

На правах рукописи

Шамкина Полина Александровна

**ТРАНСОРАЛЬНАЯ МИКРОСКОПИЧЕСКАЯ ХИРУРГИЯ
ХРОНИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ГОРТАНИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ЛАЗЕРОВ**

3.1.3 Оториноларингология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Научный руководитель:

доктор медицинских наук

Кривопалов Александр Александрович

Санкт-Петербург 2022

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт уха, горла, носа и речи» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Научный руководитель:

Кривопалов Александр Александрович – доктор медицинских наук, заведующий отделом патологии верхних дыхательных путей ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт уха, горла, носа и речи» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Официальные оппоненты:

Павлов Павел Владимирович – доктор медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой оториноларингологии ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Пряников Павел Дмитриевич – кандидат медицинских наук, заведующий хирургическим оториноларингологическим отделением РДКБ ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства Здравоохранения Российской Федерации

Защита состоится «___» _____ 2023 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 научной библиотеке ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт уха, горла, носа и речи» Минздрава России и на сайте <http://www.lornii.ru>.

Автореферат разослан «___» _____ г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
кандидат медицинских наук

Клячко Дмитрий Семенович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

Проблема хирургического лечения хронических заболеваний гортани (ХЗГ) остается актуальной и в настоящее время. Распространенность доброкачественных и опухолеподобных образований гортани, относящихся к ХЗГ, среди всех продуктивных процессов верхних дыхательных путей составляет до 55-70% патологии и с учетом этиологии заболевания не стремится к уменьшению (Дайхес Н.А. и соавт., 2014; Степанова Ю.Е. и соавт., 2018; Remacle M., 2017; Eckel H.E., 2010).

На сегодняшний день хирургическое лечение заболеваний гортани во многих случаях сопряжено с использованием высокотехнологичных методов, в том числе и лазерных технологий (Плужников М.С., 1984; Рябова М.А., 2008; Карпищенко С.А., 2004; Минаев В.П., 2005; Вавин В.В., 2019).

Среди лазерных систем в фонохирургии активно применяются фотоангиолитические лазеры, позволяющие коагулировать поверхностные и субэпителиальные кровеносные сосуды без разрушения поверхностного эпителия с минимальным воздействием на периваскулярные ткани вокруг целевых кровеносных сосудов, что позволяет в хирургии гортани сохранять вибрационные свойства различных слоев собственной пластинки слизистой оболочки голосовых складок и в ранние сроки достигать реабилитации голосовой функции у пациентов (Remacle M., 2017; Kraimer K.L., Husain I., 2019; Мустафаев Д.М., 2008).

В 2018 г. на российском медицинском рынке был сертифицирован новый хирургический полупроводниковый лазер с длиной волны 445 нм (синий лазер). Среди эффектов данного лазера: высокий гемостатический и резекционный эффекты при отсутствии обширного повреждения окружающих тканей за счет глубины лазерного воздействия до 1 мм (Hess M., Fleischer S., 2020; Palaia G., 2020).

Работа синего лазера с возможна в атмосфере инертного газа – гелия. Гелий вытесняет кислород из операционного поля, таким образом в ходе операции минимизируется эффект карбонизации биологических тканей, что в свою очередь уменьшает термическое повреждение здоровых тканей вокруг области воздействия (Miller B.K., 2020; Hess M. et al., 2018).

Степень разработанности темы исследования

До настоящего времени остается дискуссионным вопрос о выборе типа лазера и его параметров при хирургическом лечении ХЗГ. В иностранной и российской литературе крайне мало работ, посвященных сравнительным исследованиям применения разных лазеров в лор-практике, в частности, в ларингологии. Новизна полупроводникового лазера с длиной волны 445 нм делает актуальным проведение экспериментальных и клинических исследований, оценивающих эффективность и безопасность данной лазерной установки.

Цель исследования

Повышение эффективности хирургического лечения хронических заболеваний гортани с использованием полупроводниковых лазеров.

Задачи исследования

1. Определить оптимальные режимы воздействия лазерного излучения (полупроводниковый лазер с длиной волны 445 нм) в эксперименте на биологической модели.
2. Разработать методику лечения хронических заболеваний гортани с применением полупроводникового лазера с длиной волны 445 нм.
3. Провести сравнительный анализ интраоперационных показателей у пациентов, пролеченных с применением полупроводниковых лазеров с длиной волны 445 нм и 980 нм.
4. Оценить послеоперационные результаты у пациентов, пролеченных с применением полупроводниковых лазеров с длиной волны 445 нм и 980 нм.

Научная новизна исследования

Впервые на биологической модели изучены эффекты воздействия на ткань разных параметров полупроводникового лазера с длиной волны 445 нм без подачи гелия и при работе в атмосфере инертного газа (гелия).

Впервые разработан и применен на практике метод хирургического лечения хронических заболеваний гортани с применением полупроводникового лазера с длиной волны 445 нм (Патент RU 2772098 C1 «Способ лечения опухолеподобных образований гортани с применением полупроводникового лазера с длиной волны 445 нм» от 16.05.2022).

Впервые проведена сравнительная оценка интраоперационных показателей у пациентов с хроническими заболеваниями гортани, пролеченных с применением полупроводниковых лазеров с длиной волны 445 нм и 980 нм.

Впервые проанализированы и сопоставлены послеоперационные результаты исследования у пациентов с хроническими заболеваниями гортани, пролеченных с применением полупроводниковых лазеров с длиной волны 445 нм и 980 нм.

Теоретическая и практическая значимость работы

В ходе экспериментального исследования определены оптимальные параметры воздействия полупроводникового лазера с длиной волны 445 нм без подачи гелия и в атмосфере инертного газа, позволяющие производить коагуляцию и резекцию биологической ткани с сохранением интактными окружающие ткани. Данные параметры, примененные в клинической практике, обеспечивают безопасное хирургическое вмешательство при хронических заболеваниях гортани без травматизации функционально значимых зон голосовой складки.

На основании результатов экспериментального исследования разработан метод хирургического лечения хронических заболеваний гортани с применением полупроводникового лазера с длиной волны 445 нм, позволяющий в короткие сроки реабилитировать голосовую функцию пациента. В ходе работы обоснованы преимущества, безопасность и эффективность предлагаемого метода по сравнению с методикой лечения хронических заболеваний гортани с применением полупроводникового лазера с длиной волны 980 нм.

Методология и методы исследования

Работа выполнена в дизайне поискового эксперимента, когортного проспективного исследования. В работе были использованы методы исследования: экспериментальный (биологическая модель); морфологический (изучение

гистологических препаратов с окраской гематоксилином и эозином); клинический (анализ жалоб, анамнестических данных, объективный оториноларингологический осмотр); инструментальные (видеоэндостробоскопия гортани, фиброларингоскопия); функциональные (акустический анализ голоса); анкетирование – опросник Индекс голосовых нарушений (индекс нарушений голоса и качества жизни) Voice Handicap Index-30-VHI-30.

Положения, выносимые на защиту

1. Оптимальными и минимально инвазивными режимами воздействия полупроводникового лазера с длиной волны 445 нм в контактном режиме являются: мощность 8-10 Вт при длительности импульса 10-20 мс и паузе 150 мс без инертного газа; мощность 6-8 Вт при длительности импульса 10-20 мс и паузе 100-130 мс при работе в атмосфере инертного газа.

2. Предложенный метод лечения хронических заболеваний гортани с применением полупроводникового лазера с длиной волны 445 нм является эффективным и безопасным.

3. Применение полупроводникового лазера с длиной волны 445 нм для хирургического лечения хронических заболеваний гортани позволяет сократить длительность оперативного лечения, в ранние сроки добиться реабилитации фонаторной функции и уменьшить период нетрудоспособности пациента.

Степень достоверности и апробация результатов

Достоверность результатов подтверждается адекватными объемами исследуемых групп, соблюдением методик исследования, применением современных методов статистической оценки результатов. Статистический анализ результатов проводился с использованием программы StatTech v. 2.7.

Основные материалы диссертации доложены на XX съезде оториноларингологов России (Москва, сентябрь 2021), X Петербургском форуме оториноларингологов России (СПб, октябрь 2021), 68-ой научно-практической онлайн-конференции «Молодые ученые – российской оториноларингологии» (СПб, январь 2022), XI Петербургском форуме оториноларингологов России (СПб, апрель 2022), X Юбилейном международном междисциплинарном конгрессе по заболеваниям органов головы и шеи (Москва, май 2022), VI Всероссийском форуме с международным участием «Междисциплинарный подход к лечению заболеваний головы и шеи» (Москва, октябрь 2022), IV Всероссийском конгрессе Национальной медицинской ассоциации оториноларингологов России (Казань, ноябрь 2022), 69-ой научно-практической онлайн-конференции «Молодые ученые – российской оториноларингологии» (СПб, январь 2023).

Внедрение результатов исследования в практику

Результаты исследования внедрены в клиническую работу ФГБУ «СПб НИИ ЛОР» Минздрава России. Материалы исследования используются в учебном процессе с врачами-курсантами циклов усовершенствования по оториноларингологии, а также аспирантами и клиническими ординаторами.

Личный вклад автора

Автор работы принимал непосредственное участие в организации и проведении исследования по всем разделам диссертации, формулировании цели, задач и дизайна исследования, определении методов обследования, сборе и анализе

полученных данных. Автор самостоятельно проводил экспериментальное исследование, связанное с хирургическими методами на биологическом материале. Диссертант проводил сбор материала, его анализ и статистическую обработку данных. Автор проводил обследование всех больных, принимал участие в хирургических вмешательствах, послеоперационном ведении пациентов. Основные результаты исследования оформлены диссертантом в виде публикаций и доложены на российских и международных конференциях.

