

Применение синего лазера при реконструктивной хоанопластике у пациента с рубцовой деформацией хоаны после многократных рецидивов

А.И. Асманов^{1,2}, <https://orcid.org/0000-0002-3116-6447>, alan-asmanov@yandex.ru

Н.Д. Пивнева^{1,2}, <https://orcid.org/0000-0003-3673-9272>, pivnevand@yandex.ru

¹ Научно-исследовательский клинический институт педиатрии и детской хирургии имени академика Ю.Е. Вельтищева; 125412, Россия, Москва, ул. Талдомская, д. 2

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

Резюме

На сегодняшний день разработано большое количество вариантов хирургического лечения врожденной атрезии хоан, однако данная аномалия все еще остается одной из актуальных проблем в педиатрической практике, поскольку ни один метод хирургического лечения не гарантирует отсутствия рецидива. Одним из наиболее частых осложнений после хирургических вмешательств в полости носа являются синехии, рубцовые изменения слизистой, которые часто приводят к рестенозированию, особенно при атрезии хоан. Лазерные технологии, в частности синий лазер (длина волны 445 нм), представляют собой перспективное направление в ринохирургии для устранения данных осложнений. Цель данной работы — изучить эффективность и безопасность применения синего лазера при коррекции рубцовых изменений слизистой полости носа у пациентов с врожденной атрезией хоан после ранее проведенных оперативных вмешательств. На базе оториноларингологического отделения Института Вельтищева было прооперировано 4 пациента с врожденной атрезией хоан после многократных оперативных вмешательств и рестенозирования с применением синего лазера. В статье представлен клинический случай одного из пациентов: 6-летней девочки с двусторонней полной атрезией хоан, у которой в течение 2 лет проводилось 6 операций. Наиболее частой причиной рестенозирования после операций по поводу атрезии хоан является формирование синехий в зоне операций. Традиционное рассечение синехий в большинстве случаев приводит к повторному стенозированию. Для уменьшения частоты рецидивов у пациента авторы применили синий лазер. Синий лазер продемонстрировал высокую эффективность при хирургической коррекции рубцовых изменений слизистой оболочки в полости носа и в области хоаны, минимизируя травматическое воздействие на ткани и объем кровопотери, что способствует снижению рисков рестенозирования и улучшает качество жизни пациента. Результаты подтверждают целесообразность применения данного вида лазера в ринохирургии как метода выбора для лечения синехий и рубцовых изменений в полости носа, хоане и носоглотке.

Ключевые слова: атрезия хоан, ринология, эндоскопия, синехии, хирургическое вмешательство, рестенозирование, оториноларингология, послеоперационные осложнения

Для цитирования: Асманов АИ, Пивнева НД. Применение синего лазера при реконструктивной хоанопластике у пациента с рубцовой деформацией хоаны после многократных рецидивов. *Медицинский совет*. 2024;18(18):118–124. <https://doi.org/10.21518/ms2024-441>.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Use of blue laser in a patient with postop restenosis of the choana after multiple surgical interventions for congenital choanal atresia

Alan I. Asmanov^{1,2}, <https://orcid.org/0000-0002-3116-6447>, alan-asmanov@yandex.ru

Natalya D. Pivneva^{1,2}, <https://orcid.org/0000-0003-3673-9272>, pivnevand@yandex.ru

¹ Veltishev Research and Clinical Institute for Pediatrics and Pediatric Surgery; 2, Taldomskaya St., Moscow, 125412, Russia

² Pirogov Russian National Research Medical University; 1, Ostrovityanov St., Moscow, 117997, Russia

Abstract

One of the most common complications following surgical interventions in nasal cavity is synechiae and scarring, which often leads to restenosis, particularly in cases of choanal atresia. Laser technologies, especially blue laser (wavelength 445 nm), represent a promising opportunity in rhinology for addressing these complications. Objective: to study the effectiveness and safety of blue laser for nasal synechiae and stenosis surgery in patients with congenital choanal atresia after multiple surgical interventions. In ENT department of Veltishev Institute 4 children have undergone choanal reconstruction following multiple attempts of choanoplasty. A clinical case of a 6-year-old girl diagnosed with bilateral complete choanal atresia, who underwent six surgical interventions within two years and was admitted with complete choanal restenosis is presented. The most common

cause of restenosis after surgery for hoan atresia is the formation of synechiae in the surgical area. Traditional dissection of the synechiae in most cases leads to repeated stenosis. To reduce the recurrence rate in the patient, the authors used a blue laser. The blue laser demonstrated high effectiveness in the surgical treatment of postop restenosis, minimizing surgical trauma, preventing recurrences, and improving the patient's quality of life. The results confirm the feasibility of using lasers in rhinology as a preferred method for treating restenosis and enhancing respiratory function.

