

DOI: 10.12737/article_5a0a8e626adf33.46655939

УДК 616-74

Фёдоров П.Г.³, Аршакян В.А.¹, Гюнтер В.Э.², Штофин С.Г.¹, Самарцев В.А.⁴**СОВРЕМЕННЫЕ ШОВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
(ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)**¹ ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России
(630091, г. Новосибирск, Красный проспект, 52, Россия)² НИИ медицинских материалов и имплантатов с памятью формы
(634045, г. Томск, ул. 19 Гвардейской дивизии, 17, Россия)³ Клиника Доктора Груздева (191119, г. Санкт-Петербург, ул. Черныховского, 53, Россия)⁴ ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера»
Минздрава России
(614990, г. Пермь, ул. Куйбышева, 39, Россия)

Статья посвящена сравнительному анализу шовных материалов и поиску путей их совершенствования. Показаны преимущества и недостатки изделий, применяющихся в хирургической практике. Приведены результаты экспериментальной оценки влияния традиционных и опытных образцов на раневой процесс. В отличие от своих предшественников, современные шовные материалы прочны в узле, инертны к тканям организма, не обладают памятью формы, удобны в работе. При этом не создано универсального образца, в котором были бы сосредоточены все эти преимущества. Каждый из используемых материалов имеет свою нишу применения и свои ограничения.

На конкретных примерах авторы рассматривают два основных пути совершенствования шовных материалов: модификацию имеющихся образцов и разработку новых шовных материалов с улучшенными свойствами. Высказывают мнение о перспективности использования никелида титана для изготовления хирургических нитей. Данный материал обеспечивает имплантаты новой совокупностью свойств: памятью формы при изменении температуры, сверхэластичностью при температуре тела. При этом авторы отмечают, что в литературе содержатся лишь отрывочные данные о взаимодействии с биологической тканью имплантов на его основе. Незавершённость этих исследований препятствует широкому использованию в хирургической практике шовных материалов из никелида титана.

Ключевые слова: шовные материалы, хирургическая нить, никелид титана, заживление раны

MODERN SUTURAL MATERIALS (REVIEW OF LITERATURE)Fedorov P.G.³, Arshakyan V.A.¹, Gyunter V.E.², Shtofin S.G.¹, Samartsev V.A.⁴¹ Novosibirsk State Medical University
(Krasny Prospekt 52, Novosibirsk 630091, Russian Federation)² Research Institute of Medical Materials and Implants with Shape Memory
(ul. 19 Gvardeyskoy Divizii 17, Tomsk 634045, Russian Federation)³ Gruzdev Clinic (ul. Chernyakhovskogo 53, Saint Petersburg 191119, Russian Federation)⁴ Perm State Medical University
(ul. Kuybisheva 39, Perm 614990, Russian Federation)

The article is devoted to the comparative analysis of sutural materials and search of ways of their improvement. Advantages and disadvantages of the products which are used in surgical practice are shown.

The surgical sutures applied nowadays have such important advantages as knot strength, torpidity, lack of "shape memory". Their main disadvantages are provocation of pyoinflammatory complications, allergic reactions, difficult to predict terms of a resorption, high rigidity, and insufficient elasticity.

Considering impossible and unnecessary the creation of universal sutural material, authors make mention about the most widespread technologies of modification of traditional surgical sutures such as introduction of admixture to their structure, various coating applications, chemical modification of fibers. Results of experimental assessment of influence of traditional materials and prototypes on wound process are given. They consider that the development and deployment in surgical practice of new types of sutural materials with the improved characteristics are the priority direction in acceleration of processes of operational wound healing. One of such materials is titanium nickelide. Having biological torpidity and corrosion resistance, it stimulates processes of regeneration of tissues, when swordcut is formed. Titanium nickelide provides implants with a new set of properties: shape memory with temperature change, superelasticity at body temperature. The encouraging results obtained in the experiments indicate the prospects of its use as a suture material. However, the literature contains only fragmentary data on the interaction of suture materials based on interaction of titanium nickelide with biological tissue. This is not enough for the wide use of new medical devices in surgical practice. A number of additional medical and biological studies are required, including those relating to the interaction of implants with the tissues of the body.

