

Е.Б. Топольницкий^{1,2}, Е.В. Семичев³, Н.А. Шефер^{1,2}, Г.Ц. Дамбаев¹

ПРИМЕНЕНИЕ СЕТЧАТОГО НИКЕЛИД-ТИТАНОВОГО ИМПЛАНТАТА И СВОБОДНОГО РЕВАСКУЛЯРИЗИРУЕМОГО АУТОТРАНСПЛАНТАТА ПРИ ЗАМЕЩЕНИИ ОКОНЧАТОГО ДЕФЕКТА ТРАХЕИ (ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)

¹ ГБОУ ВПО «Сибирский государственный медицинский университет» Минздравсоцразвития РФ (Томск)² ОГБУЗ «Томская областная клиническая больница» (Томск)³ Центральная научно-исследовательская лаборатория (Томск)

Предложен способ замещения окончатых дефектов трахеи свободным реваскуляризируемым аутоотрансплантатом, предварительно армированным сетчатым никелид-титановым имплантатом. Способ апробирован на 8 беспородных собаках, которым моделировали пострезекционный дефект или предварительно формировали трахеостому. В качестве аутоотрансплантата у экспериментальных животных выбран свободный кожно-фасциальный паховый лоскут. Эффективность способа оценивалась клинически, рентгенологическим, визуальным осмотром области вмешательства и гистологическими методами контроля. Показано, что способ позволяет устранять окончатые дефекты трахеи хорошо кровоснабжаемым аутоотрансплантатом с минимальным анатомо-функциональным или косметическим ущербом для донорской зоны, упростить и сократить продолжительность операции.

Ключевые слова: реконструкция трахеи, свободный лоскут, никелид титана

USE OF TITANIUM NIKELIDE IMPLANT AND FREE REVASCULARIZED FLAP FOR RECONSTRUCTION OF FENESTRATED TRACHEAL DEFECT (EXPERIMENTAL INVESTIGATION)

Е.Б. Topolnitskiy^{1,2}, Е.В. Semichev³, N.A. Shefer^{1,2}, G.Ts. Dambayev¹¹ Siberian State Medical University, Tomsk² Tomsk Regional Clinical Hospital, Tomsk³ Central Research Laboratory, Tomsk

Reconstruction of fenestrated tracheal defect using free revascularized flap combined with titanium nikelide implant has been developed. The experimental study was performed on 8 mongrels, on which defect or tracheostomy was created. The tracheal defect reconstruction was completed using free fasciocutaneous inguinal flap. Efficacy of the method was tested using clinical, radiological, macro- and microscopic examination. It is ascertained, that the technique permits to reconstruct fenestrated tracheal defect with minimal injury of donor zone, to simplify and shorten the operation.

Key words: tracheal reconstruction, free flap, titanium nikelide

ВВЕДЕНИЕ

Окончатые дефекты шейного отдела трахеи образуются после трахеостомии или резекции части стенки трахеи. Устранение таких дефектов зачастую является завершающим этапом реконструктивно-пластических операций на трахее, сопряжено с большими техническими трудностями, возможностью рестеноза и доступно иногда только в условиях крупных специализированных центров [2, 4, 9, 12, 13].

Для замещения окончатых дефектов шейного отдела трахеи используются кожно-мышечные, трехслойные кожно-мышечно-кожные аутолоскуты, сформированные из разных областей шеи или перемещенные на питающей ножке с верхней половины грудной клетки [4, 8]. Однако отсутствие на шее и верхней половине грудной клетки пригодных для пластического замещения мягких тканей не позволяет использовать аутоотрансплантаты, взятые из этих анатомических областей.

В то же время из-за особенностей строения для пластики дефектов стенок трахеи требуются не только мягкие, но и опорные ткани. В качестве

каркасной структуры для аутоотрансплантата при замещении обширных окончатых дефектов трахеи предлагались различные имплантаты: сетки из медицинской стали, тантала, титана, серебра, полипропилена, марлекса, политетрафторэтилена и др. [1, 2, 5, 7, 8, 12]. Недостатками этих способов являются низкая биохимическая и биомеханическая совместимость имплантатов. Вследствие этого после врастания и созревания соединительной ткани они становятся ригидными, деформируются, способствуют избыточному росту соединительной ткани, что может привести к рестенозу дыхательных путей. Эти имплантаты не устойчивы к инфекции, вызывают пролежни прилежащих сосудов и аррозивное кровотечение.

