

РЕКОНСТРУКЦИЯ ТРАХЕИ АРМИРОВАННЫМ РЕВАСКУЛЯРИЗИРУЕМЫМ КИШЕЧНЫМ АУТОТРАНСПЛАНТАТОМ (ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)

Е.Б. Топольницкий^{1,2}, Г.Ц. Дамбаев¹, В.Э. Гюнтер³

¹ГБОУ ВПО "Сибирский государственный медицинский университет" Минздравсоцразвития России, Томск

²ОГБУЗ Томская областная клиническая больница

³НИИ медицинских материалов и имплантатов с памятью формы, Томск

E-mail: dambaev@vtomske.ru

TRACHEAL RECONSTRUCTION WITH REINFORCED REVASCULARIZED INTESTINAL AUTOGRAFT (EXPERIMENTAL INVESTIGATION)

E.B. Topolnitskiy^{1,2}, G.Ts. Dambaev¹, V.E. Gunther³

¹Siberian State Medical University, Tomsk

²Tomsk Regional Clinical Hospital

³Research Institute of Shape Memory Materials and Implants, Tomsk

В статье оценены методы замещения циркулярных дефектов трахеи. Предложен и апробирован в эксперименте на беспородных собаках способ замещения протяженных циркулярных дефектов трахеи реvascularизируемым кишечным аутографтом, укрепленным извне меандром из никелида титана. Для стимуляции образования перитрахеального регенерата снаружи на кишечный трансплантат наносили гранулы из никелида титана. Показано, что армированный реvascularизируемый кишечный аутографт позволяет устранять циркулярные дефекты трахеи.

Ключевые слова: реконструкция трахеи, кишечный аутографт, никелид титана.

The article focuses on evaluation of the methods for circumferential tracheal defect replacement. The technique for tracheal defect replacement using the revascularized intestinal autograft reinforced with titanium nikelide meander was developed and studied on mongrels. To stimulate *peritracheal tissue* regeneration, granulated titanium nikelide was applied to the outer surface of intestinal autografts. Our data suggest that reinforced revascularized intestinal autograft allows to reconstruct the circumferential tracheal defect.

Key words: tracheal reconstruction, intestinal autograft, titanium nikelide.

Введение

В 1950 г. один из пионеров хирургии трахеи Ronald Belsey писал: "Трахея – последний орган в организме человека, успешная реконструкция которого после обширной резекции ознаменует завершение эры "экспансионизма" в истории хирургии". К настоящему времени проблема восстановления целостности дыхательных путей после циркулярной резекции трахеи по-прежнему актуальна и является одной из самых сложных [2, 9]. Оптимальным вариантом завершения циркулярной резекции трахеи является наложение межтрахеального анастомоза. Однако у части больных это невыполнимо ввиду распространенного поражения трахеи и невозможности создания прямого анастомоза после радикального удаления патологического участка [1, 7].

Реконструктивная хирургия трахеи в основном опирается на методы пластического замещения постоперационных дефектов местными или перемещенными тканями. Однако в случаях, когда требуется устранить значительный дефект стенки трахеи, пластика местными тканями неминуемо сталкивается с проблемой недостатка пластического материала [3]. В этой связи в качестве

пластического материала для замещения протяженных циркулярных дефектов трахеи применяют биологические и синтетические материалы, а также их различные комбинации. Известны способы замещения протяженных циркулярных дефектов трахеи аллотрансплантатами (донорская трахея, твердая мозговая оболочка, перикард, трубчатая кость, аортальный сегмент и т.д.) и/или синтетическими материалами (плексиглаз, стекло, ивалон, капрон, полиэтилен, хлорвинил, марлекс, дакрон, политетрафторэтилен и т.д.), в том числе предварительно прощепленными аутографтом [1, 2, 7]. Однако использование протезов и донорских тканей без сохранения их полноценного кровоснабжения связано с высоким риском развития послеоперационных осложнений. Недостатком способов является низкий уровень биосовместимости этих протезов с тканями и, как следствие, либо их лизирование и потеря каркасных свойств после операции, либо беспрепятственный рост грануляционной ткани в просвет трахеи и отсутствие эпителиальной выстилки на их поверхности, что приводит к стенозу реконструированного участка трахеи. Эпителий, идущий с краев дефекта трахеи, не может выстлать значительную внутреннюю поверхность замещенного участка трахеи. Кроме того,

синтетические материалы неустойчивы к инфекции и поддерживают воспаление в дыхательных путях. Большинство из них обладает низкой интеграцией с тканями трахеи, в результате чего нередко развивается несостоятельность анастомоза “трахея–протез”.

