

DOI: 10.15825/1995-1191-2025-1-17-22

ПРИМЕНЕНИЕ КОМБИНИРОВАННОЙ МЕТОДИКИ ЭНДОСКОПИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С БРОНХИАЛЬНЫМИ СТЕНОЗАМИ ПОСЛЕ ТРАНСПЛАНТАЦИИ ЛЕГКИХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТУЛИЕВОГО ЛАЗЕРА, БАЛЛОННОЙ ДИЛАТАЦИИ, КРИОАБЛЯЦИИ, СТЕНТИРОВАНИЯ

М.Т. Беков¹, И.В. Пашков¹, К.С. Смирнов¹, Я.С. Якунин¹, Е.Ф. Шигаев¹, А.З. Гулуев¹, Т.С. Крюкова¹, О.М. Цирульникова^{1, 2}, С.В. Готье^{1, 2}

¹ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр трансплантологии и искусственных органов имени академика В.И. Шумакова» Минздрава России, Москва, Российская Федерация

² ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский университет), Москва, Российская Федерация

Бронхиальным стенозом (БС) является стойкое, не зависящее от акта дыхания сужение просвета бронха, преимущественно за счет рубцовой и/или грануляционной ткани. Бронхиальные стенозы, возникающие после трансплантации легких, имеют тенденцию к рецидивирующему течению, что обуславливает большую частоту госпитализаций в сравнении с группой пациентов без данного осложнения. Малоинвазивное эндоскопическое восстановление просвета бронхов является общепризнанным методом лечения пациентов с БС. В данной статье продемонстрирован опыт применения комбинированной методики восстановления просвета и профилактики рецидива стенозов с использованием тулиевого лазера, баллонной дилатации, криоабляции, а также стентирования (далее – комбинированная методика).

Ключевые слова: трансплантация легких, бронхиальные осложнения, бронхиальные стенозы, тулиевый лазер, баллонная дилатация, криоабляция, стентирование бронхов.

APPLICATION OF COMBINED ENDOSCOPIC TREATMENT OF PATIENTS WITH BRONCHIAL STENOSIS AFTER LUNG TRANSPLANTATION USING THULIUM LASER, BALLOON DILATION, CRYOABLATION, AND AIRWAY STENTING

M.T. Bekov¹, I.V. Pashkov¹, K.S. Smirnov¹, Ya.S. Yakunin¹, E.F. Shigaev¹, A.Z. Guluev¹, T.S. Kryukova¹, O.M. Tsirulnikova^{1, 2}, S.V. Gautier^{1, 2}

¹ Shumakov National Medical Research Center of Transplantology and Artificial Organs, Moscow, Russian Federation

² Sechenov University, Moscow, Russian Federation

Bronchial stenosis (BS) is a persistent, breathing-independent narrowing of the bronchial lumen, primarily brought on by scar and/or granulation tissue. BS occurring after lung transplantation tend to be recurrent, resulting in a higher frequency of hospitalizations compared to the group of patients without this complication. Minimally invasive endoscopic repair of the bronchial lumen is a generally recognized treatment for BS. This article demonstrates the experience of using a combined technique for restoring the lumen and preventing recurrent stenosis using thulium laser, balloon dilation, cryoablation, and stenting (hereinafter referred to as the combined technique).

Keywords: lung transplantation, airway complications, bronchial stenosis, thulium laser, endoscopic balloon dilation, cryoablation, airway stenting.

Для корреспонденции: Беков Максат Турдумаматович. Адрес: 123182, Москва, ул. Щукинская, д. 1. Тел. (926) 399-49-75. E-mail: doctorbekov@gmail.com

Corresponding author: Maksat Bekov. Address: 1, Shchukinskaya str., Moscow, 123182, Russian Federation. Phone: (926) 399-49-75. E-mail: doctorbekov@gmail.com

