

Морфологическая оценка способа замещения пострезекционных дефектов перикарда тканевым имплантатом на основе наноструктурной никелид-титановой нити

Топольницкий Е.Б.¹, Дамбаев Г.Ц.¹, Гюнтер В.Э.², Байков А.Н.¹, Ходоренко В.Н.², Фомина Т.И.³, Шефер Н.А.¹

Morphological assessment of method of postresection pericardial defect closure using fabric implant on basis of nanostructural nikelide titanium fiber

Topolnitsky Ye.B., Dambayev G.Ts., Gyunther V.E., Baikov A.N., Khodorenko V.N., Fomina T.I., Shefer N.A.

¹ Сибирский государственный медицинский университет, г. Томск

² НИИ медицинских материалов и имплантатов с памятью формы, г. Томск

³ НИИ фармакологии СО РАМН, г. Томск

© Топольницкий Е.Б., Дамбаев Г.Ц., Гюнтер В.Э. и др.

Разработан и апробирован в эксперименте на 10 беспородных собаках способ замещения пострезекционных дефектов перикарда тканевым имплантатом на основе наноструктурной никелид-титановой нити. Проведено морфологическое исследование регенерата, сформировавшегося после пластического замещения дефекта тканевым имплантатом. Показано, что вновь образованная ткань прорастает сквозь имплантат с формированием в зоне дефекта перикарда единого тканевого регенерата, который обеспечивает анатомо-физиологическое восстановление данной области.

Ключевые слова: резекция перикарда, закрытие дефекта перикарда, наноструктурная нить, никелид титана.

Method of postresection pericardial defect closure using fabric implant on basis of nanostructural nikelide titanium fiber has been developed and tested on ten mongrels. Morphology of reclaim generated after pericardial reconstruction using fabric implant was studied. A new generated tissue has been shown to extend through implant and form single tissue reclaim, which keeps anatomico-physiological restoration of pericardial defect.

Key words: pericardiectomy, pericardial defect closure, nanostructural fiber, titanium nikelide.

УДК 616.11-089.168.1-06:616-089.819.843:615.468.6:546.82-034.24

Введение

Необходимость замещения дефекта перикарда возникает после резекции легкого или пневмонэктомии с обширной резекцией перикарда, а также при заборе аутоперикарда в качестве пластического материала для реконструкции верхней полой вены, легочной артерии и других анатомических структур [1, 3, 4, 6]. При наличии обширного дефекта перикарда может произойти дислокация сердца со сдавлением путей оттока и раз-

витием необратимого расстройства кровообращения, когда только незамедлительная реторакотомия с вправлением сердца и пластикой перикарда является единственным способом восстановления стабильной гемодинамики [5, 8].

Существует способ пластики дефекта перикарда путем выкраивания и перемещения свободного лоскута из широкой фасции бедра [7]. Однако такие лоскуты лишены кровоснабжения, лизируются, теряют прочностные свойства в ближайшие сроки по-

сле операции, особенно в условиях химиолучевой терапии. Кроме того, увеличивается продолжительность и травматичность вмешательства, создается дополнительный косметический дефект, связанный с послеоперационным рубцом в другой анатомической области.

Пластика перикарда мышечным лоскутом (большой грудной, широчайшей мышцы спины, диафрагмы), париетальной плеврой или перикардиальным жиром на питающей ножке [1, 3] также имеет существенные недостатки: вероятность тромбоза питающих сосудов трансплантата и нарушение его кровоснабжения, резорбция или атрофия с потерей каркасных свойств трансплантата после операции. Пластика плеврой не всегда выполнима в случае плеврэктомии, а перемещение мышечного лоскута связано со сложностью хирургических действий, увеличением продолжительности оперативного вмешательства и высокой травматичностью.

Для пластики перикарда используют сетки из тефлона, поликапромида («Ампоксен»), политетрафторэтилена («Gore-tex») [5, 8, 9]. Недостатком способа является плохая биохимическая и биомеханическая совместимость имплантатов. По мере образования соединительной ткани они становятся ригидными, что затрудняет нормальную работу сердца. Политетрафторэтиленовый материал инкапсулируется толстой капсулой без фиксации и прорастания его соединительной тканью, что не исключает миграцию имплантата. Материалы не устойчивы к инфекции, в случае развития гнойных бронхоплевральных осложнений поддерживают воспаление и затрудняют санацию гнойного очага. При тотальном замещении дефекта перикарда несетчатыми имплантатами существует угроза тампонады сердца в результате развития посттравматического экссудативного перикардита. В случае частичного замещения не исключается дислокация сердца в дефекте перикарда. Кроме того, прямое сообщение плевральной и перикардиальной полостей нежелательно, так как способствует распространению инфекции в перикардиальную полость, слипчивому перикардиту с тяжелой сердечной недостаточностью.

