

© Никитина Э.М., Соболевский В.А., 2012
УДК 616.231-006.04-089.844

РЕКОНСТРУКЦИЯ ТРАХЕИ (ОБЗОР ПРОБЛЕМЫ)

Э.М. Никитина, В.А. Соболевский

Российский Онкологический Научный центр им. Н.Н. Блохина РАМН, г. Москва

В статье представлен обзор современной мировой литературы по проблеме реконструкции трахеи при ее поражении первичными опухолями и метастазами. Проблема восстановления целостности дыхательного пути после протяженных резекций трахеи не решена и сохраняет свою актуальность. Существует большое количество операций, эффективных при необходимости устранения малых дефектов. Однако попытки замещения протяженных циркулярных дефектов трахеи после резекции при опухолевом поражении в клинической практике остаются неудачными.

Ключевые слова: трахея, опухоли, пластика, реконструкция.

Первичные злокачественные опухоли трахеи составляют 0,1-0,2 % всех злокачественных новообразований. Наиболее распространенными гистологическими формами являются аденокистозный рак (цилиндрома) и плоскоклеточный рак, составляющие 75-90% от всех злокачественных новообразований трахеи. При этом частота аденокистозного рака несколько выше, чем плоскоклеточного, 40-55% и 35-50% соответственно [1]. Совершенно отличной группой опухолей трахеи являются вторичные опухоли трахеи или метастатические, которые представляют собой результат прорастания трахеи злокачественными новообразованиями соседних органов: гортани, щитовидной железы, бронхов, пищевода или лимфатических узлов средостения. Подход к лечению данной группы больных индивидуален и отличается от такового при первичных новообразованиях трахеи [3]. Основным методом лечения опухолей трахеи (первичных и метастатических) является хирургический метод. Радикальная операция на трахее по поводу злокачественной опухоли выполняется в единственно возможном варианте – в объеме циркулярной резекции с формированием межтрахеального анастомоза и выполнением паратра-

хеальной медиастинальной лимфодиссекции. Противопоказанием к выполнению радикальной резекции трахеи является невозможность соединения концов резцированной трахеи [2].

Проблема восстановления целостности дыхательного пути после протяженных циркулярных резекций трахеи не решена и сохраняет свою актуальность. Существует большое количество операций, эффективных при необходимости устранения малых дефектов. Однако попытки замещения протяженных циркулярных дефектов трахеи после резекции при опухолевом поражении в клинической практике остаются неудачными.

Резекция трахеи с восстановлением ее путем наложения межтрахеального анастомоза без её мобилизации возможно, лишь при резекции трахеи, не превышающей 2 см.

В целом, все исследования по реконструкции трахеи можно разделить на следующие направления:

1) Протезирование с использованием искусственных материалов в различных технических модификациях.

2) Использование аутотрансплантатов (свободных и перемещенных кровоснабжаемых лоскутов) в виде заплатки или

трубки с/ или без армирования протезными материалами или собственными тканями.

3) Использование фиксированных трупных тканей: трахеи, аорты.

4) Аллотрансплантация трахеи (аллотрансплантация тиреоидальной железы).

5) Использование тканевой инженерии, регенеративной медицины.

6) Комбинация методов (реваскуляризация аваскулярного аллотрансплантата в гетеротопической позиции с лимитированной иммуносупрессией).

Успешные результаты исследования эпизодически сообщались по каждому из этих направлений. Но ни один из разработанных методов пока не может быть рекомендован как стандартный. Рассмотрим представленные группы.

Использование протезных материалов

Расцвет методов приходится на середину 20 века, когда кажущаяся простота замещения дефекта трахеи поддерживала исследования, в которых трахея представлялась трубкой, обеспечивающей воздушный поток, и замещение ее производилось, первоначально, твердыми протезными материалами. Исследования большей частью были экспериментальными. Поскольку чужеродные материалы не могли инкорпорировать с окружающими тканями, то проблемы миграции, дислокации протезов, инфицирования и обструкции являлись обычным результатом. Эпителизация, конечно, была невозможна. В отсутствии стента соединительнотканная формация вызывала контрактуру и стеноз.

