

© Team of authors, 2022 / © Коллектив авторов, 2022

Clinical aspects of laser surgery for chronic laryngeal diseases

A.A. Krivopalov, P.A. Shamkina, P.I. Panchenko

Saint Petersburg Institute of Ear, Nose, Throat, and Speech, Ministry of Healthcare, Saint Petersburg, Russia

Contacts: Shamkina Polina – e-mail: p.s.ent@bk.ru

Клинические аспекты лазерной хирургии хронических заболеваний гортани

А.А. Кривопапов, П.А. Шамкина, П.И. Панченко

ФГБУ Санкт-Петербургский Научно-исследовательский институт уха, горла, носа и речи Минздрава РФ, Санкт-Петербург, Россия

Контакты: Шамкина Полина Александровна – e-mail: p.s.ent@bk.ru

激光治疗慢性喉疾病的临床研究

A.A. Krivopalov, P.A. Shamkina, P.I. Panchenko

Saint Petersburg Institute of Ear, Nose, Throat, and Speech, Ministry of Healthcare, Saint Petersburg, Russia

Contacts: Shamkina Polina – e-mail: p.s.ent@bk.ru

Doi: 10.25792/HN.2022.10.4.30–40

Introduction. The problem of phonosurgery remains relevant today since the prevalence of benign and tumor-like laryngeal lesions is up to 55–70% among the productive pathology of the upper respiratory tract. A new 445 nm surgical laser having a high hemostatic and resection effects was certified for the medical market in 2018. To date, there are very few works in foreign and Russian literature devoted to the use of that laser device in ENT practice, particularly in laryngology.

Purpose of the study. Conducting of a comparative analysis of intraoperative and postoperative results in patients treated with semiconductor lasers.

Material and methods. The clinical study involved 80 adult patients aged 22 to 73 years ($46,44 \pm 12,13$ years) with chronic laryngeal diseases: group 1 – 50 patients treated with a semiconductor laser with a wavelength of 445 nm; group 2 – 30 patients treated with a semiconductor laser with a wavelength of 980 nm. The duration of surgical intervention, the occurrence of intraoperative bleeding and the need for laser hemostasis were evaluated. All patients underwent videolaryngostroboscopy, fibrolaryngoscopy and acoustic voice analysis before and after the surgery. Also patients completed the VHI-30 questionnaire.

Results. Among intraoperative parameters, a statistically significant difference was obtained by comparing the duration of surgery (group 1 – $14,9 \pm 5,5$ minutes, group 2 – $17,9 \pm 6,3$ minutes). According to the laryngeal fibroscopy results, faster rate of the endoscopic picture normalization was noted in the 445 laser group (on the 10th day; $p=0,002$). Also according to the laryngeal stroboscopy results significantly more positive dynamics was noted in group 1 (day 14; $p=0,020$). Two weeks after surgery, the VHI-30 index was significantly lower in the 445 nm laser group compared to the 980 nm laser group ($p=0,042$). Among the acoustic voice analysis parameters, the results of the maximum phonation time, Jitter, Shimmer significantly differed by groups two weeks after surgical treatment with more pronounced positive dynamics in group 1. The fundamental tone frequency and HNR index did not depend on the type of surgical laser used.

Conclusion. Work with a laser 445 nm was characterized by shorter duration of surgical intervention compared to a laser 980 nm ($p=0,026$). In the group of patients treated with a 445 nm laser, were determined faster periods of regression of the inflammatory process from the vocal folds, restoration of vibratory function, normalization of acoustic parameters of the voice and the index of voice impairment and quality of life VHI-30 ($p<0,05$).

Key words: chronic laryngeal diseases, phonosurgery, laser 445 nm, Trublue laser, intraoperative indicators, postoperative indicators

Conflicts of interest. The authors have no conflicts of interest to declare.

Funding. There was no funding for this study

For citation: Krivopalov A.A., Shamkina P.A., Panchenko P.I. Clinical aspects of laser surgery for chronic laryngeal diseases. Head and neck. Russian Journal. 2022;10(4):30–40

The authors are responsible for the originality of the data presented and the possibility of publishing illustrative material – tables, drawings, photographs of patients.

Введение. Проблема фонохирургии на сегодняшний день остается актуальной, т.к. распространенность доброкачественных и опухолеподобных заболеваний гортани составляет до 55–70% среди продуктивных процессов верхних дыхательных путей. В 2018 г. на медицинском рынке был сертифицирован новый хирургический лазер с длиной волны 445 нм, обладающий высокими гемостатическим и резекционным эффектами. На сегодняшний день в иностранной и российской литературе крайне мало работ, посвященных применению данной лазерной установки в лор-практике, в частности в ларингологии.

Цель исследования. Проведение сравнительного анализа интраоперационных и послеоперационных результатов у пациентов, пролеченных с применением полупроводниковых лазеров.

Материал и методы. В клиническом исследовании участвовали 80 взрослых пациентов от 22 до 73 лет ($46,44 \pm 12,13$ года) с хроническими заболеваниями гортани: группа 1 – 50 пациентов, лечение которых производилось полупроводниковым лазером с длиной волны 445 нм, группа 2 – 30 пациентов, лечение которых производилось полупроводниковым лазером с длиной волны 980 нм. В ходе операции оценивали длительность хирургического вмешательства, возникновение интраоперационного кровотечения и необходимость лазерного гемостаза. Перед хирургическим лечением и в послеоперационном периоде всем пациентам выполняли видеостробоскопию гортани, фиброларингоскопию, акустический анализ голоса. Также пациенты заполняли опросник индекса голосовых нарушений VHI-30.

Результаты. Среди интраоперационных показателей было получено статистически значимое различие по результатам сравнения длительности оперативного вмешательства (группа 1 – $14,9 \pm 5,5$ минуты, группа 2 – $17,9 \pm 6,3$ минуты). По данным фиброскопии гортани нормализация эндоскопической картины в более быстром темпе была отмечена в группе лазера 445 нм (на 10-е сутки; $p=0,002$). Также значимо выраженная положительная динамика в группе 1 отмечалась по результатам сравнения стробоскопии гортани (14-е сутки; $p=0,020$). Через 2 недели после операции индекс VHI-30 был значимо меньше в группе лазера 445 нм по сравнению с группой лазера 980 нм ($p=0,042$). Среди показателей акустического анализа голоса результаты времени максимальной фонации, Jitter, Shimmer значимо различались по группам через 2 недели после хирургического лечения при более выраженной положительной динамике в группе 1. Показатели частоты основного тона и индекса HNR не зависели от вида используемого хирургического лазера.

Заключение. При работе лазера с длиной волны 445 нм была определена меньшая длительность хирургического вмешательства по сравнению с лазером с длиной волны 980 нм ($p=0,026$). В группе пациентов, прооперированных с помощью лазера 445 нм, отмечались более быстрые сроки регрессии воспалительного процесса со стороны голосовых складок, восстановления вибраторной функции, нормализации акустических параметров голоса и индекса нарушения голоса и качества жизни VHI-30 ($p<0,05$).

Ключевые слова: хронические заболевания гортани, фонохирургия, лазер с длиной волны 445 нм, синий лазер, интраоперационные показатели, послеоперационные показатели.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Работа выполнена без спонсорской поддержки.

