

На правах рукописи

СТЕПАНОВА ВАЛЕРИЯ АНТОНОВНА

**ПРИМЕНЕНИЕ ИМПУЛЬСНЫХ РЕЖИМОВ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С
ДЛИНОЙ ВОЛНЫ 445 НМ В ХИРУРГИИ ГОЛОСОВЫХ СКЛАДОК**

3.1.3. Оториноларингология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Санкт-Петербург – 2024

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении 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).

Научный руководитель:

Профессор кафедры оториноларингологии
с клиникой ФГБОУ ВО ПСПбГМУ
им. акад. И.П. Павлова Минздрава России,
доктор медицинских наук

Рябова Марина Андреевна

Официальные оппоненты:

Профессор кафедры оториноларингологии
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный
педиатрический медицинский университет»
Минздрава России, доктор медицинских наук

Захарова Мария Леонидовна

Профессор кафедры оториноларингологии
ФГБОУ ВО «Ярославский государственный
медицинский университет» Минздрава России,
доктор медицинских наук

Шиленкова Виктория Викторовна

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

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

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

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

Автореферат разослан «___» _____ г.

Ученый секретарь
диссертационного совета:
кандидат медицинских наук

Щербакова Яна Леонидовна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

Эндоларингеальная фонохирургия подразумевает собой максимальную сохранность анатомически и функционально значимых структур гортани в сочетании с радикальностью в отношении патологического процесса (Remacle M. et al., 2003; Плужников М.С. и др., 2005; Кривопапов А.А., 2021). В настоящее время большинство фонохирургических вмешательств проводится в условиях общей анестезии с использованием операционного микроскопа (Кривопапов А.А., 2021).

Общепринятым принципом современной хирургии голосовых складок является сохранение в ходе операции как неповрежденной слизистой оболочки, так и промежуточного и глубокого слоев собственной пластинки, что важно для восстановления голоса. Принципиальным является сохранение волнообразного скольжения, вибрации слизистой оболочки и подслизистого слоя над относительно неподвижной голосовой мышцей (Кривопапов А.А., 2021).

С позиции мукоондулярной теории голосообразования вибрацией голосовых складок считается волнообразное скольжение слизистой оболочки, покрывающей голосовые складки, возникающее в подскладочной области и распространяющееся снизу вверх, таким образом, происходит скольжение покровного слоя голосовой складки относительно ее тела. По данным ряда публикаций поверхностный слой голосовой складки составляет порядка 30-40% всей глубины собственной пластинки, толщина которой, в свою очередь, составляет в среднем 1 мм (Nick J I Hamilton, 2023; Woodson G., 2012). Глубина эпителия истинной голосовой складки при этом – порядка 80-100 мкм и, таким образом, глубина покровного слоя голосовой складки составляет в среднем 400-500 мкм, в пределах которого допускается проведение фонохирургического вмешательства во избежание связывания его рубцовой тканью с телом голосовой складки и ограничения подвижности (Кривопапов А.А., 2022). Высокое содержание фибробластов в собственной пластинке слизистой оболочки потенциально предрасполагает к избыточному рубцеванию вследствие операционной травмы (Hirano M. et al., 1999). Рубцы, в свою очередь, приводят к чрезмерной жесткости голосовых складок, что провоцирует уменьшение или исчезновение вибрационной волны слизистой оболочки голосовых складок.

Высокая кровоточивость некоторых патологических образований голосовых складок создает определенные технические сложности при использовании холодного микроинструментария, что в ряде случаев обуславливает необходимость применения коагулятора и иных методов местного гемостаза и провоцирует при этом неконтролируемое глубокое травмирование слизистой оболочки и подслизистого слоя. В связи с этим в современной хирургии голосовых складок все чаще предпочтение отдают лазерной микрофонохирургии. Однако, безусловно выбор хирургической техники в первую очередь зависит от квалификации и опыта фонохирурга, а также от оснащенности стационара (Keilmann A. et al., 1997; Кривопапов А.А., 2021; Кривопапов А.А., 2022).

При лазерной микрофонохирургии на конечный результат оказывает влияние ряд факторов: тип используемого лазера, параметры лазерного воздействия, износоустойчивость оборудования, стиль и опыт хирурга. Лазерная фонохирургия по-прежнему является развивающимся направлением медицины, при этом применение холодных микроинструментов остается золотым стандартом при данных типах вмешательств, что объясняет актуальность сравнения эффективности и безопасности нового лазерного излучения и режима, в сопоставлении с результатами применения холодных микроинструментов.

Степень разработанности темы исследования

Относительно недавно на рынке появился полупроводниковый лазер с длиной волны 445 нм, который по своим режущим свойствам близок к CO₂-лазеру, а по своим фотоангиолитическим – к КТР, PDL-лазерам. При этом лазерное излучение может передаваться через небольшие оптические волокна диаметром 300-400 мкм, что позволяет хирургу свободнее манипулировать в ходе операции на голосовых складках, в том числе через рабочий канал гибкого эндоскопа. Дополнительными преимуществами являются портативность лазера, возможность потенциального снижения частоты импульса до 1 мс, а также доступная стоимость и недорогое техническое обслуживание (Кривопапов А.А., 2021; Hess M. M. et al., 2018).

В России первые исследования эффективности хирургии гортани с использованием лазера 445 нм принадлежат коллективу авторов из Санкт-Петербургского научно-исследовательского института уха, горла, носа и речи. Ими проведено большое исследование, по результатам которого клинически доказаны лучшие функциональные результаты и эффективность лазера 445 нм с применением его в импульсно-периодическом режиме в сравнении с хирургией голосовых складок с использованием лазера с длиной волны 980 нм (Кривопапов А.А., 2021; Кривопапов А.А., 2022; Кривопапов А.А., 2023).

При этом в настоящее время в англо- и русскоязычной литературе не представлено крупных исследований, сравнивающих эффективность и безопасность фонохирургии с применением «синего» лазера в сравнении с применением холодных микроинструментов, которые по-прежнему считаются «золотым стандартом» для данного типа хирургических вмешательств. Соответственно, это обуславливает актуальность изучения эффективности и безопасности выбранной длины волны полупроводникового лазера в фонохирургии.

Цель исследования

Разработка эффективного и безопасного способа фонохирургического лечения голосовых складок с использованием импульсных режимов полупроводникового лазера с длиной волны 445 нм.

