

Г.Ц. Дамбаев¹, Е.Б. Топольницкий², Н.А. Шефер², В.Э. Гюнтер³, Т.И. Фомина⁴**РЕКОНСТРУКТИВНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ ВМЕШАТЕЛЬСТВА
В ТОРАКАЛЬНОЙ ХИРУРГИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИМПЛАНТАТОВ
ИЗ НИКЕЛИДА ТИТАНА**¹ ГБОУ ВПО «Сибирский государственный медицинский университет» Минздрава России (Томск)² ОГАУЗ «Томская областная клиническая больница» (Томск)³ НИИ медицинских материалов и имплантатов с памятью формы (Томск)⁴ ФГБУ «Научно-исследовательский институт фармакологии» СО РАМН (Томск)

Разработаны и апробированы оригинальные хирургические технологии обработки культи бронха, моделирования и разобщения трахеопищеводных свищей неопухолевого генеза, замещения пострезекционных дефектов тканей трахеи, перикарда, диафрагмы, грудной стенки имплантатами на основе никелида титана. Показано, что эти методы упрощают и стандартизируют оперативные вмешательства в торакальной хирургии, являются высокоэффективными и обеспечивают анатомо-физиологическое восстановление оперированной области.

Ключевые слова: культя бронха, трахея, трахеопищеводный свищ, замещение дефекта, никелид титана

**RECONSTRUCTIVE INTERVENTIONS IN THORACIC SURGERY
USING TITANIUM NICKELIDE IMPLANTS**G.Ts. Dambaev¹, E.B. Topolnitskiy², N.A. Shefer², V.E. Gunther³, T.I. Fomina⁴¹ Siberian State Medical University, Tomsk² Tomsk Regional Clinical Hospital, Tomsk³ Scientific Research Institute of Shape Memory Materials and Implants, Tomsk⁴ Scientific Research Institute of Pharmacology, Tomsk

The original techniques of bronchus stump closure, modeling and disjunction of non-neoplastic tracheoesophageal fistula, replacement of postresectional defects of the trachea, pericardium, diaphragm and the thoracic wall using titanium nickelide implants have been developed and tested. It was ascertained that these methods were highly effective and simplified and standardized surgical procedures, provided anatomic and physiologic reconstruction of the injured area.

Key words: bronchus stump, trachea, tracheoesophageal fistula, defect closure, titanium nickelide

Совершенствование хирургической техники, анестезиологии, реаниматологии, появление современного медицинского оборудования способствовали широкому внедрению сложных комбинированных вмешательств на органах грудной клетки. Результатом таких операций закономерно является резекция или удаление не только пораженного органа, но также соседних анатомических структур, вовлеченных в патологический процесс [7, 8].

Клиническая эффективность радикальных операций на легком во многом зависит от бронхоплевральных осложнений, которые существенно ухудшают конечный результат лечения. Наиболее тяжелым из них является несостоятельность культи бронха с развитием эмпиемы плевры, частота которой достигает 20 % из числа оперированных больных [2, 9, 10, 11]. В настоящее время это осложнение чаще возникает после пневмонэктомии, особенно в её расширенном и комбинированном варианте. Существенное значение в профилактике несостоятельности придают способу обработки культи бронха [3, 8, 15].

Прогрессивное развитие реанимационных технологий закономерно способствовало возникновению постинтубационных трахеальных осложнений. Длительная искусственная вентиляция

легких через дыхательную трубку вызывает патологические изменения в трахее, характер которых варьирует от нарушения целостности бронхиального эпителия в виде эрозий и язв до трансмурального некроза с формированием патологических соустьев между трахеей и пищеводом. Радикальным способом хирургического лечения трахеопищеводных свищей (ТПС) является разобщение патологического соустья с последующим восстановлением целостности трахеи и пищевода [5, 12, 13, 14].

В клинической медицине все больший приоритет получает разработка хирургических технологий, позволяющих стандартизировать и упростить оперативные вмешательства, в частности этап соединения тканей, от которого во многом зависит исход и эффективность операции. Показано, что за счет более высокого уровня физической и биологической герметичности созданного соустья компрессионный шов обеспечивает оптимальные условия для заживления тканей, в сравнении с ручным и механическим швами [4, 6].