Публикации

По материалам диссертационной работы опубликовано 9 научных работ, в том числе 5 статей – в журналах, рецензируемых Высшей аттестационной комиссией при Министерстве образования и науки Российской Федерации, 2 статьи – в журналах, индексируемых в базе данных Scopus, 1 статья- в сборнике научных трудов, 3 тезиса. Получен патент Российской Федерации на изобретение № 2772098 С1 «Способ лечения опухолеподобных образований гортани с применением полупроводникового лазера с длиной волны 445 нм» 16.05.2022 г.

Структура и объем диссертации

Диссертация изложена на 141 странице машинописного текста, состоит из введения, обзора литературы, главы, освещающей материалы и методы исследования, глав собственных исследований, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка сокращений и условных обозначений, а также списка литературы. Иллюстрации представлены 32 таблицами, 42 рисунками. Библиографический указатель включает 161 источник, из которых 41 отечественный и 120 зарубежных.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материалы и методы экспериментальной части исследования

Экспериментальное исследование было проведено в Санкт-Петербургском научно-исследовательском институте уха, горла, носа и речи, гистологическое исследование выполнялось в патологоанатомическом отделении Санкт-Петербургского научно-исследовательского института скорой помощи им. И.И. Джанелидзе.

Целью экспериментальной части исследования стал подбор оптимального режима работы лазера с длиной волны 445 нм для использования в фонохирургии на основании экспериментального исследования биологического материала.

Для проведения экспериментального исследования в качестве модели – биологической ткани с оптическими свойствами, приближенными к тканям гортани, была выбрана мышечная ткани курицы. В качестве источника лазерного излучения использовался полупроводниковый лазер с длиной волны 445 нм (TruBlue; A.R.C. Laser Company, Germany), с дополнительной установкой FlowControl. Применялось контактное воздействие при постоянном и импульсном режимах работы.

При постоянном режиме диапазон мощности варьировал от 0,5 до 4 Вт (шаг 0,5 Вт). При импульсном режиме работы первым этапом изучали параметры: мощность от 8 до 10 Вт (шаг 1 Вт), длительность импульса от 10 до 30 мс (шаг 10

мс), пауза между импульсами от 150 до 300 мс (шаг 50 мс). Вторым этапом в импульсном режиме при работе в атмосфере инертного газа (при подаче гелия) изучали параметры: мощность от 6 до 8 Вт (шаг 1 Вт) при длительности импульса 10 – 30 мс (шаг 10 мс) и паузой между импульсами 100 – 110 – 130 мс.

В ходе эксперимента с помощью лазера 445 нм на биологической ткани (мышечная ткань курицы) осуществлялся линейный разрез в контактном режиме чистым торцом оптоволокну диаметром 400 нм. Кончик световода располагался под углом 90 градусов к поверхности ткани. В ходе эксперимента время экспозиции составляло 10 секунд при скорости 2 мм/сек, таким образом длина разреза составляла 2 см. Избыточный нагар на конце оптоволокну, образующийся в ходе выполнения разреза, очищался марлевыми салфетками. Вся работа производилась в защитных лазерных очках для длины волны 445 нм.

Оценку результатов воздействия осуществляли по данным макроскопической картины (равномерность разреза, наличие/отсутствие карбонизации), а также по гистологическим изменениям на основании измерений следующих критериев: глубины зоны деструкции, коагуляционного некроза и ишемии.

Исследования проводились с использованием биологического микроскопа Биолам М-1 (АО «ЛОМО, Россия) со стандартным увеличением $\times 40$ и $\times 100$ крат с помощью системы для морфометрии ВИДЕОТЕСТ. В результате морфометрического исследования производились замеры каждой из оцениваемых зон в 10 разных точках, после чего высчитывался средний размер зоны со стандартным отклонением.

Для исключения погрешностей каждый параметр лазерного воздействия в постоянном и импульсных режимах был исследован двукратно, общее количество опытов составило 142, общее количество исследованных микропрепаратов составило 284.

Материалы и методы клинической части исследования

Целью клинической части исследования стало проведение сравнительного анализа интраоперационных и послеоперационных результатов у пациентов, пролеченных с применением полупроводниковых лазеров с длиной волны 445 нм и 980 нм.

В клиническом исследовании участвовали 80 взрослых пациентов от 22 до 73 лет ($46,44 \pm 12,13$ лет) с ХЗГ, пролеченные в Санкт-Петербургском научно-исследовательском институте уха, горла, носа и речи в период с 2019 по 2022 гг. Среди них были 41 женщина (51,2%) и 39 мужчин (48,8%). Общий срок наблюдения составил 3 месяца.

Среди критериев включения больных в исследование: пациенты молодого (18-44 года), среднего (45-59 лет), пожилого возраста (60-74 года), верифицированный (по данным морфологического исследования) диагноз ХЗГ, подписанное информированное согласие на участие в исследовании.

Среди критериев исключения из исследования: дети, подростки (младше 18 лет), наличие распространенного папилломатоза гортани, верифицированный диагноз хронический стеноз гортани III-IV степени, подозрение или верифицированный диагноз злокачественное новообразование гортани,

сопутствующие соматические заболевания в стадии обострения, беременные, участие в других исследованиях, отказ от участия в настоящем исследовании.

По данным морфологического исследования у пациентов были диагностированы: отечный полип – у 18 пациентов (22,5%), ангиоматозный полип – у 21 пациента (26,2%), киста - у 12 пациентов (15%), фиброзный узелок – у 4 пациентов (5,0%), папиллома (единичная) – у 15 пациентов (18,8%), ХОПЛ (отек Рейнке) – у 8 пациентов (10%), гранулема - у 2 пациентов (2,5%) (рисунок 1).

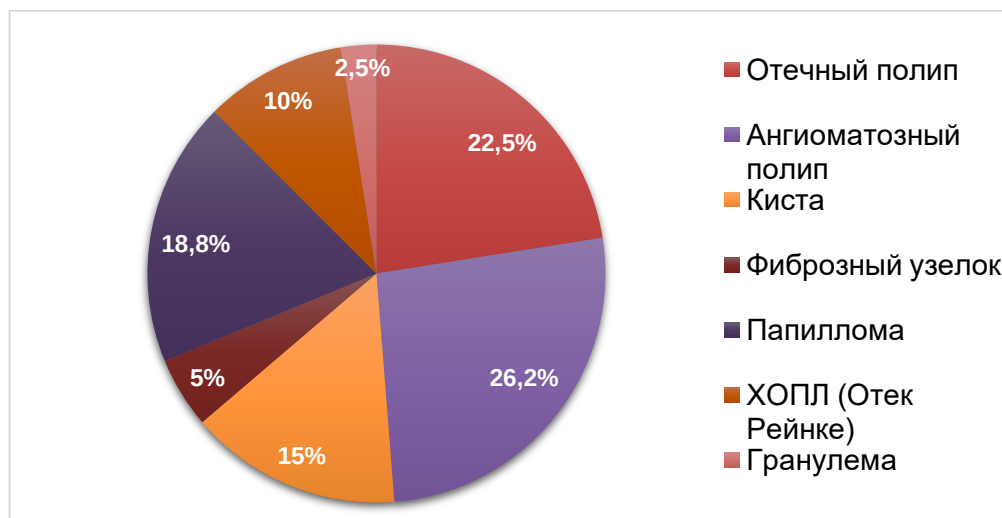


Рисунок 1 – Распределение обследованных пациентов в зависимости от нозологической формы

Все пациенты были распределены на две группы в зависимости от использованного метода хирургического лечения:

группа 1 – 50 пациентов с ХЗГ, лечение которых производилось полупроводниковым лазером с длиной волны 445 нм (TruBlue; A.R.C. Laser Company);

группа 2 – 30 пациентов с ХЗГ, лечение которых производилось полупроводниковым лазером с длиной волны 980 нм (АЛПХ-01-«ДИОЛАН»).

Формирование групп производилось методом случайной выборки, при распределении пациентов на группы по результатам патоморфологического диагноза достоверно статистической разницы не было ($p = 0,973$) (таблица 1).

В объем обследования всех пациентов входил сбор клинико-анамнестических данных, выполнение оториноларингологического обследования (передняя риноскопия, фарингоскопия, отоскопия, непрямая ларингоскопия) и общеклинического обследования (клинический и биохимический анализы крови, общий анализ мочи, коагулограмма, ЭКГ). Кроме этого, в список обязательных пунктов входило выполнение специализированных исследований (видеоэндостробоскопия гортани, фиброскопия гортани, акустический анализ голоса), и заполнение опросника Индекса голосовых нарушений (VNI-30).

Таблица 1 – Распределение пациентов по группам в зависимости от пола, возраста, патоморфологического диагноза

Показатель		Группа 1 лазер 445 нм	Группа 2 лазер 980 нм	p = 0,973
Общее количество пациентов		50	30	
Пол	Женщины	24 (48,0 %)	17 (56,7 %)	
	Мужчины	26 (52,0 %)	13 (43,3 %)	
Возраст		47,30 ± 11,52	45,0 ± 13,16	
Клинический	Отечный полип	11 (22,0 %)	7 (23,3 %)	
	Киста	9 (18,0 %)	3 (10,0 %)	
	Узелок	2 (4,0 %)	2 (6,7 %)	
	Папиллома	8 (16,0 %)	6 (20,0 %)	
	ХОПЛ	5 (10,0 %)	3 (10,0 %)	
	Гранулема	2 (4,0 %)	1 (3,3 %)	
	Ангиоматозный полип	13 (26,0 %)	8 (26,7 %)	

Интраоперационное исследование включало учет: длительности операции, наличия кровотечения, необходимости дополнительной коагуляции лазером места кровотечения.

Для оценки динамики разрешения воспалительных изменений в гортани всем пациентам проводилась фиброларингоскопия (видеориноларингоскоп CMOS с эндоскопической видеосистемой TELE PACK X, KARL STORZ) в предоперационном периоде, на 3, 10, 14, 21 сутки, в 1 и 3 месяца после операции с оценкой ларингологической картины на основании балльной системы: 0 баллов — отсутствие воспалительных явлений; 1 балл — незначительные сосудистая инъеция и отек слизистой оболочки гортани; 2 балла — умеренные гиперемия и отек слизистой оболочки, наличие/отсутствие тонкого фибринового налета; 3 балла — выраженные гиперемия и отек слизистой оболочки гортани, формирование плотного фибринового налета.