ВВЕДЕНИЕ

Бронхиальные стенозы являются одним из самых распространенных бронхиальных осложнений после трансплантации легких [1–3]. Как правило, средние сроки возникновения бронхиальных стенозов составляют от 3 до 6 месяцев после трансплантации [4]. Среди основных методик эндоскопического восстановления просвета бронхов и профилактики рецидива принято выделять баллонную дилатацию, бужирование бронхов ригидным инструментарием, аргоноплазменную коагуляцию, использование лазера, криоабляцию, стентирование [5, 6]. При этом баллонная дилатация, бужирование, аргоноплазменная коагуляция и использование лазера относят к методикам с незамедлительным эффектом от процедуры, в то время как криоабляция обладает отсроченным эффектом [7, 8]. Стентирование бронхов является методом профилактики рецидива бронхиальных стенозов. Однако несмотря на разнообразие способов эндоскопического восстановления просвета бронхов, а также использование стентирования с целью сохранения проходимости бронхов, БС остаются осложнением с частыми рецидивами, что, в свою очередь, увеличивает частоту госпитализаций и ухудшает качество жизни реципиентов легких. В данной статье приводится опыт применения комбинированной методики восстановления просвета и профилактики рецидива стенозов у реципиентов легких с использованием тулиевого лазера, баллонной дилатации, криоабляции, а также стентирования в НМИЦ ТИО им. ак. В.И. Шумакова.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

За период с сентября 2014 года по ноябрь 2024 года в НМИЦ ТИО им. ак. В.И. Шумакова было выполнено 119 трансплантаций легких.

Таблица 1

**Классификация бронхиальных стенозов ISHLT
ISHLT classification of bronchial stenoses**

Стенозы	Локализация	a – зона анастомоза
		b – анастомоз + долевые/сегментарные бронхи
		c – только долевые/сегментарные бронхи
	Степень	1 – уменьшение диаметра до 25% диаметра анастомоза
		2 – уменьшение диаметра от 25% до 50% диаметра анастомоза
3 – уменьшение диаметра от 50% до 100% диаметра анастомоза		
4 – полная обструкция		

Основными методами диагностики бронхиальных стенозов после трансплантации являлись бронхоскопия, компьютерная томография органов грудной клетки, в более поздние сроки заподозрить наличие БС позволяют результаты спирометрии.

С целью классификации и определения степени бронхиальных стенозов использовалась классификация бронхиальных осложнений, предложенная международным обществом трансплантации сердца и легких (International Society for Heart and Lung Transplantation – ISHLT) (табл. 1) [9].

Основными методами лечения БС реципиентов донорских легких, перенесших трансплантацию в НМИЦ ТИО им. ак. В.И. Шумакова, являются: механическое бужирование и баллонная дилатация, аргоноплазменная коагуляция и стентирование, однако в большинстве случаев достигался краткосрочный эффект, требующий проведения повторных вмешательств.

С 2020 года в качестве самостоятельного метода лечения бронхиальных стенозов стала использоваться криоабляция. Данная методика показала свою эффективность в коррекции БС, вызванных ростом грануляционных тканей [8].

С 2021 года с целью рассечения рубцовых тканей стал применяться тулиевый лазер. При реканализации рубцовых стенозов с помощью тулиевого лазера отмечался менее выраженный эффект карбонизации, а также более прецизионное воздействие в сравнении с аргоноплазменной коагуляцией.

Основным критерием отбора пациентов для выполнения эндоскопического восстановления просвета бронхов с применением комбинированной методики являлось наличие бронхиальных стенозов 2–4-й степени, а также рецидивирующий характер течения БС, несмотря на применение различных методик реканализации бронхов в анамнезе.

Эндоскопические вмешательства с применением комбинации методов выполнялись в условиях операционной под общей анестезией. Предпочтение отдавалось использованию ригидной интубации с высокочастотной ИВЛ. После интубации трахеи производился осмотр состояния трахеобронхиального дерева.

Первым этапом выполнялось рассечение рубцовых тканей с использованием тулиевого лазера. Энергия импульса выставлялась на минимальных параметрах – 0,025 Дж, а частота – 240 Гц. При необходимости увеличивали интенсивность воздействия в первую очередь увеличивали частоту излучения, а не энергию. С целью снижения эффекта карбонизации тканей с помощью катетера выполнялась постоянная ирригация и аспирация 0,9% раствора натрия хлорида (рис. 1).