Key words: sutural materials, surgical thread, titanium nickelide, wound healing

Пластическая хирургия предъявляет к шовным материалам повышенные требования – помимо профилактики инфекционных осложнений в ране, они должны способствовать быстро и бесследно

заживлению операционной раны. Используемые в хирургии шовные материалы классифицируются по следующим признакам:

- химическому составу;

- сырью, из которого их производят (природные органические, природные неорганические и синтетические);

- структуре (монофиламентные, полифиламентные и комбинированные);
- толщине;
- способности к биодеструкции (рассасывающиеся, условно рассасывающиеся и нерассасывающиеся);
- манипуляционным свойствам;
- способу соединения с иглой.

В большинстве пластических операций шовный материал является единственным инородным телом, остающимся в тканях после вмешательства. Закономерно, что от качества, химического состава и структуры материала зависит реакция тканей на его имплантацию [16].

По химическому составу современные шовные материалы подразделяются на следующие группы:

- полипропиленовые (полиолефиновые) нити – полипропилен, пролен, монофил, суржипро, суржилен, мопилен и др.;
- поливинилиденфторид нити (ПВДФ) – унифлекс и др.;
- полиуретановые нити – максилен и др.;
- фторполимерные нити – гортекс, пронова, марилон, корален и др.;
- производные полигликолевой кислоты – дексон, викрил-рапид, полисорб и др.;
- полидиоксаноновые нити – ПДС, ПДС II;
- капролактоновые нити – капролон;
- металлическая проволока – стальная, нихромовая, платиновая;
- никелид титановая нить.

Нити с неодинаковым химическим составом различаются между собой по целому ряду параметров. Они демонстрируют следующее время биодеструкции: производные полигликолевой кислоты – 40–45 сут, викрил – 50–90 сут, полисорб – 70 сут, дексон – 90 сут, монокрин – 90–120 сут, полидиоксаноновые нити – 100–180 сут, ПДС, ПДС II и максон – 90–200 сут. Полипропиленовые, полиуретановые, поливинилиденфторидные и фторполимерные нити в тканях не рассасываются.

Нити различаются и по другим параметрам: прочности, плотности, эластичности, реактогенности. Такое разнообразие на рынке пластической хирургии оправдано. Периодически обсуждаемая концепция создания универсального шовного материала для любого оперативного вмешательства принципиально несостоятельна. Каждая хирургическая операция требует использования адекватного шовного материала [1]. Свойства нитей отражаются на степени их востребованности в хирургии.

Применяемые в настоящее время хирургические нити могут в той или иной степени обладать рядом таких недостатков, как высокая реактогенность, алергизирующее действие, провокация гнойно-воспалительных осложнений, труднопредсказуемые сроки рассасывания, неудовлетворительные манипуляционные свойства. Зачастую это приводит к удлинению сроков заживления операционных ран, снижению качества жизни пациентов и неудовлетворительным косметическим результатам [11].

Прочность нити – один из важных параметров. Учитываться должна не столько прочность самой нити, сколько её прочность в узле, так как для большинства нитей потеря прочности в узле составляет от 10 до 50 % от исходной. Прочность узла связана с поверхностными свойствами нитей, определяющими скольжение. Как правило, чем более гладкая на поверхности нить, тем менее прочен узел на ней. Поэтому плетеные нити сохраняют большую прочность в узле, а на монофиламентных нитях вяжут больше узлов [16].

Описанию технических характеристик нитей посвящен ряд источников литературы [2, 3, 15], содержащиеся в них сведения позволяют провести сравнительный анализ достоинств и недостатков нитей различных типов (табл. 1).

Наличие недостатков у шовных материалов требует их модификации с целью придания специфических свойств (противовоспалительных, антисептических, стимулирующих репаративные процессы и др.). Для этого применяют различные методики связывания действующего лекарственного препарата либо непосредственно с веществом, из которого произведена нить, либо с материалом, используемым в качестве покрытия [1]. К наиболее распространённым технологиям модификации традиционного шовного материала относятся: импрегнация серебром и покрытие поверхности нити восковыми веществами, например, силиконом (шёлк, тикрон); обработка нитей раствором хромистых и йодистых солей (кетгут хромированный и йодированный), а также клеевая обработка с помощью нанесения на поверхность нити ионообменных смол (летилан, поликон). В результате получают комплексные нити, которые составляют большую часть современного шовного материала: дексон-2 – дексон с поликапролатовым покрытием, покрытый викрил, супрамид (шовный материал из полиамида, полимера гексаметилендиамина и адипиновой кислоты), нуrolон (составлен из плотно сплетённых волокон нейлона, для улучшения свойств покрыт специальным составом), обработанный шёлк фирмы «Этикон» (шёлк импрегнирован и покрыт смесью силикона и восковых веществ), нити этибонд экстра (полиэфирные нити равномерно покрыты полибутиллатом), фторекс (нерассасывающиеся плетёные лавсановые нити с фторполимерным покрытием), фторлин (капроновые крученые нити с фторполимерным покрытием) и др.