Первоначально исследования проводились с использованием твердых (солидных) протезов. Исследования были экспериментальными и наиболее часто производились на собаках. Для формирования трубки использовались нержавеющая сталь [4, 5], плотные (герметичные) кольца из стальной проволоки [6], Виталлиум (кобальто-хромовый сплав) [4], полиэтилен [7, 8, 9, 10, 11, 12], люцит (полиметакрилат) [6], силикон, тефлон [5, 13], поливинил хлорид [14], полиэтилен, полиуретан, силиконовый эластомер, тефлон и

их комбинации [15], ригидный и мягкий силиконовый эластомер, укрытый (армированный) дакроном [16]. Следующим этапом в поисках безопасного и надежного метода реконструкции стала разработка сетчатых (пористых) протезных материалов в эксперименте. Исследователями было обнаружено, что минимальный размер пор от 40 до 60 мкм, необходим для капиллярного врастания [17]. Экспериментаторы надеялись, что это обеспечит развитие ложа из собственной новой соединительной ткани, которая могла бы служить базой для миграции окружающего респираторного эпителия трахеи. И регенерация эпителия была описана в некоторых работах, с эволюцией многослойного плоского в кубический, затем псевдореспираторный и респираторный эпителий. Для поддержки сетчатой структуры иногда использовали проволоку, пластиковые кольца или витки, для герметизации использовали собственные ткани (такие как большой сальник, фасции, перикард) или синтетические материалы (фибриновые губки или восстановленный коллаген). Экспериментальные сетки включали стальную проволоку [18, 19, 20], определенным образом свернутую в тканях для достижения герметичности; нержавеющую сталь, свернутую с различными синтетическими материалами; тантал [1, 2, 6, 12, 13] с использованием плевры, фасции или без них; марлекс с коллагеном [21] или с коллагеном, укрепленным полипропиленовыми спиралями [22, 23]; PTFE (политетрафлюороэтилен) [13, 24-28]; дакрон и полиуретан [29] и тефлон [13].

Причиной неудач этих экспериментов при попытке замещения протяженных циркулярных дефектов в последующем объяснялось следующим образом: соединительная ткань, врастая, фиксировалась в порах сетчатого протеза. В тоже время эпителий трахеи недостаточно мигрировал, чтобы укрыть всю внутреннюю неотрахеальную поверхность, во время продолжающейся рубцовой трансформации, обычно в центре замещенного участка трахеи [8].

Однако, при использовании сетчатых протезов покрытых коллагеном показана

полная эпителизация, но лишь при замещении коротких сегментов.

В России также имеется опыт клинического использования силиконовых протезов. В РОНЦ им. Н.Н. Блохина РАМН в 2000 г. протезирование трахеи силиконовым протезом выполнено 2 больным, страдающим аденокистозным раком, при тотальном и субтотальном ее поражении. Один из больных умер через 1,5 года от абсцедирующей пневмонии и септических осложнений, второй – через 1 месяц от аррозивного кровотечения из артериального плечеголового ствола. Отмечали также развитие грануляционной ткани в области анастомозов, прогрессирования опухолевого процесса не было [56].

Использование фиксированных тканей трахеи

«Cadaver» - трахея и другие ткани, фиксированные химически, замороженные или лиофилизированные, использовались как в эксперименте, так и в клинической практике для замещения дефектов трахеи в виде «заплаток» или протяженных циркулярных дефектов. Такой способ реконструкции часто ошибочно называют трансплантацией или описывают как «трахеальный аллотрансплантант», несмотря на то, что ткани её нежизнеспособны и денатурированы. «Биопротез» следует считать более приемлемым термином. Фиксированные или лиофилизированные ткани обычно со временем замещаются рубцовой тканью. От нежизнеспособной ткани нельзя ожидать функции как от матрицы для регенерации комплексной структуры трахеи и развития в ней каких-либо базовых биологических процессов. Pressman и Simon [11] использовали стерилизованный и лиофилизированный трансплантат аорты у собак на полиуретановой трубке для исключения роста грануляционной ткани. Стенозирование просвета было предотвращено стентом, однако наблюдали линию контрактуры и рубцовую деформацию в проксимальном и дистальном отделе трахеи. Marrangoni [30] в 1951 году и Greenberg и Williams [31] в 1960 году наблюдали поте-

рю хрящевых колец и рубцовое замещение лиофилизированных аллотрансплантатов собак.

Исследования по использованию трупной трахеи в клинике начались в 90-х годах 20 века. Трупную трахею фиксировали в формалине, с последующим консервированием в метиолате, имплантировали и наблюдали более чем 13 месяцев. Последующее морфологическое исследование показало гистологическое разложение и потерю аллогенности [32].

Позднее Jacobs и коллеги описали «реконструкцию трахеи трупным аллотрансплантатом у взрослых и детей [33]. Мировой опыт включает порядка 100 случаев использования трупной трахеи. По сводным данным по использованию фиксированной трахеи Jacobs сделал следующие выводы. После реконструкции данным способом у части больных трансплантат показал функциональность, бронхоскопические исследования визуализировали реэпителизацию просвета.

