

- Гематология и трансфузиология. – 1988. – Т. 33. – Вып. 9. – С. 55–57.
6. Friebe M., Helfmann J., Netz U.J., Meinke M.C. Influence of oxygen saturation on the optical scattering properties of human red blood cells in the spectral range 250 to 2000 nm. *J. of Biomedical Optics*. 2009; 14 (03): 034001-1-034001-6.
 7. Roggan A., Friebe M., Doerschel K. et al. Optical Properties of Circulating Human Blood in the Wavelength Range 400–2500 nm. *J. of Biomedical Optics*. 1999; 4 (01): 36–46.

References

1. Zhilin K.M., Minayev V.P., Sokolov A.L. Influence of absorption characteristics of laser radiation in water and blood on the selection of working wavelengths for endovenous obliteration of the veins in the treatment of varicose disease. *Quantovaya elektronika*. 2009; 39 (8): 781–784. [In Russ.].
2. Kushakovskiy M.S. Clinical forms of hemoglobin damage. L.: Medicina, 1968: 324. [In Russ.].
3. Pluzhnikov M.S., Berezin Yu.D., Ivanov B.S. et al. Laser coagulator in otorhinolaryngology. *Vest. otorhinolaryngologia*. 1986; 6: 68–72. [In Russ.].
4. Tuchin V.V. Lasers and fiber optics in biomedical researches. 2nd ed. Moscow. Fizmatlit. 2010: 478. [In Russ.].
5. Khachatryan A.A., Smirnov I.V., Ivanov Yu.G. et al. Modification of the technique of hemoglobin isolation from bull erythrocytes. *Hematologia i transfusiologia*. 1988; 33 (9): 55–57. [In Russ.].
6. Friebe M., Helfmann J., Netz U.J., Meinke M.C. Influence of oxygen saturation on the optical scattering properties of human red blood cells in the spectral range 250 to 2000 nm. *J. of Biomedical Optics*. 2009; 14 (03): 034001-1-034001-6.
7. Roggan A., Friebe M., Doerschel K. et al. Optical Properties of Circulating Human Blood in the Wavelength Range 400–2500 nm. *J. of Biomedical Optics*. 1999; 4 (01): 36–46.

УДК 616.23-007.271-053.1-085.849.19

ЛЕЧЕНИЕ ВРОЖДЕННОГО СТЕНОЗА ТРАХЕИ У ДЕТЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЛАЗЕРНОЙ ТЕХНОЛОГИИ (ПРАКТИЧЕСКИЙ ОПЫТ)

А.Н. Воронетский

УО «Белорусский государственный медицинский университет» г. Минск, Беларусь

Резюме

Цель. В настоящей статье приведены результаты лечения 3 детей с врожденным стенозом верхнего отдела трахеи с использованием разработанного в детском хирургическом центре на базе 1-й городской клинической больницы г. Минска метода применения неодимового лазера с эндоскопическим доступом для лечения врожденных аномалий верхних дыхательных путей. **Материал и методы.** При обследовании детей использовали рентгенологический метод, трахеобронхоскопию с помощью аппарата «Olimpus MAF TYPE GM» под общей анестезией. Стеноз трахеи лечили с использованием медицинского многофункционального лазерного комплекса Multiline (ООО «Линлайн Медицинские системы», Беларусь), оснащенного высокоэнергетичным неодимовым лазерным излучателем. Вспаривание выполняли с использованием световода со сферическим диффузором и излучателя с длиной волны 1340 нм мощностью 15 Вт с экспозицией 2 секунды. При рубцовом стенозе трахеи делали насечки лазерным излучателем длиной волны 1064 нм мощностью 20 Вт. **Результаты.** У всех троих детей с врожденным стенозом трахеи до применения лазера была трахеостомия в возрасте от 3 до 8 месяцев. Одному ребенку лазером лечили осложнение после реконструктивной хирургической операции на трахее и пищеводе, что завершилось успешной деканюляцией. Двоим детям без хирургической операции выполняли многократно эндоскопическую абляцию и вазпоризацию мягких тканей, после чего у одного ребенка была успешная деканюляция. **Заключение.** Трахеостомия у детей в младенческом возрасте способствует стенозу трахеи, что в дальнейшем затрудняет деканюляцию. Неодимовый лазер с эндоскопическим доступом может быть успешно использован для лечения врожденного стеноза трахеи.

Ключевые слова: стеноз трахеи у детей, трахеостомия, вазпоризация, неодимовый лазер.

