

УДК 616.22-006-089:615.849.19

<https://doi.org/10.18692/1810-4800-2021-6-102-108>

Хирургия доброкачественных и опухолеподобных образований гортани с использованием полупроводникового лазера с длиной волны 445 нм

А. А. Кривопапов¹, П. А. Шамкина¹, Ю. Е. Степанова¹, Е. Е. Корень¹, Т. В. Готовяхина¹

¹ Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт уха, горла, носа и речи, Санкт-Петербург, 190013, Россия

Surgery of benign and tumor-like laryngeal formations using 445 nm semiconductor laser

A. A. Krivopalov¹, P. A. Shamkina¹, Yu. E. Stepanova¹, E. E. Koren¹, T. V. Gotovyakhina¹

¹ Saint Petersburg Research Institute of Ear, Throat, Nose and Speech, Saint Petersburg, 190013, Russia

Вопросы фонохирургии на сегодняшний день остаются весьма актуальными, так как сохраняется высокая распространенность доброкачественных и опухолеподобных образований гортани среди патологии верхних дыхательных путей (до 55–70%). Сегодня на первый план среди возможностей ларингологической практики выходят лазерные технологии. Активно используются фотоангиолитические лазеры, такие как КТР-лазер, коагулирующие субэпителиальные сосуды без разрушения поверхностного эпителия. Новинкой среди лазерных систем является сертифицированный в 2018 г. лазер с длиной волны 445 нм, комбинирующий высокий гемостатический и резекционный эффекты без обширной зоны термического повреждения окружающих тканей. В данной работе представлены два клинических случая, где применяется полупроводниковый лазер 445 нм. Первый клинический пример описывает пациента с рубцом передней комиссуры после предыдущих хирургических вмешательств. Лечение с использованием лазера 445 нм позволило рассечь рубец и без установки стента восстановить нормальную анатомию гортани. Спустя 5 недель после операции пациент прошел курс фонопедии и был удовлетворен качеством голоса. Второй клинический пример описывает пациента с кистоподобным новообразованием левой голосовой складки. При прямой опорной микроларингоскопии с помощью лазера производились рассечение и энуклеация образования с последующей коагуляцией краев разреза. В течение 2 недель у пациента было отмечено восстановление эндоскопической картины гортани и улучшение голосовой функции с нормализацией акустических показателей. Таким образом, полупроводниковый лазер 445 нм показал в практике высоко выраженные фотоангиолитический и резекционный эффекты, что доказывает его эффективность в фонохирургии.

Ключевые слова: доброкачественные новообразования гортани, хирургия гортани, фонохирургия, лазер с длиной волны 445 нм, синий лазер, фотоангиолитический лазер.

Для цитирования: Кривопапов А. А., Шамкина П. А., Степанова Ю. Е., Корень Е. Е., Готовяхина Т. В. Хирургия доброкачественных и опухолеподобных образований гортани с использованием полупроводникового лазера с длиной волны 445 нм. *Российская оториноларингология*. 2021;20(6):102–108. <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2021-6-102-108>

The issues of phonosurgery remain truly relevant today since there is a high prevalence of benign and tumor-like laryngeal formations among the pathology of the upper respiratory tract (up to 55–70%). Nowadays, laser technologies are coming to the fore among the possibilities of laryngological practice. Photoangiolytic lasers, such as the KTP laser, are actively used to coagulate subepithelial vessels without destroying the superficial epithelium. A novelty among laser systems is a laser with a wavelength of 445 nm certified in 2018, which combines high hemostatic and cutting effects without the extensive zone of thermal damage to surrounding tissues. This paper presents two clinical cases where a 445 nm laser is used. The first clinical case describes a patient with an anterior commissure scar after previous surgical interventions. Treatment using a 445 nm laser made it possible to dissect

the scar and restore the normal laryngeal anatomy without stent placement. 5 weeks after the operation, the patient underwent phonopedic therapy and was satisfied with the voice quality. The second clinical case describes a patient with a cystic-like neoplasm of the left vocal fold. Dissection and enucleation of the formation using a direct micro laryngoscopy was done, followed by laser coagulation of the incision edges. Within 2 weeks, the patient showed restoration of the laryngeal endoscopic state and a voice improvement with normalization of acoustic parameters. Thus, the 445 nm semiconductor laser has shown in practice highly pronounced photoangiolytic and cutting properties, which proves its effectiveness in phonosurgery.