Гистологические исследования подтвердили наличие респиаторного эпителия, выстилающего просвет трансплантата. Также, была доказана миграция этого эпителия с сохраненной задней стенки трахеи на латеральные, а затем переднюю стенку трансплантата. Реакций отторжения трансплантата или необходимости назначения иммуносупрессивной терапии не наблюдали. Клинически и рентгенологически ни у одного пациента не обнаруживали кальцификации трансплантатов. Голосовая функция также не была нарушена. Несмотря на ряд достоинств методики, описанных выше, она имеет ряд недостатков. У детей по мере роста растет и трахея, однако о возможностях роста или растяжения аллотрансплантата неизвестно. Однако этот недостаток может быть преодолен повторной операцией и заменой трансплантата на более длинный. Проблема трахеомалии также является немаловажной, поскольку в ряде случаев приводит к повторному временному или постоянному стентированию, возможно, эта проблема может быть преодолена путем модификации химических агентов на

этапе презервации трансплантата. Роль «Cadaver» трахея в лечении различных заболеваний трахеи пока не установлена. Данная методика представляется как важное дополнение в лечении протяженных стенозов трахеи – врожденных, приобретенных, повторных. Методика оправдана после безуспешного использования стандартных процедур (резекция с одномоментным реанастомозированием, скользящая трахеопластика, трахеопластика с использованием заплаток из листка перикарда, реберных хрящей и т.д.) [34].

В РОНЦ им. Н.Н. Блохина РАМН в 2000 г. впервые в мире было выполнено тотальное протезирование трахеи трупным гомотрансплантатом [57]. Следует отметить, что ранее 1 из пациентов получал паллиативную лучевую терапию по поводу основного заболевания (аденокарцинома трахеи), попытки реканализации просвета трахеи. Из-за отсутствия других альтернатив было принято решение о попытке радикальной операции. Выполнено тотальное удаление трахеи с паратрахеальной медиастинальной лимфодиссекцией, с последующим замещением трахеи трупным фиксированным аллотрансплантатом. В просвет «новой трахеи» был установлен силиконовый стент. В послеоперационном периоде также проводилась антибиотикотерапия, бронхолитическая, муколитическая терапия. Частые бронхоскопии были необходимы для санации бронхиального дерева, а также для удаления избыточно развивающейся грануляционной ткани в местах анастомозов. По данным бронхоскопических исследований достаточная реэпителизация респираторным эпителием достигнута не была (поскольку эпителий трахеи является продолжением эпителиальной выстилки гортани, возможно, было ожидать частичную реэпителизацию), дренажная функция новой трахеи была не состоятельна. В результате одна больная погибла через 1,5 года от прогрессирования заболевания, другая – через 1 год после реконструкции от нарастающей дыхательной недостаточности на фоне рецидивирующих бронхопневмоний.

Использование аутоотрансплантатов, собственных тканей

Одним из интересных направлений является использование для реконструкции трахеи собственных тканей. Предпринимались попытки использования различных видов лоскутов перемещенных и свободных, аваскулярных фасций, как для замещения латеральных (окончатых дефектов), так и циркулярных дефектов трахеи. В подавляющем своем большинстве использование собственных тканей дополнялось протезными материалами – для достижения ригидности и противостояния воздушному коллапсу. Использовали собственные ткани – реберные хрящи. Важным поздним осложнением реконструкции было резорбирование хрящей, даже при дополнительном включении в конструкцию перемещенного лоскута большого сальника [39].

Положительную роль оментопексии при реконструкции трахеи в шейном и грудном отделе в экспериментальных исследованиях у собак, отмечают многие экспериментаторы, укрывая место анастомоза порцией большого сальника.

Использование перемещенных лоскутов для создания трубчатого аутоотрансплантата

Единственный, описанный в мировой литературе опыт применения в клинической практике перемещенных лоскутов для устранения субтотального дефекта трахеи после травмы – автомобильной катастрофы – был описан Hans Anderl [45]. Для замещения дефекта использовали билатеральные дельтопекторальные лоскуты, из которых формировали трубку, которую снаружи армировали реберными хрящами подковообразной формы. Период наблюдения на 2010 год составил 30 лет. У пациентки сохраняется высокое качество жизни. За период наблюдения дважды были выполнены корректирующие операции по поводу резорбции части реберных хрящей и, следовательно, вторичного коллапса неотрахеи. В результате часть хрящей были заменены искусственным материалом – подковообразными по-

лукольцами Gore-tex. Эндоскопические исследования показали адекватный просвет трахеи. Однако подобный опыт не был повторен.

Следующим шагом в исследовании возможности использования собственных тканей для реконструкции трахеальной стенки (как после латеральных, так и циркулярных резекций) стало изучение васкуляризованных лоскутов. Каркасность достигалась также использованием хрящей, пластиковых колец или сеток. Исследования развивались по пути замещения от окончатых до циркулярных дефектов максимальной протяженности.