Для цитирования: Воронетский А.Н. Лечение врожденного стеноза трахеи у детей с применением лазерной технологии // Лазерная медицина. – 2019. – Т. 23. – Вып. 2. – С. 51–54.

Контакты: Воронетский А.Н., e-mail: anvoron@mail.ru

CONGENITAL TRACHEAL STENOSIS IN CHILDREN TREATED WITH A LASER TECHNIQUE (PRACTICAL EXPERIENCE)

Voronetsky A.N.

Belarusian State Medical University, Minsk, Belarus

Abstract

Purpose. Three children with congenital stenosis of the upper trachea were treated with neodymium laser light via endoscopic approach. The technique was developed in the First City Clinical Hospital at the Pediatric Surgical Center (Minsk, Belarus) for treating congenital anomalies of the upper respiratory tract in children. **Material and methods.** X-ray and tracheobronchoscopy with Olympus MAF TYPE GM apparatus were used for examination under general anesthesia. Tracheal stenosis was treated with Multiline medical multifunctional laser complex (Lineline Medical Systems LLC, Belarus) equipped with a high-level neodymium laser emitter. Vaporization was done with the fiber having a spherical diffuser and an emitter with wavelength 1340 nm and power 15 W; exposure – for 2 seconds. In cicatricial stenosis, the trachea was notched with laser scalpel having wavelength 1064 nm and power 20 W. **Results.** All three children with congenital tracheal stenosis prior to laser treatment had tracheostomy at the age between 3 and 8 months. In one child, laser technique was used for treating complications after reconstructive surgery on the trachea and esophagus. The performed treatment resulted in successful decanulation. In two children, endoscopic ablation and vaporization of soft tissues – instead of surgery – were repeatedly made. After that, in one child of these two a successful decanulation was made. **Conclusion.** Tracheostomy performed in children of very young age promotes the formation of tracheal stenosis what can cause later problems with decanulation. Neodymium laser light with endoscopic access can be successfully used to treat congenital tracheal stenosis.

Key words: tracheal stenosis in children, tracheostomy, vaporization, neodymium laser.

For citation: Voronetsky A.N. Congenital tracheal stenosis in children treated with a laser technique. *Lasernaya Medicina*. 23 (2): 51–54. [In Russ.].

Contacts: Voronetsky A.N., e-mail: anvoron@mail.ru

Введение

Врожденный стеноз трахеи составляет 0,3–1,0% от всех случаев ларинготрахеального стеноза [7]. Врожденный стеноз трахеи с раннего возраста создает препятствие для обеспечения базовой жизненной потребности – дыхания, преодолеть которое возможно хирургическим способом. В ряде случаев нет условий для безотлагательного выполнения сложного хирургического вмешательства у ребенка с врожденным стенозом трахеи, что делает необходимым выполнение трахеостомии с последующим введением канюли. Рубцы, образовавшиеся вследствие операции, а также длительного стояния трахеостомической канюли, по мере роста ребенка препятствуют увеличению просвета дыхательных путей, что требует повторных хирургических вмешательств или лечение включает комбинацию открытой хирургической операции и эндоскопического доступа [2, 4]. Методы лечения врожденного стеноза трахеи с эндоскопической поддержкой у детей имеют ограниченное применение и в литературе имеются описания единичных подобных случаев [1, 3]. В опубликованных работах о результатах лечения детей с патологией верхних дыхательных путей показаны осложнения трахеостомии у детей младенческого возраста и подтверждена необходимость строгого обоснования выполнения трахеостомии [6]. В детской больнице королевы Софии (Университет Эразмуса, Роттердам) ретроспективно за период 1994–2013 гг. оценили результаты лечения 98 младенцев и детей с приобретенным ларинготрахеальным стенозом после интубации для поддержки дыхания, из которых в 77 случаях была выполнена трахеостомия. Для лечения стеноза всем детям была выполнена хирургическая операция – ларинготрахеальная реконструкция или резекция крикотрахеальной ткани, что обеспечило успешную деканюляцию в 95% случаев. Частота осложнений в послеоперационном периоде коррелирует с интубацией и трахеостомией в неонатальном периоде [5].