Одним из направлений создания новых способов введения лекарственных препаратов в состав покрытия для шовного материала является конструирование полимерных композиций для контролируемой доставки лекарственных веществ в послеоперационную рану. Наиболее перспективными продуктами являются биоразлагаемые полимерные материалы на основе полилактидов, полигликолидов и, в последнее время, полимера микробиологического происхождения – поли-3-гидроксибутирата (ПГБ), обладающего комплексной биологической активностью.

В данных направлениях активно ведутся научные исследования. Так, М.Б. Петрова с соавт. в опытах на крысах показали, что включение в состав оболочки нити антибактериального препарата ципрофлоксацина и астрагерма из группы германийсодержащих

Таблица 1

Преимущества и недостатки шовных материалов в зависимости от их химического состава

Table 1

Advantages and drawbacks of sutural materials depending on their chemical composition

Нити	Достоинства	Недостатки
Полипропиленовые	<ul style="list-style-type: none"> высокая прочность, сохраняющаяся в тканях в течение длительного времени инертность 	<ul style="list-style-type: none"> постоянное присутствие в тканях может привести к развитию воспалительных реакций и последующему рубцеванию для надежной фиксации шва, выполненного мононитью, необходимо наложение дополнительных узлов недостаточно эластичные
Полиуретановые	<ul style="list-style-type: none"> высокая прочность, сохраняющаяся в тканях в течение длительного времени мягкость, пластичность, отсутствие «памяти» не прорезают ткани даже при отеке в области раны 	<ul style="list-style-type: none"> постоянное присутствие в тканях может привести к развитию воспалительных реакций
Фторполимерные	<ul style="list-style-type: none"> высокая прочность, сохраняющаяся в тканях в течение длительного времени эластичность, гибкость, мягкость нити нужно завязывать меньшим количеством узлов 	<ul style="list-style-type: none"> высокая жесткость
Производные полигликолевой кислоты	<ul style="list-style-type: none"> высокая прочность слабая воспалительная реакция надежно держат узел 	<ul style="list-style-type: none"> недостаточно эластичные невозможность длительного сохранения прочности швов
Полидиоксаноновые	<ul style="list-style-type: none"> минимальная тканевая реакция значительная эластичность 	<ul style="list-style-type: none"> нити PDS и максон необходимо завязывать с помощью специальной технологии
Капролактоновые	<ul style="list-style-type: none"> длительный период поддержки раны минимальная тканевая реакция удобство при завязывании узлов высокая надежность узла 	<ul style="list-style-type: none"> могут вызывать аллергическую реакцию
Металлические	<ul style="list-style-type: none"> нити на металлической основе вызывают минимальную воспалительную реакцию 	<ul style="list-style-type: none"> высокая жесткость неэластичные прорезают ткани

органических соединений приводит к менее выраженному и быстро купирующемуся процессу воспаления, что является морфологическим субстратом для образования грануляционной ткани в области нанесенной травмы [13].

Е.А. Горелых с соавт. в опытах на крысах изучили антибактериальные свойства нитей с антимикробным покрытием [6]. В качестве материалов для экспериментальных исследований они использовали образцы антибактериальных нитей: Vicryl plus (антисептик – триклозан), Капрогент + (антибиотик – гентамицин), ПГА 3 (с нанесением антимикробного покрытия в один слой), ПГА 4 (с нанесением антимикробного покрытия в два слоя). В опытах *in vivo* и *in vitro* авторами были изучены антибактериальные свойства данных материалов к *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Proteus vulgaris*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus subtilis*, *Candida albicans*.

В ходе проведенного эксперимента выявлено следующее. В условиях *in vitro* ни один из представленных образцов нитей не имел антибактериального действия на *E. coli*. Лучшее действие на грибок *Candida albicans* проявил ПГА 4.