Для оценки изменений фонаторных колебаний голосовых складок всем пациентам проводилась видеоэндостробоскопия гортани (электронный стробоскоп “EndoSTROBE-XION”) в дооперационном периоде, на 14, 21 сутки, через 1 и 3 месяца после оперативного лечения. Оценка фонаторных колебаний проводилась на основании балльной системы оценки клинических признаков воспаления: 0 баллов- колебания голосовых складок симметричные, регулярные, слизистая волна хорошо выражена; 1 балл — колебания асимметричные, нерегулярные, слизистая волна уменьшена; 2 балла — колебания асимметричные, нерегулярные, слизистая волна отсутствует.

Так же всем пациентам проводили акустический анализ голоса (ААГ) (компьютеризированная речевая лаборатория CSL 4150B, программа Multi-Dimensional Voice Program, KayPentax, USA) перед операцией, через 14 дней, 1 и 3 месяца после операции с учетом следующих показателей: время максимальной фонации (ВМФ), частота основного тона (ЧОТ- F0), нестабильность голоса по частоте (Jitter, %) и амплитуде (Shimmer, %), соотношение шумовых и гармонических компонентов (HNR).

Контроль жалоб пациентов осуществлялся на основании заполнения опросника Индекса нарушений голоса и качества жизни - Voice Handicap Index 30 (VHI-30) (перевод и валидизация на русский язык Шиленковой В.В., Коротченко В.В., 2015). Пациенты заполняли анкету до, спустя 14 дней, 1 месяц и 3 месяца после оперативного лечения.

Всем 80 пациентам проводилось плановое оперативное вмешательство в условиях оториноларингологического отделения. За 30 минут до начала операции для профилактики послеоперационной инфекции всем пациентам проводилась премедикация антибактериальным препаратом (Цефтриаксон 1,0 мл внутримышечно или Лефлоракт 100,0 мл внутривенно капельно).

Операции выполняли под эндотрахеальным наркозом (индивидуальная армированная интубационная трубка с раздувающейся манжетой) при прямой опорной микроларингоскопии с использованием ларингоскопа O. Kleinsasser (Karl Storz). Для визуализации анатомических структур гортани использовали операционный микроскоп ZEISS OPMI VARIO 700 с установленным фильтром для защиты глаз.

У пациентов первой группы (50 человек) для лечения ХЗГ использовали полупроводниковый лазер с длиной волны 445 нм. Лазерное воздействие на голосовые складки проводили с учетом экспериментально подобранных режимов: без подачи гелия 8-10 Вт импульс 10-20 мс пауза 150 мс; в атмосфере инертного газа (установка Flow Control) 6-8 Вт импульс 10-20 мс пауза 100-130 мс. Лазерное воздействие проводили с использованием гибкого кварцевого волокна (диаметр 400 мкм), закрепленного в хирургической рукоятке со вставленным металлическим проводником длиной 28 см. Визуализировали голосовой отдел гортани, при наличии выраженного сосудистого рисунка в проекции образования первым этапом проводили превентивную коагуляцию кровеносных сосудов по верхней поверхности голосовых складок с использованием единичных импульсов лазера в дистантном режиме. Диаметр пятна лазерного излучения при этом равнялся диаметру коагулируемого сосуда.

Если образование определялось на медианном крае голосовой складки (полип, папиллома, узелок, гранулема), то образование захватывали с помощью гортанных микрощипчиков, отводили медиально, и при контактном воздействии в импульсном режиме лазера производили разрез слизистой оболочки голосовой складки вдоль образования до полного его отсечения от свободного края голосовой складки (рисунок 2А).

Если образование локализовалось в толще складки (киста), то контактно в импульсном режиме лазера выполняли окаймляющий разрез в проекции образования, захватывали образование микрощипчиками и контактно в импульсном режиме лазера производили энуклеацию образования из ложа голосовой складки.

В случае ХОПЛ (отека Рейнке) после выполнения разреза с использованием электроаспиратора удаляли студенистое отделяемое из подслизистого пространства.

При сохранении большого дефекта слизистой оболочки после удаления образования, последним этапом сближали края разреза с помощью микрощипчиков

и лазером в дистантном режиме прежними параметрами производили коагуляцию единичными импульсами по линии соприкосновения краев слизистой оболочки до их полной фиксации между собой (рисунок 2Б).

Операцию завершали обработкой слизистой оболочки голосового отдела мазью Гидрокортизон (Патент RU 2772098 С1 «Способ лечения опухолеподобных образований гортани с применением полупроводникового лазера с длиной волны 445 нм» от 16.05.2022).

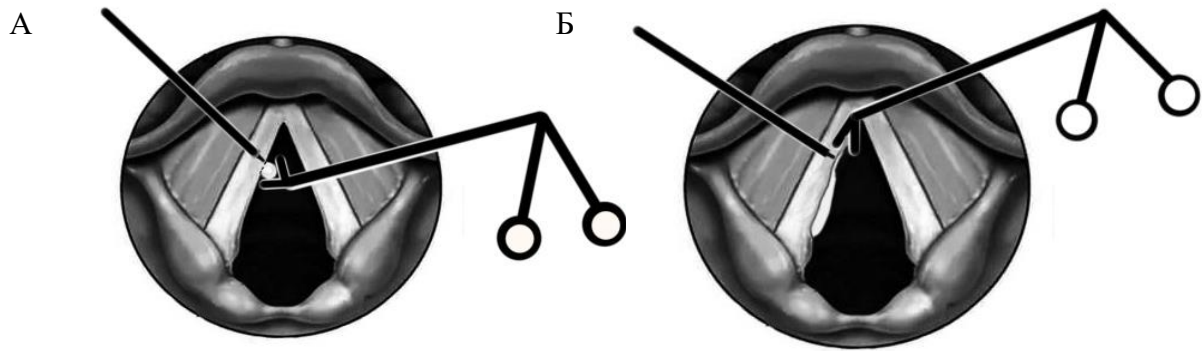


Рисунок 2 – Фиксация образования микрощипчиками и выполнение разреза посредством лазерного волокна с длиной волны 445 нм (А), сближение и лазерная коагуляция краев разреза (Б)

У пациентов второй группы (30 человек) для лечения ХЗГ использовался полупроводниковый лазер с длиной волны 980 нм (АЛПХ-01-«ДИОЛАН»). С помощью использования микрощипчиков образование свободного края фиксировалось и смещалось медиально, после чего с помощью лазера при контактном воздействии в импульсном режиме (на мощности 24-25 Вт длительность импульса 10-20 мс пауза 50 мс) проводили разрез от края образования до полного его отсечения от голосовой складки; при образовании в толще складки – разрез проводился в проекции образования, а после захвата микроинструментами образование выделялось из ложа с применением лазера. При необходимости сопоставление краев разреза слизистой оболочки проводилось с помощью микроинструментов с дополнительной коагуляцией лазером краев разреза. Операция заканчивалась обработкой слизистой оболочки голосовых складок мазью Гидрокортизон.

В раннем послеоперационном периоде всем пациентам проводилась противоотечная, антирефлюксная терапия. Проводились вливания в гортань с растворами антисептиков и гормональных препаратов. При выписке было рекомендовано соблюдение голосового покоя в течение 7-10 дней, ограничение голосовой нагрузки в течение последующих 2 недель, диеты при ГЭРБ, ингаляции с противовоспалительными, противоотечными препаратами, антирефлюксная терапия. Занятия с фонопедом назначали при необходимости пациентам обеих групп после стихания всех воспалительных явлений со стороны гортани (но не ранее чем через месяц).

Все собранные результаты были сведены в общую базу данных и подвергнуты статистической обработке. Статистическая обработка проведена

методами вариационной статистики с применением параметрических (t-критерия Стьюдента для зависимых выборок) и непараметрических (U-критерия Манна-Уитни), критериев анализа номинативных данных (точный критерий Фишера, критерий хи-квадрат Пирсона) при помощи программы StatTech v. 2.7.1 (ООО "Статтех", Россия). Результаты признавались статистически достоверными при значении $p\text{-value} < 0,05$.

Результаты экспериментальной части исследования

Главной задачей фонохирургии является восстановление голосовой функции, что достигается в результате удаления образований гортани при максимальном сохранении гистологической структуры голосовых складок. Минимальные реактивные явления и быстрое восстановление наблюдаются при работе в пределах эпителиального слоя и поверхностного слоя собственной пластинки слизистой оболочки. Толщина эпителия голосовой складки вместе с поверхностным слоем собственной пластинки составляет около 400-600 мкм [Hirano M., 1981; Paulsen F., Tillmann B., 2020].

Исходя из этого нашей задачей было подобрать оптимальные параметры лазерного воздействия, при которых максимальная глубина повреждения (сумма трех оцениваемых зон) будет не более 600 мкм, т.е. не будет превышать толщину слоя ткани до функционально значимых зон голосовой складки.

По результатам макроскопической оценки при работе в постоянном режиме на всех мощностях от 0,5 до 4 Вт определялось равномерное линейное воздействие. На мощности 1,5 Вт определялись прерывистые участки абляции ткани, сопровождаемые точечной карбонизацией по ходу линии разреза. На мощности 2 – 4 Вт визуализировался кратер абляции, который характеризовался равномерным линейным воздействием с обширной зоной карбонизации по ходу разреза (рисунок 3).

