

Хирургическое лечение постинтубационных стенозов гортани у детей

© Е.И. КОМИНА¹, А.Б. АЛХАСОВ^{1,2}, Ю.Ю. РУСЕЦКИЙ^{1,3}, Е.Н. ЛАТЫШЕВА¹

¹ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей» Минздрава России, Москва, Россия;

²ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва, Россия;

³ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» Управления делами Президента Российской Федерации, Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

Постинтубационные стенозы гортани являются самой частой причиной обструкции верхних дыхательных путей у детей. Частота развития постинтубационных стенозов колеблется от 0,1% до 20%, по данным различных авторов. Лечение детей с хроническими стенозами гортани является особым разделом хирургии дыхательных путей и до сих пор остается одной из наиболее сложных и актуальных проблем в педиатрии, детской оториноларингологии и хирургии детского возраста. Несмотря на то что в многочисленных исследованиях описаны различные методики лечения стенозов подголосового пространства, не существует стандартного подхода к лечению данной патологии. В настоящее время имеется две основные группы методов лечения: эндоскопические вмешательства и открытые реконструктивные операции. Каждая группа имеет свои преимущественные операции. Каждая группа имеет свои преимущества и недостатки. Несмотря на использование различных по технике операций, эффективность устранения рубцового стеноза гортани и деканюляция у детей, по данным различных авторов, не превышает 63–64%. При сочетанном поражении складчатого и подскладчатого отделов гортани, особенно при их рубцовой облитерации, реконструктивные операции бывают успешными только в 50% случаев. Таким образом, лечение детей с постинтубационными стенозами дыхательных путей остается сложной проблемой и является перспективным направлением для дальнейших научных исследований.

Ключевые слова: стеноз гортани, пластика гортани, интубация, лазерная вапоризация, трахеостомия, дети.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

Комина Е.И. — <https://orcid.org/0000-0002-9808-8682>

Алхасов А.Б. — <https://orcid.org/0000-0003-3925-4991>

Русецкий Ю.Ю. — <https://orcid.org/0000-0001-5574-8292>

Латышева Е.Н. — <https://orcid.org/0000-0002-5547-4014>

Автор, ответственный за переписку: Комина Е.И. — e-mail: kominaalena@gmail.com

КАК ЦИТИРОВАТЬ:

Комина Е.И., Алхасов А.Б., Русецкий Ю.Ю., Латышева Е.Н. Хирургическое лечение постинтубационных стенозов гортани у детей. *Вестник оториноларингологии*. 2022;88(3):50–55. <https://doi.org/10.17116/otorino20228803150>

Surgical treatment of postintubation stenosis of the larynx in children

© E.I. KOMINA¹, A.B. ALKHASOV^{1,2}, YU.YU. RUSITSKY^{1,3}, E.N. LATYSHEVA¹

¹National Medical Research Center for Children's Health, Moscow, Russia;

²Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia;

³Central State Medical Academy of the Department of Presidential Affairs of the Russian Federation, Moscow, Russia

ABSTRACT

Post-intubation laryngeal stenosis is the most common cause of upper respiratory obstruction in children.

According to published data, the incidence of post-intubation stenosis ranges from 0.1 to 20%. Treatment of children with chronic laryngeal stenosis is a special branch of respiratory surgery. It remains one of the most complex and urgent problems in pediatrics, pediatric otorhinolaryngology, and pediatric surgery.

Although numerous studies have described various methods for treating stenosis of the infraglottic space, there is no standard management approach. Currently, there are two main treatment methods: endoscopic interventions and open reconstructive surgery. Each method has its benefits and drawbacks. Despite the use of various techniques, the effectiveness of cicatricial laryngeal stenosis repair and decannulation in children is 63-64%, according to published data. With combined lesions of infraglottic and vocal cord parts of the larynx, especially with their cicatricial obliteration, reconstructive surgery is successful only in 50% of cases. Thus, treating children with post-intubation respiratory stenosis remains a complex problem and is a relevant direction for further research.

