузок или гормональных изменений (циркадные колебания кортизола, циклические изменения уровня половых гормонов у женщин) [35, 141, 213, 230], употребления некоторых продуктов и специй, воздействия запахов [30]. Во многих случаях симптомы возникают без явной причины.

Немаловажную роль в патогенезе хронического ринита играют морфологические изменения самой слизистой оболочки нижней носовой раковины при длительном течении хронического ринита [17, 18]. По данным Морозовой О. В. И Крюкова А. И. [40, 78], в результате морфологического исследования слизистой оболочки у пациентов при хроническом рините обнаружены изменения всех слоев слизистой оболочки в виде ее гиперплазии и реже атрофии, что соответствует кавернозной или фиброзной форме гипертрофии по классификации С. З. Пискунова, 1997 г. [55]. В слизистой оболочке всех

исследуемых образцов наблюдались гипертрофия слизистых желез с очагами избыточного накопления секрета и отек стромы с гипертрофированными сосудами кавернозного типа, что также соответствует картине фиброзной гипертрофии. Вероятно, постепенное замещение функционального эпителия фиброзной тканью как неизбежный исход длительного хронического воспаления обуславливает снижение эффективности медикаментозного лечения за счет уменьшения объема функциональной ткани.

По данным морфометрического анализа гипертрофированных нижних носовых раковин у пациентов с аллергическим и неаллергическим ринитом [105] обнаружено, что наибольший вклад в обструкцию полости носа вносит увеличение толщины ее медиальной поверхности (более 80% в сравнении с нормой). Нижняя поверхность нижней носовой раковины также содержит больше венозных сосудов, однако играет меньшую роль в формировании носовой резистентности. Латеральная поверхность нижней носовой раковины содержит большое количество серомукозных желез, которые играют важную роль в увлажнении вдыхаемого воздуха и поддержании мукоцилиарного клиренса. В средних и задних отделах нижних носовых раковин располагаются крупные ветви а. sphenopalatina, поэтому подслизистая резекция костной основы нижней носовой раковины сопряжена с высоким риском кровотечения [93, 146].

Таким образом, можно заключить, что для хронического гипертрофического ринита характерны типичные морфологические изменения в виде фиброзных изменений всех слоев слизистой оболочки нижней носовой раковины, патологическое расширение глубоких венозных сосудов, гипертрофия и увеличение плотности слизистых желез. Наибольшей гипертрофии подвергается септальная поверхность нижней носовой раковины. Поверхностные капилляры не имеют нервных окончаний и активируются воздействием биологически активных пептидов. Их расширение не играет большой роли в увеличении объема нижней носовой раковины, однако они вносят основной вклад в выраженность ринореи.

Не обязательно все симптомы, характерные для вазомоторного ринита, встречаются одномоментно. В зависимости от доминирования в клинической

картине назальной обструкции или ринореи пациентов условно делят на 2 группы: с преобладанием заложенности носа – blockers или выделениями из носа – runners [36, 99]. Считается, что пациенты первой группы обладают повышенной чувствительностью сенсорных нервных волокон, например, к резким запахам или ирритантам в воздухе, пациенты второй группы особенно чувствительны к стимуляторам секреции – никотин, специи, некоторые химические вещества [212]. Некоторые лекарственные вещества, такие как блокаторы кальциевых каналов, антигипертензивные, антитиреоидные препараты, диуретики, нестероидные противовоспалительные препараты могут вызывать симптомы вазомоторного ринита [113].

С целью уменьшения назальной обструкции и ринореи среди населения широко распространено применение топических деконгестантов. Популярность сосудосуживающих капель обусловлена быстрым устранением заложенности носа, доступностью, отсутствием необходимости рецепта или назначения врача для приобретения в аптеке, реклама на ТВ и в СМИ. Безопасным считается применение деконгестантов не более 7 дней подряд [218], при более длительном использовании топических сосудосуживающих препаратов возникает снижение чувствительности к эндогенным катехоламинам, резкая отмена препарата приводит к стойкому расширению сосудов слизистой оболочки носа и назальной обструкции [135, 219], развивается медикаментозный ринит, а при длительном применении – тахифилаксия [34, 43, 80]. Высоким является риск развития системных осложнений на фоне хронического применения сосудосуживающих средств: артериальная гипертензия, инфаркт и инсульт. По некоторым данным, бензалкония хлорид, входящий в состав многих топических назальных препаратов, может вызывать отек слизистой оболочки и приводить к развитию медикаментозного ринита [108, 153, 154, 187]. Тем не менее данная гипотеза требует подтверждения и дополнительных исследований.

Ряд публикаций последних лет подчеркивает значимость фаринголарингеального рефлюкса как одной из причин развития вазомоторного ринита [150]. Провоцирующими факторами для появления симптомов

вазомоторного ринита у пациентов с внепищеводными проявлениями рефлюкса являются как непосредственное воздействие компонентов желудочного сока (соляная кислота, пепсин) на слизистую оболочку полости носа и нижних носовых раковин, так и общее нарушение вегетативного тонуса, потенцирующего ретроградную перистальтику желудочно-кишечного тракта, вазомоторные нарушения слизистой оболочки нижних носовых раковин. В исследовании Wang и соавт. (2019) [87] представлено сравнение группы пациентов с неаллергическим ринитом и здоровых лиц, при этом у всех пациентов с неаллергическим ринитом были обнаружены следы пепсина в назальных смывах. В работе Lechien J. R. и соавт. (2021) [98] наблюдали симптомы вазомоторного ринита у 21 пациента с фаринголарингеальным рефлюксом (диагноз подтвержден суточной рН-метрией). При этом симптомы вазомоторного ринита значительно уменьшились или были полностью купированы после антирефлюксной терапии.

Возрастные изменения слизистой оболочки нижней носовой раковины могут являться одной из причин развития симптомов вазомоторного ринита [206, 214, 228]. Проведенные морфологические исследования слизистой оболочки нижних носовых раковин показали характерные перемены в иннервации подслизистых сосудов нижней носовой раковины у возрастных пациентов. Они заключались в нарушении нервной регуляции венозных синусоидов за счет снижения тонуса симпатического отдела периферической иннервации. При этом обнаружено повышение холинергического влияния на кавернозные сосуды нижней носовой раковины у пациентов начиная с возраста 50 лет и старше [9]. Для возрастных изменений характерна водянистая ринорея, возникающая в результате изменений осмолярности назального секрета и экстравазации плазмы из-за повышенной проницаемости сосудов. В зарубежной литературе подобные симптомы описаны как «капля старика» или «висячей капли» (old man's drip) – характерное скопление прозрачных выделений в виде капли на кончике носа [229]. Хронические сердечно-сосудистые заболевания, наиболее часто встречающиеся у лиц в возрасте старше 50 лет, также могут являться предпосылкой развития вазомоторного ринита [83].

Зуд и чихание менее характерны для вазомоторного ринита, однако

раздражение волокон тройничного нерва (ноцицептивные волокна типа C) нейропептидами могут вызывать эти симптомы в ответ на стимуляцию неспецифическими триггерами [244].

1.3 Диагностика вазомоторного ринита

Постановка диагноза «вазомоторный ринит» является непростой задачей. В настоящее время в доступной отечественной и мировой литературе не описано специфических тестов или исследований, позволяющих точно установить диагноз вазомоторного ринита, в подавляющем большинстве случаев данная нозология устанавливается методом дифференциальной диагностики или исключения других возможных форм ринита. Сбор жалоб и анамнеза у пациента, уточнение состояний, провоцирующих симптомы вазомоторного ринита (перепады температуры окружающей среды, прием горячей пищи, резкие запахи, физические нагрузки и т.п.) позволяют выявить влияние неспецифических факторов на возникновение симптомов. Поскольку симптомы вазомоторного ринита схожи с симптомами круглогодичной формы аллергического ринита, точный диагноз установить бывает сложно. Поэтому в дифференциальной диагностике вазомоторного и аллергического ринита ведущими методами постановки диагноза является тщательный сбор аллергологического анамнеза, в том числе семейного, аллергологические тесты. Наличие положительных кожных проб с аллергеном, специфических IgE в сыворотке крови подтверждают диагноз аллергического ринита. Помимо традиционных методик по верификации системной сенсibilизации в настоящее время все чаще применяется ImmunoCap Phadiatop - гематологический тест, выявляющий наличие чувствительности к наиболее часто встречающимся респираторным аллергенам [92, 234]. По данным Chang и соавт., (2021) [236], при обследовании более 9 тысяч пациентов с положительным atopическим статусом, чувствительность и специфичность ImmunoCap Phadiatop оказалась выше, чем при проведении оценки сывороточного IgE, и составила 94,5% и 98,2% для взрослой и детской группы соответственно. Несмотря на то, что

данный тест не является «золотым стандартом» диагностики аллергических заболеваний, ImmunoCap Phadiatop можно использовать как высокоточный скрининговый метод для верификации наличия или отсутствия сенсибилизации с целью исключения аллергического ринита [4].

Цитологические исследования соскоба эпителия со слизистой оболочки носа или риноцитограмма являются дополнительными методами дифференциальной диагностики аллергической и неаллергической формы ринита. По данным различных авторов [191, 192, 200], диагностически значимым для подтверждения диагноза аллергического при микроскопии является присутствие от 5 до 25% эозинофилов в поле зрения. Однако, стоит учитывать возможность наличия у обследуемого неаллергического ринита с эозинофильным синдромом (NARES), который относится к группе неаллергических ринитов и не связан с системной сенсибилизацией к аллергенам, как при аллергическом рините, не продуцирует специфических IgE в сыворотке крови [201, 204]. Постановка диагноза неаллергического ринита с эозинофильным синдромом осуществляется на основании провокационных тестов с местными аллергенами, которые в нашей стране в настоящее время не выполняются. Кроме того, высокое содержание эозинофилов в слизистом отделяемом из носа может обнаруживаться у пациентов с фаринголарингеальным рефлюксом [87].

Немаловажным является исключение острого инфекционного или вирусного ринита, острого риносинусита при обращении пациента к врачу. Эндоскопическая картина в виде гнойного отделяемого из носа, яркой диффузной гиперемии слизистой оболочки (в то время как для вазомоторного ринита характерна локальная гипертрофия нижних носовых раковин, застойная ее гиперемия с видимым венозным рисунком мраморного оттенка – пятна Воячека), наличие лицевых болей, повышение температуры тела, воспалительные изменения в анализе крови (лейкцитоз, нейтрофилия), изменения на рентгенограмме или компьютерной томограмме околоносовых пазух в виде затенения околоносовых пазух, исключают вазомоторный ринит.

При вазомоторном рините с преобладанием в клинической картине ринореи необходимо провести дифференциальную диагностику со скрытой назальной ликвореей, выяснить у пациента - были ли в анамнезе черепно-мозговые травмы, нейрохирургические или ринохирургические операции, проанализировать наличие костно-деструктивных изменений костей основания черепа на компьютерной томографии.

Дифференциальную диагностику между вазомоторной и гипертрофической формой хронического ринита проводят по пробам с деконгестантом – анемизации слизистой оболочки носа или риноманометрии с провокационными пробами. В первом случае сокращение объема нижней носовой раковины в ответ на аппликации адреналина или других сосудосуживающих средств (нафазолин, ксилометазолин, оксиметазолин) на слизистую оболочку свидетельствует о преобладании гиперемии слизистой оболочки за счет расширения сосудов носовой раковины. Во втором случае отсутствие или незначимое повышение объема воздушного потока на вдохе и выдохе при проведении риноманометрии после применения местного деконгестанта говорит о наличии гиперплазии слизистой оболочки нижней носовой раковины или выраженной девиации перегородки носа.

При атрофическом рините, в отличие от вазомоторного, наблюдается сухость и истонченность слизистой оболочки, нарушение функции мукоцилиарного аппарата при проведении тестов с сахаринном или биомикроскопии, скопление вязкой слизи и корок в полости носа.

1.4 Методы лечения вазомоторного ринита

1.4.1 Консервативное лечение вазомоторного ринита

На сегодняшний день количество доступных эффективных и безопасных препаратов, направленных на восстановление тонуса сосудов и снижение рефлекторной возбудимости слизистой оболочки у пациентов с вазомоторным ринитом, ограничено. Согласно Национальному руководству по оториноларингологии, 2016 г. [53], арсенал лекарственных препаратов для лечения вазомоторного ринита представлен системными и топическими антигистаминными препаратами, интраназальными глюкокортикостероидами. Некоторые из этих способов, например интраназальные блокады и инъекции, являются спорными, поскольку небезопасны ввиду риска развития аллергической реакции (прокаин), воспалительных изменений в месте инъекции. Эффект от введения гормональных препаратов в нижнюю носовую раковину кратковременный (3–6 недель), среди редких осложнений – нарушение зрения вплоть до слепоты [157]. Согласно зарубежным руководствам и клиническим рекомендациям, подобные методики не рекомендуются для выполнения [104].

Согласно клиническим рекомендациям, препаратами для медикаментозного лечения вазомоторного ринита являются интраназальные глюкокортикостероиды (ИнГКС) (степень обоснованности рекомендаций – В) [35, 53, 111, 189]. Основным механизмом действия данной группы препаратов является противовоспалительная активность, уменьшение чувствительности слизистой оболочки к гистамину и ирритантам [3, 4, 80]. Однако один из недавних Кокрановских отчетов, посвященных ИнГКС в терапии неаллергического ринита [161], сообщает о недостаточном количестве доступных исследований, сравнивающих интраназальные кортикостероиды с другими методами лечения, что затрудняет выводы об эффективности данной группы препаратов в терапии неаллергического ринита. Достоверность доказательств об уменьшении симптомов неаллергического ринита была низкой и в сравнении препаратов данной группы с плацебо. В то же

время обнаружено, что ИнГКС достоверно увеличивают риск носовых кровотечений в сравнении с плацебо. Достаточной доказательной базой данных об эффективности лечения вазомоторного ринита для пациентов с преобладанием ринореи обладает ипратропия бромид [86, 240]. Он относится к антихолинергическим препаратам, за счет конкурентного ингибирования холинергических рецепторов уменьшает секрецию желез слизистой оболочки полости носа. В России ипратропия бромид в виде назального спрея для лечения отека слизистой полости носа представлен в сочетании с ксилометазолином и не может применяться более 7 дней из-за побочных эффектов, связанных с наличием в составе деконгестанта. Ипратропия бромид в виде монопрепарата в РФ не зарегистрирован. В зарубежных рекомендациях в качестве консервативного лечения вазомоторного ринита применяются капсаицин и ботулотоксин [112, 207, 221]. В России данные препараты для лечения вазомоторного ринита не зарегистрированы.

Таким образом, учитывая вышесказанное, можно заключить, что действенных препаратов для длительного применения, доступных в нашей стране, нет, а эффективность ИнГКС не доказана, что делает разработку методик хирургического лечения вазомоторного ринита актуальным.

1.4.2 Хирургическое лечение вазомоторного ринита

Целью лечения вазомоторного ринита является уменьшение заложенности носа и гиперсекреции желез слизистой оболочки, отказ от регулярного применения сосудосуживающих капель. Медикаментозное лечение зачастую оказывает лишь кратковременный эффект и, учитывая необратимые патоморфологические изменения слизистой оболочки при длительном течении ринита, во многих случаях оказывается малоэффективным. Хирургическое лечение позволяет добиться стойкого уменьшения симптомов вазомоторного ринита. Основными критериями успешного лечения являются редукция объема нижних носовых раковин, в том числе в долгосрочной перспективе, максимальное сохранение функционального

эпителия слизистой оболочки, щадящее воздействие на окружающие ткани. На сегодняшний день представлено множество способов хирургического воздействия на нижние носовые раковины, однако четких критериев выбора наиболее оптимальной техники в литературе нет [90].

Традиционными хирургическими методами, направленными на уменьшение объема нижних носовых раковин, считаются латеропозиция нижней носовой раковины, парциальная конхотомия, подслизистая нижняя вазотомия [136, 146, 175, 179]. Сверхагрессивный подход к хирургии нижних носовых раковин, такой как полное удаление нижней носовой, хотя в целом и способен полностью решить проблему вентиляции, тем не менее крайне негативно влияет на физиологию слизистой оболочки полости носа, что приводит к значительному ухудшению увлажнения и согревания вдыхаемого воздуха, снижению эффективности мукоцилиарного транспорта и выработки секреторного IgA [106, 121, 143]. По этим причинам данная операция связана с более высоким процентом образования корок, кровотечений, сухости слизистой оболочки полости носа и боли [121, 125, 126, 88]. В настоящее время такие радикальные процедуры, как удаление нижней носовой, не применяются, поскольку сопряжены с развитием серьезных осложнений в виде нарушения функционирования мукоцилиарного клиренса, атрофии слизистой оболочки, развития синдрома «пустого носа» [238].

Эффективным способом воздействия на патофизиологический механизм вазомоторного ринита является нейроэктомия Видиева нерва, которая впервые была предложена Goldwing-Wood в 1960 г. [152]. Видиев нерв обеспечивает парасимпатическую иннервацию слизистой оболочки полости носа и секреторных желез [162]. Пересечение периферических волокон нерва приводит к разрешению локального дисбаланса между парасимпатической и симпатической нервной системой, уменьшению активности желез слизистой оболочки нижних носовых раковин. В доэндоскопическую эпоху из-за сложности хирургического доступа к нерву видианоэктомия имела большое количество осложнений в послеоперационном периоде (ксерофтальмия, парестезии щек и губ, слепота), из-за чего в течение многих лет данная методика практически не применялась [89].

Развитие эндоскопической техники, улучшение интраоперационной визуализации нерва позволили снизить риски осложнений и разработать более безопасные способы воздействия на нерв. В литературе описаны способы частичной нейрэктомии дистальных ветвей Видиева нерва в области заднего конца нижней носовой раковины с помощью холодных инструментов [163, 170] или контактное, или интерстициальное воздействие на задние концы носовых раковин с помощью лазера [14, 172]. Однако из-за сохраняющихся рисков осложнений и невысокой эффективности в отношении уменьшения назальной резистентности, сложностей в ее выполнении, видианоэктомия и частичное пересечение дистальных волокон нерва в качестве способа лечения вазомоторного ринита практически не применяются.

Одним из методов, получивших широкое распространение при лечении различных форм хронического ринита, в том числе вазомоторного, является подслизистая вазотомия, предложенная Пискуновым С. З. [21, 56, 71]. Основным принцип заключается в разрушении кавернозных сосудистых и нервных сплетений в подслизистом слое нижней носовой раковины. При этом поверхностные слои слизистой оболочки нижней носовой раковины остаются интактными, что позволяет в полном объеме сохранить ее функциональные структуры. По мнению автора, данный способ является вариантом выбора при кавернозной и вазодилататорной формах хронического ринита [58]. Несмотря на широкое применение данной методики, подслизистая вазотомия относится к операциям с высоким риском кровотечения, требует тампонады и послеоперационного наблюдения в стационаре.

Ультразвуковая дезинтеграция нижних носовых раковин как способ хирургического лечения вазомоторного ринита разработана в начале 70-х годов. Принцип ее заключается в разрушении сосудов кавернозных тел за счет действия ультразвука. Несмотря на эффективность данного метода в отношении уменьшения объема нижних носовых раковин, данный эффект является относительно нестойким из-за быстрой реканализации запустевших сосудов, кроме того, невысокое температурное воздействие в момент операции не приводит к

должному гемостазу и риски интраоперационного кровотечения весьма высоки [43, 69].

Радиоволновое или электрохирургическое воздействие на нижние носовые раковины широко применяется в лечении вазомоторного ринита. Акимов А. В. [1] выполнял подслизистую коагуляцию нижних носовых раковин под местной анестезией с помощью биполярного электрода. Электрод вводился подслизисто в области переднего конца нижней носовой раковины на глубину 10 мм с активацией его на мощности 2–2,5 Ед. в течение 10 секунд. По данным автора, в интра- и послеоперационном периоде у пациентов отсутствовали носовые кровотечения. Рубцовых и атрофических изменений слизистой оболочки не было. Улучшение носового дыхания достигнуто у 88% прооперированных пациентов. Тем не менее период наблюдения в течение 1 года не дает полного представления о долгосрочных эффектах радиоволнового воздействия на нижние носовые раковины. Prokorakis (2014) сравнивал СО₂ лазер, радиоволновое воздействие и электрокаутер [138]. Интра- и послеоперационных осложнений в обеих группах не выявлено. Однако радиоволновое воздействие было более болезненное в сравнении с лазерным. Эффективность в отношении купирования симптомов вазомоторного ринита была одинакова для обоих методов лечения. В целом, многие авторы описывают радиоволновую хирургию как малоинвазивную процедуру с минимальными осложнениями и хорошими функциональными результатами [1, 44, 138]. Тем не менее к недостаткам можно отнести описательный характер большинства исследований, небольшой объем исследуемой выборки пациентов и единичные сообщения о долгосрочных эффектах от лечения.

Таким образом, среди традиционных способов хирургического лечения вазомоторного ринита потеряли свою актуальность высокотравматичные методики, такие как конхотомия или видианоэктомия, ввиду высокой вероятности развития осложнений, сложности выполнения некоторых вмешательств. Другие техники, например ультразвуковая дезинтеграция, оказались низкоэффективными в устранении симптомов назальной обструкции. Подслизистая нижняя вазотомия и радиоволновое воздействие на нижние носовые раковины, несмотря на хороший

функциональный результат, болезненны, требуют передней тампонады в случае нижней вазотомии, регулярного осмотра оториноларинголога в послеоперационном периоде с целью туалета полости носа.

1.5 Применение лазеров в хирургическом лечении вазомоторного ринита

Хирургические вмешательства в полости носа имеют ряд особенностей: богатая васкуляризация, легкоранимая тонкая слизистая оболочка, узкие анатомические пространства, высокий риск кровотечения и склонность к рубцеванию в послеоперационном периоде. Потребность в менее травматичных методах лечения заболеваний носа привела к широкому внедрению лазерной хирургии в практику, а возможность выполнения многих оперативных вмешательств в сочетании с эндоскопической и микрохирургической техникой сделало лазеры удобным, эффективным и безопасным инструментом при воздействии на нижние носовые раковины, позволило выполнять эту процедуру быстро и бескровно, в том числе в амбулаторных условиях.

Опыт успешного применения высокоэнергетических лазеров в ринопластике составляет более 40 лет [157]. За время их использования были выявлены преимущества лазеров по сравнению с «холодными» инструментами: малоинвазивность, точность воздействия, меньший риск кровотечения. Одним из первых в ринопластике лазерное воздействие было выполнено на нижних носовых раковинах у пациентов с вазомоторным ринитом с помощью аргонового лазера [180, 210]. Были выявлены преимущества лазерной хирургии в сравнении с традиционными методами, начали активно внедряться другие лазерные установки (CO₂, Nd:YAG, KTP, Ho:YAG, диодные лазеры и другие) [90, 119, 124, 131, 132, 139, 140, 159, 160, 169, 21].

Всплеск интереса к лазерной коагуляции нижних носовых раковин наблюдается в 1990-х – 2000-х годах с широким распространением относительно недорогих и компактных диодных лазерных аппаратов с оптоволоконной системой доставки через тонкое кварц-полимерное волокно [117, 128, 130, 131, 132, 133, 134,

176, 239].

За годы опыта применения лазерных аппаратов разработаны и опробованы различные методики лазерного воздействия на нижние носовые раковины: вапоризация медиальной поверхности и переднего конца нижней носовой раковины, поверхностное и интерстициальное воздействие, лазерная парциальная конхотомия [90, 97, 107, 118, 146, 165, 244]. Главной целью лазерной редукции нижних носовых раковин является сочетание оптимального уменьшения объема гипертрофированной ткани с максимальным сохранением функционального эпителия.

Подбор параметров воздействия на нижние носовые раковины во многом определяется типом лазера. В отличие от подавляющего большинства лазерных аппаратов, излучение CO₂ лазера передается напрямую в виде дефокусированного луча. Углекислотный лазер удобен для удаления больших объемов тканей, например, для вапоризации гипертрофированного переднего конца нижней носовой раковины в постоянном или реже импульсном дистантном режиме. Оптимальная мощность воздействия 10-20 Вт CO₂ лазера позволяет добиться уменьшения объема нижних носовых раковин за счет вапоризации гипертрофированной слизистой и формирования в подслизистом слое фиброзной ткани [138, 169]. По данным Fukutake (1987) [148], глубина проникновения излучения CO₂ лазера в ткани нижней носовой раковины составляет 2 мм, что соответствует поверхностным слоям слизистой оболочки. Kubota (1993) [173] выполнял точечное околоконтактное воздействие CO₂ лазером на мощности 10 Вт в импульсном режиме по 0,5 сек. в переднем, среднем и заднем отделах нижней носовой раковины с помощью специальных световодов у пациентов с аллергическим ринитом. Участки лазерированной ткани были взяты для гистологического исследования сразу же после операции, затем на следующий день и через 1 месяц. В биопсийном материале, полученном в день операции, обнаружено, что коагуляционным изменениям подверглись лишь поверхностные отделы подслизистого слоя, глубокие отделы подслизистой основы, серозные железы и венозные сплетения оставались неизмененными. К концу первого месяца

после операции в подслизистом слое в зоне лазерного воздействия отмечено формирование плотной сети коллагеновых волокон. Полное восстановление реснитчатого эпителия также обнаружено к концу 1 месяца. Улучшение нового дыхания отмечено в 91,7% случаев. Уменьшение симптомов ринореи и чихания обнаружено в 67,9% и 65,7% случаях соответственно, что обусловлено быстрой регенерацией эпителия слизистой оболочки и сохранением не подвергшихся лазерному воздействию серозных желез в глубоких отделах подслизистого слоя. Возможно, лазерное воздействие в импульсном режиме также способствует уменьшению сроков реэпителизации. Lagerholm (1999) [177] описывает случаи рубцовых осложнений в послеоперационном периоде: формирование синехий между нижней носовой раковиной и перегородкой носа (3 синехии).

Излучение Nd:YAG лазера хорошо поглощается в гемоглобине и в меньшей степени в воде. Глубина проникновения излучения в хорошо васкуляризованную ткань составляет 3–4 мм [32, 91, 193].

Lippert и соавт. (1998) [181] выполняли точечные лазерные воздействия в области переднего конца нижней носовой раковины CO₂ и Nd:YAG лазерами в дистантном режиме на мощности 1–2 Вт для CO₂ лазера и 5–10 Вт для Nd:YAG лазера до формирования зоны коагуляции в виде побеления слизистой оболочки. Всего было выполнено 10 точечных воздействий на каждой нижней носовой раковине. В послеоперационном периоде отмечено стойкое улучшение носового дыхания уже через неделю для CO₂ лазера, полный период заживления слизистой оболочки составил 4 недели. Улучшение носового дыхания и заживление послеоперационной раны в группе Nd:YAG лазера отмечено несколько позже, через 6 недель. При оценке носового дыхания через 5 лет стойкое уменьшение назальной обструкции обнаружено у 77% в группе CO₂ лазера и 65% в группе Nd:YAG лазера. Процент послеоперационных осложнений был низкий в обеих группах, однако в одном случае после воздействия Nd:YAG лазером обнаружено формирование синехий. Авторы объясняют долгосрочный успех операции формированием рубцовой ткани всей поверхности переднего конца нижней носовой раковины при воздействии CO₂ лазером и избирательным повреждением

подслизистых венозных сплетений при воздействии Nd:YAG лазером. Однако удаление обширных участков слизистой оболочки приводит к длительному заживлению и формированию корок в раннем послеоперационном периоде, нарушению мукоцилиарного транспорта и грубому рубцеванию [16]. Напротив, при слишком поверхностном воздействии отмечены недостаточные гемостатические свойства лазера, проявляющиеся в виде интра- и послеоперационных кровотечений, а из-за быстрой регенерации слизистой оболочки нередко возникает необходимость повторного оперативного вмешательства [128, 148].

КТР-лазер (калий-титанил-фосфатный, зеленый лазер) с длиной волны 0,53 мкм также широко применяется в ринопластике. Благодаря своим спектральным характеристикам (видимый спектр излучения) лазер с данной длиной волны хорошо поглощается интенсивно пигментированными тканями, содержащими гемоглобин и меланин. Наиболее часто он используется для удаления сосудистых новообразований кожи и слизистых, однако в литературе представлено множество данных о его применении в хирургии вазомоторного ринита. Одни авторы указывают на долгосрочный эффект по улучшению носового дыхания – до 84% на период до 3 лет после операции и до 55% до 10 лет после лазерного воздействия [142]. Грачев Н. С. (2011) [16] описывает улучшение носового дыхания у 95% через год после операции, также он отмечает более щадящее воздействие на слизистую оболочку нижних носовых раковин в сравнении с углекислотным и неодимовым лазерами. Ряд хирургов, несмотря на значимое улучшение носового дыхания, отмечает довольно существенные нежелательные эффекты после воздействия КТР-лазером. По данным Raja и соавт. (2017), КТР-лазер оказался не эффективен в отношении устранения симптомов ринореи и чихания [186]. Wang и соавт. (2004) приводят данные о незначительном уменьшении симптомов ринореи и стекания слизи по задней стенке глотки – более 50% пациентов в первом случае и 81% во втором отметили лишь умеренные улучшения [142]. Здесь же описаны случаи формирования синехий полости носа у 5 пациентов (n=124), два случая неинтенсивного носового кровотечения, снижение обоняния у трех пациентов и

длительное заживление послеоперационной раны у 2/124 пациентов (более 6 недель). В двух случаях описано избыточное образование корок и перфорация перегородки носа. Подобные исходы, вероятнее всего, обусловлены избыточным термическим повреждением слизистой оболочки нижних носовых раковин и полости носа.

Собственные экспериментальные исследования на модели интенсивно пигментированной биологической ткани (печень крупного рогатого скота) показали выраженное налипание ткани к торцу оптического волокна при ее рассечении, что в клинической практике может привести к интраоперационной кровоточивости [10]. Дополнительное лазерное воздействие с целью гемостаза будет увеличивать площадь термического повреждения окружающих тканей, и в результате как следствие – более выраженные послеоперационные реактивные воспалительные явления, пролонгированное заживление раны.

Метод интерстициального воздействия на нижнюю носовую раковину заключается в формировании канала деструкции вдоль костной основы раковины в подслизистом слое с помощью тонкого полимерного волокна. В некоторых случаях для удобства волокно проводится через иглу венозного катетера [137]. При выраженной гипертрофии септальной поверхности раковины интерстициальное воздействие часто дополняется поверхностными линейными разрезами вдоль нижней носовой раковины. Методика позволяет разрушить глубокие сосудисто-нервные сплетения, а сформировавшаяся рубцовая ткань будет прочно фиксировать слизистую оболочку к периосту os turbinale. Для данного воздействия подходят волоконные лазерные установки с преимущественным поглощением излучения в гемоглобине. Vagnetti и соавт. (2000) выполняли двухэтапное лазерное воздействие с помощью Nd:YAG лазера [242]. На первом этапе волокно лазера погружалось в толщу слизистой оболочки переднего конца нижней носовой раковины и продвигалось вдоль кости дистально в направлении заднего конца раковины. Далее в непрерывном режиме на мощности 10 Вт волокно возвращали к переднему краю раковины. Затем в контактном непрерывном режиме на мощности 14 Вт наносились 2 линейных разреза вдоль медиальной поверхности носовой

раковины. По данным литературы, процент больных с удовлетворительным носовым дыханием составляет 71–85% через 12 месяцев после операции, однако, несмотря на хорошие результаты, метод мало применяется в ежедневной практике, так как имеет ряд осложнений. К ним относятся кровотечения, которое в некоторых случаях требует тампонады полости носа, выраженные послеоперационные воспалительные явления [16, 133, 242]. При микроскопии участка нижней носовой раковины после интерстициального воздействия в эксперименте в местах с наиболее глубокими повреждениями визуализировался перихондральный фиброз кости, что впоследствии может привести к деструкции костной основы раковины [156]. Кроме того, интерстициальное воздействие более болезненное и для обеспечения адекватного обезболивания требует дополнительной инфильтрации анестетика в толщу подслизистого слоя раковины.

Среди редких осложнений лазерного воздействия на нижние носовые раковины описаны абсцесс перегородки носа, венозная эмболия и остеомиелит кости нижней носовой раковины. Об инфицировании слизистой оболочки перегородки носа *Klebsiella pneumoniae* в послеоперационном периоде с формированием абсцесса перегородки носа сообщает Lo (2004) [182]. Избыточный ожог слизистой оболочки перегородки носа при воздействии КТР-лазером на нижние носовые раковины способствовал формированию синехий, массивному образованию корок и присоединению инфекции. Описаны случаи венозной воздушной эмболии после лазерного воздействия на нижних носовых раковинах. В двух случаях операция выполнялась с помощью CO₂ лазера, где эмболия возникла из-за попадания в интраоперационную рану газа для охлаждения лазерной установки [88, 216]. Еще один случай венозной эмболии во время коагуляции нижних носовых раковин описан при использовании Nd YAG лазера [241]. Так же, как и в случае CO₂ лазера, причиной эмболии стала охлаждающая система лазера.

Большое количество работ по хирургическому лечению вазомоторного ринита посвящено диодным лазерам инфракрасного спектра излучения [117, 128, 130, 131, 132, 133, 134, 176, 239]. Менее громоздкие и относительно недорогие в сравнении высокомоощными импульсными лазерами (гольмиевый, PDL,

углекислотный), диодные лазерные аппараты (0,8–0,9 мкм) нашли широкое применение в амбулаторной хирургии [159]. За счет селективного воздействия на пигментированные ткани лазерный луч проникает на небольшую глубину и не оказывает значительного термического влияния на окружающие ткани до тех пор, пока не будет поглощен молекулами гемоглобина. При взаимодействии с гемоглобином выделяется большое количество тепла и склеивание стенки сосуда, что обеспечивает качественный гемостатический эффект. Возможность манипулировать тонким, но гибким кварц-полимерным волокном диаметром от 200 до 600 мкм дает дополнительные преимущества при работе на труднодоступных структурах полости носа. По данным литературы, чаще всего диодные лазеры применяют в контактном или околоконтактном режиме. Контактное воздействие характеризуется менее обширной и глубокой зоной повреждения (глубина проникновения излучения 1–2 мм), а при оптимальном подборе мощности и длины волны лазерного излучения позволяет существенно снизить послеоперационные осложнения.

Мощность лазерного излучения при воздействии диодных лазеров на нижние носовые раковины, по данным литературы, варьируется от 4 до 10 Вт в зависимости от методики воздействия. Тем не менее в подавляющем большинстве источников литературы режимы лазерного воздействия подобраны эмпирически. Экспериментальные исследования в работах Карпищенко С. А., Рябовой М. А., Улупова М. Ю., Шумиловой Н. А., Плоткиной О. В., посвященные биологическим эффектам полупроводниковых лазеров с длиной волны 0,81 и 0,97 мкм доказывают, что наиболее оптимальной с точки зрения ширины и глубины зоны абляции и коагуляции при воздействии на слизистые оболочки является мощность воздействия 7 Вт [23, 26, 27, 49, 61, 67, 68, 81, 82].

Большинство авторов выполняет 3–4 линейных разреза вдоль медиального края нижней носовой раковины, с целью уменьшения термического повреждения слизистой оболочки разрезы наносятся в импульсном режиме либо в виде точек или прерывистых линий [120, 132, 134, 176]. Среднее время воздействия на одну нижнюю носовую раковину составляет 3–10 минуты в зависимости от методики

[239].

Большинство авторов сообщает о выраженном улучшении носового дыхания по данным риноманометрии, либо ВАШ в течение 12 месяцев после операции – более 80% прооперированных пациентов отмечают удовлетворительное носовое дыхание и уменьшение ринореи [118, 133, 192, 239]. Из доступных источников литературы лишь в одном случае описаны долгосрочные результаты (3 года) относительно улучшения носового дыхания: удовлетворительное носовое дыхание отмечено у 74% пациентов [132].

В литературе представлены немногочисленные данные об осложнениях после воздействия лазерами ближнего инфракрасного спектра излучения на нижние носовые раковины. В основном наличие тех или иных нежелательных эффектов оценивается при сравнении с другими способами хирургического лечения вазомоторного ринита: традиционными методами воздействия «холодными» инструментами, радиочастотной хирургией, применением шейвера или коблатора [160]. В работах, посвященных применению диодных лазеров, в качестве осложнений наиболее часто авторы описывают случаи носовых кровотечений или болевой синдром, связанные, в первую очередь, с использованием эмпирически подобранных параметров воздействия лазерного излучения. Kang и соавт. (2015) описывают неинтенсивное интраоперационное кровотечение у 6 из 8 прооперированных пациентов, которое купировалось самостоятельно и не потребовало тампонады [117]. Болевой синдром во время операции был умеренный (средний балл ВАШ – 4). Интраоперационное кровотечение, потребовавшее тампонаду полости носа, описывает DeRowe и соавт. (1998) у одного пациента из 17 прооперированных [128]. По данным Doreyawa и соавт. (2018), у 8 из 30 пациентов после воздействия диодным лазером отмечался выраженный болевой синдром во время операции (4 балла из 6) [160]. О присоединении бактериальной инфекции после операции у одного пациента (n=42) сообщают Caffier и соавт. (2008) [220]. Также неинтенсивное кровотечение, не потребовавшее тампонады, описывает Ноque и соавт. (2010) у двух пациентов [239]. В качестве редкого случая описан остеомиелит с секвестрацией заднего

конца нижней носовой раковины [47].

Таким образом, на основании представленных методик лазерного воздействия на нижние носовые раковины можно заключить, что большинство параметров подбирается эмпирически, что выражается в многочисленных сведениях об осложнениях и низкой эффективности некоторых лазерных методик хирургического лечения вазомоторного ринита. В то же время в литературе представлены немногочисленные данные об отдаленных результатах эффективности лазерного воздействия на нижние носовые раковины.

1.6 Особенности тканевых эффектов и послеоперационной раны слизистой оболочки после лазерного воздействия

подавляющее большинство операций на нижних носовых раковинах затрагивает их слизистую оболочку. Особенности формирования лазерной раны и ее заживления хорошо изучены на моделях *in vivo* и *in vitro* [74, 205]. Подобные работы крайне важны для понимания аналогичных процессов у человека, а также позволяют подобрать наиболее эффективные режимы воздействия при минимальной травматизации.

Особенность заживления лазерной раны заключается в термическом характере воздействия на ткань. При нагревании ткани до температуры 43 градуса начинается денатурация молекул белка, которая сперва носит обратимый характер, затем при повышении температуры становится необратимой. При нанесении лазером разреза на слизистую оболочку из-за высокой температуры в эпицентре воздействия происходит денатурация не только белков клеток, но и плазмы крови, что приводит к моментальному гемостатическому эффекту [41, 79]. Однако при воздействии на более крупные сосуды (более 1 мм в диаметре) лазерный гемостаз неэффективен и необходимо прибегать к дополнительным мерам [26]. В целом гемостатические способности лазеров зависят от спектра излучаемого света: лазеры гемоглобинпоглощаемого спектра излучения с длинами волн от 0,5 до 1,3

мкм обладают гораздо большими гемостатическими свойствами, чем, например, эксимерные лазеры или углекислотный лазер [41]. Кроме того, на гемостатические свойства влияет мощность лазерного излучения и время его экспозиции. Недостатком выраженных кровоостанавливающих свойств лазеров можно назвать дефицит PDGF-фактора, стимулирующего начальные процессы заживления раны, что потенциально может привести к пролонгированию процесса ранозаживления [39, 41, 245]. При микроскопии зоны лазерного воздействия различают зоны полной и частичной энзимной инактивации – участок деструкции с повреждением ткани и клеток. Зона некроза со временем имеет тенденцию к увеличению площади, пик роста достигается к концу первых суток после воздействия и завершается через 2–3 дня. Фаза воспаления аналогична с таковой при воздействии на ткань другими инструментами: она начинается в первые часы после травмы и продолжается от нескольких дней до 2–3 недель. Визуально данный этап характеризуется отеком слизистой оболочки, ее гиперемией. Возникает болевая реакция за счет сдавления чувствительных нервов, меняется pH слизистой оболочки из-за активации нейтрофилов и макрофагов. Однако темпы заживления при воздействии лазером могут протекать медленнее, чем при воздействии холодными инструментами: с одной стороны, это обусловлено упомянутым выше дефицитом PDGF-фактора, с другой – более низкой эффективностью резорбции некротизированной ткани из-за блокады фагоцитоза. По этой же причине возможно возникновение более обширной рубцовой ткани. К подобным нежелательным эффектам может привести избыточное термическое повреждение слизистой оболочки при превышении адекватной мощности лазерного воздействия или времени его экспозиции.

