

Микрохирургия хронических постинтубационных стенозов гортани с использованием CO₂-лазера

В.В. Вавин^{1✉},
e-mail: lor42@mail.ru

И.И. Нажмудинов^{1,2}
Х.Ш. Давудов¹

Т.И. Гаращенко^{1,2}
Б.Х. Давудова¹

К.М. Магомедова¹
М.Ю. Хоранова¹

¹ Научно-клинический центр оториноларингологии; 123182, Россия, Москва, Волоколамское шоссе, д. 30, корп. 2

² Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова; 117997, Россия, Москва, ул. Островитянова, д. 1

Резюме

Введение. Несмотря на значительные успехи, достигнутые за последние десятилетия в области хирургии рубцовых стенозов гортани и шейного отдела трахеи, данная проблема остается актуальной, особенно среди лиц молодого и трудоспособного возраста.

Цель исследования: Разработать тактику хирургического лечения постинтубационных стенозов гортани с использованием CO₂-лазера.

Материалы и методы: За период с 2015 по 2019 г. проведено хирургическое лечение 105 пациентам с постинтубационным рубцовым стенозом гортани с применением микрохирургической техники и CO₂-лазера.

Результаты и обсуждение: В послеоперационном периоде пациенты находились под наблюдением от 6 месяцев до 3 лет. Локализация рубцового постинтубационного стеноза гортани в вестибулярном отделе встречается достаточно редко. По результатам исследования достижение стойкого функционального результата получено у 20 (84%) из 24 пациентов с поражением голосового отдела гортани, в одном случае через год потребовалось иссечение рубцовой мембраны данного отдела гортани, в четырех случаях – ларингопластика экстраларингеальным доступом.

Постинтубационные стенозы подскладковой локализации имеют самое большое распространение, и в наших наблюдениях они составили 79%.

Применение эндоларингеального доступа с использованием CO₂-лазера позволило достичь хорошего функционального результата в 66% случаев, в 33% потребовалась реконструкция гортани экстраларингеальным доступом, в 1% – ларинготрахеальная резекция.

Заключение: использование CO₂-лазера при хирургическом лечении хронических постинтубационных стенозов гортани значительно расширяет оперативные возможности за счет высокой точности и низкого уровня повреждения окружающих тканей. Этот метод позволяет производить формирование минимальных раневых поверхностей путем подслизистого иссечения рубцовой ткани и создает возможность укрытия раны микрооскутами слизистой оболочки, сокращая сроки эпителизации в зоне вмешательства, что является важной профилактикой повторного стенозирования. При хирургическом лечении протяженных стенозов среднего отдела гортани имеются предпосылки повторного замещения раны рубцовой тканью, что в наших наблюдениях удалось избежать путем применения эндопротезов. Поражение подскладкового отдела гортани склонно к рестенозированию даже при отсутствии данных за поражение хрящевого каркаса гортани.

Ключевые слова: хронические стенозы гортани, осложнения интубации гортани трахеи, микрохирургия гортани, CO₂-лазер, профилактика рестенозирования

Для цитирования: Вавин В.В., Нажмудинов И.И., Давудов Х.Ш., Гаращенко Т.И., Давудова Б.Х., Магомедова К.М., Хоранова М.Ю. Микрохирургия хронических постинтубационных стенозов гортани с использованием CO₂-лазера. *Медицинский совет.* 2020;(6):132–138. doi: 10.21518/2079-701X-2020-6-132-138.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Microsurgery of chronic post-intubation laryngeal stenosis using a CO₂-laser

Vyacheslav V. Vavin^{1✉},
e-mail: lor42@mail.ru

Ibragim I. Nazhmudinov^{1,2}
Khasan Sh. Davudov¹

Tatiana I. Garashchenko^{1,2}
Basharat Kh. Davudova¹

Kamila M. Magomedova¹
Marina Yu. Khoranova¹

¹ Scientific and Clinical Center of Otorhinolaryngology; 30, Bldg. 2, Volokolamskoe shosse, Moscow, 123182, Russia

² N.I. Pirogov Russian National Research Medical University; 1, Ostrovityanova St., Moscow, 117997, Russia

Abstract

Introduction. Despite significant progress achieved in the surgical treatment of cicatricial laryngeal stenosis and cervical trachea in recent decades, this issue appears relevant, especially among people of young and working age.

Aim of the study: To develop tactics for surgical treatment of post-intubation laryngeal stenosis using a CO₂-laser.

Materials and methods: During the period from 2015 to 2019, surgical treatment was performed for 105 patients with post-intubation cicatricial stenosis of the larynx using microsurgical techniques and a CO₂-laser, provided that the cartilage frame of the larynx was preserved, which was determined in a preoperative examination.