Keywords: laryngeal stenosis, laryngeal repair, intubation, laser vaporization, tracheostomy, children.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:Komina E.I. — <https://orcid.org/0000-0002-9808-8682>Alkhasov A.B. — <https://orcid.org/0000-0003-3925-4991>Rusetsky Yu.Yu. — <https://orcid.org/0000-0001-5574-8292>Latysheva E.N. — <https://orcid.org/0000-0002-5547-4014>**Corresponding author:** Komina E.I. — e-mail: kominaalena@gmail.com**TO CITE THIS ARTICLE:**Komina EI, Alkhasov AB, Rusetsky YuYu, Latysheva EN. Surgical treatment of postintubation stenosis of the larynx in children. *Bulletin of Otorhinolaryngology = Vestnik otorinolaringologii*. 2022;88(3):50–55. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/otorino20228803150>

Нозологические формы патологии гортани в детском возрасте представлены в широком диапазоне — от функциональных расстройств, эндобронхиальных образований, приводящих к дыхательной недостаточности, до стойких, грубых, длительно существующих рубцовых стенозов, при которых требуется проведение сложных реконструктивных операций [1, 2]. В детской популяции чаще встречаются приобретенные подскладочные стенозы, в большинстве случаев они являются ятрогенными и развиваются в результате длительной эндотрахеальной интубации [2]. За последние 60 лет благодаря развитию реанимации и интенсивной терапии новорожденных значительно снизилась неонатальная смертность глубоко недоношенных детей и значительно увеличилась частота эндотрахеальной интубации с последующим проведением длительной искусственной вентиляции легких [3]. Частота развития постинтубационных стенозов колеблется от 0,9% до 3%, по данным Н. Rodríguez и соавт. [4], от 0,1% до 20%, по данным М.У. Naranal и соавт. [5]. Лечение детей с хроническими стенозами гортани является особым разделом хирургии дыхательных путей и до сих пор остается одной из самых сложных и актуальных проблем в педиатрии, детской оториноларингологии и хирургии детского возраста [4, 6].

Четкий патогенез развития стенозов подскладочного пространства до сих пор не определен. Считается, что существуют определенные факторы, которые могут повлиять на развитие стеноза: размер и состав интубационной трубки, продолжительность интубации, травматичность интубации, наличие сопутствующих инфекций во время нахождения пациента на ИВЛ, гастроэзофагеальный рефлюкс [7, 8].

Первыми признаками развития стеноза могут являться неудачные попытки экстубации, необходимость реинтубации эндотрахеальной трубкой меньшего размера, стойкая дисфония и стридор после экстубации [4]. Наиболее заметными проявлениями обычно становятся стридор и одышка. Важным клиническим признаком развития стеноза также является втяжение уступчивых мест грудной клетки. Другие симптомы включают в себя хриплый голос, апноэ и развитие цианоза. Симптомы обычно усиливаются при возбуждении и физической нагрузке [8, 9]. Классификация стенозов подголосового пространства предложена R.T. Cotton и принята во всем мире. Модифицированная шкала Cotton—Muier представлена в 1994 г. и основана на разнице диаметров возрастной эндотрахеальной трубки и трубки, которую можно провести через зону стеноза [10, 11].

Основным методом диагностики является фибрларинготрахеобронхоскопия, которая позволяет оценить подвижность голосовых складок, состояние верхних и нижних дыхательных путей, их проходимость, степень и протяженность стеноза, наличие воспаления слизистой оболочки, а также дает возможность исключить сопутствующую па-

тологию дыхательных путей [11, 12]. Компьютерная томография используется для оценки уровня, степени и протяженности стеноза [13].

Первая трахеостомия выполнена Caron в 1808 г., а реконструктивная хирургия стенозов дыхательных путей начала активно развиваться в XX веке [5]. Многочисленные исследователи описывают различные методики лечения стенозов подголосового пространства, однако не существует стандартного подхода к лечению данной патологии. Для достижения хорошего результата могут потребоваться неоднократные эндоскопические процедуры, а в некоторых случаях и повторные реконструктивные вмешательства [14, 15]. Подход к лечению стенозов подскладочного пространства должен быть индивидуальным и основываться на возрасте пациента, степени стеноза, состоянии рубца и общем состоянии пациента [15].

