

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ EXPERIMENTAL RESEARCHES

DOI: 10.12737/article_5a0a910977eca1.04637486

УДК 615.468.6:616-089.819.84-092.9

Аршакян В.А. ¹, Гюнтер В.Э. ^{2,3}, Штофин С.Г. ¹, Фёдоров П.Г. ⁴, Самарцев В.А. ⁵, Морозов Д.В. ⁶

ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ШОВНОГО МАТЕРИАЛА В ХИРУРГИИ

¹ ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России (630091, г. Новосибирск, Красный проспект, 52, Россия)² ФГАУ ВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет» (634050, г. Томск, пр. Ленина, 34а, Россия)³ НИИ медицинских материалов и имплантатов с памятью формы (634045, г. Томск, ул. 19 Гвардейской дивизии, 17, Россия)⁴ Клиника Доктора Груздева (191119, г. Санкт-Петербург, ул. Чернышевского, 53, Россия)⁵ ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера» Минздрава России (614990, г. Пермь, ул. Куйбышева, 39, Россия)⁶ ГБУЗ НСО «Городская клиническая больница № 1» (630047, г. Новосибирск, ул. Залесского, 6, Россия)

В эпоху новых технологий и высокой конкуренции со стороны производителей хирургических нитей, современный шовный материал непрерывно подвергается усовершенствованию. Одной из высокотехнологичных нитей является никелид-титановая, которая обладает рядом уникальных свойств. Для исследования поведения никелид-титановой нити нами был поставлен эксперимент на лабораторных животных. Целью нашего исследования явилась сравнить и выявить нить, которая бы соответствовала высоким требованиям в хирургии. В эксперименте участвовали лабораторные крысы Sprague Dawley. Было сформировано три группы, по 10 животных в каждой. Для сравнения результатов исследовались иссечённые кожные покровы с интрадермальными швами. В исследовании применяли три вида шовного материала: а) полипропилен, толщина нити 5/0, б) поливинилиденфторид, толщина нити 5/0, в) никелид-титановая нить, толщина нити 90 мкм. Морфологическая картина исследуемых образцов тканей не отличалась по структурно-клеточным характеристикам, но степень выраженности была разной. Все данные были статистически обработаны, и достоверно было выявлено, что никелид-титановая нить вызывает менее выраженную воспалительную реакцию. Это приводит к менее выраженному отёку, снижению деструктивных явлений и уменьшению лимфостаза, что в свою очередь стимулирует регионарный ангиогенез и формирование зрелых капилляров, улучшающих процесс репарации.

Ключевые слова: никелид титана, шовный материал, нить, ангиогенез, репарация

WAYS OF IMPROVEMENT OF SURGICAL SUTURAL MATERIAL

Arshakyan V.A. ¹, Gyunter V.E. ^{2,3}, Shtofin S.G. ¹, Fedorov P.G. ⁴, Samartsev V.A. ⁵, Morozov D.V. ⁶¹ Novosibirsk State Medical University (Krasny Prospekt 52, Novosibirsk 630091, Russian Federation)² National Research Tomsk State University (Prospekt Lenina 34a, Tomsk 634050, Russian Federation)³ Research Institute of Medical Materials and Implants with Shape Memory (ul. 19 Gvardeyskoy Divizii 17, Tomsk 634045, Russian Federation)⁴ Gruzdev Clinic (ul. Chernyakhovskogo 53, Saint Petersburg 191119, Russian Federation)⁵ Perm State Medical University (ul. Kuybisheva 39, Perm 614990, Russian Federation)⁶ City Clinical Hospital N 1 (ul. Zaleskogo 6, Novosibirsk 630047, Russian Federation)

According to the research of several authors, titanium nickelide thread has unique properties, which allows it to be considered as a possible basis for suture material. However, for extensive use of titanium nickelide thread in surgical practice, a deeper investigation of its interaction with living tissues is required.

In experiments on white rats, we studied the influence of implantation of three types of threads (polypropylene, polyvinylidene fluoride and titanium nickelide) on soft tissues. After 14 days from the moment of implantation, blocks of soft tissue samples with suture material were obtained from animals. The blocks were subjected to microscopic examination, during which the area of the vessels was measured, the degree of fibrosis in the tissue was assessed, and structural changes of the same type were detected. Statistical processing of the received data was carried out with the help of the applied software Statistica 6.0.