Keywords: benign laryngeal neoplasms, laryngeal surgery, phonosurgery, 445 nm laser, TruBlue laser, photoangiolytic laser.

For citation: Krivopalov A. A., Shamkina P. A., Stepanova Yu. E., Koren' E. E., Gotovyakhina T. V. Surgery of benign and tumor-like laryngeal formations using 445 nm semiconductor laser. *Rossiiskaya otorinolaringologiya*. 2021;20(6):102-108. <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2021-6-102-108>

Введение

Распространенность доброкачественных и опухолеподобных заболеваний гортани в общей структуре заболеваний верхних дыхательных путей составляет до 55–70 % патологии [1–3].

Последние годы все большую популярность приобретает использование высокотехнологичных методов как вариантов хирургического лечения данной патологии: криохирургия, холодноплазменная и аргон-плазменная коагуляция, электрохирургия, лазерные методики [2, 4].

Среди лазерных систем в фонохирургии на сегодняшний день активно применяются фотоангиолизитические 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 не только эндоскопического, но и функционального восстановления гортани [5, 6].

Одной из последних новинок среди фотоангиолизитических лазеров является полупроводниковый лазер с длиной волны 445 нм (TruBlue, A.R.C. Laser Company), сочетающий высокий гемостатический эффект и хорошее резекционное воздействие без формирования обширной зоны термического повреждения окружающих тканей (за счет проникновения лазерного импульса на глубину не более 1 мм) [7–10].

На базе ФГБУ СПб НИИ ЛОР с января 2021 г. было проведено хирургическое лечение 20 пациентов с доброкачественными и опухолеподобными образованиями гортани с применением полупроводникового лазера с длиной волны 445 нм. Подробнее остановимся на двух клинических случаях.

Клинический случай № 1 (рубец передней комиссуры). Пациент Л., 36 лет, обратился в ФГБУ «Санкт-Петербургский НИИ уха, горла, носа и речи» Минздрава России в ноябре 2020 г. с жалобами на постоянную осиплость, ощущение

нехватки воздуха при выраженной физической нагрузке. Из анамнеза известно, что пациент получал хирургическое лечение по поводу папилломатоза гортани в 2018 и 2019 гг., после последней операции спустя 2 месяца стал отмечать вышеописанные жалобы с их прогрессированием в течение последнего года. Профессиональная деятельность пациента связана с голосовой нагрузкой.

При выполнении видеостробоскопии гортани до операции (рис. 1): слизистая розовая. Надгортанник не изменен. Грушевидные синусы и валлекулы свободные. Черпаловидные хрящи, черпало-надгортанные складки не изменены. Голосовые складки подвижны, серые. В области передней комиссуры с переходом на переднюю $1/3$ голосовых складок – плотное рубцовое сращение розоватого цвета. При фонации – полное смыкание в задней трети, колебания неравномерные. Голосовая щель в межчерпаловидной области широка, достаточная для дыхания. Обозримый подголосовой отдел не изменен.

Помимо выявления патологии гортани по данным эндоскопической картины был произведен акустический анализ голоса до операции, показавший нарушение основных акустических показателей у данного пациента.

По результатам эндоскопического исследования принято решение об удалении рубцового об-



Рис. 1. Эндоскопическая картина гортани до операции
Fig. 1. Endoscopic picture of the larynx before surgery