На 7-е сутки наибольшую микробиологическую активность по отношению к *Staphylococcus aureus* в тканях крыс проявил шовный материал ПГА 3, а на 14-е сутки – Vicryl Plus. Наихудшее действие на сроке 7 суток показал Vicryl Plus, а на 14-е сутки – ПГА 4.

Е.М. Мохов с соавт. сообщили о положительном влиянии на раневой процесс биологически активных шовных нитей за счёт введения в состав этих нитей антибактериальных препаратов [12]. В опытах на крысах авторы исследовали образцы антимикробных

биорезорбируемых биологически активных нитей, одна из которых содержала сангвиритрин, другая – доксициклин. В контроле использовали интактную полигликоидную нить. На спине крысы формировали рану, края последней сшивали с помощью исследуемых нитей. С поверхности ран получали экссудат путём взятия мазков-отпечатков, отбирали ткани в области дефекта на биопсию. Полученные материалы исследовали под световым микроскопом.

Проведённое исследование показало, что использование обоих образцов антимикробных шовных материалов активизирует течение фазы воспаления раневого процесса. Это проявляется ускорением выселения нейтрофилов из кровеносного русла в область повреждения, ранним появлением макрофагов и повышением их функциональной активности. Данные процессы оказывают положительное влияние на регенерацию новообразованного эпителия и формирование на месте дефекта грануляционной ткани. Полученные результаты свидетельствуют о положительном влиянии исследованных антимикробных нитей на раневой процесс.

Ю.С. Винник с соавт. в эксперименте на кроликах исследовали влияние на гистологические проявления местной реакции тканей моножильного шовного материала на основе полигидроксиалканоатов (ПГА) в сравнении с шовными материалами Викрил и Капрофил [4]. На разрез мышцы бедра накладывали швы. Фрагменты мышцы подвергали морфологическому и иммуноморфологическому исследованиям.

Было установлено, что применение ПГА-нитей сопровождается минимально выраженной макрофа-

гально-гистиоцитарной инфильтрацией и некротическими реакциями в ранние сроки с последующей биодеградацией к 180-м суткам эксперимента без выраженных местных клеточных иммунных реакций. В сравнении с синтетическими рассасывающимися шовными материалами при применении ПГА-нитей меньше выражено разрастание рубцовой фиброзной ткани. При использовании шовного материала ПГА на всех сроках эксперимента в зоне повреждения тканей в 2 раза более интенсивно развивается сосудистая сеть и в 1,3 раза выше экспрессия фактора роста эндотелия сосудов (VEGF), чем в группах с использованием синтетических рассасывающихся шовных материалов.

В.А. Самарцев с соавт. в эксперименте на животных показали более быстрое заживление послеоперационной раны нежноволокнистым рубцом при использовании современных рассасывающихся хирургических нитей по сравнению с традиционным ушиванием капроном [14]. При использовании капрона авторы наблюдали следующие изменения: более выраженное гнойное воспаление, медленное формирование слабо васкуляризированной грануляционной ткани, формирование выраженной гигантоклеточной реакции вокруг шовной нити, аллергический компонент воспаления, сохранность нейтрофильной реакции в поздние сроки эксперимента. Репаративные процессы завершались развитием грубоволокнистой соединительной ткани. При использовании непрерывного шва нитями PDS Plus отмечали преобладание процессов альтерации в виде некроза, который быстро ограничивался лейкоцитарным клеточным валом, а затем хорошо васкуляризированной грануляционной тканью. Отсутствовали аллергический компонент воспаления и нейтрофильная реакция вокруг шва в поздние сроки эксперимента. Послеоперационная рана частично эпителизовалась на уровне кожи, частично замещалась нежноволокнистым рубцом. Апоневроз подвергался практически полному восстановлению.

В.А. Жуковский с соавт. показали, что одним из приоритетных направлений в разработке и внедрении в клиническую практику нового поколения волоконных имплантатов является химическая модификация волокон с целью придания им собственной биологической активности [9].

Важное свойство шовного материала – минимальная тканевая реакция. В этой связи уместно привести исследование Д.Б. Чистякова с соавт. [17]. В опытах на кроликах авторами была изучена эффективность интраабдоминального внедрения в брюшную стенку животных протезов, изготовленных из полипропилена и поливинилиденфторида (ПВДФ). Главным критерием позитивного результата внедрения этих имплантатов в брюшную стенку животных считалось отсутствие спаечного процесса. Эксперименты продемонстрировали, что ПВДФ-материалы вызывают меньшую биологически индуцированную воспалительную реакцию по сравнению с полипропиленом.