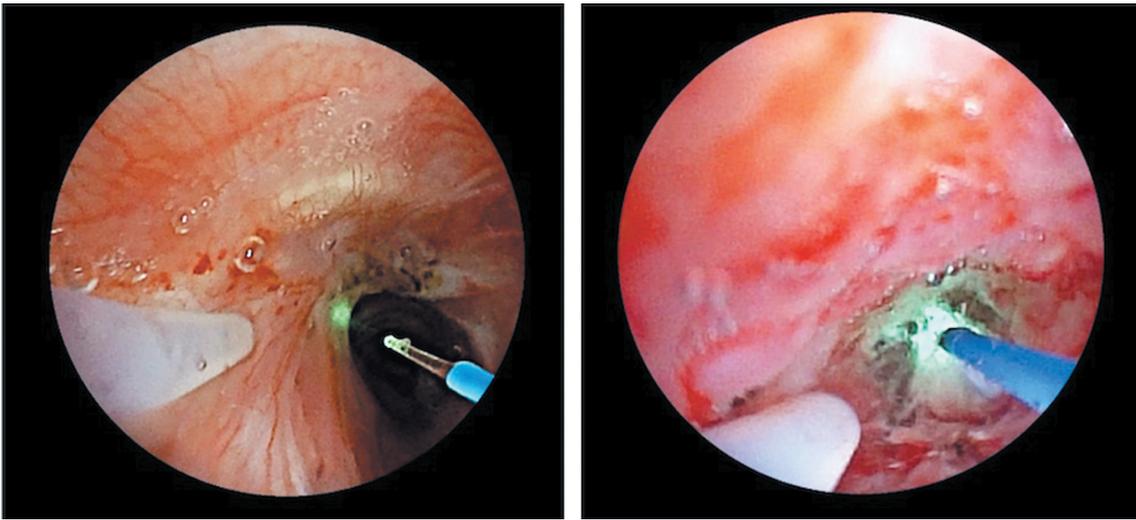


Рис. 1. Этап vaporизации с ирригацией 0,9% раствора натрия хлорида

Fig. 1. Stage of vaporization with irrigation with sodium chloride 0.9%

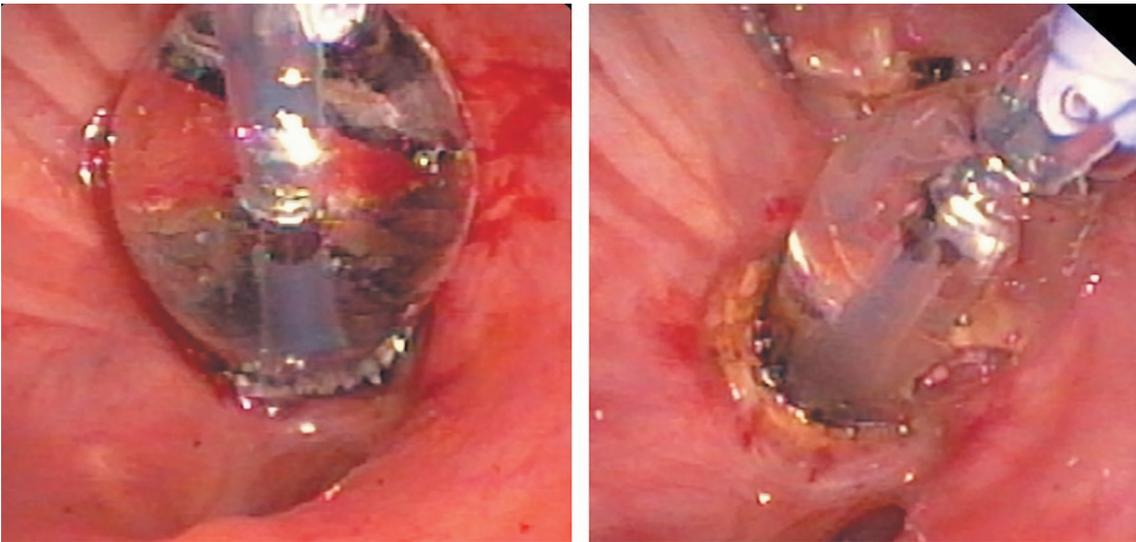


Рис. 2. Этап баллонной бронхопластики

Fig. 2. Balloon bronchoplasty stage

После рассечения рубца следующим этапом выполнялась баллонная дилатация с применением трехшаговых баллонов с шагом в 1 мм различных диаметров (6–7–8 мм, 8–9–10 мм, 10–11–12 мм, 12–13,5–15 мм). Давление внутри баллона создавалось с помощью специального нагнетателя (рис. 2).

