

## МЕТОД ОБРАБОТКИ КУЛЬТЫ БРОНХА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ШНУРОВИДНОГО ИМПЛАНТА ИЗ НИКЕЛИДА ТИТАНА

Дамбаев Г.Ц., Гюнтер В.Э., Куртсеитов Н.Э., Нагайцев А.А., Ульянов А.К., Аникеев С.Г., Ходоренко В.Н.

*ФГБОУ ВО «Сибирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Томск, e-mail: debbler11@mail.ru*

В своей практике каждый торакальный хирург при органуносящих операциях сталкивается с выбором метода закрытия культи бронха. Многолетний опыт насчитывает более 200 вариантов, которыми можно закрыть культю бронха, начиная с методов закрытия с использованием рыбной кости и ребер крупного рогатого скота и заканчивая аппаратным методом. Ручные и механические методы – две основные группы, которые можно выделить из многочисленных методов. При использовании данных методов присутствует один основной недостаток – это проникающий характер шва, при котором имеется высокий риск развития гнойного процесса в грудной клетке, а именно бронхоплевральных сообщений. Необходимо отметить, что большое количество методов закрытия культи бронха связано с наличием определенных недостатков у каждого из них. Такими недостатками являются: проникающий характер шва, ишемия в области культи бронха, токсичность применяемых веществ, высокий риск соскальзывания лигатуры и многие другие. Применяя методы закрытия бронха извне материалом с памятью формы, который будет оказывать постоянное давление на культю бронха, обладать шероховатой поверхностью, снижая риск соскальзывания с культи, и высокой биосовместимостью с организмом, можно избежать многих факторов риска развития гнойных осложнений. Разработан новый метод обработки культи бронха с использованием шнуровидного имплантата из никелида титана. Никелид титана обладает высокой биосовместимостью с организмом, что обеспечивает заживление раны по типу первичного натяжения с минимальной воспалительной реакцией. Данный метод опробован в экспериментальной модели на лабораторных крысах линии Вистар. В эксперименте оценивались герметичность закрытия культи бронха и течение раневого процесса при данном способе закрытия культи бронха. Данная статья содержит результаты исследования обработки культи бронха с использованием шнуровидного имплантата из никелида титана.

Ключевые слова: никелид титан, несостоятельность швов культи бронха, закрытие культи бронха, пульмонэктомия, резекция легких.

## METHOD OF BRONCHIAL STUMP TREATMENT WITH THE USE OF TITANIUM NICKELIDE CORD IMPLANT

Dambaev G.C., Gunter V.E., Kurtseitov N.E. Nagaitsev A.A., Ulyanov A.K., Anikeev S.G., Khorodenko V.N.

*Siberian State Medical University of the Ministry of Health of Russia, Tomsk, e-mail: debbler11@mail.ru*

Bronchial residual limb can be closed, ranging from methods of closure using fish bone and bovine ribs to the hardware method. Manual and mechanical are the two main groups that can be distinguished and numerous methods. Using these methods there is one major disadvantage - it is the penetrating nature of the suture, which forms a high risk of developing a purulent process in the chest, namely – broncho-pleural connections. It should be noted that a large number of methods of bronchial stump closure is associated with the presence of certain disadvantages in each of them. Such disadvantages are: penetrating nature of the suture, ischemia in the area of bronchial stump, toxicity of substances used, high risk of ligature slippage and many others. Using methods of bronchial stump closure from outside, using material with shape memory, which will exert constant pressure on the bronchial stump, will have a rough surface, reducing the risk of stump slippage and have high biocompatibility with the body – many risk factors for purulent complications can be avoided. A new method of bronchial stump treatment using a titanium nickelide cord implant has been developed. Titanium nickelide is highly biocompatible with the body, which provides wound healing by primary tension with minimal inflammatory reaction. This method was tested in an experimental model on laboratory rats of the Wistar line. In the experiment the tightness of the bronchial stump closure and the course of the wound process under this method of the bronchial stump closure were evaluated. This article contains the results of bronchial stump treatment using titanium nickelide cord implant.

Keywords: titanium nickelide, bronchial stump suture failure, bronchial stump closure, pneumonectomy, lung resections.

