

© Team of authors, 2023 / © Коллектив авторов, 2023

Use of implantation material based on polytetrafluoroethylene in reconstructive and plastic surgery of the larynx and trachea

E.A. Kirasirova¹, R.F. Mamedov¹, S.I. Tyutina¹, N.V. Lafutkina¹,
T.N. Sotnikova², R.A. Rezakov¹, E.A. Frolkina¹

¹FSHI The Sverzhevskiy Otorhinolaryngology Healthcare Research Institute, Department of Healthcare of Moscow, Moscow, Russia

²FSHI I.V. Davydovsky City Clinical Hospital No. 23, Department of Healthcare of Moscow, Moscow, Russia

Contacts: Ramis Firudunovich Mamedov – e-mail: 43lor@mail.ru

Использование имплантационного материала на основе политетрафторэтилена в реконструктивно-пластической хирургии гортани и трахеи

Е.А. Кирасирова¹, Р.Ф. Мамедов¹, С.И. Тютина¹, Н.В. Лафуткина¹,
Т.Н. Сотникова², Р.А. Резаков¹, Е.А. Фролкина¹

¹ГБУЗ Научно-исследовательский клинический институт оториноларингологии им. Л.И. Свержевского Департамента здравоохранения г. Москвы, Москва, Россия

²ГБУЗ «Городская клиническая больница №23 им. И.В. Давыдовского» Департамента здравоохранения Москвы, Москва, Россия

Контакты: Мамедов Рамис Фирудунович – e-mail: 43lor@mail.ru

聚四氟乙烯植入材料在喉气管重建整形外科中的应用

E.A. Kirasirova¹, R.F. Mamedov¹, S.I. Tyutina¹, N.V. Lafutkina¹,
T.N. Sotnikova², R.A. Rezakov¹, E.A. Frolkina¹

¹FSHI The Sverzhevskiy Otorhinolaryngology Healthcare Research Institute, Department of Healthcare of Moscow, Moscow, Russia

²FSHI I.V. Davydovsky City Clinical Hospital No. 23, Department of Healthcare of Moscow, Moscow, Russia

通讯作者: Ramis Firudunovich Mamedov – e-mail: 43lor@mail.ru

Doi: 10.25792/HN.2023.11.2.8-14

The use of implant materials is frequently required to restore the anterior-lateral parts of the larynx and trachea in order to build the airway wall scaffold in reconstructive plastic surgery of the larynx and trachea with extensive laryngotracheal defects. This is necessary for adequate ventilation of the airways, including for forced breathing and coughing. Peak intratracheal pressure can reach 300 mm Hg. during the glottic closure in certain situations. The implant must tolerate these values to prevent flotation and retraction of the laryngeal and tracheal walls and thus the development of airway stenosis.

Despite the progress in surgical technologies, the search for implant materials continues to be an urgent problem due to the disadvantages manifesting in the intra- and postoperative period when performing airway reconstruction with one or another implant. The article analyzes the effectiveness of treatment of patients with extended laryngotracheal obliteration of the lumen and extensive defects of the lateral and laryngeal walls of the larynx and trachea using a synthetic material based on polytetrafluoroethylene as an implant. The study included 10 patients with an age of 21-39 years and a disease duration of 1-5 years. At the outpatient stage, the necessary clinical, radiation, endoscopic, and functional diagnostic procedures were carried out, after which all patients underwent reconstructive plastic surgery using a polytetrafluoroethylene implant. After the discharge from the hospital, with dynamic outpatient postoperative follow-up, complications resistant to conservative therapy occurred, as a result of which the implant material was removed, followed by successful secondary healing of the surrounding tissues with the adequate fibrosis of the anterior-lateral walls of the larynx and trachea capable of performing a supporting function.

The study showed that the use of material based on polytetrafluoroethylene in reconstructive plastic surgery of the larynx and trachea is promising but requires further research due to the presence of complications that significantly affect the functional results of the operation and the quality of life of patients.

Key words: reconstructive plastic surgery, laryngotracheoplasty, polytetrafluoroethylene, implant, laryngeal-tracheal atresia

Conflicts of interest. The author have no conflicts of interest to declare.

Funding. There was no funding for this study

For citation: Kirasirova E.A., Mamedov R.F., Tyutina S.I., Lafutkina N.V., Sotnikova T.N., Rezakov R.A., Frolkina E.A. Use of implantation material based on polytetrafluoroethylene in reconstructive and plastic surgery of the larynx and trachea. *Head and neck. Russian Journal.* 2023;11(2):8-14

The authors are responsible for the originality of the data presented and the possibility of publishing illustrative material – tables, drawings, photographs of patients.

В реконструктивно-пластической хирургии гортани и трахеи при обширных ларинготрахеальных дефектах зачастую существует необходимость в использовании имплантационных материалов для восстановления переднебоковых отделов гортани и трахеи с целью выполнения каркасной функции стенок дыхательных путей. Это необходимо для адекватного вентилирования дыхательных путей, в т.ч. при форсированном дыхании и кашле. Пиковые показатели интратрахеального давления могут достигать 300 мм рт.ст. в момент смыкания голосовой щели в определенных ситуациях. Имплантат должен обеспечить преодоление этих показателей, чтобы предупредить флотирование и западение стенок гортани и трахеи и, соответственно, развитие стеноза дыхательных путей. Несмотря на прогресс хирургических технологий, поиск имплантационных материалов продолжает быть актуальной проблемой вследствие наличия недостатков в интра- и послеоперационном периодах при выполнении реконструкции дыхательных путей тем или иным имплантатом.