Для цитирования: А.А. Кривопалов, П.А. Шамкина, П.И. Панченко Клинические аспекты лазерной хирургии хронических заболеваний гортани. Head and neck. Голова и шея. Российский журнал. 2022;10(4):30–40

Авторы несут ответственность за оригинальность представленных данных и возможность публикации иллюстративного материала – таблиц, рисунков, фотографий пациентов

介绍：由于良性和肿瘤样喉部病变在上呼吸道的生产性病理中的患病率高达55–70%，因此，今天，耳外科手术的问题仍然存在。2018年，一种具有高止血和切除效果的新型445 nm手术激光被认证用于医疗市场。到目前为止，国外和俄罗斯文献中很少有关于该激光装置在耳鼻喉科实践中的应用的著作，尤其是在耳鼻咽喉科。

研究目的：对使用半导体激光器治疗的患者进行术中和术后结果的比较分析。

材料与方法：该临床研究涉及80名年龄在22至73岁（ $46,44 \pm 12,13$ 岁）的慢性喉病成年患者：第1–50组患者接受了445 nm波长的半导体激光治疗；第2–30组患者接受了980 nm波长的半导体激光治疗。评估手术干预的持续时间，术中出血的发生和激光止血的需要。所有患者在手术前后均进行了视频喉镜检查，纤维喉镜检查 and 声音分析。患者还完成了VHI–30问卷调查。

结果：在术中参数中，通过比较手术时间（组1– 14.9 ± 5.5 分钟，组2– 17.9 ± 6.3 分钟）获得统计学上的显著差异。根据喉纤维镜检查结果，445激光组（第10天； $p=0.002$ ）的内镜图像标准化速度更快。同样根据喉镜频闪结果，在第1组（第14天； $p=0.020$ ）中观察到明显更积极的动态。手术后两周，445 nm激光组的VHI–30指数显著低于980 nm激光组（ $p=0.042$ ）。在声学语音分析参数中，最大发声时间，抖动，匀场的结果在手术治疗后两周显著不同，组1中具有更明显的正动态。基音频率和HNR指数不取决于类型使用的手术激光。

结论：与980nm激光相比，使用445nm激光的特征在于手术干预的持续时间更短（ $p=0.026$ ）。在用445nm激光治疗的患者组中，确定了声带炎症过程消退的更快时期，振动功能的恢复，语音声学参数的正常化以及语音损伤

индекс и качество жизни VHI-30 ($p < 0.05$).

Ключевые слова: хронический ларингит, отоларингологический, лазер 445 нм, TruBlue лазер, интраоперационный, послеоперационный

Конфликт интересов: автор не имеет конфликта интересов.

Финансирование: исследование не финансировалось.

Цитирование: Krivopalov A.A., Shamkina P.A., Panchenko P.I. Clinical aspects of laser surgery for chronic laryngeal diseases. Head and neck. Russian Journal. 2022;10(4):30–40

Авторы несут ответственность за оригинальность и достоверность предоставленных данных, таблиц, рисунков, фотографий.

Проблема эффективности хирургического лечения хронических заболеваний гортани (ХЗГ) на сегодняшний день остается актуальной. Встречаемость доброкачественных и опухолеподобных образований гортани как подраздела ХЗГ составляет около 55–70% в структуре продуктивных воспалений верхних дыхательных путей и с учетом этиологии не стремится к уменьшению [1–3].

Хирургическое лечение заболеваний гортани во многих случаях сопряжено с использованием высокотехнологичных методов, в т.ч. лазерных технологий [1, 4–7]. До сих пор остается дискуссионным вопрос о выборе типа лазера и его параметров при отдельных заболеваниях гортани [5, 8–10].

Полупроводниковый хирургический лазер с длиной волны 445 нм был сертифицирован для применения на российском медицинском рынке в 2018 г. Особенностью данного лазера является комбинация высокого гемостатического и резекционного эффекта без формирования обширной зоны термического повреждения окружающих тканей (за счет проникновения лазерного импульса на глубину не более 1 мм) [11–14].

Лазер с длиной волны 445 нм, относящийся к синему спектру, обладает максимальным коэффициентом поглощения в хромофорах – гемоглобине, оксигемоглобине. Этот коэффициент выше, чем коэффициент поглощения углекислотного лазера в воде, таким образом, лазеры 445 нм обладают наивысшей степенью в поглощения биологической ткани, а, следовательно, минимальным термическим повреждением окружающих тканей [11, 15, 16].

Другим важным дополнением является возможность работы в атмосфере инертного газа (интраоперационная подача гелия). При работе с гелием ввиду отсутствия в операционном поле кислорода минимизируется эффект карбонизации биологической ткани, это уменьшает термическое повреждение здоровых тканей, подлежащих операционному полю [17, 18].

Новизна лазера с длиной волны 445 нм делает актуальным проведение клинических исследований, оценивающих эффективность и безопасность данной лазерной установки.

Таким образом, целью данного исследования стало проведение сравнительного анализа интраоперационных и послеоперационных результатов у пациентов, пролеченных с применением полупроводниковых лазеров.

Материал и методы

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

го патоморфологического исследования у пациентов были диагностированы: у 18 (22,5%) человек – отечный полип, у 21 (26,2%) – ангиоматозный полип, у 12 (15%) – киста, у 4 (5,0%) – фиброзный узелок, у 15 (18,8%) – папиллома, у 8 (10%) – хронический отечно-полипозный ларингит Рейнке-Гайека (ХОПЛ), у 2 (2,5%) – гранулема.

Все пациенты были распределены в 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 определено не было ($p = 0,973$).

Хирургическое вмешательство во всех случаях выполняли под эндотрахеальным наркозом при прямой опорной микроларингоскопии с использованием ларингоскопа O. Kleinsasser (Karl Storz). Для визуализации анатомических структур гортани применяли операционный микроскоп ZEISS OPMI VARIO 700. В ходе операции у пациентов группы 1 использовали полупроводниковый лазер с длиной волны 445 нм с применением экспериментально подобранных режимов [19]. У пациентов группы 2 использовали полупроводниковый лазер с длиной волны 980 нм с применением оптимальных режимов по результатам ранее проведенных экспериментальных работ [20–22].

Среди интраоперационных показателей оценивали длительность операции, возникновение интраоперационного кровотечения, необходимость дополнительного лазерного гемостаза.

Для динамики уменьшения реактивных явлений со стороны голосовых складок всем пациентам проводили фиброларингоскопию гортани (видеофиброларингоскоп CMOS с эндоскопической видеосистемой TELE PACK X, KARL STORZ) в дооперационном периоде, на 3-й, 10-й, 14-й, 21-й сутки после операции, в 1 и 3 месяца с оценкой ларингологической картины на основании балльной системы [23]: 0 баллов – отсутствие воспалительных явлений, 1 балл – незначительные сосудистая инъекция 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 восстановления вибраторной функции проводилась видеоларингостробоскопия (электронный стробоскоп «EndoSTROBE-XION») до операции на 14-й, 21-й сутки, через 1 и 3 месяца после оперативного лечения. Оценка фонаторных колебаний проводилась на основании разработанной балльной

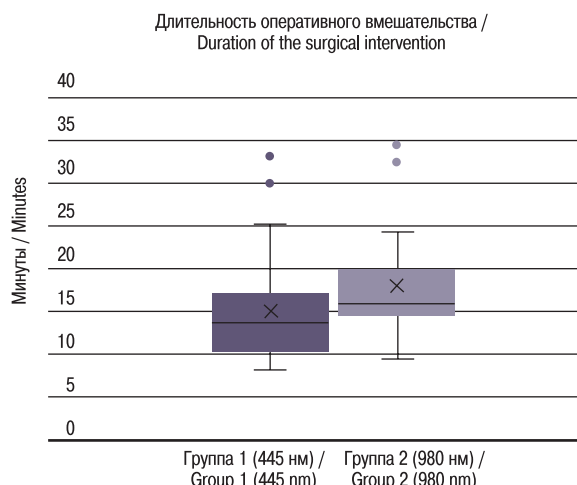


Рис. 1. Сравнение групп 1 и 2 по длительности оперативного вмешательства

Fig. 1. Comparison of the groups 1 and 2 according to the duration of the surgical intervention

системы оценки клинических признаков воспаления [23]: 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.