С целью профилактики рецидива выполнялась криотерапия зоны сужения. Криозонд располагался контактно со слизистой оболочкой бронха в области стеноза. Затем выполнялись сеансы «заморозки–оттаивания» по 30–45 секунд. Оттаивание тканей прекращалось до момента отхождения криозонда от слизистой. Суммарно проводили 3 цикла воздействия в одной зоне. Затем криозонд перемещался на 5–6 мм

от зоны воздействия, и повторялись сеансы криотерапии до полной обработки зоны стеноза (рис. 3).

При нарушении каркасной функции бронхов выполнялось стентирование саморасширяющимся нитиновым покрытым стентом (рис. 4).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Комбинированная методика восстановления просвета бронхов применялась у 7 реципиентов легких с бронхиальными стенозами. У 2 (28,58%) пациентов был диагностирован стеноз промежуточного бронха, в то время как у 5 (71,42%) – мультифокальный стеноз. Среднее количество попыток эндоскопической реканализации бронхиальных стенозов до приме-

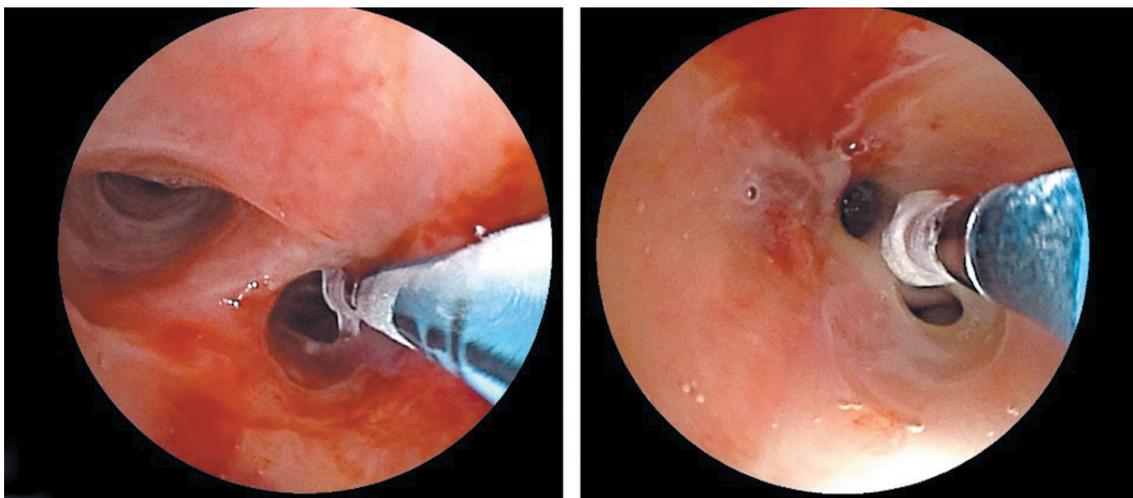


Рис. 3. Этап криотерапии

Fig. 3. Cryotherapy stage

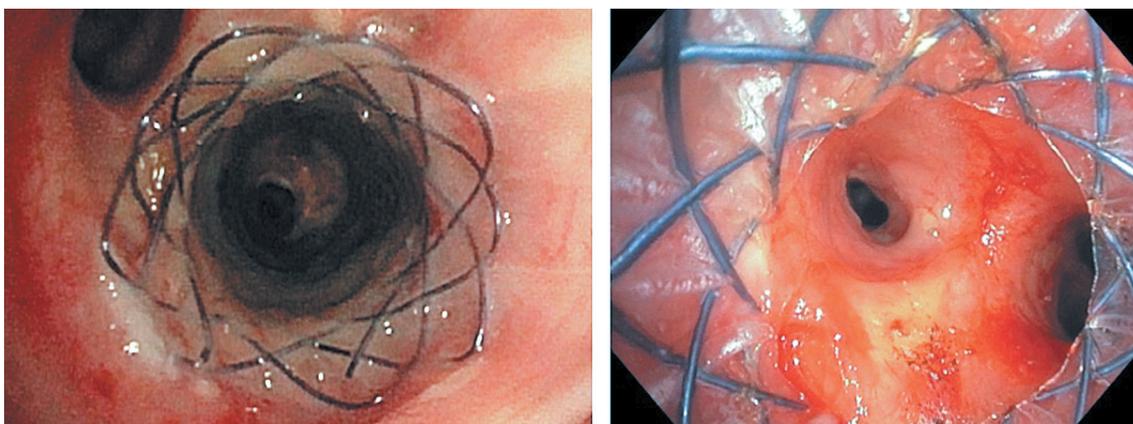


Рис. 4. Этап стентирования бронхиальных стенозов

Fig. 4. Bronchial stenting stage

нения комбинированной методики составляло $5,8 \pm 1,5$ вмешательства на одного пациента.