Keywords: choanal atresia, rhinology, endoscopy, synechiae, surgical intervention, restenosis, otorhinolaryngology, postoperative complications

For citation: Asmanov AI, Pivneva ND. Use of blue laser in a patient with postop restenosis of the choana after multiple surgical interventions for congenital choanal atresia. *Meditinskiy Sovet*. 2024;18(18):118–124. (In Russ.) <https://doi.org/10.21518/ms2024-441>.

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

ВВЕДЕНИЕ

Одним из наиболее частых осложнений после хирургических вмешательств в полости носа являются рубцовые изменения, в том числе синехии [1, 2]. Особенно важное внимание уделяется состоянию слизистой оболочки и рубцовым изменениям при хирургии атрезии хоан у детей. При формировании рецидива именно рубцовая деформация приводит к рестенозированию просвета неохоаны в послеоперационном периоде.

Формирование синехий непосредственно в полости носа после массивных ринохирургических вмешательств, таких как хоанопластика, является достаточно частым и ожидаемым осложнением после таких операций. Вероятнее всего, на формирование рубцов значительное влияние оказывает длительное стояние стента в послеоперационной области и, как следствие, формирование хронического воспалительного процесса с грануляциями, что в дальнейшем способствует формированию рубцового процесса. Не исключено, что сами синехии могут иметь и аутоиммунный генез. Частота образования синехий в полости носа подробно изучена только у пациентов после FESS, в проведенных исследованиях она составляла, по разным данным, от 1 до 11% от числа всех прооперированных больных [3, 4].

ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРА В РИНОХИРУРГИИ

В настоящее время единого подхода к хирургическому лечению синехий полости носа нет. В России и за рубежом применяются различные методы устранения данного осложнения с использованием ультразвука, радиочастотного скальпеля, хирургического лазера или холодных инструментов. Частота рецидивов синехий после рассечения холодными инструментами достигает 80% случаев [5–7].

По результатам сравнительного исследования на 64 пациентах рецидивы после лазерного рассечения синехий (1060 нм, 8–10 Вт) встречаются реже, чем при использовании холодных инструментов (6 и 73% соответственно) [8–10]. Преимущества лазерного рассечения синехий заключаются в обеспечении надежного гемостаза и исключении необходимости тампонады полости носа, что улучшает качество жизни пациентов в послеоперационном периоде и позволяет осуществлять оперативное вмешательство в амбулаторных условиях.

Применение лазера в ринохирургии впервые было зафиксировано в 1970-е гг. у пациентов с вазомоторным ринитом – с помощью аргонного лазера выполнялась коагуляция нижних носовых раковин [11, 12]. Тогда же были выявлены преимущества применения лазерных аппаратов в ринохирургии в сравнении с холодными инструментами: малоинвазивность и точность процедуры, возможность выполнения операций в амбулаторных условиях с быстрым восстановлением трудоспособности, низкие риски кровотечения и развития послеоперационных осложнений. Все это позволило широко внедрить лазерную хирургию в амбулаторную и стационарную оториноларингологическую практику. Актуальность применения лазеров в хирургии полости носа обусловлена еще и анатомо-физиологическими особенностями данной области: интенсивное кровоснабжение, узкие анатомические пространства, доступ к которым во многих случаях возможен лишь с применением эндоскопической техники, ранимая слизистая оболочка и высокая частота развития рубцовых послеоперационных осложнений влечет необходимость щадящего воздействия, которое не всегда обеспечивается применением традиционных хирургических инструментов [13]. Развитие лазерных технологий, появление новых аппаратов с различными длинами волн и способами доставки лазерного излучения в зону оперативного воздействия позволяет в полной мере удовлетворить требованиям эффективности и безопасности, предъявляемым к ринохирургическим инструментам [14–16].

Разнообразие лазерных аппаратов расширяет возможности их применения в хирургии заболеваний полости носа, однако вопрос выбора подходящего лазера для конкретного вмешательства остается весьма принципиальным [17]. Поглощение лазерного излучения во многом зависит от длины его волны, в связи с чем, в зависимости от определенной области спектра излучения, медицинские лазеры можно условно разделить на гемоглобинпоглощаемые – к ним относятся лазеры видимого спектра излучения (0,53 мкм), – ближнего инфракрасного (ИК) спектра излучения (0,81–1,3 мкм), для которых преобладающим является поглощение в гемоглобине крови, и водопоглощаемого спектра (с длиной волны 1,32 мкм и выше), для которых максимальный пик абсорбции приходится на молекулы воды [18]. Излучение лазеров с разной длиной волны будет иначе поглощаться одной и той же тканью, а разные ткани – по-разному воспринимать одно

и то же лазерное излучение. Излучение лазеров гемоглобинпоглощаемого спектра в большей степени поглощается интенсивно окрашенными тканями, в том числе хорошо кровоснабжаемой слизистой оболочкой, а водопоглощаемого – тканями с большим содержанием воды.