Цель исследования: анализ эффективности лечения пациентов с протяженной ларинготрахеальной облитерацией просвета и обширными дефектами переднебоковых стенок гортани и трахеи с использованием в качестве имплантата синтетического материала на основе политетрафторэтилена.

Материал и методы. В исследование были включены 10 пациентов с возрастным интервалом 21–39 лет и длительностью заболевания 1–5 лет. На амбулаторном этапе было проведено необходимое клинико-лучевое, эндоскопическое и функциональное обследование, после чего всем пациентам выполнена реконструктивно-пластическая операция с использованием имплантата из политетрафторэтилена.

Результаты. После выписки пациентов из стационара при динамическом амбулаторном послеоперационном наблюдении выявлен ряд осложнений, резистентных к консервативной терапии, вследствие чего имплантационный материал извлечен с последующим успешным заживлением окружающих тканей вторичным натяжением с адекватным фиброзированием переднебоковых стенок гортани и трахеи, способных выполнять опорную функцию.

Заключение. Исследование показало, что использование материала на основе политетрафторэтилена в реконструктивно-пластической хирургии гортани и трахеи перспективно, однако требует дальнейшего проведения исследования вследствие наличия осложнений, существенно влияющих на функциональные результаты операции и качество жизни пациентов.

Ключевые слова: реконструктивно-пластическая хирургия, ларинготрахеопластика, политетрафторэтилен, имплантат, гортанно-трахеальная атрезия

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Работа выполнена без спонсорской поддержки.

Для цитирования: Кирасирова Е.А., Мамедов Р.Ф., Тютин С.И., Лафуткина Н.В., Сотникова Т.Н., Резаков Р.А., Фролкина Е.А. Использование имплантационного материала на основе политетрафторэтилена в реконструктивно-пластической хирургии гортани и трахеи. *Head and Neck. Голова и шея. Российский журнал.* 2023;11(2):8–14

Авторы несут ответственность за оригинальность представленных данных и возможность публикации иллюстративного материала – таблиц, рисунков, фотографий пациентов

在喉气管广泛缺损的喉气管重建整形手术中，为了建立气道壁支架，经常需要使用植入材料来恢复喉气管的前侧部。这对于气道的充分通风是必要的，包括强迫呼吸和咳嗽。气管内最高压力可达300毫米汞柱。在某些情况下，在声门闭合期间。植入物必须耐受这些值，以防止喉部和气管壁的漂浮和缩回，从而防止气道狭窄的发展。

尽管外科技术取得了进步，但由于在用一种或另一种植入物进行气道重建的术中和术后阶段表现出的缺点，寻找植入物材料仍然是一个紧迫的问题。本文分析了以聚四氟乙烯为基础的合成材料作为植入物治疗喉气管管腔扩张性闭塞和喉侧壁和喉气管广泛缺损患者的有效性。该研究包括10名患者，年龄21–39岁，病程1–5年。在门诊阶段，进行了必要的临床、放射、内镜和功能诊断程序，之后所有患者都接受了使用聚四氟乙烯植入物的重建整形手术。出院后，通过动态门诊术后随访，出现了对保守治疗有抵抗力的并发症，因此移除了植入物材料，随后成功地对周围组织进行了二次愈合，喉部和气管的前外侧壁具有足够的纤维化，能够起到支撑作用。

研究表明，在喉和气管重建整形手术中使用聚四氟乙烯材料是有希望的，但由于存在严重影响手术功能结果和患者生活质量的并发症，需要进一步研究。

关键词: 重建整形外科，喉气管成形术，聚四氟乙烯，植入物，喉气管闭锁

利益冲突: 提交人没有利益冲突需要声明。

基金: 这项研究没有资金。

引用: Kirasirova E.A., Mamedov R.F., Tyutina S.I., Lafutkina N.V., Sotnikova T.N., Rezakov R.A., Frolkina E.A. Use of implantation material based on polytetrafluoroethylene in reconstructive and plastic surgery of the larynx and trachea. Head and neck. Russian Journal. 2023;11(2):8–14

作者负责所提供数据的独创性, 并有可能出版说明性材料——表格、图纸、患者照片

Введение

Хронический рубцовый стеноз гортани и трахеи – патологический процесс, при котором происходит замена анатомически нормальных компонентов стенок дыхательных путей грубоволокнистой соединительной тканью с сужением просвета вплоть до полной облитерации с дыхательной недостаточностью различной степени выраженности [1, 2].

Причины хронического рубцового стеноза гортани и трахеи разнообразны. Основной и наиболее распространенной причиной является продленная назо- и оротрахеальная интубация, экстренная и плановая трахеостомия, тяжелая сочетанная травма шеи, предшествующие оперативные вмешательства на гортани и трахее [3–7].