Results and discussion: In the postoperative period, patients were monitored from 6 months to 3 years. Localization of cicatricial post-intubation laryngeal stenosis in the vestibular region is quite rare. According to the results of the study, achievement of a stable functional result was obtained in 20 (84%) of 24 patients with lesions of the vocal section of the larynx, in one case a cicatricial membrane of this section of the larynx was required to be excised after one year, and laryngoplasty with extra laryngeal access in four cases.

Post-intubation stenosis of sub-folded localization is most widespread, and in our observations they amounted to 79%. The use of endolaryngeal access using a CO₂-laser made it possible to achieve a good functional result in 66% of cases, reconstruction of the larynx by extra-laryngeal access was required in 33%, and laryngotracheal resection in 1%.

Conclusion: It is shown that the use of a CO₂-laser in the surgical treatment of chronic post-intubation laryngeal stenosis significantly expands operational capabilities due to the high accuracy and low level of damage to surrounding tissues. This method allows the formation of minimal wound surfaces by submucosal excision of scar tissue and makes it possible to cover the wound with microlocks of the mucous membrane, reducing the time of epithelization in the intervention area, which is an important prevention of repeated stenosis. In the surgical treatment of extended stenosis of the middle part of the larynx, there are prerequisites for repeated wound replacement with scar tissue, which in our observations was avoided by using endoprotheses. The defeat of the sub-follicular part of the larynx is prone to restenosis even in the absence of data for the defeat of the cartilaginous framework of the larynx.

Keywords: Chronic laryngeal stenosis, complications of tracheal intubation, larynx microsurgery, CO₂-laser, prevention of restenosis

For citation: Nazhmudinov I.I., Vavin V.V., Davudov Kh.Sh., Garashchenko T.I., Davudova B.Kh., Magomedova K.M., Khoranova M.Yu. Microsurgery of chronic post-intubation laryngeal stenosis using a CO₂-laser. *Meditsinskiy sovet = Medical Council*. 2020;(6):132–138. (In Russ.) doi: 10.21518/2079-701X-2020-6-132-138.

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Хронические постинтубационные рубцовые стенозы гортани и трахеи представляют собой приобретенные состояния сужения дыхательных путей вследствие длительной интубации или трахеостомии с последующим развитием дыхательной недостаточности. Несмотря на значительные успехи, достигнутые за последние десятилетия в области хирургии рубцовых стенозов гортани и шейного отдела трахеи, данная проблема остается актуальной, особенно среди лиц молодого и трудоспособного возраста [1].

Показатели заболеваемости хроническими рубцовыми стенозами гортани и трахеи после ларинготрахеальной интубации и трахеостомии составляют от 6 до 21 и от 0,6 до 21% соответственно [2]. Кроме того, у пациентов с хроническими рубцовыми стенозами данной локализации часто отмечается поздняя обращаемость за медицинской помощью, что связано с проявлением клинических симптомов заболевания при развитии стеноза менее 30% от нормального диаметра поперечного сечения дыхательных путей [3]. При таком сечении, как правило, увеличивается секреция желез дыхательных путей, развиваются эвакуаторные нарушения и отек слизистой оболочки, что в конечном итоге приводит к острой обструкции дыхательных путей [4]. Поэтому пациенты с постинтубационными стенозами гортани и трахеи имеют угрозу смертельных осложнений как на догоспитальном этапе, так и в момент хирургического лечения [5].

Сложное анатомическое строение, индивидуальные особенности поперечного и продольного сечения и кровоснабжения верхних дыхательных путей и гортанно-трахеального угла обуславливают высокую частоту

повреждений гортани и шейного отдела трахеи при выполнении интубации и трахеостомии. Наиболее частым этиологическим фактором возникновения рубцового стеноза гортани и трахеи является поражение слизистой оболочки вследствие давления, оказываемого манжетой интубационной трубки. При давлении манжеты более 30 мм рт. ст. происходит повышение перфузионного давления и нарушение микроциркуляции в ткани, что приводит к развитию ишемии и аноксии, эрозированию слизистой оболочки гортани и трахеи, фиброзу окружающих тканей и дальнейшему прогрессированию ларинготрахеального стеноза [6, 7].

Несмотря на имеющийся опыт хирургии рубцовых стенозов гортани во всем мире, на настоящий момент нет четких критериев использования существующих методик, выбора доступа (наружный или эндоскопический), необходимости применения пластических материалов, стентов, дополнительного оборудования (лазер, коблатор, радиоволна и др.). Как правило, решение принимает хирург исходя из собственного опыта и имеющегося оснащения [8–10]. При этом имеется тенденция к разработке методов, позволяющих сократить сроки лечения и реабилитации, учитывая необходимость восстановления не только дыхательной, но и голосовой функции гортани [5, 11, 12].