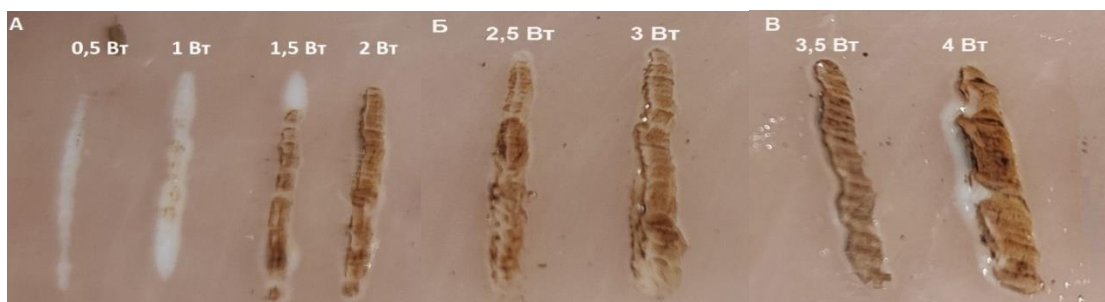


Рисунок 3 – Макропрепарат, мышечная ткань курицы. А- постоянный режим мощность от 0,5- 2Вт; Б- постоянный режим мощность 2,5 и 3 Вт; В- постоянный режим мощность 3,5 и 4 Вт

По результатам микроскопической оценке при работе в постоянном режиме уже на минимальной мощности 0,5 Вт общая зона повреждения ткани составила $603,62 \pm 75,54$ мкм, что превышает безопасный порог, выбранный для фонохирургического вмешательства (таблица 2, рисунок 4).

Таблица 2 – Результаты морфологического измерения величин трех зон и общей зоны повреждения на препаратах мышечной ткани курицы при лазерном воздействии в постоянном режиме

	Зона деструкции, мкм	Зона некроза, мкм	Зона ишемии, мкм	Общая зона повреждения, мкм
0,5 Вт	425,12±42,34	35,23±12,10	143,27±21,10	603,62±75,54
1 Вт	550,33±50,12	37,94±11,14	162,51±32,12	750,78±93,38
1,5 Вт	611,72±72,22	43,65±17,12	165,43±30,21	820,8±119,55
2 Вт	890,67±92,21	72,50±22,23	222,53±41,12	1185,7±155,56
2,5 Вт	973,78±110,32	81,92±34,12	264,23±45,45	1319,93±189,89
3 Вт	1078,81±190,42	85,76±35,12	361,34±52,12	1525,91±277,66
3,5 Вт	1969,34±299,22	104,84±40,92	344,90±62,21	2419,08±402,35
4 Вт	2430,87±390,23	142,72±42,34	430,52±82,23	3004,11±514,8

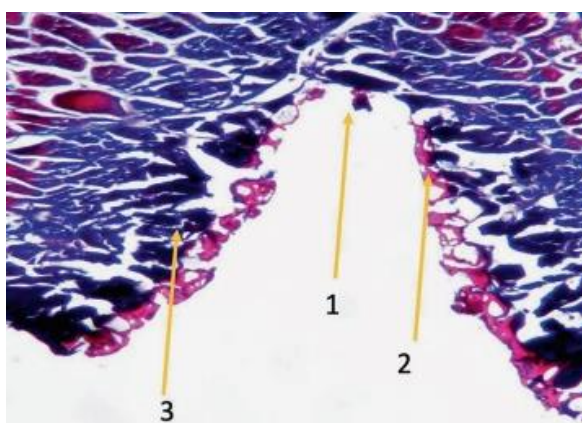


Рисунок 4 – Микропрепарат, мышечная ткань курицы, окраска гематоксилин-эозином. Стрелками обозначены зоны деструкции (1), некроза (2) и ишемии (3).

Постоянный режим 2,5 Вт, увеличение $\times 40$, окраска трихромом по Массону

На основании экспериментального исследования был сделан вывод о нецелесообразности использования постоянного режима воздействия лазера с длиной волны 445 нм для фонохирургических вмешательств.

Первый этап оценки лазерного воздействия в импульсном режиме проводился без подачи гелия на биологическую модель. Макроскопическая оценка: линейное воздействие разной степени выраженности определялось на всех заданных мощностях. При наиболее продолжительной паузе между импульсами 300 мс был отмечен наименее четкий разрез (неравномерный), тогда как при паузе между импульсами 150 мс визуализированный разрез определялся более отчетливо с возникновением карбонизата.

Таблица 3 отражает максимальную глубину повреждения мышечной ткани курицы, полученную при работе лазером 445 нм в импульсном режиме. При использовании параметров, отмеченных полужирным начертанием, глубина повреждения ткани не превышает 600 мкм, что дает основание предполагать

бережное отношение к структурам гортани в ходе оперативного вмешательства, что имеет важное значение при фонохирургии.

На практике самыми оптимальными из оцениваемых являются параметры с наименьшей паузой между импульсами (150 мс). Использование данных параметров позволяет реализовать резекционный и коагуляционный эффекты лазера при максимально возможной скорости (в таблице 3 отмечены звездочкой *).

Таблица 3 – Результаты морфологического измерения максимальной зоны повреждения на препаратах мышечной ткани курицы при лазерном воздействии в импульсном режиме без подачи гелия (измерения в мкм)

8 Вт	10 мс	20 мс	30 мс
150 мс	357,88 ± 66,26*	510,44 ± 77,56*	666,35 ± 78,39
200 мс	204,71 ± 29,1	335,12 ± 53,71	465,80 ± 75,71
250 мс	171,55 ± 41,8	219,94 ± 43,38	292,54 ± 62,08
300 мс	137,54 ± 22,63	168,94 ± 36,62	229,77 ± 49,52
9 Вт	10 мс	20 мс	30 мс
150 мс	428,83 ± 78,96*	689,65 ± 84,55	835,58 ± 119,51
200 мс	234,56 ± 48,03	564,02 ± 35,71	700,54 ± 95,92
250 мс	200,65 ± 45,58	358,0 ± 42,42	527,31 ± 64,08
300 мс	175,25 ± 27,18	265,63 ± 58,79	401,49 ± 64,99
10 Вт	10 мс	20 мс	30 мс
150 мс	513,45 ± 85,69*	820,08 ± 103,85	923,55 ± 108,35
200 мс	370,88 ± 61,99	705,95 ± 100,41	850,59 ± 109,95
250 мс	290,29 ± 61,61	537,20 ± 55,93	700,61 ± 96,97
300 мс	217,59 ± 58,14	395,58 ± 67,46	520,28 ± 75,14
Примечание – * оптимальные режимы лазерного воздействия при паузе между импульсами 150 мс.			

Вторым этапом мы определяли оптимальные параметры лазерного воздействия в импульсном режиме при подключении установки Flow Control, т.е. при работе в атмосфере инертного газа (гелия).

По данным макроскопической оценки: на всех участках ткани определялся линейный разрез с точечной карбонизацией даже на максимально исследуемой мощности.

По результатам микроскопической оценки: лазерные характеристики, используемые в атмосфере инертного газа и отмеченные полужирным начертанием в таблице 4, допустимы для использования в фонохирургии, т.к. обеспечивают минимальное повреждающее действие на структуру голосовой складки.

Таблица 4 – Результаты морфологического измерения максимальной зоны повреждения на препаратах мышечной ткани курицы при лазерном воздействии в импульсном режиме с подачей гелия (в атмосфере инертного газа)

6 Вт	10 мс	20 мс	30 мс
100 мс	328,77 ± 42,36	580,12 ± 71,78	710,32 ± 43,19
120 мс	269,12 ± 49,23	455,22 ± 37,18	636,85 ± 80,79

Продолжение таблицы 4

130 мс	215,33± 52,28	320,20± 71,93	580,53± 82,20
7 Вт	10 мс	20 мс	30 мс
100 мс	370,81± 81,45	620,65± 83,59	785,33± 102,53
120 мс	310,22± 70,18	533,02± 56,90	692,51± 75,94
130 мс	234,70± 82,20	484,10± 59,40	630,30± 50,28
8 Вт	10 мс	20 мс	30 мс
100 мс	490,41± 72,12	830,12± 87,98	905,56± 75,35
120 мс	399,88± 61,99	670,95± 61,40	770,12± 49,81
130 мс	321,22± 50,60	520,21± 45,94	711,11± 63,15

Таким образом, на основании эксперимента с применением биологической модели гортани с учетом данных макро- и микроскопической оценки, определено, что наиболее оптимальными (безопасными и эффективными) являются импульсные режимы: мощность 8-10 Вт длительность импульса 10-20 мс пауза между импульсами 150 мс без подачи гелия; мощность 6-8 Вт длительность импульса 10-20 мс пауза между импульсами 100-130 мс в атмосфере инертного газа (гелия).

Результаты клинической части исследования

Оценка интраоперационных показателей

Время оперативного вмешательства рассчитывалось от начала установки ларингоскопа, до момента его удаления, что включало удаление образования и достижение гемостаза.

В первой группе, где для хирургического воздействия использовался лазер с длиной волны 445 нм, среднее значение длительности оперативного вмешательства составило $14,9 \pm 5,5$ минут, тогда как во второй группе, где использовался лазер с длиной волны 980 нм – $17,9 \pm 6,3$ мин. При сравнении данного параметра по группам на основании U-критерия Манна-Уитни и было установлено статистически значимое различие ($p = 0,008$) (рисунок 5).

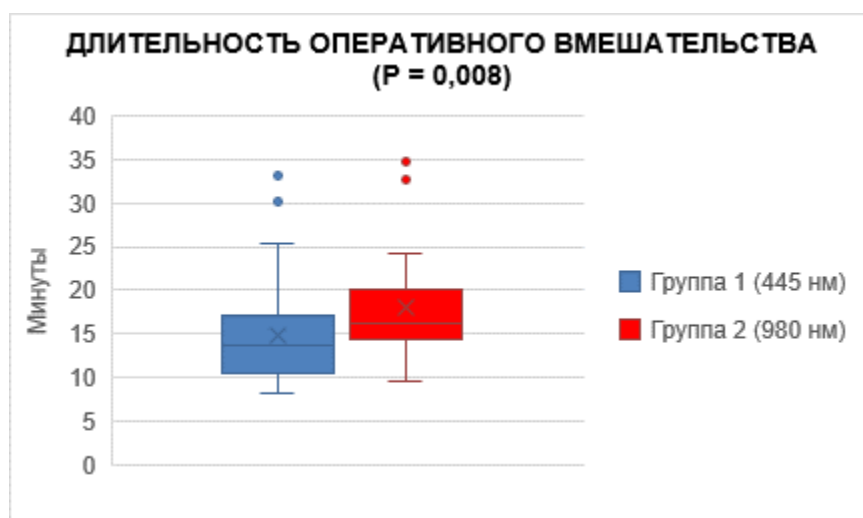


Рисунок 5 – График оценки длительности оперативного вмешательства в зависимости от распределения по группам

Среди интраоперационных показателей проводилась оценка частоты возникновения кровотечения и необходимость лазерной коагуляции в месте кровотечения.