Пациенты с хроническим рубцовым стенозом гортани и трахеи составляют около 8% больных оториноларингологических стационаров [8], что имеет большое социальное и экономическое значение, т.к. большинство пациентов, которые получают оперативное и консервативное лечение по поводу ларинготрахеальных стенозов, это лица трудоспособного возраста. По данным литературы, до 25% пациентов остаются ограниченно трудоспособными и, как правило, хроническими канюленосителями после проведенного лечения вследствие таких патологических процессов в окружающих тканях, как хондромалиция, формирование грубоволокнистой фиброзной ткани с последующим образованием рубцов [9, 10]. Проблема повреждения верхних дыхательных путей с нарушением каркасной функции хрящевой ткани и несостоятельностью просвета гортани и трахеи, необходимого для адекватного вентилирования легких, приводит к нарушению жизненно-важных функций и требует индивидуального подхода к хирургическому лечению [11].

Цель исследования: определить эффективность использования синтетического материала на основе политетрафторэтилена в реконструктивно-пластической хирургии гортани и трахеи при протяженной ларинготрахеальной облитерации просвета.

Материал и методы

В отделе реконструктивной хирургии полых органов шеи института НИКИО им. Л.И. Свержевского находились под наблюдением 10 пациентов с диагнозом: хронический рубцовый стеноз гортани и шейного отдела трахеи, ларинготрахеальная атрезия, ларинготрахеостома. Возраст пациентов составлял 21–39 лет, длительность заболевания от 1 года до 5 лет. Всем пациентам на дооперационном этапе было произведено эндоскопическое исследование гортани и трахеи, компьютерная томография гортани и трахеи с последующей трехмерной реконструкцией для оценки степени и протяженности стеноза дыхательных путей. С помощью мультиспиральной компьютерной томографии гортани и шейного отдела трахеи визуализировали границы разрастания соединительной ткани с облитерацией просвета дыхательных путей с определением протяженности стенозированного участка. Проводили микробиологическое исследование отделяемого из области ларинготрахеостомического дефекта

и цитологическое исследование мазков-отпечатков для оценки наличия персистирующей инфекции и воспалительного процесса в области трахеостомы.

С целью реконструкции переднебоковых отделов шейного отдела трахеи использовался синтетический материал на основе политетрафторэтилена. Политетрафторэтилен – полимер на основе тетрафторэтилена, обладающий такими свойствами, как тепло- и морозостойкость, гибкость и эластичность при температурах от -70 до +270 °С, обладающий прекрасными изоляционными свойствами, очень низким поверхностным натяжением и адгезией. Политетрафторэтилен не разрушается под влиянием щелочей, кислот (в т.ч. смеси азотной и соляной кислот), не вступает в реакцию с пищей, водой и бытовыми химическими средствами. При попадании в организм политетрафторэтилен безвреден. Имплантаты из политетрафторэтилена состоят из пористой структуры, обеспечивающей прорастание имплантата местными тканями с неоваскуляризацией. Средний размер микропор составляет 100–250 мкм [12, 13]. Материал широко апробирован и активно используется в таких сферах хирургии, как офтальмология, челюстно-лицевая хирургия, герниология, сердечно-сосудистая хирургия [14–16]. Известны клинические исследования при замещении политетрафторэтиленом участка хряща ушной раковины у кроликов. Срок наблюдения составлял 3 месяца. При гистологическом исследовании обнаружено образование тонкой соединительнотканной капсулы вокруг имплантационного материала с неоваскуляризацией. Воспалительной инфильтрации обнаружено не было. Имеется информация о положительном заключении со стороны токсико-гигиенических и санитарно-химических испытаний от Всероссийского научно-исследовательского и испытательного института медицинской техники согласно требованиям ГОСТ Р ИСО 10993 «Оценка биологического действия медицинских изделий», что позволяет использовать политетрафторэтилен в реконструктивно-пластической хирургии гортани и трахеи [17–20].

После проведенного дообследования на амбулаторном этапе 10 пациентам была проведена ларинготрахеопластика с использованием имплантационного материала на основе политетрафторэтилена. Размеры ларинготрахеального дефекта составляли от 3 до 7 см. Имплантат состоял из фрагментов в виде полукольца согласно анатомическим особенностям трахеи высотой 4 мм, толщиной 2 мм и радиусом 20 мм, перфорированных по всему периметру сквозными отверстиями 1,5 мм (рис. 1).

При распространенной ларинготрахеальной облитерации просвета после удаления рубцовой ткани, как правило, наблюдался дефицит жизнеспособных тканей, выполняющий опорную функцию вследствие деструкции хрящевых элементов и рубцовых изменений слизистой оболочки. Производили разрез по краю ларинготрахеостомического дефекта с иссечением рубцовой ткани в просвете гортани и трахеи, отсепаровкой краев внутреннего кожного лоскута с последующим формированием внутренней выстилки передней стенки трахеи. Образованную стенку укрепляли материалом из политетрафторэтилена, предварительно помещенного в раствор с антибиотиком. Производили моделирование имплантата необходимой формы, в сформир-



Рис. 1. Имплантационный материал из политетрафторэтилена
Два изогнутых полукольца высотой 4 мм, толщиной 2 мм и радиусом 20 мм, перфорированных по всему периметру сквозными отверстиями 1,5 мм.