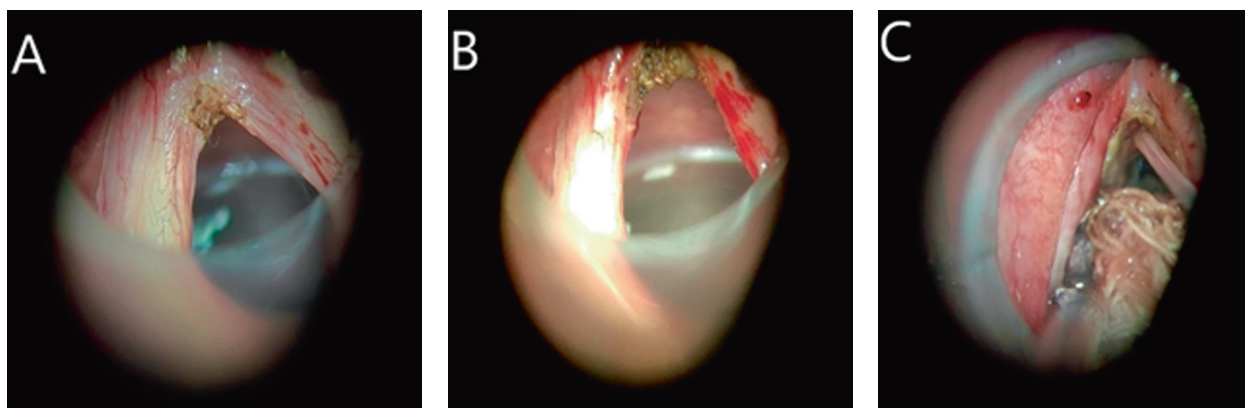


Рис. 2. А – начало вапоризации рубцовой ткани с использованием лазера; В – постепенная коагуляция рубца гортани; С – обработка области передней комиссуры с использованием полупроводникового лазера 445 нм

Fig. 2. А – beginning of laser vaporization of scar tissue; В – coagulation of the laryngeal scar; С – resection of the anterior commissure web formation using a laser 445 nm

разования передней комиссуры с использованием лазерных технологий.

При прямой опорной микроларингоскопии под ЭТН с использованием армированной интубационной трубки 6,0 с раздувающейся манжетой при помощи ларингоскопа и операционного микроскопа Carl Zeiss осмотрен голосовой отдел гортани. С применением полупроводникового лазера 445 нм при использовании оптоволоконного кабеля 400 мкм в контактном режиме в атмосфере инертного газа произведена поэтапная вапоризация рубцовой ткани до освобождения передней комиссуры (на мощности 9 Вт, импульс 20 мс, пауза 110 мс). В дистантном режиме на расстоянии 2 мм произведена коагуляция краев голосовой складки (мощность 9 Вт, импульс 20 мс, пауза 200 мс) (рис. 2). Достигнут гемостаз. Область передней комиссуры обработана мазью гидрокортизон. Установка стента в область передней комиссуры не производилась. Время оперативного вмешательства 40 мин с момента введения пациента в наркоз.

В послеоперационном периоде пациент соблюдал голосовой покой в течение 10 дней, получал противоотечную, антибактериальную терапию. Проводились ингаляции с противовоспалительными растворами и муколитиками.

При выписке пациента на 5-й день после операции определялась следующая фиброскопическая картина гортани: вход в гортань свободный, слизистая гортани розовая, с сосудистой инъекцией, влажная. Надгортанник, черпало-надгортанные складки и зоны черпаловидных хрящей не изменены. Голосовые складки незначительно отечны, гиперемизированы, на складках тонкие фибриновые наложения, область передней комиссуры свободна, гиперемизирована. При фонации движение голосовых складок в полном объеме. Разведение складок максимальное по всей длине. Просвет для дыхания широкий. Подголосовой отдел свободен (рис. 3, А).

При выписке рекомендовано проведение ингаляций с раствором лидазы (64 Ед) в течение

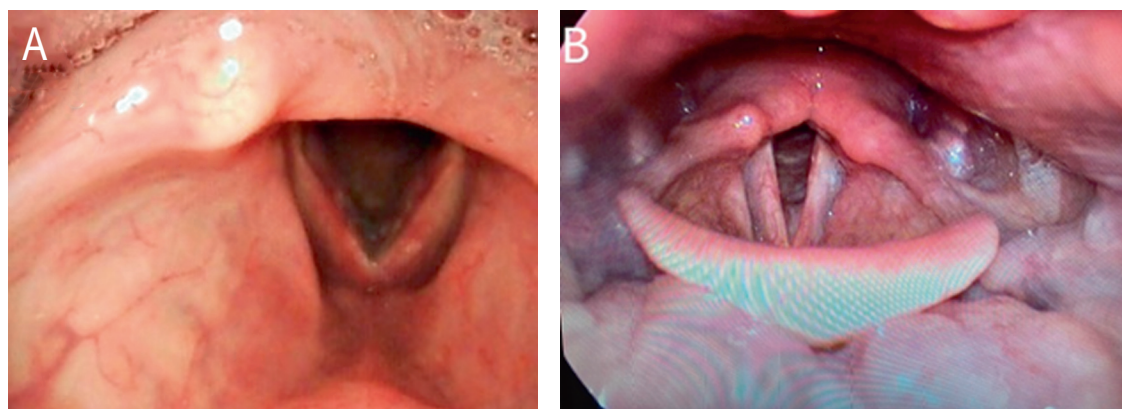


Рис. 3. А – эндоскопическая картина через 5 дней после оперативного вмешательства (видеориноларингоскоп CMOS Karl Storz); В – эндоскопическая картина гортани через 5 недель после вмешательства (ларингоскоп XION)