Также всем пациентам проводили акустический анализ голоса (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 (F0), нестабильность голоса по частоте (Jitter, %) и амплитуде (Shimmer, %), соотношение шумовых и гармонических компонентов HNR (Harmonics to noise ratio). Полученные результаты оценивали на основании акустических параметров, характерных для здоровых пациентов в зависимости от пола [24, 25].

Контроль жалоб пациентов осуществлялся на основании заполнения опросника Индекс изменения голоса 30 – VHI-30 (Voice Handicap Index 30) с 30 вопросами о нарушении голоса, касающихся функциональных, физических и эмоциональных аспектов жизни (перевод и валидизация на русский язык В.В. Шиленковой, В.В. Коротченко, 2015). Пациенты заполняли анкету до операции, спустя 14 дней, 1 месяц и 3 месяца после оперативного лечения.

Статистический анализ проводили с использованием программы StatTech v. 2.7.1 (ООО «Статтех», Россия). Сравнение двух групп по количественному показателю, имеющему нормальное распределение, при условии равенства дисперсий выполняли с помощью t-критерия Стьюдента. Сравнение двух групп по количественному показателю, распределение которого отличалось от нормального, выполняли с помощью U-критерия Манна-Уитни. Сравнения качественных показателей выполняли с помощью χ^2 -критерия Пирсона (при значениях ожидаемого явления более 10), точного критерия Фишера (при значениях ожидаемого явления менее 10). Результаты признавались статистически достоверными при значении p-value < 0,05.

Результаты

Оценка интраоперационных показателей

Средняя длительность оперативного лечения у пациентов, прооперированных с помощью лазера 445 нм, составила $14,9 \pm 5,5$ минуты. У пациентов, прооперированных с помощью 980 нм длительность операции достигла $17,9 \pm 6,3$ минуты. При статистической обработке данного показателя по группам было получено значимое различие ($p=0,026$).

Меньшая продолжительность операционного вмешательства в группе синего лазера может быть связана, с одной стороны, с выраженными резекционными свойствами лазера 445 нм, что позволяет быстрее осуществлять разрез ткани, а с другой стороны, с более качественными гемостатическими свойствами лазера, что снижает риск интраоперационного кровотечения (рис. 1).

Также среди интраоперационных показателей проводилась оценка частоты кровотечения и необходимость дополнительного лазерного гемостаза.

Среди пациентов группы 1 прикладывание тампона с адреналином с целью остановки интраоперационного кровотечения проводили у 3 (6%) пациентов, среди пациентов группы 2 – у 6 (20%) пациентов. 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 (2,0%) случае в группе синего лазера, в 2 (6,7%) случаях в группе инфракрасного лазера. Статистически значимых различий по данным показателям между группами определено не было ($p=0,073$ и $p=0,553$ соответственно).

Оценка послеоперационных показателей

Фиброскопическое исследование гортани первично выполняли всем в дооперационном периоде, по результатам которого у 67 (83,7%) пациентов 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-и сутки после оперативного вмешательства присутствовали воспалительные изменения различной степени выраженности, при этом статистических различий между группами определено не было ($p=0,821$).

Через 10 дней после вмешательства у 13 (26%) пациентов группы 1 была отмечена нормализация ларингоскопической картины, при этом у всех пациентов группы 2 сохранялись реактивные явления со стороны гортани.

На 14-е сутки у 30 (60%) пациентов группы синего лазера и 7 (23,3%) пациентов инфракрасного лазера отмечалось восстановление состояния гортани, тогда как через 3 недели нормализация картины была отмечена в группе 1 у 46 (92%) пациентов, в группе 2 – у 18 (60,0%) пациентов.

Через месяц у 49 (98%) пациентов группы 1 и 27 (90%) пациентов группы 2 отсутствовали реактивные явления. Через 3 месяца у всех пациентов отмечалась нормальная ларингоскопическая картина (рис. 2).

При сравнении темпов восстановления ларингоскопической картины статистически значимых различий между группами были определены на 10-й ($p=0,002$), 14-й ($p=0,002$) и 21-й ($p=0,001$) дни после вмешательства (рис. 2).

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

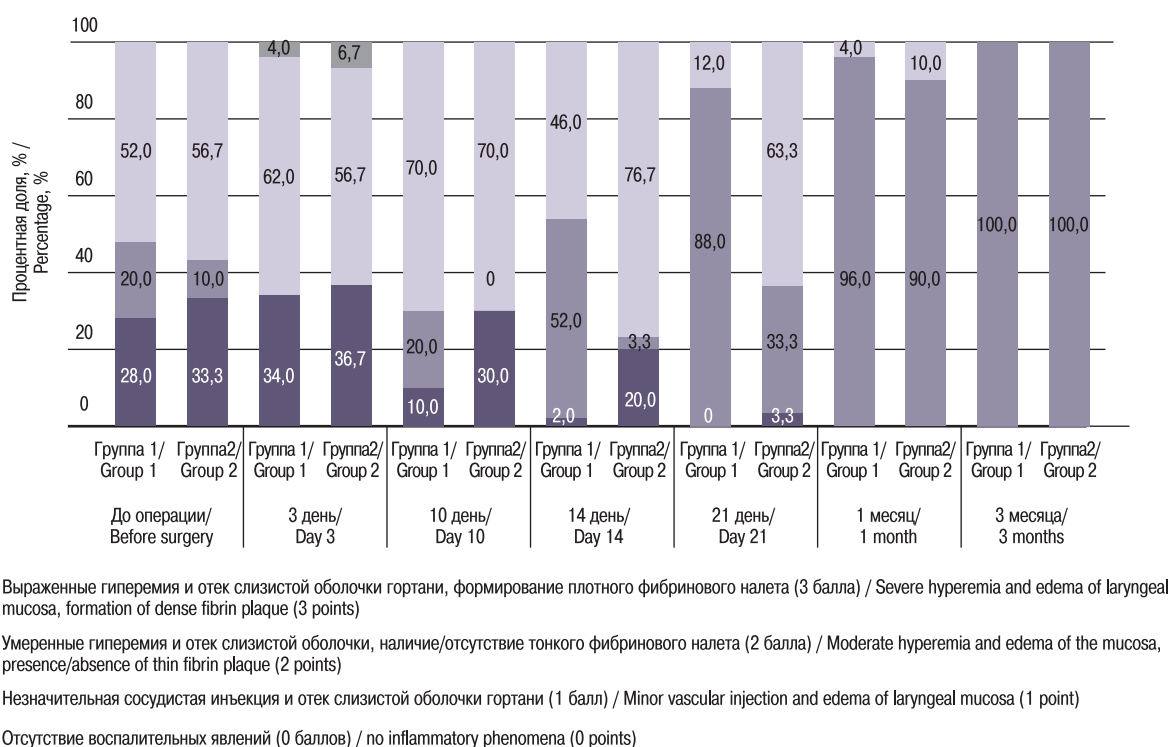


Рис. 2. Динамика фиброскопической картины гортани в зависимости от распределения по группам

Fig. 2. Dynamics of the fiberoptic laryngoscopy picture depending on the group allocation

ХОПЛ Рейнке-Гайека – в среднем 14–21 день и 21 день – 1 месяц соответственно.