Всего было выполнено 19 оперативных вмешательств с применением комбинированной методики (2,71 вмешательства на одного пациента) по поводу 34 случаев стенозов. Основная характеристика бронхиальных стенозов в данной группе пациентов представлена в табл. 2 и на рис. 5–7.

Таблица 2

Количество оперативных вмешательств согласно классификации стенозов ISHLT

Number of surgical interventions according to ISHLT stenosis classification

Виды стенозов	Количество операций
Центральные	7
Дистальные	11
Сочетанные	1

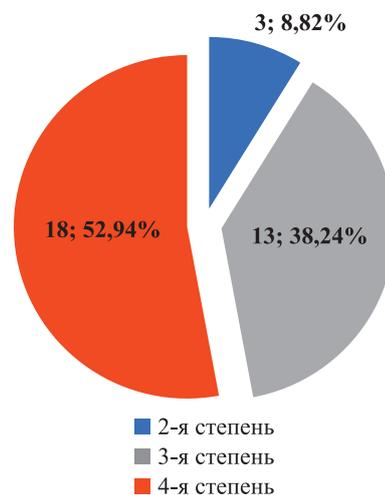


Рис. 5. Степень бронхиальных стенозов согласно классификации ISHLT

Fig. 5. Extent of bronchial stenosis according to ISHLT classification

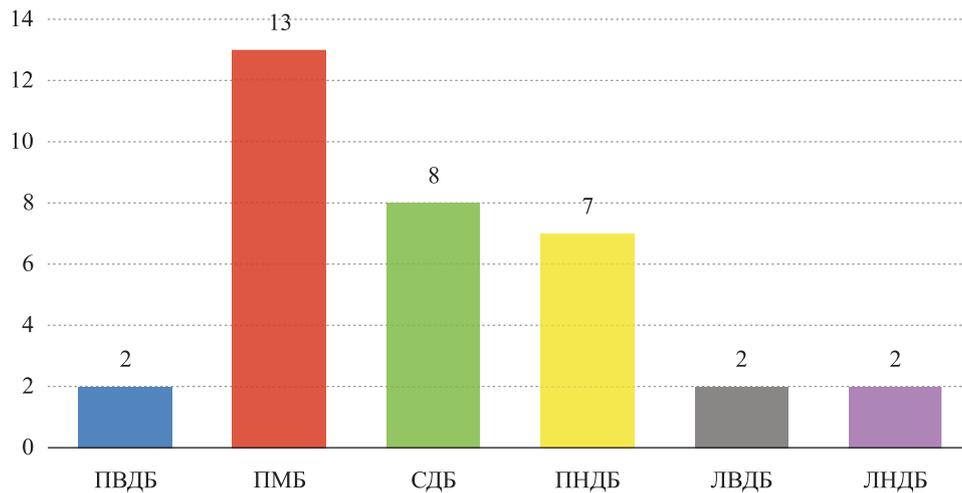


Рис. 6. Локализация бронхиальных стенозов, по поводу которых выполнялась реканализация с применением комбинированной методики. ПВДБ – правый верхнедолевой бронх; ПМБ – промежуточный бронх; СДБ – среднедолевой бронх; ПНДБ – правый нижнедолевой бронх; ЛВДБ – левый верхнедолевой бронх; ЛНДБ – левый нижнедолевой бронх

Fig. 6. Location of bronchial stenosis for which recanalization was performed using a combined technique. RULB – right upper lobe bronchus; IB – intermediate bronchus; MLB – middle lobe bronchus; RLLB – right lower lobe bronchus; LULB – left upper lobe bronchus; LLLB – left lower lobe bronchus