Торакальными хирургами выполняется множество различных операций, но самыми частыми являются резекции легкого, лобэктомии, реже осуществляются пневмонэктомии. При данных операциях возникает необходимость обработки (закрытия) культи бронхов, создания герметичной преграды, которая будет разделять бронхиальное дерево и плевральную полость и не даст развиваться гнойному процессу в плевральной полости в результате распространения микрофлоры из трахеобронхиального дерева в плевральную полость и средостение. По данным международного агентства по изучению рака, в мире каждый год регистрируется более 1 млн новых случаев рака легкого. Рак легкого занимает лидирующее место среди онкологических заболеваний – 13,2% от всех злокачественных новообразований [1, 2].

По сводной статистике главного торакального хирурга Российской Федерации П.К. Яблонского, подобные операции также выполняются при туберкулезе, гнойно-воспалительных заболеваниях легких и врожденных аномалиях развития [3].

В послеоперационном периоде одним из самых неблагоприятных осложнений является несостоятельность культи бронха, приводящая к формированию бронхоплеврального свища и эмпиемы плевры, что значительно ухудшает результаты операции и качество жизни пациента. В послеоперационном периоде из дефекта в культе бронха агрессивная бактериальная флора распространяется в плевральную полость и область средостения с развитием эмпиемы и медиастинита [4].

По данным литературы, вероятность формирования бронхоплеврального свища после анатомических резекций легких варьируется в довольно широких пределах, достигая 28%. Несостоятельность культи главного бронха после пневмонэктомии является тяжелым осложнением с летальностью, достигающей при консервативном лечении 70% [4–6].

Описано более 200 методов закрытия культи бронхов, что обусловлено отсутствием универсального метода и поиском альтернативного подхода, отличающегося простотой и надежностью. Можно выделить две основные группы способов обработки культи главного и долевого бронхов – это наложение на культю бронха ручного и механического швов, проникающих через слизистую оболочку бронха [7]. Эти способы не лишены недостатков, одним из которых является проникающий характер и, как следствие, формирование бронхоплевральных сообщений. Поэтому продолжают поиски способа закрытия культи бронха, обладающего простотой исполнения и позволяющего обеспечить профилактику несостоятельности швов и формирования бронхоплевральных свищей.

Культи бронха, в особенности главного, обладает незначительными способностями к регенерации, и ее заживление происходит преимущественно за счет пролиферации

перибронхиальных тканей, поэтому при обработке культи бронха с использованием пластинчатого материала кровоснабжение культи происходит на минимально возможном уровне.

На базе госпитальных клиник Сибирского государственного университета совместно с научным исследовательским институтом медицинских материалов и имплантов с памятью формы им. академика В.Д. Кузнецова ТГУ разработан новый метод обработки культи бронха при резекции легкого, лобэктомии, пневмонэктомии с использованием шнуровидного имплантата из никелида титана [8].

Метод основан на сдавливании бронха у основания с использованием имплантата – сетчатого шнура из никелида титана, который обладает толщиной нити 50 мкм. При этом конец бронха на уровне предполагаемой резекции деформируют, прогибая мембранозную часть до контакта с хрящевой частью, сводят концы хрящевой части до взаимного перекрытия и обматывают область культи 2–3 витками указанного сетчатого шнура, фиксируя витки узлом, после чего осуществляют резекцию дистальной части бронха.

Положительные свойства никелид-титановой нити состоят в том, что она обладает высокой биосовместимостью с тканями организма, это обеспечивает заживление раны по типу первичного натяжения с минимальной воспалительной реакцией [9].

Шнур за счет ширины стенки, обычно составляющей от 1 до 3 мм, в зависимости от степени натяжения, обладает большей площадью контакта со стенкой бронха. Это препятствует прорезыванию тканей, в отличие, например, от лавсановой нити, а развитая сетчатая поверхность шнура препятствует соскальзыванию лигатуры, что позволяет применять методику даже на бронхах крупного калибра. Вместе с тем сетчатый шнур в вытянутом состоянии имеет большой ресурс укорочения, что позволяет ему длительное время оказывать постоянное корректирующее усилие и компенсировать возможное ослабление обматывающих культю витков вследствие естественной податливости тканей. При оперативном вмешательстве рана проходит все этапы раневого процесса, которые включают альтерацию, инфильтрацию (увеличение объема тканей за счет отека) и регенерацию (на данном этапе происходит снижение объема тканей в области лигатуры, что формирует риск соскальзывания лигатуры и развития несостоятельности культи бронха). При использовании данного шнура достигается надежная герметизация культи бронха как в момент операции, так и в последующий период. Первоначальная сила натяжения устанавливается при завязывании узла, посредством чего контролируется циркулярное сужение просвета бронха до полного перекрытия. Свойственный сверхэластичному материалу большой ресурс укорочения облегчает регулировку натяжения шнура, сокращает время и упрощает манипуляции.