В связи с вышеизложенным разработан способ замещения пострезекционных дефектов перикарда тканевым имплантатом на основе сверхэластичной никелид-титановой TiNi проволоки и изучены особенности интеграции его с прилежащими тканями.

Материал и методы

Эксперимент выполнен на 10 беспородных собаках обоего пола массой тела 10—16 кг. Исследование проводили согласно 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. Исследование одобрено локальным этическим комитетом Сибирского государственного медицинского университета (СибГМУ) (г. Томск). Животные получены и операции на них выполнены в Центральной научно-исследовательской лаборатории СибГМУ. Для исследований использовали имплантаты на основе TiNi, изготовленные в НИИ медицинских материалов и имплантатов с памятью формы (г. Томск).

Подготовка к операции, анестезиологическое обеспечение и ведение послеоперационного периода у всех животных были одинаковыми. Под внутривенным пропофоловым наркозом с управляемым дыханием выполняли комбинированную пневмонэктомию слева с резекцией перикарда по переднебоковой поверхности площадью до 16 см². Закрытие культи главного бронха осуществляли конструкцией с эффектом памяти формы по разработанной авторами методике (патент РФ № 2271155), а дефект перикарда замещали тканевым имплантатом на основе сверхэластичной TiNi-нити.

Животных выводили из опыта на 7, 14, 30-е сут и в 3, 6 мес с последующим макро- и микроскопическим описанием области вмешательства. Имплантат с окружающим тканевым регенератом исследовали сканирующим электронным микроскопом QUANTA 200-3D (FEI Compn, США) в режиме среды, образцы извлекали непосредственно перед исследованием и специально не высушивали. Препараты фиксировали в 10—12%-м растворе нейтрального формалина. После фиксации формалином имплантат прецизионно извлекали, тканевой регенерат и прилежащие ткани, в том числе участок эпикарда под замещенным перикардом, направляли на гистологическое исследование. Срезы толщиной 5—7 мкм окрашивали гематоксилином и эозином и по ван Гизону.

Результаты и обсуждение

Имплантат для пластики дефектов перикарда изготовлен из тонкопрофильной ткани с размерами ячейки 200—240 мкм, сплетенной по текстильной технологии из сверхэластичной TiNi-проволоки толщиной 60 мкм (патент РФ № 2257230). Проволока представляет собой композиционный материал, включающий сердцевину из наноструктурного монолитного TiNi и поверхностный чешуйчатый слой из оксида титана толщиной 5—7 мкм (рис. 1). Присутствие монолитного TiNi значительно улучшает прочностные свойства материала, а пористая чешуйчатая поверхность проволоки придает ей высокую адаптированность в тканях организма. Данный имплантат проявляет эластичные свойства, подобные живым тканям [2]. Благодаря мелкоячеистой структуре и пористой оболочке композитной нити имплантат обладает капиллярными свойствами, что создает возможность целенаправленно насыщать его растворами антибиотиков путем замачивания и применять в условиях инфицированной раневой поверхности.

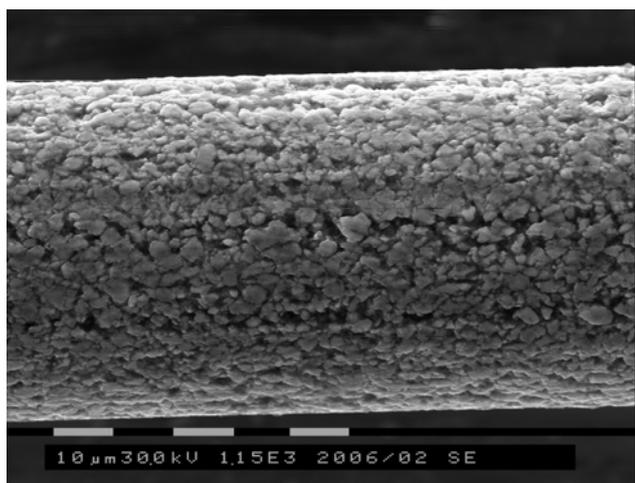


Рис. 1. Структура композиционного материала на основе никелида титана. Сканирующая электронная микроскопия. Ув. 1 500