Наиболее перспективным для замещения протяженных дефектов трахеи, ввиду биологической совместимости, является применение аутоотрансплантатов с надежным источником кровоснабжения, обладающих необходимой жесткостью для поддержания просвета дыхательных путей и содержащих в своем составе внутреннюю эпителиальную выстилку, препятствующую разрастанию грануляций и рубцовому сужению на уровне участка реконструкции.

Предложены способы замещения протяженных циркулярных дефектов трахеи висцеральными аутоотрансплантатами (фрагментом аорты и поллой вены, пищеводом, стенкой мочевого и желчного пузыря) [1, 10]. Изначально эти аутоотрансплантаты с внутренней эпителиальной выстилкой не обладают необходимой каркасностью, поэтому для придания этого свойства их армировали синтетическими нитями, проволокой, сеткой или осуществляли эндопротезирование трахеи. Однако эти способы сложны в исполнении и связаны с высокой травматичностью, обусловленной забором висцеральных аутоотрансплантатов и необходимостью повреждения изначально интактных важных анатомических структур, что может привести к их патологии, жизнеугрожающим осложнениям.

Появление микрохирургических технологий и накопленный опыт аутоотрансплантации ревааскуляризуемых комплексов тканей позволили замещать самые разнообразные дефекты анатомических структур человеческого тела, в том числе обширные дефекты трахеи. Существуют методики устранения протяженных циркулярных дефектов трахеи свободным ревааскуляризуемым трубчатым кишечным аутоотрансплантатом с одновременной установкой в просвет дыхательных путей Т-образных и линейных стентов [5, 8]. Наиболее частыми осложнениями эндопротезирования дыхательных путей являются обтурация стента бронхиальным секретом, что предрасполагает к развитию обтурационной пневмонии, и самопроизвольное смещение линейных стентов, что может привести к нарушению дыхания вплоть до асфиксии. Для установки Т-образных стентов требуется наложение трахеостомы, которая закономерно приводит к инфицированию дыхательных путей и трахеобронхиту, что отрицательно сказывается на заживлении анастомозов трахея-трансплантат. Кроме того, после удаления эндопротеза стенки кишечного аутоотрансплантата могут коллабировать и сузить просвет трахеи до критического. С другой стороны, длительное пребывание эндопротеза в трахее провоцирует разрастание грануляций на уровне анастомозов и их стенозирование.

К настоящему времени разработаны и применены в клинике способы устранения дефектов шейного отдела трахеи на основе микрохирургических ревааскуляризуемых кожно-костных, армированных или префабрикованных кожно-фасциальных и кожно-мышечных аутоотрансплантатов [3, 4, 9]. Появление биоадаптирован-

ных материалов на основе никелида титана (TiNi) и их успешное применение в различных областях медицины открыли новые возможности в реконструктивной хирургии трахеи. В нашей работе за основу был взят метод устранения дефектов трахеи ревааскуляризуемым тонкокишечным аутоотрансплантатом, укрепленным извне дакроновым протезом [6].

Цель исследования: оценка эффективности применения TiNi-имплантата в качестве армирующей структуры свободного ревааскуляризуемого тонкокишечного аутоотрансплантата при замещении протяженного циркулярного дефекта трахеи.

Материал и методы

Исследование выполнено на 4 беспородных собаках обоего пола, массой тела 10–18 кг. Эксперименты на животных проводились на базе сектора экспериментальной хирургии и физиологии Центральной научно-исследовательской лаборатории СибГМУ (зав. – проф., д.м.н. А.Н. Байков), одобрено локальным этическим комитетом СибГМУ. В работе руководствовались этическими принципами, изложенными в “Европейской конвенции по защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и других научных целей” (Страсбург, 1986). Все манипуляции и выведение животных из опытов проводили под общей анестезией. Применяемые материалы и имплантаты на основе TiNi разработаны и изготовлены в НИИ медицинских материалов и имплантатов с памятью формы (Томск).