При наличии условий для применения различных методик с сопоставимыми результатами предпочтение отдается той, при которой можно избежать или снизить риск трахеостомии и длительной послеоперационной интубации [16]. В настоящее время имеется две основные группы методов лечения: эндоскопические вмешательства и открытые реконструктивные операции [17]. Нет четко установленных критериев для применения эндоскопических методик [18, 19]. По данным литературы, эндоскопические методы показаны пациентам с непротяженными, тонкими, незрелыми стенозами [18]. Дети со стенозами I и II степени, у которых в анамнезе нет неудачных попыток эндоскопического лечения, имеют более высокую вероятность излечения с помощью эндоскопических процедур [9, 20, 21]. Эндоскопические технологии используются в лечении стенозов гортани с 1870 г. [20]. За последние десятилетия достигнуты значительные успехи в развитии малоинвазивных процедур для лечения подскладочных стенозов у детей. Потенциальными преимуществами эндоскопических процедур являются более короткое время операции, сокращение продолжительности госпитализации, возможность избежать наружных разрезов [21]. Эндоскопические методы включают в себя эндоскопическую дилатацию с использованием ригидных бронхоскопов или бужей соответствующего диаметра, баллонную дилатацию, эндоскопическую лазерную резекцию, микродиссекцию и эндоскопическую установку стентов [14, 19, 22]. В некоторых исследованиях описывается дополнительное местное введение кортикостероидов или митомицина С [17]. Наибольшая эффективность эндоскопических методов отмечена у детей с мягкими, непротяженными стенозами [22]. S. Bakthavachalam и J.E. McClay отметили, что детям с более выраженным стенозом требуется большее количество эндоскопических процедур для достижения результата. Например, детям с I степенью стеноза требовалось в среднем 1,3 процедуры, а детям

с III степенью стеноза — 3,5 процедуры [17]. В настоящее время активно исследуется применение адьювантной терапии (местное применение митомицина C) в комплексе с эндоскопическими методами лечения с целью профилактики рестеноза [15, 25, 26].

Баллонная дилатация использовалась для лечения стенозов гортани и трахеи начиная с 80-х годов XX века [23]. Данная процедура является минимально инвазивной и позволяет избежать ряда интра- и постоперационных осложнений, характерных для открытых реконструктивных вмешательств [24]. Преимуществом данной техники является возможность выполнить дилатацию даже при критически суженном просвете дыхательных путей. Предполагают, что использование данной методики ассоциировано с меньшим повреждением тканей и, соответственно, с меньшим образованием рубцов [23]. Еще одним преимуществом баллонной дилатации является то, что баллон оказывает радиальное давление на ткани (которое можно измерить и контролировать), вследствие чего можно снизить образование рубцовой ткани. Хорошими прогностическими факторами для использования баллонной дилатации являются наличие острого стеноза, выполнение процедуры в раннем возрасте, отсутствие трахеостомы и стеноз нетяжелой степени (I—II) [23]. Для выполнения дилатации используется баллонный катетер высокого давления, процедура проводится под общим наркозом на спонтанной вентиляции [25]. Необходимое оборудование включает в себя: ларингоскоп или бронхоскоп (в зависимости от локализации стеноза), баллонный катетер (максимальный диаметр соответствует возрастному просвету дыхательных путей или на 1 мм меньше) и инсуффлятор с контролем давления [20]. Время и количество дилатаций зависят от просвета дыхательных путей, резерва организма ребенка (баллон извлекают из просвета гортани при падении сатурации ниже 90%), формирования отека [20, 23]. У некоторых пациентов возможно дополнительное использование лазера с целью выполнения насечек на циркулярных рубцах перед баллонной дилатацией, инъекций кортикостероидов, а также применение внутрипросветных стентов [26]. По данным различных авторов, пациентам выполняется от 1 до 6 процедур баллонной дилатации, перерыв между процедурами составляет в среднем от 2 до 6 нед [20, 23, 25]. В своем исследовании 270 пациентов со стенозами подглоточного пространства I—III степени S. Vakthavachalam и J.E. McClay описали аналогичную степень успешного излечения при применении баллонной дилатации (76%) и ларинготрахеальной резекции (73%) у пациентов со стенозом III степени [17]. В исследовании G. Santarella и соавт. хорошая эффективность баллонной дилатации в качестве как первичного, так и дополнительного лечения отмечена у 86% детей с хроническими стенозами гортани [24]. При этом R. Maunsell и соавт. описывают хороший результат после выполнения баллонной дилатации лишь у 32% детей с хроническими стенозами подскладочного пространства и 100% хороший результат у пациентов с острыми стенозами (давность развития стеноза не более 30 дней) [23]. Таким образом, баллонная ларингопластика может быть эффективным методом лечения у определенной группы больных. Основные ограничения связаны с тем, что в литературе нет четкой стандартизации количества выполняемых процедур, также четко не описаны необходимое давление, время дилатации, интервал между процедурами и необходимость применения местных препаратов [27, 29, 31].