Существуют методики устранения дефектов трахеи с помощью сложных кожно-костных, кожно-мышечно-костных, кожно-хрящевых аутоотрансплантатов, в том числе предварительно подготовленных путем имплантации ауто- или аллоткани (хряща реберной дуги, ушной раковины, носовой перегородки и т.д.) [4, 6, 9, 10]. Недостатками способов являются высокая травматичность,

связанная с забором опорных аутоклет (кость, хрящ), вероятность резорбции костного или хрящевого опорного компонента и потеря каркасных свойств трансплантата в отдаленном периоде, что может привести к рестенозу трахеи, либо пролабированию лоскута в просвет дыхательных путей. Способам с предварительной имплантацией хряща или кости присущи многоэтапность и продолжительность лечения, что снижает качество жизни данной категории больных. Кроме того, при использовании собственного хряща реберной дуги, ушной раковины или носовой перегородки возникают анатомо-функциональный и косметический дефекты в донорской зоне, пластическое восстановление их также может быть необходимо.

Появление микрохирургических технологий и накопленный опыт аутоотрансплантации реваскуляризуемых комплексов тканей позволили замещать самые разнообразные дефекты анатомических структур человеческого тела, в том числе обширные дефекты трахеи. К настоящему времени разработаны и применены в клинике способы устранения дефектов трахеи на основе микрохирургических реваскуляризуемых кожно-костных, армированных или префабрикованных кожно-фасциальных и кожно-мышечных аутоотрансплантатов [4, 11, 12, 13]. Появление биоадаптированных материалов на основе никелида титана и их успешное применение в различных областях медицины открыли новые возможности в реконструктивной хирургии трахеи.

Целью настоящего исследования была оценка эффективности применения сетчатого никелид-титанового имплантата в качестве армирующей структуры свободного реваскуляризуемого аутоотрансплантата при замещении окончательного дефекта трахеи.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследование одобрено локальным этическим комитетом СибГМУ и выполнено на 8 беспородных короткошерстных собаках обоего пола массой тела 10–16 кг. Эксперименты на животных выполнены на базе сектора экспериментальной хирургии и физиологии Центральной научно-исследовательской лаборатории СибГМУ (заведующий — д.м.н., профессор А.Н. Байков). В работе руководствовались этическими принципами, изложенными в «Европейской конвенции по защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и других научных целей» и «Правилами проведения работ с использованием экспериментальных животных» (приказ № 755 от 12.08.1977 МЗ СССР). Все манипуляции и выведение животных из опытов проводили под общей анестезией. Применяемые сетчатые имплантаты из никелида титана разработаны и изготовлены в НИИ медицинских материалов и имплантатов с памятью формы (Томск) (директор — д.т.н., профессор В.Э. Гюнтер).

Подготовка к операции, анестезиологическое обеспечение и ведение послеоперационного пе-

риода у всех животных были одинаковыми. Под внутривенным пропофоловым наркозом с управляемым дыханием выполняли цервикотомию и резекцию переднебоковой стенки шейного отдела трахеи на протяжении пяти хрящевых полуколец. Дефект трахеи устраняли комбинированным аутоотрансплантатом. Животные были разделены на две группы: в первой серии опытов ($n = 5$) дефект трахеи замещали сразу, а во второй ($n = 3$) — формировали стойкую трахеостому и устраняли ее пластически через 3 месяца. В качестве комбинированного аутоотрансплантата использовали свободный паховый кожно-фасциальный лоскут, к которому для придания каркасности фиксировали сетчатый имплантат. Перед «подъемом» лоскута переднюю брюшную стенку у экспериментальных животных обмывали водой с мылом, удаляли шерсть, обрабатывали трижды раствором «Септоцид Р». Забор пахового аутолоскута производился по стандартной методике F. Finseth (1976). Имплантат представлял собой тонкопрофильную ткань с размерами ячейки 200–500 мкм, сплетенную по текстильной технологии из сверхэластичной никелид-титановой нити толщиной 60 мкм (патент РФ № 2257230). Нить изготовлена из композиционного материала, включающего сердцевину из наноструктурного монолитного никелида титана и пористый поверхностный слой оксида титана. Присутствие монолитного никелида титана внутри оксидной оболочки значительно улучшает прочностные свойства материала, а пористая чешуйчатая поверхность нити придает ей высокую адаптивность в тканях организма. Благодаря мелкоячеистой структуре и пористой оболочке композитной нити, имплантат обладает капиллярными свойствами, что создает возможность целенаправленно насыщать его растворами с антимикробным действием путем замачивания и применять в условиях инфицированной раневой поверхности [3].