Окончатые дефекты трахеи

Принципиально новый метод решения проблемы устранения обширных окончатых дефектов трахеи был предложен в Российском научном центре хирургии имени акад. Б.В. Петровского РАМН. Для замещения окончатых дефектов трахеи до 2/3 её окружности используют микрохирургические реvascularизируемые кожно-мышечно-костные аутооттрансплантаты на основе лучевого лоскута. Накопленный опыт хирургии трахей с использованием микрохирургических технологий позволил усовершенствовать методику путём префабрикации лучевого лоскута фрагментами аутохряща после придания им полулунной конфигурации, подобной истинным полукольцам трахеи, и позволяет не только устранять окончатые дефекты дыхательного пути на его 1/3 окружности, но и более обширные дефекты. Хрящами успешно укрепляют боковые стенки трахеи и обеспечивают каркасность трахеи [40, 41, 42, 43]. Операция может быть выполнена одномоментно, а сохраненное магистральное кровоснабжение трансплантата обеспечивает приживление свободных фрагментов хрящей и их устойчивость к инфекции. Префабрикацию осуществляют в двух вариантах: 1) предварительная префабрикация на предплечье, 2) префабрикация непосредственно перед имплантацией в зону дефекта трахеи. Каждый из этих методов имеет свои преимущества и недостатки [44].

Циркулярные дефекты трахеи. Использование микрохирургических методик в эксперименте

При протяженном дефекте трахеи в эксперименте на козах использован трансплантат – сегмент тонкой кишки, на сосудистой ножке, армированный прядями реберных хрящей (до 10-12 см). В данном исследовании получены хорошие функциональные результаты. Исследование выполнено Cavadas, Pedro C. M.D., Ph.D. Valencia, Spain 1998 г [46]. Несмотря на полученные функциональные результаты, следует отметить значительную сложность конструкции; высокую травматичность реконструктивного этапа оперативного вмешательства – выполнение лапаротомии и забор кишечного трансплантата, забор перихондрия ребер, что отягощает послеоперационный период; лимитированное время ишемии кишечного трансплантата (не более 60 мин).

Использование микрохирургических методик в клинической практике

В мировой литературе описано 2 исследования. Лучевой лоскут использован как основа трубчатого аутооттрансплантата. В исследовании The University of Texas MD Anderson Cancer Center P. Yu (2011) выполнено 7 оперативных вмешательств. 6 пациентов оперированы по поводу рецидива папиллярного рака щитовидной железы (в анамнезе оперативные вмешательства различного объема и терапия радиоактивным йодом, +/- дистанционная лучевая терапия). После удаления опухоли протяженность дефекта трахеи составила от 5,0 – до 6,5 см по длиннику, и от 1/2 до 3/4 окружности трахеи. 1 пациент оперирован по поводу аденокистозного рака трахеи, протяженность циркулярного трахеи дефекта составила 7,5 см. Конструкция трансплантата выглядела следующим образом.

Снаружи лучевого лоскута для достижения каркасности использовали сосудистый протез (Hemashild Vascular graft (Boston Scientific, Natick, MA)) диаметром 26 мм и ригидную сетку Polymax mesh, имитирующую полукольца. Внутри луче-

вого лоскута помещали временный стент Polyflex диаметром 18 мм (Boston Scientific). Период наблюдения на 2011 год составил 4,5 года. Без признаков прогрессирования. Голосовая и дренажная функция не нарушены.

Группа французских ученых F.D Kolb, E.L. Fadel, B.N. Dekante, P.G. Dartville, D.M. Fabre (Institut Gustave Roussy, Plastic Surgery; Villejuif) в период с 2004 по 2011 годы выполнили субтотальную и тотальную реконструкцию трахеи с использованием преламинированного лучевого лоскута 8 пациентам. Каркасность конструкции была обеспечена путем проведения в подкожно-жировой клетчатке лучевого лоскута полосок реберного хряща.

Пять пациентов оперированы по поводу аденокистозного рака трахеи, 1 пациент – по поводу местнораспространенного рака щитовидной железы, 2 пациента – по поводу трахеопищеводной фистулы. Двум была выполнена субтотальная резекция трахеи с резекцией карины. В одном случае из 8 в послеоперационном периоде возник тромбоз микроанастомозов, что потребовало повторного оперативного вмешательства, выполнена повторная реконструкция свободным ALT – лоскутом, также армированным реберными хрящами. В одном случае из 8 возникла хондромалиция части реберных хрящей, проведенных в подкожно-жировой клетчатке, что потребовало установки стента в просвет неотрахеи. Два пациента, после резекции трахеи с резекцией карины погибли в послеоперационном периоде. Средний период наблюдения составил 22 месяца. 5 из 6 выживших пациентов вернулись к обычной жизни, имеют нормальную функцию дыхания.