Задачи исследования

1. Экспериментально на биологической модели разработать параметры лазерного воздействия с длиной волны 445 нм, не травмирующие промежуточный и глубокий слой собственной пластинки слизистой оболочки голосовых складок.
2. Разработать методику хирургии голосовых складок с использованием лазера с длиной волны 445 нм.
3. Сравнить особенности течения послеоперационного периода, скорость восстановления вибраторного цикла голосовых складок и восстановления голосовой функции после воздействия лазером с длиной волны 445 нм в сравнении с применением холодных инструментов.
4. Оценить функциональные результаты в отдаленном периоде после воздействия полупроводниковым лазером с длиной волны 445 нм в сравнении с холодным инструментарием.

Научная новизна

Впервые проведены экспериментальные исследования по обоснованию оптимального импульсного режима лазерного воздействия с применением лазера с длиной волны 445 нм *ex vivo* на голосовых складках свиней.

Впервые проведена сравнительная оценка выраженности реактивных воспалительных явлений у пациентов с хроническими заболеваниями голосовых складок, прооперированных с применением полупроводникового лазера с длиной волны 445 нм и с

использованием классической методики фонохирургии – с холодным микроинструментарием.

Впервые проанализированы и сопоставлены функциональные результаты проведенных хирургических вмешательств у пациентов с хроническими заболеваниями голосовых складок, прооперированных с применением полупроводникового лазера с длиной волны 445 нм и холодного микроинструментария.

Теоретическая и практическая значимость работы

Разработан, апробирован и внедрен в практику новый метод фонохирургического вмешательства с использованием полупроводникового лазера с длиной волны 445 нм, который позволяет сохранить вибраторный цикл голосовых складок, обеспечивает хорошие функциональные результаты в отдаленном периоде. Предложенная методика нанесения лазерных воздействий при органических заболеваниях голосовых складок легко воспроизводима и обеспечивает минимизацию рисков рубцевания в месте оперативного вмешательства.

Методология и методы исследования

Методологическими подходами диссертационного исследования явились современные подходы в естествознании – проблемный, интегративный и системный. Диссертационная работа строилась по классическому типу построения научного исследования, основные принципы которого соответствовали принципам доказательной медицины. Работа выполнена в дизайне когортного проспективного исследования с использованием метода подобранных пар. При сборе данных использовались такие методы исследования, как экспериментальный, морфологический, клинический и инструментальный. При анализе полученных результатов исследования использовали как количественные, так и качественные методы, статистическую обработку результатов с использованием критериев достоверности для равномерных выборок.

Положения, выносимые на защиту

1. Оптимальным режимом воздействия полупроводникового лазера с длиной волны 445 нм, предотвращающего травму промежуточного и глубокого слоев собственной пластинки слизистой оболочки голосовой складки, является контактный режим с воздействием отдельными точечными импульсами на мощности 13 Вт при длительности импульса 10-20 мс.
2. Предложенный метод лечения хронических заболеваний голосовых складок с применением полупроводникового лазера с длиной волны 445 нм является эффективным и безопасным.
3. Функциональные результаты фонохирургических вмешательств, выполненных с применением полупроводникового лазера с длиной волны 445 нм, сопоставимы с результатами аналогичных вмешательств, проведенных с использованием холодного микроинструментария.

Внедрение результатов работы

Результаты диссертационного исследования внедрены в лечебно-диагностический план клиники оториноларингологии Первого Санкт-Петербургского государственного медицинского университета им. акад. И.П. Павлова, ФГБУ «КДЦ с поликлиникой» Управления делами Президента РФ и могут быть использованы в работе оториноларингологов в стационарных условиях. Результаты исследования внедрены в учебный процесс кафедры оториноларингологии, а также в научную практику ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова Минздрава России.

Степень достоверности и апробация работы

Достоверность результатов проведенного нами исследования характеризуется применением современных методов получения и обработки информации, репрезентативностью результатов исследования, достаточным количеством пациентов (100 человек), использованием современных способов статистической обработки информации.

Основные положения работы доложены на заседаниях кафедры оториноларингологии ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. И. П. Павлова Минздрава России; на международной конференции «Лазеры в оториноларингологии: за и против» (г. Минск, Беларусь; 2022); на пленарных заседаниях Ассоциации оториноларингологов Санкт-Петербурга (г. Санкт-Петербург; 2022, 2023 г.); на X юбилейном международном междисциплинарном конгрессе по заболеваниям головы и шеи (г. Москва; май, 2022 г.); на XI международном междисциплинарном конгрессе по заболеваниям органов головы и шеи (г. Санкт-Петербург; июнь, 2023 г.); на III Научно-практической конференции «Лазерная и фотодинамическая терапия: актуальные вопросы, достижения, инновации» (г. Обнинск, март, 2024 г.); на научно-практической конференции «Университетская медицина в оториноларингологии: междисциплинарные вопросы» (г. Санкт-Петербург, апрель, 2024 г.), на научной конференции «Актуальные проблемы театральной фонологии» (г. Санкт-Петербург, апрель, 2024 г.).

Публикации

По теме диссертационного исследования опубликовано 7 печатных работ, из них 3 – входят в базу данных научного цитирования Scopus, 6 – в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень, рекомендованных Высшей Аттестационной Комиссией Минобрнауки России для публикации основных научных результатов диссертации, 1 – глава в учебно-методическом пособии.

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. Диссертант принимал участие во всех хирургических вмешательствах и ведении послеоперационного периода каждого пациента. Автор выполнил разработку компьютерной базы данных, включающей исследуемые показатели. Самостоятельно провел статистическую обработку результатов экспериментальной и клинической части исследования. Автором лично проведен анализ, интерпретация и изложение полученных данных, формулирование выводов и практических рекомендаций.

Структура и объем диссертации

Диссертационная работа изложена на 141 странице машинописного текста и состоит из введения, четырех глав, общего заключения, выводов и практических рекомендаций. Список литературы включает 153 библиографических источника, в том числе 41 работа отечественных и 112 зарубежных авторов. Диссертация иллюстрирована 26 рисунками и 19 таблицами.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Исследовательская работа проводилась в два этапа: 1. Экспериментальное исследование с выполнением морфологического исследования изменений, обусловленных воздействием лазерного излучения на биологической модели, с определением наиболее оптимальных режимов воздействия; 2. Клинический этап с проведением хирургического лечения и послеоперационного обследования пациентов с хроническими заболеваниями гортани.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Материалы и методы. Исследование выполнялось на базе кафедры оториноларингологии ПСПбГМУ им. академика И.П. Павлова. В качестве биологической модели использовались голосовые складки свиней *ex vivo*. У свиней можно выделить тенденцию к аналогичному человеческому трехслойному строению собственной пластинки голосовой складки с похожим соотношением коллагеновых и эластических волокон на протяжении всей глубины собственной пластинки. Толщина слизистой оболочки голосовых складок свиней в среднем составляет 0,9 мм (Alipour, F. et al, 2013). По данным акустического анализа естественной фонации животных было обнаружено, что диапазон частот фонации у свиней наиболее близок к таковому у человека (Schlegel P. et al., 2021). Таким образом, вышеперечисленные факторы подчеркивают обоснованность использования голосовых складок свиней в качестве экспериментального объекта для отработки разных режимов лазерного излучения.