Лазеры используются в оперативных вмешательствах на дыхательных путях с 1972 г., когда M.S. Strong и G.J. Jako впервые описали использование CO₂-лазера в хирургии гортани [27]. Преимуществом лазерных операций является их бескровность и малая травматичность, а особенно — процессы репарации после лазерных операций дают возможность восстанавливать просвет дыхательных путей без дополнительного применения стентов и избежать формирования повторного стеноза [22]. В течение многих лет считалось, что CO₂-лазер является наилучшим для использования в микрохирургии гортани, учитывая точность выполняемого среза. Однако он имеет свои недостатки, а именно: прямой луч, зависящий от хирургического микроскопа; малая глубина проникновения, сложная транспортировка и высокая стоимость [28]. В хирургии гортани применяются лазеры, работающие на рубине, неодимовом стекле, Nd:YAG-лазеры, CO₂-лазеры. Перечисленные виды лазеров имеют только дистантный режим работы. По сравнению с ними диодные лазеры, работающие контактно, обладают большей безопасностью и точностью воздействия, большей фиксацией и контактом с операционной зоной, возможностью манипулирования в труднодоступных отделах гортани [29]. Диодный лазер обладает отличными гемостатическими свойствами, кроме того, он портативный, прост в использовании и относительно недорогой [30]. В отечественной и зарубежной литературе в настоящее время отсутствуют четко сформулированные показания, определенные режимы применения контактного диодного лазера при эндоскопическом лечении больных с хроническими стенозами гортани в зависимости от локализации и распространенности процесса, вида хронического стеноза [29]. Эндоскопическая вапоризация с использованием лазера проводится в условиях операционной под общей анестезией. Выполняется вапоризация не более 2/3 окружности стеноза, для того чтобы избежать развития циркулярного рубца [13]. Следует отметить, что лазерная коагуляция должна выполняться с максимальным соблюдением правил техники безопасности (удаление трахеостомических канюль, кратковременное — на время работы лазера — прекращение подачи кислорода) для предотвращения термического ожога дыхательных путей [6].

Пациентам с более тяжелыми или многоуровневыми сужениями, скорее всего, потребуются реконструктивная операция [9].

Открытые реконструктивные операции используются при неэффективности внутрипросветного лечения, высоком риске неэффективности эндоскопических методов, протяженных и зрелых стенозах [9, 31].

В 1972 г. В. Fearon и R.T. Cotton впервые предложили выполнять у детей ларинготрахеальную реконструкцию с использованием хрящей [32]. Ларинготрахеальную реконструкцию можно выполнить с целью расширения просвета дыхательных путей в переднем, заднем или обоих направлениях. Хрящ для выполнения пластики чаще всего забирают из ребра, но также может подойти и ушной хрящ [12]. Смоделированный по форме и размерам дефекта аутотрансплантат вшивается в дефект гортани в качестве распорки надхрящницы [6]. Операцию можно выполнить в один или два этапа [32]. В 70-х годах XX века R.T. Cotton предложил двухэтапную операцию. На первом этапе в зону стеноза устанавливается хрящевой трансплантат для расширения просвета, затем в зону реконструкции устанавливается стент, трахеостомическая трубка устанавливается

ниже зоны стеноза. На втором этапе выполняется удаление стента и деканюляция [33]. В 90-х годах XX века стала набирать популярность одноэтапная операция. После выполнения реконструкции и установки хрящевого трансплантата пациента интубируют на некоторый промежуток времени, таким образом, период интубации заменяет собой стентирование [34]. Двухэтапные операции показаны детям с сопутствующей патологией легких или сложным, многоуровневым стенозом, который требует длительного стентирования [32]. Лучшими кандидатами для одномоментной коррекции являются пациенты с изолированной патологией, без трахеостомы или с минимальными изменениями в месте стояния трахеостомической трубки, без сопутствующей патологии дыхательной, нервной и сердечно-сосудистой систем [12]. Недостатками обоих методов являются возможное инфицирование послеоперационной раны, лизис имплантированного хряща, развитие пневмонии и повреждение возвратных гортанных нервов [34]. По данным различных исследований, достичь успешной деканюляции при выполнении двухэтапной ларинготрахеальной реконструкции удалось у 83,7% пациентов, одноэтапной — у 93,2% [34]. Риск рестенозирования, по данным литературы, колеблется от 11% до 60% [17].