As a result, it has been established that the implantation of a thread from titanium nickelide, in comparison with other investigated materials, causes less pronounced inflammatory reaction, less edema, less pronounced manifestations of destruction and lymphostasis. This promotes regional angiogenesis, which accelerates the process of restoring soft tissues. The obtained data testify to the prospects of the use of titanium nickelide for the development of a new suture material.

Key words: titanium nickelide, sutural material, surgical suture, angiogenesis, reparation

ВВЕДЕНИЕ

В пору новых технологий, хирургия предъявляет к шовным материалам определённые требования. Нить должна обладать рядом свойств, помимо профилактики инфекционных осложнений в ране [1, 8], она должна способствовать быстрому и бесследному заживлению операционной раны [4, 6, 7, 9]. Кроме того, важным аспектом является адаптационно-деформационная характеристика нити, которая позволяет минимизировать ряд негативных факторов в процессе заживления и дальнейшего рубцевания.

Таковыми свойствами обладает никелид-титановая нить. Она имеет пористую поверхностную структуру, а также обладает сверхэластичными и сверхпластичными свойствами [2, 3, 5]. Для исследования поведения никелид-титановой нити в живых тканях мы провели эксперимент на лабораторных животных.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В эксперименте участвовали 30 животных, которые содержались в виварии Новосибирского государственного медицинского университета. Все хирургические манипуляции проводились в операционной данного вивария. Исследуемые животные – белые лабораторные крысы Sprague Dawley, одного возраста (3 месяца), веса (200–220 г) и пола (самки). Сформировано три группы, по 10 животных в каждой. В первой группе применялась полипропиленовая нить, толщина 5/0, во второй группе использовали поливинилиденфторидную нить, толщина 5/0, в третьей – никелид титана, толщина нити 90 мкм. Исследованы ткани с нитью через 14 дней от момента наложения. Накладывался интрадермальный шов на рану. Длина раны 3 см, ширина 1 см. Шов фиксировался в момент сведения краёв раны. Заживление раны происходило в состоянии натяжения. Исследуемый материал иссекался в пределах неизмененных тканей. Отсутствовала группа контроля, проведено только межгрупповое сравнение. От каждого животного получали 5 блоков образцов мягких тканей с шовным материалом.

Для микроскопического исследования из доставленного материала выбирали весь фрагмент ткани с фиксацией, дальнейшим заключением его в парафин. Серийные гистологические образцы толщиной 3 мкм готовили на микротоме с последующей окраской гематоксилином и эозином. Исследование проводили на световом микроскопе.

Выполняли морфометрические измерения площади сосудов (в мм²) и оценку выраженности фиброза в ткани. Оценка выраженности фиброза проводили путём определения площади фиброзной ткани в пяти случайных полях зрения на срезах, окрашенных гематоксилином, при увеличении в 100 раз. Площадь фиброза до 35 % соответствовала слабо выраженному, от 35 до 59 % – умеренному, от 59 до 100 % – выраженному.

Статистическую обработку полученных результатов проводили с помощью прикладного пакета программ Statistica 6.0.

Проверку нормальности распределения данных выполняли с помощью критерия Шапиро – Уилка. В

случае нормального распределения данных мерой центральной тенденции являлось среднее значение (M), а мерой рассеяния – интервал между 25 и 75 % данных в выборке. Для выявления различий между группами использовали непараметрический U-критерий Манна – Уитни. Для сравнения групп с распределением значений, не отличающихся от нормального, использовали параметрический t-критерий Стьюдента. Различия считали статистически значимыми при $p \leq 0,05$.

