

Реакция тканей на сетчатый имплантат из никелида титана после замещения пострезекционных дефектов анатомических структур грудной клетки (проблема с рисунками)

Г.Ц.ДАМБАЕВ, Е.Б.ТОПОЛЬНИЦКИЙ, Н.А.ШЕФЕР, Т.И.ФОМИНА, В.Н.ХОДОРЕНКО, В.Э.ГЮНТЕР

Tissue response to the netted nickelid-titan implant after replacement of postresectional defects of the thorax anatomical structures

G.Ts.DAMBAEV, E.B.TOPOLNITSKIY, N.A.SHEFER, T.I.FOMINA, V.N.KHODORENKO, V.E.GUNTHER

Сибирский государственный медицинский университет, Томск

Томская областная клиническая больница

НИИ фармакологии СО РАМН, Томск

НИИ медицинских материалов и имплантатов с памятью формы, Томск

Проведено морфологическое исследование регенерата, сформировавшегося после пластического замещения пострезекционного дефекта перикарда, диафрагмы, грудной стенки сетчатым имплантатом, изготовленным из наноструктурной никелид-титановой нити. Установлено, что вновь образованная ткань прорастает сквозь имплантат с формированием в зоне дефекта единого тканевого регенерата, который обеспечивает анатомо-физиологическое восстановление данной области.

Ключевые слова: никелид-титановый имплантат, замещение пострезекционных дефектов, грудная клетка

Morphological investigation of reclaim generated after the replacement of postresectional defects of the pericardium, diaphragm and the thoracic wall using implant of nanostructural nickelid-titan suture was studied. The newly formed tissue intergrows the implant mass, thus forming the entity of regenerative tissue, which provides anatomic and physiologic reconstruction of the injured area.

Key words: nickelid-titan implant, defect replacement, thorax

В настоящее время для замещения пострезекционных дефектов различных анатомических структур грудной клетки, таких как перикард, диафрагма, грудная стенка, в качестве пластического материала используют сетки и ткани из тефлона, поликапромида, полипропилена, мерсилена, лавсана, политетрафторэтилена [1, 3, 4, 6, 7, 9, 10]. Однако низкий уровень биосовместимости имплантатов из этих материалов снижает их эффективность и ограничивает область применения. После врастания и созревания соединительной ткани они становятся ригидными, пластифицируются и изменяются в размерах, что затрудняет нормальную работу сердца, экскурсию диафрагмы и грудной стенки, нарушает биомеханику дыхания. Кроме того, синтетические материалы неустойчивы к инфекции, нередко способствуют длительному существованию экссудативного перикардита и плеврита, а в случае развития гнойных послеоперационных осложнений поддерживают воспаление и затрудняют санацию гнойного очага [5, 8].

С появлением и активным использованием в практической медицине нового класса эксплантатов на основе сетчатого никелида титана [2], биохимическая

и биомеханическая совместимость которого широко известны, появилась возможность разработки новых способов реконструкции различных анатомических структур грудной клетки при их обширных дефектах. В связи с этим, возникла необходимость изучения особенностей интеграции сетчатых имплантатов на основе сверхэластичной нити из никелида титана с прилежащими тканями после замещения пострезекционных дефектов перикарда, диафрагмы, грудной стенки.

Материалы и методы

Выполнена серия опытов на 30 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. Животные получены и операции на них выполнены в Центральной научно-исследовательской лаборатории СибГМУ. Для исследований использовали сетчатые

имплантаты из никелида титана, разработанные и изготовленные в НИИ медицинских материалов и имплантатов с памятью формы.