В свою очередь, перспективным направлением в ларингохирургии является применение CO₂-лазера, несомненными преимуществами использования которого с операционным микроскопом являются микрохирургическая точность, хорошая интраоперационная детализация и сухое хирургическое поле, а также хорошие функциональные исходы с точки зрения глотания и речи, превышающие функциональные результаты традиционных хирургических подходов [13–15].

Лазеры на основе диоксида углерода (CO₂) привлекают внимание ларингохирургов как режущие инструменты. Они способны коагулировать лимфатические и кровеносные сосуды шириной менее 0,5 мм, тем самым уменьшая интраоперационное кровотечение и возникновение послеоперационного отека. Длины волн, испускаемые CO₂-лазерами, выше, чем у большинства других типов лазеров, глубина их проникновения составляет 0,03 мм и очень безопасна. Результаты экспериментальных исследований с использованием CO₂-лазеров показали, что, кроме коагуляции небольших кровеносных и лимфатических сосудов, лазерный луч способен коагулировать мелкие периферические нервы, что облегчает послеоперационную боль. При этом можно хорошо определять границы между тканями, получающими тепловое повреждение, и теми, которые их окружают. Кроме того, во время работы лазера рана остается стерильной из-за возникающего высокотемпературного испарения [13, 16, 17].

При воздействии CO₂-лазера на ткани его энергия полностью поглощается внутриклеточной жидкостью и вызывает испарение воды и клеток. Поскольку 99% генерируемого тепла, высвобождаемого при лазерном воздействии, теряется с паром, повреждение периферической ткани и некроз ограничены до <0,01 мм. Это, в свою очередь, позволяет сохранить функцию гортани, ограничить послеоперационный отек и боль, а также провести патолого-анатомическую оценку состояния ткани в краях резекции [10, 16].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В период с 2015 по 2019 г. проведено хирургическое лечение 105 больных постинтубационным рубцовым стенозом гортани с применением микрохирургической техники и CO₂-лазера. Мужчин/женщин = 1,89/1, возраст от 6 до 63 лет (49 ± 4,7).

По локализации преобладали пациенты с подскладковым поражением (табл. 1).

Всем больным перед хирургическим лечением проводилась МСКТ гортани, по результатам которой оценивали состояние каркаса гортани, и в случае его сохранности выполняли операции эндоларингеальным доступом.

● **Таблица 1.** Характеристика постинтубационных стенозов гортани по локализации и степени по Мейер – Коттон

● **Table 1.** Myer-Cotton grading and location system of post-intubation stenosis of the larynx

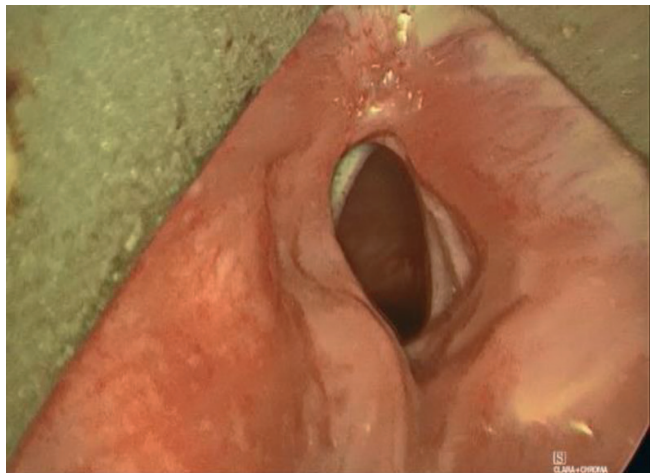
Локализация, n	Степень 1	Степень 2	Степень 3	Степень 4	Наличие трахеостомы
Вестибулярный отдел, n = 2	1	1	-	-	1
Голосовой отдел, n = 24	8	7	9	-	9
Подскладковый отдел, n = 79	3	26	32	18	57
Всего	12	34	41	18	67

Вмешательства проходили с использованием тотальной внутривенной анестезии и миорелаксации. Проводилась прямая опорная ларингоскопия (использован набор Karl Storz) с последующим эндоскопическим осмотром гортани. После этого проводилась микроларингоскопия при помощи операционного микроскопа и хирургическое вмешательство с использованием хирургического CO₂-лазера.