Fig. 3. А – endoscopic picture 5 days post-op (CMOS Karl Storz rhinolaryngoscope); В – endoscopic picture of the larynx 5 weeks post-op (XION laryngoscope)

Таблица 1
Акустический анализ голоса до и после операции
Table 1
Acoustic analysis of the voice before and post-op

Показатель	До операции	Через 5 недель после операции
ВМФ, с	6,72	16,75
ЧОТ, Гц	139,97	104,32
Jitter, %	2,882	1,014
Noise to Harmonic Ratio (NHR)	0,168	0,119
Shimmer, %	4.382	2,108

недели, соблюдение голосового режима до 2 недель, ограничение голосовых нагрузок в течение 1 месяца.

Спустя 14 дней после операции отмечались умеренные реактивные явления со стороны гортани в области передней комиссуры. Фибриновые налеты отсутствовали.

Спустя 5 недель после операции все воспалительные реакции со стороны слизистой гортани купировались, область передней комиссуры четко образована, без рубцовых сращений. При фонации движение голосовых складок в полном объеме, при дыхании – разведение складок максимальное. Подголосовой отдел свободен (рис. 3, В).

Спустя 5 недель после операции пациент прошел курс фonoпедических занятий, после чего был выполнен контрольный акустический анализ голоса [11] (табл. 1).

Клинический случай № 2 (киста голосовой складки). Пациентка К., 52 года, обратилась в ФГБУ «Санкт-Петербургский НИИ уха, горла, носа и речи» Минздрава России в феврале 2021 г. с жалобами на осиплость постоянного характера, утомляемость голоса при голосовой нагрузке. После эпизода ОРВИ в 2020 г. возникла осиплость, которая прогрессировала и стала постоянной спустя 6 месяцев от момента респираторной инфекции. Профессиональная деятельность не связана с голосовой нагрузкой.

По видеоэндостробоскопии до операции: вход в гортань свободный, слизистая оболочка гортани розовая с сосудистой инъекцией, надгортанник, черпало-надгортанные складки не изменены, слизистая межчерпаловидной области незначительно отечна, гиперемирована (признаки рефлюкс-эзофагита), голосовые складки серые с сосудистой инъекцией, смыкаются при фонации с линейной щелью, колебания регулярные. Левая голосовая складка с выраженной сосудистой инъекцией, утолщена в передних $\frac{2}{3}$, где визуализируется новообразование овальной формы серовато-беловатого цвета (киста). Подскладчатое пространство свободное. Голосовая щель широкая при дыхании.

Установленный основной клинический диагноз: доброкачественное новообразование левой голосовой складки (киста). Сопутствующий диагноз: рефлюкс-эзофагит; гипертоническая болезнь 2-й ст., АГ 1-й ст., Р. ССО 2-й ст.

В условиях многокомпонентной анестезии с интубацией трахеи с использованием армированной интубационной трубки 7,0 с раздуваемой манжетой при прямой опорной микроларингоскопии визуализировано овальное образование светло-серого цвета около 5 мм в диаметре (киста) в толще передней трети левой голосовой складки. С использованием хирургического полупроводникового лазера с длиной волны 445 нм оптоволоконном 300 мкм (мощность 7 Вт, импульс 15 Вт, пауза 200 мс) произведена превентивная коагуляция поверхностных сосудов левой голосовой складки. Далее при использовании лазера (мощность 7 Вт, импульс 15 Вт, пауза 130 с) в условиях атмосферы инертного газа произведен окаймляющий разрез по верхней поверхности левой голосовой складки в проекции образования. При помощи гортанных щипцов образование фиксировано, полупроводниковым лазером произведена энуклеация новообразования из толщи складки. Удаление произведено единым блоком без повреждения капсулы кистоподобного образования. Ложе кисты коагулировано в дистантном режиме (мощность 7 Вт, импульс 15 Вт, пауза 200 мс). Произведена пластика дефекта путем сведения краев разреза слизистой голосовой складки посредством микрощипчиков и их плотного соединения между собой под воздействием полупроводникового лазера в дистантном режиме (мощность 7 Вт, импульс 15 Вт, пауза 130 с) (рис. 4). Достигнут гемостаз. Удаленный материал отправлен на гистологическое исследование. Время оперативного вмешательства 20 мин с момента введения пациента в наркоз.

По данным морфологического анализа: дуктальная киста.