Подготовка к операции, анестезиологическое обеспечение и ведение послеоперационного периода у всех животных были одинаковыми. Под внутривенным пропифоловым наркозом с управляемым дыханием осуществляли лапаротомию, забор фрагмента тонкой кишки с сохраненной питающей сосудистой ножкой, цервикотомию, циркулярную резекцию шейного отдела трахеи до 7 см длиной. После этого замещали дефект свободным ревааскуляризуемым тонкокишечным аутоотрансплантатом, укрепленным извне TiNi-имплантатом. Ревааскуляризацию питающей сосудистой ножки аутоотрансплантата осуществляли при помощи микрохирургических технологий, используя налобный светодиодный осветитель с бинокулярными лупами, с оптическим увеличением 6.0 (HEINE, Германия). Сосудистые анастомозы накладывали между питающей веной аутоотрансплантата и наружной яремной веной, питающей артерией и щитовидной ветвью общей сонной артерией по типу “конец в конец” 8/0 или 9/0 атравматичной нитью “Prolene”. После пуска кровотока проверяли кровенаполнение аутоотрансплантата и пульсацию сосудистой ножки. Для предупреждения сосудистого спазма и тромбоза питающей ножки в околовазальное пространство вводили раствор папаверина. Необходимую жесткость кишечному трансплантату придавали, укрепляя его снаружи меандровой спиралью из сверхэластичного TiNi. Для стимуляции образования перитрахеального регенерата на наружную поверхность кишечного трансплантата наносили мелкогранулированный пористый TiNi. Рану шеи ушивали, при этом старались изолировать питающую ножку аутоотрансплантата от

области трахеального дефекта. В дальнейшем парентерально назначали сосудорасширяющие препараты.

С целью профилактики раневых и бронхолегочных осложнений назначались антибиотики широкого спектра действия как во время, так и после операции, в течение 5 сут. В послеоперационном периоде за животными проводилось клиническое наблюдение, рентгенологический контроль, макро- и микроскопическое исследование области вмешательства. Забор материала для морфологического исследования осуществляли на 14, 30 и 60-е сут. Микроструктура соединительнотканного регенерата в области реконструированного участка трахеи, включающего мелкогранулированный пористый TiNi, изучена в режиме среды сканирующим электронным микроскопом "QUANTA 200-3D" (FEI Company, США). Окраска срезов проводилась по стандартной методике гематоксилином и эозином.

Результаты и обсуждение

Разработанная нами методика устранения протяженного циркулярного дефекта трахеи заключается в следующем. Одновременно или после циркулярной резекции трахеи осуществляют лапаротомию и забор соответствующего размеру дефекта свободного тонкокишечного аутотрансплантата с сохраненной питающей сосудистой ножкой, восстанавливают непрерывность кишечника. В образовавшийся пострезекционный дефект трахеи вшивают анастомозами по типу "конец в конец" реваскуляризируемый тонкокишечный аутотрансплантат, причем предварительно просвет кишки отмывают от кишечного содержимого, обрабатывают антисептиками (рис. 1, а). Кровоснабжение в аутотрансплантате восстанавливают

при помощи микрохирургических технологий. Далее его укрепляют снаружи меандровой спиралью из сверхэластичного проволочного TiNi с диаметром витков, соответствующих наружному диаметру трахеи (рис. 1, б). Спираль устанавливают снаружи, перекрывая по длине границы замещенного аутотрансплантатом участка трахеи. Питающую ножку аутотрансплантата размещают в разомкнутой части меандровой спирали, фиксируют ее витки к аутотрансплантату и трахее внеслизистыми швами в шахматном порядке. На кишечный аутотрансплантат и трахеокришечный анастомоз наносят гранулы из пористого TiNi с размером частиц 0,1–1,0 мм.

Послеоперационный период у большинства экспериментальных животных протекал удовлетворительно. Одно животное погибло в раннем послеоперационном периоде из-за некроза трансплантата в результате тромбоза питающей сосудистой ножки. Остальные животные на 5-е сут становились активными, хорошо принимали пищу, пили воду, а к 10-м сут почти не отличались поведением от неоперированных. При рентгенологическом исследовании на уровне шеи отчетливо определялась рентгеноконтрастная тень спиралевидного имплантата, воздушный столб трахеи был деформирован на уровне вмешательства. В раннем и отдаленном послеоперационном периоде дыхание животных оставалось свободным, без стридорозного компонента как в покое, так и во время движения животного, что свидетельствовало о достаточном просвете трахеи для полноценного дыхания и нашло подтверждение при макроскопическом исследовании просвета трахеи.