В экспериментальном исследовании изучались биологические эффекты хирургического полупроводникового лазера с длиной волны 445 нм в контактном импульсном режиме (Аппарат лазерный хирургический «Alta», ООО НТО «ИРЭ-Полюс», Москва, максимальная выходная мощность излучения 13 Вт), регистрационное удостоверение № РЗН 2020/13139 от 12 января 2021 года.

В ходе эксперимента полупроводниковый лазер с длиной волны 445 нм использовался в импульсном режиме методикой нанесения отдельных точечных лазерных воздействий в контактном режиме на максимальной мощности 13 Вт с длительностью отдельных импульсов 10, 20, 50 и 100 мс. Для каждого импульсного режима было выполнено 10 отдельных лазерных воздействий по медиальному краю одной голосовой складки, для доставки излучения использовалось оптическое волокно с диаметром сердцевины 400 мкм. В последующем по стандартной методике проводилась подготовка гистологического материала. Морфометрия производилась с помощью анализатора изображений Aperio ImageScope 12.4.6.5003. Для каждого отдельно взятого точечного импульса было проведено 10 измерений по каждому из параметров, а именно: глубина и ширина кратера абляции, который формируется за счет высокой плотности мощности в зоне контакта оптического волокна с поверхностью ткани и гистологически характеризуется прерыванием нормального многослойного плоского неороговевающего эпителия с формированием оптически пустой зоны; а также оценка зоны бокового термического повреждения, которая гистологически определяется в виде нарушения ядерного строения и дезориентации хода эластических и коллагеновых волокон.

Результаты экспериментальной части исследования. При микроскопической оценке результатов было получено и подвергнуто статистической обработке 1200 показателей. При выполнении точечных лазерных импульсных воздействий с использованием лазера с длиной волны 445 нм увеличение длительности импульса закономерно приводит к увеличению глубины кратера абляции и увеличению толщины зоны бокового термического повреждения, при этом значимого увеличения ширины кратера абляции не отмечается (рисунок 1). При расчете коэффициентов корреляции Спирмена для взаимосвязи между длительностью импульса и глубиной кратера абляции данный коэффициент составил 0,81, для толщины зоны бокового термического повреждения – 0,74, для ширины кратера абляции – 0,45. Р-значение в каждом случае – меньше 0,05.

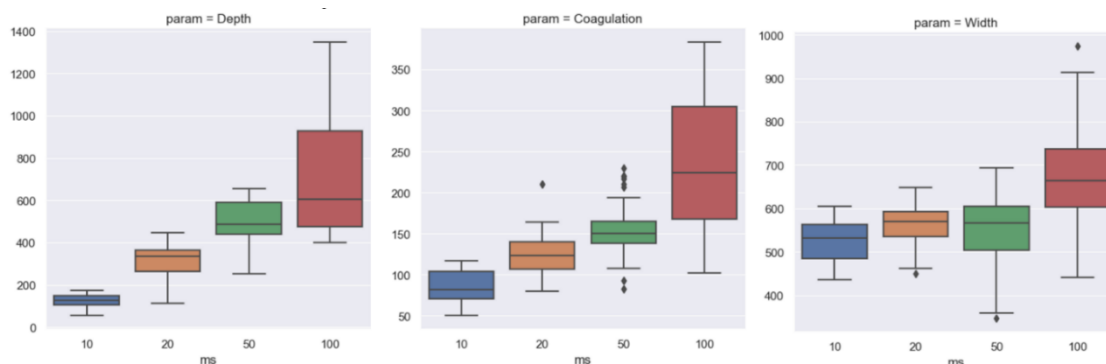


Рисунок 1 – Зависимость глубины кратера абляции в мкм (слева, ось y), толщины зоны бокового термического повреждения в мкм (в центре, ось y) и ширины кратера абляции (справа, ось y) от длительности импульса лазерного воздействия в мс (ось x)

Данные статистического анализа проведенных измерений представлены в таблице 1.

Таблица 1. Зависимость глубины, ширины кратера абляции и зоны бокового термического повреждения от длительности импульсного лазерного воздействия с длиной волны 445 нм

		Глубина кратера абляции, мкм	Зона бокового термического повреждения, мкм	Ширина кратера абляции, мкм
10 мс	Среднее значение (стандартное отклонение)	124,8 (32,9)	85,2 (20,0)	526,6 (55,2)
	Мин; макс	104; 148	71; 104	485; 563
20 мс	Среднее значение (стандартное отклонение)	312,5 (83,8)	126,8 (27,8)	564,0 (51,7)
	Мин; макс	262; 365	107; 140	536; 593
50 мс	Среднее значение (стандартное отклонение)	498,6 (93,7)	152,4 (30,6)	548,7 (90,1)
	Мин; макс	440; 592	138; 165	504; 604

Продолжение таблицы 1

100 мс	Среднее значение (стандартное отклонение)	730,3 (313,9)	235,7 (82,6)	673,4 (115,7)
	Мин; макс	475; 926	168; 304	602; 737

Из представленных данных видно, что максимально возможная зона повреждения голосовой складки после воздействия лазерным излучением с длительностью импульса 10 мс составляет порядка 0,25 мм, что исключает возможные риски избыточного повреждения голосовой складки, однако потенциально делает процесс фонохирургического вмешательства более трудоемким и длительным в случаях более объемных патологических образований голосовых складок. В свою очередь, максимально возможные зоны абляции и коагуляции для импульсов, длительностью 20 и 50 мс, составляют 0,5 и 0,75 мм, соответственно. И, таким образом, с учетом глубины эпителия и поверхностного слоя собственной пластинки наиболее безопасным является точечное лазерное воздействие с длительностью импульса 20 мс.

КЛИНИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Методы обследования пациентов. Всем пациентам проводилось стандартное предоперационное обследование на догоспитальном этапе. В рамках настоящего исследования больным проводили эндовидеоларингоскопию и ларингостробоскопию с фото- и видеофиксацией накануне операции, на 1-е, 3-и, 5-е, 7-е сутки после операции, затем через 1 месяц после операции. Акустический анализ голоса, а также определение индекса нарушения качества голоса по результатам валидизированного опросника VHI10рус проводили накануне операции и через 1 месяц после операции. Все полученные данные фиксировали в индивидуальной карте пациента с занесением результатов в базу данных Excel.

