

## **Новые технологии в диагностике и лечении экспираторного стеноза трахеи и главных бронхов**

Г.Ц.ДАМБАЕВ, Е.Б.ТОПОЛЬНИЦКИЙ, Н.А.ШЕФЕР, С.В.ГЮНТЕР, В.Э.ГЮНТЕР

### **New experimental basis of surgical treatment for expiratory collapse of the trachea and main bronchi**

G.Ts.DAMBAEV, E.B.TOPOLNITSKIY, N.A.SHEFER, S.E.GUNTHER, V.E.GUNTHER

Сибирский государственный медицинский университет, г. Томск

НИИ медицинских материалов и имплантатов с памятью формы, г. Томск

Предложены оригинальные методы диагностики и хирургического лечения экспираторного стеноза трахеи и главных бронхов. Эффективность способов оценивалась на экспериментальной модели экспираторного стеноза. Для диагностики использовался прибор, функционирующий по принципу оптической локации, рабочая часть которого представляет собой зонд. Регистрация осуществляется введением зонда в просвет трахеи и главных бронхов. Данные отображаются на мониторе компьютера в виде диаграммы. Результаты исследования записываются и сохраняются с возможностью последующей обработки информации. Способ хирургического лечения заключается в экстратрахеальном укреплении стенки трахеи имплантатом из пористого никелида титана. Эффективность способа оценивалась клинически, рентгенологическим, эндоскопическим и морфологическими методами контроля. Показано, что способ позволяет просто и надежно устранять избыточно подвижный участок трахеи.

*Ключевые слова:* экспираторный стеноз, трахея и главный бронх, никелид титана

Original methods of diagnosis and surgical treatment for expiratory collapse of trachea and main bronchi have been developed. Efficiency of the methods was studied on experimental model of expiratory collapse. Diagnostic device functions on the ground of optical location. Its working part is flexible probe, which is placed into tracheobronchial lumen. Findings are reflected as computer graphs and saved for further processing. Surgical treatment consists in external stabilization of movable tracheal segment with titanium nikelide implant. Efficacy of the method was tested using clinical, radiological, endoscopic and morphological examination. It is ascertained, that the technique permits to eliminate redundant mobility of tracheal segment simply and reliably.

*Key words:* expiratory collapse, trachea and main bronchi, titanium nikelide, optoelectronic system registration

В настоящее время под экспираторным стенозом понимают нарушение дыхания, возникающее в связи с периодическим перекрытием просвета трахеи и главных бронхов «складывающимися» до полного соприкосновения между собой их стенками при выдохе. По литературным данным, частота экспираторного стеноза варьирует от 0,39 до 21% от общего числа пациентов пульмонологического профиля, подвергшихся трахеобронхоскопии [2, 5].

Несмотря на современные достижения диагностики и лечение экспираторного стеноза продолжает оставаться сложной и не в полной мере решенной проблемой. В настоящее время диагностирование заболевания выполняется на основе данных функции внешнего дыхания, рентгенологических и эндоскопических методов [1, 2]. Однако имеющиеся в арсенале врача-клинициста методы диагностики сложны в исполнении и не достаточно точны, что требует поиска новых решений, отличающихся более высокой степенью чувствительности и специфичностью наряду с простотой исполнения.

Нерешенной проблемой до настоящего времени является лечение экспираторного стеноза, которое

включает в себя консервативные методы и хирургическую коррекцию. Консервативное лечение имеет преимущественно симптоматический характер [2, 3]. Основным способом стойкой коррекции экспираторного стеноза является хирургическое лечение, направленное на укрепление мембранозной части трахеи путем фиксирования различных имплантатов внеслизистыми, гофрирующими мембранозную часть трахеи швами. В качестве укрепляющего материала применяют пластинки из расщепленного ребра с надкостницей, большеберцовой кости; свободные аутолоскуты апоневроза влагалища прямой мышцы живота, плевры, перикарда; консервированную трупную кость и перикард, бычий перикард; полипропиленовую и лавсановую сетку (марлекс), нейлоновую ленту [2-4, 6, 7]. Основные недостатки данных способов связаны с технической сложностью фиксирования имплантата к истонченной стенке трахеи и низким уровнем биосовместимости с тканями. Кроме того, для большинства методов, основанных на использовании собственных тканей, характерна дополнительная травматичность, связанная с забором аутолоскутов, либо лизирование его в результате отсутствия кровоснабжения.