Тканевые эффекты, реализуемые при воздействии лазерами ближнего ИК-спектра излучения на слизистую оболочку, во многом зависят от параметров лазерного воздействия [71, 89]. Navel и соавт. (2014) изучали воздействие лазеров с длиной волны 0,94 мкм и 1,47 мкм на ткани печени свиньи и мышечную ткань индейки *in vitro* [134]. Воздействие наносилось околоконтактно на мощности 10 и 20 Вт для обоих лазеров линейно (скорость 5 мм/с) и точно (расстояние 2 мм).

Время воздействия 5, 10, 40 и 60 сек. Для лазера с длиной волны 0,94 мкм понадобилось от 40 до 100 Дж для формирования зоны коагуляции на ткани печени и 100 Дж для появления кратера абляции. Максимальная глубина зоны абляции 1,3 мм (20 Вт). На мышечной ткани кратер абляции формируется уже при энергии 800 Дж (20 Вт). При воздействии лазером 1,47 мкм коагуляция определяется уже при 20–40 Дж на ткани печени, а на мышечной ткани при 40 Дж (20 Вт). Эффекты лазера 0,94 мкм при воздействии в диапазоне от 40 до 100 Дж в виде формирования зоны коагуляции сопоставимые с теми, которые достигаются при 20–40 Дж с использованием 1,47 мкм. Абляция наблюдалась при 100 Дж 0,94 мкм, тогда как для 1,47 абляция произошла уже при 40 Дж. Подобные результаты объясняются в первую очередь наличием специфических хромофоров в тканях: печень свиньи более интенсивно окрашена за счет большего содержания гемоглобина в сравнении с таковым в мышечной ткани. Лазер с длиной волны 0,94 мкм более интенсивно поглощается пигментированными молекулами, чем длина волны 1,47 мкм. Для лазера 1,47 мкм в свою очередь поглощение в воде выше, в связи с чем для него достаточно меньше энергии для реализации своих биологических эффектов на мышечной ткани.

Эксперименты *in vivo* выполнили Zborayova и соавт. (2009) на носовых раковинах свиньи лазером с длиной волны 0,81 мкм [156]. Воздействие выполнялось интерстициально подслизисто в контактном непрерывном режиме на мощности 10 Вт. Биопсия участков лазерированной ткани производилась на 3 и 8 сутки после операции. На 3 день после операции при макроскопической оценке послеоперационной раны обнаружены плотные налеты фибрина. Микроскопически визуализировались глубокие фиброзные изменения с фокусами некроза в слизистых железах, массивная некротическая метаплазия в окружающих лазерный разрез тканях. В местах с наиболее глубокими повреждениями визуализировались зоны остеофиброза и остеонекроза. На 8 день сохранялись фиброзные изменения, некротическая сиаометаплазия и перихондриальные реакции в 50% случаев, реканализация тромбированных вен. Учитывая глубокий характер изменений (фиброзные изменения перихондрия *os turbinale*, массивная

некротическая метаплазия в окружающих лазерный разрез тканях), можно сделать вывод об избыточной мощности лазерного излучения для интерстициального воздействия, что повлекло за собой выраженную термическую травму носовой раковины. Тем не менее, несмотря на безусловную значимость подобных экспериментальных исследований *in vivo*, короткий период наблюдения послеоперационных тканевых эффектов (8 дней) не дает полноценного представления о возможных осложнениях, связанных с подобным характером лазерного воздействия.

Оценка функционального состояния слизистой оболочки после оперативного вмешательства является важным параметром для оценки ее интраоперационной травмы. Динамический контроль за ее функцией может служить косвенным показателем степени интраоперационного термического повреждения слизистой оболочки нижней носовой раковины.

Среди доступных способов оценки функции слизистой оболочки в до- и послеоперационном периоде можно назвать оценку времени мукоцилиарного транспорта (МЦТ). Это простой и доступный метод, имеющий достаточно высокую диагностическую ценность. По данным литературы, нормальными показателями времени мукоцилиарного транспорта с помощью сахаринового теста являются 5–15 минут [96, 121]. Считается, что замедление времени МЦТ свидетельствует об угнетении функции мерцательного эпителия. Сроки восстановления времени МЦТ до нормы свидетельствуют о восстановлении мукоцилиарного клиренса слизистой оболочки нижних носовых раковин.

Изменения кислотно-основного состояния, по мнению некоторых авторов, может служить одним из маркеров воспалительной реакции слизистой оболочки полости носа. В литературе представлены лишь единичные данные, посвященные кислотно-основному состоянию слизистой оболочки полости носа при различных воспалительных заболеваниях, а информации, посвященной изменению данного параметра в послеоперационном периоде после лазерных ринохирургических вмешательств, практически нет.

Известно, что в норме pH слизистой оболочки полости носа находится в

диапазоне от 5,5–6,5 (по данным Магомедова Г.М., $7,25 \pm 0,06$, (рН-метр «Эксперт-рН»), по данным Пискунова С.З. – $7,4 \pm 0,3$) [37, 54], причем в начальных отделах полости носа рН находится в более кислых значениях, чем в задних. При воспалительных заболеваниях слизистой оболочки носа значения рН смещаются в щелочную сторону и составляет 7,2–8,3, например, при исследовании рН передних отделов полости носа у пациентов с острым риносинуситом данный показатель составил 8,5–8,8 независимо от возраста (возраст исследуемой группы от 18 до 89 лет) [22]. Начиная с 3 дня заболевания рН снижался и достигал значения менее 7,0 на 4–5 сутки от начала заболевания. По данным Amin H. (2012) [95], у здоровых обследованных ($n=40$) рН слизистой носа составил 5,0–7,5 ($6,35 \pm 0,6$), в группе аллергического ринита ($n=40$) – 6,6–8,0 ($7,1 \pm 0,5$), в группе инфекционного ринита ($n=40$) – 7,5–8,5 ($7,9 \pm 0,4$) – измерение с помощью индикаторной лакмусовой бумаги.

В своей работе «Состояние кислотно-основного равновесия и мукоцилиарного клиренса при заболеваниях носа и околоносовых пазух в динамике» Магомедов Г.М. приводит следующие данные о состоянии рН слизистой оболочки полости носа у пациентов с вазомоторным и гипертрофическим ринитом до и после оперативного вмешательства (конхотомия, септопластика): у больных вазомоторным ринитом выявлено смещение рН носового секрета в щелочную сторону ($\text{pH}=7,5$) [37]. В раннем послеоперационном периоде наступало выраженное угнетение деятельности слизистой оболочки полости носа и смещение рН носового секрета в кислую сторону ($\text{pH}=7,0$). Это может быть связано с повреждением клеток слизистой оболочки полости носа и высвобождением медиаторов воспаления, тучных клеток, лейкоцитов, что приводит к высвобождению ионов водорода.

Несмотря на противоречивость литературных данных о динамике кислотно-основного состояния слизистой оболочки полости носа, мы решили измерить этот показатель в до- и послеоперационном периоде и сравнить с данными отечественной и зарубежной литературы.

Таким образом, доза и мощность лазерного излучения, время его экспозиции

на слизистой оболочке играют решающую роль в реализации тканевых эффектов. Понимание биологических эффектов, реализуемых той или иной длиной волны лазерного излучения необходимо для подбора оптимальных параметров воздействия. Предпочтительно использовать контактный режим на минимально возможной мощности при постоянной скорости движения кончика волокна относительно ткани. Ускорить процесс заживления раны и избежать осложнений, связанных с нарушением нормального течения раневого процесса, возможно в результате уменьшения интенсивности лазерного излучения при воздействии на ткань и объема термического повреждения, а также минимизации объема некротизированной ткани вдоль кратера абляции. Поэтому для скорейшего заживления операционной раны следует отдавать предпочтение лазерам с хорошим поглощением в воде, способным реализовывать свои эффекты в безабляционном режиме.

ГЛАВА 2. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЛАЗЕРА С ДЛИНОЙ ВОЛНЫ 1,56 МКМ В ХИРУРГИИ ВАЗОМОТОРНОГО РИНИТА

Понимание физических аспектов работы медицинских лазеров позволяет из всего многообразия существующих длин волн выбрать наиболее удобный и эффективный инструмент для работы на слизистой оболочке полости носа.

Слово «лазер» является аббревиатурой от Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation (LASER) и используется для квантовых генераторов в диапазоне волн от ультрафиолетового спектра до инфракрасного. Основными свойствами лазерного излучения являются когерентность (способность к концентрации световой энергии), расходимость, монохроматичность, поляризованность и высокая интенсивность излучения. В клинической практике значимой характеристикой лазерной аппаратуры является длина волны испускаемого лазерного излучения, которая во многом определяет особенности ее биологических эффектов при воздействии на ткани [79, 132]. Условно лазеры ближнего инфракрасного диапазона можно разделить на две группы: гемоглобинпоглощаемого спектра излучения, для которых преобладающим является поглощение в пигментированных молекулах, таких как гемоглобин крови и меланин (излучение в диапазоне 0,8–1,06 мкм), и водопоглощаемого спектра, для которых максимальный пик абсорбции приходится на молекулы воды (излучение с длиной волны 1,32 мкм и выше) [39]. Лазеры с разной длиной волны будут иначе поглощаться одной и той же тканью, а разные ткани – по-разному поглощать одно и то же лазерное излучение [79, 168]. Излучение лазеров гемоглобинпоглощаемого спектра в большей степени поглощается тканями, содержащими целевые хромофоры, в том числе интенсивно гиперемизированной слизистой оболочкой, а водопоглощаемого – тканями с бóльшим содержанием молекул воды [41, 49].

Наиболее важным энергетическим параметром при работе с лазером можно назвать мощность лазерного излучения (Вт) для непрерывного (CW) режима работы и энергию излучения (W) при импульсном воздействии (Pulsed). Другой

важной характеристикой является плотность мощности – это мощность излучения, деленная на площадь сечения лазерного луча (см²). Учитывая временной фактор (с), можно рассчитать дозу лазерного излучения (1):

$$\frac{\text{Мощность излучения (Вт)} \times \text{Время облучения (с)}}{\text{площадь сечения лазерного луча (см}^2\text{)}}. \quad (1)$$

Для хирурга при работе с лазером решающее значение играют реализуемые им термические эффекты. В зависимости от дозы лазерного излучения можно получить нагрев ткани, ее коагуляцию, вапоризацию или абляцию [24]. В свою очередь, дозу лазерного излучения можно контролировать путем подбора мощности лазерного излучения, времени его экспозиции и режима воздействия – контактного, околоконтактного или дистантного.

Лазер с длиной волны 1,56 мкм по своим спектральным характеристикам относится к лазерам ближнего инфракрасного излучения преимущественным поглощением в воде [51] (рисунок 1).

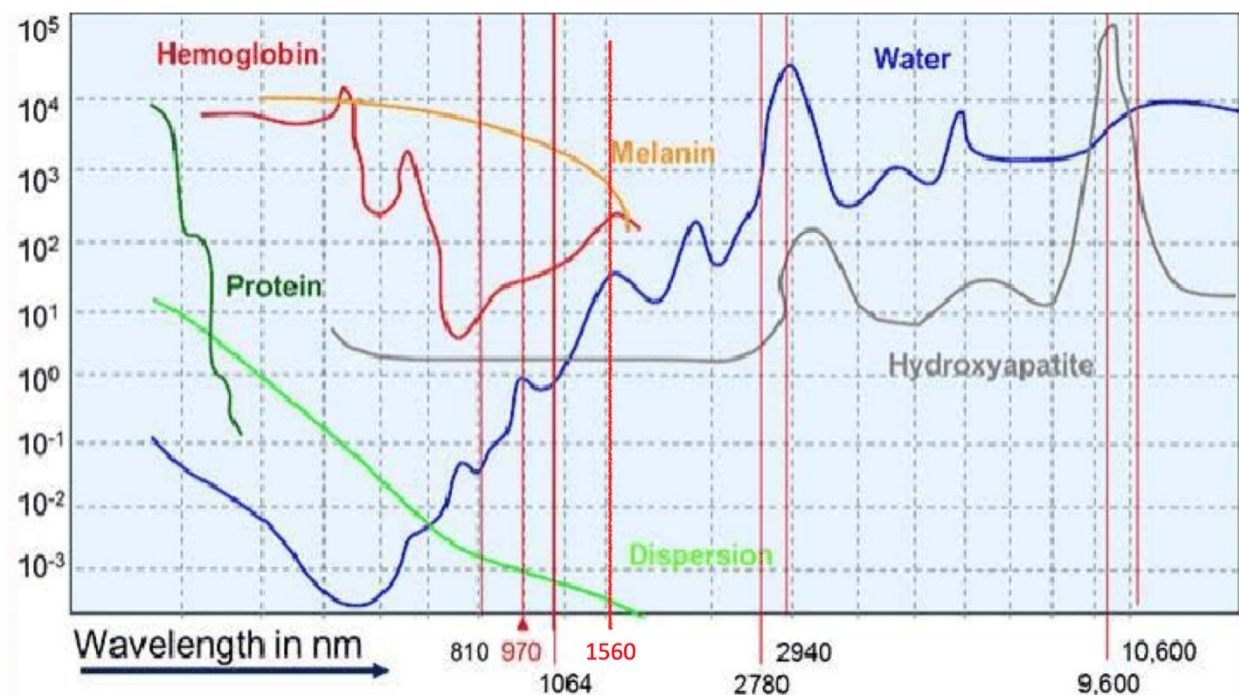


Рисунок 1 – Спектр поглощения основных хромофоров тканей организма лазерным излучением

При рассмотрении оптических свойств тканей, например слизистой оболочки, распределение хромофоров в ней неоднородно. Поэтому специфическое поглощение тех или иных пигментных молекул определенной длиной волны не обеспечивает избирательного воздействия на ткани на практике [47, 51]. Меньшее рассеивание лазерного излучения данной длины волны в крови потенциально увеличивает глубину его проникновения. Более низкий коэффициент поглощаемой в единице объема энергии позволяет снизить мощность лазерного излучения до достижения порога обугливания ткани, а вместе с тем снизить риски избыточного термического повреждения тканей. Клинические и экспериментальные статьи о применении лазера с длиной волны 1,56 мкм ограничены преимущественно флебологией и проктологией. Единичные работы о его применении в оториноларингологии посвящены лазерной септохондропластике [31].

Биологические эффекты лазера 1,56 мкм хорошо изучены при воздействии на венозную стенку у пациентов с варикозной болезнью. В течение последних лет лазер 1,56 мкм активно применяется для эндовенозной лазерной облитерации (ЭВЛО) вен нижних конечностей, и ряд отечественных и зарубежных исследований показал их преимущество в сравнении с диодными лазерами и даже совсем близким по своим спектральным характеристикам излучением с длиной волны 1,47 мкм.

В работе Жилина К. М. (2013) при анализе морфологических изменений венозной стенки после ЭВЛО обнаружено более равномерное термическое воздействие на стенку без очагов некроза и карбонизата у лазера с длиной волны 1,56 мкм в сравнении с лазером 0,97 мкм [19]. В работе Жилина К. М. и соавт. (2009) сравнивались эффекты лазерного воздействия на венозную стенку с длиной волны 0,81 мкм, 1,32 мкм, 1,47 мкм и 1,56 мкм [20]. Лучшие результаты в отношении эффективности и наименьшей травматичности отмечены у пациентов, прооперированных с помощью лазера 1,56 мкм. Перфорация или линейный разрыв стенки вены, интенсивный болевой синдром преобладали в группе 0,81 мкм. Меньшую необходимую мощность лазерного воздействия с длиной волны 1,56 мкм

в сравнении с диодными лазерами на венозную стенку также отметили Тюрин и соавт. (2016) [50]. Для лазера 1,56 мкм понадобилось в 2 раза меньше энергии (Дж) для достижения тех же морфологических изменений на венозной стенке, что и для диодных лазеров.

Экстраполируя данные об эффективности ЭВЛО с помощью лазера 1,56 мкм на нижнюю носовую раковину, можно предположить, что хороший коагулирующий эффект позволит обеспечить более качественную облитерацию ее кавернозных сосудов. По данным литературы, термическое воздействие лазерным излучением с длиной волны 1,56 мкм равномерно охватывает всю венозную стенку, в то время как при воздействии 0,97 мкм асимметричное термическое повреждение венозной стенки усиливается в зоне прилегания торца оптоволокну. Это может привести к избыточному перегреву вены и паравазальных тканей, разрыву венозной стенки и кровоизлиянию.

Шахрай С. В. и соавт. оценивали морфологические изменения стенки прямой кишки у крыс *in vivo* после воздействия лазерным излучением с длиной волны 0,97 мкм и 1,56 мкм [84]. Световод диаметром 100 мкм проводили в подслизистый слой кишки на протяжении 1 см, затем извлекали со скоростью 0,5 см/с с подачей лазерного излучения в виде импульсов с частотой 0,1 с на мощности 3 Вт. В течение первых 7 суток после воздействия в группе лазера 0,97 мкм наблюдалось вовлечение всей толщи стенки кишки в воспалительный процесс с расстройством кровообращения и массивной зоной коагуляционного некроза, занимающую до 36% от всей зоны поражения. В группе лазера 1,56 мкм некротические изменения были менее обширные (9,8%) и глубокие (на границе мышечной оболочки), преобладало перифокальное воспаление, при этом в тканях вокруг воспалительного вала уже наблюдались процессы регенерации. На 14 сутки в группе 1,56 мкм зона термического повреждения была в 2 раза меньше таковой в группе лазера 0,97 мкм, очаги некроза были замещены фиброзно-грануляционной тканью. В группе лазера 0,97 мкм очаги гнойно-некротических изменений сохранялись, фиброзирование выражено незначительно. Таким образом, для лазера с длиной волны 1,56 мкм в сравнении с лазером 0,97 мкм характерны менее грубые

деструктивные изменения стенки прямой кишки, более быстрая регенерация тканей в зоне послеоперационной раны с преобладанием в процессе заживления грануляционно-фиброзной ткани.

Специфическая абсорбция излучения с длиной волны 1,56 мкм в гемоглобине и воде, хорошие коагуляционные свойства и возможность реализации качественного термического воздействия без формирования кратера абляции представляют интерес для коагуляции нижних носовых раковин. Предоперационная подготовка зоны лазерного воздействия предполагает не только аппликацию местными анестетиками, но и нанесение местных вазоконстрикторов (адреналин) на слизистую оболочку нижней носовой раковины. Сужение сосудов кавернозных тел нижней носовой раковины приводит к сбросу крови в емкостные вены и уменьшению объема нижней носовой раковины за счет толщины слизистого и подслизистого слоя в 2–3 раза. При этом уменьшается и количество компонентов крови, в том числе гемоглобина, в самой слизистой оболочке и ее подслизистом слое. Визуально окраска слизистой оболочки носовой раковины после анемизации становится бледно-розовой за счет уменьшения объема циркулирующей в ней крови. По данным компьютерной томографии носа и околоносовых пазух толщина слизистого и подслизистого слоя медиальной поверхности нижней носовой раковины в норме составляет в среднем 1,3–3,8 мм [120, 144]. По данным морфометрического анализа слизистой оболочки нижней носовой раковины венозные синусоиды неизменной собственной пластинки располагаются на глубине 1085 ± 398.6 мкм (около 1,08 мм) [105]. Теоретическая глубина проникновения излучения с длиной волны 1,56 мкм не более 2 мм, при этом его рассеивание в самой ткани невелико. Таким образом, доза лазерного излучения, достигшая венозных сосудов подслизистого слоя, будет достаточной для реализации теплового повреждения сосудистой стенки. Кроме того, доза необходимой энергии излучения с длиной волны 1,56 мкм будет меньше, чем для лазеров с преимущественным поглощением в гемоглобине, за счет меньшего объема эффективной утилизации лазерной энергии. Воздействие лазера с длиной волны 1,56 мкм на анемизированную слизистую оболочку в ходе ее коагуляции

приведет к испарению воды при условии отсутствия угля на торце оптоволокна. Принимая во внимание то, что энергия, необходимая для нагрева воды гораздо меньше той энергии, которая потребуется для ее испарения, температура в зоне лазерного воздействия будет ниже порога абляции и не приведет к формированию карбонизата. Отсутствие обугливания ткани в ходе воздействия лазером 1,56 мкм теоретически обуславливает более быстрое заживление еще и по причине отсутствия или минимального дефицита PDGF-фактора, рассмотренных в главе 1.5.

Учитывая вышесказанное, следует ожидать, что применение лазера с длиной волны 1,56 мкм в хирургии вазомоторного ринита будет иметь преимущество в сравнении с традиционно применяемыми диодными лазерами гемоглобинпоглощаемого спектра излучения. Возможность работы на низкой мощности лазерного излучения, отсутствие эффектов абляции и карбонизации, а вместе с тем гораздо меньшая площадь термического повреждения слизистой оболочки за пределами лазерного воздействия предполагает потенциальное отсутствие грубых осложнений, развития минимальных реактивных воспалительных послеоперационных явлений. Описанные характеристики лазерного излучения с длиной волны 1,56 мкм потенциально обуславливают высокий профиль безопасности и эффективность данной методики лазерного воздействия у пациентов с вазомоторным ринитом. Доступность отечественного лазерного оборудования представляет применение лазера с длиной волны 1,56 мкм весьма перспективным в клинической практике, а разработку новых подходов к хирургии вазомоторного ринита – актуальным.

ГЛАВА 3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

3.1 Материалы и методы

3.1.1 Выбор биологических объектов

Исследование выполнялось на базе кафедры оториноларингологии ПСПбГМУ им. академика И.П. Павлова. В качестве биологического объекта была выбрана мышечная ткань курицы. Эффекты лазерного излучения обусловлены не только его спектральными характеристиками или мощностью и временем экспозиции, но и оптическими свойствами облучаемой ткани [61, 67]. Мышечная ткань близка к слизистой оболочке по содержанию целевых хромофоров из доступных биологических объектов: в клинической практике нижняя носовая раковина после анемизации за счет вазоконстрикции «бледнеет» и становится бледно-розового оттенка. В связи с этим использование в качестве биологической модели ткани печени не оправдано, поскольку интенсивно окрашенные ткани будут вызывать иные биологические эффекты. По своим механическим свойствам мышечная ткань курицы близка к слизистой оболочке нижних носовых раковин – гладкая блестящая поверхность, относительно плотная структура позволяет с высокой точностью смоделировать лазерное воздействие на биологической ткани как на органе.

Учитывая данные изменения, выбор именно мышечной ткани как экспериментального объекта является наиболее подходящим и обоснованным, согласуется с литературными данными [134].

3.1.2 Характеристика лазерного оборудования

В экспериментальном исследовании изучались биологические эффекты хирургического волоконного лазера в двухволновой модификации с длинами волн 0,97 мкм (ЛСП-«ИРЭ-Полюс», Москва, максимальная выходная мощность

излучения 30 Вт) и 1,56 мкм в контактном непрерывном режиме (ЛСП-«ИРЭ-Полус», Москва, максимальная выходная мощность излучения 15 Вт), регистрационное удостоверение № РЗН 2013/850 (рисунок 2).



Рисунок 2 – Лазерный хирургический аппарат ЛСП-«ИРЭ-Полус»

3.1.3 Особенности подготовки кварцполимерного оптоволокна

Для обеих длин волн использовалось кварц-полимерное волокно диаметром 600 нм. Торец световода был обработан для каждого лазера индивидуально. С помощью стриппера с кончика волокна удалялась защитная изоляционная оболочка и наносилась поперечная насечка на расстоянии 1 см от кончика световода. Далее под углом 90 градусов кончик оптоволокна отсекался с помощью ручки-скальпеля (рисунок 3). Качество скола контролировалось путем оценки геометрии пятна маркера (рисунок 4). При наличии неровного скола или трещин на кончике волокна увеличивается рассеивание излучаемого света, уменьшается эффект фокусировки и плотность мощности лазерного излучения. Воздействие лазером с длиной волны 1,56 мкм выполнялось оптоволокном с очищенным торцом без угля и в процессе работы с лазером проводилась регулярная обработка кончика оптоволокна указанным способом с целью исключения избыточного рассеивания излучаемого света и уменьшения плотности мощности [10].



Рисунок 3 – Кончик оптоволоконна после снятия защитной изолирующей оболочки и обработки ручкой-скальвателем

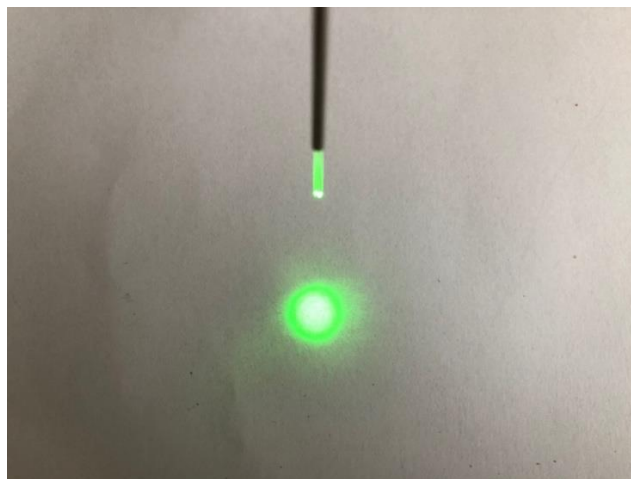


Рисунок 4 – Пятно маркера для свежесколотого торца оптоволоконна

Отсутствие угля на торце оптоволоконна для лазера с длиной волны 1,56 мкм позволяет осуществить воздействие без формирования карбонизата на ткани, т.е. исключительно в коагуляционном режиме.

Подготовка торца оптоволоконна перед воздействием лазера 0,97 мкм производилась аналогично лазеру 1,56 мкм, однако в данном случае воздействие на биологическую ткань выполнялось обугленным кончиком волокна: после удаления защитной оболочки кварцевый торец волокна обжигался путем касания его о деревянный шпатель до появления угля на кончике (рисунок 5).

Образовавшийся в ходе работы с мышечной тканью нагар на торце оптоволокна регулярно удалялся с помощью марлевых салфеток.

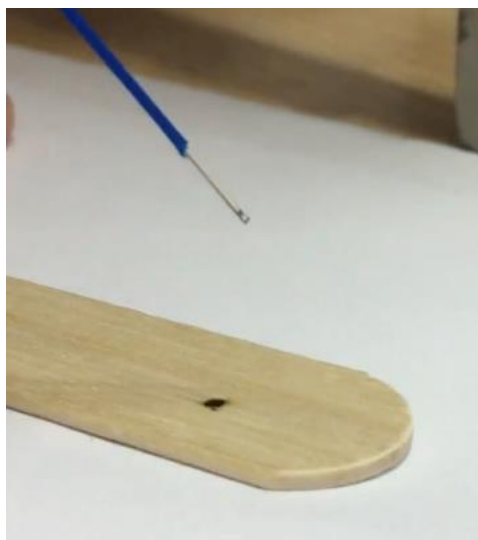


Рисунок 5 – Обугливание торца кварц-полимерного волокна

Необходимость в нанесении нагара на торец оптоволокна для лазера 0,97 объясняется его спектральными характеристиками: из-за низкого поглощения излучения в воде и высокого – в пигментированных молекулах лазер с длиной волны 0,97 мкм обладает весьма слабыми коагуляционными свойствами. При работе на тканях с низким содержанием целевых хромофоров волокном с не зачерненным торцом волокна будет невозможно реализовать необходимые термические эффекты, а следовательно, нецелесообразно для воздействия на нижнюю носовую раковину. Увеличение температуры в зоне лазерного воздействия можно достигнуть, либо повышая мощность воздействия, либо увеличивая время экспозиции лазерного излучения. Однако подобные методы являются небезопасными ввиду высокой вероятности неконтролируемого повышения температуры в эпицентре лазерного воздействия, что в свою очередь может привести к явлениям взрывной абляции и избыточному термическому повреждению ткани [39, 52]. Поэтому с целью получения контролируемых термических эффектов при работе со слабоокрашенными тканями целесообразно обугливать торец лазерного волокна. Наличие нагара приводит к увеличению

коэффициента поглощения излучения и повышению температуры в зоне лазерного воздействия, и на ткань действует как само лазерное излучение, так и тепло от раскаленного торца оптоволоконного волокна.

3.1.4 Методика экспериментальной оценки эффектов лазерного воздействия на биологической ткани

В эксперименте оценивались коагуляционные и абляционные свойства лазеров с длиной волны 0,97 мкм и 1,56 мкм. Контактный режим воздействия лазерного излучения выбран в связи с гораздо меньшей площадью зоны термического повреждения окружающей ткани в сравнении с дистантным воздействием. На практике применение контактного режима обусловлено лучшим интраоперационным контролем при осязании кончиком волокна слизистой оболочки и удобством при воздействии на задние отделы нижней носовой раковины, что позволяет сделать хирургическое воздействие более прогнозируемым и безопасным. Выбор непрерывного режима воздействия обеспечивает лучшие гемостатические свойства и большую глубину проникновения лазерного излучения для обеспечения необходимого функционального результата.

Для стандартизации условий эксперимента использовалась специальная установка, состоящая из лентопротяжного механизма с возможностью фиксировать скорость движения облучаемого объекта со скоростью от 1 и 5 мм в секунду (рисунок 6). По результатам предыдущих исследований выяснено, что на биологические эффекты лазерного излучения большое влияние оказывает скорость воздействия [61]. Даже несмотря на малую мощность, более длительная экспозиция лазерной энергии на участке ткани может привести к значимому термическому повреждению и нежелательным эффектам из-за превышения оптимальной дозы лазерного излучения.



Рисунок 6 – Лентопротяжный механизм со стойкой для фиксации волоконного инструмента

Оптический световод с металлическим держателем был фиксирован на штативе под углом 60° относительно движущейся ткани.

Экспериментальное исследование состояло из двух частей.

1. Исследование зависимости глубины и ширины лазерного воздействия излучением с длиной волны 1,56 мкм и 0,97 мкм от скорости движения ткани относительно оптического волокна оценивалось на скорости движения ленты лентопротяжного механизма от 1 до 5 мм/с с шагом 1 мм/с. На мышечную ткань наносились по два линейных воздействия протяженностью 30 мм на мощности от 1 до 7 Вт с шагом 0,5 Вт.

2. Оценка зависимости глубины и ширины лазерного воздействия излучением с длиной волны 1,56 мкм и 0,97 мкм от его мощности осуществлялась на фиксированной скорости 2 мм/с на мощности излучения от 0,5 до 10 Вт с шагом 0,5 Вт.

Далее производилась макро- и микроскопическая оценка эффектов лазерного воздействия. При макроскопическом осмотре препарата оценивалось качество разреза: равномерность линии разреза, наличие отрывов участков ткани из-за налипания ее к торцу оптоволокна.

Микроскопическая оценка производилась под контролем операционного микроскопа (МИКО-ЛОР, ЛОМО, ТУЗ-3.2398-91, Россия) с увеличением $\times 15$. Каждый разрез делился на 10 равных частей по всей длине и для каждой части

выполнялось измерение ширины и глубины боковой зоны коагуляции и абляции с помощью покровного стекла с ценой деления 10 мкм (рисунок 7). Для оценки глубины зон абляции и коагуляции выполнялись поперечные срезы относительно линейного разреза на мышечной ткани, которые в дальнейшем подвергались микроскопии. Всего для каждого разреза было выполнено по 10 измерений ширины и глубины боковой зоны коагуляции и абляции.

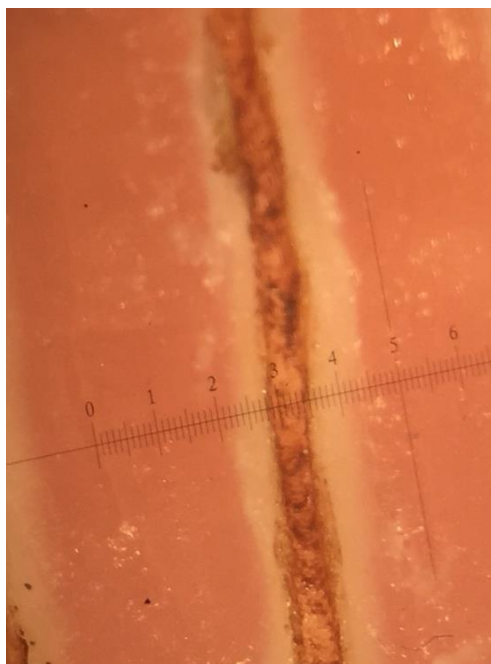


Рисунок 7 – Микрофотография. Измерение зоны абляции и зоны боковой коагуляции с помощью операционного микроскопа и покровного стекла с ценой деления 10 мкм (увеличение x15)

3.1.5 Статистическая обработка результатов

Статистический анализ полученных данных проводился с использованием стандартного пакета прикладных статистических программ (IBM SPSS Statistics v. 28.0.1). Результаты исследования обрабатывались с использованием U-критерия Манна-Уитни для определения различий относительных и абсолютных величин.

Критический уровень достоверности нулевой статистической гипотезы (об отсутствии различий и влияний) принимали равным 0,05.

3.2 Результаты экспериментальной части исследования

3.2.1 Макроскопическая оценка результатов

По результатам проведенного исследования подтвердились лучшие коагулирующие способности лазера с длиной волны 1,56 мкм в сравнении с 0,97 мкм. Это обусловлено лучшим поглощением излучения лазера 1,56 мкм в молекулах воды, а также отсутствием нагара на торце оптоволокон. При воздействии лазером с длиной волны 1,56 мкм на мышечной ткани отсутствовала карбонизация ткани и кратер абляции, не было дыма (рисунок 8). На мощности 0,5 и 1 Вт из-за низкой температуры, реализуемой лазером, макроскопически линейное воздействие выражено слабо. На мощности 1,5 и 2 Вт визуализируется четкая линейная зона побеления на всем протяжении лазерного воздействия без карбонизации и зоны втяжения ткани. На мощности 2,5 Вт и более из-за роста температуры лазерного воздействия непосредственно в зоне соприкосновения торца оптоволокон с тканью наблюдаются участки втяжения ткани без карбонизата, сперва прерывистые, затем начиная с мощности 5 Вт постоянные на всем протяжении. Появление втяжения обусловлено повышением температуры выше точки кипения воды и появлением мелких пузырьков газа и пара внутри ткани, что приводит к испарению жидкости и появлению пустот. При этом отсутствует обугливание ткани, что свидетельствует о сохранении температуры ниже порога карбонизации ($>300\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Для лазера с длиной волны 0,97 мкм при работе в абляционном режиме (с наличием угля на торце оптоволокон) карбонизация ткани наблюдалась уже начиная с мощности 0,5 Вт (рисунок 9). Нагар на кончике оптоволокон приводит к выраженному поглощению лазерного излучения, и на ткань действуют как тепловые эффекты от непосредственно лазерного излучения, так и термические

эффекты от разогретого кончика волокна. При этом на ткани формируется кратер абляции, то есть происходит резка ткани. При воздействии лазером с длиной волны 0,97 мкм на мощности от 1 Вт до 6 Вт наблюдалось налипание ткани к торцу оптоволокну, что макроскопически проявлялось в виде прерывистой и неравномерной по ширине линии. Относительно равномерное по ширине линейное воздействие с отсутствием налипания ткани к торцу оптоволокну наблюдается на мощности от 7 до 9 Вт. При воздействии в контактном непрерывном режиме на мощности 9,5 Вт и выше наблюдались явления взрывной абляции с деформацией линейного разреза, выбросом продуктов горения вокруг кратера и горением оболочек оптического волокна.