Подготовка к операции, анестезиологическое обеспечение и ведение послеоперационного периода у всех животных были одинаковыми. Под общей анестезией с управляемым дыханием моделировали пострезекционный дефект перикарда, диафрагмы или грудной стенки и пластически замещали его сетчатым имплантатом из никелида титана. В зависимости от локализации дефекта анатомической структуры грудной клетки животные были разделены на 3 группы. В 1-й группе (n=10) выполняли комбинированную пневмонэктомию с обширной резекцией и пластикой перикарда, во 2-й группе (n=10) выполняли резекцию и пластику диафрагмы, в 3-й (n=10) – окончатую резекцию и пластику грудной стенки. Имплантат для пластики пострезекционных дефектов представляет собой тонкопрофильную ткань, с размерами ячейки 120-240 мкм, сплетенную по текстильной технологии из сверхэластичной никелид-титановой нити толщиной 60 мкм. Нить представляет собой композиционный материал, включающий сердцевину из наноструктурного монолитного никелида титана и пористый поверхностный слой (5-7 мкм) оксида титана. Присутствие монолитного никелида титана внутри оксидной оболочки позволяет проявлять эластичные свойства, а пористая поверхность нити придает ей высокую адаптивность в тканях организма. 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 [2].

Животных выводили из опыта на 7, 14, 30-е сутки и через 3, 6 мес. Имплантат с окружающим тканевым регенератом исследовали сканирующим электронным микроскопом "QUANTA 200-3D" в режиме среды, образцы извлекались непосредственно перед исследованием и специально не высушивались. Препараты фиксировали в нейтральном формалине. После фиксации имплантат прецизионно извлекали, тканевой регенерат и прилежащие ткани направлялись на гистологическое исследование. Срезы толщиной 5-7 мкм окрашивали гематоксилином и эозином, по Ван-Гизону.

Результаты исследования

При замещении пострезекционных дефектов различных структур грудной клетки во время операции нами отмечено, что благодаря эффекту смачиваемости и капиллярности поры нити и ячейки имплантата заполнялись тканевой жидкостью сразу после имплантации. Тканевая жидкость после пропитывания структуры имплантата удерживалась в виде пленки под действием силы поверхностного натяжения, создавала своеобразный барьер, который, по-видимому, изолировал полость перикарда от плевральной, в не-

которой мере брюшную полость от грудной, а также препятствовал распространению воздуха за пределы плевральной полости на резецированном участке. Эластичные свойства заинтересованных структур грудной клетки и сетчатого никелида титана сходны, поэтому при растяжении деформация образованного комплекса аутокань-имплантат получается согласованной. Особенности фиксации имплантата позволяли равномерно распределить нагрузку по соприкасающейся поверхности и надежно закрепить имплантат по краю дефекта. Ни в одном случае мы не отметили миграции имплантата и развития послеоперационных осложнений.

При морфологическом исследовании на 7-е сутки после операции в области взаимодействия поверхности имплантата с перикардом, диафрагмой или мышцами грудной стенки наблюдалось несколько повышенное скопление грануло- и агранулоцитов, незначительный отек и очаги кровоизлияний с явлениями организации. Обнаруженные изменения расценивались нами как проявления асептического воспаления вследствие операционной травмы. На наружной и внутренней поверхностях имплантата образовалась грануляционная ткань с большим количеством клеточных элементов, главным образом макрофагов, лимфоцитов, нейтрофилов, фибробластов, определялись новообразованные сосуды капиллярного типа и коллагеновые волокна. В 1-й группе эпикард имел обычное строение, воспалительной инфильтрации в нем не наблюдалось. Во 2-й и 3-й группах гистологическое исследование внутренних органов, вовлеченных в спаечный процесс, не обнаружило нарушения их структуры. Во 2 группе изменения касались только жировой клетчатки пряди большого сальника, фиксированной к поверхности имплантата, в которой определялись полнокровные сосуды, фибробласты и нежные фиброзные волокна. В отдаленных участках большого сальника в этот и последующие сроки существенных морфологических изменений выявлено не было. В 3-й группе на уровне оставшихся концов ребер наблюдались начальные стадии регенерации в виде образования грануляционной ткани в ложе ребра и начальной остебластической пролиферации периоста.