Цель исследования – оценить эффективность закрытия культи бронха шнуром из никелида титана в эксперименте.

### **Материалы и методы исследования**

Экспериментальная модель выполнена на базе ЦНИЛ СибГМУ на лабораторных крысах самцах линии Вистар массой 180–250 г в количестве 15 штук. Содержание, питание, уход за животными и выведение их из эксперимента осуществляли в соответствии с требованиями Европейской конвенции по защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и других научных целей (Страсбург, 1986) и «Правилами проведения работ с использованием экспериментальных животных» (приказ 755 от 12.08.1977 г. МЗ СССР).

Оперативный прием выполнялся следующим образом: доступ к легкому осуществлялся за счет переднебоковой торакотомии. Далее производили вскрытие париетального листка плевры, выделение легкого, наложение лигатуры из никелид-титанового имплантата 50 мкм на область бронха нижней доли правого легкого, резекцию легкого.

После лобэктомии осуществляли контроль на гемостаз, инородные тела, легкое погружали в грудную клетку, рану послойно ушивали нитью Vicryl 5/0 на атравматической игле (Ethicon, Шотландия). Поскольку длительное дренирование плевральной полости у крыс проблематично, так как после прекращения действия наркоза животное самостоятельно удаляло дренажную трубку, выполняли пункцию плевральной полости и аспирировали содержимое с реализацией отрицательного давления в плевральной полости, затем накладывали асептическую повязку.

Все болезненные процедуры выполнены под анестезией: анестезию проводили однократным внутримышечным введением препарата Zoletil-100 (Virbac, Франция) в дозе 0,03 мл с последующим однократным внутримышечным введением 0,01 мл препарата XylaVET (PharmamagistLtd., Венгрия). Дыхание животного во время оперативного вмешательства осуществляли за счет искусственной вентиляции легких.

Животных выводили из эксперимента на 3-и, 14-е, 30-е сутки при помощи CO<sub>2</sub>-асфиксии в специализированной камере. Выполняли обзорную рентгенографию органов грудной клетки, определяли развитие пневмонии, гидро- и пневмоторокса. Далее выполняли наложение трахеостомы с фиксацией периферического катетера в просвете трахеи, выполняли бронхографию с введением рентгенконтрастного вещества в трахеобронхиальное дерево. Затем проводили макроскопическое описание при вскрытии грудной клетки, оценивали наличие выпота, отложения фибрина в плевральной полости, развитие гнойного процесса. Также проводилось гистологическое исследование. Биоптаты (фрагменты культи

bronха) использовали для приготовления гистологических препаратов. Гистологические препараты готовили по методу окрашивания гематоксилином и эозином. Оценивали васкуляризационные, воспалительные, регенераторные, дисрегенераторные, фиброзные процессы. Степень прорастания тканями организма шнура из никелида титана оценивали, используя метод электронной микроскопии.

### **Результаты исследования и их обсуждение**

Макроскопическое описание плевральной полости и области культи бронха. При выведении животных на 3-и сутки в плевральной полости в 100% случаев наблюдался геморрагический транссудат в объеме 0,2–0,5 мл. Стенки плевральной полости были с инъекцией сосудов, без налета фибрина. В области культи бронха наблюдался отек. У четырех крыс из пяти в области культи бронха был отмечен геморрагический сгусток до 0,1 мм в диаметре. На 14-е сутки наличие жидкости в плевральной полости обнаружено не было ни у одной из крыс. Необходимо отметить, что начиная с 14-х суток отделить лигатуру от культи бронха без повреждения тканей не представлялось возможным, что указывает на активное прорастание лигатуры тканями организма. На 30-е сутки культи бронха представляла собой участок, увеличенный в объеме до 4 мм, покрытый соединительной тканью. Визуально никелид-титановый имплантат не определялся.

На серии Rn-грамм органов грудной клетки крысы, находящихся в положении лежа и в вертикальном положении, определялось состояние после оперативного вмешательства – резекции нижней доли правого легкого. На видимых участках легких пневматизация во всех группах была сохранена, легочной рисунок не изменен. Достоверно инфильтивных теней – пневмонии, медиастинита и объемных образований – абсцесса не определялось ни в одной из групп. В группе животных, которые выводились на 3-и сутки, в нижнем синусе правого легкого визуализировалось небольшое скопление жидкости, без сдавления легкого. В группах животных, выведенных на 14-е и 30-е сутки, легкое равномерно распределялось в грудной клетке (рис. 1).