С целью профилактики раневых и бронхолегочных осложнений назначались антибиотики широкого спектра действия, как во время, так и после операции в течение 5 суток. В послеоперационном периоде за животными проводилось клиническое наблюдение, рентгенологический контроль, макро- и микроскопическое исследование области вмешательства. Забор материала для исследования на светооптическом уровне осуществлялся на 3-и, 14-е и 30-е сут. Перед гистологическим исследованием прецизионно извлекался сетчатый имплантат и комплекс тканей, включающий аутоотрансплантат, подвергался гистологическому исследованию. Окраска срезов проводилась по стандартной методике гематоксилином и эозином.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Разработанная нами методика устранения окончательного дефекта трахеи заключается в следующем. После окаймляющего трахеостомы разреза выполняют мобилизацию кожи вокруг дефекта и выделяют боковые стенки трахеи, при этом оставляя по периметру по 5 мм кожи для подшивания

ее к краям кожной части аутооттрансплантата. В случае пострезекционного дефекта во время оперативного вмешательства аутооттрансплантат фиксируют непосредственно к стенке трахеи. В донорской области забирают соответствующий размеру дефекта свободный кожно-фасциальный лоскут, в котором кожная часть соответствует размерам дефекта, а подлежащая подкожно-жировая клетчатка и поверхностная фасция превышают его на 5–10 мм. Затем на фасциальную поверхность аутооттрансплантата укладывают сетчатый имплантат, выступающий за края аутооттрансплантата не менее чем на 10 мм. В имплантате делают линейный разрез и дополняют его выкраиванием округлого отверстия для размещения сосудистой ножки аутооттрансплантата, затем фиксируют сетку через толщу тканей к коже сверхэластичной никелид-титановой нитью, завязывают узлы на поверхности имплантата. Укрепленный таким образом аутооттрансплантат располагают кожей в просвет трахеи и фиксируют ее к краям дефекта, сформированный шов укрывают тканями пересаженного комплекса, выступающими за край кожной части. Свободный край сетчатого имплантата из состава комбинированного аутооттрансплантата фиксируют к передней и боковой стенкам трахеи. Кровоснабжение в аутооттрансплантате восстанавливают. Раны ушивают и дренируют.

Основываясь на методике предложенной операции, в качестве аутооттрансплантатов могут служить свободный лучевой или паховый лоскут, хотя последний менее предпочтителен из-за более выраженного волосяного покрова. Также, по нашему мнению, возможно с некоторыми изменениями использовать кожно-мышечно-серозный лоскут на основе нижних эпигастральных сосудов. Однако в этом случае серозная оболочка ротируется в просвет трахеи, аутооттрансплантат укрепляется через сформированные в нем тоннели. В нашем случае выбор пахового лоскута обусловлен тем, что в этой анатомической области у собак кожа менее всего покрыта шерстью. В противном случае обильный волосяной покров способствует развитию obstructивного синдрома, что негативно скажется на трахеобронхиальном дренаже в отдаленном послеоперационном периоде.