Fig. 1. Polytetrafluoroethylene implant material
Two curved half-rings 4 mm high, 2 mm thick and 20 mm radius, perforated all around with 1.5 mm through holes.

рованные паратрахеально мышечно-фасциальные карманы имплантировали пористый политетрафторэтилен, перфорированный по всему периметру. Материал прошивали викрилом 3.0 для надежной фиксации к окружающим тканям и послойно укрывали мышцами, фасцией, подкожно-жировой клетчаткой и кожей (рис. 2). Протезирование просвета сразу после операции осуществляли с помощью эластического тампона, состоявшего из поролона и резинового пальца, который удаляли на 2–3-и сутки после оперативного лечения. Протезирование обеспечивало нормальное питание в раннем послеоперационном периоде и предотвращало аспирацию пищи и жидкости в дыхательные пути. Дальнейшее протезирование сформированного гортанно-трахеального комплекса осуществляли с помощью Т-образной трахеостомической силиконовой трубки диаметром 13 и 11 мм с ежедневной ее сменой для профилактики инфицирования дыхательных путей и развития воспалительного процесса в послеоперационной области.

Пациентов выписывали из стационара на 5–7-й день с момента операции. Все пациенты находились на амбулаторном наблюдении с периодичностью 2 раза в неделю – 14 дней, 1 раз в неделю – 21 день, 2 раза в месяц – 8 месяцев. На амбулаторном этапе проводился эндоскопический контроль состояния просвета гортани и трахеи с непосредственной визуализацией послеоперационной области и краев трахеостомы с последующим видеодокументированием. Проводился забор раневого отделяемого на флору и чувствительность к антибактериальной терапии, компьютерная томография гортани и трахеи спустя 8 месяцев после имплантации материала.

Результаты

В раннем послеоперационном периоде в течение 3 месяцев у 6 пациентов из 10 наблюдалась выраженная воспалительная реакция в виде разрастания грануляционной ткани по краю трахеостомического дефекта, массивного фиброза окружающих тканей с образованием полости с жидкостным содержимым мут-

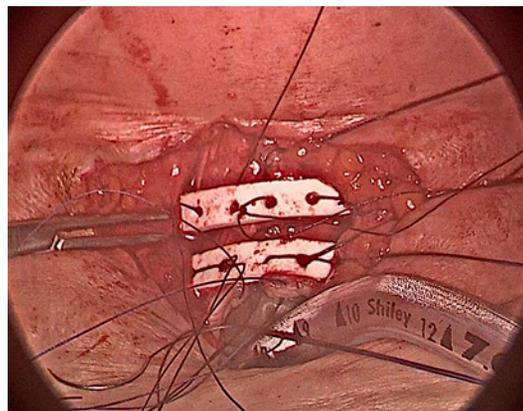
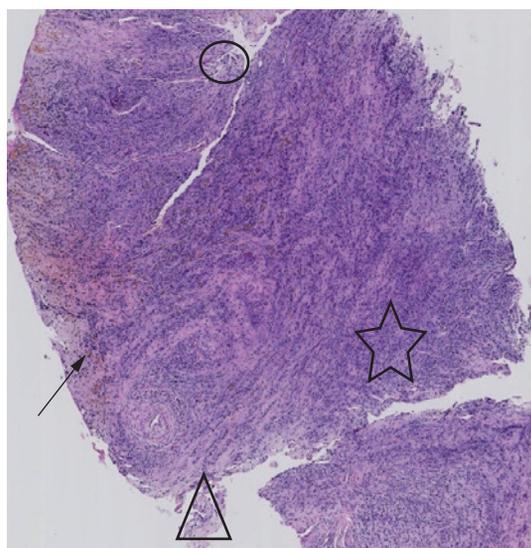


Рис. 2. Имплантация пористого политетрафторэтилена в сформированные паратрахеально мышечно-фасциальные карманы, с укреплением переднебоковых стенок трахеи и фиксацией к окружающим тканям нитями vicryl 3.0

Fig. 2. Implantation of porous polytetrafluoroethylene into the formed paratracheal muscular-fascial pockets with reinforcement of the anterolateral tracheal walls and fixation to the surrounding tissues with vicryl 3.0 sutures

ного цвета. Наблюдалась миграция имплантационного материала с постепенным его отторжением. Проводился забор мазков раневого отделяемого на флору и чувствительность к антибактериальной терапии. Получен обильный рост *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Haemophilus influenzae* до 10×6 КОЕ. По результатам цитологии мазков-отпечатков из области трахеостомы наблюдалась массивная лимфолейкоцитарная инфильтрация, обильная макрофагально-клеточная реакция подлежащей стромы. При появлении признаков воспалительной реакции и бактериальной инфекции была назначена эмпирическая антибактериальная терапия, которая была в последующем скорректирована согласно чувствительности флоры к антибиотикам. Также назначена системная и местная противовоспалительная терапия. Лечение проведено со слабopоложительным эффектом, в результате чего на амбулаторном этапе 4 пациентам через 3 месяца имплантационный материал удален с последующей отправкой на гистологическое исследование.