Среди пациентов первой группы прикладывание тампона с адреналином с целью остановки кровотечения производилось у 3 пациентов (6%), среди пациентов второй группы – у 6 пациентов (20%). По данным гистологического обследования у всех 9 пациентов был диагностирован ангиоматозный полип.

Использование лазера в качестве дополнительного метода гемостаза при неэффективности механической тампонады потребовалась в 1 случае (2,0%) в группе синего лазера, в 2 случаях (6,7%) в группе инфракрасного лазера. Для гемостаза использовали единичные импульсы в дистантном режиме заданными лазерными настройками. Статистически значимых различий по данным показателям между группами определено не было ($p = 0,073$ и $p = 0,553$, соответственно) (рисунок 6).

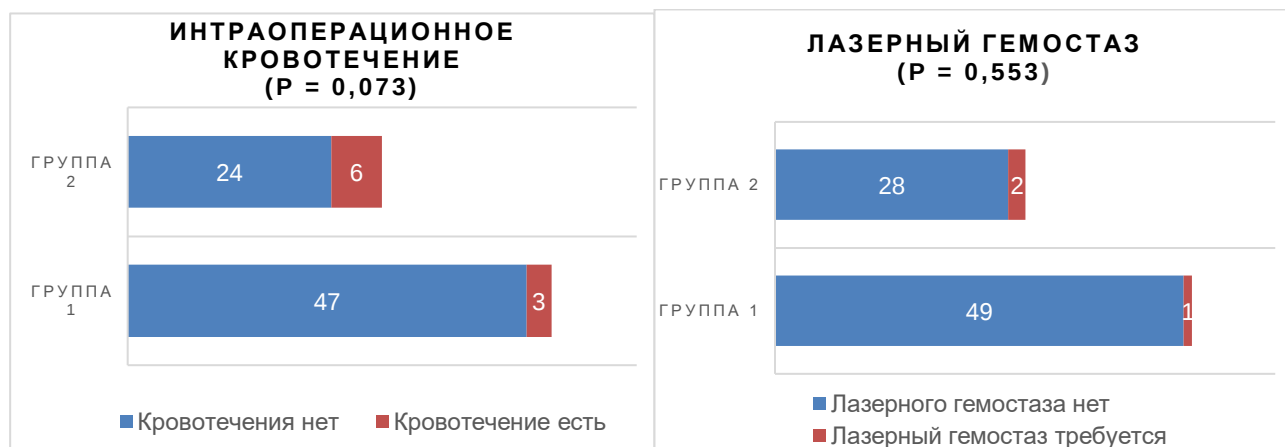


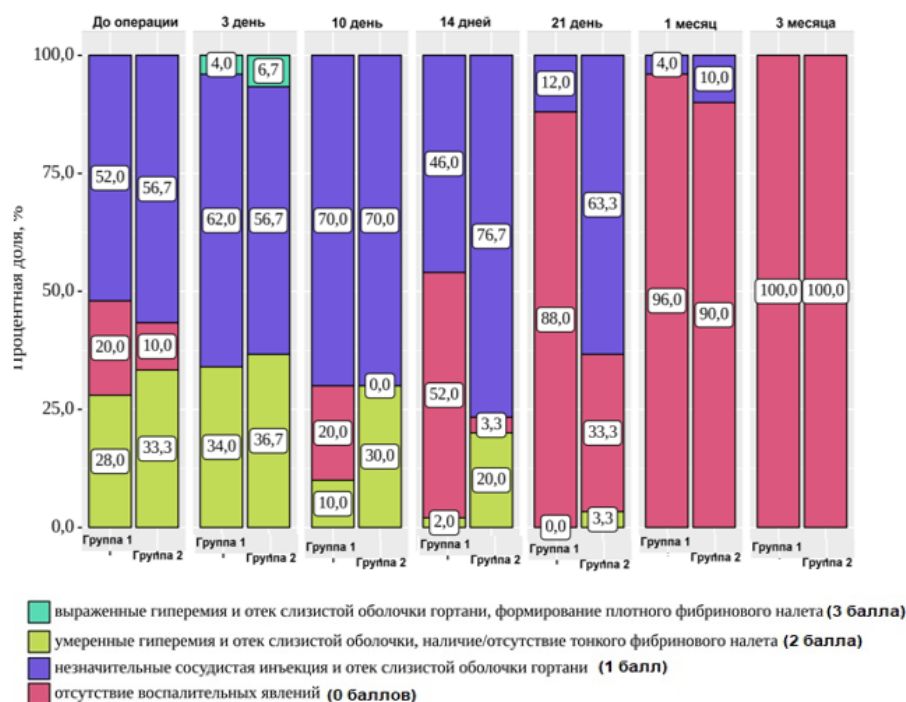
Рисунок 6 – Гистограммы распределения по возникновению интраоперационного кровотечения и по необходимости лазерного гемостаза в двух группах

Оценка послеоперационных результатов

Фиброскопическое исследование гортани первично выполнялось всем в дооперационном периоде, по результатам которого у 67 пациентов (83,7%) были определены воспалительные явления со стороны гортани. При сравнении по группам дооперационные данные статистически значимо не различались ($p = 0,495$).

У всех пациентов на 3 сутки после оперативного вмешательства присутствовали воспалительные изменения различной степени выраженности. Через 10 дней после вмешательства у 13 пациентов (26%) группы 1 была отмечена нормализация ларингоскопической картины, при этом у всех пациентов группы 2 сохранялись реактивные явления со стороны гортани. На 14 сутки у 30 пациентов (60%) группы синего лазера и 7 пациентов (23,3%) инфракрасного лазера отмечалось восстановление состояния гортани, тогда как через 3 недели нормализация картины была отмечена в группе 1 у 46 пациентов (92%), в группе 2- у 18 пациентов (60,0%). Через месяц у 49 пациентов (98%) группы 1 и 27 пациентов

(90%) группы 2 отсутствовали реактивные явления. Через 3 месяца у всех пациентов отмечалось нормальная ларингоскопическая картина (рисунок 7).



День осмотра	p
До	0,495
3 день	0,821
10 день	0,002*
14 день	0,002*
21 день	0,001*
1 мес	0,146
3 мес	—

Рисунок 7 – Динамика изменения фиброскопической картины гортани в зависимости от распределения по группам

При сравнении темпов восстановления ларингоскопической картины статистически значимых различий между группами не было на 3 день после операции ($p = 0,821$), через 1 и 3 месяца ($p > 0,05$), однако на 10 ($p = 0,002$), 14 ($p = 0,002$) и 21 дни ($p = 0,001$) после операции были установлены значимые различия между группами.

Средние сроки нормализации ларингоскопической картины после удаления единичного образования составили 10-14 суток в группе 1 и 14-21 день в группе 2; после удаления ХОПЛ (отек Рейнке)- в среднем 14-21 день и 21 день – 1 месяц, соответственно.

Изменения стробоскопической картины (асимметричные нерегулярные колебания) определялись у всех пациентов на дооперационном этапе, при этом слизистая волна была уменьшена у 51 пациента (63,8%), слизистая волна отсутствовала в области образования у 29 (36,2%). Статистически достоверной разницы при сравнении данных стробоскопии по группам определено не было ($p = 0,674$).

В группе 1 нормализация вибраторной функции через 2 недели была отмечена у 35 пациентов (70%), через 3 недели – у 49 пациентов (98%), через месяц – у 50 пациентов (100%). В группе 2 восстановление симметричности колебаний голосовых складок наблюдалось у 12 пациентов (40%) через 2 недели, у 21 пациента (70%) через 3 недели, у 29 пациентов (97,6%) через месяц. Спустя 3

месяца после операции у всех пациентов была отмечена нормальная вибраторная функция по данным стробоскопии гортани.

На 14 и 21 сутки после операции при сравнении данных стробоскопии по группам были определены статистически значимые различия ($p = 0,020$ и $p < 0,001$, соответственно). Результаты стробоскопического исследования в один и три месяца статистически значимо не различались ($p > 0,05$) (рисунок 8).