На 14-е сут после операции макроскопически внутренняя поверхность аутотрансплантата была гладкой, отчетливой, умеренно гиперемированной. На отдельных

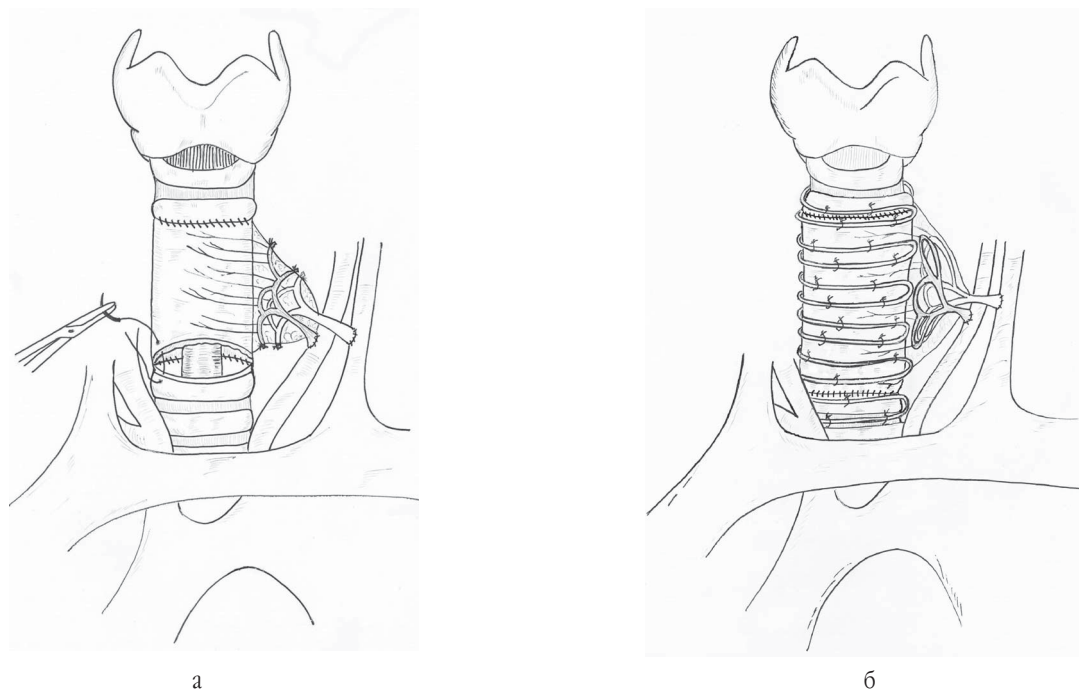


Рис. 1. Схема этапов замещения циркулярного дефекта трахеи: а – в пострезекционный дефект трахеи вшивают анастомозами "конец в конец" реваскуляризируемый кишечный аутотрансплантат; б – окончательный вид

участках по линии швов определялись ярко-розовые грануляции, функционально незначимые для проходимости трахеи. Швы были видны в просвете новой трахеи. На уровне замещенного участка трахеи наблюдали умеренную деформацию и сужение. Диаметр новой трахеи был меньше, что связано с диаметром выбранного кишечного трансплантата (диаметр трахеи в среднем составлял 2,0 см, диаметр кишки – 1,6 см). Просвет новых дыхательных путей, выше- и нижележащего сегментов трахеи, главных бронхов был полностью проходим, обструкции бронхиального секретом не наблюдалось. На 30 и 60-е сут после операции просвет новой трахеи оставался несколько сужен, слизистая оболочка – гладкая и розовая. В эти сроки кишечный трансплантат был достаточно ригиден и прочно фиксирован с окружающими тканями. На уровне реконструированного участка трахеи образовался соединительнотканый регенерат, который объединял в единый конгломерат кишечный ауто трансплантат, армирующую его меандровую спираль и гранулы из TiNi.

Морфологические исследования на 14-е сут показали хорошо сохраненную слизистую трахеи с умеренной воспалительной инфильтрацией по хроническому типу. В слизистой оболочке наблюдалось локальное увеличение железистого компонента. Среди слоев эпителиоцитов встречались единичные лейкоциты, преобладал очаговый лимфоцитарно-гистиоцитарный инфильтрат. По краю резекции хрящ трахеи окрашивался базофильно, некоторые хрящевые клетки были вакуолизированы, ядра их – пикнотичны. В околотрахеальной клетчатке на уровне вмешательства отмечались кровоизлияния с признаками организации. В области трахеокишечного анастомоза слизистая оболочка замещалась хорошо васкуляризированной грануляционной тканью, покрытой плоским эпителием, вероятно, берущим начало из прилегающего трахеального эпителия. Слизистая оболочка, подслизистый и мышечный слой кишечного трансплантата были хорошо сохранены. Питающая сосудистая ножка кишечного трансплантата срасталась с окружающими тканями посредством соединительной ткани, сформированной из нежных коллагеновых волокон и фибробластов. Определялись вновь образованные сосуды. Рыхлая соединительная ткань располагалась между элементами меандровой спирали и гранулами, формируя вокруг них капсулу. В некоторых порах гранул наблюдались структуры, характерные для соединительной ткани. Отмечалось большое количество “свободных” пор, не заполненных тканевыми структурами. Кишечный трансплантат был фиксирован к виткам спирали и окружающим тканям с TiNi гранулами, что предотвращало его спадение. В последующие сроки микроскопическое исследование показало, что слизистая оболочка тонкой кишки сохранялась, наблюдались минимальные воспалительные изменения на уровне анастомоза. На 30 и 60-е сут происходило дальнейшее формирование соединительнотканного регенерата. С течением времени все поры и поверхность гранул покрывались плотной соединительной тканью, “свободных” пор не встречалось, пространство между гранулами также заполнялось соединительной тканью. В отдалении от кишечного трансплантата эпителиальная вы-