Таким образом, проблема диагностики и лечения экспираторного стеноза трахеи и главных бронхов требует поиска более совершенных диагностических методов и использование более современных материалов для хирургического лечения.

Цель работы – разработать метод диагностики экспираторного стеноза трахеи и главных бронхов с применением оптико-электронной системы регистрации и способ хирургического лечения экспираторного стеноза с использованием имплантата на основе пористо-проницаемого никелида титана (TiNi).

### Материалы и методы

Для диагностики экспираторного стеноза трахеи и главных бронхов использовалась оптико-электронная система регистрации, в основе которой лежит принцип зондирования с применением ИК-излучения. Данная система состоит из эластичного зонда, электронного блока подключенного к персональному компьютеру для обработки сигнала. Зонд представляет собой оптически прозрачную силиконовую трубку диаметром 2,8 мм, на рабочем конце которой размещено два светодиода (оптопара). Один из них является источником, а другой приемником ИК-излучения. В ходе регистрации излученный генерирующим диодом импульс зондирующего светового сигнала падает на мембранозную или хрящевую часть трахеи и отраженный от нее возвращается в фотоприемник, преобразуется в электрический импульс, усиливается и регистрируется на экране монитора в виде диаграммы. Амплитуда сокращения, зависящая от расстояния между стенкой трахеи и устройством, позволяет по величине сигнала судить об изменении просвета трахеи.

Для экстратрахеального укрепления стенки трахеи использовался имплантат, изготовленный из пористо-проницаемого TiNi. Имплантат представляет собой пластину вогнутой формы, толщиной 0,9-1,0 мм, пористостью 40-70%, с размерами пор от 100 до 1000 мкм. Вогнутая форма имплантата повторяет наружный контур трахеи и обеспечивает более плотный контакт с ее стенкой. Благодаря экспериментально подобранным физическим характеристикам имплантата, за счет эффекта капиллярности и шероховатой поверхности, происходит его фиксация к стенке трахеи и околотрахеальной клетчатке, что не требует дополнительного подшивания и исключает миграцию сразу после имплантации.

В качестве экспериментальных животных были выбраны собаки. Животные содержались в условиях вивария Центральной научно-исследовательской лаборатории Сибирского государственного медицинского университета. Исследование проводилось согласно этическим принципам, изложенным в "Европейской конвенции по защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и других научных целей". Исследование одобрено этическим комитетом СибГМУ. В эксперименте участвовало 10 беспородных

собак обоего пола массой тела 10-16 кг. Эксперимент проводился под общей анестезией на условиях спонтанного дыхания. Глубина наркоза у всех животных была одинаковой и контролировалась частотой дыхания, зрачковым рефлексом, цветом слизистых оболочек. Согласно дизайну исследования эксперимент был разделен на три этапа. Для достоверности эксперимента все этапы проводились одному и тому же животному на одном и том же участке трахеи. На первом этапе проводили исследование интактной трахеи на всем протяжении от подскладочного пространства до бифуркации трахеи с помощью разработанной системы оптико-электронной регистрации. На втором этапе осуществлялся доступ к шейному отделу трахеи. На мобилизованном участке трахеи выполняли моделирование экспираторного стеноза по методике Путова Н.В. и соавт. (1979) путём подслизистой резекции 4-х хрящевых полуколец без вскрытия просвета трахеи. В результате этого вмешательства стенка трахеи становилась избыточно подвижной на локальном участке и была представлена только слизисто-подслизистым слоем. В последующем выполняли регистрацию динамического изменения просвета трахеи на данном участке. Третьим, завершающим этапом выполняли экстратрахеальное укрепление участка смоделированного экспираторного стеноза имплантатом из TiNi. На укрепленном участке выполняли регистрацию изменения просвета трахеи с последующей оценкой полученных результатов.