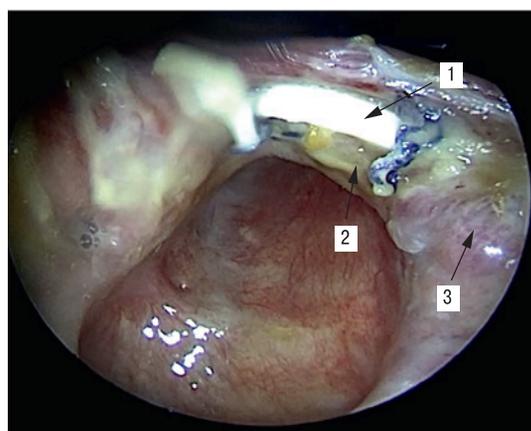
У 3 пациентов в течение первых 4 месяцев мы наблюдали удовлетворительные результаты. Отмечалось разрастание грануляционной ткани по краю ларинготрахеостомы. Грануляционная ткань была механически удалена, область ее разрастания туширована 40% раствором нитрата серебра с успешным заживлением тканей. Через 4 месяца появились признаки вялотекущей воспалительной реакции в виде образования полости и отделяемого гнойного характера. Полость была санирована, назначена соответствующая антибактериальная и противовоспалительная терапия с кратковременным положительным эффектом. При проведении следующего этапа операции с ушиванием трахеостомического дефекта на 2/3 имплантационный материал с участком окружающих тканей удален и отправлен на гистологическое исследование. Результаты гистологического исследования показали признаки персистирующей воспалительной реакции в порах импланта, отсутствие его прорастания местными тканями. При гистологическом исследовании фрагмента ткани, окружающей имплантат, обнаружен субтотальный септический некроз, игольчатые кристаллические структуры и скопления



- ☆ – Субтотальный септический некроз / subtotal septic necrosis
- ➔ – Гемолизированные эритроциты / hemolyzed erythrocytes
- – Воспалительная инфильтрация / inflammatory infiltration
- △ – Бактериально-грибковая флора / bacterial and fungal flora

Рис. 3. Микроскопия фрагмента ткани, прилежащей к имплантированному политетрафторэтилену

Fig. 3. Microscopy of the tissue fragment adjacent to the implanted polytetrafluoroethylene



- 1 – Миграция имплантационного материала наружу / Outward migration of the implant material
- 2 – Гнойное отделяемое в послеоперационной области / Purulent discharge in the postoperative area
- 3 – Гиперемия и выраженный отек окружающих тканей / Hyperemia and pronounced edema of the surrounding tissues

Рис. 4. Эндоскопическая картина при ретроградном осмотре через трахеостому

Признаки воспалительной реакции в виде гиперемии, отека, гнойного отделяемого в послеоперационной области и миграция имплантационного материала наружу.

Fig. 4. Endoscopic picture during retrograde examination through the tracheostomy

Signs of inflammatory reaction in the form of hyperemia, edema, purulent discharge in the postoperative area and outward migration of the implant material.

смешанной бактериально-грибковой флоры (рис. 3, 4). По краю исследованного фрагмента ткани выявлена обильная инфильтрация палочкоядерными и сегментоядерными нейтрофильными гранулоцитами с примесью лимфоцитов и плазмочитов.

После удаления имплантационного материала произошло успешное заживление и хорошее фиброзирование стенок гортани и трахеи с эпителизацией раневой поверхности, выполняющих опорную функцию и функцию поддержания адекватного просвета дыхательных путей.

В настоящий момент под наблюдением находится 1 пациент по-прежнему с имплантированным политетрафторэтиленом в область передней стенки трахеи. Период наблюдения составляет 8 месяцев, признаков воспалительной реакции и отторжения материала не наблюдается, отмечается разрастание грануляционной ткани, несуживающей просвет дыхательных путей. Производится обработка и туширование грануляционной ткани раствором 40% нитрата серебра с периодичностью 1 раз в месяц, с положительным эффектом. Удовлетворительные результаты ларинготрахеопластики с использованием политетрафторэтилена у этого пациента, вероятно, связаны с наименьшим по протяженности ларинготрахеальным дефектом и, соответственно, меньшим по площади и размерам имплантированным материалом.

Заключение

Использование искусственных имплантационных материалов в реконструктивно-пластической хирургии гортани и трахеи перспективно, но требует дальнейшего продолжения исследований.

При протяженной ларинготрахеальной облитерации просвета с обширным дефектом переднебоковых стенок гортани и трахеи использование синтетического материала на основе политетрафторэтилена имеет существенные недостатки, которые могут привести к серьезным осложнениям, неэффективности консервативной терапии, выраженному снижению качества жизни пациентов.