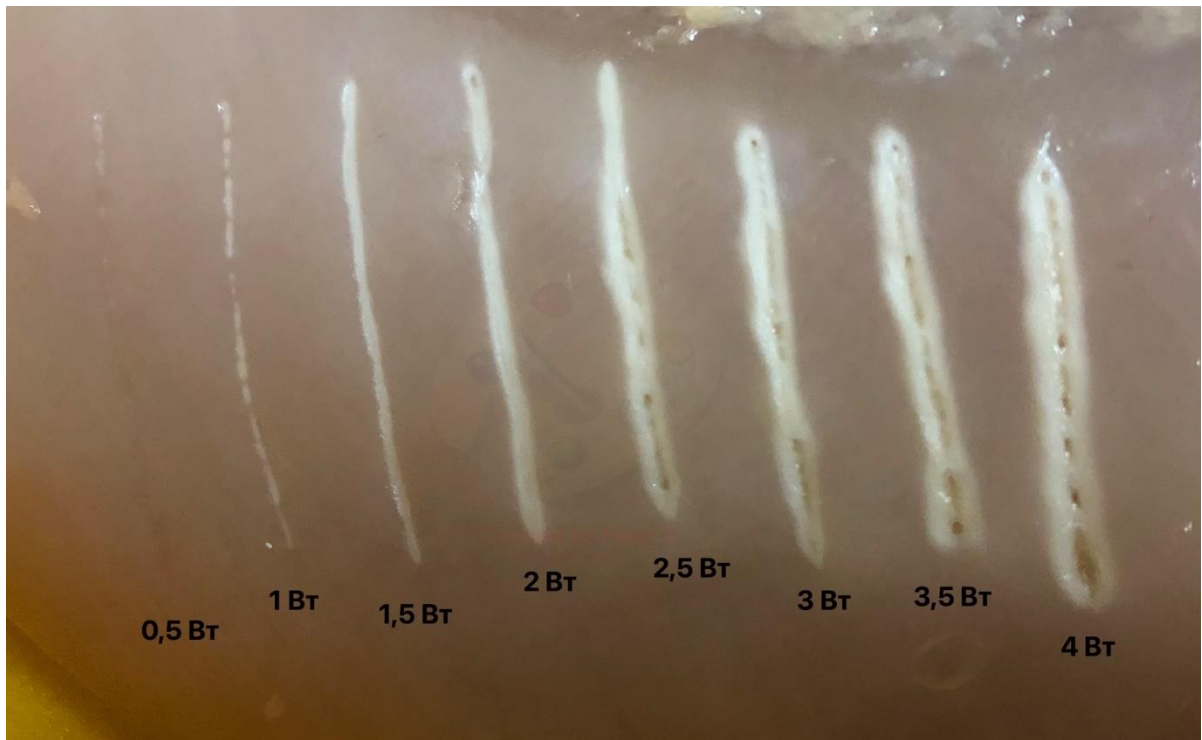


Рисунок 8 – Макроскопическое изображение результатов лазерного воздействия с длиной волны 1,56 мкм

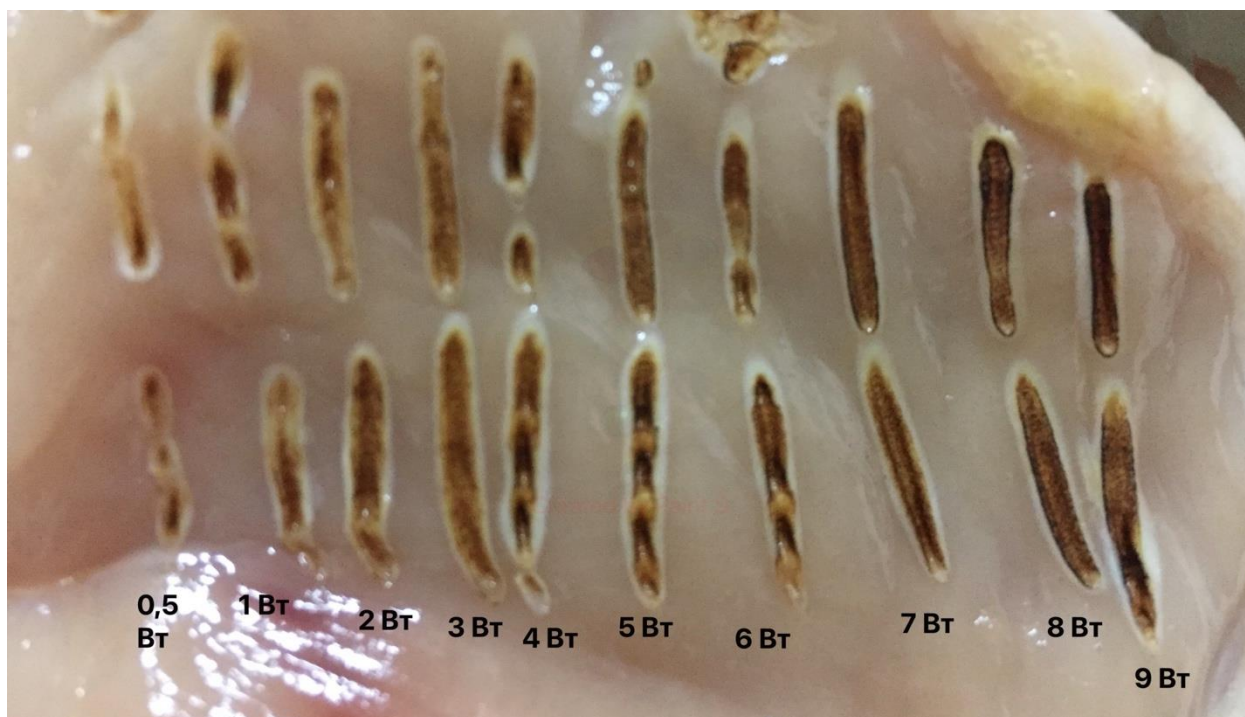


Рисунок 9 – Макроскопическое изображение результатов лазерного воздействия с длиной волны 0,97 мкм

3.2.2 Микроскопическая оценка результатов

3.2.2.1 Оценка глубины и ширины лазерного воздействия в зависимости от мощности лазерного излучения

При микроскопической оценке было получено и подвергнуто статистической обработке 4200 показателей. Воздействие лазера с длиной волны 1,56 мкм в сравнении с лазерным излучением длиной волны 0,97 мкм на скорости движения волокна относительно ткани со скоростью 2 мм/с обеспечивает формирование статистически более значимой ширины и глубины лазерного воздействия ($p < 0,05$) (рисунок 10). Ширина лазерного воздействия превышала его глубину для обоих лазеров на всех исследуемых мощностях.

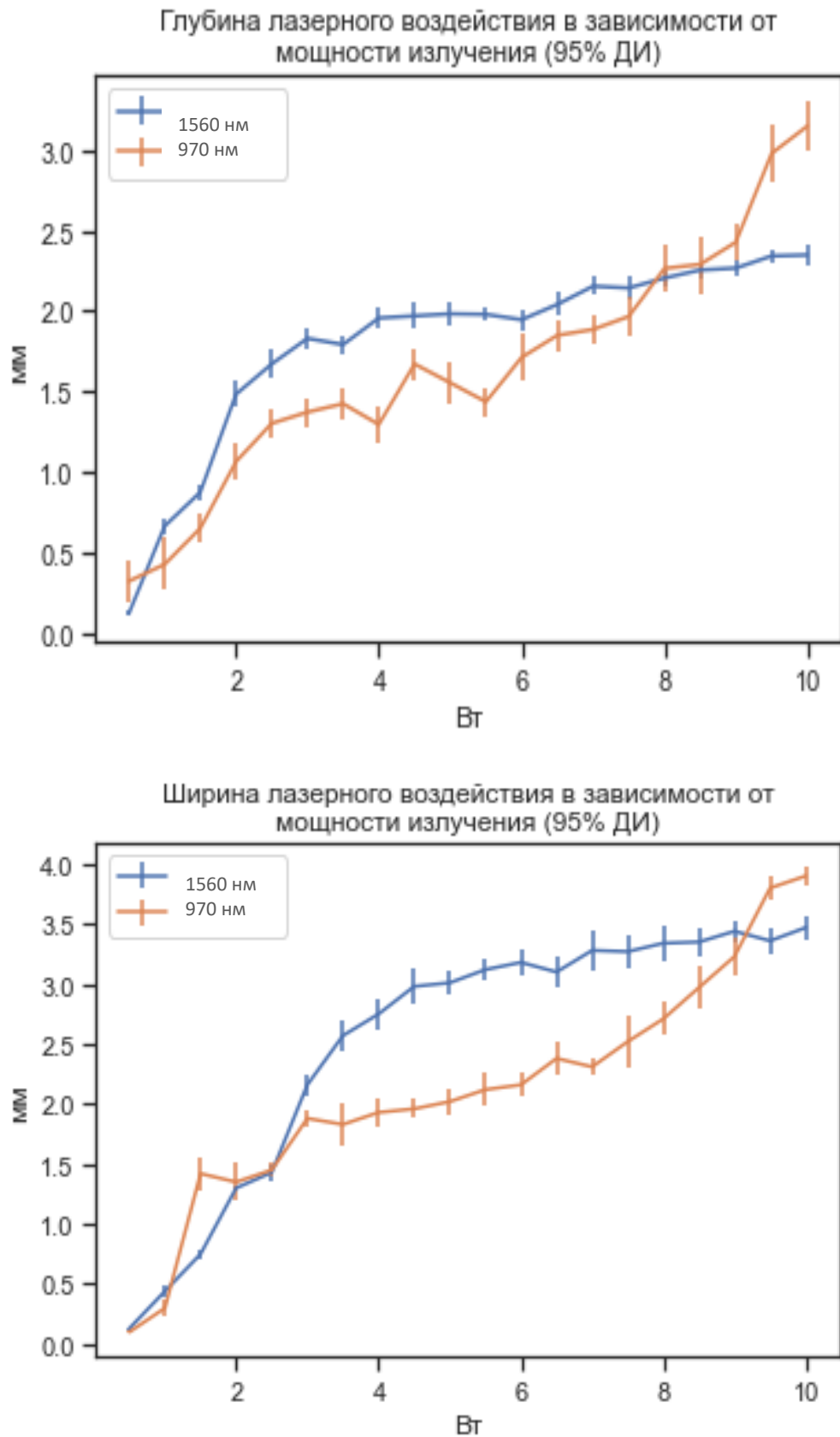


Рисунок 10 – Зависимость ширины и глубины лазерного воздействия от мощности лазерного излучения

Глубина лазерного воздействия для лазера 1,56 мкм составила в среднем $1,4 \pm 0,1$ мм (мин. – 1,1; макс. – 1,77) – средняя глубина залегания кавернозных сосудов нижней носовой раковины после анемизации, уже на мощности 2 Вт, для лазера 0,97 мкм начиная с мощности 4,5 Вт (таблица 1).

Таблица 1 – Ширина и глубина лазерного воздействия для лазеров с длиной волны 1,56 мкм и 0,97 мкм

Параметр	Мощность, Вт	Лазер				Значение p (U-тест)
		1,56 мкм		0,97 мкм		
		M±σ (n=20)	95% ДИ (n=20)	M±σ (n=20)	95% ДИ (n=20)	
Ширина лазерного воздействия, мм	0,5	0,13±0,03	0,11-0,14	0,10±0,02	0,09-0,11	>0,05
	1	0,44±0,12	0,38-0,49	0,30±0,14*	0,24-0,36	>0,05
	1,5	0,75±0,08	0,71-0,79	1,42±0,29*	1,28-1,54	0,01
	2	1,30±0,06	1,28-1,33	1,35±0,36*	1,19-1,50	<0,01
	2,5	1,43±0,16	1,37-1,50	1,45±0,14*	1,39-1,51	>0,05
	3	2,16±0,19	2,07-2,24	1,88±0,17	1,80-1,95	<0,01
	3,5	2,57±0,30	2,44-2,70	1,83±0,38	1,66-1,99	<0,01
	4	2,75±0,28	2,63-2,87	1,93±0,27	1,81-2,05	>0,05
	4,5	2,98±0,32	2,84-3,13	1,96±0,18	1,88-2,04	>0,05
	5	3,01±0,23	2,90-3,10	2,02±0,23	1,91-2,12	>0,05
	5,5	3,12±0,21	3,03-3,22	2,12±0,31	1,98-2,25	>0,05
	6	3,18±0,23	3,07-3,28	2,16±0,23	2,05-2,25	>0,05
	6,5	3,10±0,29	2,97-3,32	2,38±0,30	2,25-2,51	>0,05
	7	3,28±0,37	3,11-3,44	2,31±0,16	2,24-2,38	>0,05
	7,5	3,27±0,30	3,13-3,40	2,52±0,48	2,31-2,73	<0,01
	8	3,34±0,31	3,20-3,48	2,71±0,31	2,57-2,84	<0,01
	8,5	3,35±0,26	3,23-3,47	2,97±0,40	2,79-3,15	<0,01
	9	3,44±0,20	3,35-3,53	3,23±0,0,33	3,08-3,37	0,01
	9,5	3,36±0,23	3,26-3,46	3,80±0,22	3,70-3,89	<0,01
	10	3,47±0,23	3,37-3,57	3,90±0,19	3,82-3,98	<0,01
Глубина лазерного воздействия, мм	0,5	0,11±0,04	0,10-0,13	0,31±0,29	0,18-0,44*	>0,05
	1	0,66±0,11	0,61-0,71	0,41±0,36	0,25-0,57*	>0,05
	1,5	0,87±0,11	0,82-0,92	0,65±0,19	0,56-0,73*	>0,05
	2	1,5±0,18	1,40-1,56	1,04±0,24	0,93-1,15	<0,01
	2,5	1,67±0,19	1,58-1,75	1,29±0,20	1,20-1,37	0,04
	3	1,82±0,14	1,76-1,89	1,36±0,20	1,28-1,45	>0,05
	3,5	1,79±0,12	1,73-1,84	1,41±0,20	1,32-1,50	>0,05
	4	1,95±0,15	1,88-2,02	1,29±0,25	1,18-1,40	>0,05
	4,5	1,96±0,19	1,88-2,05	1,66±0,21	1,57-1,76	>0,05
	5	1,98±0,16	1,91-2,05	1,53±0,29	1,40-1,66	<0,01
	5,5	1,97±0,09	1,93-2,02	1,43±0,20	1,34-1,57	<0,01
	6	1,94±0,13	1,88-2,01	1,67±0,32	1,53-1,81	>0,05
	6,5	2,04±0,16	1,96-2,11	1,84±0,22	1,74-1,94	>0,05
	7	2,15±0,12	2,10-2,20	1,88±0,21	1,79-1,98	>0,05
	7,5	2,14±0,16	2,07-2,21	1,99±0,26	1,87-2,10	>0,05

	8	2,20±0,10	2,21-2,25	2,27±0,32	2,13-2,41	>0,05
	8,5	2,25±0,11	2,20-2,30	2,28±0,39	2,10-2,45	>0,05
	9	2,26±0,12	2,21-2,31	2,44±0,26	2,32-2,55	>0,05
	9,5	2,34±0,10	2,30-2,38	2,98±0,43	1,87-2,25	>0,05
	10	2,34±0,14	2,28-2,41	3,01±0,39	1,94-3,14	>0,05
Примечание – U-тест – критерий Манна-Уитни; * – различия в группе по U-критерию Манна-Уитни достоверны в сравнении с воздействием лазера с длиной волны 1,56 мкм на мощности 2 Вт; n-объем выборки; М – среднее значение, σ – стандартное отклонение, ДИ – доверительный интервал.						

Однако при воздействии лазером с длиной волны 0,97 мкм на мощности от 1 до 6 Вт мы столкнулись с налипанием к торцу оптоволоконка, что на практике может привести к отрыву участков слизистой оболочки в ходе лазерного воздействия, интраоперационной кровоточивости и необходимости дополнительного лазерного воздействия с целью обеспечения гемостаза, что в свою очередь приведет к избыточному термическому повреждению окружающих тканей.

Для лазера с длиной волны 1,56 мкм при повышении мощности 2,5 Вт и более возникает прерывистая зона втяжения ткани по ходу движения оптоволоконка: превышение температуры лазерного воздействия выше 100 °С приводит к кипению водного компонента ткани и «привариванию» кончика волокна к ткани с последующим отрывом ее элементов из-за налипания к торцу оптоволоконка. Подобный эффект может привести к расширению площади раневой поверхности и замедлению ее заживления, развитию более выраженных послеоперационных реактивных воспалительных явлений.

3.2.2.2 Оценка глубины и ширины лазерного воздействия в зависимости от скорости движения оптического волокна относительно ткани

При оценке глубины и ширины лазерного воздействия в зависимости от скорости движения оптического волокна относительно ткани мы обнаружили преобладание глубины и ширины для лазера 0,97 мкм над аналогичными показателями лазера 1,56 мкм на скорости проведения лазерного волокна 4 и 5 мм/с на всех мощностях (рисунки 11–12).

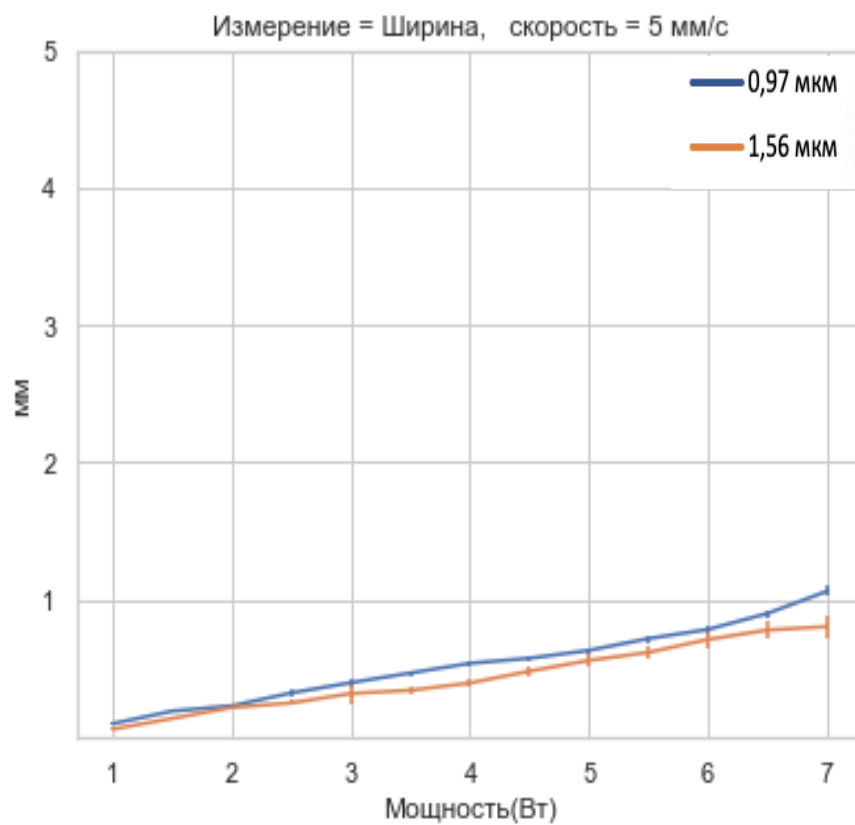
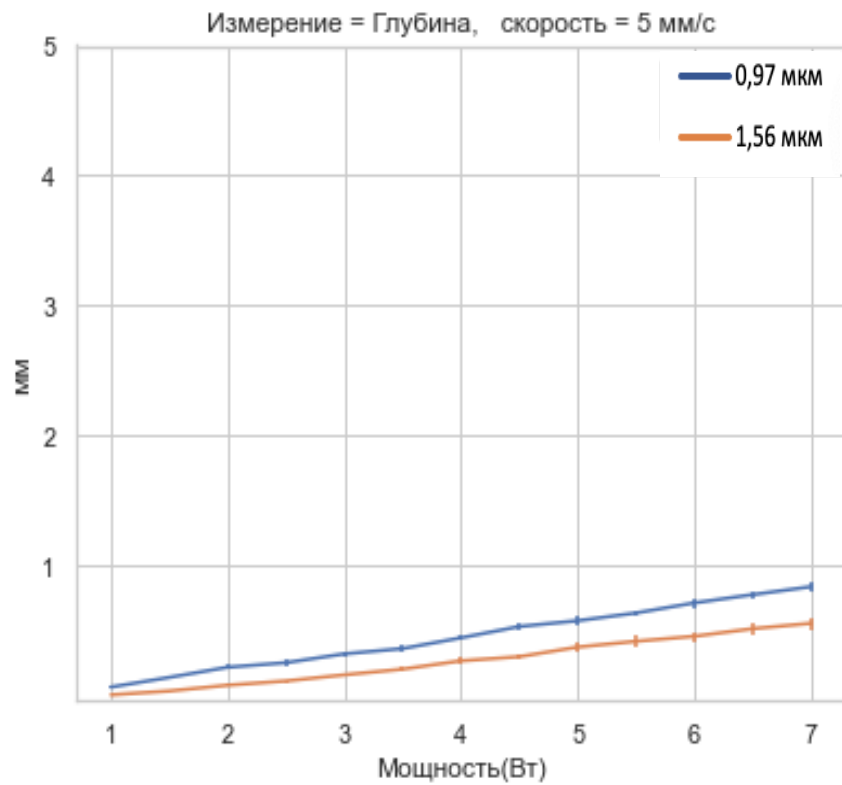


Рисунок 11 – Зависимость ширины и глубины лазерного воздействия от скорости движения кварцполимерного волокна относительно ткани (5 мм/с)

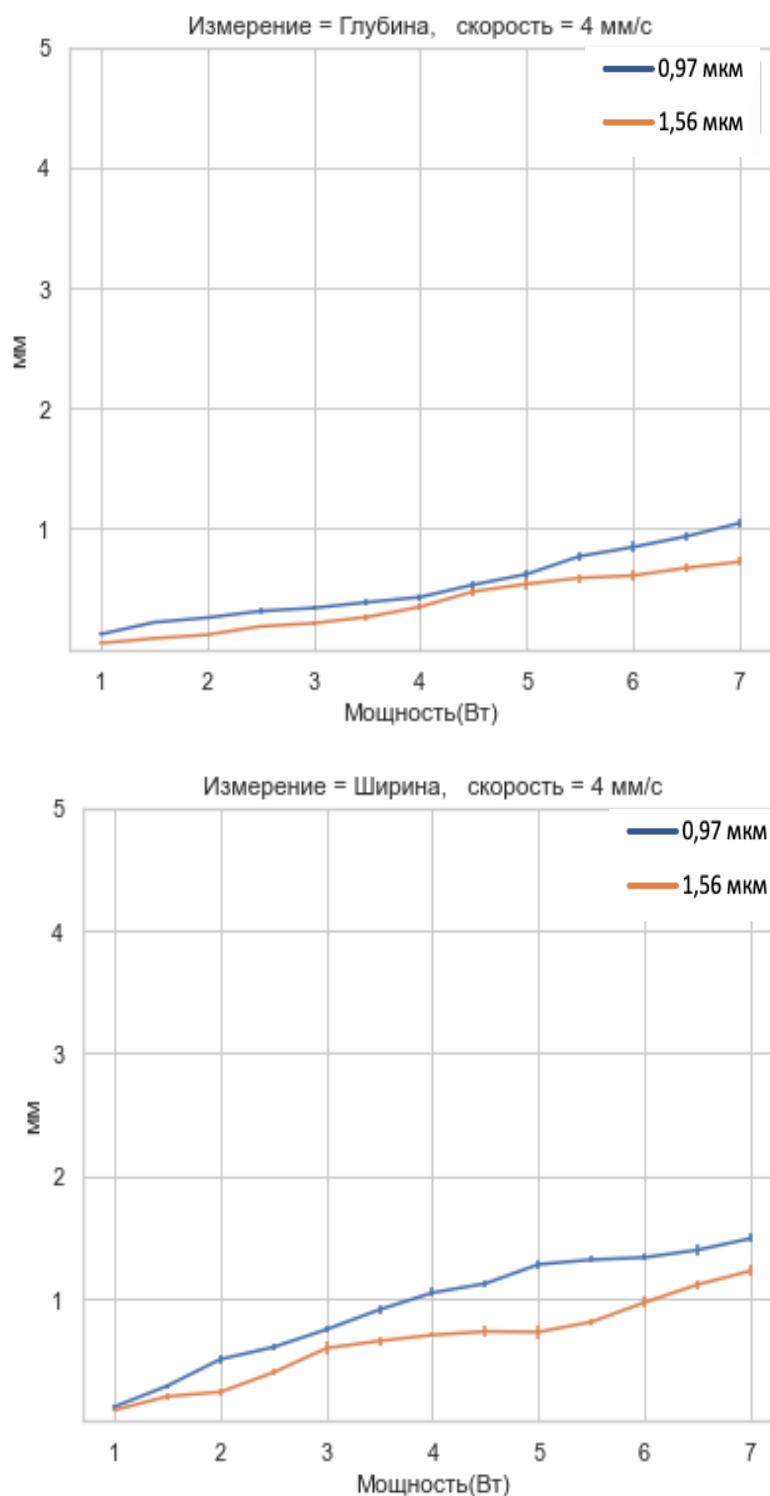


Рисунок 12 – Зависимость ширины и глубины лазерного воздействия от скорости движения кварцполимерного волокна относительно ткани (4 мм/с)

На скорости 3 мм/с глубина и ширина лазерного воздействия для обоих лазеров колебались незначительно (рисунок 13). На скорости 5 мм/с средняя глубина и ширина лазерного воздействия на мощности 2 Вт для лазера 1,56 мкм –

$0,22 \pm 0,04$ мм и $0,1 \pm 0,03$ мм, для лазера 0,97 мкм на 7 Вт – $0,8 \pm 0,06$ и $1,08 \pm 0,08$. На скорости 4 мм/с аналогичные показатели для лазера 1,56 мкм на мощности 2 Вт – $0,2 \pm 0,06$ мм и $0,11 \pm 0,02$ мм соответственно; и для лазера 0,97 мкм на мощности 7 Вт глубина лазерного воздействия – $1,04 \pm 0,07$ мм, ширина – $1,4 \pm 0,08$ мм. На скорости 3 мм/с ширина лазерного воздействия для лазера с длиной волны 1,56 мкм на мощности 2 Вт составила в среднем $0,9 \pm 0,05$ мм, для лазера с длиной волны 0,97 мкм на мощности 2 Вт – $2,2 \pm 0,06$ мм; глубина для лазера 1,56 мкм – $0,8 \pm 0,06$ мм и для лазера 0,97 мкм – $1,2 \pm 0,07$ мм.

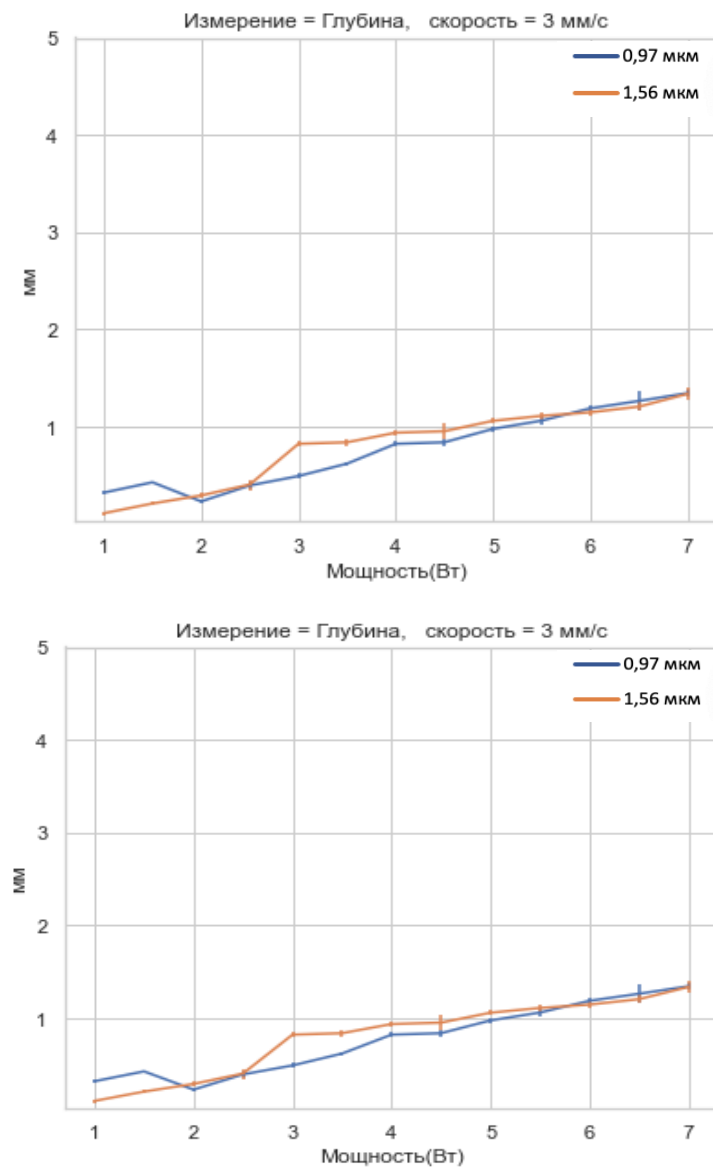
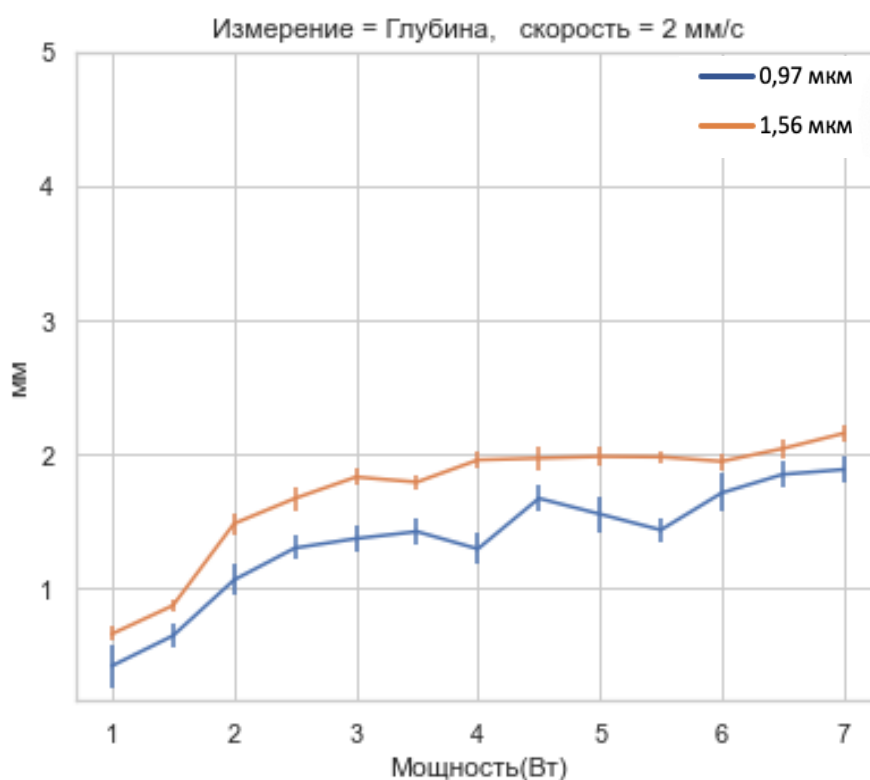


Рисунок 13 – Зависимость ширины и глубины лазерного воздействия от скорости движения кварцполимерного волокна относительно ткани (3 мм/с)

При скорости движения оптического волокна 2 мм/с для лазера с длиной волны 1,56 мкм обнаружена статистически более значимая ширина и глубина лазерного воздействия ($p < 0,05$) (рисунок 14), при этом минимальная мощность, при которой была достигнута глубина лазерного воздействия 1,5 мм для лазера с длиной волны 1,56 мкм, составила 2 Вт, для лазера 0,97 мкм – от 4,5 Вт. На скорости лазерного воздействия 2 мм/с глубина и ширина лазерного воздействия для лазера с длиной волны 1,56 мкм на мощности 2 Вт составила $1,5 \pm 0,06$ мм и $1,3 \pm 0,05$ мм соответственно, для лазера с длиной волны 0,97 мкм на мощности 7 Вт глубина лазерного воздействия – $1,6 \pm 0,2$ мм, ширина – $2,2 \pm 0,16$ мм.



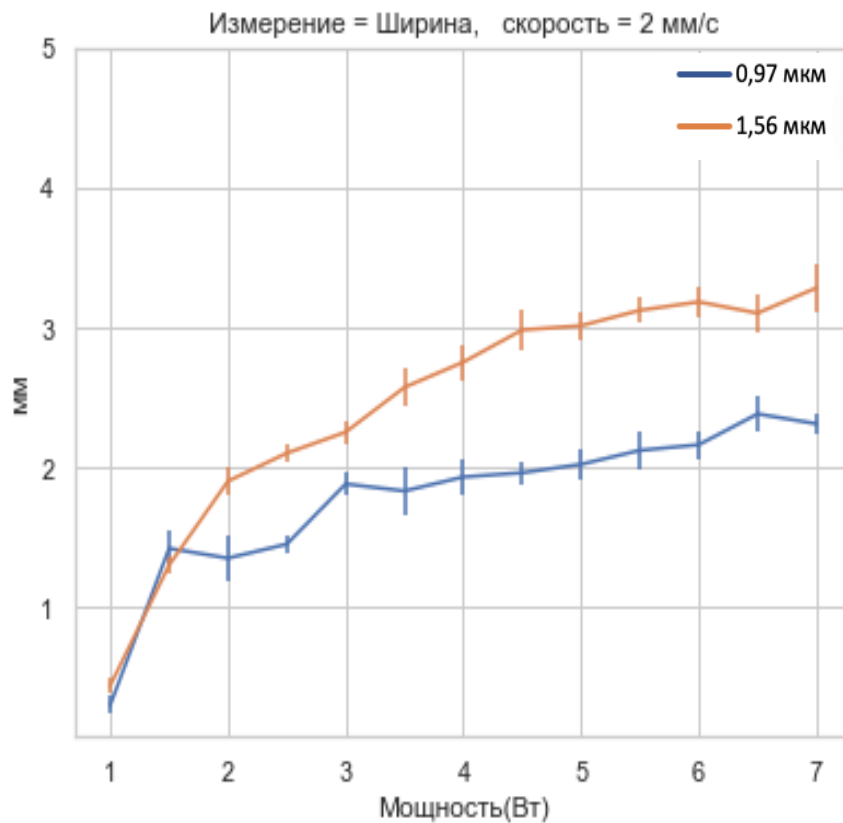


Рисунок 14 – Зависимость ширины и глубины лазерного воздействия от скорости движения кварцполимерного волокна относительно ткани (2 мм/с)

Замедление скорости лазерного воздействия до 1 мм/с в большей степени увеличивает ширину зоны лазерного воздействия ткани для длины волны 1,56, в меньшей степени – для лазера 0,97 мкм, глубина лазерного воздействия преобладает для лазера 0,97 мкм, однако различия оказались статистически незначимыми ($p > 0,05$) (рисунок 15). На скорости лазерного воздействия 1 мм/с глубина лазерного воздействия уже на мощности 1,5 Вт для лазера 1,56 мкм составила $1,5 \pm 0,11$ мм и для лазера 0,97 мкм 2,5 Вт – более 1,5 мм ($1,6 \pm 0,07$ мм). Макроскопически при скорости движения оптоволоконка 1 мм/с наблюдается избыточная коагуляция мышечной ткани при воздействии лазером 1,56 мкм, что не позволяет при данных параметрах рекомендовать для поверхностного воздействия на нижней носовой раковине из-за риска нарушения транспортной функции слизистой оболочки нижних носовых раковин. Кроме того, начиная с мощности 5 Вт при воздействии на скорости 1 мм/с появлялись участки карбонизации ткани.

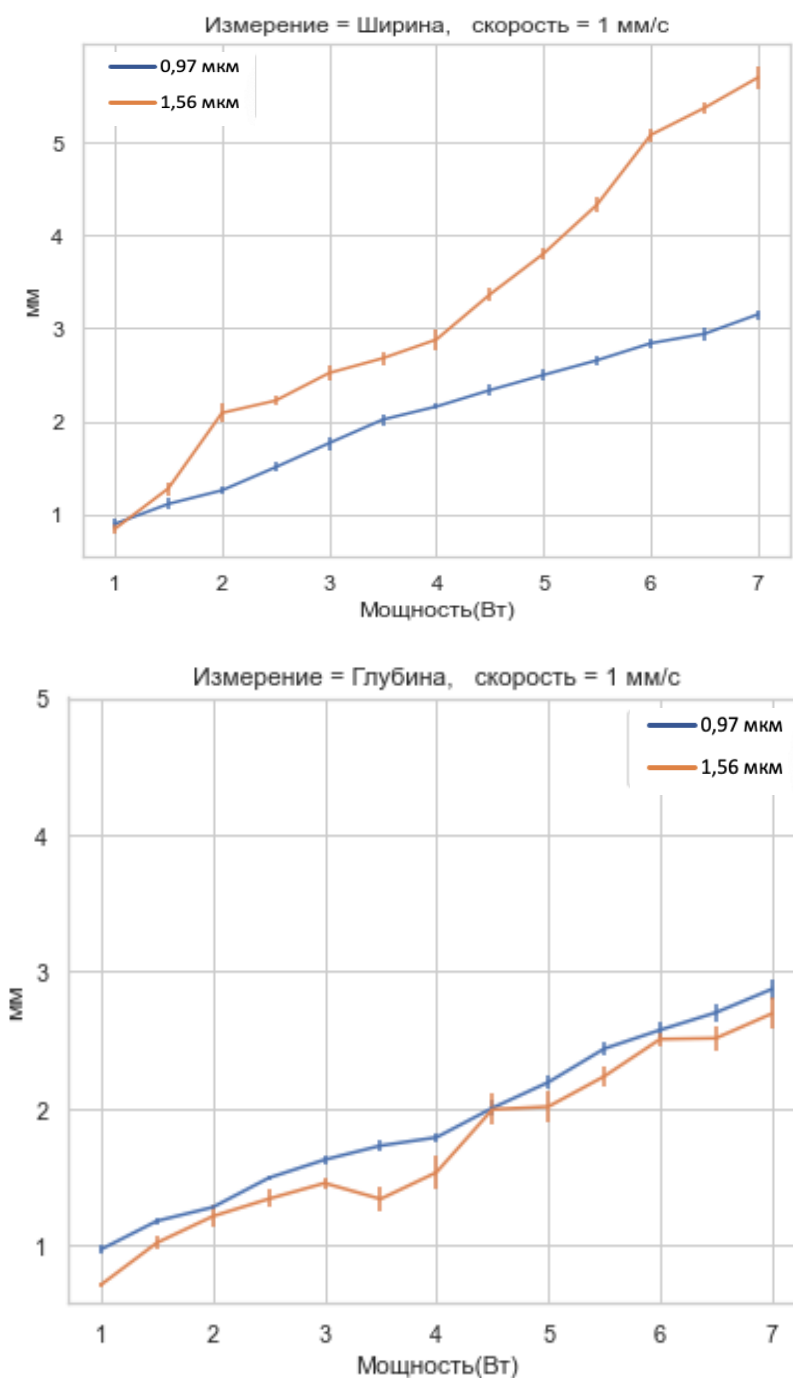


Рисунок 15 – Зависимость ширины и глубины лазерного воздействия от скорости движения кварцполимерного волокна относительно ткани (1 мм/с)

3.3 Обсуждение результатов экспериментального исследования

В целом, применение любого лазера в хирургии вазомоторного ринита сопряжено с термическим воздействием на нижние носовые раковины. Тем не менее многие источники литературы приводят эмпирически подобранные режимы

воздействия. Избыточная доза лазерной энергии, чрезмерный перегрев ткани лазерным излучением не только увеличивает вероятность осложнений, но и способствует длительному заживлению послеоперационной раны, выраженному дискомфорту пациента как во время самой операции, так и в послеоперационном периоде. Основной целью экспериментального исследования было подобрать режим лазерного воздействия для длины волны 1,56 мкм с достаточной по глубине (около 1,5 мм) [106] зоной коагуляции для достижения подслизистых сосудов нижней носовой раковины без карбонизации ткани и абляции при максимальной скорости воздействия (для уменьшения эффектов теплопередачи) и минимальной энергии воздействия. При этом мы ориентировались на наименьшую возможную дозу лазерного излучения с целью максимально сократить термическое повреждение окружающих ткани, чтобы избежать осложнений и выраженных послеоперационных воспалительных явлений. С этой точки зрения экспериментальные исследования на моделях *in vitro* позволяют в полной мере оценить как макро-, так и микроскопические эффекты лазерного излучения, отработать режим воздействия и многократно прорабатывать методику лазерного воздействия для получения наиболее безопасных и прогнозируемых параметров лазерного воздействия и внедрения их в клиническую практику.

Глубина проникновения лазерного излучения для обоих лазеров достаточна для воздействия на сосуды подслизистого слоя нижней носовой раковины, однако из-за своих спектральных характеристик рассеивание излучения с длиной волны 1,56 мкм меньше в сравнении с 0,97 мкм (так как оно более интенсивно рассеивается в элементах крови). Воздействие лазером с длиной волны 1,56 мкм не зачерненным торцом оптоволоконна предполагает распределение его излучения на ограниченном участке, практически не затрагивая окружающие эпицентр лазерного воздействия ткани, при этом глубина проникновения лазерного излучения достаточная для коагуляции сосудов подслизистого слоя нижней носовой раковины. Подобные эффекты позволяют минимизировать термическую травму слизистой оболочки нижней носовой раковины и добиться эффективного уменьшения симптомов вазомоторного ринита при минимальных

послеоперационных реактивных воспалительных явлениях.

Оценка макроскопической картины результатов лазерного воздействия с длинами волн 1,56 мкм и 0,97 мкм показала, что при работе с лазером 1,56 мкм со сколотым очищенным торцом оптоволокну карбонизация и абляция ткани отсутствовала на мощности от 0,5 до 10 Вт. На мощности до 2 Вт зона коагуляции была равномерной по ширине, без втяжения и налипания ткани к торцу оптоволокну. Это позволяет сделать вывод об относительно невысокой температуре в зоне лазерного воздействия – не выше 150 °С. При увеличении мощности лазерного воздействия более 2,5 Вт наблюдается втяжение ткани по ходу воздействия оптоволокну по типу кратера. В этом случае также отсутствовала карбонизация ткани, тем не менее ее налипание ткани к торцу оптоволокну, своеобразное «приваривание», может привести к отрывам участков ткани и спровоцировать кровотечение.