Во время или после различного вида хирургических вмешательств на органах грудной клетки нередко для функциональной, социальной и трудовой реабилитации больного требуется реконструкция пострезекционных дефектов трахеи, перикарда, диафрагмы, грудной стенки. Вопрос

выбора пластического материала и оптимальной методики замещения обширных дефектов остается дискуссионным [1, 5, 7, 9, 13].

Появление биоадаптированных материалов на основе никелида титана (TiNi) и их успешное применение в различных областях медицины открыли новые возможности в реконструктивной хирургии органов и анатомических структур грудной клетки. Для повышения эффективности хирургических вмешательств и их стандартизации нами разработаны, апробированы в эксперименте и клинике оригинальные способы закрытия культы бронха, разобщения ТПС неопухолевого генеза, реконструкции дефектов трахеи, перикарда, диафрагмы, грудной стенки имплантатами на основе TiNi.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Эксперименты на животных проводились, согласно этическим принципам, изложенным в «Европейской конвенции по защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и других научных целей». Все манипуляции и выведение животных из опытов проводили под общей анестезией. Исследования одобрены этическим комитетом ГБОУ ВПО «Сибирский государственный медицинский университет» Минздрава России.

Технологии обработки культы долевого и главного бронхов имплантатами на основе TiNi с памятью формы отработаны на 70 трахеобронхиальных комплексах и в серии экспериментов на 56 беспородных собаках обоего пола. В условиях управляемого дыхания под общей анестезией выполняли лоб- или пневмонэктомию с отдельной обработкой элементов корня легкого и герметизацией культы бронха разработанной технологией (патент РФ № 2229854). Особенности эластичного деформирования культы бронха при внешнем воздействии на неё компрессионной конструкции изучены также на трехмерной модели эластичного деформирования бронха с помощью компьютерной программы «ANSYS».

Технология разобщения ТПС с помощью компрессионной конструкции из TiNi апробирована на 6 животных, у которых предварительно его моделировали. Для создания модели соустья между трахеей и пищеводом также использовали конструкцию из сверхэластичного TiNi с памятью формы.

Технологию замещения пострезекционных дефектов анатомических структур грудной клетки апробировали на 36 животных, которым моделировали пострезекционные дефекты трахеи, перикарда, диафрагмы или грудной стенки и пластически замещали их тканевым имплантатом на основе TiNi нити. При пластике дефектов трахеи и грудной стенки использовали аутолоскуты, армированные имплантатом из TiNi.

В ходе эксперимента проводили клиническое наблюдение, лучевой и эндоскопический контроль. Животных выводили из эксперимента в различные сроки с последующим забором тканей для морфологического исследования. Тканевой

имплантат с окружающим регенератом исследовали сканирующим электронным микроскопом «QUANTA 200-3D» (США).

Метод обработки культы бронха апробирован на 124 больных с различными заболеваниями легких и плевры. Пластику пострезекционных дефектов анатомических структур грудной клетки выполнили у 14 больных с местно-распространенным немелкоклеточным раком легкого. Во всех случаях проведены комбинированно-расширенные операции с резекцией от 1 до 4 соседних органов и структур в связи с врастанием в них опухоли. У 10 больных с постреанимационным рубцовым стенозом трахеи после проведения полного курса лечения по восстановлению просвета дыхательных путей потребовалась пластика дефекта передней стенки шейного отдела трахеи кожно-фасциальными лоскутами на питающей ножке в сочетании с армирующими арочными конструкциями из пористого TiNi.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Форма компрессионной конструкции и методика ее установки изменялись по мере разработки и совершенствования способа закрытия культы долевого и главного бронхов, апробации способа в клинической практике (рис. 1). Компьютерным моделированием герметизации культы бронха определены оптимальные сжимающие усилия бранш конструкции. Признано целесообразным формирование культы главного бронха полулунной формы сдавливанием извне конструкцией из TiNi с памятью формы путем перемещения мембранозной части к хрящевой (рис. 2). В то же время установлено, что при сдавлении долевого бронхов в любой плоскости необходимо приложить одинаковое усилие для надежной герметизации культы. Форма конструкции и сверхэластичность TiNi обеспечивают максимально равномерную компрессию по всей длине бранш и возможность релаксации мембранозной части под воздействием внешнего давления с течением времени.



Рис. 1. Компрессионная конструкция для герметизации культы бронха.