Стенты в хирургии дыхательных путей необходимы для удержания трансплантата на месте, поддержки реконструируемой области, обеспечения жесткого каркаса, вокруг которого происходит заживление и формируется рубец. Традиционно у взрослых чаще всего используется ларинготрахеальный стент, представляющий собой T-образную трубку Монтгомери, постепенно T-образные трубки нашли применение и у детей [31]. Первый прототип T-образной трубки представлен доктором Уильямом В. Монтгомери в 1964 г. и использован в реконструктивной хирургии шейного отдела трахеи. Изначально трубки были изготовлены из жесткого акрила, в дальнейшем их стали изготавливать из гибкого силикона, что сделало их более дешевыми и удобными в использовании [35]. T-образная трубка может применяться в качестве окончательного лечения или как дополнение после резекции рубцовой ткани [14]. Преимущество T-образной трубки заключается в том, что она является одновременно стентом и трахеостомической трубкой [31]. Доступны T-образные трубки различных размеров для детей и взрослых, внешний диаметр может составлять от 6 до 16 мм [36]. Длина проксимального и дистального конца подбирается индивидуально для каждого пациента интраоперационно, при конструировании трубки концы обязательно должны быть скошены и сглажены для уменьшения риска формирования грануляционной ткани [6, 35]. К основным преимуществам T-образных трубок можно отнести: возможность сохранения нормального дыхания и фонации, минимальную реакцию тканей на силикон и устранение риска миграции [38]. Пластику гортани с установкой T-образной трубки можно использовать у пациентов с длительно существующими рубцовыми стенозами, а также после повторных реконструктивных опе-

раций [6]. Период ношения T-образной трубки остается дискуссионным вопросом [39]. К осложнениям после стентирования T-образной трубкой относят миграцию трубки, загрязнение просвета густой мокротой, а также формирование грануляций [40].

Криотрахеальная резекция является альтернативной ларинготрахеальной реконструкции [9]. Ларинготрахеальная резекция подразумевает удаление стенозированного сегмента и наложение анастомоза между здоровыми тканями. Эта операция является более сложной, и выше высокий риск развития послеоперационных осложнений [8]. Технические принципы выполнения ларинготрахеальной резекции с сохранением гортанных нервов впервые описаны в 1974 г. J. Gerwat и D. Brice, а также в 1975 г. F.G. Pearson и соавт., которые популяризировали эту технологию [41]. Опубликованные исследования демонстрируют отличный результат у 90% пациентов при длительном наблюдении, летальность менее 1—2% [42]. Частота развития рестеноза, по данным различных авторов, составляет 0—11%, несостоятельности анастомоза — 0—5%, повторная операция требуется в 0—3% случаев [43].

Не существует единых критериев оценки послеоперационного результата. В своем исследовании A. D'Andrilli и соавт. предложили следующую классификацию. Отличный результат: сохранение голоса и дыхания, нормальный просвет дыхательных путей по результатам бронхоскопии. Хороший результат: незначительные изменения голоса и дыхания, не влияющие на качество жизни. Удовлетворительный результат: изменение голоса, сужение просвета дыхательных путей по данным бронхоскопии, одышка при физической нагрузке. В случае серьезных осложнений, невозможности деканюляции результат признается неудовлетворительным [41].

Заключение

Стенозы подголосового пространства остаются сложной проблемой, несмотря на активное развитие и совершенствование отделений реанимации и интенсивной терапии. В настоящее время используется большое количество разных эндоскопических и открытых процедур для их лечения, что говорит об отсутствии одного идеального метода лечения. Эндоскопическое лечение в настоящий момент не заменяет открытую хирургическую реконструкцию, но играет важную роль в лечении некоторых типов стенозов гортани, а также в лечении послеоперационных осложнений, таких как рестеноз и формирование грануляционной ткани. Таким образом, лечение детей с постинтубационными стенозами дыхательных путей остается сложной проблемой и является перспективным направлением для дальнейших научных исследований.