Для лазера с длиной волны 0,97 мкм наблюдалась карбонизация лазируемой ткани уже начиная с мощности 0,5 Вт. Известно, что карбонизация биологической ткани возникает при температуре выше 150 °С. Подобные эффекты обусловлены, в первую очередь, наличием угля на торце оптоволокну: действие излучения дополняется тепловым воздействием от раскаленного торца оптоволокну. Здесь же мы наблюдали налипание ткани к торцу оптоволокну на мощности в диапазоне от 0,5 Вт до 6 Вт. Отрывы участков ткани также могут привести к кровоточивости во время воздействия на нижнюю носовую раковину и необходимости дополнительного лазерного воздействия с целью гемостаза, что увеличивает ожог окружающей слизистой оболочки. На мощности воздействия 6,5–7 Вт мы получили относительно ровное линейное воздействие без налипания ткани к торцу оптоволокну, что позволяет выполнять более прогнозируемое линейное лазерное воздействие на практике. Повышение мощности воздействия для лазера с длиной волны 0,97 мкм приводит к избыточному обугливанию лазируемой ткани, образованию дыма, увеличению зоны термического воздействия на ткань. Также в ходе исследования мы обнаружили явления взрывной абляции и горения оболочек оптоволокну на мощности 9 Вт и выше. Подобные явления на практике могут

привести к ожогу и некротизации слизистой оболочки нижней носовой раковины, грубому рубцеванию, образованию струпа. Термическое повреждение слизистой оболочки медиальной и латеральной стенки полости носа наиболее часто сопровождается выраженным болевым синдромом, формированием синехий, перфорацией перегородки полости носа, послеоперационными кровотечениями.

При микроскопической оценке результатов лазерного воздействия мы обнаружили, что глубина и ширина лазерного воздействия для излучения с длиной волны 1,56 мкм были выше в сравнении с таковыми для лазера с длиной волны 0,97 мкм. На мощности 2 Вт для лазера 1,56 мкм мы получили глубину лазерного воздействия, в среднем равную $1,5 \pm 0,1$ мм. Глубина залегания кавернозных сосудов нижней носовой раковины составляет 1,5–1,8 мм, после анемизации слизистой оболочки нижней носовой раковины глубина расположения сосудов несколько уменьшается. Таким образом, уже на 2 Вт для лазера с длиной волны 1,56 мкм возможно получить качественное термическое воздействие. Учитывая деформацию ткани по типу втяжения на мощности воздействия более 2,5 Вт, мощность 2 Вт в контактном непрерывном режиме для лазера с длиной волны 1,56 мкм является не только эффективным, но и безопасным параметром лазерного воздействия. Для лазера с длиной волны 0,97 мкм оптимальной мощностью воздействия на нижние носовые раковины в контактном непрерывном режиме является 7 Вт. С одной стороны, это обусловлено достаточной для достижения подслизистых сосудов нижней носовой раковины глубиной лазерного воздействия – 1,5 мм. С другой стороны, на 7 Вт отсутствует налипание ткани к торцу оптоволокну, а также явления взрывной абляции, что также позволяет наряду с хорошим функциональным эффектом снизить риски интра- и послеоперационных осложнений.

При оценке эффектов лазерного воздействия в зависимости от скорости движения оптического волокна относительно ткани мы обнаружили, что ускоренное воздействие на ткань (5, 4 и 3 мм/с) не позволяет сформировать достаточной по глубине и ширине зоны лазерного воздействия как для лазера с длиной волны 1,56 мкм, так и для лазера с длиной волны 0,97 мкм. На большей

части исследуемой мощности глубина и ширина лазерного воздействия для лазеров с длиной волны 1,56 мкм и 0,97 мкм не превышает 1 мм, что является недостаточным для качественного термического воздействия на сосуды подслизистого слоя нижней носовой раковины. Лишь на мощности 6 Вт и выше воздействие превышает 1 мм, что, однако, является небезопасным с точки зрения высокого риска избыточного термического повреждения ткани и непредсказуемости результатов лазерного воздействия на практике.

Таким образом, оценив результаты экспериментального исследования на мышечной ткани, мы выбрали наиболее безопасные и эффективные параметры воздействия на нижние носовые раковины для лазера с длиной волны 1,56 мкм. Оптимальной мощностью лазерного воздействия на нижние носовые раковины при вазомоторном рините с точки зрения его глубины и ширины для лазера с длиной волны 1,56 мкм в контактном непрерывном режиме является 2 Вт, скорость движения кварцполимерного волокна – около 2 мм/с. При полученных режимах воздействия отсутствует абляция ткани и ее карбонизация. Меньшая мощность воздействия и ускоренное движение оптоволокну неэффективны с точки зрения термического воздействия подслизистых сосудов нижней носовой раковины. Отсутствие коагуляции кавернозных сосудов не позволит достичь эффективной редукции объема нижних носовых раковин и улучшения носового дыхания. Очевидно, что более высокие показатели мощности и замедленное (1 мм/с) воздействие на нижние носовые раковины приводят к избыточному разогреву слизистой оболочки, что делает хирургическое воздействие болезненными и увеличивает риски ожога тканей.

Для лазера 0,97 мкм наиболее безопасными параметрами лазерного воздействия на нижние носовые раковины являются мощность лазерного воздействия 7 Вт, скорость движения кварцполимерного волокна около 2 мм/с. На меньшей мощности лазерного воздействия мы столкнулись с налипанием ткани к торцу оптоволокну, на более высокой мощности лазерного воздействия, а также при медленном продвижении волокна относительно ткани неизбежны процессы глубокой абляции ткани и ее обугливания, что резко повышает риски интра- и

послеоперационных осложнений и безопасно для применения в клинической практике.

ГЛАВА 4. КЛИНИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

4.1 Пациенты и методы

4.1.1 Дизайн исследования

Клиническая часть исследования проводилась на базе кафедры оториноларингологии с клиникой федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации с сентября 2019 г. по октябрь 2021 г. В исследование вошло 95 пациентов с диагнозом «вазомоторный ринит» (J30.0 по МКБ-10).

Критерии включения в исследование:

- возраст 18 лет и старше;
- наличие симптомов вазомоторного ринита в форме назальной обструкции и ринореи в течение 6 месяцев и более;
- неэффективность консервативного лечения в течение 8 недель и более;
- сосудистый резерв (способность к уменьшению объема) нижней носовой раковины после ее анемизации.

Критерии невключения в исследование:

- возраст младше 18 лет;
- заболевания в острой стадии на момент операции и в течение 2 недель перед операцией;
- беременность;
- другие формы ринита;
- выраженное искривление перегородки носа, требующее хирургической коррекции;
- наличие перфорации перегородки носа;
- хронические заболевания в стадии декомпенсации.

Клиническое исследование состояло из двух частей.

Часть 1: рандомизированное проспективное сравнительное исследование течения раннего послеоперационного периода после коагуляции нижних носовых раковин, где воздействие на одну нижнюю носовую раковину лазером с длиной волны 1,56 мкм, на другую – лазером с длиной волны 0,97 мкм. Выбор стороны воздействия тем или иным лазером определялся методом рандомизации. Результаты первой части исследования обрабатывались для парных выборок. Срок наблюдения за пациентами составил 1 месяц.

Необходимое количество пациентов (связанные выборки) для достижения мощности исследования в 80% и уровня значимости в 5% было рассчитано исходя из данных литературы о среднеквадратичном отклонении суммарного объемного потока (СОП) по результатам передней активной риноманометрии – 120 см³/с [211]. Величину искомого клинического эффекта взяли равной ½ среднеквадратичного отклонения – 60 см³/с. По данным расчета необходимо было включить в исследование 33 пациента.

Часть 2: рандомизированное проспективное сравнительное исследование отдаленных результатов коагуляции нижних носовых раковин лазерами с длиной волны 1,56 мкм и 0,97 мкм. В этой части исследования пациенты были поделены на 2 группы.

Во второй части исследования приняли участие 72 пациента, из них 62 пациента полностью завершили все этапы исследования, а 10 исключены из анализа, так как они завершили не все этапы клинического исследования. Мы выбрали значимым прирост воздушного потока на вдохе 75 см³/с. Для достижения мощности исследования не менее 80% (уровень значимости 5%) и получения статистически значимых результатов в каждую группу потребовалось включить не менее 28 человек. Таким образом, мы сформировали 2 группы по 31 пациенту в каждой, которые представили две несвязанные выборки:

Группа 1 – коагуляция правой и левой нижней носовой раковины выполнена лазером с длиной волны 1,56 мкм.

Группа 2 – коагуляция обеих нижних носовых раковин выполнена лазером

0,97 мкм.

Рандомизация пациентов в группы осуществлялась перед оперативным вмешательством методом «конвертов». Срок наблюдения за пациентами составил 1 год.

Все пациенты, принявшие участие в клинической части исследования, были «ослеплены» относительно выбора способа воздействия на нижние носовые раковины. Все пациенты, принимавшие участие в исследовании, подписывали добровольное информированное согласие.

Проведение исследования одобрено локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО «Первого Санкт-Петербургского государственного медицинского университета имени академика И. П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

4.1.2 Методы обследования пациентов

Дооперационное обследование всех пациентов (n=95), принявших участие в исследовании, включало сбор жалоб, выяснение анамнеза заболевания и анамнеза жизни, общепринятый оториноларингологический осмотр (передняя и задняя риноскопия, фарингоскопия, ларингоскопия, отоскопия), видеоэндоскопическое исследование полости носа и носоглотки, общеклинические обследования (клинический анализ крови, биохимический анализ крови, общий анализ мочи, коагулограмма), рентгенологическое исследование или компьютерную томографию околоносовых пазух, гематологический тест ImmunoCAP Phadiatop для исключения сенсибилизации к ингаляционным аллергенам.

Динамический контроль течения операции, раннего послеоперационного периода и отдаленных результатов осуществлялся на основании оценки степени нарушения носового дыхания с помощью опросника NOSE, переднюю активную риноманометрию (ПАРМ), измерение pH назального секрета, сахариновый тест, болезненность процедуры лазерной коагуляции на основании визуально-аналоговой шкалы (ВАШ), оценку общей удовлетворенности от процедуры

лазерной коагуляции нижних носовых раковин. Сроки оценки конкретных параметров в зависимости от группы исследования приведены ниже.

4.1.3 Сбор анамнеза и оценка жалоб

При сборе анамнеза у пациентов уточнялись длительность заболевания (лет), длительность приема сосудосуживающих капель (лет), частота приема деконгестантов (ежедневно, несколько раз в неделю, реже 1 раза в неделю), наличие сопутствующей патологии.

4.1.4. Оценка течения операции

Во время операции мы оценивали кровоточивость в ходе лазерного воздействия – купировалось ли оно самостоятельно, потребовались ли механическая остановка кровотечения. Болезненность процедуры лазерной коагуляции оценивалась по визуальной аналоговой шкале (ВАШ), где 0 – нет боли, 10 – невыносимая боль.

4.1.5 Оценка степени нарушения носового дыхания с помощью опросника NOSE

Субъективная оценка носового дыхания осуществлялась до и после операции выполнялась на основании опросника по шкале NOSE (Nasal Obstruction Symptom Evaluation). Оценивались симптомы в баллах: затруднение носового дыхания, заложенность носа, качество сна и недостаточность носового дыхания при физической нагрузке. Ответ 0 – нет симптомов, 1 – незначительно выраженные симптомы, 2 – умеренно выраженные симптомы, 3 – выраженные симптомы, 4 – очень выраженные симптомы. Полученные баллы суммировались, положительный результат (нет нарушения носового дыхания) расценивался при сумме баллов меньше 4. Соответственно, максимальный показатель степени нарушения носового

дыхания в баллах – 16.

Сроки измерения при оценке интра- и раннего послеоперационного периода	Сроки измерения при оценке отдаленных результатов
не выполнялось	До операции, 14-е сутки 1, 6 и 12 месяцев после операции

4.1.6 Исследование дыхательной функции носа

Оценка степени выраженности назальной обструкции на всех этапах исследования осуществлялась с помощью передней активной риноманометрии (ПАРМ). Исследование выполнялось с помощью прессотаксиспирографа ПТС 14П-01 «Ринолан», Россия (рисунок 16). Принцип исследования заключается в измерении сопротивления воздушного потока при фиксированном давлении (75, 150, 300 Па) – величина объемного потока воздуха, проходящего через полость носа ($\text{см}^3/\text{с}$), и сопротивление воздушного потока ($\text{Па} \cdot \text{см}^3/\text{сек}$).



Рисунок 16 – Прессотаксиспирограф ПТС 14П-01 «Ринолан»

Процедура передней активной риноманометрии проводилась в положении пациента сидя в помещении с температурой воздуха 20–22 градуса по Цельсию. Носовой адаптер, подобранный по размеру ноздри, устанавливался в одну из половин носа, герметично закрывая ее. Далее плотно прижималась лицевая маска, закрывающая рот и нос, и пациенту предлагалось сделать 5 спокойных вдохов и выдохов через нос без форсирования. Результаты исследования отображались на экране ПК на базе Windows XP/7/8/10 в компьютерной программе «Регистратура» в виде графиков для правой и левой половины носа. Программа позволяет рассчитать объем воздушного потока для каждой половины носа на вдохе и на выдохе в отдельности ($\text{см}^3/\text{с}$) и суммарный объемный поток (СОП) ($\text{см}^3/\text{с}$), суммарное сопротивление (СС, $\text{Па} \cdot \text{см}^3/\text{сек}$) при достижении точки фиксированного давления 150 Па. Все этапы проведения передней активной риноманометрии выполнялись под контролем врача-оториноларинголога. Результаты исследования отображались на мониторе компьютера в виде парабол для каждой фазы дыхательного цикла (инспираторной и экспираторной), показатели параметров ПАРМ рассчитывались автоматически в виде табличных показателей (рисунок 17).

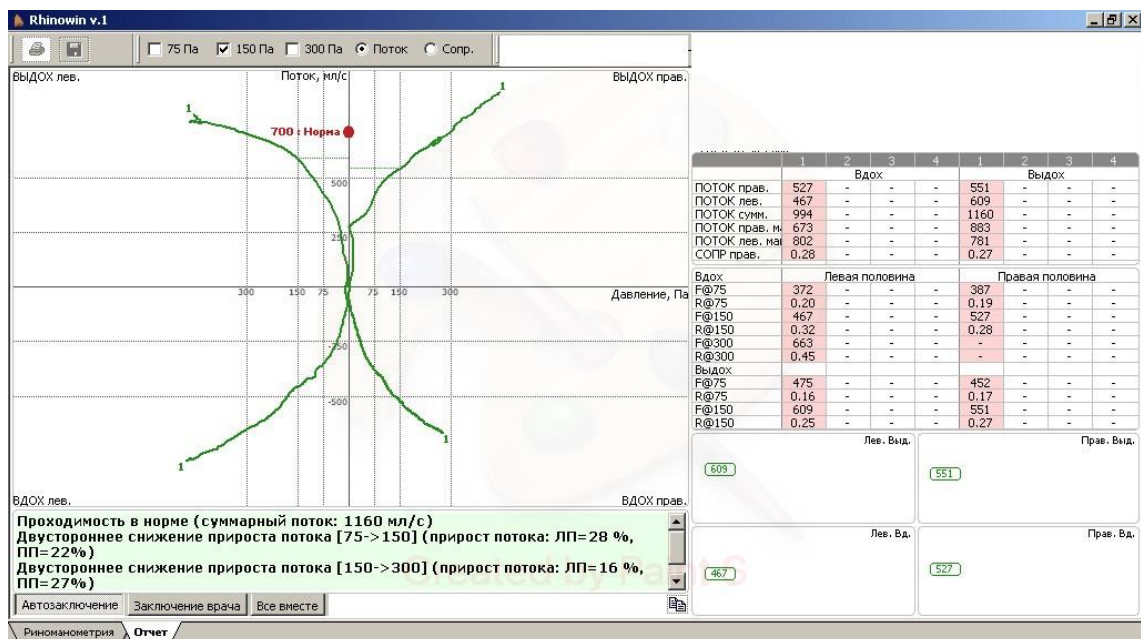


Рисунок 17 – Графическое изображение результатов проведения передней активной риноманометрии

Сроки измерения при оценке интра- и раннего послеоперационного периода	Сроки измерения при оценке отдаленных результатов
До операции, через 14 дней и 1 месяц после операции	До операции, 14-е сутки 1, 6 и 12 месяцев после операции

4.1.7 Оценка времени мукоцилиарного транспорта

Оценка времени мукоцилиарного транспорта осуществлялась с помощью сахаринового теста. Исследование выполнялось по методу, разработанному Anderson (1974) в модификации Rutland (1980) [96, 222]. Методика выполнения сахаринового теста: при передней риноскопии с помощью пинцета на слизистую оболочку медиальной поверхности нижней носовой раковины на 10 мм каудальнее ее переднего конца наносилась гранула сахараина размером около 1 мм. Фиксировалось время от момента нанесения сахараина до ощущения пациентом сладкого вкуса во рту. Во время исследования пациента просили исключить наклоны головы, чихание, высмаркивание, прием пищи и курение. Пациента опрашивали каждые 60 секунд об ощущении сладкого вкуса во рту. При появлении явного сладкого вкуса во рту исследование прекращали. При его отсутствии в течение 40 минут исследование прекращалось.

Сроки измерения при оценке интра- и раннего послеоперационного периода	Сроки измерения при оценке отдаленных результатов
До операции, через 14 дней и 1 месяц после операции	не выполнялось

4.1.8 Исследование pH слизистой оболочки нижних носовых раковин

Определение pH слизистой оболочки полости носа осуществляли с помощью pH-метра 98110 для малых проб и полутвердых сред (Kelilong, Китай) с диапазоном измерений от 0 до 14 pH (цена деления – 0,01pH, погрешность – $\pm 0,1$ pH). С

помощью стерильного ватного тампона отделяемое с нижней носовой раковины наносилось на контактный датчик рН-метра.

Измерение рН осуществлялась до операции, на 7-е, 14-е сутки и через 1 месяц после операции.

Сроки измерения при оценке интра- и раннего послеоперационного периода	Сроки измерения при оценке отдаленных результатов
до операции, на 7-е, 14-е сутки и через 1 месяц после операции	не выполнялось

4.1.9 Эндоскопическая оценка степени выраженности реактивных воспалительных послеоперационных явлений

Оценка степени выраженности реактивных воспалительных послеоперационных явлений осуществлялась с помощью ригидного эндоскопа 0 градусов (Азимут, Россия, длина оптической трубки – 180 мм, диаметр – 40 мм), без предварительной аппликационной анестезии или анемизации слизистой оболочки полости носа. Видеофиксация эндоскопической картины осуществлялась с помощью устройства для записи видеоизображения – видеорекордер EzRecorder 130 (AverMedia, Тайвань).

Критерии оценки основных показателей (наличие корок, выделений в полости носа, налетов фибрина, кровоточивости слизистой оболочки и ее гиперемия) представлены в таблице 2. Результаты эндоскопического осмотра оценивались в баллах для каждой половины носа в отдельности.

Таблица 2 – Критерии оценки эндоскопической картины степени выраженности реактивных воспалительных послеоперационных явлений (в баллах)

Параметр/ баллы	0	1	2	3	4
Отек	нет	умеренный	выраженный		
Корки	нет	единичные	частично покрывают нижнюю носовую раковину	полностью покрывают нижнюю носовую раковину	распространяются за пределы нижней носовой раковины
Выделения	нет/слизь в небольшом количестве	необходимо периодически высмаркиваться	необходимо регулярно высмаркиваться	обильные, стекают вперед	обильные, стекают вперед и по задней стенке глотки
Фибрин	нет	минимальный	частично покрывает нижнюю носовую раковину	полностью покрывает нижнюю носовую раковину	распространяется за пределы нижней носовой раковины
Кровотечение	нет	при высмаркивании	при касании нижней носовой раковины инструментом	спонтанное, купируется самостоятельно	необходима тампонада носа
Гиперемия	нет	умеренная	выраженная		

Сроки измерения при оценке интра- и раннего послеоперационного периода	Сроки измерения при оценке отдаленных результатов
до операции, на 1-е, 7-е, 14-е сутки и через 1 месяц после операции	нет

4.1.10 Оценка общего удовлетворения пациента от процедуры лазерной коагуляции нижних носовых раковин

Общее удовлетворение от процедуры оценивалось в баллах через 1 месяц после операции, где 0 – полностью удовлетворен, при необходимости согласился бы на повторную операцию, порекомендовал бы родственникам, друзьям; 1 – в целом удовлетворен, но повторно бы не сделал; не удовлетворен, повторно бы не

сделал; 3 – крайне не удовлетворен; 4 – процедура не завершена из-за выраженного дискомфорта во время вмешательства (боль, страх и т.п.).

4.1.11 Методика лазерной коагуляции нижних носовых раковин у пациентов с вазомоторным ринитом

В исследовании проводилась коагуляция нижних носовых раковин у пациентов с вазомоторным ринитом на базе оториноларингологического отделения ПСПбГМУ им. И. П. Павлова. Все оперативные вмешательства выполнялись с использованием эндоскопической техники (ригидный эндоскоп 0 градусов, эндоскопическая стойка), волоконным лазером с длиной волны 0,97 мкм и 1,56 мкм. Все операции выполнялись одним хирургом.

Обезболивание во время операции

Все оперативные вмешательства у пациентов выполнялись под аппликационной анестезией sol. Lidocaini 10% и анемизации sol. Adrenalini 0,1%. С помощью ватника производилось смазывание всей слизистой оболочки нижней носовой раковины указанными растворами до тех пор, пока не наблюдалось визуальное побледнение слизистой оболочки и сокращение объема. Анестезия считалась достаточной с момента отсутствия у пациента неприятных ощущений по ходу касания ватником нижней носовой раковины.

Подготовка волоконного инструмента

Подготовка волокна перед воздействием лазера осуществлялась следующим образом: после удаления стриппером изолирующей оболочки с помощью специальной ручки-скалывателя отсекался торец кварц-полимерного оптоволокна на протяжении 0,5–1 см. Торец волокна после скалывания должен быть с плоской поверхностью без заломов и трещин. Качество скола волокна контролировалось путем геометрии пятна маркера – ровная однородная правильной формы сфера. Воздействие для лазера с длиной волны 1,56 мкм выполнялось с помощью волокна

без его предварительного обугливания, т.е. чистым торцом оптоволокну. Для лазера с длиной волны 0,97 мкм кончик волокна предварительно обжигался о деревянный шпатель несколькими касаниями до образования нагара на нем.

Техника коагуляции нижних носовых раковин лазером с длиной волны 1,56 мкм и 0,97 мкм

Лазерное воздействие выполнялось под контролем ригидного эндоскопа 0° на постоянной мощности 2 Вт для лазера с длиной волны 1,56 мкм свежесколотым необожженным волокном и 7 Вт для лазера с длиной волны 0,97 мкм с обугленным торцом оптоволокну. Всего было выполнено по 3 продольных линейных воздействия вдоль септальной поверхности каждой нижней носовой раковины. Скорость продвижения волокна составляла около 2 мм/сек. Через 30 минут после операции и повторного осмотра пациентов отпускали домой. В послеоперационном периоде пациентам была рекомендована щадящая диета, исключение тепловых и физических нагрузок, полная отмена сосудосуживающих капель в течение не менее 1 недели с момента операции. На следующий день после осмотра пациентам назначался увлажняющий назальный спрей на две недели.

4.1.12 Статистическая обработка результатов

Статистический анализ полученных данных проводился с использованием стандартного пакета прикладных статистических программ (IBM SPSS Statistics v. 28.0.1). Расчет объема выборки выполнен с помощью IBM SPSS SamplePower. При описании результатов клинического исследования использовались параметрическая и непараметрическая статистика. Для сравнения связанных выборок использовался парный двухвыборочный t-тест (Стьюдент), для несвязанных выборок - U-тест Манна-Уитни. Оценка категориальных данных осуществлялась на основании Т-критерий Стьюдента. Проверка гипотезы о различиях между несвязанными выборками осуществлялась на основании Т-критерия Стьюдента, U-критерия Манна-Уитни, Хи-квадрата Пирсона. Оценка зависимости субъективных и объективных показателей носового дыхания от

анамнестических данных и типа используемого лазера выполнялась на основании линейной регрессии. Критический уровень достоверности нулевой статистической гипотезы (об отсутствии различий и влияний) принимали равным 0,05.

4.2 Результаты оценки течения раннего послеоперационного периода после коагуляции нижних носовых раковин

4.2.1 Характеристика пациентов

В этой части исследования проводилось воздействие на одну нижнюю носовую раковину лазером с длиной волны 1,56 мкм, на другую – лазером с длиной волны 0,97 мкм. Согласно рассчитанному размеру выборки, в исследование было включено 33 пациента. Все 33 пациента (100%) завершили все этапы исследования. Характеристика пациентов представлена в таблице 3. Все пациенты отказались от применения деконгестантов в первые сутки после операции, также никто из пациентов не пользовался деконгестантами на протяжении всего периода наблюдения. Количество пациентов, не применяющих сосудосуживающие капли, на контрольном осмотре через 1 месяц составило 33 человека (100%).

Таблица 3 – Характеристика пациентов

Характеристика	Значение
Возраст, лет, ср.знач. $\pm$ станд. откл. (мин;макс)	30,3 $\pm$ 8,4 (21;60)
Пол:	n=33
муж	14
жен	19
Длительность заболевания, лет, медиана (квартиль 1; квартиль 3)	5 (5;10)
Частота применения деконгестантов пациентами, раз в сутки	n=33
0-1	9
2-3	15
>4	9

Все пациенты, принявшие участие в исследовании, предъявляли жалобы на

затруднение носового дыхания (33/100%). Из них 12 пациентов (35%) предъявляли жалобы на заложенность носа в течение дня. 8 пациентов (25%) отмечали затруднение носового дыхания ночью и в горизонтальном положении, 13 (40%) – при физических нагрузках, изменении температуры окружающей среды, приеме горячей или острой пищи.

Сопутствующая патология наблюдалась у 9 пациентов (27%), распределение представлено на диаграмме (рисунок 18). Среди них 3 пациента имели в анамнезе гипертоническую болезнь: 2 – АГ 1 степени, 1 – АГ 2 степени (по классификации Всероссийского научного общества кардиологов, 2001), по поводу которой принимали антиагреганты, бета-блокаторы.

Динамический контроль течения раннего послеоперационного периода осуществлялся на основании субъективных (опросник NOSE, оценка болевых ощущений во время операции по ВАШ) и объективных (передняя активная риноманометрия, эндоскопический осмотр полости носа, время МЦТ, pH слизистой оболочки полости носа) методов обследования пациентов.



Рисунок 18 – Распределение сопутствующей патологии среди пациентов

Мы проводили оценку носового дыхания с помощью ПАРМ и NOSE, время МЦТ до операции, на 14-е сутки и через 1 месяц после операции; измерение pH слизистой оболочки полости носа до операции, на 7-е и 14-е сутки, а также через 1 месяц после операции. Оценка динамики выраженности реактивных воспалительных послеоперационных явлений проводилась на 1-е, 7-е, 14-е сутки и через 1 месяц после операции. Оценка болевого синдрома во время операции проводилась сразу же после лазерной коагуляции нижних носовых раковин.

4.2.2 Оценка течения операции

Лазерная коагуляция нижних носовых раковин является малоболезненной процедурой и для обезболивания в большинстве случаев достаточно аппликационной анестезии. Тем не менее в литературе встречаются данные об интраоперационной болезненности различной интенсивности, что, на наш взгляд, играет важную роль как возможности в полном объеме выполнить лазерную коагуляцию, так и в создании общего положительного впечатления о хирургическом вмешательстве.

Для всех пациентов процедура лазерной коагуляции в условиях местной анестезии оказалась практически безболезненной. Жалоб на болевой синдром со стороны воздействия лазером с длиной волны 1,56 мкм не было (средний балл ВАШ 0 ± 0). Со стороны воздействия лазером 0,97 мкм жалобы на болевые ощущения предъявляло 12 (36,4%) пациентов, при этом выраженность болевых ощущений была незначительной - средний балл ВАШ составил $1,6 \pm 0,9$ (мин. - 0, макс. - 4).

Интраоперационных и послеоперационных кровотечений при воздействии на нижнюю носовую раковину лазером 1,56 мкм не было отмечено ни у одного пациента. Интраоперационная кровоточивость при воздействии лазером 0,97 мкм наблюдалось у 20 пациентов (60,6%), из них у 4 пациентов пришлось прибегнуть к механической остановке кровотечения – в полость носа устанавливался ватно-мазевой тампон, который был удален через 30 минут после операции. Отсроченное

кровотечение (на 3-ий день после операции) наблюдалось у одного пациента со стороны воздействия лазером 0,97 мкм. Оно купировалось самостоятельно.

4.2.3 Оценка транспортной функции слизистой оболочки полости носа (сахариновый тест)

Нарушения функции мукоцилиарного транспорта с помощью сахаринового теста у пациентов до операции не обнаружено (таблица 4). Время мукоцилиарного транспорта в послеоперационном периоде после воздействия лазером 1,56 мкм было достоверно меньше на 14 сутки после операции в сравнении с показателями со стороны воздействия лазером 0,97 мкм ($p < 0,05$). При этом достоверной разницы во времени МЦТ между показателем до операции и через 14 дней после хирургического вмешательства со стороны воздействия лазером 1,56 мкм не обнаружено ($p > 0,05$). Время МЦТ со стороны воздействия лазером 0,97 мкм через 14 дней после операции было значимо выше, чем до операции ($< 0,02$), однако оно находилось в пределах нормальных показателей.

Таблица 4 – Сравнительная динамика показателей времени мукоцилиарного транспорта

Период		1,56 мкм	0,97 мкм	p*
До операции	среднее	10,6	10,6	
	станд. отклонение	4,1	4,1	
	минимум	5	5	
	максимум	20	20	
14 сутки	среднее	10,6	13,4	<0,001
	станд. отклонение	3,1	3,3	
	минимум	6	7	
	максимум	17	20	
1 месяц	среднее	9	11,3	<0,001
	станд. отклонение	2,3	2,2	
	минимум	4	6	
	максимум	15	16	
Примечание – *различия достоверны между правой и левой половиной носа (t-критерий Стьюдента для связанных выборок).				

Через 1 месяц после операции различия между исходными показателями и

между лазерами были значимы ($<0,001$). Через 1 месяц после лазерной коагуляции нижних носовых раковин сахариновое время для обоих типов лазеров оставалось в пределах нормальных значений (рисунок 19, таблица 4).

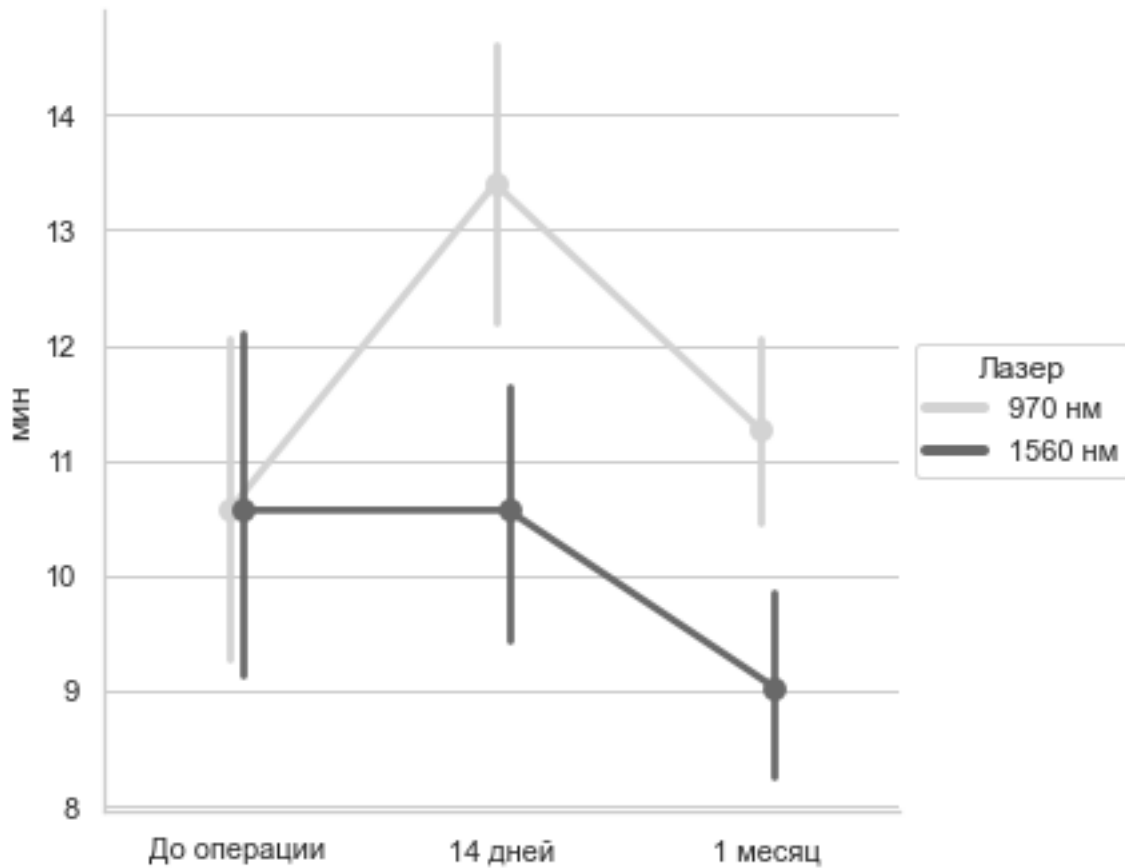


Рисунок 19 – Динамика времени мукоцилиарного транспорта

4.2.4 Результаты оценки кислотно-основного состояния слизистой оболочки полости носа

Дооперационные показатели кислотно-основного состояния слизистой оболочки нижних носовых раковин находились в слабокислой среде (таблица 5). При измерении через 7 суток после операции мы обнаружили повышение водородного показателя до $7,7 \pm 0,2$ со стороны лазера с длиной волны 1,56 мкм и $8,0 \pm 0,3$ со стороны лазера 0,97 мкм, что соответствует щелочному pH. Различия между лазерами через 7 дней после операции достоверно не различались ($p > 0,05$).

Таблица 5 – Оценка показателей pH слизистой оболочки полости носа в до- и послеоперационном периоде

Показатель	Ср. знач. ± станд. откл.	p*
pH		
До операции	6,9±0,4	
7 дней после операции		
1,56 мкм	7,7±0,2	>0,05
0,97 мкм	8,0±0,3	
14 дней после операции		
1,56 мкм	7,5±0,2	>0,05
0,97 мкм	7,8±0,3	
1 месяц после операции		
1,56 мкм	7,16±0,2	>0,05
0,97 мкм	7,25±0,2	
Примечание – *сравнительная оценка показателей pH между правой и левой половиной носа осуществлялась при помощи t-критерия Стьюдента для связанных выборок.		

При измерении через 14 дней после операции отмечалось некоторое снижение pH, тем не менее оно сохранялось в слабощелочном диапазоне со стороны лазера с длиной волны 0,97 мкм (рисунок 20). Со стороны лазера 1,56 мкм pH достиг нейтральных показателей, и эти результаты достоверно не отличались от аналогичных данных со стороны лазера 0,97 мкм ($p > 0,05$). Через месяц после операции кислотно-основное состояние слизистой оболочки нижней носовой раковины практически достигло исходных показателей, но, как и со стороны лазера 0,97 мкм, находились в пределах нормальных показателей (5,9–7,3).

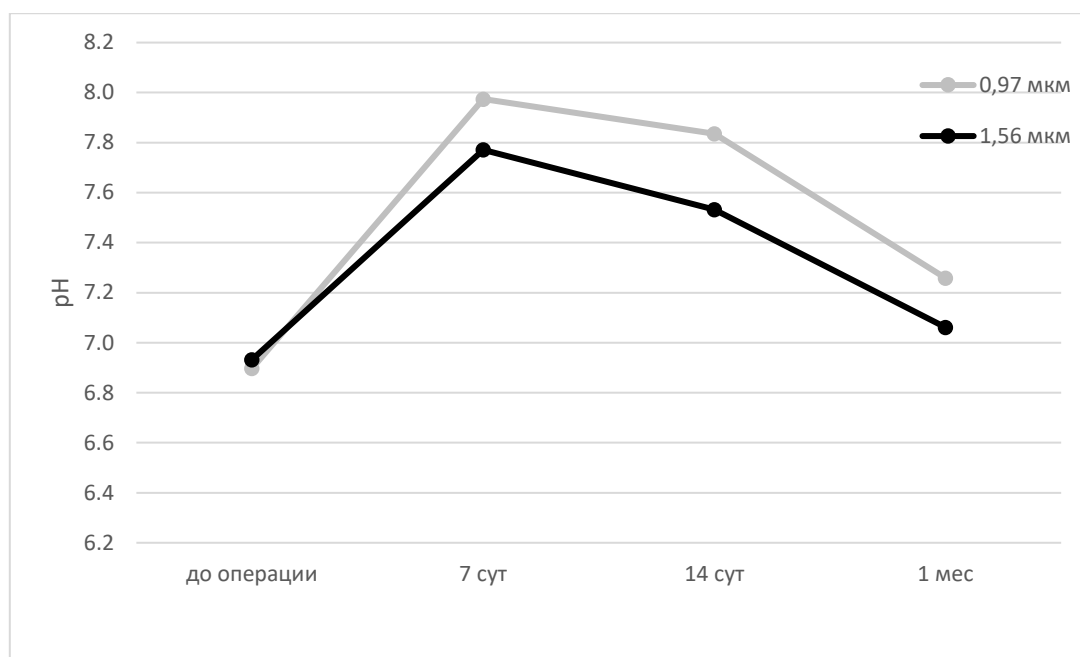


Рисунок 20 – Динамика показателей pH слизистой оболочки полости носа

4.2.5 Результаты оценки носового дыхания с помощью передней активной риноманометрии

Главной целью лазерной коагуляции нижних носовых раковин при вазомоторном рините является уменьшение назальной обструкции. Основным объективным способом оценки носового дыхания является передняя активная риноманометрия (ПАРМ), которая позволяет оценить объем воздушного потока на вдохе и на выдохе для каждой половины носа. Этапы выполнения исследования описаны в главе 3. Для оценки эффективности улучшения носового дыхания после воздействия лазерами 1,56 мкм и 0,97 мкм мы рассчитывали прирост экспираторного и инспираторного воздушного потока для каждой половины носа через 1 месяц после операции в сравнении с исходными значениями.

Результаты ПАРМ представлены в таблице 6. До операции у пациентов наблюдалось умеренное затруднение носового дыхания. Средняя скорость воздушного потока со стороны воздействия лазером с длиной волны 1,56 мкм на вдохе составила $213 \pm 92,9$ см³/с, на выдохе $221 \pm 102,9$ см³/с; со стороны воздействия лазером с длиной волны 0,97 мкм объем воздушного потока на вдохе и на выдохе

равнялся $249 \pm 118,3 \text{ см}^3/\text{с}$ и $266 \pm 127,3 \text{ см}^3/\text{с}$ соответственно.

Таблица 6 – Прирост объемной скорости воздушного потока на вдохе и выдохе для лазеров 1,56 мкм и 0,97 мкм (150 Па, $\text{см}^3/\text{с}$) через 1 месяц после операции

Лазер	Вдох		Выдох	
	ср. знач. $\pm$ станд. откл.	%*	ср. знач. $\pm$ станд. откл.	%*
1,56 мкм	$250 \pm 126,2$	117	$238 \pm 114,1$	108
0,97 мкм	$160 \pm 131,0$	64	$124 \pm 110,3$	47
Значение p	0,002		0,001	
Примечание – сравнение проводилось между правой и левой половиной носа (критерий t Стьюдента); *процент прироста показателей объема воздушного потока в сравнении с дооперационными показателями.				