На 14-е сутки 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. Во 2 и 3-й группах в мышечных волокнах диафрагмы и грудной стенки, в области предшествующих кровоизлияний, определялись очаги организации с умеренной лимфоцитарной инфильтрацией. Мышечные пучки в отдалении от заинтересованной области имели обычное строение. Во 2-й группе в жировой клетчатке определялось полнокровие сосудов, большое количество фибробластов и фиброзных волокон. Наряду с описанными участками встре-

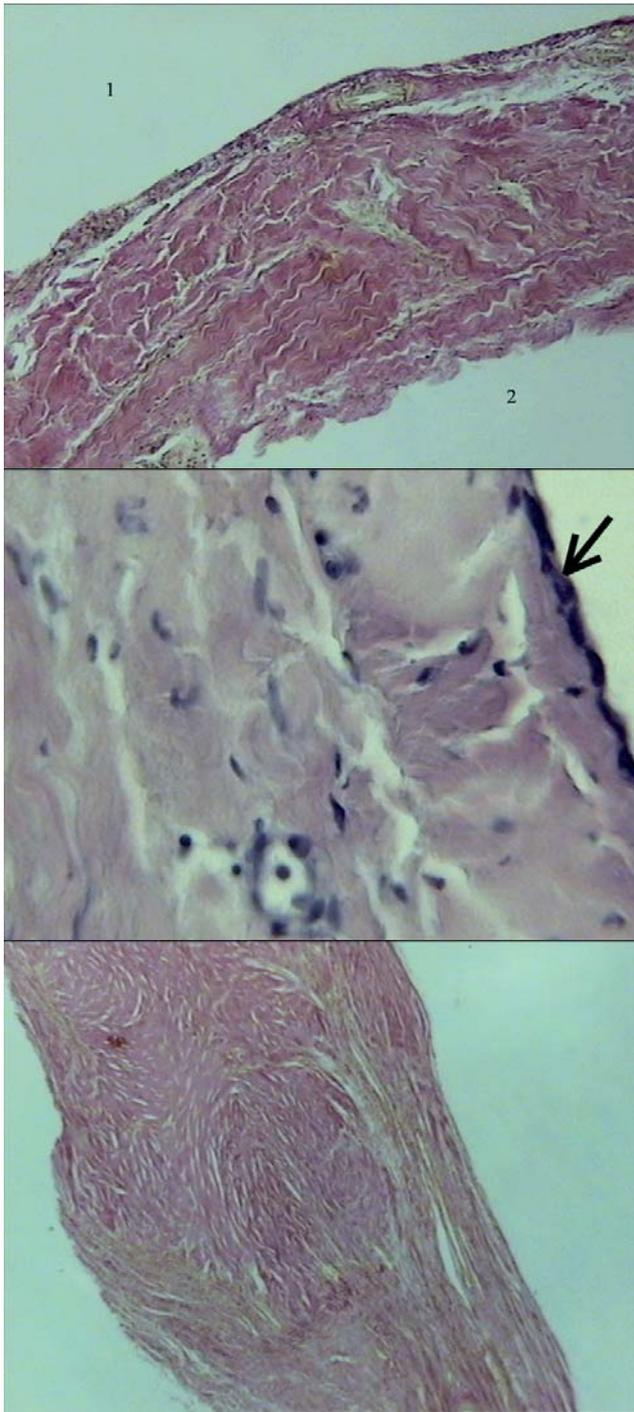


Рис. 1. Тканевой регенерат на поверхности имплантата через 3 месяца после операции: а - после пластики перикарда. Слой коллагеновых волокон. 1 - полость перикарда; 2 - локализация имплантата. Окраска по Ван-Гизону, $\times 80$. б - однослойный плоский эпителий на поверхности соединительнотканного регенерата (указано стрелкой). Окраска гематоксилином и эозином, $\times 600$. в - после пластики диафрагмы. Окраска по Ван-Гизону, $\times 80$.