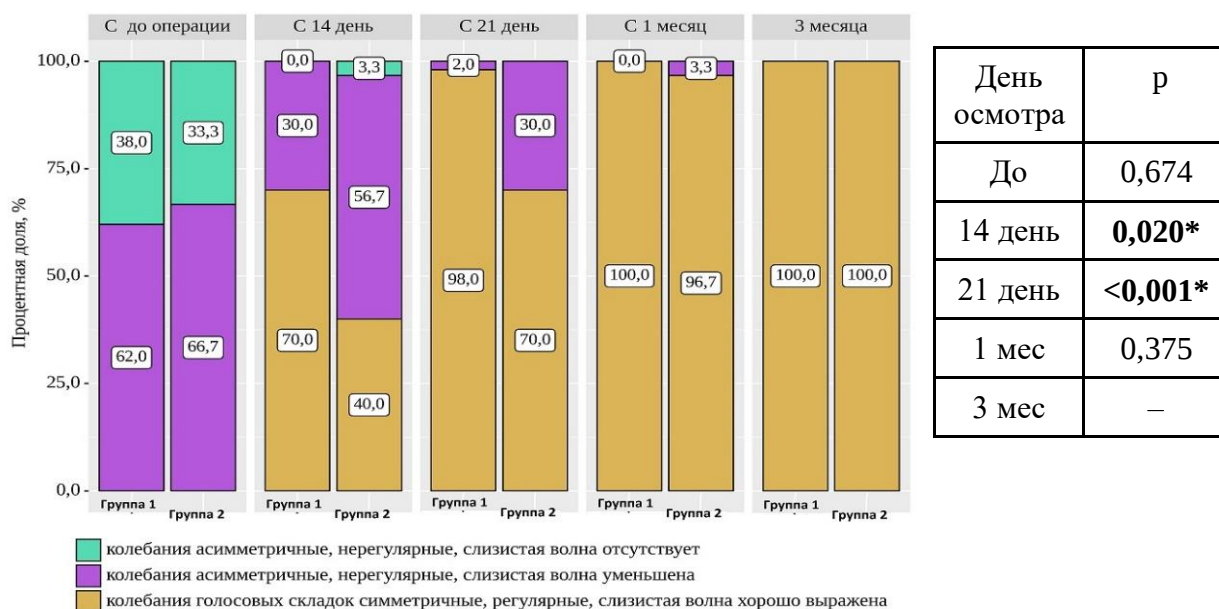


Рисунок 8 – Динамика восстановления вибраторной функции гортани по данным видеоэндостробоскопии в зависимости от распределения по группам

Среднее значение индекса нарушения голоса (VNI-30) до операции у пациентов группы 445 нм составило $54,6 \pm 28,6$ баллов, у пациентов группы 980 нм- $52,1 \pm 25,9$ баллов, при отсутствии достоверной разницы между выборками ($p = 0,739$).

Через 2 недели у всех пациентов отмечалось снижение общего значения индекса, однако более выраженная динамика отмечалась у пациентов первой группы ($19,6 \pm 14,3$ баллов) по сравнению со второй группой ($27,0 \pm 17,2$ баллов) ($p = 0,042$).

Спустя месяц после операции так же отмечалась достоверное различие по группам ($p = 0,006$), среднее значение индекса VNI составило $4,8 \pm 7,4$ баллов в первой и $9,8 \pm 8,0$ баллов во второй группе.

Через 3 месяца при сравнении данных индекса VNI по группам статистических различий определено не было ($p = 0,194$), при значении в первой группе $0,6 \pm 0,1$ балла, во второй - $0,9 \pm 1,1$ балла (рисунок 9).

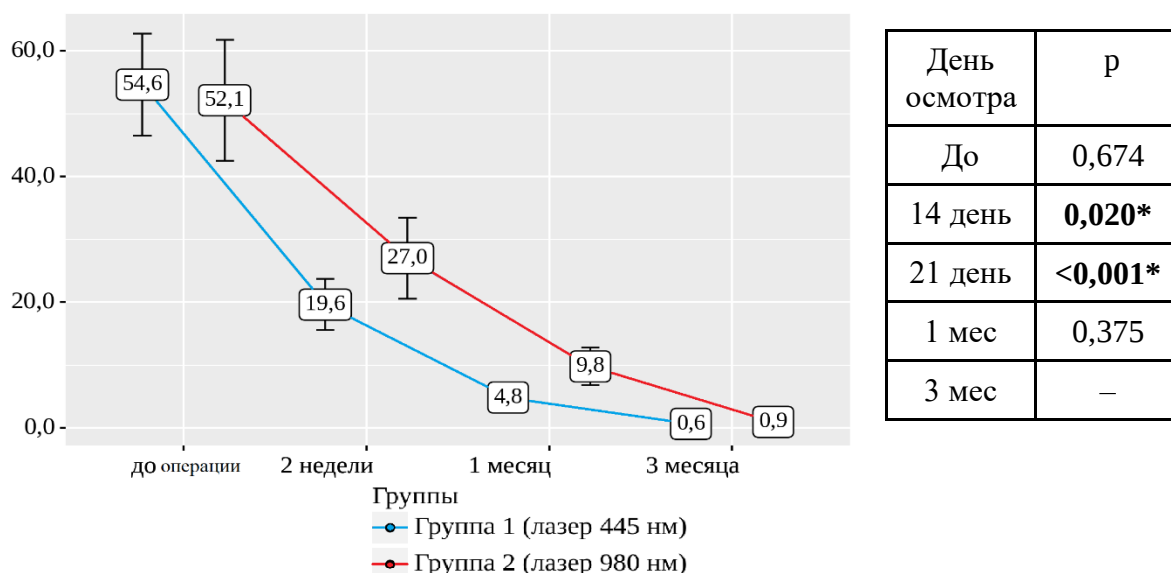


Рисунок 9 – Динамика показателя VNI-30 в зависимости от распределения по группам

Первым среди показателей ААГ оценивали динамику изменения частоты основного тона (ЧОТ) отдельно у женщин и мужчин.

Всего было прооперирована 41 женщина. В дооперационном периоде средний показатель ЧОТ у женщин составил $210,56 \pm 15,49$ Гц и $206,01 \pm 8,35$ Гц в группе 1 и 2, соответственно, без статистически значимой разницы ($p = 0,278$). У всех пациенток с ХЗГ до операции присутствовали жалобы на снижение высоты голоса в сторону низких частот. Спустя 2 недели после операции у пациенток обеих групп показатель ЧОТ значимо увеличивался, однако без достоверной разницы между группами ($p = 0,145$). В группе синего лазера среднее значение составило $231,76 \pm 88$ Гц и в группе инфракрасного лазера – $223,79 \pm 13,49$ Гц.

Дальнейшее увеличение показателя ЧОТ отмечалось к 1 месяцу после операции, составляя $234,71 \pm 16,22$ Гц и $231,96 \pm 12,45$ Гц в группе 1 и 2, соответственно. Максимум данного показателя отмечался к 3 месяцу со значениями $237,57 \pm 14,82$ Гц в первой группе, $238,44 \pm 8,01$ Гц во второй группе. Как в 1 месяц ($p = 0,560$), так и в 3 месяца ($p = 0,837$) изменения между группами не были статистически значимы. Через 1-3 месяца после операции все пациентки (100%) отметили возвращение привычного тембра голоса (рисунок 10).

В обеих группах было прооперировано 39 мужчин, 22 человека (56,4%) отмечали жалобы на снижение тембра. Среднее значение ЧОТ на дооперационном осмотре составляло $138,07 \pm 10,77$ Гц и $138,29 \pm 10,32$ Гц в группах 1 и 2, соответственно. Статистически значимой разницы между группами определено не было ($p = 0,951$).

Данный показатель достоверно увеличивался через 2 недели после операции у всех пациентов, без определения значимой разницы между группами ($151,97 \pm 9,29$ Гц в 1 группе, $151,57 \pm 10,08$ Гц во 2 группе) ($p = 0,902$).

В период 1 – 3 месяца наблюдалось дальнейшее увеличение параметра ЧОТ у всех пациентов с достижением максимума в $161,48 \pm 12,30$ Гц у пациентов группы

синего лазера и $161,02 \pm 9,97$ Гц у пациентов группы инфракрасного лазера. На всех этапах наблюдения статистически значимой разницы при сравнении межгрупповых показателей не было ($p > 0,05$). По данным субъективной оценки после операции все мужчины отметили восстановление первичного тембра голоса (рисунок 10).

Таким образом, по оценке ЧОТ у лиц женского и мужского пола после операции, было выявлено, что изменение данного показателя не зависело от типа лазера, используемого в ходе оперативного вмешательства.