При сравнении дооперационных показателей ПАРМ по t-критерию Стьюдента для связанных выборок статистически достоверной разницы между правой и левой половиной носа выявлено не было ($p=0,07$). Прирост объемной скорости воздушного потока на вдохе и выдохе рассчитывался как разница между значением ПАРМ до операции со значениями на контрольных точках измерения для каждой половины носа. Через 1 месяц после операции показатели объемной скорости воздушного потока на вдохе и на выдохе для обоих лазеров достигли целевых значений и находились в пределах нормы (рисунок 21).

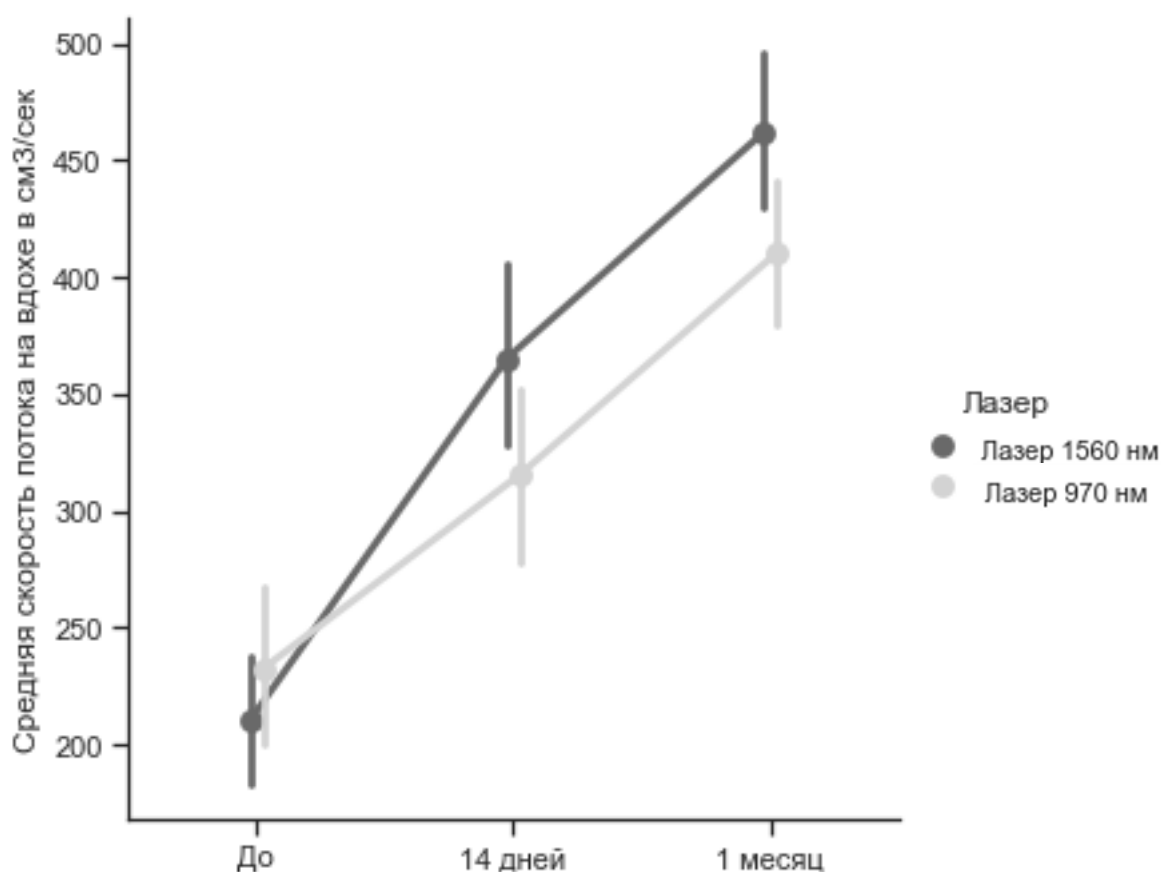


Рисунок 21 – Динамика показателей объемной скорости воздушного потока на вдохе (см³/с)

Показатель объемной скорости воздушного потока на вдохе со стороны воздействия лазера с длиной волны 1,56 мкм составил $463 \pm 87,8$ см³/с, на выдохе – $459 \pm 106,7$ см³/с. Со стороны воздействия лазером с длиной волны 0,97 мкм объем воздушного потока на вдохе был $409 \pm 93,1$ см³/с, на выдохе $391 \pm 101,8$ см³/с. Различия между лазерами при сравнении показателей объемной скорости воздушного потока на вдохе и на выдохе через 1 месяц после операции по t-критерию Стьюдента для связанных выборок оказались статистически значимыми ($p=0,011$). Кроме того, отмечается достоверная разница в приросте объемной скорости воздушного потока на вдохе и на выдохе для лазера с длиной волны 1,56 мкм в сравнении с аналогичными показателями для лазера 0,97 мкм через 1 месяц после операции ($p=0,002$). Эффективность улучшения носового дыхания для лазера 1,56 мкм оказалась почти в 2 раза выше в сравнении с лазером 0,97 мкм через 1 месяц после операции.

4.2.6 Результаты оценки реактивных воспалительных послеоперационных явлений

Степень выраженности реактивных воспалительных послеоперационных явлений оценивалась в баллах, где 0 – это отсутствие или минимальная выраженность признака и 4 – крайняя степень выраженности признака. Описание методики осмотра и критериев оценки дано в главе 3.

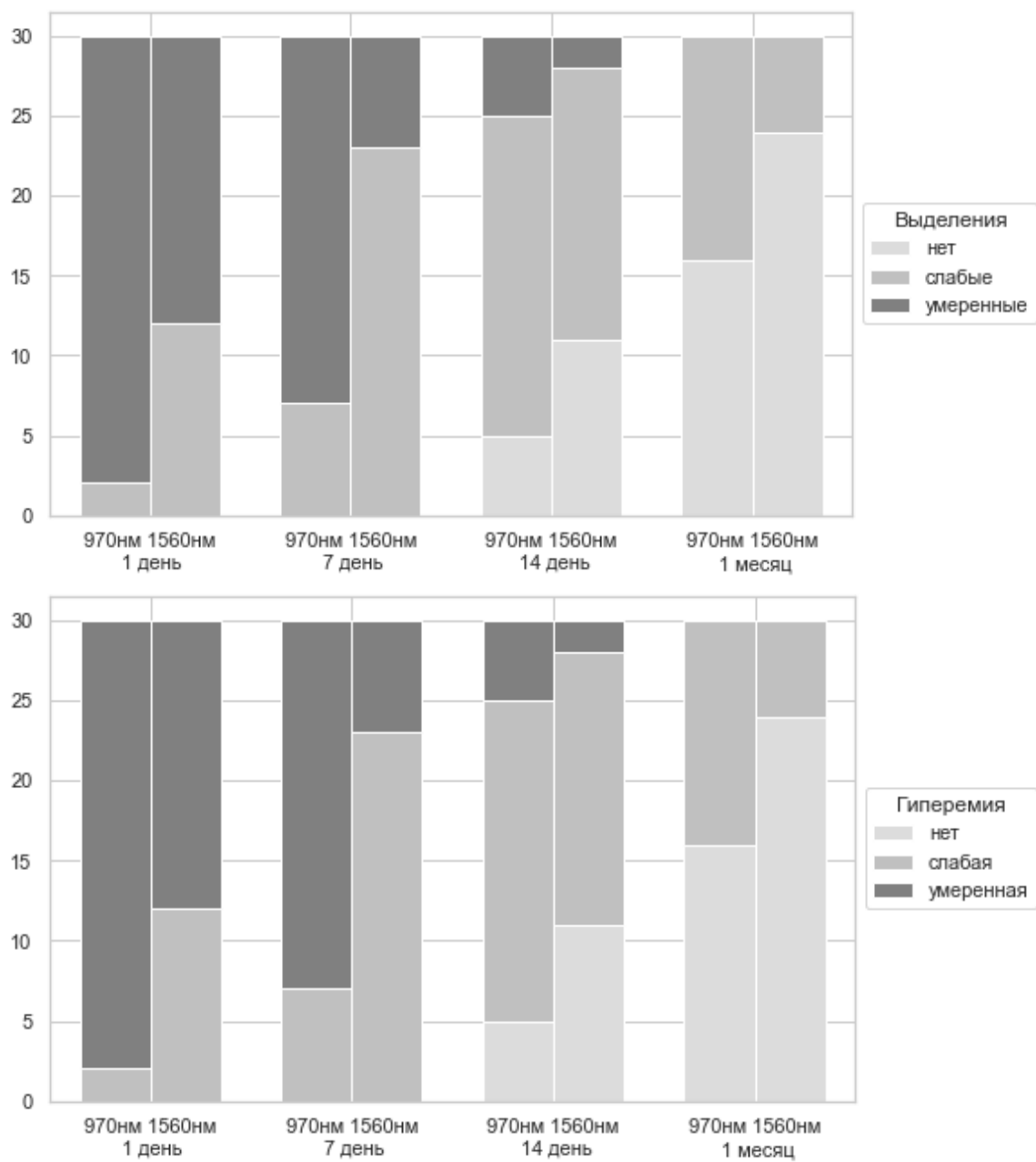
В целом, реактивные послеоперационные воспалительные явления были более выражены после воздействия лазером 0,97 мкм, пик их выраженности приходился на период с 7 по 14 сутки после воздействия (таблица 7).

Таблица 7 – Динамика распределения баллов по степени выраженности реактивных воспалительных послеоперационных явлений (ср. значение $\pm$ ст. отклонение)

Период Признак	1-е сутки		7-е сутки		14-е сутки		1 месяц	
	1,56 мкм	0,97 мкм	1,56 мкм	0,97 мкм	1,56 мкм	0,97 мкм	1,56 мкм	0,97 мкм
Отек	1,6 $\pm$ 0,4	1,9 $\pm$ 0,2	1,2 $\pm$ 0,4	1,8 $\pm$ 0,4	0,7 $\pm$ 0,5	1,0 $\pm$ 0,5	0,2 $\pm$ 0,4	0,5 $\pm$ 0,5
Корки	0,2 $\pm$ 0,3*	1,0 $\pm$ 0,8*	0,6 $\pm$ 0,8*	2,4 $\pm$ 1,1*	0,8 $\pm$ 0,6*	2,3 $\pm$ 0,8	0,2 $\pm$ 0,4*	1,1 $\pm$ 0,7
Отделяемое	1,7 $\pm$ 0,5*	2,5 $\pm$ 0,7*	1,5 $\pm$ 0,5*	2,5 $\pm$ 0,6*	1,3 $\pm$ 0,5*	1,9 $\pm$ 0,4	0,8 $\pm$ 0,5	0,9 $\pm$ 0,6
Фибрин	1,0 $\pm$ 0,8*	2,7 $\pm$ 0,9*	1,3 $\pm$ 0,9	1,2 $\pm$ 1,0	0,9 $\pm$ 0,5	0,9 $\pm$ 0,7	0	0,3 $\pm$ 0,5
Кровоточивость	0*	1,1 $\pm$ 0,7*	0*	0,8 $\pm$ 0,7	0	0,3 $\pm$ 0,4	0	0,3 $\pm$ 0,6
Гиперемия	1,3 $\pm$ 0,5	1,5 $\pm$ 0,5	1,0 $\pm$ 0,5*	1,7 $\pm$ 0,4	0,2 $\pm$ 0,4	0,3 $\pm$ 0,5	0,2 $\pm$ 0,5	0,2 $\pm$ 0,3
Примечание – сравнение между лазерами 1,56 мкм и 0,97 мкм (парный двухвыборочный t-тест для связанных выборок); *разница между показателями статистически значима ($p<0,05$).								

Чаще всего при риноскопии наблюдались корки, отек слизистой оболочки и выделения из полости носа, послеоперационная кровоточивость отмечалась только со стороны воздействия лазером 0,97 мкм, со стороны воздействия лазером 1,56

мкм кровотечения не было (рисунок 22).



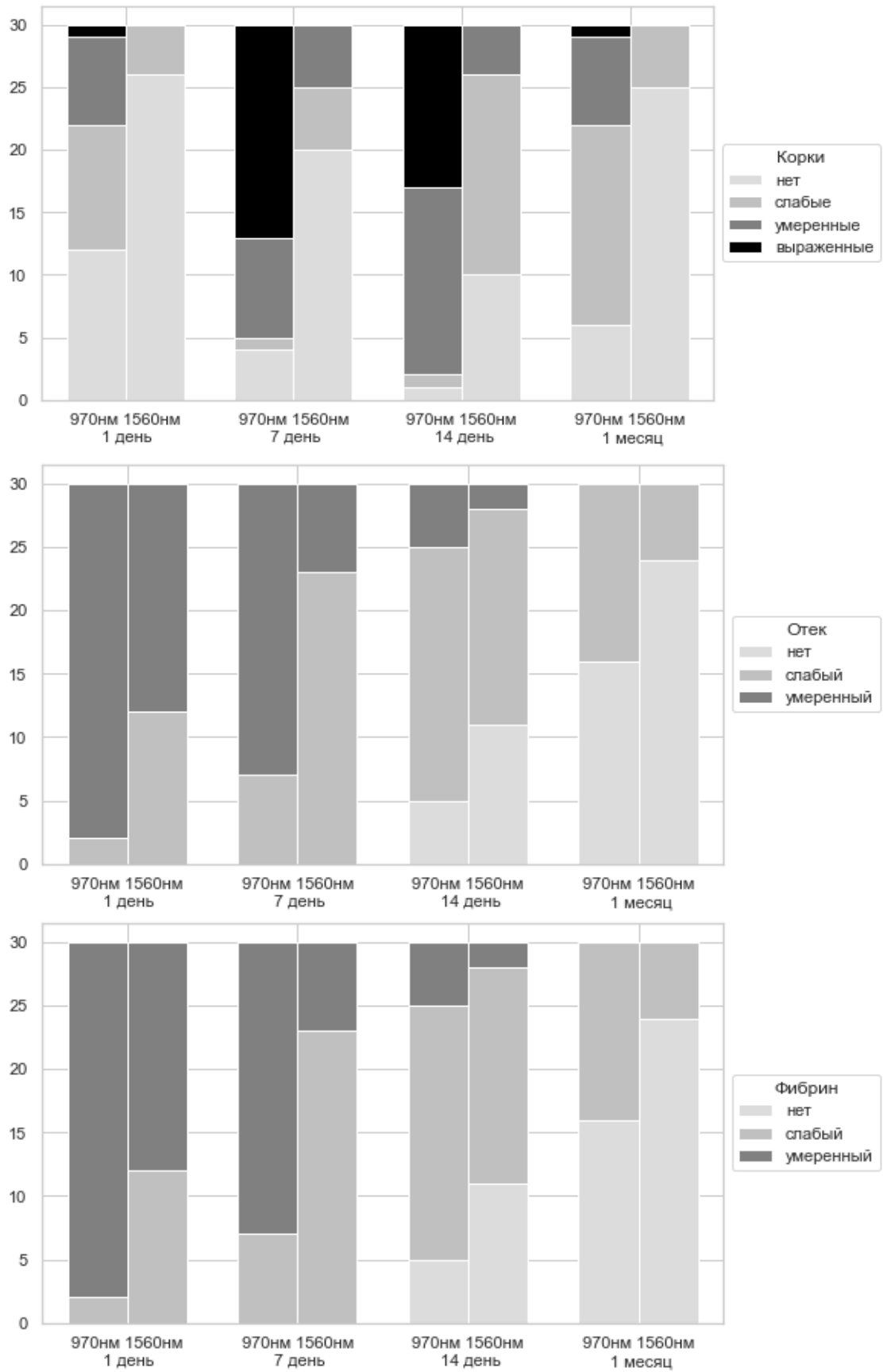


Рисунок 22 – Динамика реактивных воспалительных послеоперационных явлений после лазерной коагуляции нижних носовых раковин лазерами 1,56 мкм и 0,97 мкм

Реактивные воспалительные явления после воздействия лазером 1,56 мкм стихали уже к концу второй недели после операции, для лазера 0,97 мкм сохранялись до 4 недель. При осмотре через 1 месяц после операции реактивные воспалительные явления в виде корок и слизистых выделений из носа сохранялись со стороны лазера 0,97 мкм, для лазера 1,56 мкм изменения по всем показателям практически полностью купировались.

Клиническое наблюдение №1

Пациентка В., 27 лет, обратилась в ПСПбГМУ им. академика И. П. Павлова с жалобами на затруднение носового дыхания. Из анамнеза известно, что указанные жалобы беспокоят в течение 6 лет, последние 3 года в связи со стойким нарушением носового дыхания регулярно получает топические деконгестанты (ксилометазолин) до 3 раз в сутки. В качестве медикаментозной терапии пациентке были назначены интраназальные глюкокортикостероиды (мометазона фуроат), на фоне приема которого в течение 1,5 месяцев пациентке удалось сократить кратность приема деконгестантов до 1 раза в сутки, однако носовое дыхание сохранялось неудовлетворительным, и пациентке так или иначе приходилось пользоваться сосудосуживающими препаратами. Пациентка дообследована в объеме компьютерной томографии околоносовых пазух, клинического и биохимического анализов крови, консультации аллерголога. На КТ околоносовых пазух была обнаружена незначительная девиация перегородки носа влево, значимо не влияющая на носовое дыхание. В остальном со стороны полости носа, носоглотки и околоносовых пазух без патологических изменений. Результаты анализов крови в пределах нормы. По назначению аллерголога пациенткой были выполнены анализы на специфические IgE сыворотки крови к респираторным аллергенам. По результатам анализов сенсibilизации к респираторным аллергенам не выявлено. В риноцитограмме содержание эозинофилов 2%. При эндоскопии полости носа было обнаружено существенное сокращение объема нижних носовых раковин после их анемизации. По данным передней активной

риноманометрии объем воздушного потока на вдохе – 211 см³/с справа и 198 см³/с слева, на выдохе – 228 см³/с справа и 216 см³/с слева, что соответствует умеренному затруднению носового дыхания.

На основании полученных данных нами был выставлен диагноз «вазомоторный ринит» и принято решение об оперативном лечении в объеме лазерной коагуляции нижних носовых раковин с целью полного отказа от деконгестантов и восстановления адекватного носового дыхания. В рамках исследования мы выбрали правую нижнюю носовую раковину для коагуляции лазером с длиной волны 1,56 мкм, левую – лазером 0,97 мкм.

Интраоперационного кровотечения ни из правой половины носа, ни из левой не было. Лазерная коагуляция нижних носовых раковин со стороны лазера 1,56 мкм была безболезненной, со стороны лазера 0,97 мкм пациентка отметила незначительную болезненность, которую оценила по ВАШ в 1,5. На следующие сутки после операции мы выполнили эндоскопический осмотр полости носа, где со стороны воздействия лазером 1,56 мкм наблюдался умеренный отек слизистой оболочки преимущественно нижней носовой раковины и ее гиперемия (рисунок 23). Выделения из правой половины носа были слизистые, в небольшом количестве. Со стороны воздействия лазера с длиной волны 0,97 мкм реактивные воспалительные послеоперационные явления были более выраженными. Отек слизистой оболочки полости носа распространялся не только на нижнюю носовую раковину, но и на дно полости носа и перегородку носа, из-за чего просвет полости носа в области нижнего носового хода был резко сужен. На слизистой оболочке нижней носовой раковины на ее медиальной поверхности наблюдались налеты фибрина. В полости носа – умеренное слизисто-сукровичное отделяемое. Пациентка отмечала выраженное затруднение носового дыхания слева и была вынуждена ночью однократно воспользоваться деконгестантами.

При осмотре через 7 дней мы наблюдали некоторое уменьшение отека и гиперемии слизистой оболочки полости носа со стороны воздействия лазером 1,56 мкм. В зоне лазерного воздействия визуализировались единичные налеты фибрина, выделения из правой половины носа, со слов пациентки, скудные, слизистые. Со

стороны воздействия лазером с длиной волны 0,97 мкм сохранялась гиперемия и отечность нижней носовой раковины, отек перегородки носа и слизистой дна полости носа несколько уменьшились.

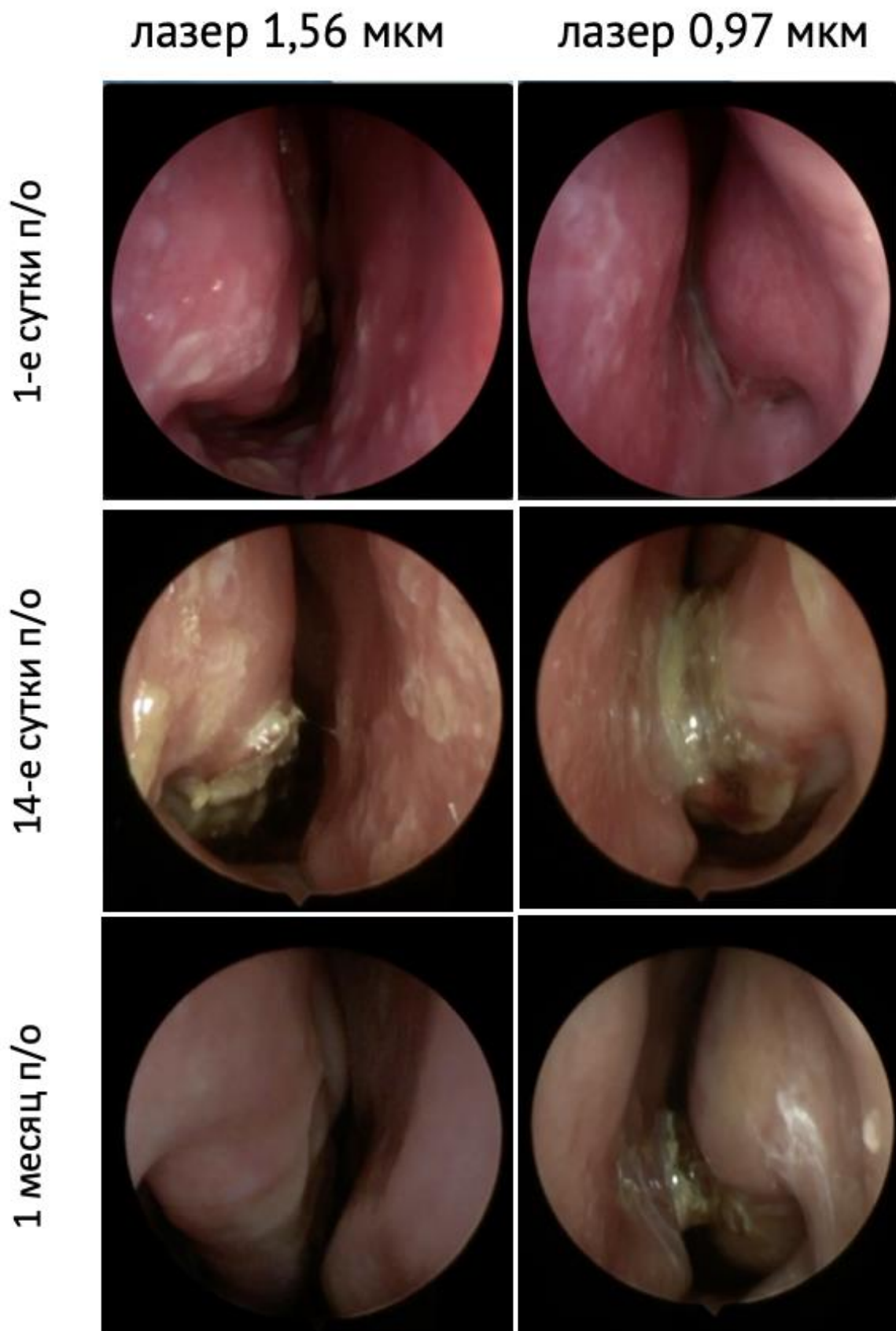


Рисунок 23 – Эндоскопическая картина динамики реактивных воспалительных послеоперационных явлений у пациентки В.

Вся медиальная поверхность носовой раковины и ее нижний край были покрыты плотными слизистыми корками. При попытке удалить корку наблюдалась кровоточивость слизистой оболочки, также пациентка отмечала кровоточивость из левой половины носа при высмаркивании. Носовое дыхание справа было незначительно затруднено, слева – выраженно затруднено. При осмотре на 14 сутки реактивные воспалительные послеоперационные явления со стороны воздействия лазером 1,56 мкм были выражены минимально, наблюдались тонкие слизистые корочки в зоне воздействия лазером. Субъективно пациентка расценивала носовое дыхание справа как удовлетворительное. Со стороны воздействия лазером с длиной волны 0,97 мкм реактивные воспалительные послеоперационные явления несколько уменьшились, однако по-прежнему наблюдалась отечность слизистой оболочки нижней носовой раковины, слизистые корки вдоль всей медиальной поверхности раковины, переходящие на перегородку носа. Здесь же пациентка отмечала слизистые выделения из носа, иногда – с геморрагическим отделяемым. Носовое дыхание слева было по-прежнему затруднено. Контрольный эндоскопический осмотр полости носа через 1 месяц после операции показал, что реактивные воспалительные послеоперационные явления со стороны воздействия лазером 1,56 мкм полностью купировались. Жалоб на носовое дыхание с этой стороны пациентка также не предъявляла. Со стороны воздействия лазером с длиной волны 0,97 мкм сохранялись слизистые корки на септальной поверхности нижней носовой раковины, что доставляло пациентке некоторый дискомфорт, а также в некоторой степени затрудняло носовое дыхание. Через 1 месяц после операции мы также выполнили переднюю активную риноманометрию, на которой обнаружили значимое улучшение носового дыхания как справа, так и слева: объемный поток на вдохе и на выдохе со стороны воздействия лазером с длиной волны 1,56 мкм составил 399 см³/с и 412 см³/с, со стороны воздействия лазером с длиной волны 0,97 мкм – 320 см³/с и 358 см³/с соответственно. Прирост объема воздушного потока для правой половины носа на вдохе составил 188 см³/с, на выдохе – 184 см³/с в сравнении с аналогичными результатами со стороны воздействия лазером 0,97 мкм (122 см³/с и 142 см³/с). В

процентах относительно прироста воздушного потока носовое дыхание для правой половины носа (1,56 мкм) улучшилось на 85%, для левой половины носа (0,97 мкм) – на 63%. Послеоперационные рубцовые и геморрагические осложнения со стороны обоих лазеров отсутствовали.

Таким образом, проанализировав представленный клинический случай, можно заключить, что лазер с длиной волны 1,56 мкм более эффективен в сравнении с лазерной коагуляцией нижних носовых раковин с использованием длины волны 0,97 мкм как в отношении улучшения носового дыхания, так и в отношении гораздо менее выраженных реактивных послеоперационных воспалительных явлений. Стоит отметить, что выраженное затруднение носового дыхания из-за стойкого отека слизистой оболочки полости носа со стороны лазера 0,97 мкм спровоцировало прием сосудосуживающих капель пациенткой, что нежелательно, особенно для пациентов, имеющих зависимость от деконгестантов.

По результатам проведенной клинической части исследования после применения обоих лазеров 1,56 мкм и 0,97 мкм у всех пациентов отсутствовали грубые послеоперационные осложнения в виде интенсивного носового кровотечения, требующего тампонады, и рубцовых изменений, что соотносится с аналогичными данным мировой литературы о применении лазеров 0,94–0,97 мкм в хирургии вазомоторного ринита. В то же время в ходе нашего исследования обнаружены преимущества применения лазера с длиной волны 1,56 мкм в сравнении с лазером 0,97 мкм: безболезненность и меньшая травматичность методики, выражающаяся в виде незначительных реактивных воспалительных послеоперационных явлений для лазера с длиной волны 1,56 мкм, отсутствие интра- и послеоперационного кровотечения, достоверно больший прирост объема воздушного потока по данным ПАРМ в сравнении с лазером 0,97 мкм позволяют сделать вывод о большей эффективности и лучшей переносимости пациентами процедуры лазерной коагуляции лазером 1,56 мкм. Выбранный дизайн исследования (сравнение эффектов 2-х лазеров проводился у одного пациента) позволяет исключить влияние индивидуальных особенностей пациентов на результаты исследования.

Во второй части исследования приняли участие 72 пациента, из них 62 пациента полностью завершили все этапы исследования. Согласно данным литературы, стандартное отклонение прироста экспираторного потока составляет в среднем 100 см³/с. Мы выбрали значимым прирост воздушного потока на вдохе 75 см³/с. Для достижения мощности исследования не менее 80% (уровень значимости 5%) и получения статистически значимых результатов, в каждую группу потребовалось включить не менее 28 человек. Таким образом, мы сформировали 2 группы по 31 пациенту в каждой, которые представили две несвязанные выборки: группа 1 – коагуляция правой и левой нижней носовой раковины выполнена лазером с длиной волны 1,56 мкм; группа 2 – коагуляция обеих нижних носовых раковин выполнена лазером 0,97 мкм.

Данные о распределении пациентов по полу, возрасту и анамнезу заболевания представлены в таблице 8.

Характеристика	Группа 1 (1,56 мкм), n=31	Группа 2 (0,97 мкм), n=31	p
Возраст (лет) среднее ± станд. откл. (мин; макс)	43,0±16,1 (19;78)	35,6±11,1 (21;61)	0,06*
Пол мужской n (%) женский	19 (61,3%) 12 (38,7%)	17 (54,8%) 14 (45,2%)	0,99 [#]
Длительность заболевания (лет), медиана (квартиль 1; квартиль 3)	7 (5;15)	10 (6;15)	0,44 [‡]
Частота применения деконгестантов пациентами, n (%)			
ежедневно	18 (58%)	22 (71%)	0,51 [#]
еженедельно	9 (29%)	7 (22%)	
реже 1 раза в неделю	4 (13%)	2 (7%)	
Частота применения деконгестантов пациентами, раз в сутки (%)			
0	13 (42%)	9 (29%)	0,2 [#]
1-2	6 (19%)	11 (35,5%)	
>3	12 (39%)	11 (35,5%)	
Примечание – *t-критерий Стьюдента; † U-критерий Манна-Уитни; # хи-квадрат Пирсона.			

Сопутствующая патология была выявлена у 14 (23%) пациентов. Распределение сопутствующих заболеваний представлена на рисунке 24.



Рисунок 24 – Распределение сопутствующих заболеваний у пациентов 1-й и 2-й группы

У всех пациентов выявленные сопутствующие заболевания были хроническими, компенсированным. Оперативное вмешательство выполнялось только вне периода обострения.

Все пациенты первой и второй группы (31/31/100%) предъявляли жалобы на нарушение носового дыхания. Согласно опроснику NOSE (таблица 9), носовое дыхание у пациентов 1-й и 2-й группы расценивалось как неудовлетворительное (нормальное носовое дыхание – 4 балла и меньше) и составило в среднем 11 и 10 баллов для 1-й и 2-й группы соответственно. По данным ПАРМ до операции для пациентов обеих групп было выявлено умеренное снижение суммарного объемного потока на вдохе и выдохе, суммарного сопротивления [100]. Время МЦТ в обеих группах было в пределах нормальных показателей.

Таблица 9 – Дооперационные показатели носового дыхания и транспортной функции слизистой оболочки полости носа

Характеристика	Группа 1 (1,56 мкм) n=31	Группа 2 (0,97 мкм) n=31	p
Баллы по шкале NOSE, медиана (квартиль 1; квартиль 3)	11 (9;13,5)	10 (8,5;13)	0,75 [‡]
Время МЦТ, среднее ± станд. откл.	11,5±3,7	11,9±3,9	0,69*
Суммарный объем воздушного потока (см ³ /с), среднее ± станд. откл. на вдохе	548±161,2	486,3±174,6	0,15*
на выдохе	536,8±155,3	494,7±198,8	0,35*
Суммарное сопротивление воздушного потока (Па*см ³ /сек), среднее ± станд. откл.	0,4 ± 0,1	0,4 ± 0,1	0,19*
Примечание – * t-критерий Стьюдента; [‡] U-критерий Манна-Уитни.			

По указанным в таблице показателям статистически достоверной разницы между группами выявлено не было, следовательно, группы были сопоставимы.

Все пациенты (62/100%), применявшие деконгестанты до операции, отказались от их использования после оперативного лечения и не применяли в течение всех 12 месяцев наблюдения.

4.3.2 Сравнение показателей опросника NOSE в послеоперационном периоде

И в первой, и во второй группе наблюдалось достоверное улучшение носового дыхания уже на 14 сутки после операции. Оно сохранялось удовлетворительным через год после операции (рисунок 25).

Разница между показателями в группах оказалась статистически значимой через 14 дней, 1 месяц и через 1 год после операции ($p > 0,05$). При этом субъективно носовое дыхание в группе 1 (лазер 1,56 мкм) было удовлетворительным уже через 2 недели после операции (менее 4 баллов), в группе 2 (лазер 0,97 мкм) сохранялось умеренно затрудненным.

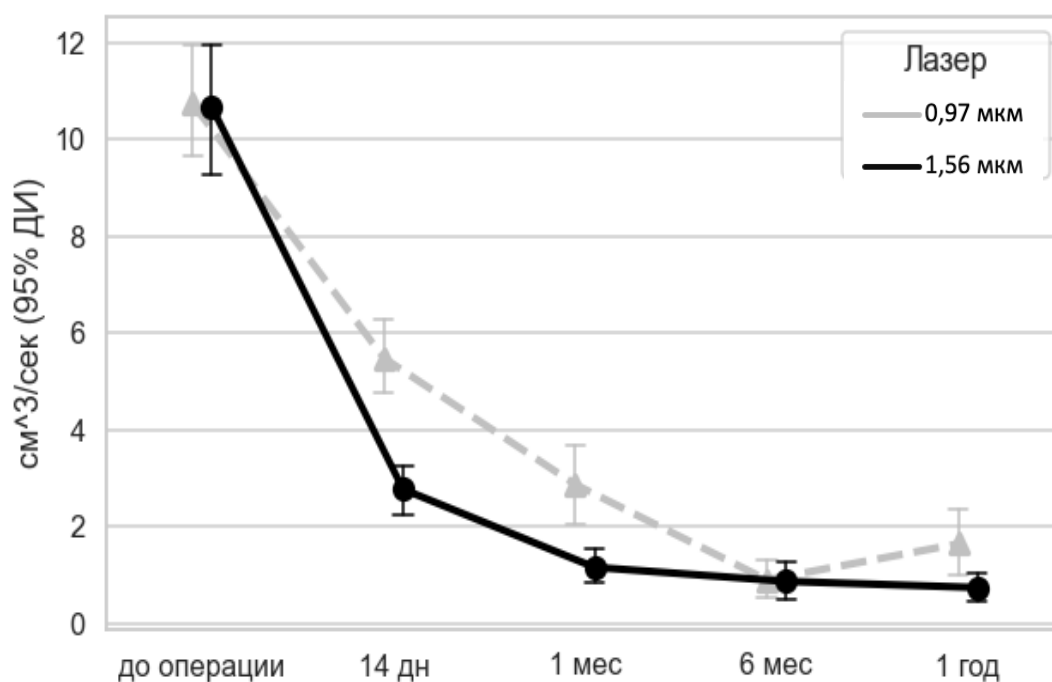


Рисунок 25 – Динамика показателей носового дыхания по данным опросника NOSE

Через 1 месяц после операции носовое дыхание в обеих группах было удовлетворительным, тем не менее показатели опросника NOSE в группе лазера с длиной волны 1,56 мкм были достоверно меньше ($p < 0,05$), чем в группе 0,97 мкм. Полученные результаты обусловлены протекающими реактивными воспалительными послеоперационными явлениями. Через 6 месяцев статистически значимой разницы между показателями обнаружено не было ($p > 0,05$), носовое дыхание было удовлетворительное в обеих группах. Через 1 год после операции наблюдается некоторое повышение среднего балла по шкале NOSE во второй группе (лазер 0,97 мкм), а показатели первой группы (лазер 1,56 мкм) были достоверно ниже в сравнении со второй группой ($p < 0,05$). Тем не менее и в первой, и во второй группе через 1 год после операции носовое дыхание сохранялось удовлетворительным (таблица 10).

При сравнении групп с использованием U-критерия Манна-Уитни не было выявлено статистической значимой разницы между степенью улучшения носового

дыхания в зависимости от длины волны лазерного излучения ($p=0,16$). Подобные результаты свидетельствуют об эффективности лазерной коагуляции нижних носовых раковин с длиной волны 1,56 мкм и 0,97 мкм, удовлетворительное носовое дыхание по данным опросника сохраняется в течение года с момента операции.

Таблица 10 – Динамика показателей по опроснику NOSE в баллах через 1 год после операции

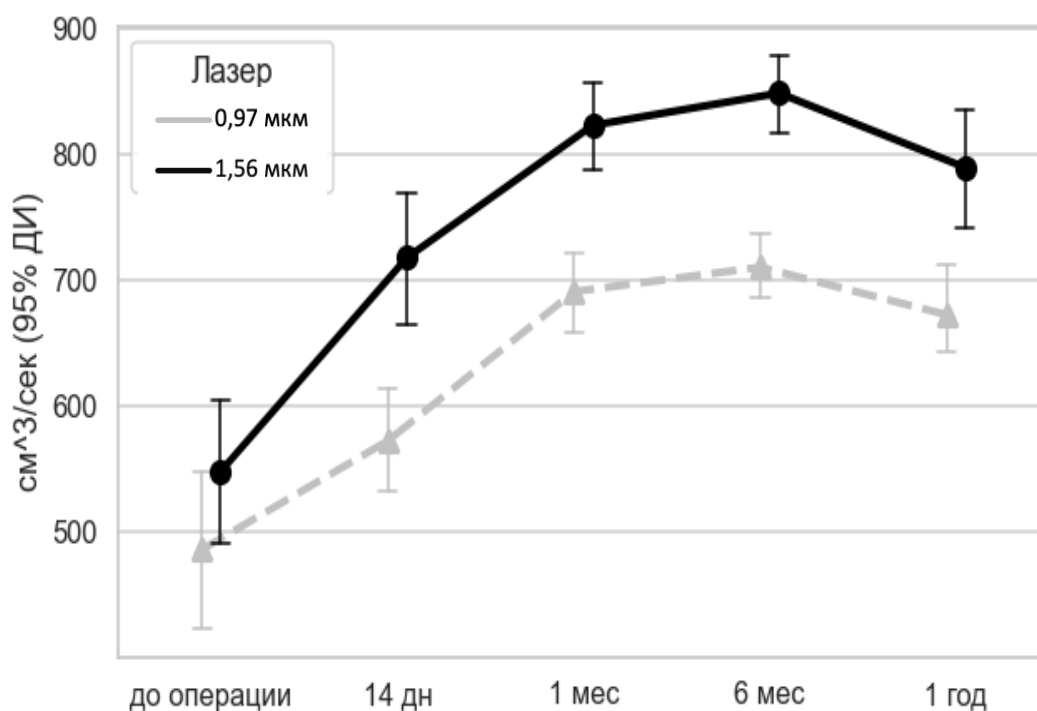
Лазер	n	Мин.	1-й квартиль	Медиана	3-й квартиль	Макс.	p*
0,97 мкм	31	0	0	1	3	8	0,161
1,56 мкм	31	0	0	1	1	3	
Примечание - *U-критерий Манна-Уитни							

4.3.3 Сравнение показателей ПАРМ в послеоперационном периоде

При объективной оценке носового дыхания по данным риноманометрии уже через 14 дней после лазерной коагуляции нижних носовых раковин наблюдалось статистически значимое увеличение суммарного инспираторного и экспираторного объемного потока (СОП) (t-тест для независимых выборок, $p<0,001$) на вдохе и выдохе для группы, где лазерная коагуляция нижних носовых раковин выполнялась лазером 1,56 мкм (группа 1) (717 ± 149 см³/с; 772 ± 151 см³/с) (рисунок 25). При этом показатель СОП на вдохе для группы 1 достиг нормальных показателей (>700 см³/с), а для группы, где лазерная коагуляция нижних носовых раковин выполнялась лазером 0,97 мкм (группа 2), сохранялось умеренное затруднение носового дыхания на вдохе и на выдохе (572 ± 114 см³/с; 584 ± 125 см³/с). Суммарный объем инспираторного и экспираторного потока для группы 2 достиг нормы лишь после 1 месяца с момента операции (СОП на вдохе через месяц после операции – 690 ± 87 см³/с, на выдохе – 713 ± 86 см³/с). Через 6 месяцев после

операции для обеих групп СОП на вдохе и выдохе оказался в пределах нормальных показателей: группа 1 – 848 ± 93 см³/с и 867 ± 108 см³/с, группа 2 – 710 ± 77 см³/с и 736 ± 82 соответственно. Прирост СОП через 6 месяцев после операции в сравнении с дооперационными показателями составил для группы 1 – 300 ± 183 см³/с на вдохе и 330 ± 167 см³/с на выдохе, для группы 2 – 224 ± 167 см³/с на вдохе и 241 ± 182 см³/с на выдохе (рисунок 26). При сравнении групп между собой по t-критерию Стьюдента для независимых выборок эти различия были статистически значимы ($p = 0,05$).