Оценка видеоларингостробоскопического исследования проводилась в баллах от 0 до 3 для каждого из следующих параметров: наличие и выраженность слизистой волны; симметричность колебаний голосовых складок; регулярность колебаний; степень смыкания голосовых складок; амплитуда колебательных движений (Степанова Ю.Е., 2020). Максимальная сумма баллов для каждой контрольной точки исследования составила 15. В ходе оценки 0 баллов соответствовало абсолютной норме, 1 балл – минимально выраженным, нестойким нарушениям, 2 балла – стойкие выраженные изменения на одной стороне, 3 балла – стойкие изменения на обеих складках.

Оценка выраженности реактивных воспалительных явлений проводилась по данным эндовидеоларингоскопии на основании наличия и выраженности гиперемии, фибринового налета и инъекции или гематомы в зоне оперативного вмешательства, с использованием балльной системы, в баллах от 0 до 3: 0 баллов – симптом отсутствовал, 1 балл – симптом незначительно выражен, 2 балла – умеренно выражен и 3 балла – симптом значительно выражен. Максимальная сумма составляла 9 баллов.

При акустическом анализе голоса определяли частоту основного тона (F0), нестабильность голоса по частоте (Jitter, %) и амплитуде (Shimmer, %), соотношение шумовых и гармонических компонентов (HNR, Дб). Частота основного тона (ЧОТ, F0) отражает частоту (интенсивность) колебания голосовых складок при произнесении тоновых звуков. Данный параметр индивидуален и зависит от возраста, пола и условий

измерения. По данным литературы, вариабельность нормальных показателей для ЧОТ высока: нормой для мужчин является диапазон от 85-200 Гц, для женщин 160-340 Гц (Шиленкова В.В., 2015). Учитывая высокую вариативность и зависимость данного показателя от внешних факторов, его анализ в большей степени подразумевает выявление соответствия нормальному диапазону ЧОТ, без оценки его увеличения или уменьшения в послеоперационном периоде. «Jitter» эффект характеризует случайные колебания периода основного тона голоса, нормой считается его значение менее 1 %; «Shimmer» эффект характеризует случайные колебания амплитуды сигнала на соседних периодах основного тона голоса, норма – менее 4 %; HNR – параметр, отражающий присутствие шума в звуковом сигнале, который позволяет судить о качестве смыкания голосовых складок, соответственно чем выше показатель, тем плотнее смыкаются голосовые складки, норма по данным Praat составляет более 7 Дб (De Felipe A. C. N et al., 2006; Teixeira J.P et al., 2013). Время максимальной фонации (ВМФ) зависит от различных факторов. Поскольку нормы данного показателя вариабельны, а также в связи с различиями в комплаентности пациентов, с точки зрения анализа эффективности проведенного оперативного вмешательства в нашем исследовании оценивалось соответствие показателя ВМФ норме или патологии до операции и через 1 месяц после хирургического лечения.

Анализ клинической части нашего исследования основан на дизайне с использованием метода подобранных пар (“matched pairs design”), который возможен в связи с использованием двух конкретных методов лечения в представленном исследовании. Таким образом, был проведен анализ подобранных пар на основе имеющейся клинической базы данных. Формирование пар проводилось на основании предоперационного осмотра и в соответствии с проведенными оперативными вмешательствами. Критериями соответствия являлись: пол, возрастной диапазон (в пределах десяти лет), статус курения, принадлежность к группе голосоречевых профессий согласно страховому анамнезу, характер патологического процесса, а именно – занимаемая площадь на слизистой оболочке голосовой складки, место поражения (верхняя поверхность или медиальный край; передняя, средняя или задняя треть голосовой складки). Таким образом, каждому человеку, прооперированному с использованием холодного микроинструментария подбиралась своя «пара» - человек, прооперированный с использованием полупроводникового лазера с длиной волны 445 нм.

Основным преимуществом данного экспериментального дизайна является контроль скрытых переменных, то есть, тех данных, которые не учитываются в эксперименте, но потенциально могут повлиять на его результат. В нашем случае распространенность и локализация патологического процесса существенно влияют на функциональные послеоперационные результаты, что нивелируется данным дизайном, поскольку сравниваются схожие нозологические единицы. Пол, возраст, статус курения, голосоречевые профессии также могут влиять на функциональные результаты, поскольку для каждой категории пациентов исходно характерны свои акустические параметры.

Таким образом, сопоставляя субъектов на основе двух и более переменных, мы устраняем влияние, которое эти переменные могут оказать на результаты проведенного хирургического лечения.

В настоящее исследование включены 100 пациентов с хроническими заболеваниями голосовых складок, которым проводилось хирургическое лечение. Показаниями к операции являлись наличие новообразования гортани или доброкачественного патологического процесса, которое обуславливало наличие жалоб на дисфонию, а также неэффективность проведенного ранее консервативного лечения. Во время госпитализации и после выписки из стационара все пациенты осматривались в контрольные дни наблюдения, согласно дизайну исследования, описанному ранее. Общий срок наблюдения для большинства пациентов составлял 3-4 месяца. Однако, учитывая, что эпителизация слизистой оболочки гортани, как правило, завершается к концу 1-го месяца после операции (Kaneko M. et al, 2017), контрольной точкой исследования в отдаленном

послеоперационном периоде для каждого пациента считался 30-31 день после проведенного оперативного вмешательства.

Критериями для включения в исследование являлись:

- Возраст старше 18 лет;
- Жалобы на стойкую осиплость;
- Неэффективность консервативного лечения;
- Отсутствие противопоказаний к проведению оперативного вмешательства в условиях общей анестезии.

Критериями невключения являлись:

- Возраст младше 18 лет;
- Беременность;
- Заболевания в острой стадии на момент операции и в течение 2 недель перед операцией;
- Наличие данных за распространенный папилломатоз;
- Противопоказания к проведению оперативного вмешательства в условиях общей анестезии.

Единственными критериями исключения по результатам проведенного исследования являлись: гистологическое подтверждение папилломатоза голосовой складки, а также гистологическая верификация злокачественного патологического процесса или умеренной и тяжелой степени ларингеальной интраэпителиальной неоплазии.

Методика фонохирургического вмешательства. У 50 пациентов первой группы оперативное вмешательство выполнялось с использованием холодных микроинструментов, при этом фиксация новообразования осуществлялась с использованием микрохирургических щипцов, разрез выполнялся с использованием микрохирургических ножниц или серповидного скальпеля с длиной рукоятки 23 см.