Послеоперационный период у всех животных был гладким. Большинство животных на 3-и сутки после операции становились активными, хорошо принимали пищу, пили воду, а на 7-е сутки почти не отличались поведением от неоперированных. В раннем и отдаленном послеоперационном периоде дыхание животных оставалось свободным без стридозного компонента, как в покое, так и во время движения животного, что свидетельствует о достаточном просвете трахеи для полноценного дыхания и нашло подтверждение при макроскопическом исследовании просвета трахеи. Кожный лоскут и слизистая трахеи вокруг трансплантата выглядели отечными, умеренно гиперемизированными. На отдельных участках по линии шва определялись ярко-розовые грануляции, функционально незна-

чимые на проходимость трахеи. У двух животных из первой группы был отмечен некроз аутооттрансплантата вследствие нарушения его питания и пролабирование имплантата в просвет трахеи в ранние сроки после вмешательства. У остальных животных мы не отметили миграции имплантата и развития послеоперационных осложнений. Сетчатый никелид-титановый имплантат был прочно фиксирован в тканях к 30-м суткам после операции. Несмотря на развившиеся послеоперационные осложнения летальных исходов не наблюдалось. При рентгенографическом исследовании шеи имплантат не определялся, воздушный столб трахеи был незначительно деформирован на уровне вмешательства. В донорской области определялся едва заметный послеоперационный рубец с признаками первичного заживления.

При гистологическом исследовании пересаженного комплекса тканей на 3-и сутки в области трахеальных швов эпидермальные клетки были расположены хаотично, не формируя четко выраженных слоев. В центральной зоне аутолоскута, как и на его периферии, роговой слой был слабо выражен. Сосочковый слой был уплощен, в области послеоперационной раны определялись дезориентированные коллагеновые волокна различной толщины, эластических волокон было мало. Среди клеточных элементов наблюдались фибробласты различной степени зрелости, а также малодифференцированные клетки. В дерме наблюдались явления отека и сосудистого полнокровия. Кровеносные и лимфатические сосуды были расширены. Преимущественно в области швов встречались полиморфноклеточные инфильтраты с резким преобладанием сегментоядерных нейтрофилов. Придатки кожи сохранились, в волосяных влагалищах определялись явления дистрофии. В первой группе слизистая оболочка трахеи в области соприкосновения с аутооттрансплантатом была отечна, сосуды ее расширены, эпителий набухший, отмечался умеренный акантоз. В отдалении от трансплантата эпителиальная выстилка трахеи была нормального строения. По краю резекции хрящ трахеи окрашивался базофильно, некоторые хрящевые клетки были вакуолизированы, ядра их были пикнотичны. В околотрахеальной клетчатке на уровне вмешательства отмечались кровоизлияния.

К 14-м суткам эпителизация раневой зоны была завершена. В отдельных участках лоскута наблюдалось частичное наложение регенерирующего пласта клеток. Среди слоев эпителиоцитов встречались единичные лейкоциты, преобладал очаговый лимфоцитарно-гистиоцитарный инфильтрат. Восстановление архитектоники дермы отмечалось к 30-м суткам, когда отчетливо определялись сосочковый и сетчатый слои. В клеточном составе преобладали зрелые фибробласты. Тканевые базофилы встречались преимущественно в глубоких слоях дермы и вблизи сосудов. Производные кожи были восстановлены, хотя были отмечены и атрофические процессы в них.

Клиническое наблюдение, макро- и микроскопические исследования свидетельствовали о том, что надежное пластическое замещение окончательных дефектов шейного отдела трахеи свободными реваскуляризированными аутотрансплантатами, предварительно армированными сетчатыми никелид-титановыми имплантатами, возможно. Вследствие биомеханической и биохимической совместимости с окружающими тканями поры нити и ячейки имплантата прорастают фибробластами, капиллярами и новообразованными сосудами, заполняются соединительной тканью с формированием единого тканевого регенерата, что гарантирует надежное удержание в тканях, предотвращает смещение имплантата относительно дефекта трахеи и исключает стеноз дыхательных путей. Сетчатая структура и общая толщина имплантата (не менее 120 мкм) обеспечивает достаточную механическую устойчивость и при прорастании соединительной тканью не препятствует минимальной подвижности на замещенном участке трахеи, необходимой для адекватного трахеобронхиального дренажа и во время акта дыхания. Общая толщина имплантата не более 200 мкм не препятствует тесному контакту ауто-трансплантата с окружающими тканями, облегчает сращение их между собой. Сетчатый имплантат на основе сверхэластичной никелид-титановой нити является хорошим пластическим материалом, позволяет легко и просто моделировать любую необходимую форму в имплантационной области, устойчив к инфекции. Эластичные свойства сетчатого никелид-титанового имплантата и дыхательной трубки сходны, поэтому при растяжении деформация образованного комплекса трахея-имплантат получается согласованной. Это снижает риск послеоперационных осложнений, повышает прочность соединения и обеспечивает анатомо-физиологическое восстановление данной области без ущерба для донорской зоны.