Результаты, приведенных выше исследований являются наиболее убедительными и оправданными для использования на сегодняшний день

Трансплантация трахеи

Еще в 90-х годах 20 века исследователи очень пессимистично смотрели на саму возможность успешной трансплантации трахеи, в основном ссылаясь на

невозможность выделения и подшивания оптимальной сосудистой ножки. Если пересадка легкого или блока из двух легких или сердце – легкие находила применение в практической медицине, то о действительно успешной пересадке трахеи у человека до 2008 года имелось лишь единичные сообщения.

Несомненный приоритет в разработке методики пересадки трахеи у человека в анатомическом эксперименте принадлежат С.С. Дыдыкину [47,44]. Им предшествовала экспериментальная разработка (реваскуляризация тиреотрахеального трансплантата у животных, у собаки, свиньи [48,49], кролика [50]. С.С. Дыдыкиным и коллегами показана техническая возможность выполнения пересадки реваскуляризуемой трахеи человека, разработаны методики донорского и реципиентного этапов данного вмешательства. Операции у донора – «анатомический» донорский забор тиреотрахеального трансплантата, «быстрый» донорский забор тиреотрахеального трансплантата, а также эксплантация тиреотрахеального трансплантата в условиях мультиорганного донорского забора. Разработан протокол имплантации тиреотрахеального комплекса [47]. На основании этих исследований в 2008 году в России в ВНИЦХ им. Б.В. Петровского впервые в мире была выполнена аллотрансплантация тиреотрахеального комплекса больному с приобретенным рубцовым стенозом трахеи. Больной получает стандартную иммуносупрессивную терапию. Состояние пациента на 2010 год удовлетворительное. Признаков отторжения трансплантата нет.

Использование тканевой инженерии и регенеративной медицины

Созданные сложные аутоотрансплантаты, описанные в разделе использования собственных тканей, явились предопределяющими идеями для тканевой инженерии. Изначально исследования в области тканевой инженерии были направлены на создания основы или каркаса из биodeградируемого синтетического полимера в виде трубки, для последующего культиви-

рования клеток (хондроцитов) на его основе [51]. Хондроциты, расположенные на матрице из полигликолевой кислоты после инкубации и имплантации формируются в течение 4-х недель [52]. В последующих экспериментальных работах появились данные о выстилке респираторным эпителием трахеи внутренней поверхности конструкции [53]. Исследования в этой области продолжают, изучаются вопросы реваскуляризации.

Затем в экспериментах на крысах и свиньях доказали возможность использования децеллюляризованного донорского матрикса (специальным образом заготовленная трупная трахея) в виде алло или ксенотрансплантата, лишенного иммуногенности, в качестве матрицы для имплантации собственных клеток – респираторного эпителия и хондроцитов при использовании биореактора. По мере развития данного направления исследований в 2008 году Р. Massiariini впервые применил метод в клинической практике [54].

В РОНЦ им. Н.Н. Блохина РАМН в марте 2011 года также выполнена операция по замещению циркулярного сегмента грудного отдела трахеи (нижнее – грудного) и главных бронхов пациентке, страдающей аденокарциномой раком нижнего – грудного отдела трахеи и главных бронхов; возможности консервативного лечения в данном случае были исчерпаны. Однако через 2 месяца трансплантат лишился. Пациентка погибла.

Несмотря на всю привлекательность данной методики – наличие биологической неиммунной матрицы, собственной хрящевой ткани и выстилки респираторным эпителием, отсутствие осевого кровоснабжения, надежной васкуляризации не позволяет пока использовать данную методику для замещения протяженных циркулярных дефектов трахеи, в том числе у онкологических больных.

Комбинированные методы реконструкции

Botta и Meuer описали изготовление трубчатого трансплантата на модели крысы путем префабрикации [55]. Аллоген-

ными хрящами трахеи крысы, предварительно препарированными и лишенными антигенности, армировалась трубка из силиконового эластомера. Позднее, после имплантации трубки под кожу и ее реваскуляризации, на внутреннюю поверхность трубки перемещалась слизистая щечки. После неспецифического периода времени трубка перемещалась в область шейного отдела трахеи, и кровоснабжение лоскута осуществлялось в результате наложения микрососудистых анастомозов с сосудами шеи. Данный метод реконструкции трахеи, сочетает методики аллотрансплантации, использование собственных тканей и достижения микрохирургии в клинической практике. Методика была разработана Бельгийскими учеными в университетской клинике г. Левена во главе с Pierre Delaere [56].