Методика замещения дефектов перикарда заключалась в следующем: на дефект перикарда размером 4 × 4 см укладывали выкроенный сетчатый имплантат, выступающий за края дефекта не менее чем на 1 см, и фиксировали к перикарду по всему периметру. Благодаря эффекту смачиваемости и капиллярности поры проволоки и ячейки имплантата заполнялись тканевой жидкостью сразу после имплантации. Тканевая жидкость после пропитывания структуры имплантата удерживается в виде пленки под действием силы по-

верхностного натяжения, создающей своеобразный барьер, который изолирует перикардальную полость от плевральной. Эластичные свойства сетчатого TiNi и перикарда сходны, поэтому при растяжении деформация образованного комплекса перикард — имплантат получается согласованной.

Послеоперационный период у всех оперированных собак был гладким. Большинство животных на 2-е—3-и сут после операции становились активными, хорошо принимали пищу, пили воду, а на 6—7-е сут почти не отличались поведением от неоперированных. Ни в одном случае не отмечалось миграции имплантата и развития послеоперационных осложнений.

Макроскопически на 7-е сут наблюдали остаточную полость, которая представляла собой плевральную полость, уменьшенную за счет спаечного процесса и смещения органов средостения и диафрагмы. Выпота в остаточной полости не обнаружено. Имплантат был прочно фиксирован к перикарду. Почти вся поверхность имплантата была покрыта нежной рыхлой тканью, через которую хорошо прослеживалась его ячеистая структура, и только в центральной части определялись отдельные участки, не заполненные тканью. После рассечения перикарда в его полости определялся прозрачный серозный выпот в незначительном количестве, единичные легкоразделимые спайки между имплантатом и эпикардом. Плевра в проекции куль-ти бронха была непрерывной, блестящей, бледно-розового цвета, без признаков воспаления и кровоизлияний. Культи бронха была втянута в клетчатку средостения, конструкция не видна.

На 14-е сут и в последующие сроки каких-либо существенных изменений со стороны остаточной плевральной полости не выявлено, поверхность имплантата была полностью укрыта вновь образованной тканью, через которую прослеживалась его ячеистая структура. В полости перикарда обнаружено минимальное количество серозного выпота, единичные спайки между центральной зоной имплантата и эпикардом. При разделении этих спаек удалось довольно легко отделить комплекс имплантат — перикард от прилежащего эпикарда.

При морфологическом исследовании на 7-е сут после операции в области взаимодействия поверхности имплантата с перикардом наблюдалась невыраженная

воспалительная реакция, незначительный отек и очаги кровоизлияний с явлениями организации. На наружной и внутренней поверхностях имплантата ближе к краю образовалась грануляционная ткань с большим количеством клеточных элементов, главным образом макрофагов, лимфоцитов, нейтрофилов, фибробластов, определялись новообразованные сосуды капиллярного типа и коллагеновые волокна. Эпикард имел обычное строение, воспалительной инфильтрации в нем не наблюдалось.

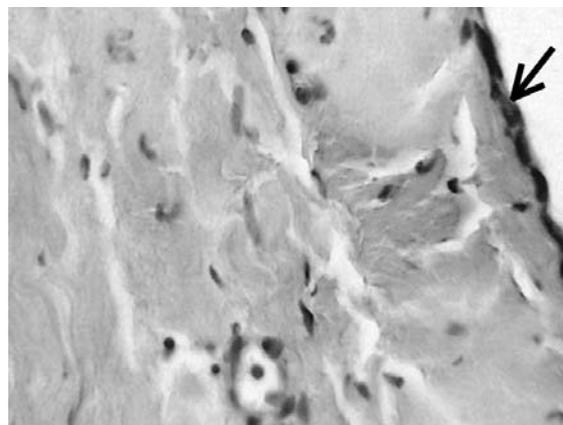
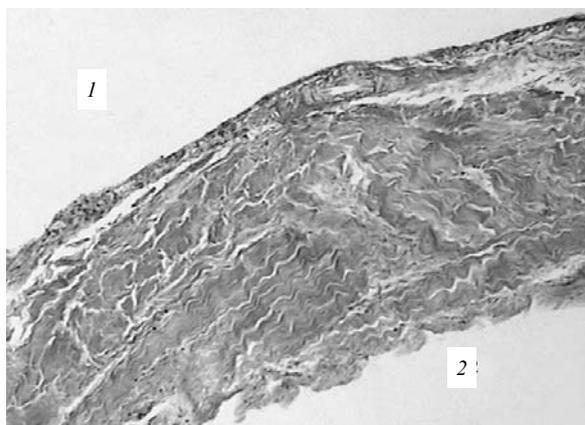
На 14-е сут формирующийся тканевой регенерат был представлен рыхлой неоформленной соединительной тканью, в которой отмечалось умеренное количество фибробластов и фибробластоподобных клеток, коллагеновых волокон с тенденцией к перпендикулярному строению.