При гистологическом исследовании тканей линейной раны, независимо от вида использованного шовного материала, выявляли однотипные структурно-клеточные изменения в исследованных группах. Но степень выраженности была разной.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На 14-е сутки исследования определялась следующая общая морфологическая картина. Выявлялась активная тканевая реакция с разрастанием грануляций, явлениями фиброобразования мозаичного типа (грануляции разной степени зрелости) с переходами от малоклеточных к высокоцеллюлярным зонам; среди стромальных элементов преобладали фибробласты, фиброциты, гистиоцитарные элементы, лимфоциты, макрофагальные элементы, гемосидерофаги, сохранялись гигантские многоядерные клетки типа инородных тел. В рыхлую соединительную ткань врастали многочисленные фибробласты, значительная их часть являлась пролиферирующей с переходами в более зрелые формы с высокой дифференцировкой, что свидетельствовало о протекающем регенераторном процессе. Эти клетки преобладали над другими элементами, участвующими в регенераторном процессе, среди последних необходимо отметить макрофаги, лимфоциты, плазмоциты, численность которых указана в таблице.

Сосуды разного калибра округлой, овальной формы с набухшим эндотелием с уменьшением их числа от центра к периферии, в отдалённых от шва тканях разнонаправленны, с разной степенью полнокровия, экстравазатами из эритроцитов. В целом сформированную капиллярную сеть можно охарактеризовать как мелкопетлистую.

Сравнительный анализ показал при прочих равных условиях, меньшую степень воспаления в группе с никелидом титана; численная плотность реактивных воспалительных элементов, многоядерных клеток, макрофагов оказалась достоверно ниже, что может указывать на меньшую травматизацию тканей (рис. 1–3), более выраженные реактивные изменения оказались в группе с поливинилиденфторидной нитью, ткани с полипропиленовой нитью заняли промежуточное положение по степени репарации. Менее выраженное травматическое воздействие никелида титана способствовало нормализации коллагеновых потенциалов, сосудистого русла, что привело к формированию более зрелой рубцовой ткани с перифокальной реакцией низкой активности. В тканях всех групп зинофильные гранулоциты занимали незначительное место, что может указывать на гипоаллергенность шовного материала.

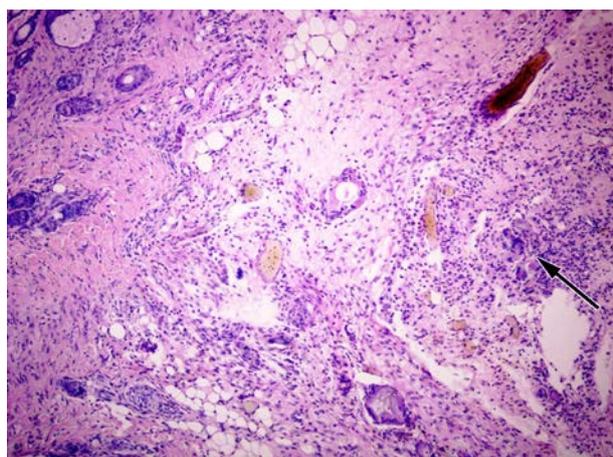


Рис. 1. Группа с поливинилиденфторидной нитью. Реактивные изменения с многоядерными клетками типа инородных тел. Окраска гематоксилином и эозином, $\times 150$.

Fig. 1. The group with polyvinylidene fluoride thread. Reactive changes with multinuclear foreign-body-type cells. Hematoxylin and eosin staining, $\times 150$.

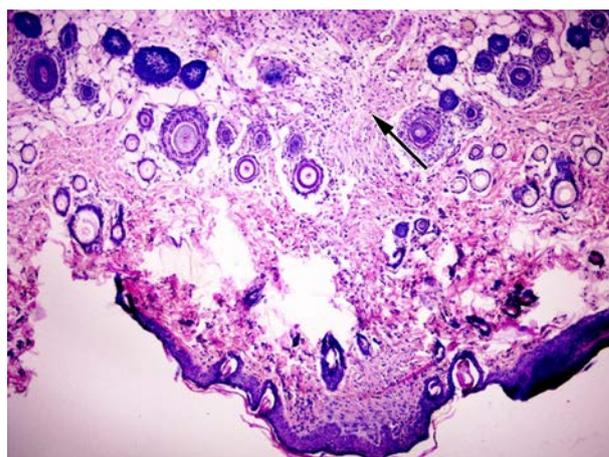


Рис. 3. Группа с никелидом титана. Низкая активность клеточных воспалительных реакций, отёк незначительный, локализован только в подэпителиальной зоне, зрелая соединительная ткань. Окраска гематоксилином и эозином, $\times 150$.