В литературе есть единичные сообщения о применении лазерной технологии в лечении пациентов со стенозом верхних отделов дыхательных путей. Ранее сообщалось о применении CO₂-лазерной абляции у взрослых пациентов с субглоточным и трахеальным стенозом [8]. В клинике Стамбульского университета Медиполь применили CO₂-лазер для лечения 14 детей с субглоточным стенозом трахеи, который у всех детей развился вследствие интубации и неправильной процедуры трахеостомии. Продолжительность интубации детей составляла от 15 дней до 4 лет, после лазерной терапии и наблюдения в течение 5,2 месяца успешная деканюляция была у 10 из 14 пациентов [1]. Применение лазера в лечении стеноза трахеи ставит задачей выпаривание излишней рубцовой или мягкой ткани (грануляции, папилломы и др.), заполняющей и суживающей просвет дыхательных путей.

Цель работы – оценить эффект применения неодимового лазера с эндоскопическим доступом в лечении детей с врожденным стенозом трахеи и трахеостомой.

Материал и методы

В детском хирургическом центре на базе 1-й городской клинической больницы г. Минска в 2012–2014 гг. разработан метод применения неодимового лазера для лечения врожденных аномалий верхних дыхательных путей. В настоящей статье приведены результаты лечения 3 детей с врожденным стенозом верхнего отдела трахеи: ларинготрахеопищеводная расщелина, подскладочный стеноз гортани, стеноз верхней трети трахеи. Все дети являлись носителями трахеостомической канюли.

При обследовании детей использовали рентгенологический метод, трахеобронхоскопию. Трахеобронхоскопию как с диагностической, так и с лечебной целью выполняли аппаратом «Olympus MAF TYPE GM» под общим обезболиванием.

Стеноз трахеи лечили с использованием медицинского многофункционального лазерного комплекса Multiline (ООО «Линлайн Медицинские системы», Беларусь), оснащенного высокоэнергетическим неодимовыми лазерными излучателями Nd/YAG с длиной волны 1064 nm и Nd/YAP с длиной волны 1340 nm. Детям с сужением просвета трахеи вследствие роста гипергрануляций, локализованных в области трахеостомической канюли, выполняли абляцию с использованием Nd/YAP лазерного излучателя (длина волны 1340 nm), оснащенного световолоконным кабелем с шаровидным диффузором на торце. Лазерный излучатель работает в импульсном режиме с частотой импульсов до 100 Гц и импульсной мощностью 15–20 Вт с экспозицией 2 секунды. Одновременно при наличии рубцового стеноза трахеи выполняли реканализацию путем нанесения радиальных насечек.

Результаты и обсуждение

Все три ребенка с врожденным стенозом трахеи рождены в физиологический срок. Два ребенка при рождении имели малую к сроку гестации массу тела, из которых один ребенок из двойни, у него же имелся сопутствующий персистирующий открытый аортальный проток. Всем 3 детям с врожденным стенозом трахеи была выполнена трахеостомия (табл. 1).

Хирургическая операция была выполнена одному ребенку и всем троим детям выполнено лазеролечение с эндоскопическим доступом. Данные о методах лечения детей со стенозом трахеи приведены в табл. 2.

Приводим краткое описание клинических случаев.

Клинический случай 1

Ребенок родился доношенным с малой к сроку гестации массой. В новорожденном периоде диагностирована ларинго-трахео-пищеводная расщелина I-го типа и выполнена хирургическая пластика пищевода и трахеи. В связи с осложнением в послеоперационном периоде ребенку в возрасте 3 месяцев наложена гастростома и трахеостома. Гастростома была закрыта в 3 г. 10 мес., трахеостомическая канюля удалена в 4 г. 8 мес. Через 3 месяца (4 г. 11 мес.) после деканюляции у ребенка выявлен рубцовый грануляционный стеноз трахеи. При бронхоскопии на расстоянии 2–3 см от голосовой щели в просвете трахеи обнаружены рыхлые полиповидные грануляции 2–3 мм, не перекрывающие просвет трахеи.

Таблица 1

Клиническая характеристика детей с врожденным стенозом трахеи

Table 1

Clinical characteristics of children with congenital tracheal stenosis

№ пп	Масса тела при рождении Birth weight	Врожденный порок развития Congenital malformation	Возраст при постановке диагноза Congenital malformation	Показания для трахеостомии Indications for tracheostomy
1	2550,0	Ларинготрахеопищеводная расщелина 1-го типа Indications for tracheostomy	При рождении At birth	Осложнение в послеоперационном периоде Complication at postoperative period
2	2500,0	Врожденный подскладочный стеноз гортани. Персистирующий открытый аортальный проток Congenital sublingual stenosis of the larynx. Persisting open aortic duct	8 мес 1 нед 8 months 1 week	Дыхательная недостаточность Respiratory failure
3	3260,0	Врожденный стеноз верхней трети трахеи Congenital stenosis of the upper third of the trachea	1 мес 3 нед 1 month 3 weeks	Дыхательная недостаточность Respiratory failure