По данным гистологического исследования, прорастания имплантационного материала местными тканями не происходит, в порах имплантата происходит активное персистирование бактериальной инфекции с лимфолейкоцитарной и макрофагальной-клеточной инфильтрацией, что демонстрирует непригодность материала к использованию в реконструктивно-пластической хирургии гортани и трахеи при протяженной ларинготрахеальной облитерации просвета.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Паршин В.Д., Порханов В.А., Печетов А.А. и др. Клинические рекомендации по хирургическому лечению больных приобретенным рубцовым стенозом трахеи. Ассоциация торакальных хирургов России, V Международный конгресс «Актуальные направления современной кардиоторакальной хирургии» СПб, 2015. [Parshin V.D., Porhanov V.A., Pechetov A.A., et al. Clinical guidelines for surgical treatment of patients with acquired cicatricial tracheal stenosis. Association of Thoracic Surgeons of Russia, V International Congress "Current Trends in Modern Cardiothoracic Surgery". SPb, 2015 (In Russ.).]
2. Есаков Ю.С., Дубова Е.А., Жестков К.Г., Шеголев А.И. Морфологические изменения при постинтубационном стенозе трахеи. Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. 2010;(2):60–63. [Esakov Yu.S., Dubova E.A., Zhestkov K.G., Shegolev A.I. Morphological changes in postintubation tracheal stenosis. Surgery. Journal of N.I. Pirogov. 2010;(2):60–63.]