*Рис. 1. Обзорная рентгенография органов грудной клетки на 14-е сутки.*

*Стрелкой указан шнур из никелид-титановой нити*

На бронхограммах после введения 1–2 мл урографина через трахеостомическую трубку определяется контрастирование обоих легких, справа контрастировались верхняя и средняя доли. Дефектов наполнения затеков контрастного вещества, которые указали бы на формирование бронхоплеврального свища, эмпиемы плевры или развитие медиастинита, выявлено не было (рис. 2).



*Рис. 2. Бронхография в прямой и боковой проекции на 30-е сутки*

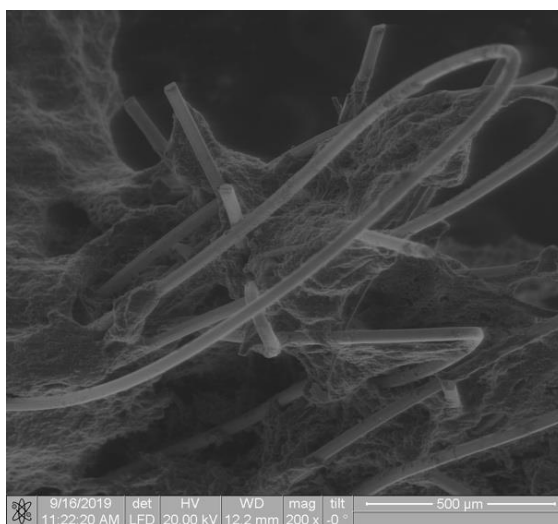
При гистологическом исследовании определили следующие особенности раневого процесса. На 3-и сутки в ткани легкого был обнаружен геморрагический инфаркт со стертым альвеолярным рисунком, полями кровоизлияний с примесью нейтрофилов и масс фибрина. По периферии инфаркта отмечалось наличие полей грануляционной ткани с ангиоматозом и густой лимфогистиоцитарной инфильтрацией. В просвете бронха – частично слущенный респираторный эпителий с примесью нейтрофилов. На остальном протяжении респираторный эпителий был сохранен, отмечались явления бокаловидно-клеточной метаплазии. В других полях зрения были обнаружены явления альвеолярного отека легких в виде наличия гомогенной розовой жидкости в просвете альвеол.

В группе животных, выведенных из эксперимента на 14-е сутки, при исследовании фрагментов ткани легкого альвеолярный рисунок сохранен, ткань легкого имела типичное гистологическое строение с очаговым пневмофиброзом. В бронхах отмечалась картина хронического воспаления в виде густой лимфогистиоцитарной инфильтрации с

перибронхиальным фиброзом. Респираторный эпителий слущен в просвет с некробиотическими изменениями.

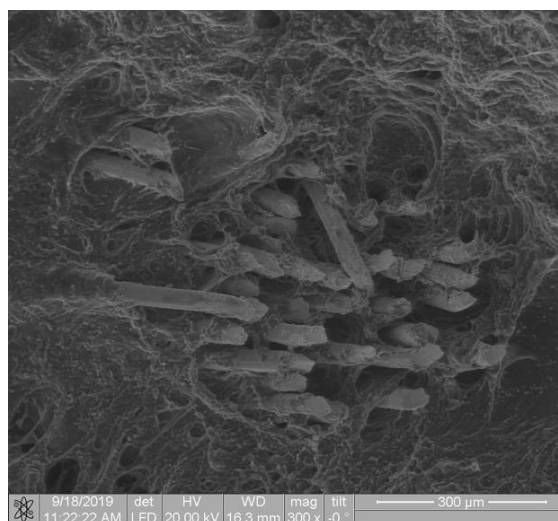
К 30-м суткам в области культы бронха легочной рисунок сохранен и имел типичное гистологическое строение, в части просветов альвеол были обнаружены группы гемосидерофагов. В стенке бронха отмечался умеренно выраженный фиброз с ангиоматозом и умеренно выраженной лимфоидной инфильтрацией. Респираторный эпителий – типичного гистологического строения.