В будущем при использовании гетеротопической васкуляризации трансплантата, по мнению исследователей, следует заранее удалять заднюю стенку трахеи, что позволит избежать образования некротической ткани внутри трансплантата. Также следует отметить, что хрящевой скелет донорской трахеи не «узнается» собственной иммунной системой, поскольку взрослый хрящ не имеет сосудов – хондроциты высокодифференцированные окруженные коллаген-протеогликановым экстрацеллюлярным матриксом. Интересен химеризм, случающийся после введения в аллотрансплантат в гетеротопической позиции слизистой щечки реципиента и активного разрастания данных клеток в просвете трансплантата и быстрое исчезновение эндотелиальных и респираторных клеток донора после снижения доз иммуносупрессоров и их отмены. Эти события делают возможным сохранение трансплантата в последующем в ортотопической позиции и не требует пожизненной иммуносупрессии. Эти явления описаны также в экспериментальных моделях на животных. В настоящее время исследования по развитию данной технологии продолжаются, за 2010 год выполнены ещё 2 оперативных вмешательства подобного объёма, с мо-

дификацией донорского трансплантата. Несмотря на возможность замещения данным методом протяженных циркулярных дефектов трахеи, отсутствие пожизненной иммуносупрессии, но необходимость её применения в течение 300 дней по мере реваскуляризации и эпителизации трансплантата с постепенной и медленной редукцией доз препаратов, не позволяет использовать данную методику для замещения дефектов трахеи после онкологических радикальных резекций.

Выводы

1. Как ни странно «простой» с анатомической точки зрения орган требует сложной высокотехнологичной реконструктивной хирургии.
2. Анализируя выше описанные методики, становится понятным, что проблема реконструкции трахеи всё же остается открытой.
3. Возможно, в ближайшей перспективе перед нами новые возможности, которые открылись благодаря блистательным успехам фундаментальных наук и реконструктивной микрохирургии и их комбинации. Они уже привели к экспериментальным и клиническим успехам и открыли дорогу к принципиально новым возможностям реконструкции трахеи.
4. Поиски оптимального и безопасного метода продолжают.

Литература

1. Belsey R. Resection and Reconstruction of the intrathoracic trachea / R. Belsey // British Journal Surgery. – 1950. – Vol. 38. – P. 200-205.
2. Rob C.G. Reconstruction of the trachea and cervical oesophagus / C.G. Rob, G.H. Bateman // British Journal Surgery. – 1949. – Vol. 37. – P. 202-205.
3. Grillo H.C. Tracheal replacement: a critical review / H.C. Grillo // Ann Thorac Surg. – 2002. – Vol. 73. – P. 1995-2004.
4. Daniel R.A. Jr. The Regeneration of defects of the trachea and bronchi. An experimental study / R.A. Daniel Jr. // J Thorac Surg. – 1948. – Vol. 17. – P. 335-349.
5. Wykoff T.W. A preliminary report on segmental tracheal prosthetic replacement in dogs / T.W. Wykoff // Laryngoscope. – 1973. – Vol. 83. – P. 1072-1077.
6. Keshishian J.M. Tracheal reconstruction / J.M. Keshishian, B. Blades, E.J. Beattie // J Thorac Surg. – 1956. – Vol. 32. – P. 707-727.
7. Longmire W.P. The repair of the large defects of trachea / W.P. Longmire // Ann Otol Rhinol Laryng. – 1948. – Vol. 57. – P. 875-883.
8. Grindlay J.H. Resection and anastomosis of the trachea / J.H. Grindlay, O.T. Claggett, H.J. Moersch // Ann Otol Rhinol Laryng. – 1949. – Vol. 58. – P. 1225-1229.
9. Craig R.L. Tracheal resection and replacement with a prosthesis / R.L. Craig, G.W. Holmes, E.J. Shabart // J Thorac Surg. – 1953. – Vol. 25. – P. 384-396.
10. Pressman J.J. Tracheal stretching and metaplasia of the tracheal rings from cartilage to bone following the use of aortic homografts / J.J. Pressman, M.B. Silmon // Ann Surg. – 1959. – Vol. 25. – P. 850-856.
11. Shaw R.R. Circumferential replacement of the trachea in experimental animals / R.R. Shaw, A. Aslami, W.R. Webb // Ann Thorac Surg. – 1968. – Vol. 5. – P. 30-35.
12. Bailey B.J. Observations in the development of tracheal prosthesis and tracheal transplantation / B.J. Bailey, J. Kosoy // Laryngoscope. – 1970. – Vol. 80. – P. 1553-1565.
13. Moncrief W.H. An improved tracheal prosthesis / W.H. Moncrief, J.E. Salvatore // Surg Forum. – 1958. – Vol. 9. – P. 350-352.
14. McCall J.W. The use of prostheses in the larynx and trachea / J.W. McCall, C.W. Whitaker // Ann Otol Rhinol Laryngol. – 1962. – Vol. 71. – P. 397-403.
15. Cheng W.F. Prosthetic reconstruction of the trachea / W.F. Cheng, H. Takagi, T. Akutsu // Surgery. – 1969. – Vol. 65. – P. 462-469.
16. Scherer M.A. Experimental biosynthetic