О.В. Востриковым с соавт. были разработаны имплантаты нового поколения в виде сетки из никелида титана и изучены морфологические изменения тканей при применении сеток из никелида титана, полипропилена в сравнении с наиболее реактивным материалом

в хирургии – капроном [5]. Характер воспалительной реакции на имплантаты исследовали на крысах. Выраженная воспалительная реакция наблюдалась на третий день после установки имплантатов. Она ослаблялась на 14-й день при использовании никелида титана и на 30–60-й день при использовании полипропилена и капрона. Толщина образующейся капсулы вокруг имплантатов из никелида титана была в 2–3 раза меньше, чем вокруг имплантатов из полипропилена и капрона. Авторы делают вывод о том, что никелид титана биологически более инертен, чем капрон и полипропилен.

Одна из современных мировых тенденций хирургии – использование синтетических нерассасывающихся шовных материалов для наложения поверхностных съёмных швов. В рамках данного направления проводится разработка и внедрение в хирургическую практику новых видов материалов с улучшенными характеристиками [16]. Показательный пример – шовные материалы на основе никелида титана.

Десятилетие назад В.Э. Гюнтер с соавт. обсуждали возможность применения нити на основе никелида титана в качестве шовного материала [7, 8]. Сегодня этот шовный материал уже внедрён в медицинскую практику. Никелид титана обеспечивает имплантаты новой совокупностью свойств: памятью формы при изменении температуры, сверхэластичностью при температуре тела, коррозионной стойкостью в условиях длительной знакопеременной деформации.

Д.Н. Корнилов с соавт. в эксперименте изучили особенности формирования рубца и его качество при использовании шовного материала на основе никелида титана. В результате установлено, что нить на основе никелида титана индуцирует развитие фиброзной муфты в кратчайшие сроки [10].

В литературе содержатся лишь отрывочные данные о взаимодействии шовных материалов на основе никелида титана с биологической тканью. Этого недостаточно для широкого использования новых медицинских изделий, предстоит продолжение исследований.

Анализ эксплуатационной пригодности новых материалов и изделий, используемых для имплантации в организм человека, должен описывать многие условия, в том числе перечисленные ниже [7].

1. Основной эффект взаимодействия биологической ткани и имплантата:

- морфологическая фиксация (механическая связь);
- биоактивная реакция за счёт биологических механизмов остеогенеза (поверхностная фиксация);
- тканевая фиксация, характерная для пористо-проницаемых материалов и сетчатых имплантатов;
- резорбция материала и имплантатов.

2. Ожидаемый тип локальной реакции биологической ткани на имплантацию имплантата:

- формирование фиброзной капсулы;
- пролиферация и миграция фибробластов, активация остеобластов;
- активация медиаторов воспалительного и репаративного процессов и пр.

3. Определение условий биосовместимости биологической ткани и имплантатов:

- характеристики биодеградации и биоустойчивости материалов, применённых в имплантатах;
- результаты токсикологических исследований, проведённых в объёме, необходимом для установления критериев минимального риска получения нежелательных клинических явлений;
- сохранение функциональных свойств и характеристик материала и имплантатов в течение срока эксплуатации;
- необходимость ревизии имплантата через определённый период времени и пр.

Шовным материалам на основе никелида титана ещё предстоит пройти данные исследования.

Таким образом, совершенствование шовных материалов идёт по двум основным направлениям: модификация традиционных изделий и разработка новых образцов. Если за счёт доработки существующих изделий удастся улучшить их отдельные характеристики, то создание новых видов шовных материалов нацелено на достижение качественно иного уровня в вопросе обеспечения заживления операционной раны. В этой связи представляют несомненный интерес нити на основе никелида титана. Обнадеживающие результаты, полученные в экспериментах, свидетельствуют о перспективности их использования в качестве шовного материала. Однако для широкого использования нитей на основе никелида титана в хирургической практике требуется проведение ряда дополнительных медико-биологических исследований, в том числе касающихся взаимодействия имплантатов с тканями организма. Аналогичная ситуация имеет место и в отношении других образцов нового поколения.