У 50 пациентов второй группы в ходе оперативного вмешательства использовали полупроводниковый лазер с длиной волны 445 нм. Лазерное воздействие на голосовые складки проводили по отработанной методике с учетом экспериментально подобранных режимов: точечные лазерные воздействия с длительностью импульса 10 или 20 мс. Доставка лазерного излучения осуществлялась через гибкое оптическое волокно с диаметром сердцевины 400 мкм, закрепленного в хирургической рукоятке длиной 28 см. В каждом клиническом случае осуществляли фиксацию новообразования (без его тракции) с использованием микрохирургических щипцов и далее осуществляли разрез слизистой оболочки голосовой складки вдоль образования до полного его отсечения от голосовой складки. Если локализацией образования являлся массив голосовой складки, то разрез выполнялся по поверхности голосовой складки в проекции образования, далее его захватывали с использованием микрохирургических щипцов и далее завершали энуклеацию образования. В случаях хронического полипозно-отечного ларингита Рейнке-Гайека разрез осуществлялся по верхней поверхности голосовой складки, далее студенистая субстанция удалялась с использованием электроаспиратора. В случае 3 стадии (по J.Abitbol) и при наличии избыточной слизистой оболочки выполнялось ее отсечение по аналогичной методике лазерного воздействия.

Результаты клинической части исследования. В соответствии с дизайном исследования из двух групп (общее число исследуемых – 100 человек) были сформированы соответствующие пары. И, таким образом, в исследовании представлены следующие нозологические формы (суммарно): полипы (отечные и ангиоматозные, занимающие площадь в пределах 1/3 голосовой складки) и узелки – 44; кисты – 8; хронический полипозно-отечный ларингит Рейнке-Гайека – 24, неспецифические гранулемы – 10, солитарные доброкачественные опухоли голосовой складки (миксома, гемангиома, аденома, фиброма, хондрома) – 10, лейкоплакия голосовой складки – 4.

Соответственно, р-значение, рассчитанное для распределения групп по нозологическим формам с использованием критерия χ^2 Пирсона, составило 1,0.

Данные субъективной и объективной оценки голосовой функции на предоперационном этапе представлены в таблице 2.

Таблица 2. Характеристика двух групп по результатам субъективной и объективной оценок на предоперационном этапе. Значения р рассчитаны с использованием W-критерия Уилкоксона

Тесты	Статистический показатель	Группа		Р
		Холодный инструментарий (n=50)	Лазер 445 нм (n=50)	
F0, Гц	Медиана [Q1; Q3]	160,5 [133,4; 193]	171,7 [133,2; 230,9]	0,1
	(мин, макс)	(82,8; 320,8)	(82,9; 360)	
Jitter, %	Медиана [Q1; Q3]	1,0 [0,5; 2,0]	1,8 [0,9; 3,5]	0,01
	(мин, макс)	(0,3; 8,5)	(0,3; 12,0)	
Shimmer, %	Медиана [Q1; Q3]	5,7 [3,4; 10,2]	7,5 [4,7; 9,4]	0,18
	(мин; макс)	(1,5; 19,6)	(1,5; 21,6)	
HNR	Медиана [Q1; Q3]	11,4 [7,7; 16,8]	9,3 [5,8; 11,9]	0,01
	(мин; макс)	(1,8; 25,2)	(1,1; 25,1)	
VHI-10рус	Медиана [Q1; Q3]	16 [14,0; 21,5]	18 [14; 24,8]	0,28
	(мин; макс)	(6; 34)	(8; 38)	

По итогам статистического анализа субъективной оценки результатов проведенных фонохирургических вмешательств с применением опросника VHI-10рус при сравнении двух групп по данным субъективной оценки качества голоса после операции статистически значимых различий между двумя группами выявлено не было (таблица 3).

Таблица 3. Характеристика двух групп по результатам субъективной оценки голосовой функции с применением опросника VHI-10рус через 1 месяц после операции. Р-значение рассчитано с использованием W-критерия Уилкоксона

Параметр оценки	Статистический показатель	Группа		Р
		Холодный инструментарий (n=50)	Лазер 445 нм (n=50)	

Продолжение таблицы 3

VHI-10рус	Медиана [Q1; Q3]	8 [4; 12,0]	6 [4; 10]	0,08
	(мин; макс)	(0; 26)	(0; 16)	

При сравнении различий данных субъективной оценки до и после оперативного вмешательства внутри каждой из групп был достигнут критический порог значимости ($p < 0,05$).

Таким образом, значимое снижение индекса нарушения голоса после операции наблюдалось у всех пациентов с хроническими заболеваниями гортани, при этом сравнение динамики изменения показателей VHI-10рус в двух группах также не показало статистически значимых различий между ними ($p > 0,05$), на основании чего можно сделать вывод, что выбор варианта оперативного вмешательства не влияет на степень удовлетворенности пациентом своей голосовой функции через 1 месяц после операции. При этом стоит отметить, что согласно полученным результатам, показатели VHI-10рус ≤ 6 баллов, соответствующие по данным зарубежных авторов нормальной голосовой функции, чаще встречались в группе пациентов, прооперированных с использованием лазера с длиной волны 445 нм.

При сравнении результатов объективной оценки изменения отдельных параметров акустического анализа голоса ни по одному из оцениваемых параметров не было выявлено статистически значимой разницы между двумя группами пациентов через 1 месяц после операции, что представлено в таблице 4.

Таблица 4. Характеристика двух групп по данным параметров акустического анализа голоса. Значения p рассчитаны с использованием W -критерия Уилкоксона

Параметр акустической оценки	Статистический показатель	Группа		P
		Холодный инструментарий (n=50)	Лазер 445 нм (n=50)	
F0, Гц	Медиана	176,5	203	0,22
	[Q1; Q3]	[132,8; 222,4]	[135,5; 246,5]	
	(мин, макс)	(90,3; 400,2)	(60,1; 334,5)	
Jitter, %	Медиана [Q1; Q3]	0,6 [0,4; 1,0]	0,6 [0,3; 0,9]	0,68
	(мин, макс)	(0,2; 5,6)	(0,1; 5,6)	
Shimmer, %	Медиана [Q1; Q3]	4,2 [2,7; 5,8]	3,2 [2,6; 4,9]	0,1
	(мин; макс)	(1,3; 11,8)	(1,3; 11,8)	

Продолжение таблицы 4

HNR, Дб	Медиана [Q1; Q3]	16,4 [13; 20,4]	16,8 [13,7; 19,1]	0,9
	(мин; макс)	(3,6; 24,3)	(4; 25,2)	

При сравнении результатов объективного акустического анализа голоса до операции и через 1 месяц после операции в группе пациентов, прооперированных с использованием холодного микроинструментария, был достигнут критический порог значимости ($p < 0,05$) улучшения голосовой функции по каждому из оцениваемых параметров, в то время как в группе пациентов, прооперированных с использованием полупроводникового лазера с длиной волны 445 нм, статистически значимое улучшение было достигнуто по данным Jitter (%), Shimmer (%), HNR (Дб), и не было достигнуто значимых изменений для показателей частоты основного тона (Гц), которые при этом в среднем соответствовали нормальным значениям до операции и через 1 месяц после.