В послеоперационном периоде проводили клиническое наблюдение за животными, лучевой и эндоскопический контроль. На 14 и 21-е сутки после операции выполняли рентгенографию органов грудной клетки в прямой и боковой проекциях, пяти животным на 7 и 14-е сутки проводили трахеоскопию ригидным бронхоскопом. Животных выводили из эксперимента на 3, 7, 14, 30-е сутки и 3, 6 мес. Препараты фиксировали в 10-12% растворе нейтрального формалина. После фиксации формалином имплантат прецизионно извлекали, тканевой регенерат с его поверхности и прилежащие ткани подвергали гистологическому исследованию. Срезы окрашивали гематоксилин-эозином и по Ван-Гизону.

### Результаты и их обсуждение

В результате исследования предложен метод диагностики экспираторного стеноза с использованием оптико-электронной системы регистрации (заявка на изобретение № 2010120395).

Методика диагностики экспираторного стеноза осуществляется следующим образом. При спонтанном дыхании устройство вводят через нос или трахеостому (при наличии таковой) в трахею до бифуркации или далее – в один из главных бронхов. При использовании искусственной вентиляции легких (ИВЛ) зонд вводят через интубационную трубку. Регистрацию осуществляют на всем протяжении главных бронхов и трахеи

до подскладочного пространства на участках протяженностью 10 мм путём пошаговой тракции зонда от дистальных отделов дыхательных путей к голосовым складкам. Продолжительность времени регистрации на каждом участке должна быть не менее 20 сек.

На первом этапе эксперимента по разработанной методике регистрировали просвет интактной трахеи животного. Полученная диаграмма была принята за исходную и на дальнейших этапах эксперимента позволяла сравнивать полученные данные. При анализе полученного графика определяется сигнал с оптопары с временным сдвигом по оси X и степени изменения величины просвета трахеи по оси Y (рис. 1). Дыхательная экскурсия исследуемой стенки трахеи отражается на диаграмме релаксациями амплитуды сигнала синхронно фазам вдоха и выдоха. Меньший уровень амплитуды соответствует вдоху (b), а больший – выдоху (a), т. е. уменьшению просвета трахеи. Источником колебаний амплитудной модуляции (c), четко прослеживаемых на диаграмме как при вдохе, так и при выдохе, являются микроколебания мембранозной части трахеи, возникающие при протекании струи газов вдоль эластичной стенки.

Второй этап исследования заключался в моделировании трахеобронхиальной дискинезии путём подслизистой резекции 4-х хрящевых полуколец трахеи. В результате этого стенка трахеи становилась избыточно подвижной на локальном участке и была представлена только слизисто-подслизистым слоями. При последующей регистрации в месте смоделированного участка экспираторного стеноза трахеи на диаграмме регистрировалось увеличение амплитуды в фазе выдоха по оси Y, что свидетельствует об уменьшении расстояния между стенкой трахеи и зондирующим устройством на выдохе (рис. 2). Это объясняется увеличением подвижности стенки трахеи за счет потери упруго-эластичных свойств.

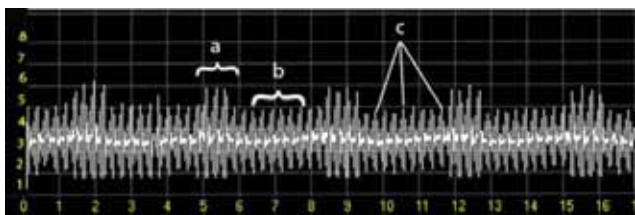


Рис. 1. Диаграмма регистрации просвета интактной трахеи: а – выдох, b – вдох, с – микроколебания мембранозной части трахеи.