ЛИТЕРАТУРА REFERENCES

1. Акентьева Т.Н., Кудрявцева Ю.А. Аспекты выбора и модификации хирургического шовного материала // Медицина в Кузбассе. – 2014. – Т. 13, № 2. – С. 3–7.
2. Akentyeva TN, Kudryavtseva YuA. (2014). Aspects of the choice and modification of surgical sutural material [Aspekty vybora i modifikatsii khirurgicheskogo shovnogo materiala]. *Meditsina v Kuzbasse*, 13 (2), 3-7.
3. Бонцевич Д.Н. Хирургический шовный материал. – М.: Интеграция, 2005. – 118 с.
4. Bontsevich DN. (2005). Surgical sutural material [*Khirurgicheskiy shovnyy material*]. Moskva, 118 p.
5. Буянов В.М., Егиев В.Н., Удотов О.А. Хирургический шов. – М.: Антис, 2000. – 92 с.
6. Buyanov VM, Egiev VN, Udotov OA. (2000). Surgical seam [*Khirurgicheskiy shov*]. Moskva, 92 p.
7. Винник Ю.С., Маркелова Н.М., Шишацкая Е.И., Василеня Е.С., Соловьева Н.С., Хоржецкий В.А. Иммуногистохимические маркеры местной реакции тканей при имплантации изделий из PGA // Журнал Сибирского федерального университета. Серия «Биология». – 2016. – Т. 9, № 1. – С. 109–120.
8. Vinnik YuS, Markelova NM, Shishatskaya EI, Vasilenya ES, Solov'eva N.S., Khorzhetskiy V.A. (2016). Immunohistochemical markers of local reaction of fabrics at implantation of products from PGA [Immunogistokhimicheskie markery mestnoy reaktsii tkaney pri implantatsii izdeliy iz PGA]. *Zhurnal Sibirskogo federal'nogo universiteta. Seriya «Biologiya»*, 9 (1), 109-120.
9. Востриков О.В., Зотов В.А., Никитенко Е.В. Морфология тканевых реакций вокруг имплантатов, используемых для комбинированной пластики брюшной стенки // Архив патологии. – 2004. – № 2. – С. 25–28.
10. Vostrikov OV, Zotov VA, Nikitenko EV. (2004). Morphology of fabric reactions around the implants used for the combined plasticity of the abdominal wall [Morfologiya tkanevykh reaktsiy vokrug implantatov, ispol'zuemykh dlya kombinirovannoy plastiki bryushnoy stenki]. *Arkhiv patologii*, (2), 25-28.
11. Горелых Е.А., Макаров С.С., Бежин А.И., Жилыева Л.В. Сравнительная микробиологическая оценка хирургических нитей с антибактериальными свойствами (экспериментальное исследование) // Медицинские импланты: Матер. Междунар. науч.-практ. конф. – Курск, 2016. – С. 50–51.
12. Gorelykh EA, Makarov SS, Bezhin AI, Zhilyayeva LV. (2016). Comparative microbiological assessment of surgical threads with antibacterial properties (experimental study) [Srvnitel'naya mikrobiologicheskaya otsenka khirurgicheskikh nitey s antibakterial'nymi svoystvami (eksperimental'noe issledovanie)]. *Meditsinskie implanty: Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. Kursk, 50-51.
13. Гюнтер В.Э., Ходоренко В.Н., Чекалкин Т.Л., Олесова В.Н., Дамбаев Г.Ц., Сысолятин П.Г., Фомичев Н.Г. Медицинские материалы с памятью формы // Медицинские материалы и имплантаты с памятью формы. – Томск, 2011. – Т. 1. – 534 с.
14. Gyunter VE, Khodorenko VN, Chekalkin TL, Olesova VN, Dambaev GT, Sysolyatin PG, Fomichev NG. (2011). Medical materials with shape memory [Meditsinskie materialy s pamyat'yu formy]. *Meditsinskie materialy i implantaty s pamyat'yu formy*. Tomsk, 1, 534 p.
15. Гюнтер В.Э., Ходоренко В.Н., Ясенчук Ю.Ф., Чекалкин Т.Л., Овчаренко В.В., Клопотов А.А., Дамбаев Г.Ц., Сысолятин П.Г., Фомичев Н.Г., Олесова В.Н., Миргазизов М.З., Проскурин А.В., Зиганшин Р.В., Поленичкин В.К., Матюнин А.Н., Фатюшин М.Ю., Молчанов Н.А., Моногенов А.Н. Никелид титана. Медицинский материал нового поколения. – Томск, 2006. – 296 с.
16. Gyunter VE, Khodorenko VN, Yasenchuk YuF, Chekalkin TL, Ovcharenko VV, Klopotov AA, Dambaev GT, Sysolyatin PG, Fomichev NG, Olesova VN, Mirgazizov MZ, Proskurin AV, Ziganshin RV, Polenichkin VK, Matyunin AN, Fatyushin MYu, Molchanov NA, Monogenov AN. (2006). Titanium nickelide. Medical material of new generation [*Nikelid titana. Meditsinskiy material novogo pokoleniya*]. Tomsk, 296 p.
17. Жуковский В.А. Современные шовные материалы и другие волоконные имплантаты. Основные тенденции // Биотехнологии и качество жизни: Матер. Междунар. конф. – 2014. – С. 505–506.
18. Zhukovsky VA. (2014). Modern sutural materials and other fiber implants. Main tendencies [Sovremennyye shovnyye materialy i drugie volokonnyye implantaty. Osnovnyye tendentsii]. *Biotekhnologii i kachestvo zhizni: Materialy Mezhdunarodnoy konferentsii*, 505-506.
19. Корнилов Д.Н., Попов И.В., Раевская Л.Ю., Гольдберг О.А., Лепехова С.А. Результаты применения