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare no conflicts of interest.**

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Исаков Ю.Ф., Дронов А.Ф. *Детская хирургия: национальное руководство*. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2014.
- Isakov YuF, Dronov AF. *Det'skaya khirurgiya: natsional'noe rukovodstvo*. М.: GEOTAR-Media; 2014. (In Russ.).
- Богомильский М.Р., Артюшкин С.А., Абдулкеримов Х.Т. Болезни уха, горла, носа в детском возрасте: национальное руководство. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2021.
- Bogomil'sky MR, Artyushkin SA, Abdulkherimov KhT. *Bolezni ukha, gorla, nosa v detskom vozraste: natsional'noe rukovodstvo*. М.: GEOTAR-Media; 2021. (In Russ.).
- Lee JC, Kim MS, Kim DJ, Park DH, Lee IW, Roh HJ, Sung ES. Subglottic stenosis in children: Our experience at a pediatric tertiary center for 8 years in South Korea. 2019;121:64-67. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2019.02.044>
- Rodríguez H, Cuestas G, Botto H, Cocciaglia A, Nieto M, Zannetta A. Post-intubation subglottic stenosis in children. Diagnosis, treatment and prevention of moderate and severe stenosis. *Acta Otorrinolaringologica*. 2013;64(5):339-344. <https://doi.org/10.1016/j.otoeng.2013.10.005>
- Haranal MY, Buggi S, Sanjeevaiah S, Venkatappa V. A simplified approach for the management of post-intubation tracheal stenosis. *Indian Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2017;33(4):309-315. <https://doi.org/10.1007/s12055-017-0536-8>
- Разумовский А.Ю., Митупов З.Б. Хирургическое лечение хронических стенозов гортани у детей. *Детская оториноларингология*. 2012;3:25-30.
- Razumovskiy AYu, Mitupov ZB. Surgical treatment of chronic laryngeal stenosis in children. *Detskaya otorinolaringologiya*. 2012;3:25-30. (In Russ.).
- Halstead LA. Gastroesophageal reflux: a critical factor in pediatric subglottic stenosis. *Otolaryngology — Head and Neck Surgery*. 1999;120(5):683-688. <https://doi.org/10.1053/j.hn.1999.v120.a91766>
- Rutter M, Kuo I. Predicting and managing the development of subglottic stenosis following intubation in children. *Jornal de Pediatria*. 2020;96(1):1-3. <https://doi.org/10.1016/j.jpdp.2019.05.009>
- Jefferson ND, Cohen AP, Rutter MJ. Subglottic stenosis. *Seminars in Pediatric Surgery*. 2016;25(3):138-143. <https://doi.org/10.1053/j.sempedsurg.2016.02.006>
- Wasserzug O, DeRowe A. Subglottic Stenosis: Current Concepts and Recent Advances. *International Journal of Head and Neck Surgery*. 2016;7(2):97-103. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10001-1272>
- Fiz I, Monnier P, Koelmel JC, Di Dio D, Torre M, Fiz F, Sittel C. Implementation of the European Laryngological Society classification for pediatric benign laryngotracheal stenosis: a multicentric study. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*. 2019;276(3):785-792. <https://doi.org/10.1007/s00405-019-05353-4>
- Hanlon K, Boesch RP, Jacobs I. Subglottic Stenosis. *Current Problems in Pediatric and Adolescent Health Care*. 2018;48(4):129-135. <https://doi.org/10.1016/j.cppeds.2018.03.007>
- Cevizci R, Dilci A, Can IH, Kersin B, Bayazit Y. Flexible CO₂ laser treatment for subglottic stenosis. *Journal of Craniofacial Surgery*. 2017;28(4):983-984. <https://dx.doi.org/10.1097/SCS.0000000000003549>
- Nair S, Nilakantan A, Sood A, Gupta A, Gupta A. Challenges in the management of laryngeal stenosis. *Indian Journal of Otolaryngology and Head and Neck Surgery*. 2016;68(3):294-299. <https://doi.org/10.1007/s12070-015-0936-2>