- K.G., Shchegolev A.I. Morphological changes in postintubation tracheal stenosis. *Khirurgiya*. 2010;(2):60–63 (In Russ).].
3. Lorenz R.R. Adult laryngotracheal stenosis: etiology and surgical management. *Curr. Opin. Otolaryngol. Head Neck Surg*. 2003;11(6):467–72. <https://doi.org/10.1097/00020840-200312000-00011>.
 4. Горбунов В.А. Ятрогенные осложнения при интубации трахеи и трахеостомии. *Военно-медицинский журнал*. 1999;3:32–34. [Gorbunov V.A. Iatrogenic complications of tracheal intubation and tracheostomy. *Военно-мед. Ж*. 1999;3:32–34 (In Russ)].
 5. Хасанов У.С. Этиология и патогенез постинтубационных рубцовых стенозов гортани и трахеи. *Вестник оториноларингологии*. 2005;4:56–8. [Hasanov U.S. Etiology and pathogenesis of postintubation cicatricial stenosis of the larynx and trachea. *Vestnik Otorinolaringol.* 2005;4:56–58 (In Russ)].
 6. Кубышкин С.И., Горбунов В.А., Пышный Д.В. Патогенетическое лечение хондропериходрита гортани и трахеи. *Вестн. Рос. Воен.-мед. акад. Прил.* 2010;3(Ч. 1):49–50. [Kubyshekin S.I., Gorbunov V.A., Pyshnyy D.V. Pathogenetic treatment of laryngeal and tracheal chondritis and perichondritis. *Vestn. Ros. Voen.-med. Akad. Pril.* 2010;3(Ch. 1):49–50 (In Russ)].
 7. Реульский С.С., Ключихин А.Л., Виноградов В.В. Особенности раневого процесса при реконструктивных операциях на гортани и трахее. *Российская оториноларингология*. 2011;3:128. [Reshul'skij S.S., Klochihin A.L., Vinogradov V.V. Peculiarities of the wound in reconstructive operations on the larynx and trachea. *Russian Otorhinolaryngology*. 2011;3:128 (In Russ)].
 8. Трубушкина Е.М., Гюсан С.А. Диагностика и лечение больных с постреанимационными стенозами гортани и трахеи. *Материалы 18-го съезда оториноларингологов России*. СПб., 2011. С. 400–403. [Trubushkina E.M., Gysan S.A. Diagnostics and treatment of patients with postresuscitation stenoses of the larynx and trachea. *Materials of the 18th Congress of Otorhinolaryngologists of Russia*. SPb., 2011. P. 400–403 (In Russ)].
 9. Селезнева Л.В. Современный взгляд на проблему пластики ларинготрахеального дефекта у больных с сочетанными стенозами гортани. *Вестник оториноларингологии*. 2017;82(1):73–77. <https://doi.org/10.17116/otorino201782173-77>. [Selezneva L.V. Current view of the problem of laryngotracheal defect plasty in patients with combined laryngeal stenoses. *Bulletin of Otorhinolaryngology*. 2017;82(1):73–77 (In Russ)].
 10. Курганский И.С., Махутов В.Н., Лепехова С.А. Способы лечения и профилактики рубцовых стенозов трахеи. *Вестник оториноларингологии*. 2016;81(1):66–71. <https://doi.org/10.17116/otorino201681166-71>. [Kurgansky I.S., Makhutov V.N., Lepekhova S.A. Treatment and prevention of cicatricial stenosis of the trachea. *Bulletin of Otorhinolaryngology* 2016;81(1):66–71 (In Russ)].
 11. Кирасирова Е.А., Лафуткина Н.В., Мамедов Р.Ф. и др. Использование аллогенного хряща в реконструктивной хирургии стеноза гортани и трахеи. *Российская оториноларингология*. 2021;20(3):33–38. <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2021-3-33-38>. [Kirasirova E.A., Lafutkina N.V., Mamedov R.F., et al. Use of allogenic cartilage in reconstructive surgery of laryngeal and tracheal stenosis. *Russian Otorhinolaryngology*. 2021;20(3):33–38].
 12. Трезубов В.Н., Галчпин И.А., Зайцева М.Ю. Экспериментальное обоснование остеointеграции синтетического материала политетрафторэтилена, имплантируемого в кость. *Травматология и ортопедия России*. 2010;1:165–68. [Trezubov V.N., Galchpin I.A., Zajceva M.YU. Experimental substantiation of osseointegration of synthetic polytetrafluoroethylene material implanted into the bone. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2010;1:165–68 (In Russ)].
 13. Тюкин Ю.В. Использование пористого политетрафторэтилена для замещения костных дефектов околоносовых пазух. *Российская оториноларингология* 2013;1(62):204–07. [Tyukin Yu.V. Use of porous polytetrafluoroethylene to replace bone defects of the paranasal sinuses. *Russian Otorhinolaryngology*. 2013;1(62):204–07].
 14. Patel K., Brandstetter K. Solid Implants in Facial Plastic Surgery: Potential Complications and How to Prevent Them. *Facial. Plast. Surg*. 2016;32(5):520–31. <https://doi.org/10.1055/s-0036-1586497>.
 15. Hakime A., Khoury E., Hameg A., et al. Polytetrafluoroethylene-covered nitinol stent graft for treatment of carotid artery blowout syndrome in head and neck cancer patients. *Laryngoscope*. 2013;123(7):1670–5. <https://doi.org/10.1002/lary.24006>.
 16. Miao B., Lu Y., Pan X., Liu D. Carotid artery resection and reconstruction with expanded polytetrafluoroethylene for head and neck cancer. *Laryngoscope*. 2008;118(12):2135–8. <https://doi.org/10.1097/MLG.0b013e318182a50e>.
 17. Дайхес Н.А., Реульский С.С., Виноградов В.В. и др. Новые возможности хирургического лечения хронических стенозов гортани и шейного отдела трахеи. *Вестник РГМУ* 2015;1:57–9. [Dajhes N.A., Reshul'skij S.S., Vinogradov V.V., et al. New surgical treatment options for chronic stenosis of the larynx and cervical trachea. *Vestnik RGMU*. 2015;1:57–9].
 18. Инкина А.В. Клинико-экспериментальное обоснование применения биопластического материала «Экофлон» в реконструктивной хирургии гортани и трахеи. *Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н.И. Пирогова*. 2020;4:34–38. <https://doi.org/10.25881/BPNMSC.2020.43.70.007>. [Inkina A.V. Clinical and experimental substantiation of the use of bioplastic material “Ecoflon” in reconstructive surgery of the larynx and trachea. *Bulletin of the National Medical and Surgical Center named after N.I. Pirogov*. 2020;4:34–38 (In Russ)].
 19. Реульский С.С., Ключихин А.Л., Виноградов В.В. Пластика гортани и трахеи при стенозах. *Сборник материалов Национального конгресса «Пластическая хирургия»*. М., 2011. с. 95. [Reshul'skij SS, Klochihin AL, Vinogradov VV. Plastic surgery of the larynx and trachea in stenosis. *Materials of the National Congress “Plastic Surgery”*. М.; 2011. p. 95 (In Russ)].
 20. Ściński W., Lisowska G., Namysłowski G., et al. Reconstruction of Ovine Trachea with a Biomimetic Composite Biomaterial. *Biomed. Res. Int*. 2018;2018:2610637. <https://doi.org/10.1155/2018/2610637>.
- Поступила 23.11.2021
Получены положительные рецензии 20.02.23
Принята в печать 25.02.23
Received 23.11.21
Positive reviews received 20.08.22
Accepted 25.02.23
- Вклад авторов:** Е.А. Кирасирова – научное руководство, редактирование текста рукописи, выполнение хирургических вмешательств. Р.Ф. Мамедов – выполнение хирургических вмешательств, дизайн исследования. С.И. Тютина – написание текста рукописи, сбор данных, отбор пациентов. Н.В. Лафуткина – выполнение хирургических вмешательств, редактирование текста рукописи. Т.Н. Сотникова – гистологическое исследование полученного материала. Р.А. Резаков – дизайн исследования. Е.А. Фролкина – обзор публикаций по теме статьи.
- Authors' contribution:** E.A. Kirasirova – scientific guidance, editing the manuscript text, performing surgical interventions. R.F. Mamedov – surgical interventions, study design. S.I. Tyutina – writing the manuscript, data collection, patient selection. N.V. Lafutkina – surgical interventions, editing the manuscript. T.N. Sotnikova – pathological examination of the obtained material. R.A. Rezakov – study design. E.A. Frolkina – review of publications on the topic of the article.
- Информация об авторах:**
Кирасирова Елена Анатольевна – д.м.н., врач высшей квалификационной категории, заведующая научно-исследовательским отделом реконструктивной хирургии полых органов шеи НИКИО, ГБУЗ НИКИО им. Л.И. Свержевского ДЗМ. Адрес: 117152 Москва, Загородное шоссе, д. 18А, стр. 2; e-mail: 43lor@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4795-4445>.