сверхэластичного имплантата из никелида титана при повреждении сухожилия в эксперименте, морфологическое обоснование // Сибирский медицинский журнал (Иркутск). – 2014. – № 3. – С. 21–25.

Kornilov DN, Popov IV, Rayevskaya LYu, Goldberg OA, Lepekhova SA. (2014). Results of application of a superelastic implant from titanium nickelide in experimental injury of a sinew, morphological justification [Rezultaty primeneniya sverkhelastichnogo implantata iz nikelida titana pri povrezhdenii sukhozhiliya v eksperimente, morfologicheskoe obosnovanie]. *Sibirskiy meditsinskiy zhurnal (Irkutsk)*, (3), 21-25.

11. Москалюк О.А., Анущенко Т.Ю., Жуковский В.А., Цобкалло Е.С. Исследование механических свойств хирургических рассасывающихся нитей // Вестник ТвГУ. Серия «Химия». – 2016. – № 2. – С. 157–163.

Moskalyuk OA, Anushchenko TYu, Zhukovsky VA, Tsobkallo ES. (2016). Research of mechanical properties of the surgical resolving threads [Issledovanie mekhanicheskikh svoystv khirurgicheskikh rassasyvayushchikhsya nitey]. *Vestnik TvGU. Seriya «Khimiya»*, (2), 157-163.

12. Мохов Е.М., Петрова М.Б., Жеребченко А.В., Сергеев А.Н., Рыкалина В.Е. Особенности заживления ран, ушитых с помощью нового биорезорбируемого антимикробного шовного материала // Bulletin of Experimental and Clinical Surgery. – 2014. – Вып. VII, № 3. – С. 201–207.

Mokhov EM, Petrova MB, Zherebchenko AV, Sergeyev AN, Rykalina VE. (2014). Features of wound healing sutured with new bioresorbable antimicrobial sutural material [Osobennosti zazhivleniya ran, ushitykh s pomoshch'yu novogo biorezorbiruемого antimikrobnogo shovnogo materiala]. *Bulletin of Experimental and Clinical Surgery*, VII (3), 201-207.

13. Петрова М.Б., Мохов Е.М., Сергеев А.Н., Серов Е.В. Экспериментально-гистологический анализ влияния биологически активных шовных материалов на течение раневого процесса в коже // Современные проблемы науки и образования (электронный научный журнал). – 2015. – № 6.

Petrova MB, Mokhov EM, Sergeyev AN, Serov EV. (2015). The experimental and histologic analysis of influence of biologically active sutural materials on the course of wound process in skin [Eksperimental'no-gistologicheskii analiz vliyaniya biologicheskii aktivnykh shovnykh materialov na techenie ranevogo protsessa v kozhe]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya (elektronnyy nauchnyy zhurnal)*, 6.