- Vengathajalam S, Sinnathamby P, Mohamad I. Topical application of mitomycin C as an adjunct in treating subglottic stenosis. *Pediatrics i Medycyna Rodzinna*. 2021;17(1):77-79. <https://doi.org/10.15557/pimr.2021.0013>
- Remacle M, Eckel HE, eds. *Surgery of Larynx and Trachea*. Berlin: Springer; 2010.
- Bakthavachalam S, McClay JE. Endoscopic management of subglottic stenosis. *Otolaryngology — Head and Neck Surgery*. 2008;139(4):551-559. <https://doi.org/10.1016/j.otohns.2008.07.024>
- Redondo-Sedano J, Antón-Pacheco JL, Valverde RM, Díaz ML, Paredes CL, Guardia LM, Fraile AG. Laryngeal stenosis in children: Types, grades and treatment strategies. *Journal of Pediatric Surgery*. 2019;54(9):1933-1937. <https://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2018.09.027>
- Penafiel A, Lee P, Hsu A, Eng P. Topical mitomycin-C for obstructing endobronchial granuloma. *The Annals of Thoracic Surgery*. 2006;82(3):22-23. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2006.05.067>
- Bitar MA, Barazi RA, Barakeh R. Airway reconstruction: review of an approach to the advanced-stage laryngotracheal stenosis. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*. 2017;83(3):299-312. <https://doi.org/10.1016/j.bjorl.2016.03.012>
- Cuestas G, Rodríguez V, Doormann F, Munzón PB, Munzón GB. Endoscopic treatment of acquired subglottic stenosis in children: Predictors of success. *Archivos Argentinos de Pediatría*. 2018;116(6):418-425. <https://doi.org/10.5546/aap.2018.eng.422>
- Guarisco JL, Yang CJ. Balloon dilation in the management of severe airway stenosis in children and adolescents. *Journal of Pediatric Surgery*. 2013;48(8):1676-1681. <https://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2012.12.035>
- Quesnel AM, Lee GS, Nuss RC, Volk MS, Jones DT, Rahbar R. Minimally invasive endoscopic management of subglottic stenosis in children: success and failure. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. 2011;75(5):652-656. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2011.02.002>
- Кротов Ю. А., Чернышев А. К., Соколова О. Г. Хирургическая коррекция постинтубационных стенозов гортани и начального отдела трахеи у детей (обзор литературы). *Российская оториноларингология*. 2005;6(19):94-98.
- Krotov YuA, Chernyshev AK, Sokolova OG. Surgical correction of post-intubation stenosis of the larynx and primary trachea in children (literature review). *Rossiyskaya otorinolaringologiya*. 2005;6(19):94-98. (In Russ.). <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29975841>
- Daher P, RiachyE, Georges B, Georges D, Adib M. Topical application of mitomycin C in the treatment of esophageal and tracheo-bronchial stricture: a report of 2 cases. *Journal of Pediatric Surgery*. 2007;42(9):9-11. <https://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2007.06.007>
- Roh JL, Kim DH, Rha KS, Sung MW, Kim KH, Park CI. Benefits and risks of mitomycin use in the traumatized tracheal mucosa. *Otolaryngology — Head and Neck Surgery*. 2006;136(3):459-463. <https://doi.org/10.1016/j.otohns.2006.09.012>
- Maunsell R, Avelino MAG. Balloon laryngoplasty for acquired subglottic stenosis in children: predictive factors for success. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*. 2014;80(5):409-415. <https://doi.org/10.1016/j.bjorl.2014.07.012>
- Cantarella G, Gaffuri M, Torretta S, Neri S, Ambrosini MT, D'Ong'hia A, Sandu K. Outcomes of balloon dilation for paediatric laryngeal stenosis. *Acta Otorhinolaryngologica Italica*. 2020;40(5):360. <https://doi.org/10.14639/0392-100X-N0830>