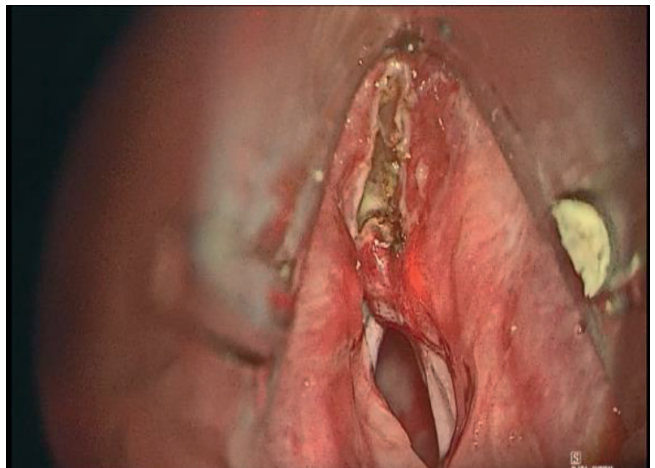
РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Локализация рубцового постинтубационного стеноза гортани в вестибулярном отделе встречается достаточно редко. Так, в период с 2014 по 2019 г. мы столкнулись только с 2 пациентами с данной патологией, которым была выполнена подслизистая вапоризация рубцовой ткани с формированием микролоскутов, позволивших провести укрытие и разобщение раневых поверхностей (рис. 1, 2). Это дало возможность добиться хорошего функционального результата.

● **Рисунок 1.** Стеноз вестибулярного отдела гортани
● **Figure 1.** Stenosis of the vestibular larynx

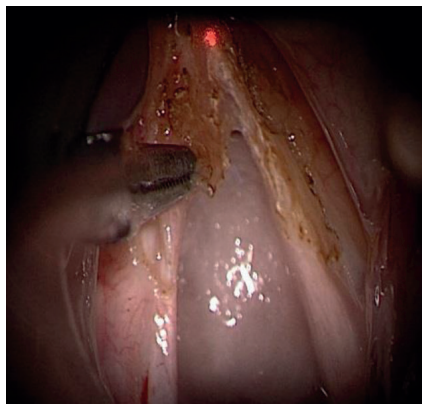


● **Рисунок 2.** Состояние после ликвидации стеноза с формированием микролоскута
● **Figure 2.** Condition after elimination of stenosis allowing for the creation of a microflap



● **Рисунок 3.** Рассечение участка стеноза CO₂-лазером

● **Figure 3.** Carbon dioxide laser excision of stenosis section



● **Рисунок 4.** Эндоскопическая картина зоны стеноза после наложения швов

● **Figure 4.** Endoscopic picture of the stenosis area after suturing



● **Рисунок 5.** Эндоскопическая картина гортани через 1 месяц

● **Figure 5.** Endoscopic picture of the larynx after 1 month



При наличии рубцового стеноза среднего отдела гортани ($n = 24$) производилось лазерное иссечение рубцовой ткани в режиме «суперпульс», с максимальной плотностью энергии, средней мощностью лазера 7 Вт. У ряда пациентов ($n = 13$) в связи с вовлечением в патологический рубцовый процесс комиссуры проводилось формирование и фиксация микрооскутов с целью разобщения раневых поверхностей, что позволило достигнуть стойкого восстановления просвета и голосовой функции гортани (рис. 3–5).

При протяженных стенозах (более 5 мм) в 11 случаях после иссечения рубцовой ткани в области комиссуры был помещен и фиксирован килевидный эндопротез, препятствующий контакту раневых поверхностей (рис. 6, 7). Эндопротез сохранялся в гортани на период формирования и ремоделирования рубцовой ткани до полной эпителизации раны, что соответствовало сроку не менее 21 суток.

● **Рисунок 6.** Рубцовый стеноз складкового отдела до операции

● **Figure 6.** Cicatricial stenosis of the fold area before surgery



Наблюдения за период от 6 месяцев до 3 лет показали достижение стойкого функционального результата у 20 (84%) из 24 пациентов с поражением голосового отдела гортани, в одном случае через год потребовалось иссечение рубцовой мембраны данного отдела гортани, в четырех случаях – ларингопластика экстраларингеальным доступом.

Постинтубационные стенозы подскладковой локализации имеют самое большое распространение, и в наших наблюдениях они составили 79% [1].

В данной группе производилось радиарное рассечение рубцовой ткани в режиме «суперпульс», с максимальной плотностью энергии, средней мощностью лазера 8 Вт. После этого у 9 пациентов выполнялась дилатация данного отдела гортани при помощи баллона Boston Scientific мощностью 12 атм. (рис. 8, 9).