14. Самарцев В.А., Гаврилов В.А., Кучумов А.Г. Дифференцированное применение однорядного шва в абдоминальной хирургии для профилактики хирургической инфекции // Новости хирургии. – 2013. – Т. 21, № 6. – С. 38–46.

Samartsev VA, Gavrilo VA, Kuchumov AG. (2013). Differentiated application of a single-row suture in abdominal surgery for prevention of a surgical infection [Differentsirovannoe primeneniye odnoryadnogo shva v abdominal'noy khirurgii dlya profi-laktiki khirurgicheskoy infektsii]. *Novosti khirurgii*, 21 (6), 38-46.

15. Семенов Г.М., Петришин В.Л., Ковшова М.В. Хирургический шов. – СПб.: Питер, 2001. – 256 с.

Semenov GM, Petrishin VL, Kovshova MV. (2001). Surgical suture [Khirurgicheskii shov]. Sankt-Peterburg, 256.

16. Третьяк С.И., Маркевич Е.В., Буравский А.В. Хирургический шовный материал. Методические рекомендации. – Минск, 2012. – 54 с.

Tretyak SI, Markevich EV, Buravsky AV. (2012). Surgical sutural material. Guidelines [Khirurgicheskii shovnyy material. Metodicheskie rekomendatsii]. Minsk, 54 p.

17. Чистяков Д.Б., Мовчан К.Н., Ященко А.С. Результаты экспериментального изучения реакции брюшины на сетчатые протезы // Вестник Санкт-Петербургского университета. – 2015. – Сер. 11, Вып. 4. – С. 18–27.

Chistyakov DB, Movchan KN, Yashchenko AS. (2015). Results of experimental study of peritoneum reaction to mesh prostheses [Rezultaty eksperimental'nogo izucheniya reaktzii bryushiny na setchatye protezy]. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta*, 11 (4), 18-27.

Сведения об авторах
Information about the authors

Фёдоров Павел Георгиевич – заведующий отделением пластической хирургии, Клиника доктора Груздева (191119, г. Санкт-Петербург, ул. Чернышевского, 53; тел. (911) 838-89-41; e-mail: va-rr@yandex.ru)

Fedorov Pavel Georgievich – Head of the Plastic Surgery Unit, Gruzdev's Clinic (191119, Saint Petersburg, ul. Chernyakhovskogo, 53; tel. (911) 838-89-41; e-mail: va-rr@yandex.ru)

Аршакян Вардан Арамаисович – кандидат медицинских наук, ассистент кафедры общей хирургии, ФГБОУ ВО Новосибирский государственный медицинский университет Минздрава России (630091, г. Новосибирск, Красный проспект, 52; e-mail: vardan@drarshakyan.com)

Arshakyan Vardan Aramaisovich – Candidate of Medical Sciences, Teaching Assistant at the Department of General Surgery, Novosibirsk State Medical University (630091, Novosibirsk, Krasniy Prospekt, 52; e-mail: vardan@drarshakyan.com)

Гюнтер Виктор Эдуардович – доктор технических наук, профессор кафедры физики металлов, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет»; директор, НИИ медицинских материалов и имплантатов с памятью формы (634045, г. Томск, ул. 19 Гвардейской дивизии, 17)

Gyunter Viktor Eduardovich – Doctor of Technical Sciences, Professor at the Department of Physics of Metals, National Research Tomsk State University; Director, Research Institute of Medical Materials and Implants with Shape Memory (634045, Tomsk, ul. 19 Gvardeyskoy Divizii, 17)

Штофин Сергей Григорьевич – доктор медицинских наук, заведующий кафедрой общей хирургии, ФГБОУ ВО Новосибирский государственный медицинский университет Минздрава России (e-mail: sshtofin@yandex.ru)

Shtofin Sergey Grigorievich – Doctor of Medical Sciences, Head of the Department of the General Surgery, Novosibirsk State Medical University (e-mail: sshtofin@yandex.ru)

Самарцев Владимир Аркадьевич – доктор медицинских наук, заведующий кафедрой общей хирургии № 1, ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера» Минздрава России (614990, г. Пермь, ул. Куйбышева, 39; e-mail: samarcev-v@mail.ru)

Samartsev Vladimir Arkadyevich – Doctor of Medical Sciences, Head of the Department of General Surgery N 1, Perm State Medical Academy (614990, Perm, ul. Kuybisheva, 39; e-mail: samarcev-v@mail.ru)