Динамика прироста суммарного объемного потока на
вдохе



Динамика суммарного объемного потока на
выдохе

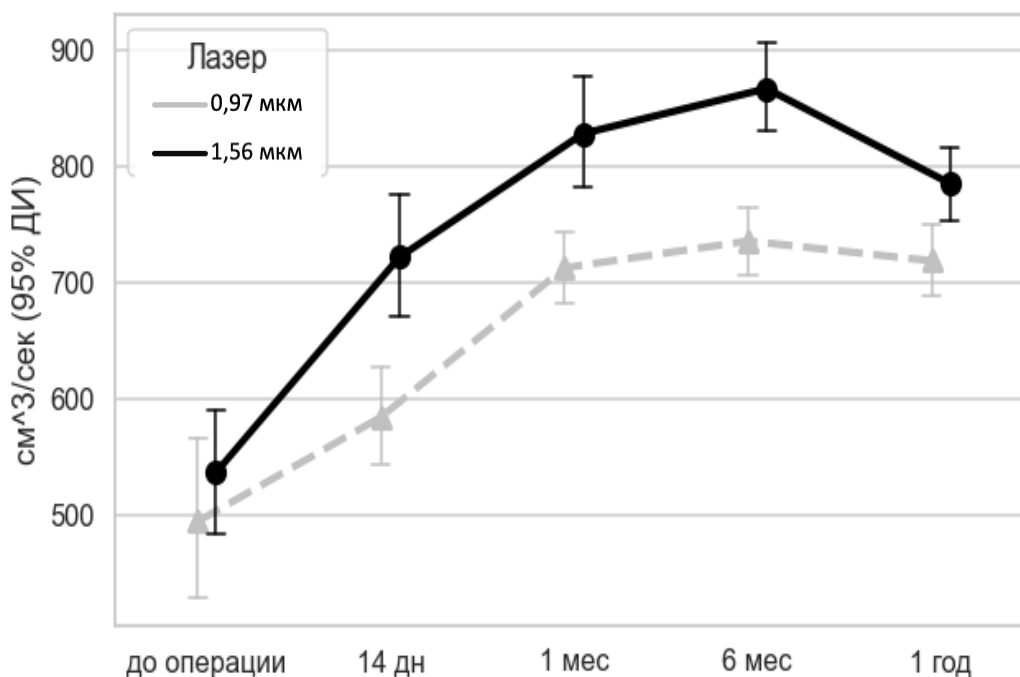


Рисунок 26 – Динамика прироста инспираторного и экспираторного суммарного
объемного потока по данным риноманометрии

Наблюдение через 1 год после операции показало тенденцию к некоторому снижению СОП на вдохе и на выдохе для обеих групп. Однако, несмотря на это, наблюдался достоверный прирост инспираторного и экспираторного суммарного объемного потока в сравнении с дооперационными показателями для обеих групп ($p < 0,001$). Через 12 месяцев для группы 1 показатели сохранялись в пределах нормы, для группы 2 суммарный инспираторный объемный поток несколько снизился (таблица 11), на выдохе сохранялся в пределах нормальных значений. При сравнении результатов между группами через 1 год выявлена статистически значимая разница между показателями как на вдохе ($p < 0,001$), так и на выдохе ($p = 0,04$).

Таблица 11 – Сравнение групп по инспираторному и экспираторному потоку через 1 год

	Группа	Среднее	Ст. отклон.	Мин; Макс.	p*	T
Вдох	1 (1,56 мкм)	789,5	134,4	429;1050	<0,001	-3,866
	2 (0,97 мкм)	672,6	101,4	513;1025		
Выдох	1 (1,56 мкм)	719,3	86,9	563;893	0,05	-2,897
	2 (0,97 мкм)	786	94,3	514;981		
Примечание – *t-критерий Стьюдента для независимых выборок.						

При оценке показателей суммарного сопротивления (СС) наблюдается снижение показателей через 1 год после операции в сравнении с дооперационными для обеих групп (рисунок 27). Максимальное снижение суммарного сопротивления обнаружено через месяц после операции (группа 1 – $0,22 \pm 0,1$ Па*см³/сек; группа 2 – $0,23 \pm 0,1$ Па*см³/сек). Через 6 месяцев и через 1 год наблюдается некоторый прирост суммарного сопротивления для обеих групп, однако оно сохранялось в пределах нормальных показателей (<30 Па*см³/сек). При этом достоверной разницы между показателями первой и второй группы с использованием t-критерия Стьюдента для независимых выборок обнаружено не было ($p=0,09$), что говорит об эффективности обоих лазеров в плане уменьшения СС.

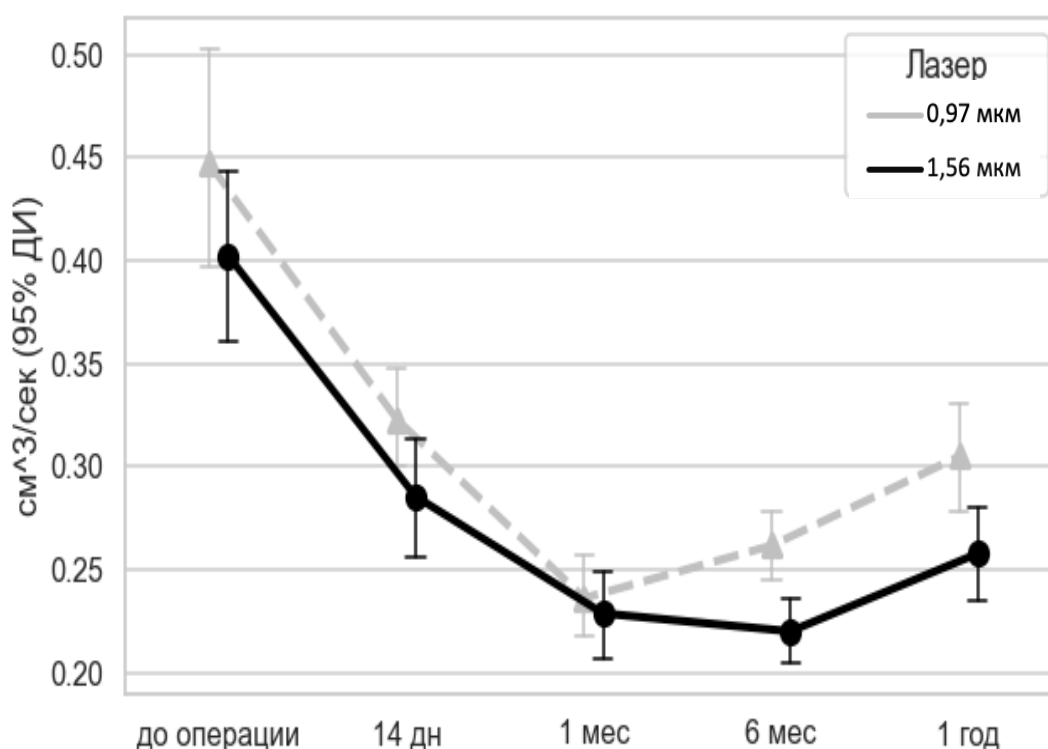


Рисунок 27 – Динамика показателей суммарного сопротивления в группах по данным риноманометрии

Таким образом, мы обнаружили, что оба лазера эффективны в отношении улучшения субъективных и объективных показателей носового дыхания, тем не менее восстановление носового дыхания до нормальных показателей по данным риноманометрии для группы 1 (лазер 1,56) наступило на 14 дней раньше, чем для пациентов группы 2 (лазер 0,97 мкм). Показатели СОП на вдохе и на выдохе были достоверно выше для группы 1 в сравнении с аналогичными показателями группы 2.

В таблице 12 представлен регрессионный анализ зависимости показателей результатов опросника NOSE (зависимая переменная) через год после операции от длины волны лазера, длительности заболевания, регулярности и частоты приема деконгестантов в сутки, СОП на вдохе (прогнозируемые переменные).

Таблица 12 – Регрессионный анализ. Зависимая переменная – суммарный балл NOSE через 1 год после операции

Факторы	коэф.	ст. ошиб.	T	p	r ²	ДИ [2.5%]	ДИ [97.5%]
константа	-0,268	1,065	-0,252	0,802	0,307	-2,403	1,867
лазер (0,97 или 1,56 мкм)	-1,26	0,404	-3,122	0,003*	0,307	-2,069	-0,451
длительность заболевания (лет)	0,012	0,039	0,303	0,763	0,307	-0,066	0,089
Регулярность использования деконгестантов (ежедневно, раз в неделю, редко)	-0,514	0,421	-1,221	0,228	0,307	-1,358	0,33
Частота использования деконгестантов в день (раз в сут.)	0,21	0,173	1,218	0,228	0,307	-0,136	0,556
Инспираторный поток до операции (см3/сек)	0,004	0,001	3,414	0,001*	0,307	0,002	0,006
NOSE до операции	0,01	0,056	0,186	0,853	0,307	-0,101	0,122
*– Статистически значимая разница между показателями; ДИ – доверительный интервал; r ² – коэффициент детерминации; T – t-значение.							

Нами была обнаружена зависимость улучшения показателей по опроснику NOSE (уменьшения общего балла) от суммарного объемного потока на вдохе до операции: чем меньше был показатель инспираторного СОП до лазерной коагуляции нижних носовых раковин, тем ниже был балл по шкале NOSE через 1 год после операции, то есть тем больше пациенты были удовлетворены результатами хирургического лечения ($p=0,001$). Также значимым с точки зрения влияния на субъективную оценку носового дыхания оказалось применение того или иного лазера ($p=0,003$).

Мы изучили зависимость объективных показателей улучшения носового дыхания (СОП на вдохе) от длины волны лазера, длительности заболевания, регулярности и частоты приема деконгестантов в сутки, субъективной оценки

носового дыхания по опроснику NOSE (таблица 13). Выявлена связь между длиной волны используемого лазера и увеличением СОП на вдохе ($p=0,003$).

Таблица 13 – Регрессионный анализ. Зависимая переменная – суммарный объемный поток на вдохе через 1 год после операции

Факторы	Коэф.	Ст. ошибка	T	p	r ²	ДИ [2.5%]	ДИ [97.5]
Константа	653,742	93,576	6,986	0	0,236	466,133	841,351
Лазер (0,97 или 1,56 мкм)	111,549	35,463	3,146	0,003*	0,236	40,45	182,647
Длительность заболевания (лет)	0,25	3,387	0,074	0,941	0,236	-6,541	7,042
Регулярность использования деконгестантов (ежедневно, раз в неделю, редко)	-0,251	36,979	-0,007	0,995	0,236	-74,391	73,888
Частота использования деконгестантов в день (раз в сут.)	-2,498	15,167	-0,165	0,87	0,236	-32,907	27,91
Инспираторный поток до операции (см ³ /сек)	-1,122	5,796	-0,194	0,847	0,236	-12,743	10,499
NOSE до операции	0,113	0,1	1,136	0,261	0,236	-0,087	0,313
Примечание – *статистически значимая разница между показателями; ДИ – доверительный интервал; r ² – коэффициент детерминации; T – t-значение.							

4.3.4 Оценка удовлетворенности пациентов лазерной коагуляцией нижних носовых раковин

Опрос проводился через год после операции. В группе, где лазерная коагуляция нижних носовых раковин была выполнена лазером с длиной волны 1,56 мкм, 1 (3,2%) пациент из 31 был не удовлетворен результатами операции (рисунок 28).

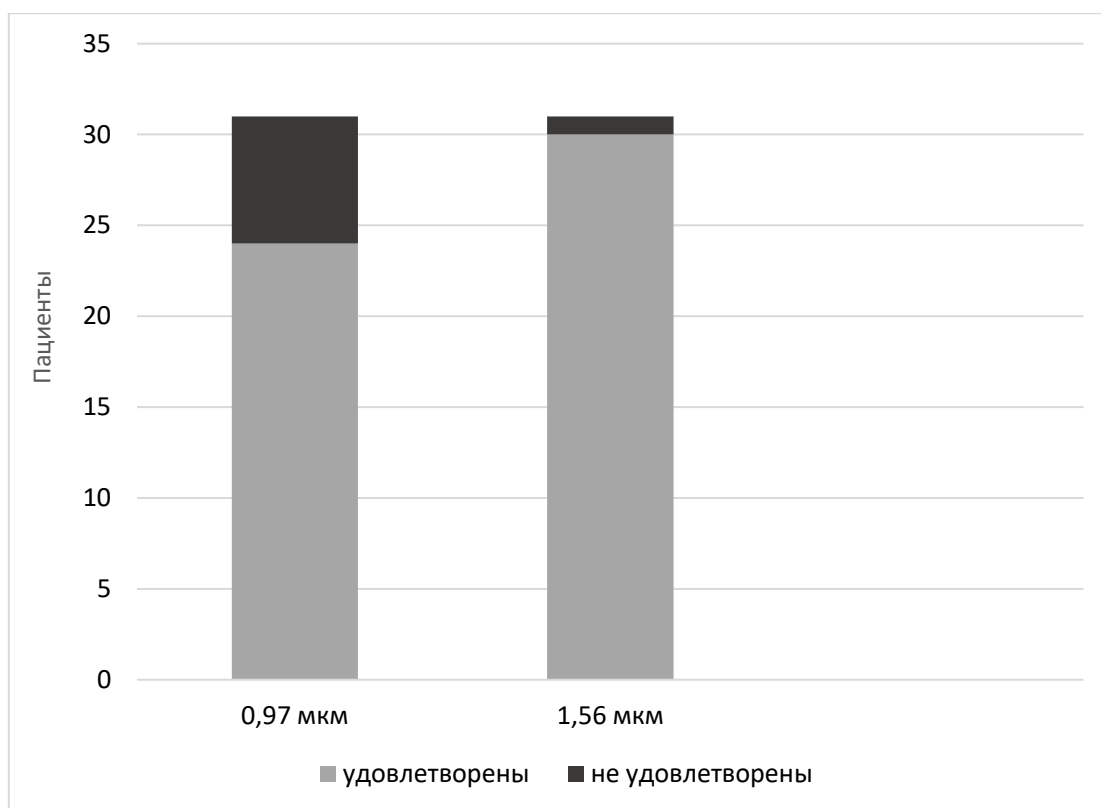


Рисунок 28 – Распределение пациентов в зависимости от наличия жалоб в группах 1 и 2

Причиной неудовлетворенности послужило отсутствие улучшения носового дыхания после операции (рисунок 29). В группе 2, где лазерная коагуляция нижних носовых раковин была выполнена лазером с длиной волны 0,97 мкм, 7 (22,5%) пациентов были не удовлетворены результатами операции. 4 пациента (13%/31) указали на дискомфорт из-за корок и длительной заложенности носа в послеоперационном периоде, 2-х пациентов (6,5%/31) не устраивало носовое дыхание, 1 пациент (3,2%) указал на болезненность операции. Таким образом, общее удовлетворение от процедуры лазерной коагуляции нижних носовых раковин было выше у пациентов после воздействия лазером с длиной волны 1,56 мкм. Основной причиной неудовлетворенности от процедуры лазерной коагуляции нижних носовых раковин лазером 0,97 мкм стал дискомфорт, связанный с корками в полости носа и заложенностью носа в послеоперационном периоде. Подобные результаты можно объяснить более выраженными реактивными послеоперационными воспалительными явлениями после воздействия лазером

0,97 мкм.

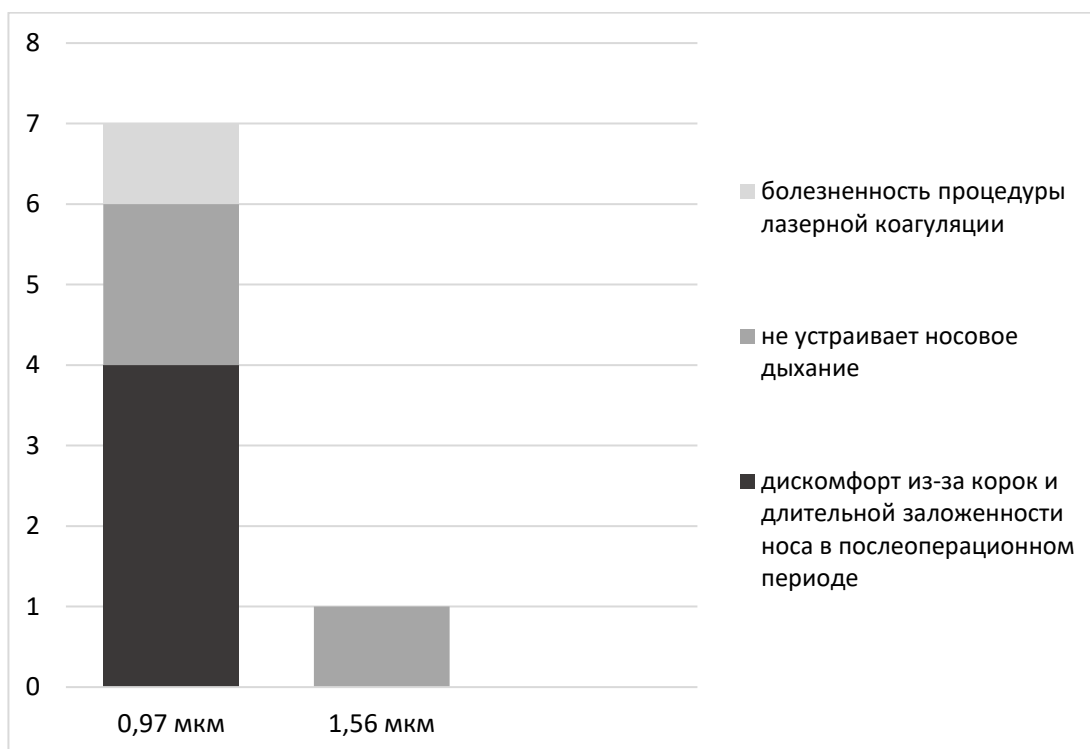


Рисунок 29 – Причины неудовлетворенности от процедуры лазерной коагуляции нижних носовых раковин

Клиническое наблюдение №2

Пациент К., 68 лет, обратился КДЦ ПСПбГМУ им. академика И. П. Павлова к врачу-оториноларингологу с жалобами на заложенность носа и прозрачные водянистые выделения из носа, стекание слизи по задней стенке глотки, усиливающиеся на холоде и в помещении с низкой влажностью воздуха. Указанные жалобы беспокоят пациента более 10 лет. Из-за заложенности носа и ринореи он был вынужден пользоваться местными сосудосуживающими препаратами 2–3 раза в сутки. Кроме того, пациент отмечал, что из-за выделений из носа ему приходилось постоянно высмаркиваться и пользоваться носовым платком, что доставляло выраженный дискомфорт, особенно на работе, в общественном транспорте.

Также из анамнеза известно, что пациент длительно наблюдается у

кардиолога по поводу гипертонической болезни. Основной диагноз: ИБС, атеросклеротический кардиосклероз ГБ II стадии. Неконтролируемая артериальная гипертензия. Риск развития сердечно-сосудистых осложнений 3 (высокий). Сердечная недостаточность ФК 1. По назначению кардиолога получает ингибиторы АПФ, бета-адреноблокаторы, диуретики, антикоагулянты (ривароксабан). Пациенту неоднократно было рекомендовано кардиологом отказаться от использования деконгестантов.

По поводу вышеуказанных жалоб пациент обращался к оториноларингологам; с целью купирования жалоб на назальную обструкцию и ринорею ему были назначены интраназальные глюкокортикостероиды, однако пациент не смог их применять из-за возникновения носовых кровотечений. Хирургическое лечение пациенту не предлагалось из-за сопутствующей сердечно-сосудистой патологии и риска геморрагических осложнений.

При осмотре оториноларингологом КДЦ ПСПбГМУ им. Академика И. П. Павлова обнаружен отек слизистой оболочки нижних носовых раковин, ее застойная гиперемия с «мраморным» оттенком. Объем нижних носовых раковин хорошо сокращался при аппликации деконгестантом. Также обращала на себя внимание мацерация кожи преддверия носа и верхней губы из-за постоянных водянистых выделений из носа и пользования носовым платком. С целью устранения жалоб на затруднение носового дыхания и выделения из носа и ввиду неэффективности консервативной терапии нами было принято решение о выполнении лазерной коагуляции нижних носовых раковин с помощью лазера с длиной волны 1,56 мкм в условиях местной анестезии. Пациент прошел предоперационное обследование в объеме лабораторных исследований, включающих клинических и биохимический анализ крови, коагулограмму, рентгенографию околоносовых пазух, ЭКГ. По согласованию с кардиологом антикоагулянтную терапию было решено не отменять, дозировки других препаратов значимой коррекции не подвергали. Операция выполнялась в клинике оториноларингологии ПСПбГМУ им. академика И. П. Павлова. Время мукоцилиарного транспорта до операции составило 9 минут, суммарный объемный

поток при передней активной риноманометрии составил 411 ± 112 см³/с, средний балл по шкале NOSE – 10. Перед операцией пациенту измеряли артериальное давление. Методика выполнения коагуляции нижних носовых раковин лазером 1,56 мкм не отличалась от применяемой нами для других пациентов, за исключением анемизации слизистой оболочки нижних носовых раковин – вместо адреналина мы использовали ксилометазолин. Интраоперационного кровотечения не было, тампонада полости носа не потребовалась. Операцию пациент перенес удовлетворительно, болевого синдрома не отмечал. Подъема АД при измерении сразу после операции не было. После наблюдения в условиях клиники в течение одного часа пациент был отпущен домой с рекомендациями по орошению полости носа солевым изотоническим раствором, исключению тепловых и физических нагрузок, полной отмене сосудосуживающих капель, щадящей диете (исключить на сутки горячую пищу и напитки, а также алкоголь, специи и пряности в течение двух недель после операции). Повторно пациент был осмотрен через день, 7 и 14 суток, 1 и 6 месяцев после операции. В первые пять дней пациент отмечал умеренные заложенность носа и слизистые выделения из носа, однако потребности в использовании деконгестантов не было. При передней риноскопии в полости носа визуализировались тонкие налеты фибрина в зоне воздействия лазера, умеренный отек слизистой оболочки полости носа, слизистое отделяемое в небольшом количестве (рисунок 30).

К концу второй недели заложенность и ринорея значительно уменьшились. Носовые кровотечения отрицал. При осмотре полости носа ригидным эндоскопом 0 градусов слизистая оболочка полости носа была розовая, незначительно отечная, налеты фибрина не визуализировались. В носовых ходах – слизистое отделяемое в небольшом количестве (рисунок 31).

Также мы отметили улучшение дыхательной функции носа по данным ПАРМ, где прирост объемного воздушного потока составил более 200 см³/с (СОП через 14 дней 693 ± 99 см³/с). Время МЦТ замедлилось до 17 мин., средний балл по шкале NOSE составил 5.

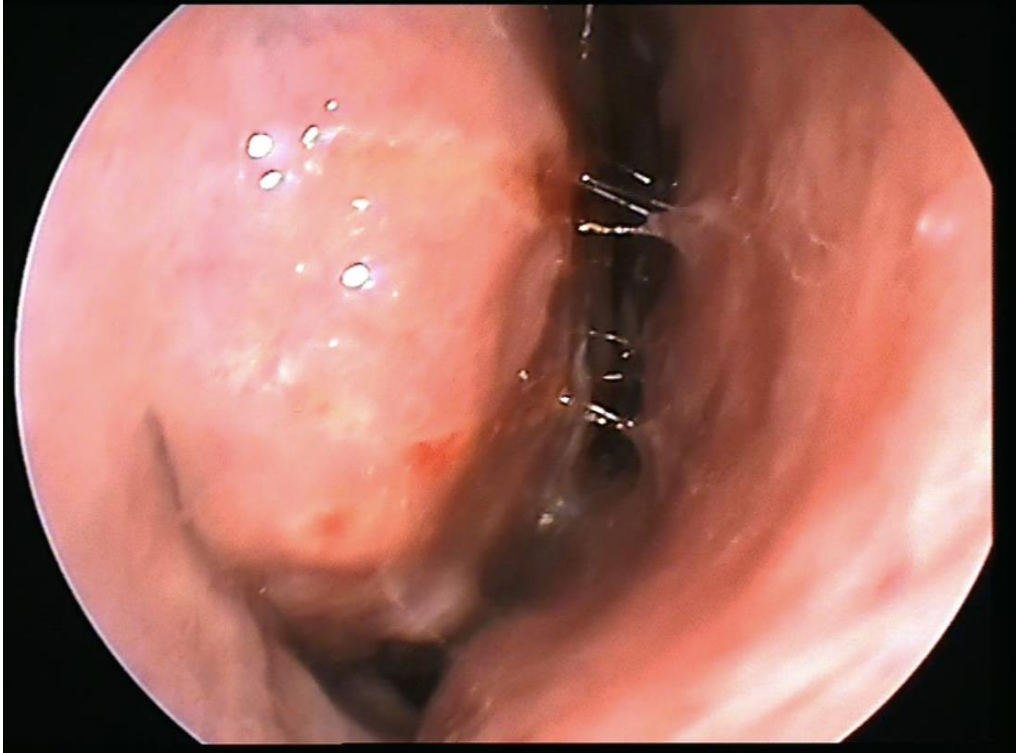


Рисунок 30 – Эндоскопическая картина правой половины носа пациента К. через сутки после лазерной коагуляции нижних носовых раковин лазером 1,56 мкм

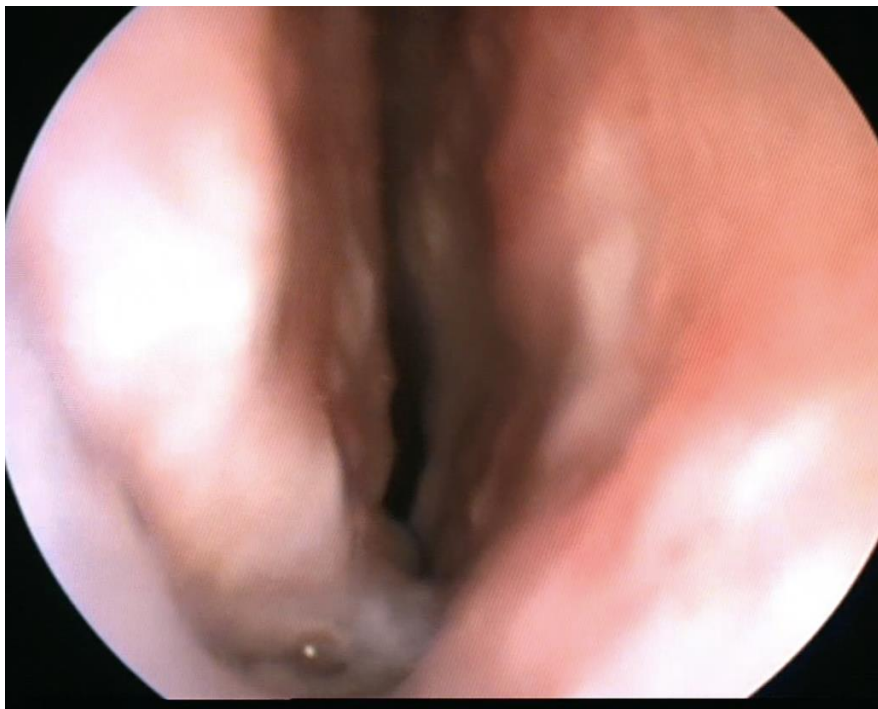


Рисунок 31 – Эндоскопическая картина правой половины носа пациента К. через 14 дней после лазерной коагуляции нижних носовых раковин лазером 1,56 мкм

При контрольном осмотре через 1 месяц пациент не предъявлял ранее указанных жалоб, а также не пользовался сосудосуживающими каплями. При эндоскопическом осмотре полости носа рубцовых изменений слизистой оболочки полости носа, корок в полости носа не обнаружено (рисунок 32).



Рисунок 32 – Эндоскопическая картина правой половины носа пациента К. через 1 месяц после лазерной коагуляции нижних носовых раковин лазером 1,56 мкм

Время МЦТ транспорта составило 12 минут, показатели ПАРМ несколько увеличились в динамике и составили 759 ± 86 см³/с, средний балл по шкале NOSE – 3. При опросе спустя 6 месяцев и 1 год после операции носовое дыхание было удовлетворительное, деконгестантами не пользовался. Пациент отмечал некоторое усиление выделений из носа, однако они не доставляли ему явного дискомфорта и легко устранялись промыванием полости носа солевым раствором.

Обсуждая представленный клинический случай, хочется отметить, что ведущими причинами назальной обструкции и ринореи у представленного пациента были как непосредственно возрастные изменения слизистой оболочки полости носа, обусловленные нарушением тонуса симпатических волокон, иннервирующих подслизистые сосуды нижних носовых раковин, так и аналогичные эффекты от приема сердечно-сосудистых препаратов. Отмена или даже снижение дозировки данных препаратов в большинстве случаев невозможна, а регулярное применение деконгестантов сопряжено с дополнительной нагрузкой на сердечно-сосудистую систему и крайне нежелательно. Известным недостатком применения топических ИнГКС являются носовые кровотечения, что в совокупности с приемом антикоагулянтов и антиагрегантов часто сопровождается рецидивирующими носовыми кровотечениями и обуславливает низкий комплаенс приема этих препаратов у данной категории больных. Сложность хирургического лечения ринита у таких пациентов обусловлена также высоким риском геморрагических осложнений. Многие способы коагуляции нижних носовых раковин, в том числе с помощью лазеров с различными длинами волн, к сожалению, не могут обеспечить максимально щадящее воздействие на слизистую оболочку раковины. Предложенная нами методика лазерной коагуляции с длиной волны 1,56 мкм благодаря своим коагулирующим свойствам и отсутствию абляции позволяет выполнить данную операцию бескровно и без необходимости тампонады носа. Уменьшение объема нижней носовой раковины за счет облитерации подслизистых сосудов и воздействия на дистальные волокна тригангвального нерва позволяет значительно улучшить носовое дыхание, отказаться от сосудосуживающих препаратов и уменьшить симптомы ринореи без развития атрофии слизистой оболочки полости носа или нарушения ее транспортной функции. Таким образом, представленный клинический случай подтверждает безопасность и эффективность предложенной нами методики лазерной коагуляции нижних носовых раковин с длиной волны 1,56 мкм.

4.4 Обсуждение результатов клинической части исследования

В доступной отечественной и зарубежной литературе нет данных о применении лазера с длиной волны 1,56 мкм в хирургии вазомоторного ринита, лазер 0,97 мкм, напротив, является одним из наиболее часто применяемых инструментов для лазерного воздействия на нижние носовые раковины. В клинической части исследования мы проводили сравнение результатов течения раннего и позднего послеоперационного периода после лазерной коагуляции нижних носовых раковин у пациентов с вазомоторным ринитом лазерами с длиной волны 1,56 мкм и 0,97 мкм. Исследование проводилось на базе кафедры оториноларингологии с клиникой ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им академика И. П. Павлова с сентября 2019 г. по октябрь 2021 г. В исследование вошло 95 пациентов.

С целью получения наиболее точных результатов течения раннего послеоперационного периода мы провели сравнение эффектов двух лазеров у одного пациента: одна нижняя носовая раковина была коагулирована лазером с длиной волны 1,56 мкм, другая – лазером 0,97 мкм. Полученные результаты статистически обрабатывались как для связанных выборок. Подобный дизайн исследования дал нам возможность нивелировать вероятность влияния факторов окружающей среды на течение интра- и послеоперационного периода. В группу вошло 33 пациента, что по расчетам необходимого объема выборки является достаточным для получения достоверных различий в полученных результатах. Оценивались интраоперационный болевой синдром, транспортная функция слизистой оболочки полости носа с помощью сахаринового теста и степень выраженности реактивных воспалительных послеоперационных явлений. Срок наблюдения за пациентами составил 1 месяц. Для оценки результатов позднего послеоперационного периода мы сформировали 2 группы по 31 пациенту в каждой, где в группе 1 лазерная коагуляция обеих нижних носовых раковин выполнялась лазером с длиной волны 1,56 мкм, в группе 2 – лазером 0,97 мкм. Срок наблюдения за пациентами составил 1 год. Оценивались субъективные и

объективные показатели носового дыхания с помощью опросника NOSE и ПАРМ.

В группе, где оценивались результаты раннего послеоперационного периода, возраст пациентов составил от 21 до 60 лет (медиана – 30 лет). Длительность заболевания вазомоторным ринитом составила в среднем 5 лет, при этом все пациенты пользовались топическими деконгестантами. Наибольшее число пациентов применяло сосудосуживающие препараты 2–3 раза в сутки (15/33). При этом в анамнезе все пациенты в качестве медикаментозной терапии как для улучшения носового дыхания, так и с целью отказа от деконгестантов получали интраназальные глюкокортикостероиды в течение не менее 6 недель, на фоне приема которых не было значимой положительной динамики (отсутствие эффекта от медикаментозной терапии является критерием включения в исследование). Подобные результаты подчеркивают необходимость хирургического лечения и актуальность разработки новых методик воздействия на нижние носовые раковины.

Анализируя процесс коагуляции нижних носовых раковин, мы обнаружили, что воздействие лазером 1,56 мкм во всех случаях было безболезненным. Аппликационной анестезии лидокаином 10% достаточно для обеспечения комфортного выполнения процедуры. Жалобы на болевой синдром со стороны воздействия лазером 0,97 мкм отмечали 12 пациентов, средний балл по ВАШ составил $1,6 \pm 0,9$. Подобные результаты обусловлены температурой в зоне лазерного воздействия – более интенсивный разогрев слизистой оболочки приводит к ожогу окружающих тканей. Здесь же следует отметить, что дополнительное интраоперационное нанесение анестетика увеличивает время операции и в некоторых случаях затягивает процедуру, что может вызывать у пациента беспокойство и негативные впечатления.

Несмотря на то, что, в целом, лазерная коагуляция нижних носовых раковин характеризуется большинством авторов как бескровная манипуляция, в литературе встречаются сообщения об интра- и послеоперационных кровотечениях. Интраоперационная кровоточивость отсутствовала со стороны воздействия лазером 1,56 мкм у всех пациентов. Подобный результат обусловлен, в первую

очередь, глубокой коагуляцией слизистого и подслизистого слоя нижней носовой раковины. Хорошее поглощение лазерного излучения водой приводит к облитерации сосудов без нарушения целостности сосудистой стенки и кровоизлияния. Данные свойства длины волны 1,56 мкм являются важным преимуществом в сравнении с гемоглобинпоглощаемым излучением и описаны в литературе [19, 20]. Режущее воздействие лазером 0,97 мкм обладает меньшими гемостатическими свойствами в сравнении с излучением 1,56 мкм, в связи с чем мы наблюдали интраоперационную кровоточивость у 20 (60,6%) пациентов со стороны гемоглобинпоглощаемого лазерного излучения. Следует добавить, что качественное термическое воздействие требует работы в сухом операционном поле. Купирование кровотечения осуществляется в виде аппликации вазоконстриктора и прижатия источника кровотечения либо нанесения дополнительного лазерного воздействия. В случае необходимости обеспечения гемостаза мы использовали исключительно прижатие источника кровотечения ватным тампоном или анемизацию без дополнительного лазерного воздействия. С одной стороны, установка тампона несколько замедляет время операции, с другой стороны, дополнительное воздействие лазером увеличивает глубину и ширину термического повреждения нижней носовой раковины, объем некротизированной ткани, может привести к формированию струпа в зоне лазерного воздействия. Глубокая зона термического повреждения также увеличивает риск послеоперационного кровотечения во время удаления корок и налетов фибрина, является одной из ведущих причин выраженных реактивных воспалительных явлений. Учитывая вышесказанное, мы избегали купирования кровотечения лазером, чтобы сделать обе методики лазерной коагуляции нижних носовых раковин максимально сравнимыми. Отсроченное носовое кровотечение мы наблюдали у 1 пациента со стороны воздействия лазером с длиной волны 1,56 мкм. Оно возникло на 3-и сутки после операции и купировалось самостоятельно без необходимости применения механических способов гемостаза. Резюмируя сказанное, в нашем исследовании мы не получили интра- и послеоперационных кровотечений при воздействии лазером с длиной волны 1,56 мкм, что позволяет

сделать вывод о безопасности предложенного нами способа коагуляции нижних носовых раковин. Сравнивая частоту и интенсивность интра- и послеоперационных кровотечений при воздействии лазером с длиной волны 0,97 мкм, мы обнаружили схожие результаты с данными мировой литературы.

Важным показателем транспортной функции слизистой оболочки полости носа является оценка времени мукоцилиарного транспорта с помощью сахаринового теста. По сообщениям большинства авторов, лазерное воздействие приводит к временному замедлению мукоцилиарного транспорта, причем длительность нарушения транспортной функции слизистой оболочки, по данным литературы, варьируется от нескольких недель до нескольких месяцев. Именно поэтому некоторые оториноларингологи считают процедуру поверхностной лазерной коагуляции нижних носовых раковин травматичной и небезопасной. В нашем исследовании в дооперационном периоде у всех пациентов время МЦТ находилось в пределах нормы ($10,07 \pm 4,3$ мин.). В послеоперационном периоде через 14 дней мы не наблюдали выраженного замедления времени МЦТ: со стороны воздействия лазером 1,56 мкм оно практически не изменилось в сравнении с дооперационными показателями ($10,7 \pm 3,1$ мин.). Мы пришли к выводу, что подобные результаты обусловлены практически полным купированием реактивных послеоперационных воспалительных явлений к концу 2-й недели после операции для лазера 1,56 мкм. Со стороны воздействия лазером 0,97 мкм время МЦТ несколько замедлилось при измерении через 14 дней после операции ($13,5 \pm 3,3$ мин). Несмотря на то, что показатели до и через 14 дней после операции значительно отличались ($p < 0,001$), они находились в пределах нормальных значений. Через 1 месяц после операции разница между показателями правой и левой половины носа также значительно различалась ($p < 0,001$), однако время МЦТ было в пределах нормы для обоих лазеров. Несмотря на некоторые противоречия с данными литературы, наше исследование показало, что предложенные нами методики лазерной коагуляции нижних носовых раковин излучением с длиной волны 1,56 мкм и 0,97 мкм не нарушают транспортную функцию слизистой оболочки полости носа и являются безопасными.