На 30-е сут строение тканевого регенерата как в околодефектной области, так и по всей поверхности имплантата отличалось от предыдущего срока лишь степенью зрелости грануляционной ткани, коллагеновые волокна приобретали характерную направленность вдоль никелид-титановой проволоки и формировали пучки. В свою очередь, большинство соединительнотканых пучков располагалось во взаимно перпендикулярных плоскостях, тем самым формируя своеобразную структурную решетку. В области взаимодействия поверхности имплантата с перикардом наблюдалось активное развитие соединительной ткани с прорастанием фибробластами, капиллярами и новообразованными сосудами, а на внутренней поверхности имплантата в области дефекта происходило восстановление серозной оболочки, характерной для перикарда. В полости перикарда воспалительная реакция тканей на

имплантат была не выражена, носила локальный характер и не вызывала слипчивого перикардита. Эпикард имел обычное строение, воспалительной инфильтрации в нем не наблюдалось. В последующем происходила лишь дальнейшая органоспецифическая дифференцировка тканей вновь образованного регенерата.

В отдаленные сроки наблюдения до 6 мес морфологическая картина регенерата не претерпевала значительных изменений, внутренняя поверхность имплантата была полностью выстлана однослойным плоским эпителием (рис. 2).

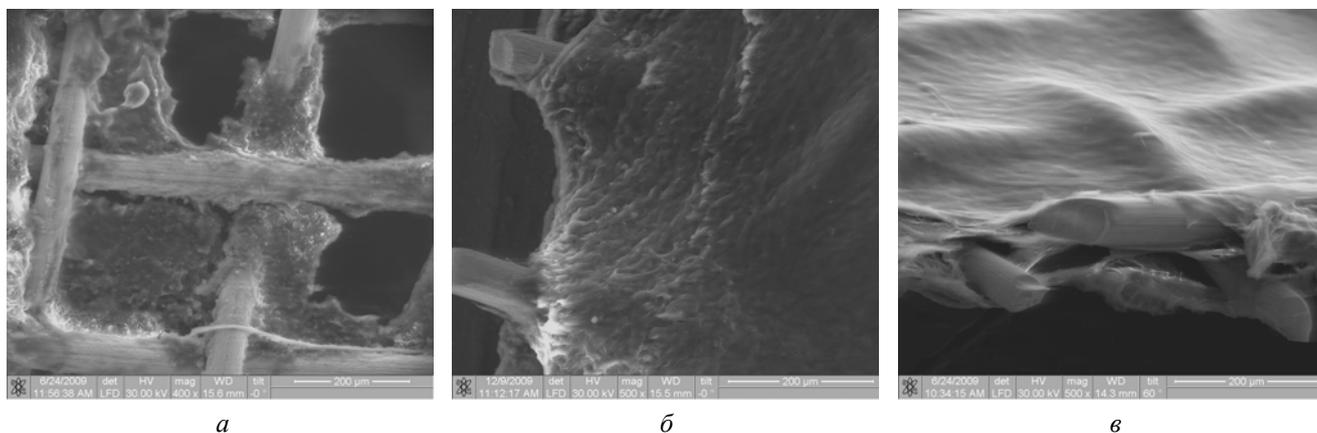
При электронной микроскопии установлено, что образование соединительной ткани начиналось на поверхности проволоки и в местах ее переплетений, а заполнение имплантата тканевым регенератом происходило от периферии ячеек к центру (рис. 3,а). Вновь образованная ткань в околодефектной области и на поверхности имплантата имеет фибриллярный тип строения (рис. 3,б). Коллагеновые волокна плотно оплетали TiNi-нити, что свидетельствовало о прочной фиксации имплантата в регенерате. Внутренняя поверхность тканевого регенерата в области замещенного дефекта перикарда была волнообразной, принимала контурный рельеф имплантата (рис. 3,в). Можно предположить, что после заполнения ячеистой структуры имплантата соединительной тканью происходит «наполнение» эпителия с краев дефекта перикарда. Морфологическая картина и выявленные закономерности образования тканей в пострезекционных дефектах перикарда, замещенных никелид-титановым имплантатом, могут свидетельствовать о направленной тканевой регенерации.