Мамедов Рамис Фирудунович – к.м.н., врач высшей квалификационной категории, старший научный сотрудник научно-исследовательского отдела реконструктивной хирургии полых органов шеи НИКИО, ГБУЗ НИКИО им. Л.И. Свержевского ДЗМ. Адрес: 117152 Москва, Загородное шоссе, д. 18А, стр. 2; e-mail: 43lor@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4309-7482>.

Тютина Светлана Игоревна – аспирант научно-исследовательского отдела реконструктивной хирургии полых органов шеи НИКИО, ГБУЗ НИКИО им. Л.И. Свержевского ДЗМ. Адрес: 117152 Москва, Загородное шоссе, д. 18А, стр. 2; e-mail: lana.tyutina@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2270-7483>.

Лафуткина Надежда Васильевна – к.м.н., врач высшей квалификационной категории, старший научный сотрудник научно-исследовательского отдела реконструктивной хирургии полых органов шеи НИКИО, ГБУЗ НИКИО им. Л.И. Свержевского ДЗМ. Адрес: 117152 Москва, Загородное шоссе, д. 18А, стр. 2; e-mail: 43lor@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2919-2304>.

Сотникова Татьяна Николаевна – заведующая патологоанатомическим отделением ГКБ им. И.В. Давыдовского, врач-патологоанатом ГБУЗ «Городская клиническая больница №23 им. И.В. Давыдовского» ДЗМ. Адрес: 109240 Москва, Яузская ул. 11 стр. 1; e-mail: docsotnikova@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6482-1110>.

Резаков Руслан Анатольевич – к.м.н., научный сотрудник научно-исследовательского отдела реконструктивной хирургии полых органов шеи НИКИО, врач высшей квалификационной категории, ГБУЗ НИКИО им. Л.И. Свержевского ДЗМ. Адрес: 117152 Москва, Загородное шоссе, д. 18А, стр. 2; e-mail: 43lor@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2161-9534>.

Фролкина Екатерина Алексеевна – аспирант научно-исследовательского отдела реконструктивной хирургии полых органов шеи НИКИО, ГБУЗ НИКИО им. Л.И. Свержевского ДЗМ. Адрес: 117152 Москва, Загородное шоссе, д. 18А, стр. 2; e-mail: 43lor@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9043-4205>.

Information about the authors:

Elena Anatolievna Kirasirova – Doctor of Medical Sciences, Doctor of the Highest Qualification Category, Head of the Research Department of Reconstructive Surgery

of Hollow Neck Organs, FSHI The Sverzhevskiy Otorhinolaryngology Healthcare Research Institute. Address: 117152 Moscow, 18A Zagorodnoe Shosse, bldg. 2; e-mail: 43lor@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4795-4445>.

Ramis Firudunovich Mamedov – Candidate of Medical Sciences, Doctor of the Highest Qualification Category, Senior Researcher, Research Department of Reconstructive Surgery of Hollow Neck Organs, FSHI The Sverzhevskiy Otorhinolaryngology Healthcare Research Institute. Address: 117152 Moscow, 18A Zagorodnoe Shosse bldg. 2; e-mail: 43lor@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4309-7482>.

Svetlana Igorevna Tyutina – Postgraduate Student of the Research Department of Reconstructive Surgery of Hollow Neck Organs, FSHI The Sverzhevskiy Otorhinolaryngology Healthcare Research Institute. Address: 117152 Moscow, 18A Zagorodnoe Shosse bldg. 2; e-mail: lana.tyutina@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2270-7483>.

Nadezhda Vasilyevna Lafutkina – Candidate of Medical Sciences, Doctor of the Highest Qualification Category, Senior Researcher, Research Department of Reconstructive Surgery of Hollow Neck Organs, FSHI The Sverzhevskiy Otorhinolaryngology Healthcare Research Institute. Address: 117152 Moscow, 18A Zagorodnoe Shosse bldg. 2; e-mail: 43lor@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2919-2304>.

Tatiana Nikolaevna Sotnikova – Pathologist, Head of the Department of Pathology at the I.V. Davydovsky City Clinical Hospital No. 23. Address: 109240 Moscow, 11 Yauzskaya street, bldg. 1; e-mail: docsotnikova@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6482-1110>.

Ruslan Anatolievich Rezakov – Candidate of Medical Sciences, Doctor of the Highest Qualification Category, Researcher, Research Department of Reconstructive Surgery of Hollow Neck Organs, FSHI The Sverzhevskiy Otorhinolaryngology Healthcare Research Institute. Address: 117152 Moscow, 18A Zagorodnoe Shosse bldg. 2; e-mail: 43lor@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2161-9534>.

Ekaterina Alekseevna Frolkina – Postgraduate Student of the Research Department of Reconstructive Surgery of Hollow Neck Organs, FSHI The Sverzhevskiy Otorhinolaryngology Healthcare Research Institute. Address: 117152 Moscow, 18A Zagorodnoe Shosse bldg. 2; e-mail: 43lor@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9043-4205>.