Изменения стробоскопической картины (асимметричные нерегулярные колебания) определялись у всех пациентов на дооперационном этапе. Статистически достоверной разницы

при сравнении данных стробоскопии по группам определено не было ($p=0,674$, рис. 3).

В группе 1 нормализация вибраторной функции через 2 недели была отмечена у 35 (70%) пациентов, через 3 недели – у 49 (98%) пациентов, через месяц – у 50 (100%) пациентов.

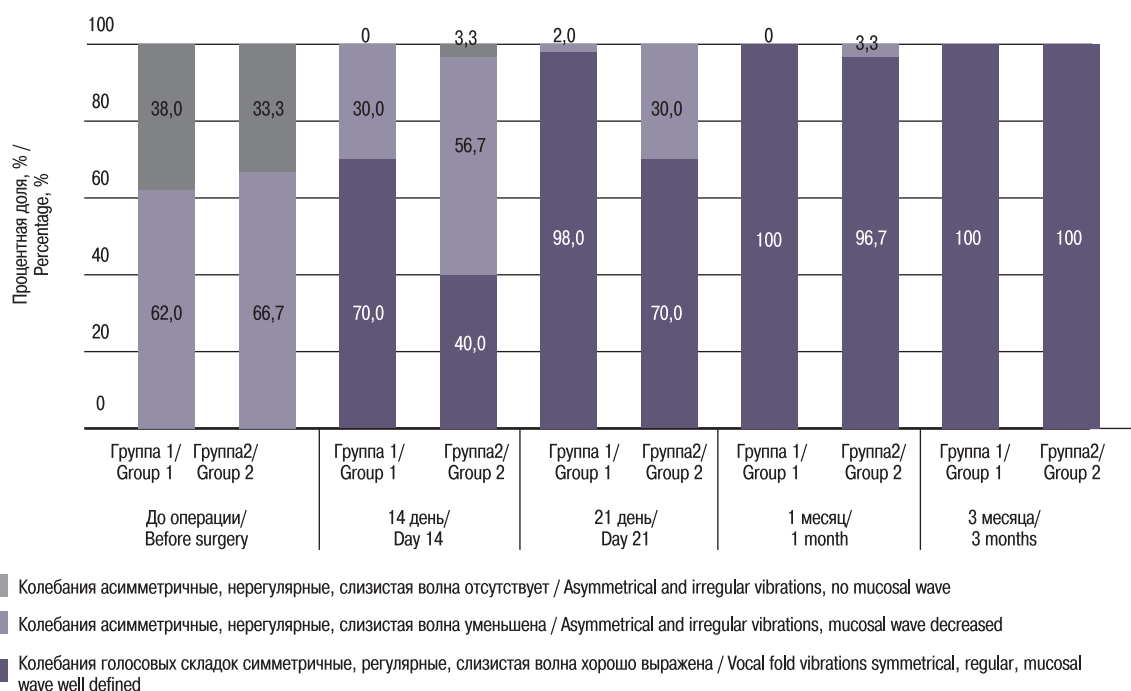


Рис. 3. Динамика вибраторной функции гортани в зависимости от распределения по группам

Fig. 3. Dynamics of the vibratory function of the larynx depending on the group allocation

В группе 2 восстановление симметричности колебаний голосовых складок наблюдалось у 12 (40%) пациентов через 2 недели, у 21 (70%) пациента – через 3 недели, у 29 (97,6%) пациентов – через месяц. Спустя 3 месяца после операции у всех пациентов была отмечена нормальная вибраторная функция по данным стробоскопии гортани.

На 14-е и 21-е сутки после операции при сравнении данных стробоскопии по группам были определены статистически значимые различия ($p=0,020$ и $p<0,001$) соответственно.

Среднее значение индекса нарушения голоса (VHI-30) до операции у пациентов группы 445 нм составило $54,6 \pm 28,6$ балла, у пациентов группы 980 нм – $52,1 \pm 25,9$ балла при отсутствии достоверной разницы между выборками ($p=0,739$). Через 2 недели у всех пациентов отмечалось снижение среднего значения индекса, однако более выраженная динамика отмечалась у пациентов группы 1 ($19,6 \pm 14,3$ балла) по сравнению со группой 2 ($27,0 \pm 17,2$ балла), $p=0,042$. Спустя месяц после операции также отмечалась достоверное различие по группам ($p=0,006$), среднее значение индекса VHI составило $4,8 \pm 7,4$ балла в группе 1 и $9,8 \pm 8,0$ балла в группе 2. Через 3 месяца при сравнении данных индекса VHI по группам статистических различий определено не было ($p=0,194$) при значении в группе 1 $0,6 \pm 0,1$ балла, в группе 2 – $0,9 \pm 1,1$ балла (рис. 4).

Первым среди показателей акустического анализа голоса оценивали динамику изменения частоты основного тона (ЧОТ) отдельно у женщин и мужчин. Вариабельность данного показателя высока, поэтому параллельно выполнению объективного обследования проводили субъективную оценку высоты голоса у пациентов.

Всего была прооперирована 41 женщина, из которых 24 в группе 1, 17 – в группе 2. В дооперационном периоде среднее показатель ЧОТ у женщин составил $210,56 \pm 15,49$ и $206,01 \pm 8,35$ Гц в группах 1 и 2 соответственно без статистически значимой разницы ($p=0,278$). У всех пациенток с ХЗГ до операции присутствовали жалобы на снижение высоты голоса.

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

В обеих группах были прооперированы 39 мужчин, из которых 26 в группе 1, 13 – в группе 2. Только 22 (56,4%) человека среди обследованных отмечали жалобы на снижение тембра.