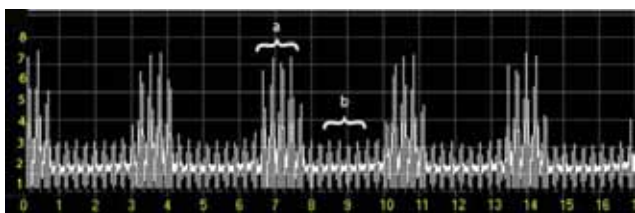


Рис. 2. Диаграмма регистрации просвета трахеи на участке смоделированного экспираторного стеноза трахеи. а – выдох, b – вдох.

На заключительном этапе выполняли экстратрахеальное укрепление стенки трахеи, по разработанному способу хирургического лечения экспираторного стеноза трахеи и главных бронхов с использованием имплантата из TiNi (патент РФ на изобретение № 2376949).

Методика экстратрахеального укрепления стенки трахеи осуществляется следующим образом. В условиях ИВЛ с интубацией трахеи оротрахеальной трубкой с манжетой осуществляется доступ к заинтересованному отделу дыхательных путей. При согласованном изменении положения эндотрахеальной трубки и режима вдоха-выдоха в ходе ИВЛ уточняют локализацию стеноза. После этого манжету интубационной трубки устанавливают на середине участка пролабирования, препятствуя смещению избыточно подвижной стенки на выдохе в просвет трахеи. Размеры имплантата подбирают с условием, что он должен превышать длину изменённого участка дыхательных путей. Укрепление осуществляется путем прикладывания имплантата к стенке трахеи (рис. 3). Благодаря заранее установленной манжете в месте пролабирования, создается интратрахеальное сопротивление, препятствующее западению стенки в просвет трахеи при прижатии имплантата, что обеспечивает его равномерную фиксацию к стенке трахеи. На укрепленном участке выполняли регистрацию просвета с использованием оптико-электронной системы. При анализе диаграммы отмечается уменьшение амплитуды в фазе выдоха по оси Y, что свидетельствует об уменьшении подвижности стенки трахеи после укрепления.

Послеоперационный период у всех животных был гладким и соответствовал тяжести проведённого оперативного вмешательства. В раннем и отдаленном послеоперационных периодах клинически дыхание животных оставалось свободным без стридорозного компонента как в покое, так и во время движения, что свидетельствует о достаточном просвете трахеи для полноценного дыхания. К 7-м суткам восстанавливался лай собак до нормального, что обеспечивается отсутствием препятствия в трахее потоку воздуха при резком выдохе.



Рис. 3. Выполнено укрепление смоделированного участка экспираторного стеноза имплантатом из пористо-проницаемого никелида титана.

При рентгенологическом исследовании органов грудной клетки и воздушного столба трахеи в разные сроки определялась рентгеноконтрастная тень имплантата, столб трахеи не деформирован, признаков смещения имплантата не наблюдалось ни в одном случае.

При трахеоскопии на 7-е сутки просвет трахеи стабилен как при ИВЛ, так и при спонтанном дыхании. Пролапса слизистой трахеи в просвет не наблюдалось ни в одном исследовании. Рельеф слизистой трахеи в области укрепления сглажен за счет отсутствия хрящевых полуколец. Признаки воспаления выражены незначительно, отмечался умеренный отек и гиперемия в месте имплантации. Разрастания грануляций и признаков формирования стеноза трахеи отмечено не было. На 14-е сутки отмечалось отсутствие явлений воспаления со стороны слизистой оболочки в месте укрепления стенки трахеи. Признаков стеноза трахеи выявлено не было ни в одном случае, визуальное просвет трахеи в месте укрепления и на интактном участке одинакового диаметра.