В течение 4 дней пребывания пациентки в стационаре была назначена антибактериальная, противоотечная терапия, антирефлюксная терапия.

Видеоэндостробоскопия спустя 4 дня после оперативного лечения: вход в гортань свободный, слизистая гортани розовая, влажная. Надгортанник, черпало-надгортанные складки и зоны черпаловидных хрящей не изменены, незначительный отек межчерпаловидной области. Левая голосовая складка с умеренной гиперемией в области удаленного новообразования, тонкий фибриновый налет в области воздействия, отека нет. При фонации колебания неравномерные, голосовые складки подвижные в полном объеме. Просвет для дыхания широкий. Подголосовой отдел свободен (рис. 5, А).

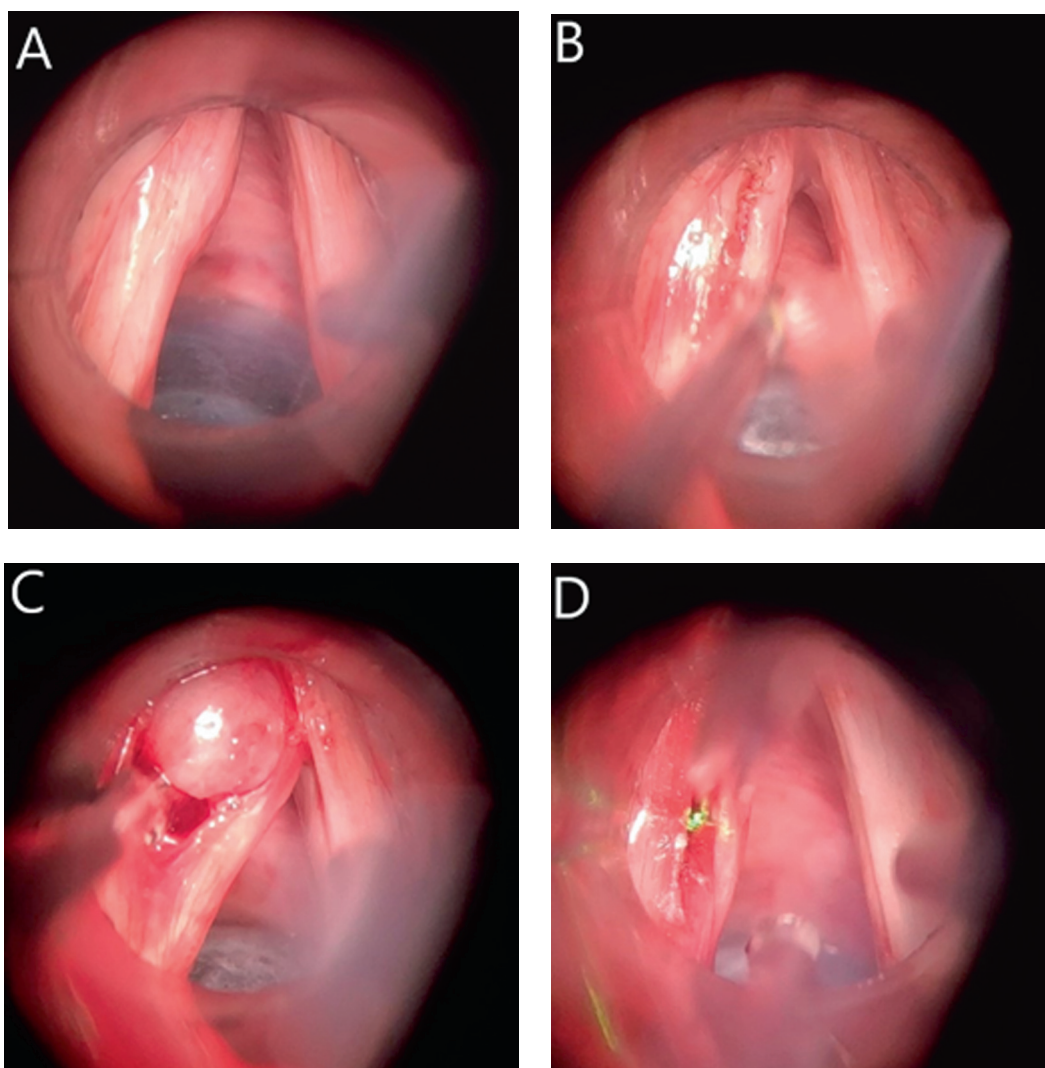


Рис. 4. А – картина до оперативного вмешательства; В – выполнение разреза с использованием полупроводникового лазера 445 нм; С – энуклеация кистозного новообразования; D – обработка краев разреза слизистой с использованием лазера