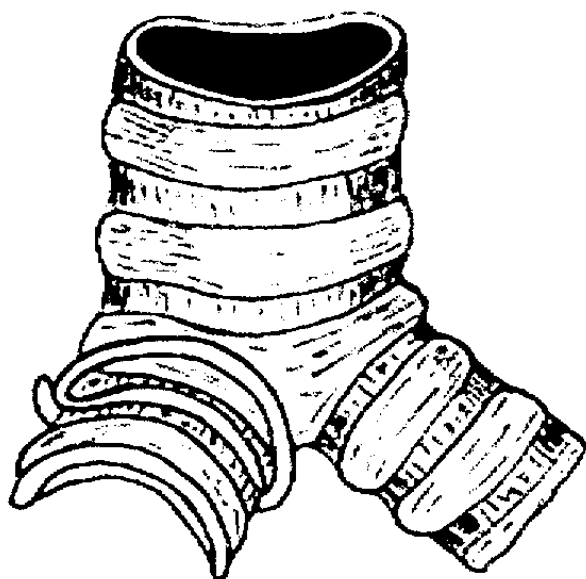


Рис. 2. Культи бронха после наложения конструкции.

Макро- и микроскопические исследования свидетельствовали о заживлении культи бронха в условиях компрессионного шва первичным натяжением с восстановлением в области дна типичного строения слизистой оболочки, характерной для воздухоносных путей (рис. 3а). Регенерация культи происходила за счет перибронхиальных тканей и подслизистого слоя. Дно культи было образовано плотной волокнистой соединительной тканью, располагающейся между браншами конструкции и образующей вокруг них соединительнотканную капсулу (рис. 3б). Отдел культи бронха дистальнее конструкции замещался соединительной тканью. Эпителизация дна культи бронха завершалась к 21–30-м суткам.

В Госпитальной хирургической клинике СибГМУ с 1999 года используется метод обработки культи долевого и главного бронхов сдавливанием извне имплантатами из TiNi. К настоящему времени выполнено 73 лоб- и билобэктомий, из них по поводу хронических неспецифических заболеваний легких – 27, по поводу рака легкого – 46, и 46 пневмонэктомий, из них 11 и 35 – по поводу хронических неспецифических заболеваний легких и рака легкого соответственно. Большинство операций выполнено в комбинированном и расширенном варианте. Ведение пред- и послеоперационного периода осуществляли, согласно современным положениям в торакальной хирургии. Техника операции отличалась от общепринятых методик этапом обработки культи бронха. В отличие от методики, применяемой на животных, для лучшей адаптации слизистой оболочки дистальной части культи главного бронха накладывали 3–4 амортизирующих узловых шва, и укрытие культи в большинстве случаев осуществлялось перикардальным жировым лоскутом. В раннем и отдаленном послеоперационном периоде ни у одного пациента не наблюдалось культевых осложнений. Кроме этого, у трех больных, страдающих хронической эмпиемой плевры, с бронхиальным свищом после пневмонэктомии осуществили трансстернальную трансдиастиральную окклюзию главного бронха доступом Перельмана – Абруццини. Свищ локализовался в 2 случаях справа и в 1 случае слева. После окклюзии главного бронха у всех пациентов удалось ликвидировать бронхоплевральное сообщение, выполнить санацию эмпиемы остаточной плевральной полости без торакопластики.

Для оценки эффективности разработанного способа хирургического лечения трахеопищеводных свищей неопухолевого генеза моделировали ТПС на