Таблица 2

Методы лечения детей со стенозом трахеи

Table 2

Techniques applied for treating children with tracheal stenosis

№ пп	Хирургическое лечение Surgical treatment		Эндоскопическое лечение Endoscopic treatment			Деканюляция Decanulation
	Возраст Age	Операция Surgery	Возраст Age	Метод Method	Кол-во сеансов Number of sessions	
1	1 нед 1 week	Пластика пищевода и трахеи Esophagus and trachea plasty	4 г. 11 мес. – 5 лет 2 мес. 4 yr. 11 months – 5yr. 2 months	Лазерная абляция грануляций Laser ablation of granulations	3	Да yes
2	–	Нет No	9 мес. – 2 г. 8 мес. 9 months – 2 yr. 8 months	Лазерная реканализация сте- ноза и абляция грануляций Laser recanalization of stenosis and ablation of granulations	24	Да yes
3	–	Нет No	6 мес. – 1 г. 10 мес. 6 months – 1 yr. 10 months	Лазерная реканализация сте- ноза и абляция грануляций Laser recanalization of stenosis and ablation of granulations	9	Нет No

Лазерная вапоризация грануляций была выполнена 3 раза с интервалом 3 месяца и 1 неделя с удовлетворительным эффектом.

Клинический случай 2

Ребенок из двойни рожден в срок массой 2500,0 г. В возрасте 8 мес. 5 дней поступил в инфекционное отделение в тяжелом состоянии с симптомами дыхательной недостаточности: частота дыханий 46 в мин, частота сердечных сокращений – 145 в мин. При поступлении был поставлен диагноз «ОРИ. Ринофарингит. Обструктивный бронхит. ДН 1–2 ст». С целью дифференциальной диагностики для исключения аспирации инородного тела проведены трахеобронхоскопия, компьютерная томография, рентгенография. Ребенку выставлен диагноз: «Врожденный подскладочный стеноз гортани. Персистирующий открытый аортальный проток, гемодинамически незначимый». Дальнейшее лечение ребенка проводили в отделении хирургии. В связи с ухудшением состояния ребенка через 2 недели (8 мес. 19 дней) выполнена трахеостомия. Трахеостома оставалась в течение 1 г. 11 мес., в этот период ребенку проводили реканализацию верхнего отдела трахеи неодимовым лазером. Всего было выполнено 24 сеанса лазерного лечения, после чего

при достижении диаметра трахеи 5 мм выполнена деканюляция. В возрасте 5 лет диагностирован наружный трахеальный свищ в области ранее стоявшей канюли, выполнено закрытие фистулы хирургическим способом.

Клинический случай 3

Ребенок рожден в физиологический срок массой тела 3 260,0 г. В 1 мес. 3 нед., у ребенка замечено шумное дыхание, при обследовании признаков воспаления не выявлено. Через неделю при магнитно-резонансной томографии головы и шеи обнаружен на уровне C4 в области гортани гиподенсный участок 3×5×4 мм треугольной формы, деформирующий и сужающий на 1/2 просвет трахеи. В связи с ухудшением внешнего дыхания ребенок госпитализирован в отделение интенсивной терапии и был интубирован для вентиляции. При бронхоскопии обнаружена обструкция мягкой тканью средней трети трахеи, ребенку выставлен диагноз «Стеноз верхнего отдела трахеи». При сохраняющейся дыхательной недостаточности в возрасте 5 мес. 2 нед. ребенку выполнена трахеостомия. Эндоскопическая лазерная вапоризация мягких тканей слизистой оболочки для восстановления просвета трахеи выполнена ребенку 9 раз в течение 1 г. 4 мес., с интервалом от 1 до 3 недель, однако

трахеостомическая канюля оставлена. После 9 операций лазерной вапоризации мягких тканей, суживающих просвет трахеи, трахеостомическая канюля не была удалена. В дальнейшем ребенок выбыл из-под наблюдения.