Лазер TruBlue с длиной волны излучения 445 нм обладает рядом уникальных характеристик, позволяющим активно его использовать в детской лор-хирургии, а именно:

- излучение лазера образует небольшую зону некроза в бесконтактном и контактном режимах, что исключительно важно в детской хирургии и особенно в хирургии лор-органов у детей;
- обладает наиболее выраженными среди всех доступных лазеров фотоангиолитическим и гемостатическим эффектами, что позволит практически бескровно оперировать в том числе и активно кровоснабжаемые ткани;
- при использовании стандартных волоконнооптических световодов диаметром 300, 400 и 600 мкм с тонкой тефлоновой оплеткой возможно применение лазера в труднодоступных, узких местах, через каналы общеупотребимых инструментов и гибких эндоскопов, минимизируя доступ и объем оперативного пособия.

Отдельно следует отметить возможность применения лазера при врожденных атрезиях хоан, при врожденной микротии, где хирургическое поле очень ограничено, когда требуется максимальное «сухое поле» для лучшей визуализации.

Синий лазер 445 нм в детской хирургии позволит снизить операционную травму за счет исключительно малого коллатерального повреждения тканей, что исключительно важно по причине небольших анатомических размеров органов детей и близкого расположения жизненно важных сосудисто-нервных пучков.

Также исключительно важным является наличие только у этого вида лазера тонких волокон диаметром от 300 микрон с тонкой тефлоновой оболочкой, что позволяет работать даже в узких пространствах у детей раннего возраста в условиях минимально инвазивных эндоскопических вмешательств, в том числе и через каналы гибких эндоскопов и различных инструментов.

Интра- и послеоперационная кровопотеря является особенно опасным осложнением у детей ввиду несовершенства их системы гемостаза. За счет близости спектра излучения синего лазера (445 нм) к пикам поглощения гемоглобина (431 нм) и оксигемоглобина (415 нм), этот лазер является эксклюзивным инструментом для предотвращения кровотечения и интраоперационного гемостаза у детей.

Особенно актуально использование синего лазера с длиной волны 445 нм в детской онкологии. Наличие тонких, гибких инструментов позволяет как удалять небольшие новообразования в труднодоступных местах, сводя к минимуму операционную травму маленькому пациенту, так и удалять объемные опухоли с минимальной кровопотерей. Особенно актуальным является использование синего лазера в хирургии юношеской ангиофибромы основания черепа, которая лидирует по объемам кровопотери среди всех опухолей детей и подростков.

Наличие системы подачи инертного газа – гелия – позволяет дополнительно обеспечить минимизацию коллатерального повреждения тканей во время объемных хирургических вмешательств, ускорить послеоперационное заживление тканей.

Важным моментом лазерной хирургии является обеспечение безопасности операций, проводимых в гортани, глотке и ротоглотке вблизи интубационных и трахеостомических трубок [19, 20]. В случае таких вмешательств существует риск возгорания и/или взрыва кислородо-воздушной смеси с находящимися в зоне операции горючими веществами (смазки, взвесь тканевого жира, карбонизата и т. д.) при случайной перфорации ИТТ или трахеостомической канюли, повреждения или неплотного прилегания манжеты, работы под ларингеальной маской. В связи с практическим отсутствием на отечественном рынке ИТТ с защитой от повреждения лазерным излучением, наличие специальных безопасных режимов работы в лазере TruBlue, а также возможности работы в атмосфере инертного газа приобретает особую актуальность.

На представленном графике (рис. 1) можно видеть спектры поглощения гемоглобина (Hb) и оксигемоглобина (HbO₂), а также воды. На фоне этих спектров расположены длины волн излучения наиболее применяемых в хирургии лазеров:

- синий лазер TruBlue – 445 нм,
- зеленый аргонный лазер – 514 нм,
- зеленый лазер на кристалле титанилфосфата калия (КТП) – 532 нм,
- диодные лазеры ближнего инфракрасного диапазона – 810–1470 нм,
- лазер на кристалле алюмо-иттриевого граната (Er:YAG) – 2940 нм,
- углекислотный лазер дальнего инфракрасного диапазона (CO₂) – 10 600 нм.

Исходя из представленных данных, можно судить, что излучение ангиолитических лазеров (TruBlue, аргон, КТП) поглощается преимущественно гемоглобином, тогда как наиболее распространенные инфракрасные лазеры реализуют свои эффекты, поглощаясь преимущественно в воде.