Среднее значение ЧОТ на дооперационном осмотре составляло $138,07 \pm 10,77$ 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 группе 1, $151,57 \pm 10,08$ Гц в группе 2 ($p=0,902$). В период 1–3 месяца наблюдалось дальнейшее

Хирургический лазер

TRUBLUE 445 нм



Отохирургия



Ринохирургия



Ларингология





Для демонстрации лазера
свяжитесь с нами:

Москва, 1-й Магистральный тупик, 5а
+7 [800] 350 58 07 / +7 [495] 320 28 27
info@arcadis-mg.com / arcadis-mg.com


РЕКЛАМА

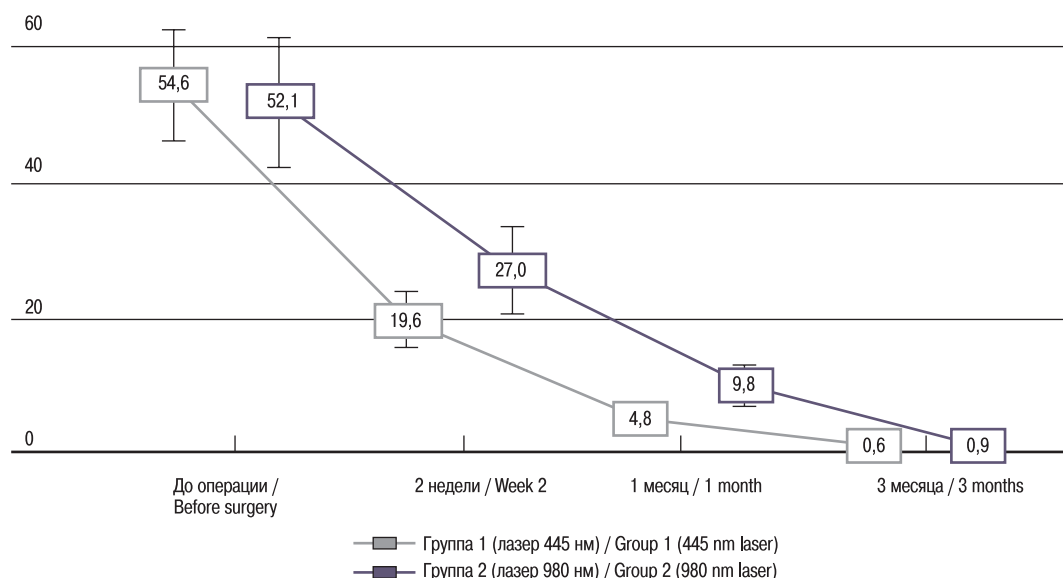


Рис. 4. Динамика показателя VHI-30 в зависимости от распределения по группам

Fig. 4. Dynamics of the VHI-30 index depending on the group allocation

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 (рис. 5).

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.

Средний показатель ВМФ до операции составлял $7,4 \pm 1,8$ и $7,1 \pm 2,1$ секунды в группах 1 и 2 соответственно, при отсутствии статистически значимых различий между группами ($p = 0,487$). Через 2 недели после вмешательства у пациентов обеих групп наблюдалось значимое увеличение данного показателя, однако более выраженное в группе синего лазера, где ВМФ увеличился до $14,4 \pm 2,0$ секунд, тогда как в группе 2 – до $12,6 \pm 1,0$ секунд. При сравнении данного показателя между группами была определена статистически достоверная разница ($p < 0,001$). Через месяц наблюдалось дальнейшее увеличение ВМФ: в группе 1 значение составило $15,2 \pm 1,1$ секунды, в группе 2 – $14,6 \pm 1,6$ секунды, при этом при межгрупповом сравнении достоверные различия по данному показателю отсутствовали ($p = 0,064$). Максимальное значение ВМФ было отмечено через 3 месяца после операции: $16,3 \pm 1,3$ секунды в группе синего лазера, $15,8 \pm 1,2$ секунды в группе инфракрасного лазера. Таким образом, у всех пациентов была отмечена нормализация данного показателя без статистически значимых различий по группам ($p = 0,117$, рис. 6).

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 груп-

повом 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 3 месяца у пациентов обеих групп сохранялась норма по показателю Jitter ($0,93 \pm 0,17\%$ в группе 1, $0,97 \pm 0,24\%$ в группе 2). Таким образом, достоверная разница между значениями двух групп в период 1-го и 3-го месяцев после операции отсутствовала ($p = 0,197$ и $p = 0,336$ соответственно).

Среднее значение 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 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 снижение Shimmer у всех пациентов, данный показатель был сопоставим у обеих групп ($p = 0,168$). На контрольном осмотре через 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 ($p = 0,831$, рис. 7).

До операции показатель 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 данный показатель значимо снижался у всех пациентов, достигая значений $0,163 \pm 0,038$ в группе 1 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-му месяцу после операции: $0,118 \pm 0,014$ и $0,122 \pm 0,012$ в группах 1 и 2 соответственно. На всех этапах динамического наблюдения достоверной разницы между выборками определено не было ($p > 0,05$). Индекс HNR значимо уменьшался после проведенного оперативного лечения у всех пациентов, однако не зависел от вида используемого хирургического лазера (рис. 8).

Таким образом, за исключением ЧОТ и индекса HNR по всем изучаемым послеоперационным исследованиям отмечалась более быстрая нормализация показателей у пациентов в группе лазера с длиной волны 445 нм.

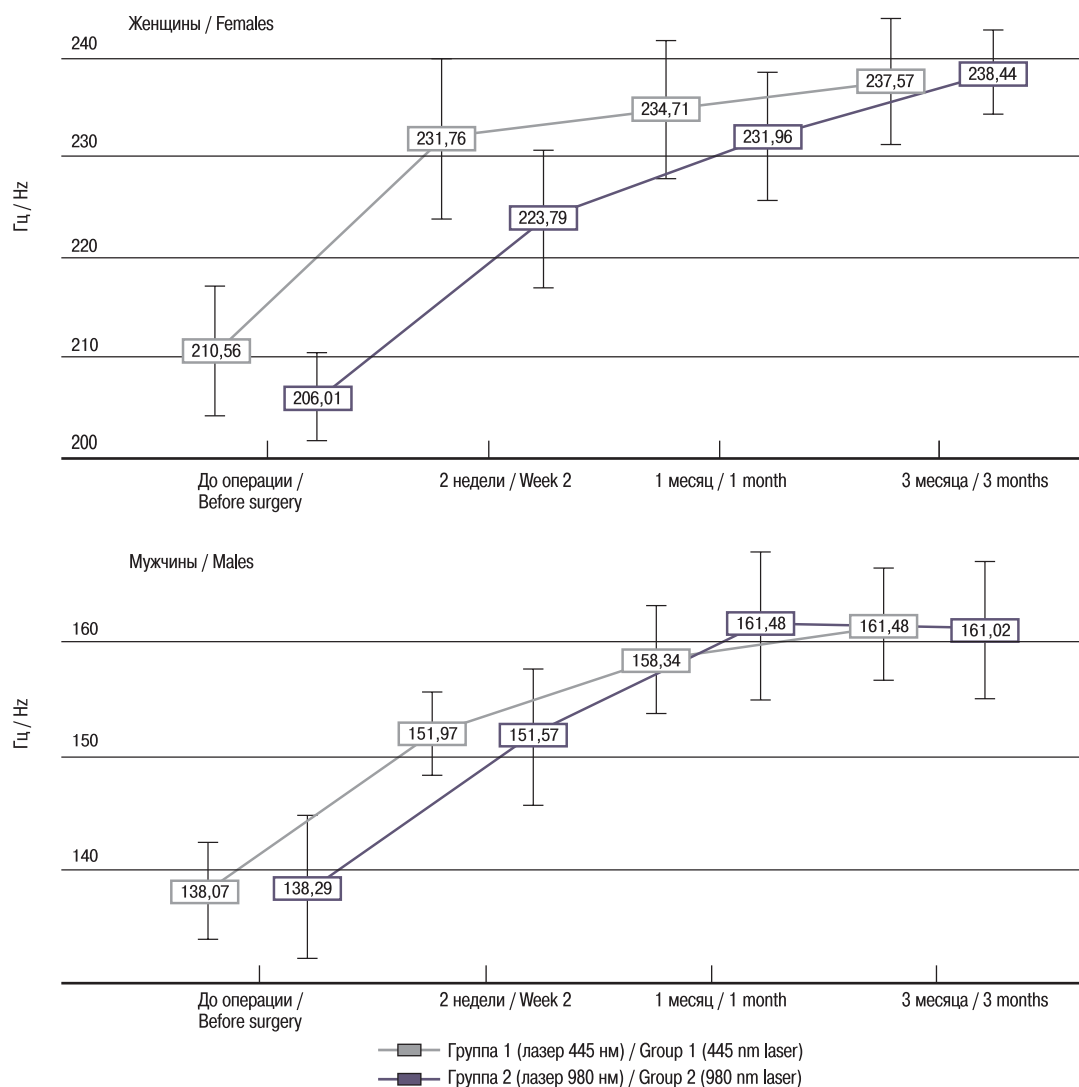


Рис. 5. Динамика показателя ЧОТ у женщин и мужчин в зависимости от распределения по группам