При эндоскопическом контроле в течение месяца при имеющейся тенденции к рестенозированию в 9 (8,5%)

● **Рисунок 7.** Установка килевидного импланта

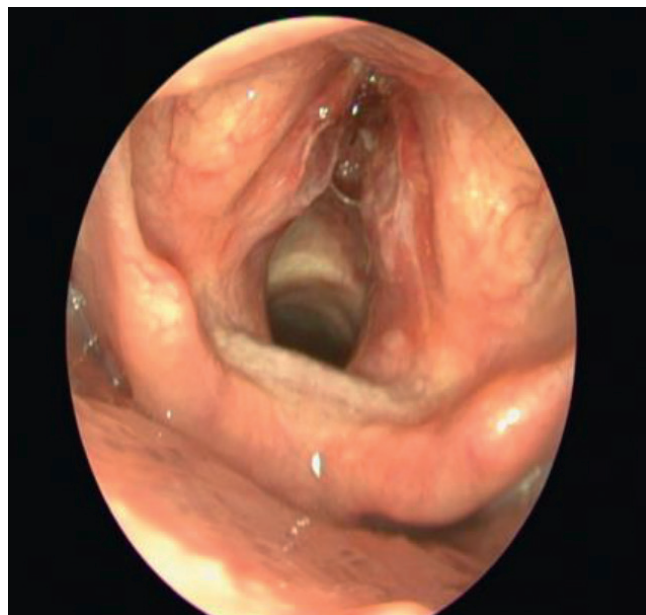
● **Figure 7.** Keeled implant installation



- **Рисунок 8.** Этап рассечение рубцового сужения подскладкового отдела гортани CO₂-лазером
- **Figure 8.** Carbon dioxide laser excision of the cicatricial laryngeal stenosis of the subfold area



- **Рисунок 9.** Этап баллонной дилатации рубцового сужения подскладкового отдела гортани
- **Figure 9.** Stage of balloon dilatation of cicatricial narrowing of the subfold area



- **Таблица 2.** Результаты лечения пациентов с хроническими постинтубационными стенозами гортани (n = 105)
- **Table 2.** Outcomes of treatment in patients with chronic post-intubation laryngeal stenosis (n = 105)

Локализация (n)	Эффективность использования CO ₂ -лазера эндоларингеальным доступом		Эффективность использования экстраларингеального доступа		Ларинготрахеальная резекция	
	n	%	n	%	n	%
Вестибулярный отдел, n = 2	2	100	-	-	-	-
Голосовой отдел, n = 24	20	84	4	1	-	-
Подскладковый отдел, n = 79	58	73	21	26	1	1
Всего	70	66	33	27	1	1

случаях проведено продленное стентирование данной зоны, в 20 (19%) случаях при стойком рестенозировании потребовалась реконструкция хрящевого каркаса гортани наружным доступом.

Результаты лечения 105 пациентов с хроническими постинтубационными стенозами отражены в *табл. 2*. Полученные данные показали, что применение эндоларингеального доступа с использованием CO₂-лазера позволило достичь хорошего функционального результата в 66% случаев, в 33% потребовалась реконструкция гортани экстраларингеальным доступом, в 1% – ларинготрахеальная резекция.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, использование CO₂-лазера эндоларингеальным доступом, выбранные нами режимы и приемы показали свою эффективность в 66% случаев. При этом наиболее стойкий эффект был получен при

патологии вестибулярного отдела гортани (100%) и несколько в меньшем количестве при стенозе голосового отдела (84%). При поражении подскладкового отдела гортани, которое встречается чаще других локализаций рубцового постинтубационного стеноза, стойкий функциональный результат был нами получен в 73%, что потребовало в 26% использовать ларинготрахеопластику экстраларингеальным доступом с восстановлением каркаса гортани аутохрящевыми трансплантатами, а в 1% случаев прибегнуть к ларинготрахеальной резекции. Частое поражение хрящевого каркаса в подскладковом отделе объяснимо его анатомическими особенностями. Предоперационное обследование данных пациентов не показало вовлечения в процесс хрящевой ткани, но стойкая тенденция к рестенозированию потребовала использования экстраларингеального доступа.

Поступила / Received 15.02.2020
Поступила после рецензирования / Revised 28.02.2020
Принята в печать / Accepted 11.03.2020