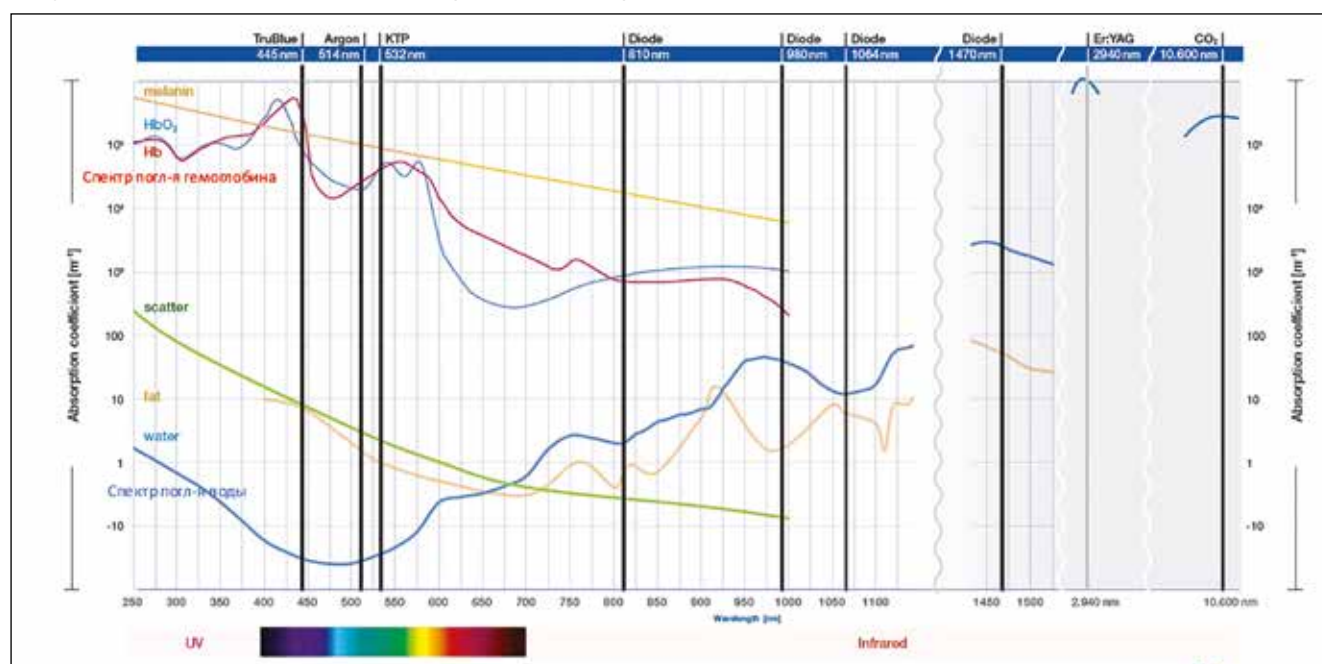
Цель данной работы – изучить эффективность применения синего лазера у пациентов с врожденной атрезией хоан как метода рассечения синехий и коррекции рубцовых изменений после ранее проведенных оперативных вмешательств.

На базе оториноларингологического отделения Института Вельтищева было прооперировано 4 пациента с врожденной атрезией хоан после многократных оперативных вмешательств и рестенозирования с применением синего лазера. Приводим клиническое наблюдение за лечением одного из пациентов.

КЛИНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ

В 2022 г. в отделение оториноларингологии Института Вельтищева поступила девочка в возрасте 6 лет с диагнозом «врожденная двусторонняя полная атрезия хоан,

● **Рисунок 1.** Спектр поглощения гемоглобина, оксигемоглобина и воды
 ● **Figure 1.** The absorption spectra of hemoglobin, oxyhemoglobin and water



состояние после многократных попыток хоанотомии, рецидив, носитель трахеостомы». Диагноз был поставлен в родильном доме по месту жительства в одном из субъектов РФ. Основными жалобами со стороны матери ребенка были отсутствие самостоятельного дыхания через нос, обильное слизисто-гнойное отделяемое из обеих половин носа, а также жалобы, связанные с наличием трахеостомической трубки. Из анамнеза заболевания известно, что в возрасте 1 сут. жизни ребенку был поставлен диагноз «врожденная полная двусторонняя атрезия хоан», учитывая выраженные дыхательные расстройства, ребенок был переведен на ИВЛ в реанимационный блок с последующим нахождением на искусственной вентиляции легких в течение 3 сут. Учитывая специфику и тяжесть состояния, а также отсутствие возможности проведения оперативного вмешательства по поводу АХ, ребенку была выполнена трахеостомия.