При измерении кислотно-основного состояния слизистой оболочки полости носа до лазерной коагуляции нижних носовых раковин мы обнаружили рН в слабокислых значениях ($6,9 \pm 0,4$). Как уже обсуждалось в главе 3, отечественные и зарубежные источники литературы представляют разные данные о рН слизистой оболочки. Данных об изменении рН слизистой оболочки нижних носовых раковин после воздействия лазером в доступной литературе не представлено. Тем не менее мы обнаружили, что после операции на 7 и 14 сутки рН слизистой оболочки нижней носовой раковины повысился в слабощелочную сторону: $7,7 \pm 0,2$ со стороны лазера 1,56 мкм, $8,0 \pm 0,3$ со стороны лазера 0,97 мкм. Поскольку литературные данные о нормальном показателе рН слизистой оболочки полости носа несколько отличаются, для оценки кислотно-основного состояния слизистой оболочки полости носа после операции мы оценивали достижения показателя рН дооперационных значений. Таким образом, через 1 месяц водородный показатель слизистой оболочки для обоих лазеров практически достиг исходных показателей, что говорит об отсутствии грубого нарушения ее функции. Также мы заметили, что несмотря на то, что полученные показатели рН между лазерами при измерении на контрольных точках после операции статистически значимо не различались, нами была отмечена некоторая тенденция к более быстрому снижению водородного показателя в динамике в сравнении с лазером 0,97 мкм. Тем не менее, несмотря на вышесказанное, рН слизистой оболочки нижних носовых раковин через 1 месяц после операции со стороны воздействия лазерами с длиной волны 1,56 мкм и 0,97 мкм находился в пределах целевых показателей.

Для оценки улучшения носового дыхания после лазерной коагуляции нижних носовых раковин мы изучили прирост воздушного потока на вдохе и выдохе для каждой половины носа через 1 месяц после операции с помощью передней активной риноманометрии. До операции у всех пациентов наблюдалось умеренное затруднение носового дыхания, объем воздушного потока на вдохе и на выдохе со стороны воздействия лазером 1,56 мкм составил в среднем $213 \pm 92,9$ см³/с и $221 \pm 102,9$ см³/с, со стороны воздействия лазером 0,97 мкм – $249 \pm 118,3$ см³/с и $266 \pm 127,3$ см³/с соответственно. Исходные значения

статистически значимо не различались между собой ($p=0,07$). Со стороны воздействия лазером с длиной волны 0,97 мкм объем воздушного потока на вдохе был $409 \pm 93,1$ см³/с, на выдохе – $391 \pm 101,8$ см³/с. Различия между лазерами при сравнении показателей инспираторного и экспираторного воздушного потока через 1 месяц значимо различались между собой ($p < 0,05$). Объем воздушного потока на вдохе и на выдохе для лазера 1,56 мкм через 1 месяц увеличился на $250 \pm 126,2$ см³/с и $238 \pm 114,1$ см³/с соответственно, а для лазера 0,97 мкм аналогичные показатели составили 160 ± 131 см³/с на вдохе и $124 \pm 110,3$ см³/с на выдохе, и различия между двумя лазерами по данным показателям оказались статистически значимыми ($p < 0,05$). Литературных данных для сравнения прироста воздушного потока после лазерной коагуляции излучением с длиной волны 1,56 мкм нет. По данным зарубежных авторов, прирост воздушного потока для лазера 0,97 мкм составляет в среднем 120 см³/с [220], что соотносится с полученными нами результатами после лазерного воздействия с длиной волны 0,97 мкм. Такая разница в приросте воздушного потока между лазерами может быть обусловлена течением послеоперационного периода – наличием более выраженных реактивных воспалительных послеоперационных явлений со стороны лазера 0,97 мкм в виде отека слизистой оболочки и корок.

Наш интерес сравнения двух лазеров у одного пациента, в первую очередь, был обусловлен изучением динамики реактивных воспалительных послеоперационных явлений. Для этого мы выполняли эндоскопический осмотр полости носа на 1-е, 7-е, 14-е сутки и через 1 месяц после операции. Результаты оценивались в баллах от 0 до 4. Эндоскопическое исследование показало значимые различия между лазерами ($p > 0,05$) по основным показателям: отек слизистой оболочки, наличие выделений в полости носа, корок, налетов фибрина, кровоточивости слизистой оболочки, а также ее гиперемии в послеоперационном периоде. Данные параметры наиболее часто описываются в литературе, посвященной лазерной коагуляции нижних носовых раковин, а их оценка в баллах удобна с точки зрения динамического контроля в течение периода наблюдения. При анализе отдельных показателей мы обнаружили, что наиболее часто в первые

сутки после операции визуализируется отек слизистой оболочки, ее гиперемия и слизистое отделяемое из носа. Причем, наличие корок, налетов фибрина и отделяемого из носа было статистически значимо более выражено со стороны лазера 0,97 мкм ($p < 0,05$). Здесь же стоит отметить кровоточивость слизистой оболочки полости носа со стороны лазера 0,97 мкм. Средний балл $1,5 \pm 0,05$ соответствует кровоточивости при высмаркивании или чихании. Кровоточивости со стороны лазера 1,56 мкм ни у одного пациента не было. Отек и гиперемия слизистой оболочки полости носа в первые сутки наблюдались у всех пациентов и значимо не различались между лазерами ($p > 0,05$). Реактивные воспалительные явления для лазера с длиной волны 1,56 мкм постепенно уменьшались со временем и практически полностью купировались после 2-й недели послеоперационного периода. При осмотре через 1 месяц у некоторых пациентов наблюдались единичные корочки, незначительный отек слизистой оболочки полости носа и слизистое отделяемое из носа. Со стороны лазера с длиной волны 0,97 мкм пик выраженности реактивных послеоперационных воспалительных явлений приходился на период с 7 по 14-е сутки. Наиболее часто наблюдались корки, покрывающие нижнюю носовую раковину ($2,4 \pm 1,1$), обильное слизистое отделяемое из носа ($2,5 \pm 0,6$), что можно объяснить более обширным термическим повреждением слизистой оболочки нижней носовой раковины, замедлением мукоцилиарного транспорта. К концу первого месяца после операции у большинства пациентов после воздействия лазером 0,97 мкм мы наблюдали наличие корочек в зоне лазерного воздействия, незначительный отек слизистой оболочки, которые были более выражены в сравнении с аналогичными показателями со стороны лазера 1,56 мкм ($p < 0,05$).

Во второй части клинического исследования мы оценивали отдаленные результаты послеоперационного периода. Наблюдение за пациентами составило один год и полностью завершило все этапы исследования 62 пациентов, поделенные на 2 группы по 31 пациенту в каждой. Средний возраст пациентов в группе лазера с длиной волны 1,56 мкм (группа 1) составил $43,0 \pm 16,1$ лет, среди них 19 мужчин и 12 женщин. В группе лазера с длиной волны 0,97 мкм (группа 2)

средний возраст составил $35,6 \pm 11,1$ лет, мужчин – 17 человек, женщин – 14. Медиана длительности заболевания в 1 группе составила 7 лет, во 2 группе – 10. Все пациенты (61/100%) пользовались топическими деконгестантами. В первой группе ежедневно применяли сосудосуживающие капли – 58% (18/31), еженедельно – 29% (9/31) и редко пользовались деконгестантами – 13% (4/31). Аналогичные показатели для группы 2 составили 71% (22/31), 22% (7/31) и 7% (2/31) соответственно. Среди тех, кто получал сосудосуживающие препараты ежедневно, 1–2 раза в сутки пользовались деконгестантами 6 и 11 пациентов для группы 1 и 2 и более 3 раз в сутки 12 и 11 пациентов соответственно. При статистическом анализе полученных результатов ни по одному показателю достоверных различий мы не получили ($p > 0,05$), в связи с чем группы были сопоставимы для сравнения. В послеоперационном периоде все пациенты (61/100%), применявшие деконгестанты, отказались от их приема и не использовали их на протяжении всех 12 месяцев наблюдения.

При оценке субъективных показателей носового дыхания с помощью опросника NOSE носовое дыхание у пациентов расценивалось как неудовлетворительное: медианное значение в группе 1 составило 10,6 баллов, в группе 2 – 10,7 баллов и достоверно не различалось ($p > 0,05$). Через 2 недели после операции мы наблюдали улучшение носового дыхания в обеих группах, причем в группе лазера с длиной волны 1,56 мкм средний балл был ниже ($2,7 \pm 1,4$), чем в группе 0,97 мкм ($5,5 \pm 2,3$) и носовое дыхание расценивалось как нормальное [70], статистически эти показатели достоверно различались ($p < 0,05$). Через 1 месяц, 6 месяцев и 1 год носовое дыхание согласно опроснику NOSE было удовлетворительным. Полученные результаты свидетельствуют об эффективности лазерной коагуляции нижних носовых раковин по предложенным нами методикам. Заслуживает внимания тот факт, что носовое дыхание для пациентов после воздействия лазером 1,56 мкм улучшилось на 14 дней раньше, чем в группе лазера 0,97 мкм. Мы предположили, что данная разница обусловлена меньшими реактивными воспалительными послеоперационными явлениями в группе лазера 1,56 мкм.

Для объективной оценки носового дыхания мы измеряли СОП на вдохе и на выдохе до операции, через 14 дней, 1 и 6 месяцев и через 1 год после операции с помощью ПАРМ. Носовое дыхание до операции по данным ПАРМ было умеренно затруднено как 1-й, так и во 2-й группе. Дооперационные показатели СОП в группе 1 составили $548 \pm 161,2$ см³/с на вдохе и $536,8 \pm 155,3$ см³/с на выдохе, в группе 2 – $486,3 \pm 174,6$ на вдохе и $494,7 \pm 198,8$ на выдохе и значимо не различались между группами ($p > 0,05$). Через 14 дней после операции мы обнаружили статистически значимое увеличение СОП на вдохе (717 ± 149 см³/с) и на выдохе (772 ± 151 см³/с) в группе лазера 1,56 мкм в сравнении с исходными показателями ($p < 0,001$). В группе, где лазерная коагуляция выполнялась лазером с длиной волны 0,97 мкм, через 2 недели показатели СОП (вдох: 572 ± 114 см³/с; выдох: 584 ± 125 см³/с) достоверно не отличались от дооперационных ($p > 0,05$). Важно отметить, что СОП в группе 1 достиг нормальных показателей при измерении через 14 дней, а в группе 2 носовое дыхание сохранялось умеренно затрудненным. Подобные результаты, вероятно, обусловлены более выраженными реактивными воспалительными послеоперационными явлениями после лазерной коагуляции с длиной волны 0,97 мкм в этот период. При выполнении ПАРМ через 1 и 6 месяцев показатели СОП на вдохе и выдохе для группы лазера 1,56 мкм и СОП на выдохе для лазера 0,97 мкм находились в пределах нормальных показателей, а СОП на вдохе у пациентов второй группы через 1 месяц после операции был несколько меньше нормальных показателей (690 ± 87 см³/с). Сравнив прирост объема воздушного потока на вдохе и выдохе между лазерами через 6 месяцев с исходными показателями, мы обнаружили, что прирост инспираторного и экспираторного СОП для пациентов, у которых лазерная коагуляция нижних носовых раковин была выполнена лазером с длиной волны 1,56 мкм, статистически значимо ($p = 0,04$) превышает аналогичные показатели для пациентов после лазера 0,97 мкм, что свидетельствует о большей эффективности лазера 1,56 мкм в отношении улучшения носового дыхания.

Также мы сравнили показатели суммарного сопротивления, который является важным для оценки носовой резистентности и носового дыхания. По

нашим данным, показатели СС для пациентов обеих групп были умеренно высокими ($0,4 \pm 0,1$ Па*см³/сек). Через месяц после операции СС снизилось вдвое и находилось в пределах нормы (группа 1 – $0,22 \pm 0,1$ Па*см³/сек; группа 2 – $0,23 \pm 0,1$ Па*см³/сек).

При выполнении ПАРМ через 1 год после операции мы обнаружили некоторое снижение СОП на вдохе и на выдохе для пациентов обеих групп. Аналогично несколько увеличились и показатели СС. Тем не менее данные показатели сохранялись в пределах нормальных значений для пациентов и первой, и второй группы, и были достоверно выше ($p < 0,05$) в сравнении с дооперационными. Разница показателей СС между двумя лазерами значимо не различалась ($p = 0,09$).

Одним из важных этапов исследования было проанализировать зависимость субъективных и объективных показателей носового дыхания от длины волны применяемого лазера, длительности течения вазомоторного ринита, регулярности и частоты приема деконгестантов в сутки, показателей ПАРМ и NOSE с помощью регрессионного анализа. Изучая результаты носового дыхания по опроснику NOSE через год после операции, мы обнаружили, что на результаты субъективного улучшения носового дыхания влияет длина волны лазера ($p = 0,003$) и показатель СОП ($p = 0,001$): чем меньше был исходный СОП на вдохе и выдохе у пациента, тем меньший балл по опроснику NOSE через год после операции. На степень увеличения СОП на вдохе и на выдохе статистически значимо повлияла длина волны применяемого лазера ($p = 0,003$).

При опросе через 1 год после операции был не удовлетворен процедурой лазерной коагуляцией нижних носовых раковин 1 пациент (3,2%). Причиной этому послужило отсутствие значимого улучшения носового дыхания в сравнении с дооперационными показателями. В группе лазера 0,97 мкм каждый четвертый пациент (7/22,5%) предъявлял жалобы на результаты операции. Наиболее часто пациенты обращали внимание на дискомфорт из-за корок и заложенности носа (4 пациента), отсутствие улучшения носового дыхания (2 пациента) и болезненность самой процедуры лазерной коагуляции (1 пациент).

Таким образом, мы пришли к выводу, что реактивные воспалительные послеоперационные явления со стороны воздействия лазером 1,56 мкм были выражены меньше и сокращались на 2 недели раньше, чем после воздействия лазером 0,97 мкм. Менее интенсивное термическое воздействие со стороны лазера 1,56 мкм не замедляет эпителизацию слизистой оболочки, а отсутствие массивных корок и налетов фибрина приводит к улучшению носового дыхания уже в первые недели после операции и минимизирует риски послеоперационного кровотечения. Послеоперационные осложнения, в том числе отсроченные кровотечения, отсутствовали у пациентов, которым выполнялась лазерная коагуляция нижних носовых раковин лазером 1,56 мкм, что позволяет сделать вывод об эффективности и безопасности лазерной коагуляции нижних носовых раковин лазером 1,56 мкм по предложенной нами методике.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Длина волны лазерного излучения и, что не менее важно, сама методика выполнения лазерной коагуляции нижних носовых раковин играют решающую роль в получении стойкого и качественного результата хирургического лечения пациентов с вазомоторным ринитом. Наше исследование показало, что предложенный нами способ лазерной коагуляции нижних носовых раковин с длиной волны 1,56 мкм является не только безопасным и эффективным, но и имеет ряд преимуществ перед классической методикой лазерной коагуляции нижних носовых раковин лазером с длиной волны 0,97 мкм. Это обусловлено меньшей болезненностью, отсутствием интра- и послеоперационных кровотечений, менее выраженными реактивными воспалительными послеоперационными явлениями. Важным является и тот факт, что купирование воспалительных послеоперационных процессов, улучшение субъективных и объективных показателей носового дыхания наступает значительно раньше, чем у пациентов после коагуляции нижних носовых раковин лазером 0,97 мкм. Наконец, лучше было и общее удовлетворение пациентов от процедуры лазерной коагуляции нижних носовых раковин лазером 1,56 мкм.

Таким образом, мы рекомендуем разработанную нами методику лазерной коагуляции нижних носовых раковин с помощью лазера с длиной волны 1,56 мкм к широкому применению как в стационарной, так и амбулаторной практике врачей-оториноларингологов.

ВЫВОДЫ

1. Экспериментально обосновано, что оптимальными параметрами лазерного воздействия с длиной волны 1,56 мкм на нижние носовые раковины для получения прогнозируемой коагуляции без абляции являются: контактный непрерывный режим, мощность воздействия 2 Вт со скоростью продвижения волокна 2 мм/с.

2. После лазерного воздействия с длиной волны 1,56 мкм на слизистую оболочку нижних носовых раковин скорость мукоцилиарного транспорта нормализуется на две недели раньше, чем при воздействии лазером с длиной волны 0,97 мкм.

3. Воздействие лазером с длиной волны 1,56 мкм на носовые раковины является малоболезненным, характеризуется менее выраженными и более краткосрочными реактивными воспалительными послеоперационными явлениями в сравнении с воздействием лазера с длиной волны 0,97 мкм.

4. При оценке отдаленных результатов послеоперационного периода обнаружено стойкое улучшение носового дыхания при применении лазеров с длинами волн 0,97 и 1,56, однако прирост воздушного потока на вдохе и выдохе был выше со стороны воздействия лазером с длиной волны 1,56 мкм.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Коагуляцию нижних носовых раковин следует выполнять под контролем ригидного эндоскопа с углом обзора 0 градусов после аппликационной анестезии sol. Lidocaini 10% и тщательной анемизации sol. Adrenalini hydr. 0,1% до видимого сокращения объема нижней носовой раковины и ее «побледнения».

2. Перед лазерным воздействием необходимо подготовить кварц-полимерное волокно: удалить с кончика волокна изолирующую оболочку, тщательно сколоть торец волокна с помощью специальной ручки скальвателя, контролируя скол оценкой геометрии пятна маркера. Воздействие лазером с длиной волны 1,56 мкм осуществляется не зачерненным торцом оптоволокну.

3. Коагуляция без абляции возможна при воздействии лазером с длиной волны 1,56 мкм с помощью волокна без угля на торце на мощности воздействия 2–3 Вт при скорости продвижения волокна около 2 мм/с. Поверхностное воздействие на нижней носовой раковине лазером 0,97 мкм следует выполнять на мощности 7 Вт при соблюдении постоянной скорости воздействия 2 мм/с с обугленным торцом оптоволокну.

4. Коагуляция нижних носовых раковин лазером с длиной волны 1,56 мкм и лазером 0,97 мкм осуществляется в контактном непрерывном режиме со скоростью 2 мм/с. Выполняется три линейных воздействия вдоль септальной поверхности нижней носовой раковины от каудального ее конца к дистальному. Для лазера с длиной волны 1,56 мкм воздействие осуществляется плотным прижиманием торца волокна с небольшим вдавливанием его в слизистую оболочку нижней носовой раковины.

5. В послеоперационном периоде в первые сутки пациенту следует рекомендовать полностью исключить применение топических деконгестантов, интенсивное высмаркивание, тепловые процедуры, физические нагрузки, горячую пищу и алкоголь. При выраженной заложенности носа допустим кратковременный прием комплексных пероральных препаратов от простуды, содержащих в составе

фенилэфрин. Со второго дня после операции и до двух недель пациенту рекомендовано орошать полость носа солевым изотоническим раствором.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ИнГКС	интраназальные глюкокортикостероиды
ИК-спектр излучения	инфракрасный спектр излучения
МКБ-10	Международная классификация болезней 10-го пересмотра
МЦТ (МСТ)	мукоцилиарный транспорт
ОНП	околоносовые пазухи
КТ	компьютерная томография
ПАРМ	передняя активная риноманометрия
СОП (150 Па, см ³ /с)	суммарный объемный поток
СС (Па/см ³ /с)	суммарное сопротивление
IgE	иммуноглобулин Е
Nd:YAG	неодимовый на иттрий-алюминиевом гранате лазер
CO ₂	углекислотный лазер
КТР	калий-титанил-фосфатный лазер

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акимов, А. В. Клинико-функциональное обоснование радиоволновой хирургии вазомоторного ринита / А. В. Акимов, Р. А. Забиров // Российская оториноларингология. – 2010. – № 2. – С. 211-216.
2. Аллергический ринит и феномен энтопии / А. В. Климов, О. В. Калюжин, В. В. Климов [и др.] // Бюллетень сибирской медицины. – 2020. – Т. 19, № 3. – С. 137-143.
3. Аллергический ринит: современная тактика ведения пациентов, основные принципы рациональной фармакотерапии / А. А. Кривопалов, М. А. Будковая, П. А. Шамкина [и др.] // Поликлиника. – 2019. – № 5-1. – С. 20-25.
4. Аллергология и иммунология. Национальное руководство / Под ред. Р. М. Хаитова, Н. И. Ильиной. – М.: «ГЭОТАР-Медиа», 2013. – 640 с.
5. Аникин, М. И. Современные аспекты хирургического лечения хронического гипертрофического ринита (обзор литературы) / М. И. Аникин, А. А. Багаутдинов // Оренбургский медицинский вестник. – 2016. – Т. 14, № 2. – С. 64-70.
6. Анютин, Р. Г. Наш взгляд на современную классификацию ринитов / Р. Г. Анютин, А. М. Корниенко // Российская ринология. – 1997. – № 2. – С. 7.
7. Арефьева, Н. А. Иммунологические аспекты классификации ринита / Н. А. Арефьева // Российская ринология. – 1997. – № 2. – С. 7-8.
8. Батыршин, Р. Г. Этиопатогенетический подход к лечению вазомоторного ринита / Р. Г. Батыршин, Т. Р. Батыршин // Практическая медицина. – 2006. – № 1. – С. 9-10.
9. Батыршин, Т. Р. Состояние нервного аппарата слизистой оболочки нижних носовых раковин у больных с вазомоторным ринитом / Т. Р. Батыршин // Российская ринология. – 2001. – № 3. – С. 14-16.

10. Влияние обработки торца оптоволокну на биологические эффекты лазера с длиной волны 0,97 мкм / М. А. Рябова, М. Ю. Улупов, Н. А. Шумилова [и др.] // *Folia Otorhinolaryngologiae et Pathologiae Respiratoriae*. – 2020. – Т. 26, № 2. – С. 51-57.
11. Гаджимирзаев, Г. А. Некоторые соображения по терминологии и классификации вазомоторного ринита / Г. А. Гаджимирзаев // *Российская ринология* – 1997. – № 2. – С. 8-9.
12. Гаджимирзаев, Г. А. Новые сведения о патогенезе вазомоторного ринита / Г. А. Гаджимирзаев // *Российская ринология*. – 1994. – № 2. – С. 34-35.
13. Гаджимирзаев, Г. А. О нерешенных вопросах терминологии и классификации аллергического ринита. / Г. А. Гаджимирзаев // *Вестник оториноларингологии*. – 2016. – Т. 81, № 5. – С. 34-36.
14. Гаращенко, Т. И. Лечение ЛОР-заболеваний с использованием лазерных скальпелей / Т. И. Гаращенко, М. Р. Богомильский, В. П. Минаев. – Тверь: ООО «Губернская медицина», 2001. – 52 с.
15. Гилялов, М. Н. Функциональные нарушения вегетативной нервной системы при патологии носа и околоносовых пазух / М. Н. Гилялов, Ш. М. Исмагилов // *Вестник оториноларингологии*. – 2015. – Т. 80, № 4. – С. 18-21.
16. Грачев, Н. С. Лазерная хирургия хронического вазомоторного ринита: автореферат дис. ... канд. мед. наук: 14.01.03 / Грачев Николай Сергеевич. – Москва, 2011. – 25 с.
17. Есипов, А. Л. Изменение кавернозных тел носовых раковин при гипертрофическом рините / А. Л. Есипов // *Вестник оториноларингологии*. – 1983. – № 6. – С. 29-33.
18. Есипов, А. Л. О природе кавернозных тел носовых раковин / А. Л. Есипов // *Архив анатомии, гистологии и эмбриологии*. – 1982. – № 8. – С. 68-71.
19. Жилин, К. М. Влияние длины волны лазерного излучения ближнего ИК-диапазона на характер силового воздействия на биологические ткани: (кровь, венозная стенка, слизистая оболочка и костная ткань): автореферат ... канд. физ-мат. наук: 01.04.21 / Жилин Кирилл Максимович. – Москва, 2013. – 22 с.

20. Жилин, К. М. О влиянии особенностей поглощения лазерного излучения в воде и крови на выбор рабочей длины волны для эндовенозной облитерации вен при лечении варикозной болезни / К. М. Жилин, В. П. Минаев, А. Л. Соколов // Квантовая электроника. – 2009. – Т. 39, №8. – С. 781-784.
21. Иванов, В. П. Вазомоторный ринит и методы его лечения / В. П. Иванов // Научные ведомости БелГУ. Серия: медицина и фармация. – 2004. – №1. – С. 29-32.
22. Изменения клинко-функциональных показателей слизистой оболочки полости носа при остром риносинусите у пациентов различных возрастных групп / Сергеев С. В., Григорькина Е. С., Зиновьев С. Д. [и др.] // Вестник оториноларингологии. – 2015. – Т. 80, № 1. – С. 48-51.
23. Карпищенко, С. А. Выбор параметров лазерного воздействия в хирургии ЛОР-органов / С. А. Карпищенко, М. А. Рябова, Н. А. Шумилова // Вестник оториноларингологии. – 2016. – № 4. – С. 14-18.
24. Кирсанов, В. В. Характеристика лазерного излучения как физического фактора воздействия на биологические объекты / В. В. Кирсанов // Вестник Казанского технологического университета. – 2015. – № 6. – С. 231-233.
25. Клинико-морфологические особенности ринитов / С. А. Гусниев, М. Ю. Гущин, Т. Г. Бархина [и др.] // Ульяновский медико-биологический журнал. – 2016. – № 4. – С. 28-29.
26. Козырева, Е. Е. Экспериментальное обоснование параметров превентивной лазерной (970 нм) коагуляции сосудов при интраоперационном кровотечении / Е. Е. Козырева, М. А. Рябова // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. – 2018. – Т. 17, № 4. – С. 57-61.
27. Колесникова, О. М. Роль вазомоторной формы дисфункции эндотелия в патогенезе вазомоторного и аллергического ринитов: дис. ... канд. мед. наук: специальность 14.00.04 / Колесникова Ольга Михайловна. – Санкт-Петербург, 2008. – 140 с.

28. Крылова, Т. А. Дифференциальная диагностика аллергического и неаллергического хронического ринита / Т. А. Крылова, М. А. Завалий, А. Г. Балабанцев // Практическая медицина. – 2015. – Т. 87, № 2. – С. 13-18.
29. Крюков, А. И. Ринит / А. И. Крюков, Н. Л. Кунельская, Г. Ю. Царапкин [и др.]. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2018. – 96 с.
30. Лазарев, В. Н. Особенности вегетативной дистонии при вазомоторном рините у детей / В. Н. Лазарев, А. Е. Суздальцев, Э. Ю. Маслов // Вестник оториноларингологии. – 2002. – № 3. – С. 9-11.
31. Лазерная инженерия хрящей / В. Н. Баграташвили, А. В. Басков, И. А. Борщенко, Н. Ю. Игнатьева [и др.] – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 488 с. – ISBN 5-9221-0729-1.
32. Лазеры в оториноларингологии / А. И. Крюков, Г. Ю. Царапкин, С. Г. Арзамазов [и др.] // Вестник оториноларингологии. – 2016. – Т. 81, № 6. – С. 62-66.
33. Ланцов, А. А. К вопросу о классификации ринитов / А. А. Ланцов, С. В. Рязанцев // Российская ринология. – 1997. – № 2. – С. 9-10.
34. Лекарственно-индуцированный ринит / О. Д. Остроумова, Е. В. Ших, Е. В. Реброва [и др.] // Вестник оториноларингологии. – 2020. – Т. 85, № 3. – С. 75-82.
35. Линьков, В. И. Функции носа у больных нейровегетативной формой вазомоторного ринита при гипотиреозе / В. И. Линьков, Э. Г. Гаспарян, Л. А. Гребенщикова // Российская ринология. – 1998. – № 2. – С. 9.
36. Лопатин, А. С. Ринит: руководство для врачей / А. С. Лопатин. — Москва: Литтерра, 2010. – 432 с.
37. Магомедов, Г. М. Состояние кислотно-основного равновесия и мукоцилиарного клиренса при заболеваниях носа и околоносовых пазух в динамике: дис. ... канд. мед. наук: 14.01.03 / Магомедов Гаджи Муртазалиевич. – Москва, 2013. – 133 с.
38. Меншутина, М. А. Механизмы вазомоторной формы дисфункции эндотелия: автореф. дис. ... д-ра мед. наук: 14.00.28 / Меншутина Мария Алексеевна. – СПб., 2005. – 44 с.

39. Минаев, В. П. Лазерные медицинские системы и медицинские технологии на их основе: учебное пособие / В. П. Минаев. – 4-е изд., испр. и доп. – Долгопрудный: Интеллект, 2020. – 360 с.
40. Морозова, О. В. Клинико-морфологическое обоснование выбора метода хирургического лечения хронического гипертрофического ринита: автореферат дис. ... канд. мед. наук: 14.00.04 / Морозова Ольга Владимировна. – Оренбург, 2005. – 22 с.
41. Неворотин, А. И. Введение в лазерную хирургию: учебное пособие / А. И. Неворотин. – СПб.: СпецЛит, 2000. – 175 с.
42. Ненашева, Н. М. Локальный аллергический ринит: миф или реальность? / Н. М. Ненашева // Эффективная фармакотерапия. – 2013. – № 20. – С. 8-14.
43. Носуля, Е. В. Медикаментозный ринит / Е. В. Носуля // Вестник оториноларингологии. – 2017. – № 3. – С. 84-90.
44. Нурова, Г. У. Использование "ФОТЕК" в хирургическом лечении вазомоторного ринита / Г. У. Нурова, У. И. Нуров // Современные инновации. – 2019. – Т. 34, № 6. – С. 52-54.
45. Овчинников, Ю. М. О классификации ринитов в свете Международного консенсуса в диагностике и лечении ринита / Ю. М. Овчинников // Российская ринология. – 1997. – № 2. – С. 12.
46. Оптимальные режимы эндовенозной лазерной облитерации с длиной волны 970, 1470 и 1560 нм: ретроспективное продольное когортное многоцентровое исследование / Е. В. Шайдаков, В. Л. Булатов, Е. А. Илюхин [и др.] // Флебология. – 2013. – Т. 7, № 1. – С. 22-29.
47. Оптические свойства слизистой оболочки в спектральном диапазоне 350-2000 нм / А. Н. Башкатов, Э. А. Генина, В. И. Кочубей [и др.] // Оптика и спектроскопия. – 2004. – Т. 97, № 6. – С. 1043-1048.

48. Осложнения лазерной хирургии в лечении хронического вазомоторного ринита / П. А. Тимошенко, М. С. Дарвиш, В. В. Родин // Вестник оториноларингологии. – 2013. Т. 78, № 1. – С. 88-89.

49. Отработка практических навыков по лазерной хирургии в оториноларингологии. Методическое пособие. / М. А. Рябова, М. Ю. Улупов, Н. А. Шумилова [и др.]. – СПб.: Издательство ПСПбГМУ. – 2015. – 37 с.

50. Оценка морфологических изменений венозной стенки после эндовазальной лазерной и радиочастотной облитерации / Д. С. Тюрин, М. Д. Дибиров, А. И. Шиманко [и др.] // Флебология. – 2016. – Т. 10, № 4. – С. 164-170.

51. Оценка оптических свойств крови в диапазоне длин волн излучения 1,3–2,0 мкм / А. А. Марченко, В. П. Минаев, И. В. Смирнов [и др.] // Лазерная медицина. – 2019. – Т. 23, № 2. – С. 44-51.

52. Оценка режущих свойств лазерного скальпеля, оснащенного сильно поглощающим покрытием оптического волокна / В. В. Елагин, М. А. Шахова, М. М. Карабут [и др.] // Современные технологии в медицине. – 2015. – Т. 7, № 3. – С. 55-60.

53. Пальчун, В. Т. Оториноларингология: национальное руководство / под ред. В. Т. Пальчуна. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016. – 1024 с. – (Серия "Национальные руководства") – ISBN 978-5-9704-3746-9.

54. Пискунов, Г. З. Клиническая ринология / Г. З. Пискунов, С. З. Пискунов. – 3-е изд., доп. – М.: ООО «Медицинское информационное агентство», 2017. – 750 с.

55. Пискунов, С. З. К вопросу о классификации ринита / С. З. Пискунов, Г. З. Пискунов // Российская ринология. – 1997. – № 2. – С. 12-13.

56. Пискунов, С. З. Методика щадящего хирургического лечения больных вазомоторным и гиперпластическим ринитом / С. З. Пискунов // Журнал ушных, носовых и горловых болезней. – 1987. – № 4. – С. 32-34.

57. Пискунов, С. З. О классификации ринитов и синуситов / С. З. Пискунов, Г. З. Пискунов // Российская ринология. – 1997. – № 3. – С. 41-43.
58. Пискунов, С. З. О хирургическом воздействии на сосуды слизистой оболочки носовых раковин (к 10-летию операции «подслизистая вазотомия») / С. З. Пискунов // Вестник оториноларингологии. – 1999. – № 2. – С. 19-22.
59. Пискунов, С. З. Физиология и патофизиология носа и околоносовых пазух / С. З. Пискунов // Российская ринология. – 1993. – № 1. – С. 19-39.
60. Пискунов, С. З. Изменение структур слизистой оболочки носа при вазомоторном рините / С. З. Пискунов, Л.Л. Гольцман // Вестник оториноларингологии. – 1987. – № 2. – С. 46-49.
61. Плоткина, О. В. Малоинвазивные вмешательства в оториноларингологии: сравнительный клинико-экспериментальный анализ эффективности лазерного и радиочастотного скальпелей: автореферат дис. ... канд. мед. наук: 14.00.04 / Плоткина Ольга Владиславовна. – СПб., 2009. – 15 с.
62. Плужников, М. С. Лазерная хирургия в оториноларингологии / М. С. Плужников, А. И. Лопотко, М. А. Рябова. – Минск: ПП-АНАЛМ, БДП, 2000. – 224 с.
63. Поляков, Д. П. Вазомоторный ринит: нерешенная проблема. Обзор выступления Д. П. Полякова. / Д. П. Поляков // Педиатрия. Consilium Medicum. – 2019. – № 1. – С. 29-32.
64. Применение лазерного излучения 1,56 мкм для эндовазальной облитерации вен в лечении варикозной болезни / А. Л. Соколов, К. В. Лядов, М. М. Луценко [и др.] // Ангиология и сосудистая хирургия. – 2009. – Т. 15, № 1. – С. 69-76.
65. Провокационный назальный тест с определением миелопероксидазной активности в назальном лаваже у пациентов с аллергическим ринитом / И. Н. Щурок, Д. К. Новиков // Смоленский медицинский альманах. – 2018. – № 2. – С. 190-193.

66. Пухлик, С. М. К вопросу об идиопатическом рините / С. М. Пухлик // Российская ринология. – 1997. – № 2. – С. 14.
67. Рябова, М. А. Патогенетическое обоснование применения лазерной коагуляции при аллергическом и вазомоторном рините / М. А. Рябова, О. М. Колесникова // Российская ринология. – 2014. – Т. 22, № 4. – С. 3
68. Рябова, М. А. Роль изучения эффектов лазерного излучения на биологическую ткань в разработке методов лазерной хирургии в оториноларингологии / М. А. Рябова // Вестник оториноларингологии. – 2008. – № 4. – С. 13-17.
69. Сватко, Л. Г. Значение нейровегетативных нарушений в патогенезе вазомоторного ринита / Л. Г. Сватко, Р. У. Батыршин, Т. Р. Батыршин // Российская ринология. – 2002. – №2. – С. 195-196.
70. Соболев, В. П. Результаты сравнительного рандомизированного исследования эффективности различных методов коррекции носового клапана: субъективная оценка / В. П. Соболев, Ю. Ю. Русецкий, Л. С. Карапетян // Вестник оториноларингологии. – 2015. – Т. 80, № 1. – С. 52-55.
71. Современная малоинвазивная хирургия хронического ринита / А. Н. Гайсина, Т. С. Литовец, Е. С. Штанько [и др.] // Российская ринология. – 2011. – Т. 19, № 2. – С. 29.
72. Современные аспекты хирургического лечения вазомоторного ринита / А. И. Крюков, Г. Ю. Царапкин, О. В. Зайратьянц [и др.] // Российская ринология. – 2017. – Т. 25, № 2. – С. 10-14.
73. Современный взгляд на выбор метода хирургического лечения хронического вазомоторного ринита / А. И. Крюков, Г. Ю. Царапкин, А. В. Артемьева-Карелова [и др.] // Вестник оториноларингологии. – 2017. – Т. 82, № 5. – С. 37-38.
74. Сравнительная характеристика заживления хирургических ран слизистой оболочки полости рта и кожи у домашних свиней. Светооптическое и

электронно-микроскопическое исследование / Ч. Р. Рагимов, Э. К. Гасымов, Т. Р. Кулиев [и др.] // Раны и раневые инфекции. Журнал имени проф. Б. М. Костюченка. – 2015. – Т. 4, № 2. – С. 8-14.

75. Степанов, Е. Н. Роль нарушения микроциркуляции слизистой оболочки полости носа в патогенезе различных форм хронического ринита / Е. Н. Степанов // Практическая медицина. – 2011. – № 5. – С. 11-14.

76. Сущева, Н. А. Оптимизация режимов и способов воздействия на ткани нижних носовых раковин диодного и гольмиевого лазеров при лечении больных вазомоторным ринитом / Н. А. Сущева, Ф. В. Семенов // Российская ринология. – 2017. – Т. 25, № 3. – С. 16-23

77. Тихомирова, Е. К. Экспериментальная оценка биологических эффектов лазера с длиной волны 532 нм в контактном непрерывном режиме при воздействии на ткани с различными оптическими и механическими свойствами / Е. К. Тихомирова // Российская оториноларингология. – 2021. – Т. 20, № 2 (111). – С. 50-55.

78. Хронический ринит: современный взгляд на проблему / А. И. Крюков, Н. Л. Кунельская, Г. Ю. Царапкин [и др.] // Лечебное дело. – 2017. – № 4. – С. 22-26.

79. Шахно, Е. А. Физические основы применения лазеров в медицине / Е. А. Шахно. – СПб.: НИУ ИТМО, 2012. – 129 с.

80. Шиленкова, В. В. Медикаментозный ринит: вопросы и ответы / В. В. Шиленкова // Медицинский Совет. – 2017. – № 8. – С. 112-115.

81. Шумилова, Н. А. Опыт применения высокоэнергетических лазеров в оториноларингологии / Н. А. Шумилова // Folia otorhinolaryngologiae et pathologiae respiratoriae. – 2016. – Т. 22, № 1. – С. 75-83.

82. Шумилова, Н. А. Сравнение биологических эффектов контактного действия полупроводниковых лазеров с длиной волны 1470 и 810 нм в

эксперименте / Н. А. Шумилова, Ю. С. Федотова, М. А. Рябова // Современные технологии в медицине. – 2014. – Т. 6, № 4. – С. 62-67.

83. Щека, С. Г. Состояние микроциркуляции слизистой оболочки полости носа у больных вазомоторным ринитом в сочетании с ишемической болезнью сердца / С. Г. Щека, Л. А. Гребенщикова // Российская оториноларингология. – 2010. – № 3. – С. 166-170.

84. Экспериментальное обоснование выбора длины волны высокоинтенсивного лазерного излучения для малоинвазивного хирургического лечения хронического геморроя / С. В. Шахрай, М. Ю. Гаин, Ю. М. Гаин [и др.] // Казанский медицинский журнал. – 2013. – Т. 92, № 2. – С. 271-277.