Список литературы

- Гусейнов И.Г., Дайхес Н.А., Нажмудинов И.И., Кокорина В.Э., Нажмудинов И.И. *Хронические рубцовые стенозы гортани. Клинические рекомендации*. М.; 2016. 18 с. Режим доступа: <http://www.nmao.ru.org/files/KR303%20Hr%20rubcovye%20stenozy%20gortani.pdf>.
- Карпищенко С.А., Рябова М.А., Улулов М.Ю., Шумилова Н.А., Портнов Г.В. Выбор параметров лазерного воздействия в хирургии ЛОР-органов. *Вестник оториноларингологии*. 2016;81(4):14–18. doi: 10.17116/otorino201681414-18.
- Крюков А.И., Царапкин Г.Ю., Арзамасов С.Г., Панасов С.А. Лазеры в оториноларингологии. *Вестник оториноларингологии*. 2016;81(6):62–66. doi: 10.17116/otorino20168162-66.
- Ракунова Е.Б. Современные возможности лечения пациентов с доброкачественными и опухолеподобными заболеваниями гортани. *Вестник оториноларингологии*. 2017;82(1):68–72. doi: 10.17116/otorino201782168-72.
- Alshammari J., Monnier Ph. Airway stenting with the LT-Mold™ for severe glotto-subglottic stenosis or intractable aspiration: experience in 65 cases. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2012;269(12):2531–2538. doi: 10.1007/s00405-012-2080-x.
- Crockett D.M., Reynolds B.N. Laryngeal laser surgery. *Otolaryngol Clin North Am*. 1990;23(1):49–66. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2179824>.
- Вавин В.В., Добрецов К.Г. Особенности микрохирургии вестибулярного отдела гортани с использованием CO₂-лазера и диодного лазера. *Вестник оториноларингологии*. 2019;84(2):57–60. doi: 10.17116/otorino20198402157.
- Canis M., Ihler F., Martin A., Matthias C., Steiner W. Transoral laser microsurgery for T1a glottic cancer: review of 404 cases. *Head Neck*. 2015;37(6):889–895. doi: 10.1002/hed.23688.
- Dhar P., Malik A. Anesthesia for laser surgery in ENT and the various ventilatory techniques. *Trends in Anaesthesia and Critical Care*. 2011;1(2):60–66. doi: 10.1016/j.tacc.2011.01.011.
- Zeitels S.M., Burns J.A. Laser applications in laryngology: past, present, future. *Otolaryngol Clin N Am*. 2006;39(1):159–172. doi: 10.1016/j.otc.2005.10.001.
- Arroyo H.H., Neri L., Fussuma C.Y., Imamura R. Diode Laser for Laryngeal Surgery: a Systematic. *Int Arch Otorhinolaryngol*. 2016;20(02):172–179. doi: 10.1055/s-0036-1579741.
- Bajaj Y., Pegg D., Gunasekaran S., Knight L.C. Diode laser for paediatric airway procedures: a useful tool. *Int J Clin Pract*. 2010;64(1):51–54. doi: 10.1111/j.1742-1241.2008.01734.x.
- Yan Y., Olszewski A.E., Hoffman R.M., Ford C.N., Dailey H.S., Jiang S.H. Use of Lasers in Laryngeal Surger. *Journal of Voice*. 2010;24(1):102–109. doi: 10.1016/j.jvoice.2008.09.006.
- Haykal S., Salna M., Waddell T.K., Hofer S.O. Advances in Tracheal Reconstruction. *Plast Reconstr Surg Glob Open*. 2014;2(7):e178. doi: 10.1097/GOX.0000000000000097.
- Hermens J.M., Bennett M.J., Hirshman C.A. Anesthesia for laser surgery. *Anesth Analg*. 1983;62(2):218–229. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6338757>.
- Steiner W., Fagan J. Transoral laser microsurgery (TLM) of cancer & other pathology of the upper aerodigestive tract. In: Fagan J. et al. *The Open Access Atlas of Otolaryngology, Head & Neck Operative Surgery*. University of Cape Town; 2017. doi: 10.15641/0-7992-2534-1.
- Wang Z., Devaiah A.K., Feng L., Dasai U., Shapira G., Weisberg O., Torres D.S., Shapshay S.M. Fiber-guided CO₂ laser surgery in an animal model. *Photomed Laser Surg*. 2006;24(5):646–650. doi: 10.1089/pho.2006.24.646.