Ребенок был переведен в послеродовое отделение и после начала самостоятельного кормления в удовлетворительном состоянии выписан домой. Далее в возрасте 8 мес. ребенку была выполнена компьютерная томография полости носа и околоносовых пазух, где был подтвержден диагноз двусторонней полной костной атрезии хоан. Далее ребенок был многократно консультирован, было рекомендовано отсрочить оперативное вмешательство по устранению атрезии хоан до момента достижения возраста 3 лет, в связи с анатомическими трудностями, учитывая ранний возраст ребенка.

По месту жительства в возрасте 3 лет проведена хоанотомия с применением стентов-протекторов. Первый период ношения протекторов составил 3 мес. После удаления протекторов в течение недели вновь отмечено практически полное отсутствие носового дыхания у ребенка. Девочка повторно была

прооперирована – проведено рассечение сформировавшегося рубца в области хоан, вновь установлены протекторы – период ношения составил еще 3 мес. Однако и повторное оперативное вмешательство не привело к формированию адекватного носового дыхания. В течение последующих 2 лет ребенку в общей сложности проведено 6 оперативных вмешательств в попытках коррекции рубцовых изменений и рассечения синехий в зоне неохоаны.

При поступлении в Институт Вельтищева пациентке была выполнена эндоскопическая ревизия полости носа и носоглотки в условиях седации, по данным эндоскопического исследования общий носовой ход с двух сторон obturated вязким муцинозным конгломератом, после аспирации которого визуализируется точечный просвет хоаны (не более 1 мм), окруженный синехиями, симметрично с двух сторон. Со стороны носоглотки визуализируется гипертрофия глоточной миндалины до II степени, при отоскопии диагностирован двусторонний средний экссудативный отит.

По совокупности данных клинической картины и эндоскопического осмотра было принято решение одновременно выполнить двустороннюю эндоскопическую реконструктивную хоанопластику без применения стентов, аденотомию, двустороннюю эндоскопическую тимпанотомию.

Ход оперативного вмешательства: после инфильтрационной анестезии и гидропрепаровки в задней трети перегородки носа, отступя 0,5 см от атретической мембраны, с двух сторон полупроводниковым лазером (TRUE BLUE) выполнен разрез слизистой оболочки с переходом на дно полости носа (рис. 2).

Для дальнейшего формирования септального локута выполняется разрез слизистой и надкостницы до

обнажения сошника. В данном случае благодаря лазеру возможно выполнить ровный разрез с бескровным краем, что позволяет во многом улучшить визуализацию и достичь эффекта «сухого поля», что крайне важно при работе с эндоскопом в дистальных отделах полости носа, особенно у новорожденных детей. В дальнейшем такой край, полученный путем разреза слизистой, не требует коагуляции и быстро регенерирует.

Благодаря тонкому волокну лазера достаточно легко можно обработать весь край раневой поверхности по своду неохоаны и латеральным участкам, где, как правило, кровотечение наиболее вероятно с учетом васкуляризации. Коагуляция в импульсном режиме позволяет быстро купировать кровотечение, при этом не вызывая выраженного образования струпа, что крайне важно с точки зрения предотвращения рубцевания в послеоперационном периоде (рис. 3).

Ранний послеоперационный период протекал благополучно, верхний край отверстия апертуры сформирован на уровне свода носоглотки, нижний на уровне мягкого нёба и по дну полости носа, что является оптимальным для адекватной вентиляции, края раневой поверхности в неохоане коагулированы, рубцовые ткани иссечены (рис. 4), на 5-е сут. ребенок был выписан из стационара. С целью дальнейшей реабилитации ребенку показано обучение носовому дыханию и отказу от дыхания через трахеостому, родители проинструктированы.

С этой целью в течение 3 последующих месяцев родителям было рекомендовано использовать специальную заглушку для трахеостомической трубки и под контролем сатурации, в том числе и ночью, постепенно увеличивая время закрытия трубки. Таким образом, через 3 мес. удалось добиться дыхания через нос при постоянно закрытой трахеостомической трубке без потери сатурации. После чего ребенок был повторно госпитализирован в возрасте 6 лет 3 мес., где при фиброларинготрахеобронхоскопии визуализирована грануляционная ткань («козырек») над трахеостомической трубкой, который на 80% обтурировал просвет трахеи (рис. 5), в виду чего деканюляцию было решено отложить. Грануляционная ткань была удалена эндоларингеально. Через 3 мес. пациентка была госпитализирована вновь, при обследовании просвет трахеи свободный, сформированные неохоаны полностью эпителизированы, септальные лоскуты фиксированы в верхних отделах, признаков рубцевания выявлено не было (рис. 6).