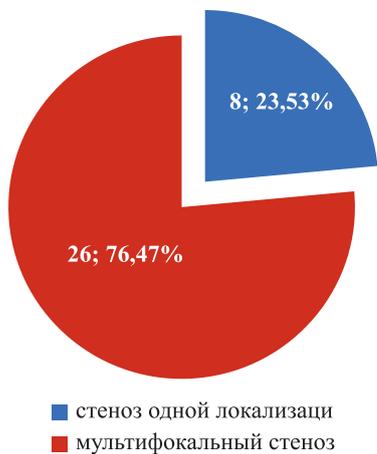


Рис. 7. Распространенность бронхиальных стенозов

Fig. 7. Prevalence of bronchial stenosis

Повторные оперативные вмешательства у реципиентов легких с бронхиальными стенозами, которым была выполнена эндоскопическая реканализация с применением комбинированной методики, были связаны с развитием следующих осложнений: повторное сужение просвета по проксимальному или дистальному краю нитинолового стента (5 случаев, 14,7%), миграция стента при выполнении диагностической бронхоскопии (у 1 пациента, 2,9%). Случаев возникновения кровотечения и разрыва стенки бронха в исследуемой группе отмечено не было.

В случае отсутствия рецидива бронхиального стеноза на протяжении не менее 1 года с момента стентирования выполнялась экстракция стента.

Стойкой ремиссии с безрецидивным сроком более 1 года удалось достигнуть у 6 реципиентов донорских легких (85,71%).

ВЫВОДЫ

Несмотря на совершенствование хирургической техники выполнения трансплантации легких, тактики послеоперационного ведения реципиентов, методик малоинвазивных эндоскопических вмешательств, сохраняется высокая частота рецидивов бронхиальных стенозов у реципиентов легких, что требует разработки новых подходов к эндоскопическому лечению данной группы пациентов.

Применение комбинированной методики восстановления просвета и профилактики рецидива стенозов с использованием тулиевого лазера, баллонной дилатации, криоабляции, а также стентирования у реципиентов легких показало свою эффективность при отсутствии значимых осложнений, таких как кровотечение, разрыв стенки бронха.

Случаи рецидива бронхиальных стенозов при применении комбинированной методики были обусловлены сужением просвета по проксимальному и дистальному краям нитинолового стента. При возникновении рецидива выполнялось повторное оперативное вмешательство с использованием тулиевого лазера, баллонной дилатации и криоабляции. Согласно ряду публикаций, снижения частоты рецидивов при стентировании возможно добиться, используя силиконовые стенты Дюмона [10–12]. Однако конструкционные особенности силиконовых стентов

(средняя толщина стенки стента, равная 1 мм; наличие на наружной поверхности выступов, предотвращающих миграцию) сужают просвет бронха, что препятствует использованию стентов Дюмона при выполнении стентирования долевых и сегментарных бронхов. Возможно, использование альтернативных материалов изготовления стентов (биodeградируемые материалы, использование технологии 3D-печати), а также стентов с лекарственным покрытием способно снизить частоту рецидивов при лечении бронхиальных стенозов [13–15].