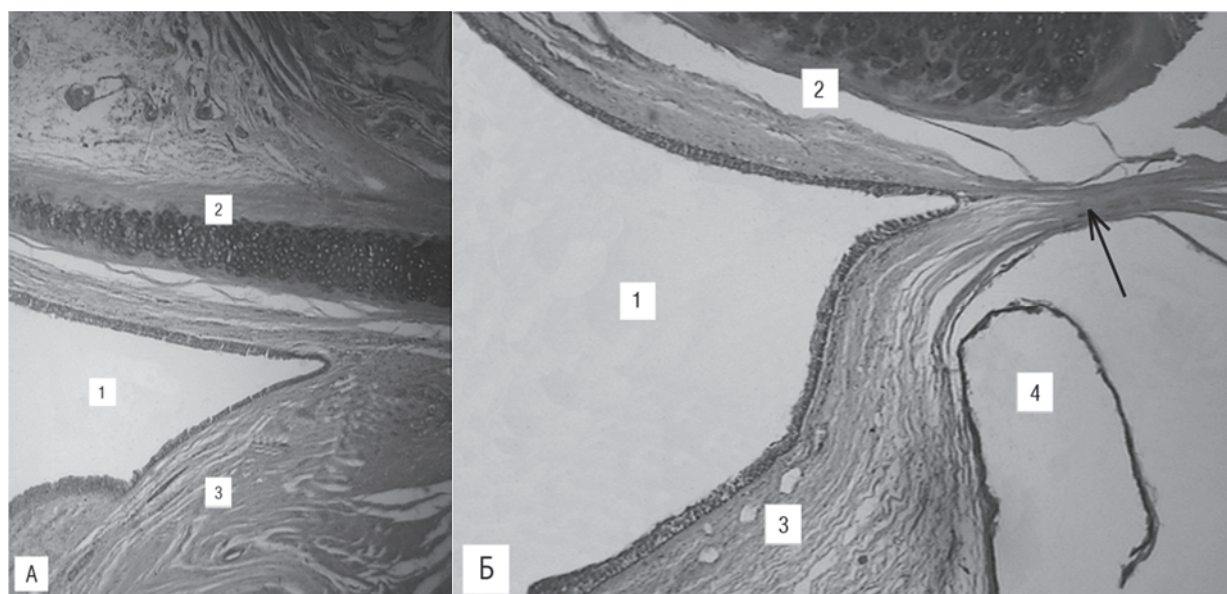


Рис. 3. Гистотопограммы культи главного бронха, обработанной компрессионной конструкцией, на 30 суток (А) и через 2 года (Б) после операции. Полное восстановление бронхиального эпителия в дне культи. Сращение мембранозной и хрящевой частей бронха (указано стрелкой). Окраска гематоксилином и эозином, ув. $\times 80$: 1 – просвет культи бронха; 2 – хрящевая часть; 3 – мембранозная часть; 4 – локализация бранш конструкции.

уровне шейного отдела трахеи у экспериментальных животных (патент РФ № 2421161). Форма выбранной конструкции в виде «канцелярской скрепки» для моделирования ТПС позволяла формировать свищ заданного размера, а отсутствие зияющего отверстия созданного соустья придавала ему арефлюксные свойства, что предотвращало массивное поступление слюны и желудочного содержимого в трахеобронхиальное дерево и тем самым увеличивало выживаемость животных до этапа разобщения свища. Нами установлено, что наиболее оптимально для клипирования ТПС использовать компрессионное устройство со сближенными до взаимного касания линейными браншами в сочетании с предварительным укрытием U-образным жировым лоскутом на питающей ножке (рис. 4).

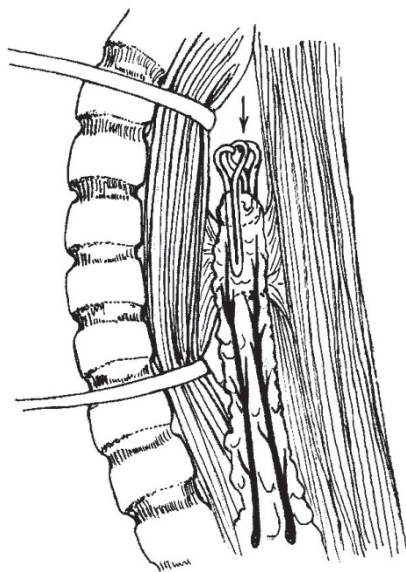


Рис. 4. Схема установки компрессионной клипсы (указана стрелкой) на уровне ТПС.

Морфологические исследования в различные сроки после операции показали, что в области разобщенного соустья наблюдалась невыраженная воспалительная реакция с преобладанием явлений

пролиферации над альтерацией и экссудацией, без признаков нагноения раны и тенденции к стенозированию пищевода в отдаленные сроки после операции. Типичная эпителиальная выстилка воздухоносных путей и пищевода восстанавливалась к 14-м суткам после операции. Жировой лоскут замещался соединительной тканью без образования грубого рубца.