Интересным является тот факт, что при сравнении динамики изменения каждого из оцениваемых акустических параметров между двумя группами пациентов статистически значимые различия были выявлены только для показателей Jitter (%) и HNR (Дб), которые согласно имеющимся данным литературы, являются более объективными с точки зрения оценки эффективности проводимого лечения, что таким образом, подтверждает эффективность и безопасность фонохирургического вмешательства с использованием полупроводникового лазера с длиной волны 445 нм. Данные сравнения динамики изменения акустических параметров в двух группах представлены в таблице 5.

Таблица 5. Характеристика динамики изменения параметров акустического анализа в двух группах. Значения p рассчитаны с использованием W-критерия Уилкоксона

Акустический параметр	Статистический показатель	Группа		Р
		Холодный инструментарий (n=50)	Лазер 445 нм (n=50)	
F0, Гц	Медиана	15,6	8,3	0,3
	[Q1; Q3]	[-10,1; 46,5]	[-18,1; 33,5]	
	(мин, макс)	(-98,3; 158,3)	(-150,8; 183,7)	
Jitter, %	Медиана	-0,2	-1,2	0,01
	[Q1; Q3]	[-1,1; 0,1]	[-2,5; -0,3]	
	(мин, макс)	(-5,7; 1,4)	(-11,4; 2,2)	
Shimmer, %	Медиана	-1,2	-2,7	0,1
	[Q1; Q3]	[-5,5; 0,5]	[-6,7; -1,2]	
	(мин; макс)	(-13,4; 8,1)	(-19,0; 1,9)	

Продолжение таблицы 5

HNR, Дб	Медиана [Q1; Q3]	3,7 [0,3; 7,8]	7,5 [1,5; 11,3]	0,01
	(мин; макс)	(-7,2; 22,2)	(-7,4; 22,2)	

При проведении сравнения восстановления вибраторного цикла голосовых складок у пациентов в двух группах по данным суммарной оценки стробоскопических изменений до оперативного вмешательства обе группы были полностью сопоставимы ($p=1,0$). Результаты суммарной балльной оценки данных видеоларингостробоскопии на первые, седьмые и тридцатые сутки после операций с использованием холодного микроинструментария и полупроводникового лазера 445 нм представлены в таблице 6.

Таблица 6. Характеристика двух групп по результатам суммарной балльной оценки выраженности изменений вибраторного цикла по данным видеоларингостробоскопии у пациентов в двух группах на 1-е, 7-е и 30-е сутки после оперативных вмешательств. Значения p рассчитаны с использованием W -критерия Уилкоксона

Данные стробоскопии в суммарных баллах	Статистический показатель	Группа		P
		Холодный инструментарий (n=50)	Лазер 445 нм (n=50)	
До операции	Медиана [Q1; Q3]	11,0 [9,0; 14,8]	11,0 [9,2; 14,0]	1,0
	(мин, макс)	(5; 16)	(5; 15)	
1-е сутки	Медиана [Q1; Q3]	11 [9,0; 14,8]	11 [9,2; 14]	0,9
	(мин, макс)	(5; 16)	(5; 15)	
7-е сутки	Медиана [Q1; Q3]	4,5 [2; 7]	3,5 [2; 6]	0,04
	(мин; макс)	(0; 12)	(0; 12)	
30-е сутки (1 месяц)	Медиана [Q1; Q3]	0 [0; 2]	0 [0; 1]	0,04
	(мин; макс)	(0; 8)	(0; 5)	

При сравнении изменений стробоскопической картины внутри каждой группы по результатам проведенного хирургического лечения был достигнут критический порог значимости до операции в сравнении с данными на 7-е и 30-е сутки после операции.

Стоит отметить, что несмотря на выявленную статистическую разницу между двумя группами в выраженности вибраторного цикла к 7-м суткам и 30-м суткам после проведенных оперативных вмешательств, при сравнении динамики изменения результатов стробоскопической картины между двумя группами не было выявлено различий как при сравнении разницы между баллами на 7-е сутки и баллами на предоперационном этапе, так и при сравнении разницы баллов через 1 месяц после операции с баллами до

хирургического лечения, что также свидетельствует в пользу сопоставимости функциональных результатов в обеих группах исследования. Динамика стробоскопических изменений наглядно представлена на рисунке 2. При этом на представленном графике видно, что разбросы доверительных интервалов в каждой точке исследования частично пересекаются в обеих группах, что подтверждает сопоставимость полученных результатов.

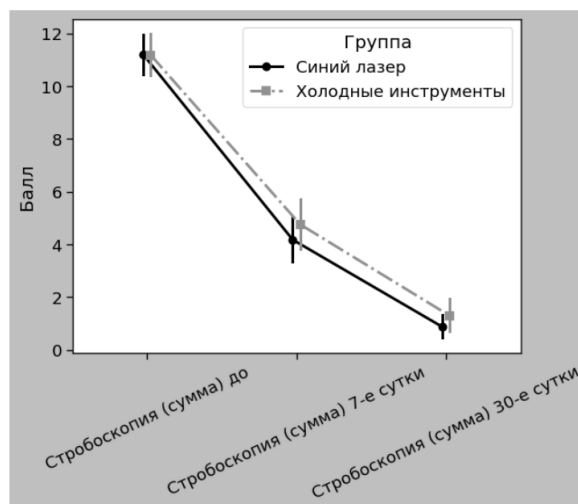


Рисунок 2 – Динамика изменений суммарных баллов стробоскопической оценки в группах пациентов, прооперированных с использованием лазера 445 нм и с использованием холодного микроинструментария, на предоперационном этапе, на 7-е и 30-е сутки после фонохирургических вмешательств

При сравнительном анализе выраженности реактивных явлений у пациентов в двух группах после проведенных оперативных вмешательств оценка проводилась в каждой группе на 1-е, 3-и, 5-е, 7-е и 30-е сутки после проведенных фонохирургических вмешательств. Отдельно в баллах от 0 до 3, где 3 соответствует максимально выраженным изменениям, оценивались признаки: гиперемия, фибриновый налет, инъеция или гематома голосовой складки. Результаты проведенной оценки для двух групп представлены в таблице 7.