Fig. 5. Dynamics of F0 in women and men depending on the group allocation

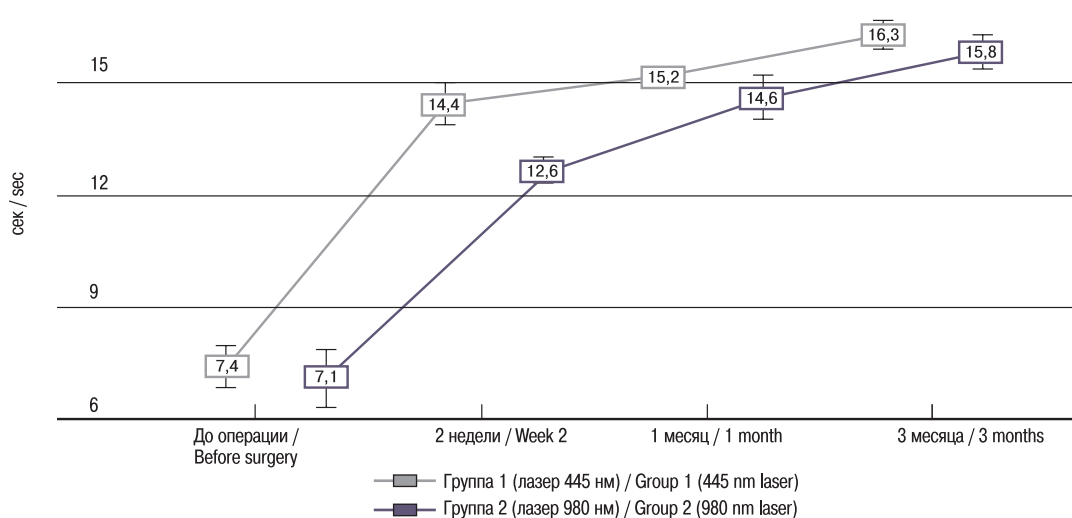


Рис. 6. Динамика показателя ВМФ в зависимости от распределения по группам

Fig. 6. Dynamics of MPT depending on the group allocation

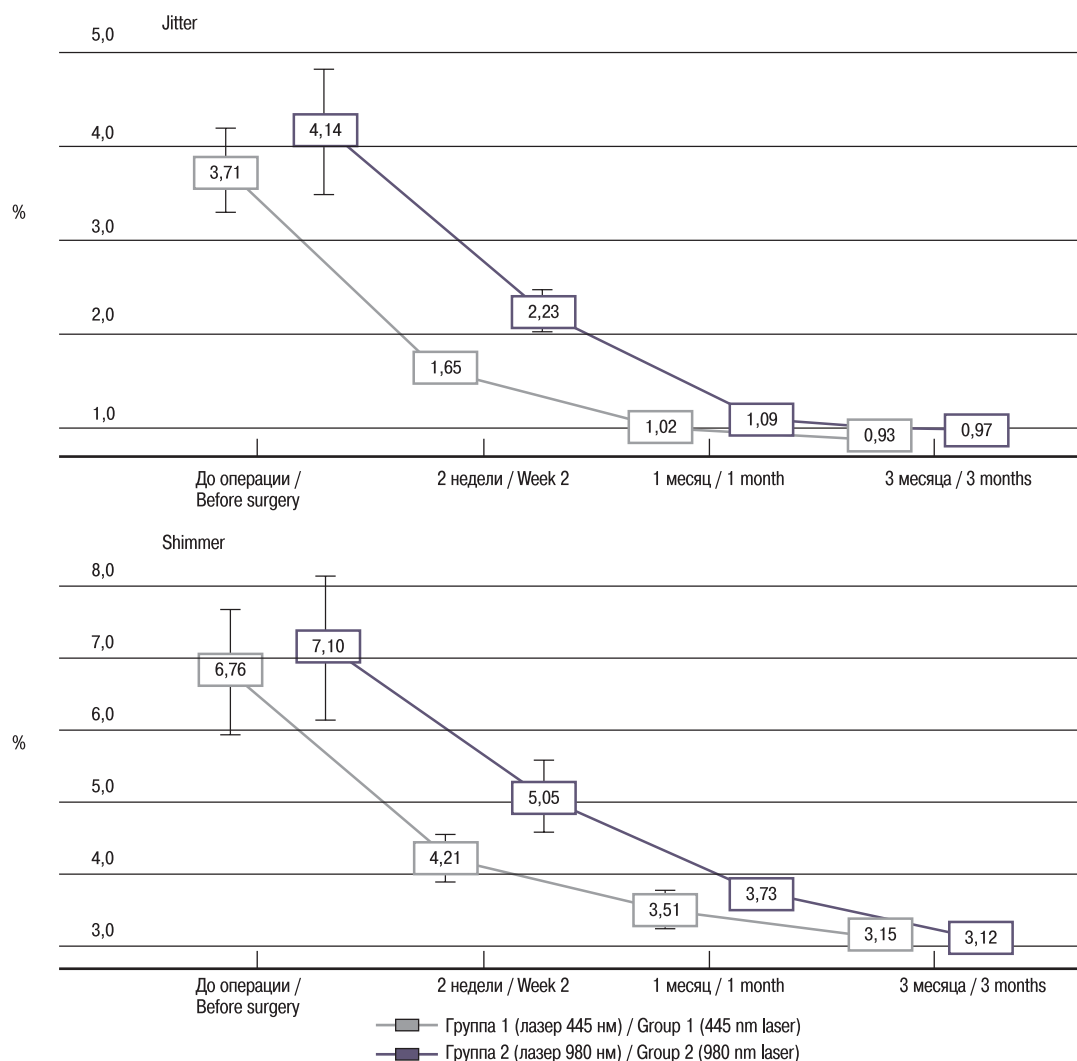


Рис. 7. Динамика показателей Jitter и Shimmer в зависимости от распределения по группам