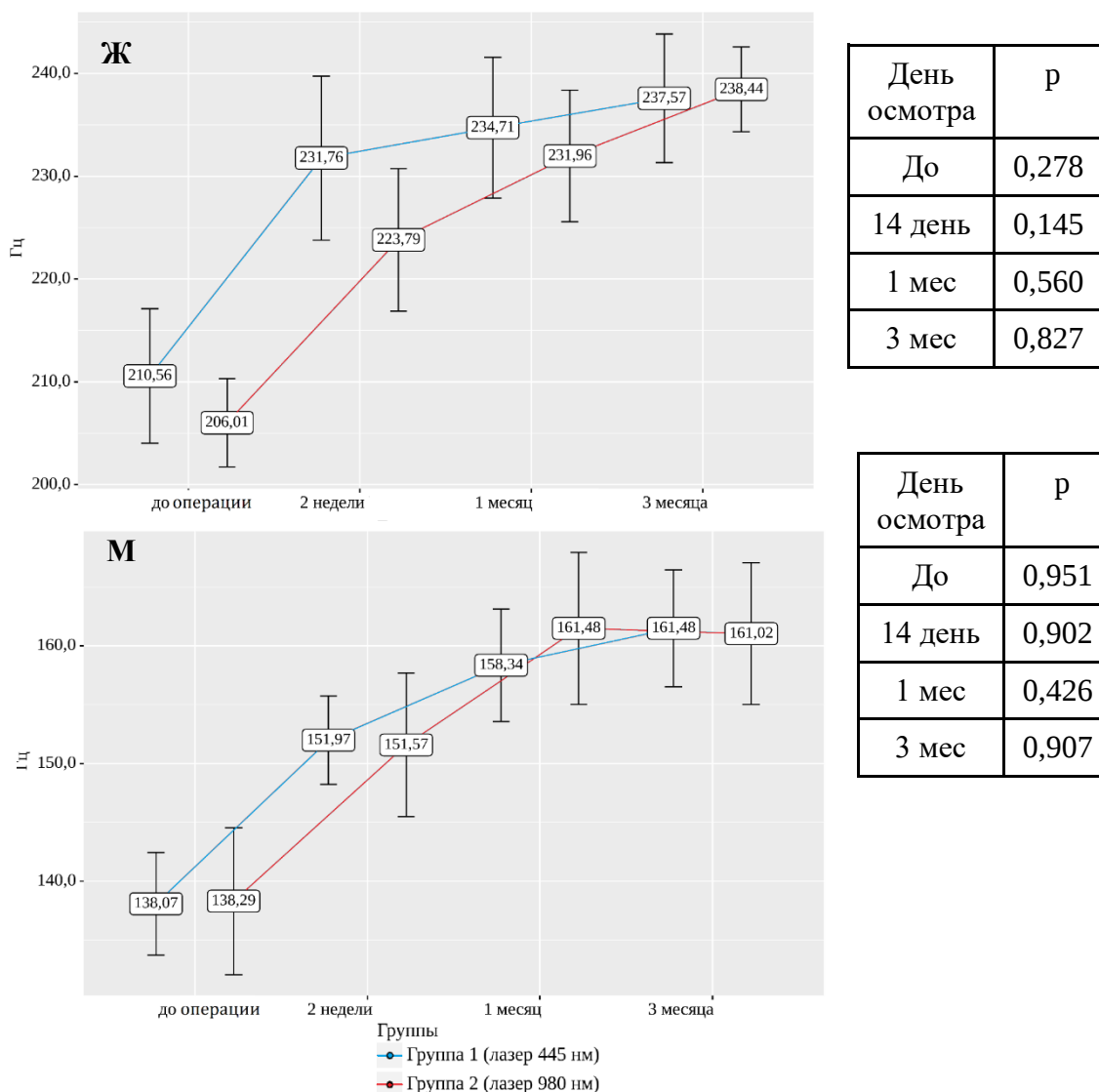
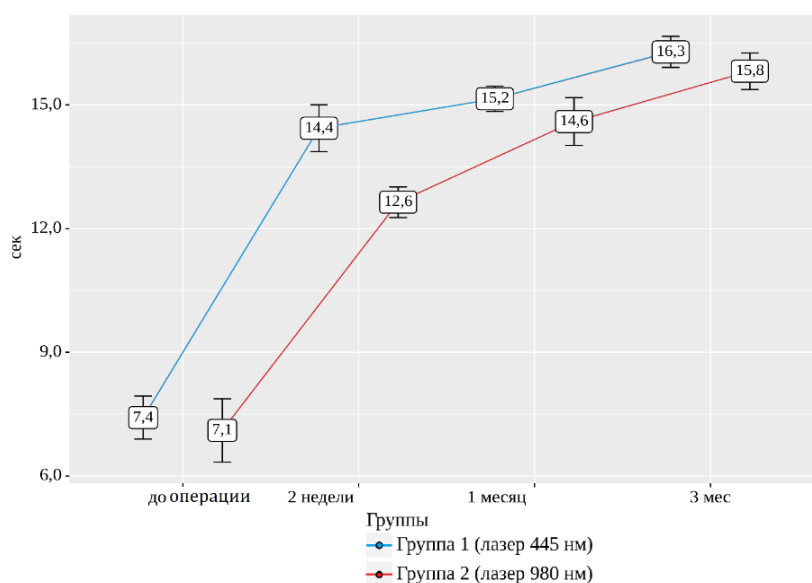


Рисунок 10 – Динамика показателя ЧОТ у женщин и мужчин в зависимости от распределения по группам

Средний показатель времени максимальной фонации (ВМФ) до операции составлял $7,4 \pm 1,8$ сек и $7,1 \pm 2,1$ сек в группе 1 и группе 2, соответственно, при отсутствии статистически значимых различий на данном этапе ($p = 0,487$).

Через 2 недели после вмешательства у пациентов всех групп наблюдалось значимое увеличение данного показателя, однако более выраженное в группе синего лазера, где ВМФ увеличился до $14,4 \pm 2,0$ сек, тогда как во второй группе –

до $12,6 \pm 1,0$ сек. При сравнении данного показателя между группами была определена статистически достоверная разница ($p < 0,001$). Через месяц наблюдалось дальнейшее увеличение ВМФ: в первой группе значение составило $15,2 \pm 1,1$ сек, во второй группе – $14,6 \pm 1,6$ сек, при этом при межгрупповом сравнении достоверные различия по данному показателю отсутствовали ($p = 0,064$). Максимальное значение ВМФ было отмечено через 3 месяца после операции: $16,3 \pm 1,3$ сек в группе синего лазера, $15,8 \pm 1,2$ сек в группе инфракрасного лазера. Таким образом, у всех пациентов была отмечена нормализация данного показателя без статистически значимых различий между групповыми значениями ВМФ ($p = 0,117$) (рисунок 11).



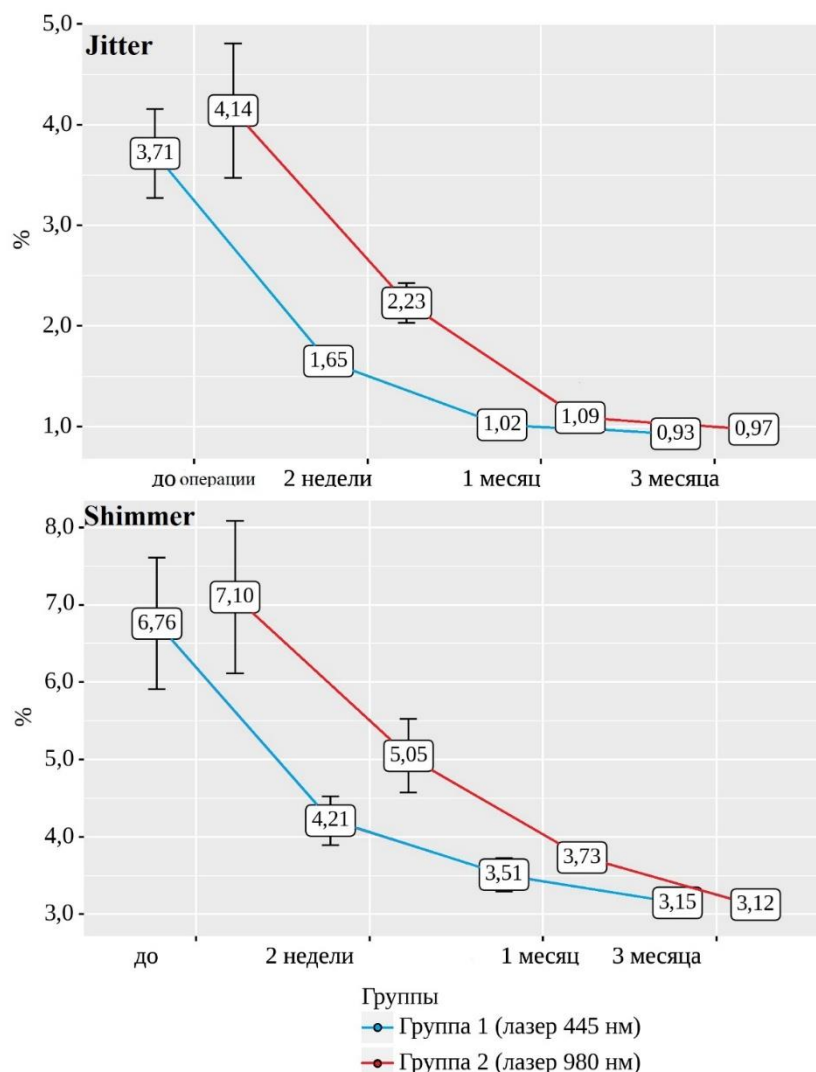
День осмотра	p
До	0,486
14 день	<0,001*
1 мес	0,064
3 мес	0,117

Рисунок 11 – Динамика показателя ВМФ в зависимости от распределения по группам

На дооперационном этапе средние значения показателя частотной нестабильности голоса Jitter статистически достоверно не отличались: $3,71 \pm 1,55\%$ в группе 1, $4,14 \pm 1,79\%$ в группе 2 ($p = 0,265$). Уже через 2 недели показатель Jitter уменьшался у всех пациентов с более выраженной динамикой в группе синего лазера ($1,65 \pm 0,54\%$) по сравнению с группой инфракрасного лазера ($2,23 \pm 0,52\%$), при наличии значимой разницы при групповом сравнении ($p < 0,001$). Через месяц после оперативного лечения у всех пациентов отмечалась нормализация данного показателя: $1,02 \pm 0,23\%$ в группе 1 и $1,09 \pm 0,25\%$ в группе 2. Спустя три месяца у пациентов обеих групп сохранялась норма по показателю Jitter ($0,93 \pm 0,17\%$ в первой группе, $0,97 \pm 0,24\%$ во второй группе). Таким образом, достоверная разница между значениями двух групп в период 1 и 3 месяцев после операции отсутствовала ($p = 0,197$ и $p = 0,336$, соответственно) (рисунок 12)

Среднее значение амплитудной нестабильности голоса Shimmer до операции составляло $6,76 \pm 2,99\%$ в группе лазера 445 нм, $7,10 \pm 2,65\%$ в группе лазера 980 нм, без статистически значимой разницы между группами ($p = 0,607$). Значение Shimmer уменьшалось через 2 недели у пациентов обеих групп, при значимо более выраженной динамике в группе 1 ($p = 0,003$): $4,21 \pm 1,11\%$ в группе 1 и $5,05 \pm 1,27\%$

в группе 2. Спустя один месяц после операции отмечалось дальнейшее уменьшение Shimmer у всех пациентов, данный показатель был сопоставим у обеих групп ($p = 0,168$). На контрольном осмотре в 3 месяца значение Shimmer у всех пациентов соответствовало норме и составляло $3,15 \pm 0,48$ в группе 1 и $3,12 \pm 0,40$ в группе 2 ($p = 0,831$) (рисунок 12).