Таблица 7. Характеристика двух групп по результатам суммарной балльной оценки выраженности реактивных воспалительных явлений по данным видеоларингоскопии у пациентов в двух группах на 1-е, 3-и, 5-е, 7-е и 30-е сутки после проведенных оперативных вмешательств. Значения p рассчитаны с использованием W -критерия Уилкоксона

Реактивные изменения в суммарных баллах	Статистический показатель	Группа		Р
		Холодный инструментарий (n=50)	Лазер 445 нм (n=50)	
1-е сутки	Медиана [Q1; Q3]	3 [2; 4]	3[2; 4]	0,3
	(мин, макс)	(0; 8)	(0; 6)	
3-и сутки	Медиана [Q1; Q3]	4 [2,2; 5]	3,5 [2; 5]	0,1
	(мин; макс)	(0; 6)	(0; 7)	

Продолжение таблицы 7

5-е сутки	Медиана [Q1; Q3]	4 [2; 5]	3 [2; 4,8]	0,05
	(мин; макс)	(0; 7)	(0; 7)	
7-е сутки	Медиана [Q1; Q3]	3 [1; 4]	2 [1; 3]	0,002
	(мин; макс)	(0; 6)	(0; 7)	
30-е сутки (1 месяц)	Медиана [Q1; Q3]	0 [0; 1]	0 [0; 0]	0,3
	(мин; макс)	(0; 3)	(0; 3)	

Таким образом, согласно представленным данным, выраженность реактивных воспалительных явлений в обеих группах статистически значимо различалась на 7-е сутки после фонохирургических вмешательств, что соотносится с данными изменений стробоскопической картины, представленными выше, где лучшие показатели на 7-е сутки после операции также наблюдались в группе пациентов, прооперированных с применением лазера 445 нм. В остальные дни динамического наблюдения различий между двумя группами выявлено не было, в том числе через 1 месяц после фонохирургических вмешательств.

При сравнении разницы выраженности реактивных явлений внутри каждой из групп были достигнуты критические пороги значимости при сравнении данных, полученных на 1-е и 7-е сутки, сравнении результатов 7-х и 30-х суток и соответственно при сравнении баллов, полученных на первые и 30-е сутки после операции. В каждом случае значения $p < 0,05$.

При сравнении динамики изменений реактивных воспалительных явлений между двумя группами не было выявлено различий при сравнении разницы через 1 месяц после операции и суммарными баллами на 1-е сутки после операции ($p > 0,05$). При этом указанные различия были выявлены при сравнении динамики изменения баллов, полученных на 7-е сутки с баллами на 1-е сутки после операции, а также при сравнении баллов, полученных через 1 месяц после операции с баллами, полученными на 7-е сутки после операции, что потенциально может свидетельствовать в пользу достижения более выраженной разницы в улучшении реактивных воспалительных явлений в области оперативного вмешательства после воздействия лазерного излучения с длиной волны 445 нм, что с наибольшей вероятностью, обусловлено потенциальным обеззараживающим эффектом «горячего» инструмента и высокими гемостатическими свойствами, не требующими применения дополнительных методов гемостаза в ходе оперативных вмешательств. Для наглядности данные динамики изменения реактивных явлений на разных сроках в двух группах представлены на рисунке 3. При этом на графике видно, что разбросы доверительных интервалов в каждой точке исследования частично пересекаются между собой в обеих группах, что подтверждает их сопоставимость по результатам выраженности реактивных явлений в первую неделю после проведенных хирургических вмешательств.

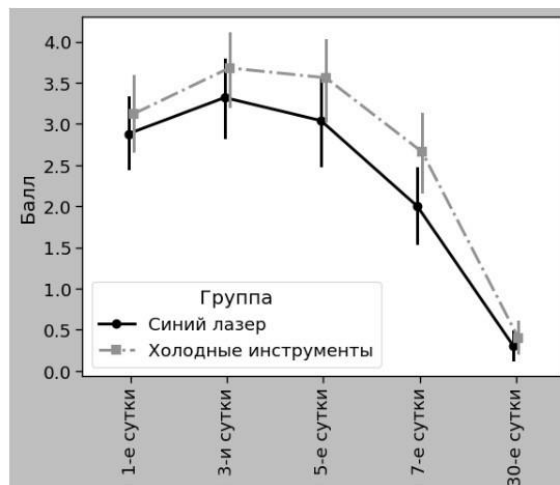


Рисунок 3 – Динамика изменений суммарных баллов реактивных явлений в группах пациентов, прооперированных с использованием лазера 445 нм и с использованием холодного микроинструментария, на 1-е, 3-и, 5-е, 7-е и 30-е сутки после фонохирургических вмешательств

Основным принципом фонохирургии, как уже неоднократно упоминалось выше, является максимальное сохранение здоровой слизистой оболочки и исключение повреждения промежуточного и глубокого слоев собственной пластинки голосовой складки с целью избегания рубцевания и фиксации покровного слоя голосовой складки к ее телу. Экспериментально нами было доказано, что наиболее оптимальной длительностью импульса при максимальной мощности 13 Вт является 10-20 мс. Большинство проведенных оперативных вмешательств были выполнены в указанном режиме, часть объемных образований и опухолеподобных состояний удалены с использованием режима с длительностью импульса 50 мс. Основной концепцией исследования было сравнение соответствующих нозологических форм у максимально похожих между собой пациентов со схожими анамнестическими данными. Таким образом, полностью исключена погрешность, которая неизбежна при сравнении разных объемов фонохирургических вмешательств (как, например, при полипе голосовой складки и при распространенном полипно-отечном ларингите Рейнке-Гайека). Также одним из достоинств исследования, на наш взгляд, является проведение сравнения лазерной фонохирургии с применением относительно нового и малоизученного полупроводникового лазера с длиной волны 445 нм с классическим вариантом фонохирургии с использованием холодных микроинструментов, как исторически более надежного и менее травматичного метода хирургии. Среди ларингологов встречаются хирурги, которые настороженно относятся к лазерной фонохирургии, как потенциально рискованной в отношении термического повреждения здоровой ткани голосовых складок. Безусловно, эти опасения оправданы, однако согласно данным клинической части нашего исследования показано, что функциональные результаты и выраженность реактивных воспалительных явлений сопоставимы в обеих группах пациентов. При статистической обработке полученных данных интересными оказались результаты сравнения динамики изменения отдельных акустических параметров и показателей динамики изменения реактивных явлений в двух группах. Так, в группе пациентов, прооперированных с использованием лазера 445 нм, статистически значимо лучшие различия были достигнуты в динамике изменений показателей Jitter и HNR, а также при сравнении динамики изменений послеоперационных реактивных явлений на 7-е и 1-е сутки, 30-е и 7-е сутки после операции, чем в группе пациентов, прооперированных с использованием холодных микроинструментов. Учитывая, что ведение послеоперационного периода было схожим для всех пациентов, полученные результаты можно объяснить потенциальными обеззараживающими

эффектами в сочетании с высокими гемостатическими свойствами гемоглобин-поглощаемого лазера 445 нм, что не требует от хирурга применения дополнительных методов гемостаза в ходе оперативных вмешательств и минимизирует связанные с этим риски избыточной травматизации голосовых складок.