чались мелкие очаги дистрофии жировой клетчатки с ее отеком, которые окружали фиброзную ткань. В отдельных полях зрения в жировой клетчатке большого сальника, фиксированного к имплантату, отмечался фиброз. В 3-й группе по краю резецированных ре-

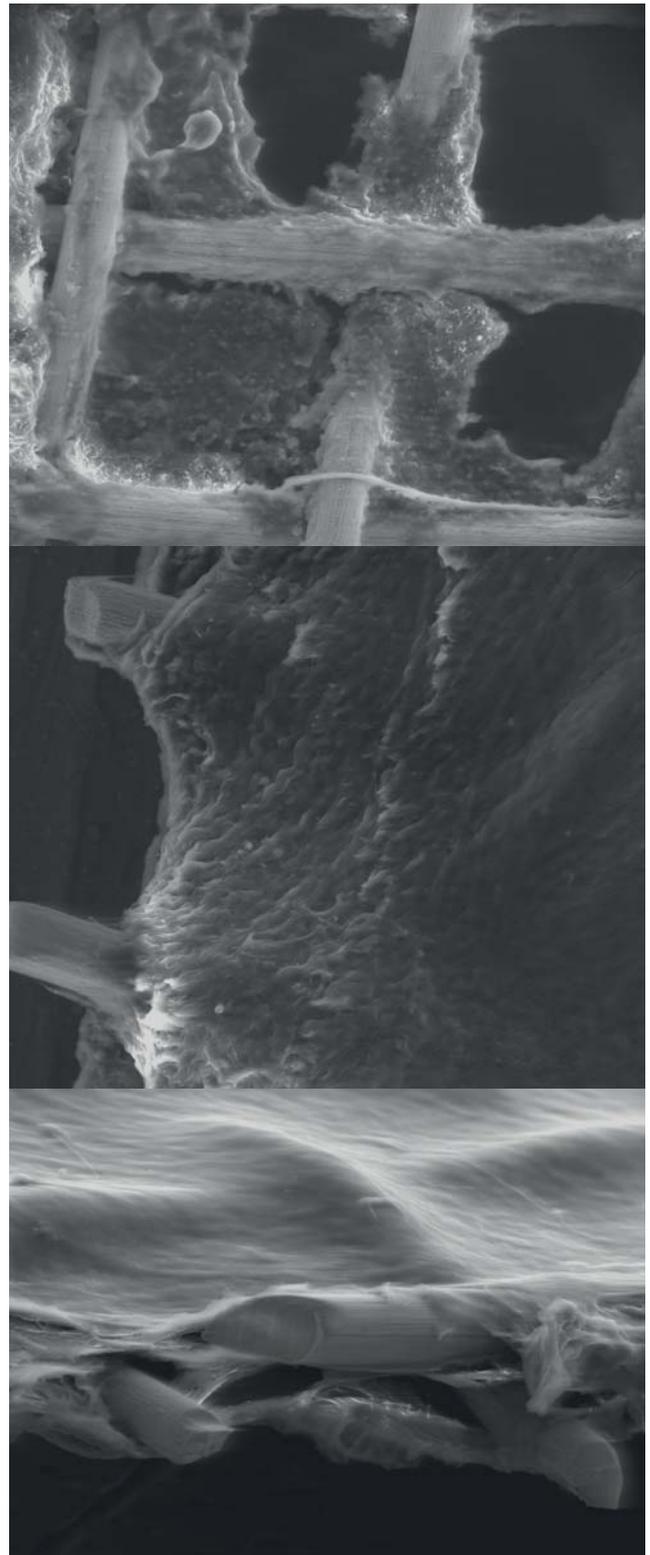


Рис. 2. Микроструктура тканевого регенерата в области пластики перикарда. СЭМ. а - 7-е сутки после операции. Сформированная ткань на поверхности нити и в местах ее переплетений, $\times 400$. б - 30-е сутки после операции. Коллагеновые волокна и пучки плотно окружают нить из никелида титана, $\times 500$. в - 3 месяца после операции, $\times 500$. Внутренняя поверхность тканевого регенерата приняла контурный рельеф имплантата.

бер наблюдалась разной степени зрелости фиброзная ткань, в костной ткани отдельные новообразованные молодые костные балки.