Таким образом, предлагаемый способ позволяет устранять окончатые дефекты трахеи любых размеров хорошо кровоснабжаемым аутотрансплантатом с минимальным анатомо-функциональным или косметическим ущербом для донорской зоны, упростить и сократить продолжительность операции, повысить ее состоятельность.

Сведения об авторах

Топольницкий Евгений Богданович – кандидат медицинских наук, докторант кафедры госпитальной хирургии Сибирского государственного медицинского университета, заведующий хирургическим торакальным отделением Томской областной клинической больницы (634050, г. Томск, Московский тракт, 2; тел.: 8 (3822) 41-75-70, 646-193; e-mail: e_topolnitskiy@mail.ru)

Семичев Евгений Васильевич – кандидат медицинских наук, научный сотрудник Центральной научно-исследовательской лаборатории Сибирского государственного медицинского университета

Шефер Николай Анатольевич – очный аспирант кафедры госпитальной хирургии Сибирского государственного медицинского университета, врач-торакальный хирург хирургического торакального отделения Томской областной клинической больницы

Дамбаев Георгий Цыренович – доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент РАМН, заведующий кафедрой госпитальной хирургии Сибирского государственного медицинского университета

ЛИТЕРАТУРА

1. Амиров Ф.Ф. Пластические операции на трахее и бронхах. — Т.: Госмедиздат УзССР, 1962. — 147 с.
2. Аничкин В.В., Карпицкий А.С., Оладько А.А. Трахеобронхопластические операции. — Витебск, 1996. — 266 с.
3. Никелид титана. Медицинский материал нового поколения / В.Э. Гюнтер, В.Н. Ходоренко, Ю.Ф. Ясенчук [и др.]. — Томск: МИЦ 2006. — 296 с.
4. Реконструктивная хирургия и микрохирургия рубцовых стенозов трахеи / В.Д. Паршин, Н.О. Миланов, Е.И. Трофимов, Е.А. Тарабрин. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007. — 136 с.
5. Ягудин Р.К., Ягудин К.Ф. Аллопластика ларинготрахеостомы полипропиленовой сеткой Эсфил // Вестник оториноларингологии. — 2007. — № 1. — С. 32—36.
6. Bozkurt A.K., Cansiz H. Tracheal reconstruction with autogenous composite nasal septal graft // Ann. Thorac. Surg. — 2002. — Vol. 74. — P. 2200—2201.
7. Experimental study of tracheal patch reconstruction with a covered expandable metallic stent / H. Kitagami, T. Takahashi, S. Watanabe [et al.] // Ann. Thorac. Surg. — 1998. — Vol. 66. — P. 1777—1781.
8. Grillo H.C. Surgery of the trachea and bronchi. — London, BC Decker Inc. Hamilton, 2004. — 872 p.
9. Novel method to repair tracheal defect by pectoralis major myocutaneous flap / J. He, X. Xu, M. Chen [et al.] // Ann. Thorac. Surg. — 2009. — Vol. 88. — P. 288—291.
10. Prefabrication of composite tissue for improved tracheal reconstruction / P. Delaere, J. Hardillo, R. Hermans, B. Van Den Hof // Ann. Otol. Rhinol. Laryngol. — 2001. — Vol. 110. — P. 849—858.
11. Reconstruction of the trachea with a tubed radial forearm free flap / B.R. Beldholm, M.K. Wilson, R.M. Gallagher [et al.] // J. Thorac. Cardiovasc. Surg. — 2003. — Vol. 126. — P. 545—550.
12. Tracheal reconstruction with the use of radial forearm free flap combined with biodegradative mesh suspension / A. Maciejewski, Szymczyk, S. Poltorak, M. Grajek // Ann. Thorac. Surg. — 2009. — Vol. 87. — P. 608—610.
13. Yu P., Clayman G.L., Walsh G.L. Human tracheal reconstruction with a composite radial forearm free flap and prosthesis // Ann. Thorac. Surg. — 2006. — Vol. 81. — P. 714—716.