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Santacruz JF, Mehta AC. Airway complications and management after lung transplantation: ischemia, dehiscence, and stenosis. *Proc Am Thorac Soc.* 2009; 6 (1): 79–93. doi: 10.1513/pats.200808-094GO.
2. Machuzak M, Santacruz JF, Gildea T, Murthy SC. Airway complications after lung transplantation. *Thorac Surg Clin.* 2015; 25 (1): 55–75. doi: 10.1016/j.thor-surg.2014.09.008.
3. Faccioli E, Dell'Amore A, Ferrigno P, Schiavon M, Mammana M, Terzi S, Rea F. Surgical management of post-transplant bronchial stenoses: a single-center experience. *Surg Today.* 2022 Mar; 52 (3): 449–457. doi: 10.1007/s00595-021-02360-z.
4. Mahajan AK, Folch E, Khandhar SJ, Channick CL, Santacruz JF, Mehta AC, Nathan SD. The diagnosis and management of airway complications following lung transplantation. *Chest.* 2017; 152 (3): 627–638. doi: 10.1016/j.chest.2017.02.021.
5. Пашков ИВ, Беков МТ, Гомье СВ. Бронхиальные осложнения после трансплантации легких. *Вестник трансплантологии и искусственных органов.* 2021; 23 (1): 140–149. Pashkov IV, Bekov MT, Gautier SV. Bronchial complications after lung transplantation. *Russian Journal of Transplantation and Artificial Organs.* 2021; 23 (1): 140–149. doi: 10.15825/1995-1191-2021-1-140-149.
6. Симонова МС, Русаков МА, Паршин ВД. Бронхиальные осложнения после трансплантации легких. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова.* 2021; 7: 77–83. Simonova MS, Rusakov MA, Parshin VD. Airway complications after lung transplantation. *Pirogov Russian Journal of Surgery Khirurgiya. Zurnal im. N.I. Pirogova.* 2021; 7: 77–83. doi: 10.17116/hirurgia202107177.
7. Беков МТ, Пашков ИВ, Латыпов РА, Олешкевич ДО, Смирнов КС, Якунин ЯС и др. Применение тулиевого лазера в интервенционной бронхоскопии у реципиентов легких. *Вестник трансплантологии и искусственных органов.* 2023; 25 (4): 41–45. Bekov MT, Pashkov IV, Latypov RA, Oleshkevich DO, Smirnov KS, Yakunin YaS et al. Thulium fiber laser use in interventional bronchoscopy in lung recipients. *Russian Journal of Transplantation and Artificial Organs.* 2023; 25 (4): 41–45. doi: 10.15825/1995-1191-2023-4-41-45.
8. Беков МТ, Пашков ИВ, Можейко НП, Латыпов РА, Олешкевич ДО, Смирнов КС и др. Использование криотехнологий в трансплантации легких и сердечно-легочного комплекса. *Вестник трансплантологии и искусственных органов.* 2023; 25 (3): 31–37. Bekov MT, Pashkov IV, Mozheiko NP, Latypov RA, Oleshkevich DO, Smirnov KS et al. Cryotechnology in lung and heart-lung transplantation. *Russian Journal of Transplantation and Artificial Organs.* 2023; 25 (3): 31–37. doi: 10.15825/1995-1191-2023-3-31-37.
9. Crespo MM, McCarthy DP, Hopkins PM, Clark SC, Buddev M, Bermudez CA et al. ISHLT Consensus Statement on adult and pediatric airway complications after lung transplantation: Definitions, grading system, and therapeutics. *J Heart Lung Transplant.* 2018; 37 (5): 548–563. doi: 10.1016/j.healun.2018.01.1309.
10. Гасанов АМ. Диагностическая и оперативная эндоскопия при трансплантации легких: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. М., 2023; 35. Gasanov AM. Diagnosticheskaya i operativnaya endoskopiya pri transplantacii legkih. [Dissertation]. М., 2023; 35.
11. Sundset A, Lund MB, Hansen G, Bjørtuft Ø, Kongerud J, Geiran OR. Airway complications after lung transplantation: long-term outcome of silicone stenting. *Respiration.* 2012; 83 (3): 245–252. doi: 10.1159/000334905.
12. Guibert N, Saka H, Dutau H. Airway stenting: Technological advancements and its role in interventional pulmonology. *Respirology.* 2020; 25 (9): 953–962. doi: 10.1111/resp.13801.
13. Van Pel R, Gan T, Klooster K, Daniels JM, Ruigrok D, Hellemons M, Slebos D. Lung Transplant Airway Complications Treated with Biodegradable Stents; A Multi-Center Experience. *J Heart Lung Transplant.* 2023; 42 (4): S531. doi: 10.1016/j.healun.2023.02.1453.
14. Беков МТ, Пашков ИВ, Смирнов КС, Якунин ЯС, Шилкин ДН, Чащин ИС и др. Изготовление стента с лекарственным покрытием эверолимусом из термопластического полиуретана и полилактида с применением технологии 3D-печати. *Вестник трансплантологии и искусственных органов.* 2024; 26 (1): 47–54. Bekov MT, Pashkov IV, Smirnov KS, Yakunin YaS, Shilkin DN, Chashchin IS et al. Fabrication of a 3D printed everolimus-eluting stent made of thermoplastic polyurethane and polylactide. *Russian Journal of Transplantation and Artificial Organs.* 2024; 26 (1): 47–54. doi: 10.15825/1995-1191-2024-1-47-54.
15. Zhu GH, Ng AH, Venkatraman SS, Boey FY, Wee AL, Trasti SL, Yee Lim LH. A novel bioabsorbable drug-eluting tracheal stent. *Laryngoscope.* 2011; 121 (10): 2234–2239. doi: 10.1002/lary.22175.

Статья поступила в редакцию 08.11.2024 г.

The article was submitted to the journal on 08.11.2024