Наши наблюдения показывают, что трахеостомию следует использовать в качестве меры отчаяния при обструкции верхнего отдела дыхательных путей для спасения жизни. В случаях, когда трахеостомию выполняют при необходимости продолженной вентиляции легких, длительное сохранение трахеостомической канюли с течением времени провоцирует воспаление, рост избыточных грануляций в просвете трахеи, что вызывает сужение ее просвета, усугубляет течение основного заболевания, создает дополнительное препятствие для дыхания. В подобных условиях создается парадоксальная ситуация, при которой трахеостома становится провоцирующей вторичной причиной обструкции трахеи, но при этом удалить канюлю не представляется возможным. В этом случае жизненно необходим способ ликвидации и причины постановки трахеостомы и ее следствия.

Из описываемых нами троих детей, родившихся со стенозом трахеи, реконструктивная хирургическая операция на трахее и пищеводе была выполнена одному ребенку с последующей лазерной терапией коротким курсом, что завершилось успешной деканюляцией. Двоим детям с врожденным стенозом трахеи выполняли многократно эндоскопическую абляцию и вапоризацию мягких тканей, что у одного ребенка завершилось успешной деканюляцией без реконструктивной хирургической операции. Эффект лечения у другого ребенка неизвестен, так как он выбыл из-под наблюдения.

Приведенные нами результаты лечения показывают возможность использования неодимового лазера с возможностью выбора технических параметров излучения в зависимости от терапевтической цели, так как лазер может оказывать на биологические ткани точечное контактное или бесконтактное воздействие в режиме коагуляции, абляции и резания с минимальным травмированием окружающих тканей. Применение малоинвазивных технологий с эндоскопическим доступом на основе применения высокоэнергетических методов обеспечивает минимальную операционную и психологическую травму пациента, может использоваться повторно без длительного

пребывания пациента в стационаре и при правильной оценке показаний имеет хороший лечебный эффект.

Заключение

Трахеостомиа у детей в младенческом возрасте является дополнительным повреждающим фактором, вследствие которого образуются гипергрануляции слизистой оболочки трахеи с последующим формированием стеноза. Показания для трахеостомии у детей должны быть строго обоснованы, так как при лечении стеноза трахеи не во всех случаях возможна деканюляция. Применение эндоскопического метода обеспечивает хороший визуальный контроль при воздействии неодимового лазера на патологическую ткань с целью вапоризации или абляции мягких тканей.

Литература

References

1. Cevizci R., Dilci A., Can I.H., Kersin B., Bayazit Y. Flexible CO₂ Laser Treatment for Subglottic Stenosis. *J. Craniofac Surg.* 2017; 28 (4): 983–984. doi: 10.1097/SCS.0000000000003549.
2. Chen W., Gao P., Cui P., Ruan Y., Liu Z., Sun Y., Bian K. Management of Severe and Complex Hypopharyngeal and/or Laryngotracheal Stenoses by Various Open Surgical Procedures: A Retrospective Study of Seventeen Patients. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec.* 2016; 78 (2): 111–118. doi: 10.1159/000430820.
3. Fastenberg J.H., Roy S., Smith L.P. Coblation-assisted management of pediatric airway stenosis. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2016; 87: 213–218. doi: 10.1016/j.ijporl.2016.06.035.
4. Nicollas R., Moreddu E., Le Treut-Gay C., Roman S., Mancini J., Triglia J.M. Laryngotracheal Stenosis in Children and Infants With Neurological Disorders: Management and Outcome. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 2016; 125 (12): 1025–1028.
5. Pullens B., Hoeve L.J., Timmerman M.K., van der Schroeff M.P., Joosten K.F. Characteristics and surgical outcome of 98 infants and children surgically treated for a laryngotracheal stenosis after endotracheal intubation: excellent outcome for higher grades of stenosis after SS-LTR. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2014; 78 (9): 1444–1448. doi: 10.1016/j.ijporl.2014.05.034.
6. Sittel C. Pathologies of the larynx and trachea in childhood. *Laryngorhinootologie.* 2014; 93 (1): 70–83. doi: 10.1055/s-0033-1363212.
7. Wang G.X., Zhao J., Zhang J., Ni X. Laryngotracheal stenosis in children. *Zhonghua Er Bi Yan Hou Tou Jing Wai Ke Za Zhi.* 2017; 52 (10): 791–795. doi: 10.3760/cma.j.issn.1673-0860.2017.10.018.
8. Zozzaro M., Harirchian S., Cohen E.G. Flexible fiber CO₂ laser ablation of subglottic and tracheal stenosis. *Laryngoscope.* 2012; 122 (1): 128–130. doi: 10.1002/lary.22164.