На основании полученных клинических данных было принято решение о деканюляции, после ее успешного проведения ребенок был выписан на самостоятельном дыхании. Однако через 2 мес. после деканюляции мама стала отмечать появление слизистого отделяемого из трахеостомического рубца при кашле. При осмотре был диагностирован свищ, рекомендована плановая госпитализация с целью проведения пластики трахеостомического рубца, ушивание свища. Рубцовая ткань в области свища иссечена, свищ ушит.

Период катamnестического наблюдения за ребенком на настоящий момент составляет 2 года. В настоящее

● **Рисунок 2.** Выполнение вертикального бескровного разреза слизистой оболочки в зоне атрезии хоаны с применением лазера TRUE BLUE

● **Figure 2.** Making a vertical bloodless incision of the mucosa in the area of choanal atresia using TRUE BLUE laser system



● **Рисунок 3.** Коагуляция участка геморрагии в области сформированной хоаны

● **Figure 3.** Coagulation of the hemorrhagic site in the area of restructured choana



● **Рисунок 4.** Вид неохоаны после коагуляции участков геморрагии синим лазером на момент окончания операции

● **Figure 4.** View of the neochoana after coagulation of hemorrhagic sites using the blue laser at the completion of a surgical procedure



- **Рисунок 5.** Трахеоскопия. Вид на грануляционную ткань над трахеостомой
- **Figure 5.** Tracheoscopy. View of the granulation tissue over the tracheostomy



время носовое дыхание у ребенка осуществляется в полном объеме, признаков дыхательной недостаточности, отделяемого из полости носа нет.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, формирование синехий и рубцов является основной причиной рестенозирования после оперативных вмешательств по поводу атрезии хоан. Так как в патогенезе формирования синехий важную роль играет хроническое воспаление, то проведение аналогичных повторных оперативных вмешательств холодными инструментами не всегда позволяет остановить патологический процесс. Пациенты вынуждены переживать многократные повторные оперативные вмешательства с непредсказуемым результатом. Особенности строения полости носа у детей раннего возраста способствуют более быстрому рубцовому стенозированию и полной obturации просвета неохоаны. Разработанная нами методика

- **Рисунок 6.** Вид неохоаны через 6 мес. после хирургического вмешательства с применением синего лазера
- **Figure 6.** View of the neochoana 6 months after surgery using the blue laser



бесстентового ведения пациентов после хоанопластики с фиксацией септальных лоскутов слизистой фибриновым клеем позволяет практически исключить риски рестенозирования и необходимость последующих вмешательств. На сегодняшний день малоинвазивные технологии позволяют минимизировать травму, так, применение синего лазера, как представлено в описанном клиническом случае, позволяет очень деликатно редуцировать рубцовую ткань в области хоаны с минимальным кровотечением и травматизацией, что в значительной мере способствует благоприятному прогнозу и упрощает процесс реабилитации.

Использование синего лазера является эффективным и безопасным методом рассечения синехий полости носа и вапоризации рубцовой ткани, не требует применения противорецидивных мер (установки протекторов) и не вызывает рецидивов заболевания.

Поступила / Received 02.09.2024
Поступила после рецензирования / Revised 24.09.2024
Принята в печать / Accepted 24.09.2024