День осмотра	P
До	0,265
14 день	<0,001*
1 мес	0,197
3 мес	0,336

День осмотра	P
До	0,607
14 день	0,003*
1 мес	0,168
3 мес	0,831

Рисунок 12 – Динамика показателя Jitter и Shimmer в зависимости от распределения по группам

До операции показатель индекса соотношения шумовой спектральной энергии к гармонической (Harmonics to noise ratio - HNR) составлял $0,198 \pm 0,041$ в группе 1 и $0,194 \pm 0,036$ в группе 2, при этом достоверной разницы между группами отмечено не было ($p = 0,631$). Уже к 14-му дню после операции данным показатель значимо снижался у всех пациентов, достигая значений $0,163 \pm 0,038$ в первой группе и $0,168 \pm 0,025$ в группе 2. Через месяц наблюдений у всех пациентов продолжалось уменьшение данного показателя с достижением нормальных значений HNR к 3 месяцу после операции: $0,118 \pm 0,014$ и $0,122 \pm 0,012$ в группе 1 и 2, соответственно. На всех этапах динамического наблюдения достоверной разницы между выборками определено не было ($p > 0,05$).

Индекс NHR значительно уменьшался после проведенного оперативного лечения у всех пациентов, однако не зависел от вида используемого хирургического лазера (рисунок 13).

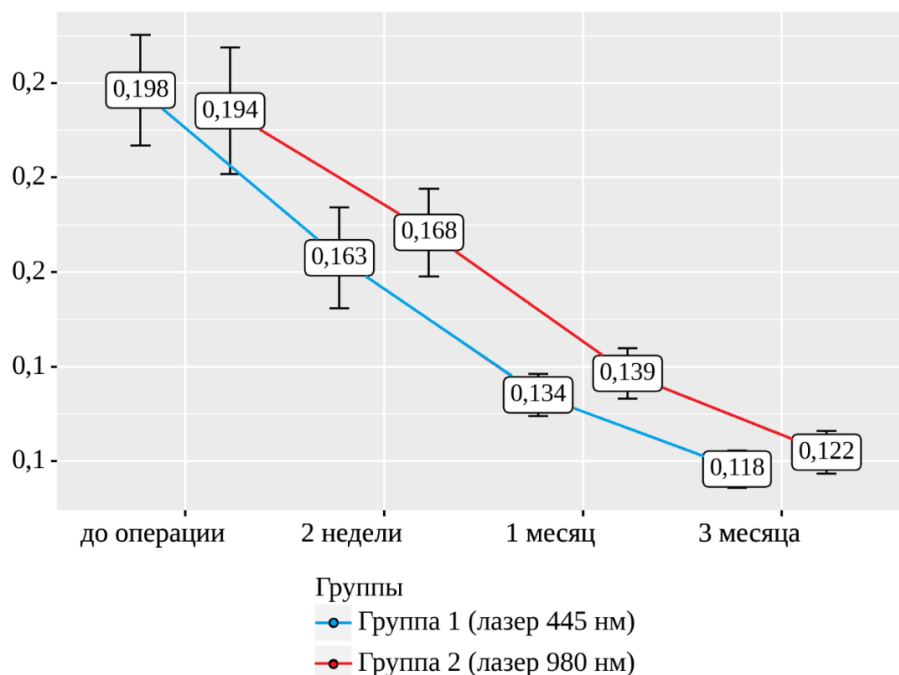


Рисунок 13 – Динамика показателя NHR в зависимости от распределения по группам

Таким образом, за исключением ЧОТ и индекса NHR, по всем изучаемым послеоперационным исследованиям отмечалась более быстрая нормализация показателей у пациентов в группе синего лазера.

ВЫВОДЫ

1. Экспериментально подобранные режимы работы хирургического лазера с длиной волны 445 нм: мощность 8-10 Вт длительность импульса 10-20 мс пауза между импульсами 150 мс без подачи гелия, мощность 6-8 Вт длительность импульса 10-20 мс пауза между импульсами 100-130 мс в атмосфере инертного газа, являются оптимальными для применения в фонохирургии, при использовании которых происходит коагуляционное и резекционное воздействие лазера без повреждения функционально значимых зон голосовой складки. Использование постоянного режима лазера с длиной волны 445 нм для фонохирургии нецелесообразно, так как ведет к формированию обширной зоны термического повреждения окружающих тканей, что коррелирует с нарушением гистологической структуры голосовой складки и снижением ее вибраторной функции.

2. Разработанный способ лечения хронических заболеваний гортани с применением хирургического лазера с длиной волны 445 нм в выбранных режимах обеспечивает сохранность слизистой оболочки и вибрационных свойств голосовой

складки, что позволяет в ранние сроки достигнуть реабилитации голосовой функции у пациентов.

3. По результатам сравнения интраоперационных показателей было отмечено сокращение длительности оперативного вмешательства при работе лазером с длиной волны 445 нм (14,9 мин) в сравнении с использованием лазера с длиной волны 980 нм (17,9 мин, $p = 0,026$).

4. При оценке послеоперационных показателей в группе пациентов, прооперированных с помощью лазера с длиной волны 445 нм, отмечались более быстрые сроки регрессии воспалительного процесса со стороны голосовых складок (на 10 день, $p = 0,002$), восстановления вибраторной функции (на 14 день, $p = 0,020$), нормализации акустических параметров голоса, таких как ВМФ, Jitter, Shimmer (на 14 день, $p < 0,05$) и индекса нарушения голоса и качества жизни VHI-30 (на 14 день, $p = 0,042$) в сравнении с послеоперационными показателями в группе пациентов, прооперированных с использованием лазера с длиной волны 980 нм.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Ввиду высоких коагуляционных и резекционных свойств полупроводникового лазера с длиной волны 445 нм, позволяющих в более короткие сроки реабилитировать голосовую функцию пациента, рекомендовано использовать для хирургического лечения хронических заболеваний гортани лазер с длиной волны 445 нм в следующих режимах: 8-10 Вт импульс 10-20 мс пауза 150 мс без подачи гелия; 6-8 Вт импульс 10-20 мс пауза 100-130 мс в атмосфере инертного газа.

2. В ходе оперативного лечения хронических заболеваний гортани для поддержания анатомической целостности голосовой складки и сохранения вибраторных свойств собственной пластинки слизистой оболочки гортани рекомендовано в ходе оперативного вмешательства выполнять сближение краев разреза и их коагуляцию с помощью лазера с длиной волны 445 нм.

3. Рекомендовано использование лазера с длиной волны 445 нм в импульсном режиме в атмосфере инертного газа для уменьшения паузы между импульсами и ускорения проведения оперативного вмешательства.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Подбор оптимального режима воздействия полупроводникового лазера с длиной волны 445 нм в хирургии гортани: экспериментальное исследование / **П. А. Шамкина**, А. А. Кривопапов, В. А. Ильина [и др.] // X Петербургский форум оториноларингологов России: Материалы X Петербургского форума оториноларингологов России, Санкт-Петербург, 27–29 октября 2021 года. – Санкт-Петербург: ООО «Полифорум Групп», 2021. – С. 129-130.

2. Хирургия доброкачественных и опухолеподобных образований гортани с использованием полупроводникового лазера с длиной волны 445 нм / А. А. Кривопапов, **П. А. Шамкина**, Ю. Е. Степанова [и др.] // Российская оториноларингология. – 2021. – Т. 20, № 6(115). – С. 102-108.

3. Экспериментальное исследование параметров и методик хирургического воздействия лазера с длиной волны излучения 445 нм / Е. Е. Козырева, **П. А. Шамкина**, В. А. Ильина [и др.] // Российская оториноларингология. – 2021. – Т. 20. – № 6 (115). – С. 60-63.

4. Хирургия доброкачественных и опухолеподобных образований гортани с использованием полупроводникового лазера 445 нм: послеоперационное ведение / А. А. Кривопапов, **П. А. Шамкина**, Ю. Е. Степанова [и др.] // Медицинский совет. – 2021. – № 18. – С. 178-183.

5. Шамкина, П. А. Хирургия доброкачественных и опухолеподобных образований гортани с применением полупроводникового лазера / П. А. Шамкина, А. А. Кривопапов, П. И. Панченко // Междисциплинарный подход к лечению заболеваний головы и шеи: Тезисы VI Всероссийского форума оториноларингологов с международным участием, Москва, 13–14 октября 2022 года. – Москва: Федеральное государственное бюджетное учреждение "Национальный медицинский исследовательский центр оториноларингологии Федерального медико-биологического агентства", 2022. – С. 143-145.

6. Шамкина, П. А. Лазерная хирургия доброкачественных и опухолеподобных образований гортани / П. А. Шамкина, А. А. Кривопапов, П. И. Панченко // XI Петербургский форум оториноларингологов России: материалы научной конференции (Санкт-Петербург, 26–28 апреля 2022 года). – Санкт-Петербург: ООО «Полифорум Групп», 2022. – С. 199-200.

7. Применение лазера с длиной волны 445 нм в хирургии гортани: экспериментальное исследование / А. А. Кривопапов, **П. А. Шамкина**, В. А. Ильина [и др.] // Российская оториноларингология. – 2022. – Т. 21, № 5. – С. 47-54.

8. Кривопапов, А. А. Клинические аспекты лазерной хирургии хронических заболеваний гортани / А. А. Кривопапов, **П. А. Шамкина**, П. И. Панченко // Head and neck. Голова и шея. Российский журнал. – 2022. – Т. 20, № 4. – С. 30-40.

9. Патент № 2772098 Российская Федерация, МПК А61В 17/24, А61В 18/20. Способ лечения опухолеподобных образований гортани с применением полупроводникового лазера с длиной волны 445 нм / **Шамкина П. А.**, Кривопапов А.А., Козырева Е.Е., Чуфистова А.В.; заявитель и патентообладатель ФГБУ «СПб НИИ ЛОР Минздрава России». — N 2021126460/14; заявл. 07.09.2021; опубл. 16.05.2022, Бюл. N 14.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ААГ – акустический анализ голоса

ВМФ – время максимальной фонации

ХЗГ – хронические заболевания гортани

ХОПЛ – хронический отечно-полипозный ларингит

ЧОТ – частота основного тона

HNRR – Harmonics to noise ratio

Jitter – частотная нестабильность голоса

Shimmer- амплитудная нестабильности голоса

VHI - Voice Handicap Index