- reconstruction of the trachea / M.A. Scherer, R. Ascherl, K. Geissdorfer // Arch. Otorhinolaryngol. – 1986. – Vol. 243. – P. 215-223.
17. Bucher R.M. Experimental reconstruction of tracheal and bronchial defects with stainless steel wire mesh / R.M. Bucher, E. Burnett, G.P. Rosemond // J Thorac Surg. – 1951. – Vol. 21. – P. 572-583.
18. Grenberg S.D. Tracheal prostheses. An experimental study in dogs / S.D. Grenberg, R.K. Willms // Arch Otolaryngol. – 1962. – Vol. 75. – P. 335-341.
19. Poticha S.M. Experimental replacement of the trachea / S.M. Poticha, F.J. Lewis // J Thorac Cardiovasc Surg. – 1966. – Vol. 52. – P. 61-67.
20. Carinal reconstruction with a Y-shaped collagen-conjugated prosthesis / T. Sekine [et al.] // J. Thorac Cardiovasc Surg. – 2000. – Vol. 119. – P. 1162-1168.
21. Experimental study on a new tracheal prosthesis made from collagen-conjugated mesh / N. Okumura [et al.] // J. Thorac Cardiovasc Surg. – 2000. – Vol. 119. – P. 1162-1168.
22. Intrathoracic tracheal reconstruction with a collagen-conjugated prosthesis: evaluation of the efficacy of omental wrapping / M. Teramachi [et al.] // J. Thorac Cardiovasc Surg. – 1997. – Vol. 113. – P. 701-711.
23. Bottema J.R. Incorporation of microporous Teflon tracheal prostheses in rabbits: evaluation of surgical aspects / J.R. Bottema, C.R.H. Wildevuur // J Surg Res. – 1986. – Vol. 41. – P. 16-23.
24. Prosthetic reconstruction of the trachea / A. Shaha [et al.] // Am J Surg. – 1988. – Vol. 156. – P. 306-309.
25. Tracheal reconstruction with polytetrafluoroethylene graft in dogs / D.L. Cull [et al.] // Ann Thoracic Surgery. – 1990. – Vol. 50. – P. 899-901.
26. Experimental study of a new porous prosthesis / Jorge R. Guijarro [et al.] // Ann. Thorac Surg. – 1990. – Vol. 50. – P. 281-287.
27. Hasse J. Patch-closure of tracheal defects with pericardium/PTFE. A new technique in extended pneumonectomy with carinal resection / J. Hasse // Eur J Cardiothorac Surg. – 1990. – Vol. 4. – P. 412-416.
28. Jacobs J. Investigations into tracheal prosthetic reconstruction / J. Jacobs // Laryngoscope. – 1988. – Vol. 98. – P. 1239-1245.
29. Marrangoni A.G. Homotransplantation of the tracheal segments preserved by lyophilization; an experimental study / A.G. Marrangoni // J Thorac Surgery. – 1951. – Vol. 21. – P. 398-401.
30. Greenberg S.D. Tracheal reconstruction: an experimental study / S.D. Greenberg, R.K. Williams // Arch Otolaryngol. – 1960. – Vol. 72. – P. 565-574.
31. Immunological behavior of preserved human tracheal allografts: immunological monitoring of a human tracheal recipient / J. Bujia [et al.] // Clin Transplantation. – 1991. – Vol. 5. – P. 376-380.
32. Pediatric tracheal homograft reconstruction: a novel approach to complex tracheal stenosis in children / J.P. Jacobs [et al.] // J Cardiovasc Surg. – 1996. – Vol. 112. – P. 1549-1560.
33. Tracheal allograft reconstruction: the total North American and worldwide pediatric experiences / J.P. Jacobs [et al.] // Ann Thorac Surgery. – 1999. – Vol. 68. – P. 1043-1052.
34. Experiments of tracheal reconstruction / E. Michelson [et al.] // J Thorac Cardiovasc Surg. – 1961. – Vol. 41. – P. 748-759.
35. Tracheoplasty for congenital stenosis of the entire trachea / K. Kimura [et al.] // J Pediatric Surgery. – 1982. – Vol. 17. – P. 869-871.
36. Tracheoplasty with pericardial patch for extensive tracheal stenosis in infants and children / F.S. Idriss [et al.] // J Cardiovasc Surgery. – 1984. – Vol. 88. – P. 527-536.
37. Re-operation after pericardial patch tracheoplasty / C.L. Becker [et al.] // J. Pediatric Surg. – 1997. – Vol. 32. – P. 1108-1112.
38. The use of omental pedicle flap for tracheobronchial reconstruction in infants and children / C. Isugawa [et al.] // J Pediatric Surgery. – 1991. – Vol. 26. –