При гистологическом исследовании зоны имплантации на 3-и сутки в подслизистом слое отмечались множественные кровоизлияния, отек, выраженная лимфоцитарная воспалительная инфильтрация. Слизистая оболочка трахеи представлена ровной линией без формирования складок. На 7-е сутки сохранялись точечные кровоизлияния в подслизистом слое, отечность, лимфоцитарная инфильтрация была выражена незначительно. Слизистая оболочка трахеи не деформирована, выстлана многорядным эпителием. К 14-и суткам слизистая оболочка не изменена, в подслизистом слое явления воспаления практически купированы. Вокруг имплантата отмечено формирование грануляционной ткани с большим количеством фибробластов. На 30-е сутки после операции имплан-

тат практически не выделялся из-за врастания в поры элементов соединительной ткани. Вокруг имплантата образовалась тонкостенная соединительнотканная капсула, состоящая из извитых коллагеновых волокон. Слизистая оболочка не изменена. В отдаленные сроки слизистая оболочка в месте имплантации не отличалась от нормальной, она имела ровную и гладкую поверхность. В подслизистом слое явления воспаления полностью отсутствовали. Имплантат окружен тонкой соединительнотканной капсулой, состоящей из коллагеновых волокон.

### Заключение

В ходе экспериментального исследования показано, что с помощью оптико-электронной системы регистрации возможна диагностика заболеваний, характеризующихся динамическим изменением просвета дыхательных путей. Анализ полученных диаграмм позволяет судить о наличии участка патологической подвижности стенки трахеи, что имеет диагностическую ценность при таком заболевании как экспираторный стеноз. Благодаря простоте и информативности исследования, разработанный способ может использоваться в качестве контроля динамики заболевания. Это позволит посредством серии диаграмм отслеживать изменение просвета трахеи или главных бронхов и исключить возможный субъективизм допустимый в других методах исследования.

Разработанный и экспериментально обоснованный способ хирургического лечения экспираторного стеноза трахеи и главных бронхов с использованием имплантата на основе пористо-проницаемого TiNi обладает преимуществами перед всеми известными способами лечения благодаря своей простоте исполнения и надежности.

### Информация об авторах

1. Дамбаев Георгий Цыренович – д.м.н., проф., член-корр. РАМН, заведующий кафедрой госпитальной хирургии Сибирского государственного медицинского университета; e-mail: office@ssmu.ru
2. Топольницкий Евгений Богданович – к.м.н., докторант кафедры госпитальной хирургии Сибирского государственного медицинского университета; e-mail: e\_topolnitskiy@mail.ru
3. Шефер Николай Анатольевич – очный аспирант кафедры госпитальной хирургии Сибирского государственного медицинского университета; e-mail: schefer@sibmail.com
4. Гюнтер Сергей Викторович – к.т.н., ст. науч. сотр. НИИ медицинских материалов и имплантатов с памятью формы; e-mail: tc77@rec.tsu.ru
5. Гюнтер Виктор Эдуардович – д.т.н., проф., директор, НИИ медицинских материалов и имплантатов с памятью формы, заслуженный деятель науки РФ; e-mail: tc77@rec.tsu.ru

### Список литературы

1. Алимов А.Т., Перельман М.И. Грудная хирургия 1989; 1: 40-43.
2. Перельман М.И. и др. Клиника, диагностика и лечение экспираторного стеноза трахеи и крупных бронхов. Метод. рекомендации. М., Алма-Ата. 1980.
3. Бисенков Л.Н. Торакальная хирургия. М. 2002; 755-759.
4. Петровский Б.В., Перельман М.И., Королёва Н.С. Трахеобронхиальная хирургия. М. 1978.
5. Перельман М.И. Хирургия трахеи. М. 1975.
6. Хадарцев А.А. Диагностика, предупреждение и лечение экспираторных стенозов трахеи и бронхов. Фельдшер и акушерка. 1989; 5: 23-25.
7. Grillo H.C. Surgery of the trachea and bronchi. London. 2004; 872.
8. Whight C.D. Tracheomalacia. Chest Surg. Clin. N. Am. 2003; 13: 349-357.

Поступила 07.06.2011 г.