а

б

Рис. 2. Тканевой регенерат на поверхности имплантата через 3 мес после операции: а — слой коллагеновых волокон: 1 — перикардальная полость; 2 — локализация имплантата. Окраска по ван Гизону, ув. 80; б — однослойный плоский эпителий на поверхности регенерата (указано стрелкой). Окраска гематоксилином и эозином, ув. 600



а

б

в

Рис. 3. Микроструктура тканевого регенерата. РЭМ: а — 7-е сут после операции. Сформированная ткань на поверхности проволоки и в местах ее переплетений, ув. 400; б — 30-е сут после операции. Коллагеновые волокна и пучки плотно окружают проволоку из TiNi, ув. 500; в — 3 мес после операции, ув. 500. Внутренняя поверхность тканевого регенерата приняла контурный рельеф имплантата

Заключение

Таким образом, тканевой имплантат на основе сверхэластичной проволоки из TiNi является хорошим пластическим материалом и позволяет замещать обширные пострезекционные дефекты, в частности перикарда. Вновь образованная ткань прорастает сквозь сетчатый имплантат с формированием в зоне дефекта перикарда единого тканевого регенерата, который не затрудняет работу сердца, обеспечивает анатомо-физиологическое восстановление данной области.

Литература

1. *Атлас онкологических операций* / под ред. В.И. Чиссова, А.Х. Трахтенберга, А.И. Пачеса. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. 632 с.
2. Горшков В.Ю. Хирургическое лечение распространенного рака легкого. Н. Новгород: Изд-во Нижегород. гос. мед. академии, 2000. 100 с.

3. *Никелид титана. Медицинский материал нового поколения* / В.Э. Гюнтер, В.Н. Ходоренко, Ю.В. Ясенчук и др. Томск: МИЦ, 2006. 296 с.
4. Паршин В.Д., Порханов В.А. Хирургия трахеи с атласом оперативной хирургии. М.: Альди-принт, 2010. 480 с.
5. *Хирургия далеко зашедших и осложненных форм рака легкого* / под ред. Л.Н. Бисенкова. СПб.: ДЕАН, 2006. 432 с.
6. D Andrilli A., Ibrahim M., Venuta F. et al. Glutaraldehyde preserved autologous pericardium for patch reconstruction of the pulmonary artery and superior vena cava // *Ann. Thorac. Surg.* 2005. V. 80. P. 357—358.
7. Kageyama Y., Suzuki K., Matsushita K. et al. Pericardial closure using fascia lata in patients undergoing pneumonectomy with pericardiectomy // *Ann. Thorac. Surg.* 1998. V. 66. P. 586—587.
8. Shimizu J., Ishida Y., Hirano Y. et al. Cardiac herniation following intrapericardial pneumonectomy with partial pericardiectomy for advanced lung cancer // *Ann. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2003. V. 9. P. 68—72.
9. Veronesi G., Spaggiari L., Solli P.G. et al. Cardiac dislocation after extended pneumonectomy with pericardioplasty // *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2001. V. 19. P. 89—91.

Поступила в редакцию 13.10.2010 г.

Утверждена к печати 01.04.2011 г.

Сведения об авторах

Е.Б. Топольницкий — канд. мед. наук, докторант кафедры госпитальной хирургии СибГМУ (г. Томск).

Г.Ц. Дамбаев — д-р мед. наук, профессор, член-корреспондент РАМН, зав. кафедрой госпитальной хирургии СибГМУ (г. Томск).

В.Э. Гюнтер — заслуженный деятель науки РФ, д-р техн. наук, профессор, директор НИИ медицинских материалов и имплантатов с памятью формы (г. Томск).

А.Н. Байков — д-р мед. наук, профессор, зав. ЦНИЛ СибГМУ (г. Томск).

В.Н. Ходоренко — канд. техн. наук, ст. науч. сотрудник НИИ медицинских материалов и имплантатов с памятью формы (г. Томск).

Экспериментальные и клинические исследования

Т.И. Фомина — канд. мед. наук, ст. науч. сотрудник лаборатории лекарственной токсикологии НИИ фармакологии СО РАМН (г. Томск).

Н.А. Шефер — аспирант кафедры госпитальной хирургии СибГМУ (г. Томск).

Для корреспонденции

Топольницкий Евгений Богданович, тел.: (3822) 49-06-08, 8-903-915-4173; e-mail.ru: e_topolnitskiy@mail.ru