стилка трахеи имела нормальное строение.

Заключение

Мы далеки от иллюзии, что разработанный способ окончательно решит проблему замещения протяженных циркулярных дефектов трахеи. Несмотря на технически сложную в исполнении методику, высокую частоту послеоперационных осложнений и небольшое количество выполненных операций, полученные в эксперименте обнадеживающие результаты подтверждают работоспособность предлагаемого нами метода. Биоадаптированные имплантаты на основе TiNi эффективно укрепляют изначально податливые стенки кишечного трансплантата, обеспечивая адекватный просвет дыхательных путей в послеоперационном периоде, что повышает состоятельность пластики трахеи. Надеемся, что дальнейшие активные исследования в этом направлении, освоение микрохирургических технологий улучшат непосредственные и отдаленные результаты предложенной методики.

Литература

1. Аничкин В.В., Карпицкий А.С., Оладько А.А. Трахеобронхопластические операции. – Витебск: [б. и.], 1996. – 266 с.
2. Сачек М.Г., Аничкин В.В., Карпицкий А.С. и др. Протезирование трахеи. – Витебск: [б. и.], 1995. – 200 с.
3. Паршин В.Д., Миланов Н.О., Трофимов Е.И. и др. Реконструктивная хирургия и микрохирургия рубцовых стенозов трахеи. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007. – 136 с.
4. Beldholm B.R., Wilson M.K., Gallagher R.M. et al. Reconstruction of the trachea with a tubed radial forearm free flap // J. Thorac. Cardiovasc. Surg. – 2003. – Vol. 126. – P. 545–550.
5. Cavadas P.C. Tracheal reconstruction using a free jejunal flap with cartilage skeleton: experimental study // Plast. Reconstr. Surg. – 1998. – Vol. 101. – P. 937–942.
6. Costantino P.D., Nuss D.W., Snyderman C.H. et al. Experimental tracheal replacement using a revascularized jejunal autograft with an implantable Dacron mesh tube // Ann. Otol. Rhinol. Laryngol. – 1992. – Vol. 101. – P. 807–814.
7. Grillo H.C. Tracheal replacement: a critical review // Ann. Thorac. Surg. – 2002. – Vol. 73. – P. 1995–2004.
8. Jones R.E., Morgan R.F., Marcella K.L. et al. Tracheal reconstruction with autogenous jejunal microsurgical transfer // Ann. Thorac. Surg. – 1986. – Vol. 41. – P. 636–638.
9. Maciejewski A., Szymczyk C., Poltorak S. et al. Tracheal reconstruction with the use of radial forearm free flap combined with biodegradable mesh suspension // Ann. Thorac. Surg. – 2009. – Vol. 87. – P. 608–610.
10. Martinod E., Zegdi R., Zakine G. et al. A novel approach to tracheal replacement: the use of an aortic graft // J. Thorac. Cardiovasc. Surg. – 2001. – Vol. 122. – P. 197–198.

Поступила 10.02.2012

Сведения об авторах

Топольницкий Евгений Богданович, к.м.н., заведующий хирургическим торакальным отделением ОГБУЗ “Томская областная клиническая больница”.

Адрес: 634063, г. Томск, ул. И. Черных, 96.

Дамбаев Георгий Цыренович, д.м.н., профессор, чл.-корр. РАМН, заведующий кафедрой госпитальной хирургии ГБОУ ВПО “Сибирский государственный ме-

дицинский университет” Минздравсоцразвития Рос-
сии.

Адрес: 634050, г. Томск, Московский тракт, 2.

E-mail: dambaev@vtomske.ru.

Гюнтер Виктор Эдуардович, докт. техн. наук, профес-
сор, заслуженный деятель науки РФ, директор НИИ

медицинский материалов и имплантатов с памятью
формы при Сибирском физико-техническом инсти-
туте и Томском государственном университете.

Адрес: 634034, г. Томск, ул. 19 Гв. Дивизии, 17.