References

- Guseynov I.G., Daykhes N.A., Nazhmudinov I.I., Kokorina V.E.H., Nazhmudinov I.I. *Chronic cicatricial stenosis of the larynx. Clinical recommendations*. Moscow; 2016. 18 p. (In Russ.) Available at: <http://www.nmao.ru.org/files/KR303%20Hr%20rubcovye%20stenozy%20gortani.pdf>.
- Karpishchenko S.A., Ryabova M.A., Ulupov M.Yu., Shumilova N.A., Portnov G.V. The choice of parameters for the laser application in ENT surgery. *Vestnik otorinolaringologii = Bulletin of Otorhinolaryngology*. 2016;81(4):14–18. (In Russ.) doi: 10.17116/otorino201681414-18.
- Kryukov A.I., Tsarapkin G.Yu., Arзамасов S.G., Панасов S.A. The application of lasers in otorhinolaryngology. *Vestnik otorinolaringologii = Bulletin of Otorhinolaryngology*. 2016;81(6):62–66. (In Russ.) doi: 10.17116/otorino20168162-66.
- Rakunova E.B. The modern possibilities for the treatment of the patients presenting with benign and tumour-like diseases of the larynx. *Vestnik otorinolaringologii = Bulletin of Otorhinolaryngology*. 2017;82(1):68–72. (In Russ.) doi: 10.17116/otorino201782168-72.
- Alshammari J., Monnier Ph. Airway stenting with the LT-Mold™ for severe glotto-subglottic stenosis or intractable aspiration: experience in 65 cases. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2012;269(12):2531–2538. doi: 10.1007/s00405-012-2080-x.
- Crockett D.M., Reynolds B.N. Laryngeal laser surgery. *Otolaryngol Clin North Am*. 1990;23(1):49–66. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2179824>.
- Vavin V.V., Dobretsov K.G. Features of microsurgery of the vestibular larynx using CO and a diode laser. *Vestnik otorinolaringologii = Bulletin of Otorhinolaryngology*. 2019;84(2):57–60. doi: 10.17116/otorino20198402157.
- Canis M., Ihler F., Martin A., Matthias C., Steiner W. Transoral laser microsurgery for T1a glottic cancer: review of 404 cases. *Head Neck*. 2015;37(6):889–895. doi: 10.1002/hed.23688.
- Dhar P., Malik A. Anesthesia for laser surgery in ENT and the various ventilatory techniques. *Trends in Anaesthesia and Critical Care*. 2011;1(2):60–66. doi: 10.1016/j.tacc.2011.01.011.
- Zeitels S.M., Burns J.A. Laser applications in laryngology: past, present, future. *Otolaryngol Clin N Am*. 2006;39(1):159–172. doi: 10.1016/j.otc.2005.10.001.
- Arroyo H.H., Neri L., Fussuma C.Y., Imamura R. Diode Laser for Laryngeal Surgery: a Systematic. *Int Arch Otorhinolaryngol*. 2016;20(02):172–179. doi: 10.1055/s-0036-1579741.
- Bajaj Y., Pegg D., Gunasekaran S., Knight L.C. Diode laser for paediatric airway procedures: a useful tool. *Int J Clin Pract*. 2010;64(1):51–54. doi: 10.1111/j.1742-1241.2008.01734.x.
- Yan Y., Olszewski A.E., Hoffman R.M., Ford C.N., Dailey H.S., Jiang S.H. Use of Lasers in Laryngeal Surger. *Journal of Voice*. 2010;24(1):102–109. doi: 10.1016/j.jvoice.2008.09.006.
- Haykal S., Salna M., Waddell T.K., Hofer S.O. Advances in Tracheal Reconstruction. *Plast Reconstr Surg Glob Open*. 2014;2(7):e178. doi: 10.1097/GOX.0000000000000097.
- Hermens J.M., Bennett M.J., Hirshman C.A. Anesthesia for laser surgery. *Anesth Analg*. 1983;62(2):218–229. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6338757>.
- Steiner W., Fagan J. Transoral laser microsurgery (TLM) of cancer & other pathology of the upper aerodigestive tract. In: Fagan J. et al. *The Open Access Atlas of Otolaryngology, Head & Neck Operative Surgery*. University of Cape Town; 2017. doi: 10.15641/0-7992-2534-1.
- Wang Z., Devaiah A.K., Feng L., Dasai U., Shapira G., Weisberg O., Torres D.S., Shapshay S.M. Fiber-guided CO₂ laser surgery in an animal model. *Photomed Laser Surg*. 2006;24(5):646–650. doi: 10.1089/pho.2006.24.646.

Информация об авторах:

Вавин Вячеслав Валерьевич, к.м.н., старший научный сотрудник научно-клинического отдела заболеваний верхних дыхательных путей, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Научно-клинический центр оториноларингологии» Федерального медико-биологического агентства России; 123182, Россия, Москва, Волоколамское шоссе, д. 30, корп. 2; ORCID: 0000-0002-1743-9023; e-mail: lor42@mail.ru

Нажмудинов Ибрагим Исмаилович, д.м.н., руководитель научно-клинического отдела заболеваний верхних дыхательных путей, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Научно-клинический центр оториноларингологии» Федерального медико-биологического агентства России; 123182, Россия, Москва, Волоколамское шоссе, д. 30, корп. 2; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 117997, Россия, Москва, ул. Островитянова, д. 1; ORCID: 0000-0002-4302-5203; e-mail: ibragimlor@mail.ru

Давудов Хасан Шаманович, д.м.н., профессор, заместитель директора, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Научно-клинический центр оториноларингологии» Федерального медико-биологического агентства России; 123182, Россия, Москва, Волоколамское шоссе, д. 30, корп. 2; ORCID: 0000-0002-2887-0652; e-mail: prof.davudov-otolar@mail.ru