85. Эндовенозная лазерная коагуляция подкожных вен нижних конечностей (1470 нм и 1560 нм) в комплексном лечении варикозной болезни / В. А. Янушко, Н. А. Роговой, Д. В. Турлюк [и др.] // Военная медицина. – 2017. – № 4. – С. 74-78.

86. A clinical trial of ipratropium bromide nasal spray in patients with perennial nonallergic rhinitis / E. A. Bronsky, H. Druce, S. R. Findlay [et al.] // J. Allergy Clin. Immunol. – 1995. – Vol. 95, № 5. – P. 1117-22.

87. A pilot study demonstrating the evidence for reflux disease in patients presenting with non-allergic rhinitis (NAR) – reflux disease in association with non-allergic rhinitis / Q. Wang, R. Lenham, X. Wang [et al.] // Annals Of Esophagus. – 2019. – Vol. 2. – P. 1-7.

88. A suspected case of air embolism in endonasal surgery using CO2 laser. / S. H. Han, B. S. Min, K. D. Kwon // Korean J Anesthesiol. – 2013. – Vol. 64, № 2. – P. 189-190.

89. A systematic review of the evidence base for vidian neurectomy in managing rhinitis / T. Marshak, W. Yun, N. Hazout // The Journal of Laryngology & Otology. – 2016. – Vol. 130, № 4. – P. 7-28.

90. Abdullah, B. Surgical Interventions for Inferior Turbinate Hypertrophy: A Comprehensive Review of Current Techniques and Technologies / B. Abdullah, S. Singh // *Int J Environ Res Public Health*. – 2021. – Vol. 18, № 7. – P. 34-41.
91. Abdullah, N. E. Use of the Nd-YAG Laser for Inferior Turbinectomy: A comparative study / N. E. Abdullah, N. A. Al-Muslet // *Clinical medicine Ear, nose and throat*. – 2010. – № 3. – P. 11-15.
92. Accuracy of ImmunoCAP Rapid in the diagnosis of allergic sensitization in children between 1 and 14 years with recurrent wheezing: the IReNE study / C. Diaz-Vazquez, M. J. Torregrosa-Bertet, I. Carvajal-Urueña // *Pediatr. Allergy Immunol.* – 2009. – Vol. 20, № 6. – P. 601-609.
93. Al-Shouk, A. The blood supply of the inferior nasal concha (turbinate): a cadaveric anatomical study / A. Al-Shouk, I. Tatar // *Anat. Sci. Int.* – 2021. – Vol. 96, № 1. – P. 13-19.
94. Allergic Rhinitis and Its Impact on Asthma Working Group. Next-generation Allergic Rhinitis and Its Impact on Asthma (ARIA) guidelines for allergic rhinitis based on Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation (GRADE) and real-world evidence / J. Bousquet, H. J. Schünemann, A. Togias [et al.] // *J. Allergy Clin. Immunol.* – 2020. – Vol. 145, № 1. – P. 70-80.
95. Amin, H. Nasal mucosal pH in different nasal diseases / H. Amin // *Faculty of Benha Medical Journal*. – 2012. – № 2. – P. 1-10.
96. Andersen, I. Measurement of nasal mucociliary clearance / I. Andersen, D. F. Proctor // *Eur. J. Respir. Dis. Suppl.* – 1983. – Vol. 127. – P. 37-40.
97. Anderson, M. Trends in inferior turbinate surgery: analysis of patients using the Medicare database / M. Anderson, J. Liang // *Int. Forum Allergy Rhinol.* – 2018. – Vol. 8, №10. – P. 1169-1174.
98. Atypical Clinical Presentation of Laryngopharyngeal Reflux: A 5-Year Case Series / J.R. Lechien, S. Hans, F. Bobin [et al.] // *J Clin Med.* – 2021. – Vol. 10, № 11. – P. 24-39.

99. Avdeeva, K. S. Towards a new epidemiological definition of chronic rhinitis: prevalence of nasal complaints in the general population / K. S. Avdeeva, W. J. Fokkens, S. Reitsma // *Rhinology*. – 2021. – Vol. 59, № 3. – P. 258-266.
100. Bachert, C. Persistent rhinitis – allergic or nonallergic? / C. Bachert // *Allergy*. – 2004. – Vol. 59. – P. 11-15.
101. Baraniuk, J. N. Nasal reflexes: implications for exercise, breathing, and sex / J. N. Baraniuk, S. J. Merck // *Curr Allergy Asthma Rep*. – 2008. – № 8. – P. 147-153.
102. Baraniuk, J. N. Neuroregulation of human nasal mucosa / J. N. Baraniuk, S. J. Merck // *Ann N Y Acad Sci*. – 2009. Vol. 70, № 11. – P. 604-609.
103. Baraniuk, J. N. Pathogenic Mechanisms of Idiopathic Nonallergic Rhinitis / J. N. Baraniuk // *World Allergy Organ*. – 2009. – № 2. – P. 106-114.
104. Benefits and harm of systemic steroids for short- and long-term use in rhinitis and rhinosinusitis: an EAACI position paper / V. Hox, E. Lourijsen, A. Jordens [et al.] // *Clin. Transl. Allergy*. – 2020. – Vol. 10, № 1. – P. 1-27.
105. Berger, G. The histopathology of the hypertrophic inferior turbinate / G. Berger, S. Gass, D. Ophir // *Arch. Otolaryngol. Head Neck Surg*. – 2006. – Vol. 132, № 6. – P. 588-594.
106. Berger, G. The normal inferior turbinate: histomorphometric analysis and clinical implications / G. Berger, M. Balum-Azim, D. Ophir // *Laryngoscope*. – 2003. – Vol. 113, № 7. – P. 1192-1198.
107. Bergmark, R. W. Surgical Management of Turbinate Hypertrophy / R. W. Bergmark, S. T. Gray // *Otolaryngol. Clin. North Am*. – 2018. – Vol. 51, № 5. – P. 919-928.
108. Bernstein, I. L. Is the use of benzalkonium chloride as a preservative for nasal formulations a safety concern? A cautionary note based on compromised mucociliary transport / I. L. Bernstein // *J. Allergy Clin. Immunol*. – 2000. – Vol. 105, № 1. – P. 39-44.

109. Beule, A. G. Physiology and pathophysiology of respiratory mucosa of the nose and the paranasal sinuses / A. G. Beule // *Curr. Top. Otorhinolaryngol. Head Neck Surg.* – 2010. – № 9. – P. 1-24.
110. Bhandarkar, S. Outcomes of surgery for inferior turbinate hypertrophy / S. Bhandarkar, D. Naveen, L. Timothy // *Current Opinion in Otolaryngology & Head and Neck Surgery.* – 2010. – Vol. 18, № 1. – P. 49-53.
111. BSACI guideline for the diagnosis and management of allergic and non-allergic rhinitis (Revised Edition 2017; First edition 2007) / G. K. Scadding, H. H. Kariyawasam, G. Scadding [et al.] // *Clinical & Experimental Allergy.* – 2017. – Vol. 47, № 7. – P. 856-889.
112. Capsaicin for non-allergic rhinitis / A. Gevorgyan, C. Christine Segboer, R. Gorissen [et al.] // *Cochrane Database of Systematic Reviews.* – 2015. – № 7.
113. Cingi, C. Nasal obstruction as a drug side effect / C. Cingi, T. Ozdoganoglu, M. Songu // *Ther. Adv. Respir. Dis.* – 2010. – Vol. 5, № 3. – P. 157-182.
114. Classification of non-allergic rhinitis based on inflammatory characteristics / Z. Y. Wang, M. J. Jiang, Y. Zhang [et al.] // *Int. J. Clin. Exp. Med.* – 2015. – Vol. 8, № 10. – P. 17523-17529.
115. Clinical and immunological differences between asymptomatic HDM-sensitized and HDM-allergic rhinitis patients / M. Zidarn, M. Robič, A. Krivec [et al.] // *Clin. Exp. Allergy.* – 2019. – Vol. 49, № 6. – P. 808-818.
116. Clinical characteristics of chronic rhinitis patients with high vs low irritant trigger burdens / J. A. Bernstein, L. S. Levin, E. Al-Shuik [et al.] // *Ann. Allergy Asthma Immunol.* – 2012. – Vol. 109. – P. 173–178.
117. Clinical Feasibility Trial of 1,940-nm Diode Laser in Korean Patients with Inferior Turbinate Hypertrophy / S. L. Kang, O. Saehee, K. Dongju [et al.] // *Medical Lasers.* – 2015. – № 4. – P. 60-64.

118. Comparative study of management of inferior turbinate hypertrophy using turbinoplasty assisted by microdebrider or 980 nm diode laser / A. N. Kassab, M. Rifaat, Y. Madian // J. Laryngol. Otol. – 2012. – Vol. 126, № 12. – P. 1231-1237.

119. Comparison of efficacy of potassium titanyl phosphate laser & diode laser in the management of inferior turbinate hypertrophy: A randomized controlled trial / S. P. Ravichandran, K. Ramasamy, P. K. Parida [et al.] // Indian J. Med. – 2020. – Vol. 151, № 6. – P. 578-584.

120. Comparison of laser induced effects on hyperplastic inferior nasal turbinates by means of scanning electron microscopy / P. Janda, R. Sroka, C. S. Betz [et al.] // Lasers Surg. Med. – 2002. – Vol. 30, № 1. – P. 31-39.

121. Comparison of three methods for measuring nasal mucociliary clearance in man / E. Puchelle, F. Aug, Q. T. Pham, A. Bertrand // Acta Otolaryngology. – 1981. – Vol. 91, № 3-4. – P. 297-303.

122. Computed Tomography Measurement of Inferior Turbinate in Asymptomatic Adult / M. W. El-Anwar, A. A. Hamed, G. Abdulmonaem // Int. Arch. Otorhinolaryngol. – 2017. – Vol. 21, № 4. – P. 366-370.

123. Consensus Description of Inclusion and Exclusion Criteria for Clinical Studies of Nonallergic Rhinopathy (NAR), Previously Referred to as Vasomotor Rhinitis (VMR), Nonallergic Rhinitis, and/or Idiopathic Rhinitis / M. A. Kaliner, J. N. Baraniuk, M. S. Benninger [et al.] // The World Allergy Organization journal. – 2009. – Vol. 2, № 8. – P. 180–184.

124. Contact laser turbinate surgery for the treatment of idiopathic rhinitis / Y. G. Min, H. S. Kim, Y. S. Yun [et al.] // Clin. Otolaryngol. Allied Sci. – 1996. – Vol. 21, № 8. – P. 533-536.

125. Crisci, C. D. A Precision Medicine Approach to Rhinitis Evaluation and Management / C. D. Crisci, L. R. F. Arduzzo // Curr. Treat Options Allergy. 2020. – Vol. 7, № 1. – P. 93-109.

126. Dawes, P. J. D. The early complications of inferior turbinectomy // P. J. D. Dawes // The Journal of Laryngology & Otology. – 1987. – Vol. 10, № 11. – P. 1136–1139.

127. Denervation of nasal mucosa induced by posterior nasal neurectomy suppresses nasal secretion, not hypersensitivity, in an allergic rhinitis rat model / H. Nishijima, K. Kondo, M. Toma-Hirano [et al.] // Laboratory Investigation; a Journal of Technical Methods and Pathology. – 2016. – Vol. 96, № 9. – P. 981-993.

128. DeRowe A. Subjective comparison of Nd:YAG, diode and CO2 lasers for endoscopically guided inferior turbinate reduction surgery / A. DeRowe, R. Landsberg, Y. Leonov // American journal of rhinology. – 1998. – Vol. 12, № 3. – P. 209-212.

129. Differences between allergic and nonallergic rhinitis in a large sample of adolescents and adults / E. Molgaard, S. F. Thomsen, T. Lund // Allergy. – 2007. – Vol. 62. – P. 1033-1037.

130. Diode laser – an ideal tool for inferior turbinate reduction in allergic rhinitis / S. K. Bhandary, R. A. Khanna, V. S. Bhat [et al.] // Nitte University Journal of Health sciences. – 2016. – Vol. 6, № 3. – P. 27-32.

131. Diode laser treatment in therapy-resistant allergic rhinitis: impact on nasal obstruction and associated symptoms / P. P. Caffier, H. Scherer, K. Neumann [et al.] // Lasers Med. Sci. – 2011. – Vol. 26, № 1. – P. 57-67.

132. Diode laser treatment of hyperplastic inferior nasal turbinates / P. Janda, R. Sroka, S. Tauber [et al.] // Lasers Surg. Med. – 2000. – Vol. 27. – P. 129-139.

133. Diode laser treatment of hypertrophic inferior turbinates and evaluation of the results with acoustic rhinometry / H. Cakli, C. Cingi, E. Güven // Eur. Arch. Otorhinolaryngol. – 2012. – Vol. 269, № 12. – P. 2511-2517.

134. Diode laser-induced tissue effects: in vitro tissue model study and in vivo evaluation of wound healing following non-contact application / M. Havel, C. S. Betz, A. Leunig [et al.] // Lasers Surg. Med. – 2014. – Vol. 46, № 6. – P. 449-455.

135. Doshi, J. Rhinitis medicamentosa: what an otolaryngologist needs to know / J. Doshi // *Eur. Arch. Otorhinolaryngol.* – 2009. – Vol. 266, № 5. – P. 623-625.
136. Dov, O. Inferior turbinectomy / O. Dov // *Operative techniques in Otolaryngology-Head and Neck Surgery.* – 1991. – Vol. 2, № 5. – P. 189-193.
137. Effect of the KTP laser in inferior turbinate surgery on eosinophil influx in allergic rhinitis / S. Chusakul, T. Choktaweekarn, K. Snidvongs [et al.] // *Otolaryngology – head and neck surgery.* – 2011. – Vol. 144, № 2. – P. 237-240.
138. Efficacy of inferior turbinoplasty with the use of CO2 laser, radiofrequency, and electrocautery / E. P. Prokopakis, E. I. Koudounarakis, G. A. Velegrakis // *Am J Rhinol Allergy.* – 2014. – Vol. 23, № 3. – P. 269-272.
139. Efficacy of KTP laser photocoagulation combined with cautery as treatment for epistaxis in HHT / B. N. Hunter, J. McDonald, K. F. Wilson [et al.] // *J. Otol. Rhinol.* – 2016. – № 5. – P. 5.
140. Eichler, J. A Review of Different Lasers in Endonasal Surgery: Ar-, KTP-, Dye-, Diode-, Nd-, Ho- and CO2-Laser / J. Eichler, O. Gonçalves // *Medical Laser Application.* – 2002. – Vol. 7, № 3. – P. 190-200.
141. Ellegård, E. K. Pregnancy rhinitis / E. K. Ellegård // *Immunol. Allergy Clin. North Am.* – 2006. – Vol. 26, № 1. – P. 119-135
142. Endoscopic potassium-titanyl-phosphate laser treatment for the reduction of hypertrophic inferior nasal turbinate / H. K. Wang, Y. H. Tsai, Y. Y. Wu [et al.] // *Photomed. Laser Surg.* – 2004. – Vol. 33, № 3. – P. 173-176.
143. Endoscopic transnasal vidian neurectomy / R. Kamel, S. Zaher // *Laryngoscope.* – 1991. – Vol. 101, № 3. – P. 316-319
144. Evaluation of the inferior turbinate in patients with deviated nasal septum by using computed tomography / E. Egeli, L. Demirci, B. Yazıcı [et al.] // *Laryngoscope.* – 2004. – Vol. 114, № 1. – P. 113-117.
145. Evidence for an inflammatory pathophysiology in idiopathic rhinitis / D. G. Powe, R. S. Huskisson, A. S. Carney [et al.] // *Clin Exp Allergy.* – 2001. – Vol. 31. – P. 864.

146. Farmer, S. E. Chronic inferior turbinate enlargement and the implications for surgical intervention / S. E. Farmer, R. Eccles // *Rhinology*. – 2006. – Volume 44, № 4. – P. 234-238.
147. Figueroa, J. M. Innervation of nasal turbinate blood vessels in rhinitic and nonrhinitic children / J. M. Figueroa, E. Mansilla, A. M. Suburo // *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* – 1998. – Vol. 157, № 6. – P. 11959-11966.
148. Fukutake, T. Laser surgery for allergic rhinitis / T. Fukutake, T. Kamazava, A. Nakamura // *AORN Journal*. – 1987. – Vol. 46, №4. – P. 756-761.
149. Garth, R. J. Haemorrhage as a complication of inferior turbinectomy: a comparison of anterior and radical trimming / R. J. Garth, H. J. Cox, M. R. Thomas // *Clin. Otolaryngol. Allied Sci.* – 1995. – Vol. 20, № 3. – P. 236-238.
150. Gastritis and gastroesophageal reflux disease are strongly associated with non-allergic nasal disorders // E. Finocchio, F. Locatelli, F. Sanna [et al.] // *BMC Pulm. Med.* – 2021. – Vol. 21. – P. 53.
151. Georgakopoulos, B. Anatomy Head and Neck, Nasal Concha / B. Georgakopoulos, M. H. Hohman, P.H. Le // StatPearls Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. – 2022. – URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31536243/>
152. Golding-Wood, P.H. Vidian neurectomy: its results and complications / P. H. Golding-Wood // *Laryngoscope*. – 1973. – Vol. 83, № 10. – P. 1673-1683.
153. Graf, P. Benzalkonium chloride in a decongestant nasal spray aggravates rhinitis medicamentosa in healthy volunteers / P. Graf, H. Hallén, J. E. Juto // *Clin. Exp. Allergy*. – 1995. – Vol. 25, № 5. – P. 395-400.
154. Graf, P. Effect on the nasal mucosa of long-term treatment with oxymetazoline, benzalkonium chloride, and placebo nasal sprays / P. Graf, H. Hallén // *Laryngoscope*. – 1996. – Vol. 106, № 5 (Pt 1). – P. 605-609.
155. Greiner, A. N. Overview of the treatment of allergic rhinitis and nonallergic rhinopathy / A. N. Greiner, E. O. Meltzer // *Proc. Am. Thorac. Soc.* – 2011. – Vol. 8. – P. 121-131.
156. Histomorphologic study of nasal turbinates after surgical treatment: a comparison of laser surgery and radiofrequency-induced thermotherapy in animals /

Zborayova K., Ryska A., Lansky M. [et al.] // *Acta Oto-laryngologica*. – 2009. – Vol. 129. – P. 550-555.

157. Hol, M. K. S. Treatment of inferior turbinate pathology: a review and critical evaluation of the different techniques / M. K. S. Hol, E.H. Huizing // *Rhinology*. – 2001. – Vol. 38, № 4. – P. 157-166.

158. Immediate and dual response to nasal challenge with *Dermatophagoides pteronyssinus* in local allergic rhinitis / S. Lopez, C. Rondon, M. J. Torres [et al.] // *Clin. Exp. Allergy*. – 2010. – Vol. 40. – P. 1007-1014.

159. Inferior turbinate reduction in children using Holmium YAG laser-a clinical and histological study / S. D. Rejali, T. Upile, D. McLellan [et al.] // *Lasers Surg. Med.* – 2004. – Vol. 34, № 4. – P. 310-314.

160. Inferior Turbinate Reduction: Diode LASER or Conventional Partial Turbinectomy? / V. Doreyawar, R. P. Gadag, M. Dandinarasaiah [et al.] // *Ear Nose Throat J.* – 2021. – Vol. 100, № 2. – P. 125-130.

161. Intranasal corticosteroids for non-allergic rhinitis / C. Segboer, A. Gevorgyan, K. Avdeeva [et al.] // *Cochrane Database of Systematic Reviews*. – 2019. – № 11.

162. Jackson, R. T. Stimulation and section of the vidian nerve in relation to autonomic control of the nasal vasculature / R. T. Jackson, D. W. Rooker // *Laryngoscope*. – 1971. – Vol. 81, № 4. – P. 565–569.

163. Jang, T. Y. Long-term effectiveness and safety of endoscopic vidian neurectomy for the treatment of intractable rhinitis / T. Y. Jang, Y. H. Kim, S. H. Shin // *Clin. Exp. Otorhinolaryngol.* – 2010. – Vol. 3, № 4. – P. 212-216.

164. Jessen, M. Definition, prevalence and development of nasal obstruction / M. Jessen, L. Malm // *Allergy*. – 1997. – Vol. 52. – P. 3-6.

165. Jourdy, D. Inferior turbinate reduction. Operative Techniques / D. Jourdy // *Otolaryngology-Head and Neck Surgery*. – 2014. – Vol. 25, № 2. – P. 160-170.

166. Kaliner, M. A. Classification of Nonallergic Rhinitis Syndromes With a Focus on Vasomotor Rhinitis, Proposed to be Known henceforth as Nonallergic

Rhinopathy / M. A. Kaliner // World Allergy Organ. J. – 2009. – Vol. 2, № 6. – P. 98-101.

167. Kaliner, M.A. Consensus Review and Definition of Nonallergic Rhinitis With a Focus on Vasomotor Rhinitis, Proposed to Be Known henceforth as Nonallergic Rhinopathy: Part 2 / M.A. Kaliner, J.R. Farrar // World Allergy Organ. – 2009. – № 2. – P. 155.

168. Kane, S. A. Introduction to physics in modern medicine / S. A. Kane – 2nd ed. – NW: CRC Press, 2009. – 448 p.

169. Katz, S. Treatment of the obstructive nose by CO₂-laser reduction of the inferior turbinates: technique and results / S. Katz, B. Schmelzer, G. Vidts. Am. J. Rhinol. – 2000. – Vol. 14, № 1. – P. 51-55.

170. Kikawada, T. Endoscopic posterior nasal neurectomy: An alternative to vidian neurectomy / T. Kikawada // Operative Techniques in Otolaryngology-Head and Neck Surgery. – 2007. – Vol. 18, № 4. – P. 297 – 301.

171. Konno, A. Historical, pathophysiological, and therapeutic aspects of vidian neurectomy / A. Konno // Curr. Allergy Asthma Rep. – 2010. – Vol. 10, № 2. – P. 105-112.

172. Krespi, Y. P. Laser ablation of posterior nasal nerves for rhinitis / Y. P. Krespi, K. A. Wilson, V. Kizhner // Am. J. Otolaryngol. – 2020. – Vol. 41, № 3. – P. 1023.

173. Kubota, I. Nasal Function following Carbon Dioxide Laser Turbinate Surgery for Allergy / I. Kubota // American Journal of Rhinology. – 1995. – Vol. 9, № 3. – P. 155-162.

174. Kuenstner, J. T. Spectrophotometry of human hemoglobin in the near infrared region from 1000 to 2500 nm / J. T. Kuenstner, K. H. Norris // J. Near Infrared Spectrosc. – 1994. – № 2. – P. 59-65.

175. La chirurgia funzionale del naso. Quaderni Monografici di Aggiornamento / I. Tasca, C. G. Ceroni, F. Sorace [et al.]. – Italy: TorGraf, 2006. – 85 p.

176. Laser treatment of hyperplastic inferior nasal turbinates: a review / R. Sroka, P. Janda, R. Baumgartner [et al.] // *Lasers in surgery and medicine*. – 2001. – Vol. 28. – P. 404-413.
177. Laser-turbinectomy: Long-term results / S. Lagerholm, G. Harsten, P. Emgård [et al.] // *The Journal of Laryngology & Otology*. – 1999. – Vol. 113, № 6. – P. 529-531.
178. Lau, K. Lasers in Rhinology-An Update / K. Lau, M. Stavrakas, J. Ray // *Ear Nose Throat J*. – 2021. – Vol. 100, № 1. – P. 77-82.
179. Leader, P. Vasomotor Rhinitis / P. Leader, Z. Geiger. – StatPearls Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2021.
180. Lenz, H. 8 years' laser surgery of the inferior turbinates in vasomotor rhinopathy in form of the laser strip carbonization / H. Lenz // *HNO*. – 1985. – Vol. 83. – P. 422-425.
181. Lippert, B. M. Long-term results after laser turbinectomy / B. M. Lippert, J. A. Werner // *Lasers Surg. Med.* – 1998. – Vol. 22, № 2. – P. 126-134.
182. Lo, S.H. Nasal septal abscess as a complication of laser inferior turbinectomy / S.H. Lo, P. C. Wang // *Chang Gung Med J*. – 2004. – Vol. 27, № 5. – P. 390-393.
183. Local allergic rhinitis: concept, pathophysiology, and management / C. Rondón, P. Campo, A. Togias [et al.] // *J. Allergy Clin. Immunol.* – 2012. – Vol. 129. – P. 1460-1467.
184. Local allergic rhinitis: Evolution of concepts / C. Incorvaia, N. Fuiano, I. Martignago [et al.] // *Clin. Transl. Allergy*. – 2017. – Vol. 38. – P. 1-4.
185. Local IgE in Non-Allergic Rhinitis / P. Campo, C. Rondón, H. J. Gould [et al.] // *Clin. Exp. Allergy*. – 2015. – Vol. 45, № 5. – P. 872-81.
186. Long-term follow-up of KTP laser turbinate reduction for the treatment of obstructive rhinopathy / H. Raja, S. Mitchell, G. Barrett [et al.] // *Ear Nose Throat J*. – 2017. – Vol. 96, № 4-5. – P. 170-182.

187. Marple, B. Safety review of benzalkonium chloride used as a preservative in intranasal solutions: an overview of conflicting data and opinions / B. Marple, P. Roland, M. Benninger // *Otolaryngol. Head Neck Surg.* – 2004. – Vol. 130, № 1. – P. 131-141.
188. Mathai, J. Inferior turbinectomy for nasal obstruction review of 75 cases / J. Mathai // *Indian journal of otolaryngology and head and neck surgery.* – 2004. – Vol. 56, № 1. – P. 23-26.
189. Meltzer, E. O. The treatment of vasomotor rhinitis with intranasal corticosteroids / E. O. Meltzer // *The World Allergy Organization journal.* – 2004. – Vol. 2, № 8. – P. 166–179.
190. Mometasone furoate nasal spray in the treatment of perennial non-allergic rhinitis: a nordic, multicenter, randomized, double-blind, placebo-controlled study / L. Lundblad, P. Sipila, T. Farstad // *Acta Otolaryngol.* – 2001. – Vol. 121. – P. 505–509.
191. Nasal eosinophilia as a marker for allergic rhinitis: a controlled study of 50 patients / A. Ahmadiafshar, D. Taghiloo, A. Esmailzadeh [et al.] // *Ear Nose Throat J.* – 2012. – Vol. 91, №3. – P. 122-124.
192. Nasal smear eosinophils and allergic rhinitis / I. Pal, A. Sinha Babu, I. Halder, Kumar S. // *Ear Nose Throat J.* – 2017. – Vol. 96, № 10-11. – P. 17-22. 2017
193. Nd:YAG laser turbinate surgery animal experimental study: preliminary report / M. Goldsher, H. Z. Joachims, A. Golz // *Laryngoscope.* – 1995. – Vol. 105, № 3 Pt 1. – P. 319-321.
194. Negative Auswirkungen der Streifenconchotomie auf die intranasale Klimatisierung [In German] / F. Sommer, A. S. Grossi, M. O. Scheithauer [et al.] // *HNO.* – 2019. – Vol. 67, № 5. – P. 373-378.
195. Neri, G. Turbinate Surgery in Chronic Rhinosinusitis: Techniques and Ultrastructural Outcomes /G. Neri, F. Cazzato, E. Vestrini [et al.] // *Rhinosinusitis.* – 2019. – URL: <https://www.intechopen.com/chapters/65767>
196. Neskey, D. Nasal, septal, and turbinate anatomy and embryology / D. Neskey, J. A. Eloy, R.R. Casiano // *Otolaryngol. Clin. North Am.* – 2009. – Vol. 42, № 2. – P. 193-205.

197. Neuropeptide Y is a vasoconstrictor in human nasal mucosa / J. N. Baraniuk, P. B. Silver, M. A. Kaliner [et al.] // J. Appl. Physiol. – 1992. – Vol. 73. – P. 1867-1872.
198. New Findings in Nonallergic Rhinitis and Local Allergic Rhinitis / C. L. Segboer, C. M. van Drunen, I. Terreehorst [et al.] // Curr. Otorhinolaryngol. – 2013. – № 1. – P. 106-112.
199. Non allergic rhinitis: prevalence, clinical profile and knowledge gaps in literature / D. Bhargava, K. Bhargava, A. Al-Abri [et al.] // Oman Med. J. – 2011. – Vol. 26, № 6. – P. 416-20.
200. Non-allergic rhinitis with eosinophilia syndrome is not associated with local production of specific IgE in nasal mucosa / S. Becker, J. Rasp, K. Eder [et. al] Eur Arch Otorhinolaryngol. – 2016. Vol. 273, № 6. – P. 1469-75.
201. Non-allergic rhinitis with eosinophilic syndrome. Case report / R. Collado-Chagoya, J. Hernández-Romero, G. A. Eliosa-Alvarado [et al.] Rev. Alerg. Mex. – 2018. – Vol. 65, № 3. – P. 310-315.
202. Non-allergic rhinitis: Position paper of the European Academy of Allergy and Clinical Immunology / P. W. Hellings, L. Klimek, C. Cingi [et al.] // Allergy. – 2017. – Vol. 72, № 11. – P. 1657-1665.
203. Nonallergic rhinitis and its association with smokig and lower airway disease: a general population study / K. Hakansson, C. von Buchwald, S. F. Thomsen [et al.] // Am. J. Rhinol. Allergy. – 2011. – Vol. 25, № 1. – P. 25-29.
204. Nonallergic rhinitis with eosinophilia syndrome / A. K. Ellis, P. K. Keith // Curr. Allergy Asthma Rep. – 2006. – Vol. 6, № 3. – P. 215-220.
205. Normal wound healing of the paranasal sinuses: Clinical and experimental investigations / W. Hosemann, M. E. Wigand, U. Göde [et al.] // Eur. Arch. Otorhinolaryngol. – 1991. – Vol. 248. – P. 390-394.
206. Nyenhuis, S. Rhinitis in Older Adults / S. Nyenhuis, S. K. Mathur // Curr. Allergy Asthma Rep. – 2013. – Vol. 13, № 2. – P. 171-177.
207. Ozcan, C. Botulinum Toxin for Rhinitis / C. Ozcan, O. Ismi // Curr. Allergy Asthma Rep. – 2016. – Vol. 16, № 8. – P. 58.

208. Paediatric rhinitis: position paper of the European Academy of Allergy and Clinical Immunology / G. Roberts, M. Xatzipsalti, L. M. Borrego [et al.] // *Allergy*. – 2013. – Vol. 68, № 9. – P. 1102-1116.
209. Papadopoulos N.G. Rhinitis Subtypes, Endotypes, and Definitions / N. G. Papadopoulos // *Immunol. Allergy Clin. N. Am.* – 2016. – Vol. 36. – P. 215-233.
210. Parameters for argon laser surgery of the lower human turbinates. In Vitro experiments / H. Lenz, J. Eichler, G. Schafer [et al.] // *Acta Otolaryngol.* – 1977. – Vol. 83. – P. 360-365.
211. Particularities and Clinical Applicability of Saccharin Transit Time Test / F. Rodrigues, A. Freire, J. Uzeloto [et al.] // *International Archives of Otorhinolaryngology*. – 2019. – Vol. 23, № 2. – P. 229-240.
212. Pattanaik, D. Vasomotor rhinitis / D. Pattanaik, P. Lieberman // *Curr. Allergy Asthma Rep.* – 2003. – Vol. 10, № 2. – P. 84-91.
213. Philpott, C. M. Nasal pathophysiology and its relationship to the female ovarian hormones / C. M. Philpott, A. M. Robinson, G. E. Murty // *J. Otolaryngol. Head Neck Surg.* – 2008. – Vol. 37, № 4. – P. 540-546.
214. Pinto, J. M. Rhinitis in the geriatric population / J. M. Pinto, S. Jeswani // *Allergy, Asthma & Clinical Immunology*. – 2010. – Vol. 10, № 6. – P. 1-12.
215. Prevalence, classification and perception of allergic and non allergic rhinitis in Belgium / C. Bachert, P. Van Cauwenberge, J. Olbrecht [et al.] // *Allergy*. – 2006. – Vol. 61. – P. 693-698.
216. Probable case of vascular air embolism during endonasal CO₂ laser surgery / D. Osti, E. Ferri, G. Caggese [et al.] // *Minerva Anesthesiol.* – 2009. – Vol. 75. – P. 275-279.
217. Rasp, G. Eosinophil inflammation of the nasal mucosa in allergic and non-allergic rhinitis measured by eosinophil cationic protein levels in native nasal fluid and serum / G. Rasp, P. A. Thomas, J. Bujía // *Clin. Exp. Allergy*. – 1994. – Vol. 24, № 12. – P. 1151-1156.
218. Rebound congestion and rhinitis medicamentosa: nasal decongestants in clinical practice. Critical review of the literature by a medical panel / G. Mortuaire, L. de

Gabory, M. François // Eur. Ann. Otorhinolaryngol Head Neck Dis. – 2013. – Vol. 130, № 3. – P. 137-144.

219. Rhinitis medicamentosa: electron microscopic changes of human nasal mucosa / S. Knipping, H. J. Holzhausen, G. Goetze // Otolaryngol. Head Neck Surg. – 2007. – Vol. 136, № 1. – P. 57-61.

220. Rhinitis medicamentosa: therapeutic effect of diode laser inferior turbinate reduction on nasal obstruction and decongestant abuse / P. P. Caffier, K. Frieler, H. Scherer // Am. J. Rhinol. – 2008. – Vol. 22, № 4. – P. 433-439.

221. Rhinorrhea is decreased in dogs after nasal application of botulinum toxin / C. M. Shaari, I. Sanders, B. L. Wu [et al.] // Otolaryngol. Head Neck Surg. – 1995. – Vol. 112, № 4. – P. 566-571.

222. Rutland J, Cole PJ. Non-invasive sampling of nasal cilia for measurement of beat frequency and study of ultrastructure / J. Rutland, P. J. Cole // Lancet. – 1980. – № 2. – P. 564-565.

223. Sacre, J. A. Rinitis crónica no alérgica [Non-allergic chronic rhinitis] / J. A. Sacre // Rev. Alerg. Mex. – 2010. – Vol. 57, № 3. – P. 85-95.

224. Sanico, A. Noninfectious, nonallergic rhinitis (NINAR): considerations on possible mechanisms / A. Sanico, A. Togias // Am. J. Rhinol. – 1998. – Vol. 12. – P. 65-72.

225. Scott, J. R. Vascular Anatomy of the Inferior Turbinate and Its Clinical Implications / J. R. Scott, A. J. Psaltis, P. J. Wormald // Am. J. Rhinol. Allergy. – 2020. – Vol. 34, № 5. – P. 604-609.

226. Settipane, R. A. Epidemiology of rhinitis: allergic and nonallergic / R. A. Settipane, D. R. Charnock // Clin. Allergy Immunol. – 2007. – № 19. – P. 23-24.

227. Settipane, R. A. Nonallergic Rhinitis / R. A. Settipane, M. A. Kaliner // American Journal of Rhinology & Allergy. – 2013. – Vol. 27, № 3. – P. 48-51.

228. Slavin, R. G. Diagnosis and treatment of rhinitis and sinusitis in the elderly / R. G. Slavin // Immunology and allergy clinics of North America. – 1997. – Vol. 17, № 4. – P. 1-4.

229. Slavin, R. G. Treating rhinitis in the older population: special considerations / R. G. Slavin // *Allergy, Asthma & Clinical Immunology*. – 2009. – Vol. 9, № 5. – P. 1-4.
230. State and trait anxiety in women affected by allergic and vasomotor rhinitis / G. Addolorato, C. Ancona, E. Capristo [et. al] // *J Psychosom Res*. – 1999. – Vol. 46, № 3. – P. 283-289.
231. Stewart, M. G. Development and validation of the Nasal Obstruction Symptom Evaluation (NOSE) scale / M. G. Stewart, D. L. Witsell, T. L. Smith // *Otolaryngol Head Neck Surg*. – 2004. – Vol. 130. – P. 157-163.
232. Substance P and neurokinin A in human nasal mucosa / J. N. Baraniuk, J. D. Lundgren, M. Okayama [et. al.] // *Am J Respir Cell Mol Biol*. – 1991. – № 4. – P. 228-236.
233. The inferior turbinate: An autonomic organ / D. H. Smith, C. D. Brook, S. Virani [et. al.] // *Am. J. Otolaryngol*. – 2018. – Vol. 39, № 6. – P. 771-775.
234. The practical benefit of Phadiatop test as the first-line in vitro allergen-specific immunoglobulin E (sIgE) screening of aeroallergens among Chinese asthmatics: a validation study / G. Zeng, H. Hu, P. Zheng [et al.] // *Ann. Transl. Med*. – 2018. – Vol. 6, №8. – P. 151.
235. The prevalence of non-allergic rhinitis phenotypes in the general population: A cross-sectional study / K. S. Avdeeva, W. J. Fokkens, C. L. Segboer [et. al.] // *Allergy*. – 2022. – № 1. – P. 1-12.
236. The Role of Phadiatop Tests and Total Immunoglobulin E Levels in Screening Aeroallergens: A Hospital-Based Cohort Study / Y. C. Chang, T. J. Lee, C. C. Huang [et al.] // *J. Asthma Allergy*. – 2021. – Vol. 17, № 14. – P. 135-140.
237. Tran, N. P. Management of rhinitis: allergic and non-allergic / N. P. Tran, J. Vickery, M. S. Blaiss // *Allergy Asthma Immunol. Res*. – 2011. – Vol. 3, № 3. – P. 148-156.
238. Treatment of inferior turbinate hypertrophy: A randomized clinical trial / D. Passàli, F. M. Passàli, V. Damiani [et al.] // *Annals of Otolology, Rhinology and Laryngology*. – 2003. – Vol. 112, № 8. – P. 683-688.

239. Turbinoplasty of hypertrophied inferior turbinate by diode laser / M. R. Hoque, A. Rasel, M. K. Asad [et. al.] // Bangladesh Journal of Otorhinolaryngology. – 2010. – Vol. 16, № 1. – P. 29-34.

240. Use of ipratropium bromide nasal spray in chronic treatment of nonallergic perennial rhinitis, alone and in combination with other perennial rhinitis medications / J. Grossman, C. Banov, P. Boggs [et al.] // J. Allergy Clin. Immunol. – 1995. – Vol. 95, № 5 (Pt 1). – P. 1123-1127.

241. Venous air embolism during the use of a Nd YAG laser / M. Aqil, A. Ulhaq, A. Arafat [et al.] // Anaesthesia. – 2008. – Vol. 63, № 9. – P. 1006-1009.

242. Wedge turbinectomy: a new combined photocoagulative Nd:YAG laser technique / A. Vagnetti, E. Gobbi, G. M. Algieri [et. al.] // Laryngoscope. – 2000. – Vol. 110. – P. 1034-1036.

243. Wise, S. K. International consensus statement on allergy and rhinology: allergic rhinitis – executive summary / S. K. Wise, S. Y. Lin, E. Toskala // Int. Forum Allergy Rhinol. – 2018. – Vol. 8. – P. 85-107.

244. Yan, C. H. Surgical Management of Nonallergic Rhinitis. Otolaryngol. / C. H. Yan, P. H. Hwang // Clin. North Am. – 2018. – Vol. 51, № 5. – P. 945-955.

245. Yu, W. Expression of growth factors in early wound healing in rat skin / W. Yu, J.O. Naim, R.J. Lanzafame // Lasers surg. Med. – 1994. – Vol. 15. – P. 281-289.