Fig. 4. А – picture before surgery; В – performing an incision using a laser 445 nm; С – enucleation of a cyst; D – laser joint of the incision edges

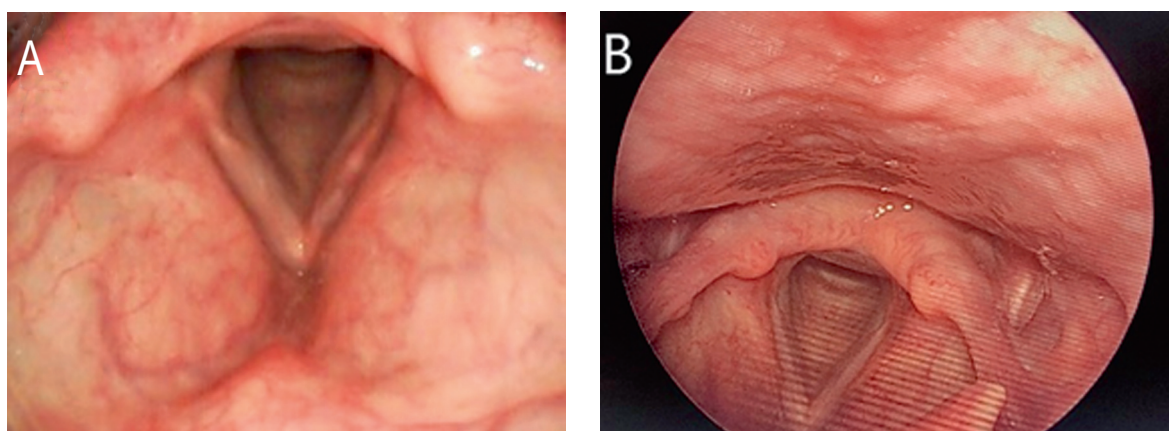


Рис. 5. А – эндоскопическая картина через 4 дня после оперативного вмешательства (видеориноларингоскоп CMOS Karl Storz), В- эндоскопическая картина гортани через 21 день после оперативного вмешательства (ларингоскоп XION)

Fig. 5. А – endoscopic picture 4 days post-op (CMOS Karl Storz rhinolaryngoscope); В – endoscopic picture of the larynx 21 days post-op (XION laryngoscope)

Т а б л и ц а 2
Акустический анализ голоса до и после операции
Table 2
Acoustic analysis of the voice before and post-op

Показатель	До операции	Через 3 недели после операции
ВМФ, с	8,55	15,10
ЧОТ, Гц	240,53	215,34
Jitter, %	1,899	0,978
Noise to Harmonic Ratio (NHR)	0,151	0,085
Shimmer, %	1,736	0,959

Были рекомендованы соблюдение голосового режима 2 недели, диеты при ГЭРБ, ингаляции с противовоспалительными, противоотечными препаратами, антирефлюксная терапия.

Видеоэндостробоскопия спустя 21 день: левая голосовая складка без острых воспалительных явлений. При фонации отмечается полное смыкание, слизистая волна определяется с двух сторон (рис. 5, В).

Фонопедическое лечение не проводилось, так как пациентку полностью устраивал голос, и по данным акустического анализа голоса было отмечено восстановление фонаторной функции [11] (табл. 2).

Обсуждение

Безусловными плюсами полупроводникового лазера с длиной волны 445 нм является возможность произведения гемостаза одновременно с рассечением как слизистой оболочки голосовой складки, так и рубцовой ткани, что сокращает длительность операции и снижает риск как интра- так и послеоперационного кровотечения.

Кроме того, благодаря работе в атмосфере инертного газа (интраоперационная подача гелия за счет установки Flow Control) сохраняется отличная визуализация операционного поля, так как рабочая область освобождается от возникающего дыма и уменьшается адгезия тканей на кончике лазерного волокна, что обеспечивает его максимальную производительность. При работе в атмосфере инертного газа ввиду отсутствия в операционном поле кислорода минимизируется эффект карбонизации биологической ткани при воздействии лазера длиной волны 445 нм. Это уменьшает термическое повреждение здоровых тканей, подлежащих операционному полю. В ларингологической практике данная методика применения лазера в

атмосфере инертного газа используется впервые в РФ, и, таким образом, наша работа важна для накопления клинического опыта в вопросах использования нового лазерного оборудования.