Fig. 7. Dynamics of Jitter and Shimmer depending on the group allocation

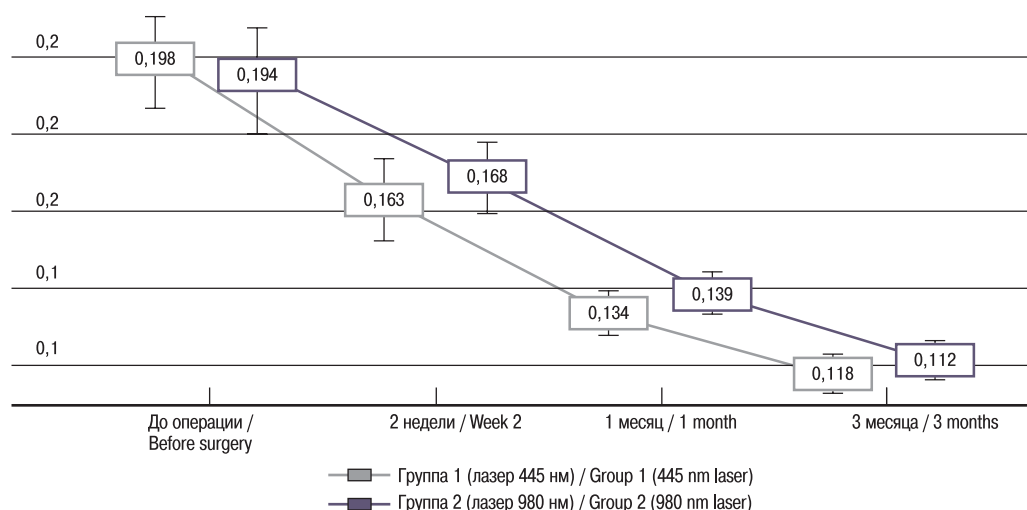


Рис. 8. Динамика показателя NHR в зависимости от распределения по группам

Fig. 8. Dynamics of the NHR indicator depending on the group allocation

Заключение

Согласно результатам сравнения интраоперационных параметров была определена меньшая длительность хирургического вмешательства при работе лазера с длиной волны 445 нм по сравнению с лазером с длиной волны 980 нм ($p=0,026$).

По оценке послеоперационных показателей в группе пациентов, прооперированных с помощью лазера 445 нм, отмечались более быстрые сроки регрессии воспалительного процесса со стороны голосовых складок ($p<0,05$), восстановления вибраторной функции ($p<0,05$), нормализации акустических параметров голоса, таких как ВМФ, Jitter, Shimmer ($p<0,05$) и индекса нарушения голоса и качества жизни VHI-30 ($p<0,05$).

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Дайхес Н.А., Егоров В.И., Нажмудинов И.И., Романенко С.Г. Доброкачественные и предраковые заболевания гортани: Клинические рекомендации. Национальная медицинская ассоциация оториноларингологов Министерство здравоохранения Российской Федерации. М., 2016. 20 с. [Dajkhes N.A., Egorov V.I., Nazhmudinov I.I., Romanenko S.G. (ed.). Benign and precancerous diseases of the larynx: Clinical guidelines. National Medical Association of Otorhinolaryngologists Ministry of Health of the Russian Federation. M., 2016. 20 p. (In Russ.)].
2. Степанова Ю.Е., Готовыхина Т.В., Махоткина Н.Н. Важность своевременной диагностики заболеваний гортани при первичном осмотре врачомоториноларингологом. Мед. совет. 2018;(20):58–64. Doi: 10.21518/2079-701X-2018-20-58-64. [Stepanova Yu.E., Gotovyakhina T.V., Makhotkina N.N. Importance of timely diagnosis of diseases of the larynx during initial examination performed by an otorhinolaryngologist. Med. Council. 2018;(20):58–64 (In Russ.)].
3. Krainer K.L., Husain I. Updated Medical and Surgical Treatment for Common Benign Laryngeal Lesions. Otolaryngol. Clin. North Am. 2019;52(4):745–57. Doi: 10.1016/j.otc.2019.03.017.
4. Ossoff R.H., Coleman J.A., Courey M.S., et al. Clinical applications of lasers in otolaryngology-head and neck surgery. Lasers Surg. Med. 1994;15(3):217–48. Doi: 10.1002/lsm.1900150302.
5. Карпищенко С.А., Рябова М.А., Улюпов М.Ю. Лазерная хирургия в оториноларингологии на современном этапе. Consilium Medicum. 2014;16(11):73–6. [Karpishchenko S.A., Ryabova M.A., Ulupov M.Y. Laser surgery in otolaryngology at the present stage. Consilium Medicum. 2014;16(11):73–6 (In Russ.)].
6. Ракунова Е.Б. Современные возможности лечения пациентов с доброкачественными и опухолеподобными заболеваниями гортани. Вестн. оториноларингологии. 2017;82(1):68–72. Doi: 10.17116/otorino201782168-72. [Rakunova E.B. The modern possibilities for the treatment of the patients presenting with benign and tumour-like diseases of the larynx. Vestn. Oto-Rino-Laringol. 2017;82(1):68–72 (In Russ.)].
7. Ma J., Fang R., Zhen R., et al. A 532-nm KTP Laser for Vocal Fold Polyps: Efficacy and Relative Factors. Ear. Nose Throat. J. 2021;100(Suppl. 1):S87–93. Doi: 10.1177/0145561320946153.
8. Karkos P.D., Koskinas I.S., Triaridis S., Constantinidis J. Lasers in Otolaryngology: A Laser Odyssey from Carbon Dioxide to True Blue. Ear. Nose Throat. J. 2021;100(Suppl. 1):S1–3. Doi: 10.1177/0145561320951681.
9. Benninger M.S. Laser surgery for nodules and other benign laryngeal lesions. Curr. Opin. Otolaryngol. Head Neck Surg. 2009;17(6):440–4. Doi: 10.1097/MOO.0b013e3283317cae.
10. Нажмудинов И.И., Серебрякова И.Ю., Магомедова К.М. и др. Применение современных технологий в лечении предраковых заболеваний гортани. Вестн. оториноларингологии. 2018;83(5):45–8. Doi: 10.17116/otorino20188305145. [Nazhmudinov I.I., Serebryakova I.Yu., Magomedova K.M., et al. The application of the modern technologies for the treatment of precancerous diseases of the larynx. Vestn. Oto-Rino-Laringol. 2018;83(5):45–8.
11. Hess M., Fleischer S., Ernstberger M. New 445 nm blue laser for laryngeal surgery combines photoangiolytic and cutting properties. Eur. Arch. Otorhinolaryngol. 2018;275:1557–67. Doi: 10.1007/s00405-018-4974-8.
12. Козырева Е.Е., Шамкина П.А., Ильина В.А., Чуфистова А.В. Экспериментальное исследование параметров и методик хирургического воздействия лазера с длиной волны излучения 445 нм. Рос. оториноларингология. 2021;20(6):60–3. Doi: 10.18692/1810-4800-2021-6-60-63. [Kozyreva E.E., Shamkina P.A., Il'ina V.A., Chufistova A.V. Experimental study of parameters and methods of surgical treatment with 445 nm laser. Ros. Otorinolaringol. 2021;20(6):60–3 (In Russ.)].
13. Диаб Х.М., Дайхес Н.А., Умаров П.У. и др. Использование фотоангиолизического лазера при хирургическом лечении паранглиомы височной кости. Голова и шея. Российский журнал=Head and neck. Rus. J. 2019;7(4):27–32. Doi: 10.25792/HN.2019.7.4.27–32. [Diab H.M., Daikhes N.A., Umarov P.U., et al. The use of photoangiolytic laser in the surgical treatment of temporal bone paraganglioma. Golova i sheya. Rossijskij zhurnal = Head and neck. Rus. J. 2019;7(4):27–32 (In Russ.)].
14. Palaia G., Pergolini D., D'Alessandro L., et al. Histological Effects of an Innovative 445 Nm Blue Laser During Oral Soft Tissue Biopsy. Int. J. Environ. Res. Public Health. 2020;17(8):2651. Doi: 10.3390/ijerph17082651.
15. Hess M., Fleischer S. Photoangiolytic Lasers in Laryngology. Laryngorhinootol. 2020;99(9):607–12. Doi: 10.1055/a-1071-0410.
16. Strieth S., Hagemann J., Hess M. Angiolytic laser applications for the larynx: Phonosurgical concepts for transoral laser microsurgery. HNO. 2020;68(1):59–68. Doi: 10.1007/s00106-019-00801-3.
17. Кривопалов А.А., Шамкина П.А., Степанова Ю.Е. и др. Хирургия доброкачественных и опухолеподобных образований гортани с использованием полупроводникового лазера с длиной волны 445 нм. Рос. оториноларингология. 2021;20(6):102–8. Doi: 10.18692/1810-4800-2021-6-102-108. [Krivopalov A.A., Shamkina P.A., Stepanova Yu.E., et al. Surgery of benign and tumor-like laryngeal formations using 445 nm semiconductor laser. Ros. Otorinolaringol. 2021;20(6):102–8 (In Russ.)].
18. Miller B.K., Abdelhamid A., Karagama Y. Applications of Office-Based 445 nm Blue Laser Transnasal Flexible Laser Surgery: A Case Series and Review of Practice. Ear. Nose Throat. J. 2020;24:145561320960544. Doi: 10.1177/0145561320960544.
19. Шамкина П.А., Кривопалов А.А., Ильина В.А. и др. Подбор оптимального режима воздействия полупроводникового лазера с длиной волны 445 нм в хирургии гортани: экспериментальное исследование. 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. 129–30. [Shamkina P.A., Krivopalov A.A., Il'ina V.A., et al. Selection of optimum modes of 445 nm laser in laryngeal surgery: experimental study. X St. Petersburg Forum of Otorhinolaryngologists of Russia: Materials of the X St. Petersburg Forum of Otorhinolaryngologists of Russia, St. Petersburg, October 27–29, 2021. St. Petersburg: ООО «Poliforum Grupp». 2021. P. 129–30 (In Russ.)].
20. Улюпов М.Ю., Шумилова Н.А., Портнов Г.В., Малкова М.Е. Экспериментальное изучение действия диодного лазера с длиной волны 980 нм. Рос. оториноларингология. 2015;Suppl. 1:119–22. [Ulupov M.Yu., Shumilova N.A., Portnov G.V., Malkova M.E. Experimental study of the effect of diode laser with a wavelength of 980 nm. Ros. Otorinolaringol. 2015; Suppl. 1:119–22 (In Russ.)].
21. Карпищенко С.А., Рябова М.А., Улюпов М.Ю. и др. Выбор параметров лазерного воздействия в хирургии ЛОР-органов. Вестн. оториноларингологии. 2016;81(4):14–8. Doi: 10.17116/otorino201681414-18. [Karpishchenko S.A., Ryabova M.A., Ulupov M.Yu., et al. The choice of parameters for the laser application in ENT surgery. Vestn. Oto-Rino-Laringol. 2016;81(4):14–8 (In Russ.)].