Fig. 3. The group with titanium nickelide. Low activity of cellular inflammatory reactions, insignificant edema, localized only in the subepithelial zone, mature connective tissue. Hematoxylin and eosin staining, $\times 150$.

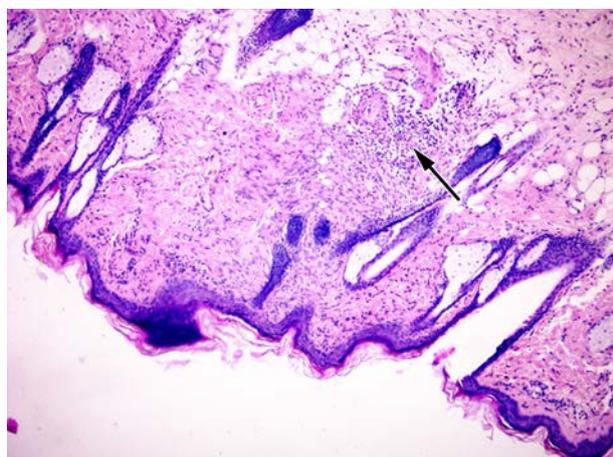


Рис. 2. Группа с полипропиленовой нитью. Менее выраженная клеточная воспалительная реакция и отёк, многоядерные клетки в виде единичных скоплений, оживлённая фибропластическая реакция. Окраска гематоксилином и эозином, $\times 150$.

Fig. 2. The group with a polypropylene thread. Less pronounced cellular inflammatory reaction and edema, multinucleated cells in the form of single clusters, rapid fibroplastic reaction. Hematoxylin and eosin staining, $\times 150$.

Таблица 1
Морфометрические показатели сосудистых структур в группах на 14-е сутки. Удельная плотность сосудов капиллярного русла (mm^2)

Table 1
Morphometric parameters of vascular structures in the groups on day 14. Specific density of capillary bed vessels (mm^2)

Полипропилен (14-е сутки)	Поливинилиденфторид (14-е сутки)	Никелид титана (14-е сутки)
$16,95 \pm 1,28$	$13,50 \pm 0,18$	$17,60 \pm 0,15$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Морфофункциональные исследования показали, что шовный материал из никелида титана вызывает менее выраженную воспалительную реакцию, что опосредовано приводит к менее выраженному отёку, снижению деструктивных явлений, уменьшению лимфостаза, что стимулирует регионарный ангиогенез, формирование зрелых капилляров, улучшающих процесс репарации.

Таблица 2
Морфометрические показатели тканевых структур в группах на 14-е сутки ($M \pm m$)

Morphometric indices of tissue structures in the groups on day 14 ($M \pm m$)

Table 2

Исследованные параметры	Полипропилен (14-е сутки)	Поливинилиденфторид (14-е сутки)	Никелид титана (14-е сутки)
Толщина пучков коллагеновых волокон	$10,2 \pm 0,27$	$9,5 \pm 0,17$	$13,42 \pm 0,74$
Элементы фибробластического ряда	$38,6 \pm 0,08$	$30,4 \pm 1,8$	$42,4 \pm 0,8$
Лимфоциты	$25,8 \pm 1,3$	$34,3 \pm 0,9$	$21,3 \pm 0,9$
Плазматические клетки	$14,3 \pm 0,7$	$18,9 \pm 1,0$	$13,9 \pm 0,9$
Макрофаги	$16,9 \pm 0,09$	$19,8 \pm 1,2$	$14,6 \pm 1,4$

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.

Akentyeva TN, Kudryavtseva YuA. (2014). Aspects of selecting and modifying surgical suture material [Aspekty vybora i modifikatsii khirurgicheskogo shovnogo materiala]. *Meditsina v Kuzbasse*, 13 (2), 3-7.

2. 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.

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 the new generation [Nikelid titana. Meditsinskiy material novogo pokoleniya]. Tomsk, 296.

3. Имплантаты с памятью формы в хирургии / Под ред. В.Э. Гюнтера, Г.Ц. Дамбаева, С.Г. Штофина и др. // Медицинские материалы и имплантаты с памятью формы: В 14 томах. – Томск: Изд-во МИЦ, 2011. – Т. 11. – С. 18–35.