29. Hautefort C, Teissier N, Viala P, Van Den Abbeele T. Balloon dilation laryngoplasty for subglottic stenosis in children: eight years' experience. *Archives of Otolaryngology — Head and Neck Surgery*. 2012;138(3):235-240. <https://doi.org/10.1001/archoto.2011.1439>
30. Hebra A, Powell DD, Smith CD, Othersen Jr HB. Balloon tracheoplasty in children: results of a 15-year experience. *Journal of Pediatric Surgery*. 1991;26(8):957-961. [https://doi.org/10.1016/0022-3468\(91\)90843-I](https://doi.org/10.1016/0022-3468(91)90843-I)
31. Захарова М.Л., Павлов П.В. Эндоскопическая ларинготрахеопластика с баллонной дилатацией в лечении врожденных и приобретенных хронических стенозов гортани у детей. *Российская оториноларингология*. 2016;82(3):70-75. Zakharova ML, Pavlov PV. Endoscopic laryngeal tracheoplasty with balloon dilation in the management of congenital and acquired chronic laryngeal stenosis in children. *Rossiyskaya otorinolaringologiya*. 2016;82(3):70-75. (In Russ.). <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2016-3-70-75>
32. Strong MS, Jako GJ. Laser surgery in the larynx early clinical experience with continuous CO₂ laser. *Annals of Otolaryngology, Rhinology & Laryngology*. 1972;81(6):791-798. <https://doi.org/10.1177/000348947208100606>
33. Arroyo HH, Neri L, Fussuma CY, Imamura R. Diode laser for laryngeal surgery: a systematic review. *International Archives of Otorhinolaryngology*. 2016;20(2):172-179. <https://doi.org/10.1055/s-0036-1579741>
34. Есин Т.С. Контактная лазерная хирургия хронических рубцовых стенозов гортани у детей. *Российская оториноларингология*. 2010;(1):36-42. Esin TS. Contact laser surgery of children's chronic cicatricial laryngeal stenosis. *Rossiyskaya otorinolaringologiya*. 2010;(1):36-42. (In Russ.).
35. Bajaj Y, Pegg D, Gunasekaran S, Knight LC. Diode laser for paediatric airway procedures: a useful tool. *International Journal of Clinical Practice*. 2010;64(1):51-54. <https://doi.org/10.1111/j.1742-1241.2008.01734.x>
36. Старостина С.В., Мареев О.В. Способ коррекции длины Т-образной трубки в лечении больных с хроническим стенозом гортани. *Вестник оториноларингологии*. 2011;5:35-39. Starostina SV, Mareev OV. A method for the correction of the length of the T-shaped tube in the treatment of patients presenting with chronic laryngeal stenosis. *Vestnik otorinolaringologii*. 2011;5:35-39. (In Russ.).
37. Gustafson LM, Hartley BE, Liu JH, Link DT, Chadwell J, Koebbe C, Myer CM 3rd, Cotton RT. Single-stage laryngotracheal reconstruction in children: a review of 200 cases. *Otolaryngology — Head and Neck Surgery*. 2000;123(4):430-434. <https://doi.org/10.1067/mhn.2000.109007>
38. Cotton RT. Pediatric laryngotracheal stenosis. *Journal of Pediatric Surgery*. 1984;19:699-704. [https://doi.org/10.1016/S0022-3468\(84\)80355-3](https://doi.org/10.1016/S0022-3468(84)80355-3)
39. Padia R, Sjogren P, Smith M, Muntz H, Stoddard G, Meier J. Systematic review/meta-analysis comparing successful outcomes after single vs. double-stage laryngotracheal reconstruction. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. 2018;108:168-174. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2018.03.003>
40. Lamb CR. *Montgomery T-Tubes*. In: Ernst A, Herth FJF, eds. *Principles and Practice of Interventional Pulmonology*. 2013:331-336. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4292-9_31
41. Wahidi MM, Ernst A. The Montgomery T-tube tracheal stent. *Clinics in Chest Medicine*. 2003;24(3):437-443. [https://doi.org/10.1016/s0272-5231\(03\)00042-x](https://doi.org/10.1016/s0272-5231(03)00042-x)
42. Gaissert HA, Grillo HC, Mathisen DJ, Wain JC. Temporary and permanent restoration of airway continuity with the tracheal T-tube. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 1994;107(2):600-606. [https://doi.org/10.1016/S0022-5223\(94\)70109-1](https://doi.org/10.1016/S0022-5223(94)70109-1)
43. Разумовский А.Ю., Стрижова Д.Н. Реконструктивные оперативные вмешательства у детей с патологией гортани и шейного отдела трахеи. *Детская хирургия*. 2021;24(6):383-387. Razumovsky AYU, Strizhova DN. Reconstructive surgeries on the larynx and cervical trachea in children. *Detskaya khirurgiya*. 2020;24(6):383-387. (In Russ.). <https://doi.org/10.18821/1560-9510-2020-24-6-383-387>

Поступила 19.02.2022

Received 19.02.2022

Принята к печати 22.11.2022

Accepted 22.11.2022