ВЫВОДЫ

1. Контактное точечное воздействие лазером длиной волны 445 нм при мощности 13 Вт и экспозиции 10-20 мс на слизистую оболочку голосовой складки свиньи обеспечивает необходимую глубину абляции без повреждения промежуточного и глубокого слоев собственной пластинки.

2. Метод точечного контактного лазерного воздействия длиной волны 445 нм 13 Вт импульсами 10 и 20 мс позволяет эффективно и бескровно проводить фонохирургические вмешательства при хронических заболеваниях голосовых складок.

3. Реактивные явления после предлагаемого метода лазерной хирургии голосовых складок с использованием лазера с длиной волны 445 нм сопоставимы по срокам и выраженности с реактивными явлениями после применения холодных инструментов (р-значение при сравнении в двух группах выраженности реактивных воспалительных явлений через 1 месяц после операции составило 0,3).

4. В отдаленном периоде после операции функциональные результаты по данным объективной и субъективной оценки качества голосовой функции после воздействия лазером с длиной волны 445 нм в предлагаемой модификации сопоставимы с результатами после применения холодного микроинструментария (р-значение при сравнении двух групп по данным субъективной оценки – 0,08; р-значение при сравнении двух групп по данным объективной оценки составило более 0,05 по каждому из оцениваемых акустических параметров).

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Фонохирургическое вмешательство с применением полупроводникового лазера с длиной волны 445 нм следует проводить в контактном режиме в технике разреза путем нанесения отдельных точечных лазерных воздействий.

2. С целью предотвращения повреждения промежуточного и глубокого слоев собственной пластинки и дальнейшего рубцевания покровного слоя голосовой складки рекомендовано использовать режим лазерного излучения с длиной волны 445 нм на мощности 13 Вт с длительностью импульсов 10 и 20 мс.

3. При фонохирургическом вмешательстве с использованием полупроводникового лазера с длиной волны 445 нм оптическое волокно фиксируется в специальном держателе, удаляемое образование захватывается микрохирургическими щипцами без тракции, лазерное воздействие при этом осуществляется сколотым необожженным торцом волоконного инструмента с целью предотвращения образования карбонизата в месте оперативного вмешательства и минимизации повреждения операционного материала, направляемого на патоморфологическое исследование.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

1. Рябова М.А. Фибромиксома гортани: клинический случай / Рябова М.А., Улупов М.Ю., Малкова М.Е., Степанова В.А. // **Folia Otorhinolaryngologiae et Pathologiae Respiratoriae**. – 2022. – Т. 28, № 2. – С. 85-92. DOI: <https://doi.org/10.33848/foliorl23103825-2022-28-2-85-92>
2. Рябова М.А. Полипы голосовых складок: современные возможности лазерной хирургии в сравнении с использованием холодных микроинструментов / Рябова М.А., Улупов М.Ю., Малкова М.Е., Степанова В.А. // **Вестник**

- оториноларингологии. – 2023. – Т. 88, № 4. – С. 40-45. DOI: <https://doi.org/10.17116/otorino20228804140>
3. Рябова М.А. Импульсный режим воздействия полупроводникового лазера с длиной волны 445 нм в фонохирургии: экспериментальное исследование / Рябова М.А., Митрофанова Л.Б., Улупов М.Ю., Степанова В.А., Стерхова К.А. // **Biomedical Photonics**. 2023;12(2):11-15. DOI: <https://doi.org/10.24931/2413-9432-2023-12-2-11-15>
 4. Рябова М. А. Выбор метода хирургического лечения хронического полипозно-отечного ларингита Рейнке-Гайека / М. А. Рябова, М. Ю. Улупов, В. А. Степанова // **Folia Otorhinolaryngologiae et Pathologiae Respiratoriae**. – 2023. – Т. 29, № 3. – С. 49-58. DOI: <https://doi.org/10.33848/foliorl23103825-2023-29-3-49-58>
 5. С.А. Карпищенко, М.А. Рябова, М.Ю. Улупов, Н.А. Шумилова, Г.В. Портнов, А.Н. Бервинова, В.А. Степанова. Полупроводниковые и волоконные лазеры в хирургии ЛОР-органов: учебное пособие / С.А. Карпищенко [и др.] - СПб: ПСПбГМУ, 2023. – 48 с.
 6. Рябова М.А. Роль антирефлюксной терапии в подготовке пациентов к фонохирургическому вмешательству / Рябова М.А., Улупов М.Ю., Степанова В.А. // **Folia Otorhinolaryngologiae et Pathologiae Respiratoriae**. – 2024. – Т.30, №1. – С. 31-36.
 7. Карпищенко С.А. Лазерная хордаритеноидотомия при паралитических стенозах гортани / Карпищенко С.А., Рябова М.А., Улупов М.Ю., Малкова М.Е., Степанова В.А. // **Head and neck. Голова и шея. Российский журнал**. – 2024. – Т.12, №1. – С. 16–21. DOI: <https://www.doi.org/10.25792/HN.2024.12.1.16-21>

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ВМФ – время максимальной фонации
ВПЧ – вирус папилломы человека
ВОЗ – Всемирная организация здравоохранения
ГЭРБ – гастроэзофагеальная рефлюксная болезнь
ДИ – доверительный интервал
НМАО – Национальная медицинская ассоциация оториноларингологов
ЧОТ – частота основного тона
СО2 – карбондиоксидный (углекислотный) лазер
HNR – harmonics to noise ratio
Jitter – частотная нестабильность голоса
MPT – maximum phonation time
NBI – Narrow Band Imaging
RFS – Reflux finding score
Shimmer – амплитудная нестабильность голоса
VHI10рус – Voice Handicap Index 10, русифицированная версия