Макро- и микроскопические исследования области оперативного вмешательства у животных после замещения различных анатомических структур грудной клетки свидетельствовали о формировании на замещенном участке схожего по структуре тканевого регенерата (рис. 5а). В прилежащих органах каких-либо существенных изменений, которые могли бы привести к нарушению работы органа, обнаружено не было. Фиксация имплантата к перикарду, мышечной части диафрагмы или мышцам грудной стенки происходила через плотный, но негрубый соединительнотканый регенерат с небольшим количеством клеточных элементов и характерной направленностью соединительнотканых пучков вдоль TiNi нитей, причем по свободному краю имплантата регенерат располагался в виде муфты (рис. 5б). По нашему мнению, это указывает на то, что интеграция тканевого имплантата на основе сверхэластичной TiNi 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. Кроме того, TiNi имплантат надежно армирует аутолоскуты, позволяет легко и просто моделировать любую необходимую форму в имплантационной области, устойчив к инфекции. Эластичные свойства сетчатого TiNi имплантата и дыхательной трубки сходны, поэтому при растяжении деформация образованного комплекса трахея-имплантат получается согласованной. Это снижает риск послеоперационных осложнений, повышает прочность соединения и обеспечивает анатомо-физиологическое восстановление данной области с минимальным ущербом для донорской

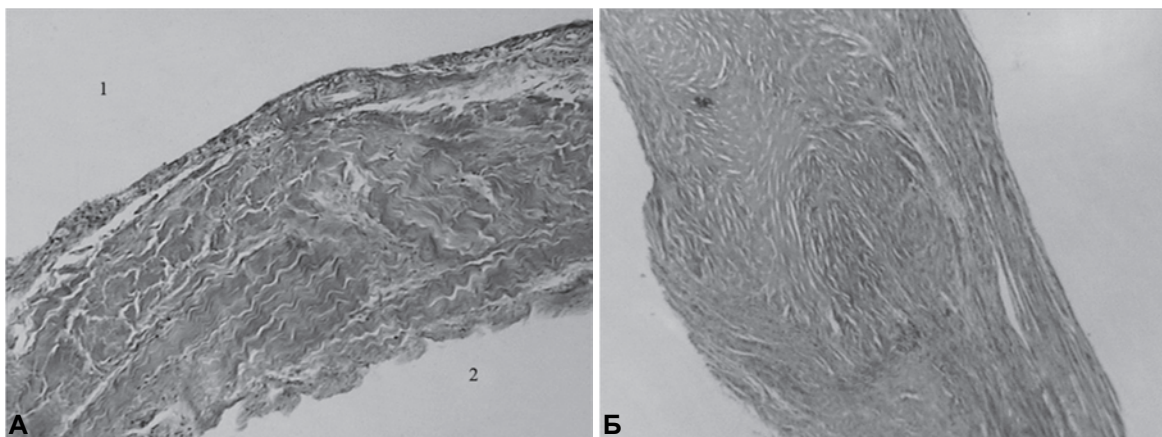


Рис. 5. Тканевой регенерат на поверхности имплантата через 3 месяца после операции: **А** – после пластики перикарда, слой коллагеновых волокон: **1** – полость перикарда, **2** – локализация имплантата; **Б** – после пластики диафрагмы. Окраска по Ван-Гизону, ув. $\times 80$.

зоны. Положительные результаты апробации на экспериментальных животных позволили нам применить способы замещения дефекта перикарда, диафрагмы, грудной стенки тканевым имплантатом на основе TiNi нити в клинике. У 14 больных с местно-распространенным немелкоклеточным раком легкого выполнили 13 пневмонэктомий и 1 нижнюю билобэктомию, из них дефект перикарда по оригинальной методике замещен у 11, диафрагмы – у 1, грудной стенки – у 2 больных. Послеоперационный периоду всех пациентов протекал удовлетворительно. Интра- и послеоперационных осложнений, связанных с хирургическим вмешательством, нами не выявлено.

После этапных реконструктивно-пластических операций у больных рубцовыми стенозами трахеи удалось устранить кожно-трахеальный свищ кожно-фасциальными аутолоскутами, армированными аротчными имплантатами из TiNi и обеспечить достаточный просвет дыхательных путей.