На 30-е сутки 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 нити из никелида титана и формировали пучки. В свою очередь большинство соединительнотканых пучков располагалось во взаимно перпендикулярных плоскостях, тем самым формируя своеобразную структурную решетку. В прилежащих мышцах и внутренних органах воспалительных изменений не определялось. В 1-й группе, в области взаимодействия поверхности имплантата с перикардом, наблюдалось активное развитие соединительной ткани с прорастанием фибробластами, капиллярами и новообразованными сосудами. 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 3-й группе по краю резецированных ребер наблюдалась фиброзно-хрящевая ткань, в костной ткани вновь образованные костные балки. В последующем происходила лишь органоспецифическая дифференцировка тканей вновь образованного регенерата. В отдаленные сроки наблюдения (до 6 мес.) морфологическая картина регенерата на поверхности имплантата не претерпевала значительных изменений (рис.1,а; 1,в). У животных 1-й группы внутренний слой регенерата был полностью выстлан однослойным плоским эпителием (рис. 1, б). В 3-й группе на концах оставшихся дистального и проксимального участков резецированных ребер образовалась фиброзно-костная мозоль с участками хрящевой ткани.

При сканирующей электронной микроскопии установлено, что образование соединительной ткани начиналось на поверхности нити и в местах ее переплетений, а заполнение имплантата тканевым регенератом происходило от периферии ячеек к центру (рис. 2, а). Вновь образованная ткань в околодефектной области и на поверхности имплантата с фибриллярным типом строения (рис. 2, б). Коллагеновые волокна плотно оплетали никелид-титановые нити, а по плоскости фиксации имплантата к перикарду, диафрагме и мышцам грудной стенки формировали причудливые сплетения типа «деревенской изгороди» или «виноградной лозы», что придавало соединению герметичность и особую прочность. Внутренняя поверхность тканевого регенерата в области замещенного дефекта перикарда была волнообразной, принимала контурный рельеф имплантата (рис. 2, в). Предполагаем, что в замещенных дефектах перикарда после заполнения ячеистой структуры имплантата соединительную ткань происходит «наползание» эпителия с краев де-

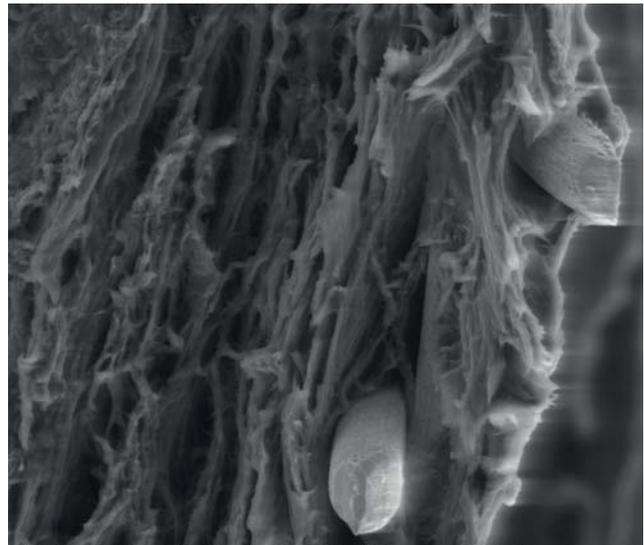


Рис. 3. Микроструктура тканевого регенерата через 3 мес. после операции. Область фиксации имплантата к диафрагме. СЭМ. Увел. 500.

фекта. К 6 мес. после операции в 3-й группе прочность соединения имплантата с тканями грудной стенки значительно возрастала. Нами установлено, что на уровне оставшихся концов резецированных ребер формируется своего рода фиксирующая площадка, состоящая из сформировавшейся фиброзно-костной и костно-хрящевой ткани, зачатком которой служит оставленная надкостница или надхрящница. Отмечено, что костно-хрящевая ткань интимно прилежит и как бы «наползает» в составе соединительнотканного регенерата на поверхность имплантата, а особая форма сращения на этом участке, за счет сплетения и прорастания сквозь сетчатую структуру имплантата направленных соединительнотканых пучков, обеспечивает стабильность и прочность соединения.