Список литературы / References

- Bansal M. *Diseases of Ear, Nose and Throat. Head and Neck surgery*. Jaypee Brothers Medical Publishers (P) Ltd.; 2013. 746 p.
- Dhingra PL, Dhingra S. *Diseases of Ear, Nose and Throat*. 6th ed. Elsevier India; 2013. 490 p.
- Hosemann W, Draf C. Danger points, complications and medico-legal aspects in endoscopic sinus surgery. *GMS Curr Top Otorhinolaryngol Head Neck Surg*. 2013;12:Doc06. <https://doi.org/10.3205/cto000098>.
- Stepiński MJ, Banaszewski J. Intranasal Synechiae as Complications of Rhinosurgical Treatment-A Review of Current Knowledge. *J Clin Med*. 2023;12(21):6831. <https://doi.org/10.3390/jcm12216831>.
- Блоцкий АА, Блоцкий РА, Карпищенко СА. *Способ лазерного иссечения синехий полости носа*. Патент RU 2492835. 20.09.2013. Режим доступа: <http://www.findpatent.ru/patent/249/2492835.html>.
- Sivabalaji K, Ali A, Bn A, Pv A, Tripathy R. Management of nasal synechiae with Kshara Sutra – A case report. *J Ayurveda Integr Med*. 2021;12(3):540–543. <https://doi.org/10.1016/j.jaim.2021.03.010>.
- Khatir H, Salati H, Wong E, Bradshaw K, Inthavong K, Sacks R, Singh N. Modelling the effects of post-FESS middle turbinate synechiae on sinonasal physiology: A computational fluid dynamics study. *Auris Nasus Larynx*. 2023;50(6):911–920. <https://doi.org/10.1016/j.anl.2023.04.003>.
- Гусейнов НМ, Гулиев МД, Гашимли РМ, Панахиан ВМ. Диодный лазер в устранении послеоперационных синехий полости носа. *Российская оториноларингология*. 2010;(6):18–20. Режим доступа: <https://med-click.ru/uploads/files/docs/diodnyy-lazer-v-ustraneni-posleoperatsionnyh-sinehiy-polosti-nosa.pdf>.
- Huseynov NM, Guliyev MD, Hashimli RM, Panakhian VM. Diode laser in the elimination of postoperative synechiae of the nasal cavity. *Rossiyskaya Otorinolaringologiya*. 2010;(6):18–20. (In Russ.) Available at: <https://med-click.ru/uploads/files/docs/diodnyy-lazer-v-ustraneni-posleoperatsionnyh-sinehiy-polosti-nosa.pdf>.
- Lau K, Stavarakas M, Ray J. Lasers in Rhinology-An Update. *Ear Nose Throat J*. 2021;100(1 Suppl):775–82S. <https://doi.org/10.1177/0145561320940115>.
- Karpishchenko S, Ulupov M, Gindryuk A, Kaplun D. Using thermal effect of 970 nm diode laser to reduce nasal swell body. *Am J Otolaryngol*. 2021;42(6):103165. <https://doi.org/10.1016/j.amjoto.2021.103165>.
- Lenz H. 8 years' laser surgery of the inferior turbinates in vasomotor rhinopathy in the form of laser strip carbonization. *HNO*. 1985;33(9):422–425. Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/4077599/>.
- Lenz H, Eichler J, Schäfer G, Salk J. Parameters for argon laser surgery of the lower human turbinates. In vitro experiments. *Acta Otolaryngol*. 1977;83(3-4):360–365. <https://doi.org/10.3109/00016487709128857>.
- Komshian SR, Cohen MB, Brook C, Levi JR. Inferior Turbinate Hypertrophy: A Review of the Evolution of Management in Children. *Am J Rhinol Allergy*. 2019;33(2):212–219. <https://doi.org/10.1177/1945892418815351>.
- Рябова МА, Улупов МЮ, Шумилова НА, Портнов ГВ, Тихомирова ЕК, Степанова ВА, Березкина ЕВ. Применение полупроводниковых и воло-

- конных лазеров 0,53 мкм, 0,81 мкм, 0,97 мкм, 1,56 мкм и 1,94 мкм в хирургии хронических невоспалительных заболеваний полости носа. В: Петрищев НН (ред.). *Актуальные проблемы лазерной медицины*. СПб.: Ассоциация регенеративной эстетической медицины и Первого национального портала об эстетической медицине; 2022. С. 101–128. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/blsvqq>.
15. Рябова МА, Улупов МЮ, Шумилова НА, Портнов ГВ. *Отработка практических навыков по лазерной хирургии в оториноларингологии*. СПб.: Изд-во СПбГМУ, 2015. 37 с.
 16. Doreyawar V, Gadag RP, Dandinarasaiah M, Javali SB, Maradi N, Shetty D. Inferior Turbinate Reduction: Diode LASER or Conventional Partial Turbectomy? *Ear Nose Throat J*. 2021;100(2):NP125–NP130. <https://doi.org/10.1177/0145561319839795>.
 17. Карпищенко СА, Рябова МА, Улупов МЮ, Шумилова НА, Портнов ГВ. Выбор параметров лазерного воздействия в хирургии ЛОР-органов. *Вестник оториноларингологии*. 2016;81(4):14–18. <https://doi.org/10.17116/otorino201681414-18>.
Karpishchenko SA, Riabova MA, Ulupov MYu, Shumilova NA, Portnov GV. The choice of parameters for the laser application in ENT surgery. *Vestnik Oto-Rino-Laringologii*. 2016;81(4):14–18. (In Russ.) <https://doi.org/10.17116/otorino201681414-18>.
 18. Гафуров СД, Катахонов ШМ, Холмонов ММ. Особенности применения лазеров в медицине. *European Science*. 2019;3(45):92–95. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/uxyokh>.
Gafurov SJu, Katahonov ShM, Holmonov MM. Features of the application of lasers in medicine. *European Science*. 2019;3(45):92–95. (In Russ.) Available at: <https://www.elibrary.ru/uxyokh>.
 19. Balouch B, Garabet R, Maxwell PJ, Sethi HK, Bress E, Ramadan O, Sataloff RT. The Safety and Efficacy of the 445-nm Blue Laser for Operative Management of Benign Nonvascular Laryngeal Lesions. *J Voice*. 2023;S0892-1997(23)00286-2. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2023.09.010>.
 20. Кривопалов АА, Коркмазов МЮ, Шамкина ПА, Глущенко АИ, Панченко ПИ. Оценка хирургического воздействия лазерного излучения на биологическую модель гортани. *РМЖ*. 2024;(1):57–62. Режим доступа: https://www.rmj.ru/articles/otorinolaringologiya/Ocenka_hirurgicheskogo_vozdeystviya_lazernogo_izlucheniya_na_biologicheskuyu_modely_gortani/.
Krivopalov AA, Korkmazov MYu, Shamkina PA, Glushchenko AI, Panchenko PI. Evaluation of the surgical effect of laser radiation on the biological model of the larynx. *RMJ*. 2024;(1):57–62. (In Russ.) Available at: https://www.rmj.ru/articles/otorinolaringologiya/Ocenka_hirurgicheskogo_vozdeystviya_lazernogo_izlucheniya_na_biologicheskuyu_modely_gortani/.