22. Ильяна В.А., Подкопаева Ю.Ю., Усков А.Е., Кривопалов А.А. Выбор оптимальных режимов воздействия полупроводникового лазера длиной волны 980 нм при проведении эндоскопической ларингопластики. *Скорая медицинская помощь*. 2015;16(2):58–62. [Il'ina V.A., Podkopaeva J.J., Uskov A.E., Krivopalov A.A. Best modes of exposure diode laser 980 nm at endoscopic laryngoplasty (experimental study). *Skor. Med. Pomoshch'*. 2015;16(2):58–62 (In Russ.)].
23. Степанова Ю.Е., Готовяхина Т.В., Корнеев А.А., Корень Е.Е. Комплексное лечение дисфоний у лиц голосоречевых профессий. *Вестн. оториноларингологии*. 2017;82(3):48–53. Doi: 10.17116/otorino201782348-53. [Stepanova Yu.E., Gotovyakhina T.V., Korneyev A.A., Koren' E.E. The combined treatment of dysphonia in the subjects engaged in the voice and speech professions. *Vestn. Oto-Rino-Laringol.* 2017;82(3):48–53 (In Russ.)].
24. Шиленкова В.В. Акустический анализ голоса: монография. Ярославль, 2015. 176 с. [Shilenkova V.V. *Acoustic analysis of voice: monography*. Yaroslavl', 2015. 176 p. (In Russ.)].
25. Шиленкова В.В. Дисфонии и голос. Ярославль, 2018. 256 с. [Shilenkova V.V. *Dysphonia and voice*. Yaroslavl', 2018. 256 p. (In Russ.)].

Поступила 01.09.22

Получены положительные рецензии 20.09.22

Принята в печать 20.06.22

Received 26.09.22

Positive reviews received 20.09.22

Accepted 26.09.22

Вклад авторов: А.А. Кривопалов — редактирование текста рукописи, научное руководство. П.А. Шамкина — разработка дизайна исследования, сбор и обработка материала, анализ полученных данных, написание текста, обзор литературы по теме. П.И. Панченко — сбор и обработка материала.

Contribution of the authors: A.A. Krivopalov — scientific supervision, manuscript edition. P.A. Shamkina — study design development, data collection, analysis of the

obtained data, main manuscript author, literature review. P.I. Panchenko — data collection.

Информация об авторах:

Кривопалов Александр Александрович — д.м.н., руководитель научно-исследовательского отдела верхних дыхательных путей ФГБУ Санкт-Петербургский НИИ уха, горла, носа и речи. Адрес: 190013 Санкт-Петербург, ул. Бронницкая, д. 9; e-mail: krivopalov@list.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6047-4924>.

Шамкина Полина Александровна — младший научный сотрудник отдела верхних дыхательных путей ФГБУ Санкт-Петербургский НИИ уха, горла, носа и речи. Адрес: 190013 Санкт-Петербург, ул. Бронницкая, д. 9; e-mail: p.s.ent@bk.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4595-365X>.

Панченко Павел Игоревич — младший научный сотрудник отдела верхних дыхательных путей ФГБУ Санкт-Петербургский НИИ уха, горла, носа и речи. Адрес: 190013 Санкт-Петербург, ул. Бронницкая, д. 9; e-mail: pipan.ent@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3380-7228>.

Information about the authors:

Krivopalov Aleksandr Alexandrovich — D.Sc. in Medicine, Head of the Research Department of Upper Respiratory Tract Pathology, Saint-Petersburg Institute of Ear, Nose, Throat, and Speech. Address: 190013 St. Petersburg, Bronnitskaya st., 9; e-mail: krivopalov@list.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6047-4924>.

Shamkina Polina Alexandrovna — MD, Junior Researcher of the Department of Upper Respiratory Tract Pathology, Saint Petersburg Research Institute of Ear, Nose, Throat, and Speech. Address: 190013 St. Petersburg, Bronnitskaya st., 9; e-mail: p.s.ent@bk.ru.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4595-365X>.

Panchenko Pavel Igorevich — Junior Researcher of the Department of Upper Respiratory Tract Pathology, Saint Petersburg Research Institute of Ear, Nose, Throat, and Speech. Address: 190013 St. Petersburg, ul. Bronnitskaya, 9; e-mail: pipan.ent@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0002-3380-7228>.