- P. 762-765.
39. Отдаленные результаты устранения обширных дефектов трахеи с помощью микрохирургических технологий / Л.М. Гудовский [и др.] // Пробл. туберкулеза и болезней легких. – 2006. – № 3. – С. 18-23.
40. Результаты использования сложных реваскуляризованных аутоотрансплантатов в реконструктивной хирургии трахеи / Н.О. Миланов [и др.] // Анналы хирургии. – 2005. – № 6. – С. 27-30.
41. Миланов Н.О. Свободные реваскуляризируемые аутоотрансплантаты в хирургии шеи / Н.О. Миланов // ЮОПРЭХК. – 2007-2009.
42. Десять лет применения микрохирургических технологий в реконструктивной хирургии трахеи / В.Д. Паршин [и др.] // Грудная и сердечно – сосудистая хирургия. – 2008. – № 2. – С. 36-42.
43. Паршин В.Д. Хирургия трахеи с атласом оперативной хирургии / В.Д. Паршин, В.А. Порханов. – М.: Альди-Принт, 2010. – 480 с.
44. Anderl H. Total Reconstruction or the trachea: A 22-Year Follow-Up / H. Anderl, Bruno // J Plastic and Reconstructive Surgery. – 2005. – Vol. 115, №2. – P. 548-552.
45. Cavadas Pedro C. Tracheal reconstruction using a free jejunal flap with cartilage skeleton: experimental study / Pedro C. Cavadas // Plastic and Reconstructive Surgery. – 1998. – Vol. 101, № 4. – P. 937-942.
46. Дыдыкин С.С. Трансплантация трахеи / С.С. Дыдыкин, А.В. Николаев // Анналы хирургии. – 1998. – № 5. – С. 20-23.
47. Heterotopic pig model for direct revascularization and venous drainage of tracheal allografts / P. Macchiarini [et al.] // J Thorac Cardiovascular Surgery. – 1994. – Vol. 108. – P. 1066-1075.
48. Maximal preservation time of tracheal allografts / P. Macchiarini [et al.] // Ann Thoracic Surgery. – 1995. – Vol. 60. – P. 1597-1604.
49. The role of immunosuppression in the long term survival of tracheal allografts / P.R. Delaere [et al.] // Arch Otolaryngol Head Neck Surg. – 1996. – Vol. 122. – P. 1201-1208.
50. Mooney D.J. Tissue engineering using cells and synthetic polymers / D.J. Mooney, J.P. Vacanti // Transplant Rev. – 1993. – Vol. 7. – P. 153-162.
51. Experimental tracheal replacement using tissue engineered cartilage / C.A. Vacanti [et al.] // J Pediatric Surgery. – 1994. – Vol. 29. – P. 201-205.
52. Tracheal composite tissue engineered from chondrocytes, tracheal epithelial cells and synthetic biodegradable scaffolding / J. SaKata [et al.] // Transplant Proc. – 1994. – Vol. 26. – P. 3309-3310.
53. Clinical transplantation of a tissue-engineered airway / P. Macchiarini [et al.] // Lancet. – 2008. – Vol. 372. – P. 2023-2030.
54. Botta Y. Recinstruction exeperimentale de la trachee par microvhirurgie / Y. Botta, R. Meyer // Praxis. – 1978. – Vol. 67. – P. 1588-1592.
55. Delaere P.e Tracheal Allotransplantation after Withdrawal of Immunosuppressive Therapy / P. Delaere, Jan Vranckx, Geert Verleden // The New England Journal of Medicine. – 2010. – Vol. 362, № 2. – P. 138.

RECONSTRUCTION OF THE TRACHEA. OVERVIEW OF THE PROBLEM

E.M. Nikitina, V.A. Sobolewski

The paper presents an overview of the current world literature on the problem of reconstruction of the trachea in its defeat of primary tumors and metastases. The problem of restoring the integrity of the respiratory tract after extensive resection of the trachea has not been solved and remains valid. There are a large number of operations that are effective in eliminating the need of small defects. However, attempts to replace the extended circular defects of the trachea after resection of tumors in clinical practice remain unsuccessful.

Key words: *trachea, tumors, plastic reconstruction.*

Соболевский В.А. – д.м.н., заведующий отделением реконструктивной и сосудистой хирургии РОНЦ им. Н.Н. Блохина.
Тел.: +7-499-324-43-79.

Никитина Э.М. – врач-хирург отделением реконструктивной и сосудистой хирургии РОНЦ им. Н.Н. Блохина.
Тел.: +7-499-324-43-79.