Таким образом, анализ экспериментальной и клинической апробации оригинальных способов хирургических вмешательств в торакальной хирургии с использованием имплантатов на основе TiNi показывает, что они упрощают и стандартизируют основные этапы операций, являются высокоэффективными и обеспечивают анатомо-физиологическое восстановление оперированной области.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вишневецкий А.А., Рудаков С.С., Миланов Н.О. и др. Хирургия грудной стенки: рук-во. – М.: Издательский дом Видар-М, 2005. – 312 с.
2. Гостищев В.К. Инфекции в торакальной хирургии. – М., 2004. – 584 с.
3. Григорьев Е.Г. Острый абсцесс и гангрена легкого // Consilium Medicum. – 2003. – № 10. – С. 581–590.
4. Зиганшин Р.В., Гюнтер В.Э., Гиберт Б.К. и др. Новая технология создания компрессионного анастомоза в желудочно-кишечной хирургии

сверхэластичными имплантатами с памятью формы. – Томск, 2000. – 174 с.

5. Зенгер В.Г., Наседкин Н.А., Паршин В.Д. Хирургия поврежденных гортани и трахеи. – М.: Издательство Медкнига. – 2007. – 364 с.

6. Топольницкий Е.Б., Дамбаев Г.Ц. Сравнительная оценка различных способов закрытия культи бронха после пневмонэктомии (экспериментальное исследование) // Хирургия. – 2009. – № 11. – С. 48–52.

7. Трахтенберг А.Х., Чиссов В.И. Клиническая онкопульмонология. – М.: ГЭОТАР Медицина, 2000. – 600 с.

8. Хирургия далеко зашедших и осложненных форм рака легкого / под ред. Л.Н. Бисенкова. СПб.: ДЕАН, 2006. – 432 с.

9. Algar F.J., Alvarez A., Aranda J.L. et al. Prediction of early bronchopleural fistula after pneumonectomy: a multivariate analysis // Ann. Thorac. Surg. – 2001. – Vol. 72. – P. 1662–1667.

10. Cerfolio R.J. The incidence, ethiology and prevention of postresectional bronchopleural fistula // Semin. Thorac. Cardiothorac. Surg. – 2001. – Vol. 13, N 1. – P. 3–7.

11. Deschamps C., Bernard A., Nichols III F.C. et al. Empyema and bronchopleural fistula after pneumonectomy: factors affecting incidence // Ann. Thorac. Surg. – 2001. – Vol. 72. – P. 243–248.

12. Fiala P., Cernohorsky S., Cermak J. et al. Tracheal stenosis complicated with combined tracheo-esophageal fistula // Eur. J. Cardiothorac. Surg. – 2004. – Vol. 25. – P. 127–130.

13. Grillo H.C. Surgery of the trachea and bronchi. – London, 2004. – 872 p.

14. Macchiarini P., Verhoye J.-P., Chapelier A. et al. Evaluation and outcome of different surgical techniques for postintubation tracheoesophageal fistulas // J. Thorac. Cardiovasc. Surg. – 2000. – Vol. 119. – P. 268–276.

15. Ucveta A., Gursoy S., Sirzai S. et al. Bronchial closure methods and risks for bronchopleural fistula in pulmonary resections: how a surgeon may choose the optimum method? // Interactive Cardiovascular and Thoracic Surgery. – 2011 – Vol. 12. – P. 558–562

Сведения об авторах

Дамбаев Георгий Цыренович – доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент РАМН, заведующий кафедрой госпитальной хирургии ГБОУ ВПО «Сибирский государственный медицинский университет» Минздрава России (634050, г. Томск, Московский тракт, 2; тел.: 8 (3822) 41-75-70)

Топольницкий Евгений Богданович – кандидат медицинских наук, заведующий хирургическим торакальным отделением ОГАУЗ «Томская областная клиническая больница» (634063, г. Томск, ул. И. Черных, 96; тел.: 8 (3822) 64-61-93; e-mail: e_topolnitskiy@mail.ru)

Шефер Николай Анатольевич – кандидат медицинских наук, врач-торакальный хирург ОГАУЗ «Томская областная клиническая больница» (e-mail: schefer@sibmail.com)

Гюнтер Виктор Эдуардович – доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, директор НИИ медицинских материалов и имплантатов с памятью формы (634034, г. Томск, ул. 19-й Гвардейской дивизии, 17; тел.: 8 (3822) 41-34-42; e-mail: guntsme@elefot.tsu.ru)

Фомина Татьяна Ивановна – кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник ФГБУ «Научно-исследовательский институт фармакологии» СО РАМН (634028, г. Томск, пр. Ленина, 3)