Gyunter VE, Dambaev GTs, Shtofin SG et al. (eds.). (2011). Implants with shape memory in surgery [Implantaty s pamyat'yu formy]. *Meditsinskie materialy i implantaty s pamyat'yu formy: V 14 tomakh*. Tomsk, 11, 18-35.

4. Классификация хирургических нитей, кетгута [Электронный ресурс] // Operabelno.ru, главный хирургический портал. – Режим доступа: <http://www.operabelno.ru/sovremennyj-xirurgicheskij-shovnyj-material-klassifikaciya-xirurgicheskix-nitej-ketguta/> (дата обращения 14.12.2016).

Classification of surgical threads, catgut [Klassifikatsiya khirurgicheskikh nitey, ketguta]. *Operabelno.ru, glavnyy khirurgicheskij portal*. Available at: <http://www.operabelno.ru/sovremennyj-xirurgicheskij-shovnyj-material-klassifikaciya-xirurgicheskix-nitej-ketguta/> (date of access 14.12.2016).

terial-klassifikaciya-xirurgicheskix-nitej-ketguta/ (date of access 14.12.2016).

5. Медицинские материалы с памятью формы / Под ред. В.Э. Гюнтера, В.Н. Ходоренко, Т.Л. Чекалкин, В.Н. Олесова и др. // Медицинские материалы и имплантаты с памятью формы: В 14 томах. – Томск: Изд-во МИЦ, 2011. – Т. 1. – 534 с.

Gyunter VE, Khodorenko VN, Chekalkin TL, Olesova VN et al. (eds.). (2011). Medical materials with shape memory [Meditsinskie materialy s pamyat'yu formy]. *Meditsinskie materialy i implantaty s pamyat'yu formy: V 14 tomakh*. Tomsk, 1, 534.

6. 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, Zhukovskiy VA, Tsobkallo ES. (2016). Research of the mechanical properties of surgical absorbable sutures [Issledovanie mekhanicheskikh svoystv khirurgicheskikh rassasyvayushchikhsya nitey]. *Vestnik TvGU. Seriya «Khimiya»*, (2), 157-163.

7. 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 [Khirurgicheskij shov]. Sankt Peterburg, 256 p.

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

Tret'yak SI, Markevich EV, Buravskiy AV. (2012). Surgical suture material. Guidelines [Khirurgicheskij shovnyy material. Metodicheskie rekomendatsii]. Minsk, 54 p.

9. Шовный материал: какие нити следует предпочесть хирургу? [Электронный ресурс] // ESTET Portal. – Режим доступа: <http://estet-portal.com/stati/plasticheskaya-khirurgiya/shovnyj-material-kakie-niti-sleduet-predpochest-khirurgu> (дата обращения 14.12.2016).

Suture material: which material should the surgeon prefer? [Shovnyy material: kakie niti sleduet predpochest' khirurgu?]. *ESTET Portal*. Available at: <http://estet-portal.com/stati/plasticheskaya-khirurgiya/shovnyj-material-kakie-niti-sleduet-predpochest-khirurgu> (date of access 14.12.2016).

Сведения об авторах
Information about the authors

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)

Фёдоров Павел Георгиевич – заведующий отделением пластической хирургии, Клиника доктора Груздева (191119, г. Санкт-Петербург, ул. Черныховского, 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)

Самарцев Владимир Аркадьевич – доктор медицинских наук, заведующий кафедрой общей хирургии лечебного факультета, 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 of the Medical Faculty, Perm State Medical University (614990, Perm, ul. Kuybysheva, 39; e-mail: samarcev-v@mail.ru)

Морозов Дмитрий Вильевич – кандидат медицинских наук, врач-патологоанатом, ГБУЗ НСО «Городская клиническая больница № 1» (630047, г. Новосибирск, ул. Залесского, 6, к. 1; e-mail: mdvil07@mail.ru)

Morozov Dmitriy Vilyevich – Candidate of Medical Sciences, anatomic pathologist, City Clinical Hospital N 1 (630047, Novosibirsk, ul. Zaleskogo, 6, k. 1; e-mail: mdvil07@mail.ru)