Вклад авторов:

Концепция статьи – **А.И. Асманов**
 Концепция и дизайн исследования – **А.И. Асманов**
 Написание текста – **Н.Д. Пивнева**
 Сбор и обработка материала – **Н.Д. Пивнева, А.И. Асманов**
 Обзор литературы – **Н.Д. Пивнева**
 Анализ материала – **А.И. Асманов, Н.Д. Пивнева**
 Статистическая обработка – **Н.Д. Пивнева**
 Редактирование – **А.И. Асманов**
 Утверждение окончательного варианта статьи – **А.И. Асманов**

Contribution of authors:

Concept of the article – **Alan I. Asmanov**
 Study concept and design – **Alan I. Asmanov**
 Text development – **Natalya D. Pivneva**
 Collection and processing of material – **Natalya D. Pivneva, Alan I. Asmanov**
 Literature review – **Natalya D. Pivneva**
 Material analysis – **Alan I. Asmanov, Natalya D. Pivneva**
 Statistical processing – **Natalya D. Pivneva**
 Editing – **Alan I. Asmanov**
 Approval of the final version of the article – **Alan I. Asmanov**

Информация об авторах:

Асманов Алан Исмаилович, к.м.н., руководитель отдела острой и хронической патологии уха, горла и носа, Научно-исследовательский клинический институт педиатрии и детской хирургии имени академика Ю.Е. Вельтищева; 125412, Россия, Москва, ул. Талдомская, д. 2; ассистент кафедры оториноларингологии педиатрического факультета, Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова; 117997, Россия, Москва, ул. Островитянова, д. 1; Alan-asmanov@yandex.ru

Пивнева Наталья Дмитриевна, к.м.н., старший научный сотрудник отдела острой и хронической патологии уха, горла и носа, Научно-исследовательский клинический институт педиатрии и детской хирургии имени академика Ю.Е. Вельтищева; 125412, Россия, Москва, ул. Талдомская, д. 2; доцент кафедры Инновационной педиатрии и детской хирургии факультета дополнительного профессионального образования Института непрерывного образования и профессионального развития, Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова; 117997, Россия, Москва, ул. Островитянова, д. 1; Pivnevand@yandex.ru

Information about the authors:

Alan I. Asmanov, Cand. Sci. (Med.), Head of the Department of Acute and Chronic Pathology of the Ear, Throat and Nose, Veltischev Research and Clinical Institute for Pediatrics and Pediatric Surgery; 2, Taldomskaya St., Moscow, 125412, Russia; Assistant of the Department of Otorhinolaryngology, Faculty of Pediatrics, Pirogov Russian National Research Medical University; 1, Ostrovityanov St., Moscow, 117997, Russia; Alan-asmanov@yandex.ru

Natalya D. Pivneva, Cand. Sci. (Med.), Senior Researcher at the Department of Acute and Chronic Pathology of the Ear, Throat and Nose of the Scientific Research Clinical Institute of Pediatrics, Veltischev Research and Clinical Institute for Pediatrics and Pediatric Surgery; 2, Taldomskaya St., Moscow, 125412, Russia; Assistant Professor of the Department of Innovative Paediatrics and Paediatric Surgery, Faculty of Additional Professional Education, Institute of Continuing Education and Professional Development, Pirogov Russian National Research Medical University; 1, Ostrovityanov St., Moscow, 117997, Russia; Pivnevand@yandex.ru