Гарашенко Татьяна Ильинична, д.м.н., профессор, ученый секретарь, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Научно-клинический центр оториноларингологии» Федерального медико-биологического агентства России; 123182, Россия, Москва, Волоколамское шоссе, д. 30 корп. 2; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 117997, Россия, Москва, ул. Островитянова, д. 1; ORCID: 0000-0002-5024-6135; e-mail: 9040100@mail.ru

Давудова Башарат Хасановна, к.м.н., старший научный сотрудник, врач-оториноларинголог, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Научно-клинический центр оториноларингологии» Федерального медико-биологического агентства России; 123182, Россия, Москва, Волоколамское шоссе, д. 30, корп. 2; ORCID: 0000-0002-0622-8749; e-mail: basharat@mail.ru

Магомедова Камила Магомедовна, к.м.н., врач-оториноларинголог, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Научно-клинический центр оториноларингологии» Федерального медико-биологического агентства России; 123182, Россия, Москва, Волоколамское шоссе, д. 30, корп. 2; ORCID: 0000-0003-2381-7817; e-mail: kamila-m@mail.ru

Хоранова Марина Юрьевна, младший научный сотрудник, врач-оториноларинголог, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Научно-клинический центр оториноларингологии» Федерального медико-биологического агентства России; 123182, Россия, Москва, Волоколамское шоссе, д. 30, корп. 2; ORCID: 0000-0002-4549-9074; e-mail: marina17.03@mail.ru

Information about the authors:

Vyacheslav V. Vavin, Cand. of Sci. (Med.), Senior Researcher of the Scientific and Clinical Department of Upper Respiratory Diseases, Federal State Budgetary Institution «Scientific and Clinical Center of Otorhinolaryngology» of the Federal Medico-Biological Agency of Russia; 30, Bldg. 2, Volokolamskoe shosse, Moscow, 123182, Russia; ORCID: 0000-0002-1743-9023; e-mail: lor42@mail.ru

Ibragim I. Nazhmudinov, Dr. of Sci. (Med.), Head of the Scientific and Clinical Department of Upper Respiratory Diseases, Federal State Budgetary Institution «Scientific and Clinical Center of Otorhinolaryngology» of the Federal Medico-Biological Agency of Russia; 30, Bldg. 2 Volokolamskoe shosse, Moscow, 123182, Russia; Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «N.I. Pirogov Russian National Research Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation; 1, Ostrovityanova St., Moscow, 117997, Russia; ORCID: 0000-0002-4302-5203; e-mail: ibragimlor@mail.ru

Khasan Sh. Davudov, Dr. of Sci. (Med.), professor, Deputy Director, Federal State Budgetary Institution «Scientific and Clinical Center of Otorhinolaryngology» of the Federal Medico-Biological Agency of Russia; 30, Bldg. 2, Volokolamskoe shosse, Moscow, 123182, Russia; ORCID: 0000-0002-2887-0652; e-mail: prof.davudov-otolar@mail.ru

Tatiana I. Garashchenko, Dr. of Sci. (Med.), professor, academic secretary, Federal State Budgetary Institution «Scientific and Clinical Center of Otorhinolaryngology» of the Federal Medico-Biological Agency of Russia; 30, Bldg. 2, Volokolamskoe shosse, Moscow, 123182, Russia; Professor of the Department of Otorhinolaryngology, Faculty of Continuing Professional Education, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «N.I. Pirogov Russian National Research Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation; 1 Ostrovityanova str., Moscow, 117997, Russia; ORCID: 0000-0002-5024-6135; e-mail: 9040100@mail.ru

Basharat Kh. Davudova, Cand. of Sci. (Med.), senior researcher, otorhinolaryngologist, Federal State Budgetary Institution «Scientific and Clinical Center of Otorhinolaryngology» of the Federal Medico-Biological Agency of Russia; 30, Bldg. 2, Volokolamskoe shosse, Moscow, 123182, Russia; ORCID: 0000-0002-0622-8749; e-mail: basharat@mail.ru

Kamila M. Magomedova, Cand. of Sci. (Med.), otorhinolaryngologist, Federal State Budgetary Institution «Scientific and Clinical Center of Otorhinolaryngology» of the Federal Medico-Biological Agency of Russia; 30, Bldg. 2, Volokolamskoe shosse, Moscow, 123182, Russia; ORCID: 0000-0003-2381-7817; e-mail: kamila-m@mail.ru

Marina Yu. Khoranova, junior researcher, otorhinolaryngologist, Federal State Budgetary Institution «Scientific and Clinical Center of Otorhinolaryngology» of the Federal Medico-Biological Agency of Russia; 30, Bldg. 2 Volokolamskoe shosse, Moscow, 123182, Russia; ORCID: 0000-0002-4549-9074; e-mail: marina17.03@mail.ru