Полупроводниковый лазер с длиной волны 445 нм (TruBlue; A.R.C. Laser Company) был сертифицирован для медицинского применения только в 2018 г., и поэтому на сегодняшний день в иностранной и российской литературе крайне мало работ, посвященных применению данной лазерной установки в практической деятельности. С учетом этого необходимо проведение новых лабораторных и клинических испытаний, посвященных применению данного лазера в различных областях оториноларингологии, для правильного и максимально эффективного использования данного хирургического прибора.

В дальнейшем мы планируем провести экспериментальную работу по оценке лазерных эффектов с учетом применения данного вида излучения в ларингологии, а также выполнить анализ отдаленных функциональных результатов у пациентов с патологией гортани, прооперированных посредством полупроводникового лазера с длиной волны 445 нм, и сравнить эффективность хирургического лечения ООГ и ДОГ данным лазером и полупроводниковым лазером 980 нм.

Выводы

Полупроводниковый лазер 445 нм обладает высоко выраженными свойствами фотоангиолитического лазера, позволяющего осуществлять как качественную коагуляцию, так и разрез тканей в различных мощностях и режимах.

Применение данного лазера в представленных клинических случаях позволило: снизить риск интра- и послеоперационного кровотечения за счет превентивной коагуляции сосудов; осуществить разрез в области рубцовой соединительной ткани и в толще слизистой голосовой складки при минимальном воздействии на окружающие ткани за счет хороших резекционных свойств лазера и работе в атмосфере инертного газа.

Таким образом, за счет использования полупроводникового лазера 445 нм на всех этапах операции мы смогли сократить время хирургического вмешательства и добиться уменьшения реактивных явлений со стороны гортани в послеоперационном периоде, а следовательно, в более быстрые сроки восстановить фонаторную функцию пациентов.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Степанова Ю. Е., Готовяхина Т. В., Махоткина Н. Н. Важность своевременной диагностики заболеваний гортани при первичном осмотре врачом-оториноларингологом. *Медицинский Совет*. 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. *Meditsinskiy sovet = Medical Council*. 2018;(20):58-64. (In Russ.)] <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2018-20-58-64>

2. Дайхес Н. А., Нажмудинов И. И., Гусейнов И. Г., Романенко С. Г. Доброкачественные и предраковые заболевания гортани: клинические рекомендации. Национальная медицинская ассоциация оториноларингологов. Министерство здравоохранения Российской Федерации. М., 2014 [Daikhes N. A., Nazhmudinov I. I., Guseinov I. G., Romanenko S. G. Benign and precancerous diseases of the larynx: Clinical guidelines. National Medical Association of Otorhinolaryngologists. Ministry of Health of the Russian Federation. Moscow, 2014. (In Russ.)] <http://нмаору.рф/files/Доброкачественные%20и%20предраковые%20заболевания%20гортани.pdf>
3. Филатова Е. А. Качество жизни при нарушениях голоса у взрослых. *Российская оториноларингология*. 2012; 1(56):174-178 [Filatova E. A. Quality of life in adult with voice disorders. *Rossiiskaya otorinolaringologiya*. 2012; 1(56):174-178. (In Russ.)] https://www.elibrary.ru/download/elibrary_17282837_47586648.pdf
4. Kraimer K. L., Husain I. Updated Medical and Surgical Treatment for Common Benign Laryngeal Lesions. *Otolaryngol Clin North Am*. 2019 Aug;52(4):745-757 <https://doi.org/10.1016/j.otc.2019.03.017>
5. Xie X., Young J., Kost K., McGregor M. KTP 532 nm Laser for Laryngeal Lesions. A Systematic Review. *Journal of Voice*. 2013;27(2):245-249. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2012.11.006>
6. Hess M., Fleischer S. Photoangiolytische Laser in der Laryngologie [Photoangiolytic Lasers in Laryngology]. *Laryngorhinootologie*. 2020 Sep; 99(9):607-612. <https://doi.org/10.1055/a-1071-0410>.
7. 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 Journal*. 2020; 24:145561320960544 <https://doi.org/10.1177/0145561320960544>
8. Hess M., Fleischer S., Ernstberger M. New 445 nm blue laser for laryngeal surgery combines photoangiolytic and cutting properties. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2018;275:1557-1567 <https://doi.org/10.1007/s00405-018-4974-8>
9. Palaia G., Pergolini D., D'Alessandro L., Carletti R., Del Vecchio A., Tenore G., Di Gioia C. R. T., Romeo U. Histological Effects of an Innovative 445 nm Blue Laser During Oral Soft Tissue Biopsy. *Int J Environ Res Public Health*. 2020 13;17(8):2651. <https://doi.org/10.3390/ijerph17082651>
10. Дябл Х. М., Умаров П. У., Загорская Д. А., Панина О. С. Клинический случай использования фотоангиолитического лазера при удалении параганглиомы височной кости. *Экспериментальная и клиническая оториноларингология*. 2020;1(2):104-107 https://med122.com/news/1/Magazin_OTORINO_01_2020_web.pdf
11. Степанова Ю. Е., Мохотаева М. В., Корнеев А. А. Акустические характеристики голоса у представителей голосоречевых профессий с функциональной дисфонией по гипотонусному типу. *Российская оториноларингология*. 2021;20(4):58-63 [Stepanova Yu. E., Mokhotayeva M. V., Korneev A. A. Acoustic characteristics of voice in voice professionals with hypotonic dysphonia. *Rossiiskaya otorinolaringologiya*. 2021;20(4):58-63. (In Russ.)] <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2021-4-58-63>