Морфологические исследования области оперативного вмешательства у животных всех групп свидетельствовали о формировании на замещенном участке схожего по структуре тканевого регенерата, а в прилежащих органах каких-либо существенных изменений, которые могли бы привести к нарушению работы органа, не обнаружено. Фиксация имплантата к мышечной части диафрагмы и мышцам грудной стенки происходила через плотный, но негрубый соединительнотканый регенерат с небольшим количеством клеточных элементов и характерной направленностью соединительнотканых пучков вдоль никелид-титановой нити, причем по свободному краю имплантата регенерат располагался в виде муфты (рис. 3). По нашему мнению, это указывает на то, что интеграция тканевого имплантата из сверхэластичной никелид-титановой нити в пострезекционных дефектах различных анатомических структур грудной клетки, таких как перикард, диафрагма и грудная стенка, происходит во многом одинаково, по одним и тем же закономерностям. Некоторое несущественное различие в группах было связано с топографо-анатомическими

особенностями заинтересованного участка пластики и степенью изначального укрытия поверхности имплантата прилежащими тканями.

Таким образом, тканевой имплантат на основе сверхэластичной нити из никелида титана является хорошим пластическим материалом и позволяет замещать обширные пострезекционные дефекты перикар-

да, диафрагмы, грудной стенки. Вновь образованная ткань прорастает сквозь сетчатый имплантат с формированием в зоне дефекта единого тканевого регенерата, который не затрудняет работу сердца, экскурсию диафрагмы и грудной стенки, обеспечивает анатомо-физиологическое восстановление данной области.

Список литературы

1. Вишневский А.А., Рудаков С.С., Миланов Н.О. Хирургия грудной стенки. М 2005; 312.
2. Гюнтер В.Э., Ходоренко В.Н., Ясенчук Ю.Ф. и др. Никелид титана. Медицинский материал нового поколения. Томск, 2006; 296.
3. Хирургия далеко зашедших и осложненных форм рака легкого Под ред. Л.Н. Бисенкова. СПб; 432.
4. Chapelier A.R., Missana M.C., Couturaud B. et al. Ann. Thorac. Surg. 2004; 77: 1001-1007.
5. Deschamps C., Tirnaksiz B.M., Darbandi R. et al. J. Thorac. Cardiovasc. Surg. 1999; 117: 588-592.
6. Menezes S.I., Chagas P.S., Macedo-Neto A.V. et al. Chest. 2000; 117: 1443-1448.
7. Rathinam S., Venkateswaran R., Rajesh P.B., Collins F.J. Eur. J. Cardiothorac. Surg. 2004; 26: 197-201.
8. Shimizu J., Ishida Y., Hirano Y. et al. Ann. Thorac. Cardiovasc. Surg. 2003; 9: 68-72.
9. Veronesi G., Spaggiari L., Solli P.G., Pastorino U. Eur. J. Cardiothorac. Surg. 2001; 19: 89-91.
10. Weyant M.J., Bains M.S., Venkatraman E. et al. Ann. Thorac. Surg. 2006; 81: 279-285.

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, заведующий хирургическим торакальным отделением Томской областной клинической больницы; e-mail: e_topolnitskiy@mail.ru
3. Шефер Николай Анатольевич – очный аспирант кафедры госпитальной хирургии Сибирского государственного медицинского университета, врач-торакальный хирург хирургического торакального отделения Томской областной клинической больницы; e-mail: schefer@sibmail.com
4. Фомина Татьяна Ивановна – к.м.н., ст. науч. сотр., лаборатории лекарственной токсикологии НИИ фармакологии СО РАМН; e-mail: office@ssmu.ru
5. Ходоренко Валентина Николаевна – к.т.н., ст. науч. сотр. НИИ медицинских материалов и имплантатов с памятью формы; e-mail: hodor_val@mail.ru
6. 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