Электронная микроскопия. Материал был предоставлен в виде фрагментов культы бронха в косом и косопоперечном срезах. Снимки выполнялись с помощью электронного микроскопа при 200- и 300-кратном увеличении. С помощью стереографического метода определялась площадь заселения клетками организма лигатурой из никелида титана. На 3-и сутки препарат был представлен большим количеством эритроцитов. Высокая биосовместимость никелид-титановой нити, высокая смачиваемость имплантата за счет пористо-проницаемой оболочки обусловили миграцию фибробластов с образованием мостиков соединительной ткани в областях ячеек (рис. 3).



*Рис. 3. Электронная микроскопия культы бронха на 3-и сутки – 200-кратное увеличение*

К 14-м суткам происходит образование рубца в области культы бронха. 80% имплантата прорастает соединительной тканью. В эти сроки в образованном рубце визуально определить нити лигатуры из никелид-титанового шнура еще представляется возможным. Полноценный рубец, представленный преимущественно соединительной тканью, покрывающей 98–99% имплантата, в котором невозможно определить нити никелида титана без разреза препарата, образуется к 30-м суткам (рис. 4).



*Рис. 4. Электронная микроскопия культы бронха на 30-е сутки – 300-кратное увеличение*

### **Заключение**

При применении шнура из никелида титана в формировании культы бронха при лобэктомиях и резекциях легких в раннем послеоперационном периоде наблюдается первая стадия раневого процесса, что подтверждается наличием транссудата в плевральной полости, миграцией клеток воспаления в область культы бронха. К 30-м суткам имплантат полностью прорастает соединительной тканью и представляет собой конгломерат из клеток организма и шнура из никелида титана, который не отторгается организмом. По ходу эксперимента не наблюдалось формирования бронхоплевральных сообщений и связанных с этим осложнений. Таким образом, применение имплантата из никелида титана в формировании культы бронха при оргоаноуносящих операциях на легких можно считать успешным. Данный способ обеспечивает надежное закрытие культы бронха и заживление ее вторичным натяжением.

### **Список литературы**

1. Давыдов М.Г., Заридзе Д.Г. Скрининг злокачественных опухолей // Вестник РОНЦ им. Н.Н Блохина РАМН. 2014. №. 25 (3-4). С. 5-16.
2. Мукерия А.Ф., Заридзе Д.Г. Эпидемиология и профилактика рака легкого // Вестник РОНЦ им. Н.Н Блохина РАМН. 2010. №. 3 (21). С. 3-13.
3. Яблонский П.К., Соколович Е.Г., Аветисян А.О., Васильев И.В. Роль торакальной хирургии в лечении туберкулеза легких (обзор литературы и собственные наблюдения) // Медицинский альянс. 2014. №. 3. С. 4-5.



4. Печетов А.А., Грицюта А.Ю. Осложнения после анатомических резекций легких. Современное состояние проблемы (обзор литературы) // Поволжский онкологический вестник. 2017. №. 4. С. 90-98.
5. Аксарин А.А., Тер-Ованесов М.Д., Мордовский А.А. Проблема несостоятельности швов бронха в онкологии // Практическая медицина. 2014. №. 8. С. 73-75.
6. Walsh M.D., Bruno A.D., Onaitis M.W., Erdmann D., Wolfe W.G., Toloza E.M., Levin L.S. The role of intrathoracic free flaps for chronic empyema. Ann. Thorac. Surg. 2011. №. 91. P. 865-868.
7. Бармин В.В., Пикин О.В., Рябов А.Б., Амиралиев А.М. Методы закрытия культи бронха после анатомических резекций легких // Онкология. Журнал им. П.А. Герцена. 2018. Т. 7. №. 4. С. 58-63.
8. Дамбаев Г.Ц., Гюнтер В.Э., Шефер Н.А., Нагайцев А.А., Аникеев С.Г., Ходоренко В.Н., Моногенов А.Н. Способ закрытия культи бронха // Патент РФ № 2743611. Патентообладатель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Национальный исследовательский Томский государственный университет". 2021. Бюл. № 5.
9. Топольницкий Е.Б., Дамбаев Г.Ц., Шефер Н.А., Ходоренко В.Н., Фомина Т.И., Гюнтер В.Э. Замещение пострезекционных дефектов перикарда, диафрагмы, грудной стенки сетчатым имплантатом из никелида титана // Вопросы реконструктивной и пластической хирургии. 2012. № 15-1. С. 14-21.