Информация об авторах

✉ **Кривопалов Александр Александрович** – доктор медицинских наук, старший научный сотрудник отдела разработки и внедрения высокотехнологичных методов лечения, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт уха, горла, носа и речи (190013, Россия, Санкт-Петербург, Бронницкая ул., д. 9); e-mail: krivopalov@list.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6047-4924>

Шамкина Полина Александровна – аспирант отдела разработки и внедрения высокотехнологичных методов лечения, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт уха, горла, носа и речи (190013, Россия, Санкт-Петербург, Бронницкая ул., д. 9); e-mail: p.s.ent@bk.ru

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

Степанова Юлия Евгеньевна – доктор медицинских наук, доцент, руководитель отдела патофизиологии голоса и речи, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт уха, горла, носа и речи (190013, Россия, Санкт-Петербург, Бронницкая ул., д. 9); тел.: +8 (812) 316-41-17, e-mail: julia.stepanov@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1502-6337>

Корень Елена Евгеньевна – научный сотрудник отдела патофизиологии голоса и речи, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт уха, горла, носа и речи (190013, Россия, Санкт-Петербург, Бронницкая ул., д. 9); тел.: +7 (812) 316-41-17, e-mail: ekoren@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8676-3946>

Готовыхина Татьяна Васильевна – кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отдела патофизиологии голоса и речи, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт уха, горла, носа и речи (190013, Россия, Санкт-Петербург, Бронницкая ул., д. 9); тел.: 8 (812) 316-41-17, e-mail: gotovyakhina@rambler.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8477-9503>

Information about authors

✉ **Aleksandr A. Krivopalov** – MD, Senior Research Associate Of Development Department and Introduction High-Technology Treatment Mode, Saint Petersburg Research Institute of Ear, Throat, Nose and Speech (9, Bronnitskaya str., Saint Petersburg, Russia, 190013); e-mail: krivopalov@list.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6047-4924>

Polina A. Shamkina – Postgraduate of Development Department and Introduction High-Technology Treatment Mode, Saint Petersburg Research Institute of Ear, Throat, Nose and Speech (9, Bronnitskaya str., Saint Petersburg, Russia, 190013); e-mail: p.s.ent@bk.ru

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

Yuliya E. Stepanova – MD, Docent, Head of the Department of Pathophysiology of Voice and Speech, Saint-Petersburg Research Institute of Ear, Throat, Nose and Speech (9, Bronnitskaya str., Saint Petersburg, Russia, 190013); phone: +7 (812) 316-41-17; e-mail: julia.stepanov@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1502-6337>

Elena E. Koren – Research Officer of the Department of Pathophysiology of Voice and Speech, Saint-Petersburg Research Institute of Ear, Throat, Nose and Speech (9, Bronnitskaya str., Saint Petersburg, Russia, 190013); phone: +7 (812) 316-41-17; e-mail: ekoren@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8676-3946>

Tat'yana V. Gotovyakhina – MD Candidate, Senior Research Officer of the Department of Pathophysiology of Voice and Speech, Saint-Petersburg Research Institute of Ear, Throat, Nose and Speech (9, Bronnitskaya str., Saint Petersburg, Russia, 190013); phone: +7 (812) 316-41-17, e-mail: gotovyakhina@rambler.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8477-9503>