

СПАЕЧНЫЙ ПРОЦЕСС В БРЮШНОЙ ПОЛОСТИ ПОСЛЕ НЕНАТЯЖНОЙ ПЛАСТИКИ УЛЬТРАЛЕГКИМИ СИНТЕТИЧЕСКИМИ И ТИТАНСОДЕРЖАЩИМИ ЭНДОПРОТЕЗАМИ

DOI: 10.17691/stm2017.9.3.06

УДК 617.55–06–089.844–77

Поступила 24.07.2016 г.

© **В.В. Паршиков**, д.м.н., профессор кафедры госпитальной хирургии им. Б.А. Королева¹;
А.А. Миронов, к.б.н., доцент кафедры нейротехнологий Института биологии и биомедицины²;
 старший научный сотрудник отдела экспериментального моделирования
 Центральной научно-исследовательской лаборатории¹;
А.А. Казанцев, научный сотрудник научно-методического отдела³;
А.И. Алехин, д.м.н., зам. главного врача по научной работе,
 руководитель Научно-образовательного центра³

¹Нижегородская государственная медицинская академия, Н. Новгород, 603005, пл. Минина и Пожарского, 10/1;

²Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Нижний Новгород, 603950, пр. Гагарина, 23;

³Центральная клиническая больница Российской академии наук, Москва, 119333, ул. Фотиевой, 10

Критерии надежности и безопасности протезирующей пластики брюшной стенки с помощью ультралегких синтетических и титаносодержащих материалов четко не определены, а результаты их применения изучены недостаточно.

Цель исследования — изучить в эксперименте интенсивность абдоминального спаечного процесса после ненатяжной пластики ультралегкими синтетическими и титаносодержащими сетками.

Материалы и методы. Лабораторным животным проводили имплантации ультралегких синтетических и титаносодержащих эндопротезов (n=128). В 1-й группе использовали синтетические сетки (PP Light), во 2-й группе — титаносодержащие эндопротезы (TiMesh), в 3-й группе — сетки из титановых нитей (Titan — титановый шелк).

В первой серии исследования применяли технику интраперитонеальной пластики (IPOM — intraperitoneal onlay mesh), во второй — ретромускулярной пластики (SRM — sublay retromuscular). Через 30 и 60 сут проводили осмотр зоны имплантации с фотофиксацией результатов, оценивали висцеро-париетальные сращения с помощью модифицированной Вандербильтской шкалы. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты. Интенсивность спаечного процесса была достоверно выше в серии IPOM (4,0 балла) по сравнению с серией SRM (0,44 балла), $p = 0,000$. Выраженность данного феномена в группах PP Light, TiMesh и Titan в среднем составляла 2,73; 3,78 и 5,33 балла соответственно. Различия результатов группы TiMesh от группы PP Light не были статистически значимыми, $p = 0,07$, однако с группой Titan были достоверными, $p = 0,03$. Интенсивность зависела также от сроков послеоперационного периода. В группе PP Light ее значение составило на 30-е и 60-е сутки 3,16 и 2,20 балла соответственно, $p = 0,22$; в группе TiMesh — 3,64 и 4,0 балла соответственно, $p = 0,81$; в группе Titan — 6,60 и 4,42; $p = 0,004$.

Минимальное образование висцеро-париетальных сращений отмечено в серии SRM: в группах PP Light, TiMesh и Titan соответственно 0,36, 0,44 и 0,50 баллов. В ряде случаев зона пластики была совершенно свободна от адгезий. Спаечный процесс в серии IPOM следует считать неприемлемо интенсивным во все сроки для всех изученных сеток. В серии SRM получены противоположные (наилучшие) результаты, сопоставимые для всех типов эндопротезов, использованных в работе. Безопасность ретромускулярной пластики ультралегкими синтетическими и титаносодержащими сетками по данным эксперимента убедительно доказана.

Заключение. Для реконструкции брюшной стенки следует использовать ретромускулярную пластику ультралегкими синтетическими и титаносодержащими эндопротезами. При этом применение титаносодержащих сеток представляется более предпоч-

Для контактов: Паршиков Владимир Вячеславович, e-mail: pv1610@mail.ru

тительным, так как ассоциировано с формированием достоверно более прочной соединительной ткани в зоне имплантации, а индуцируемая такой сеткой воспалительная реакция существенно меньше, чем синтетической.

Ключевые слова: протезирующая пластика; синтетические эндопротезы; титансодержащие эндопротезы; сетка; грыжа.

Как цитировать: Parshikov V.V., Mironov A.A., Kazantsev A.A., Alyokhin A.I. Visceral adhesions after tension-free abdominal wall repair with ultra-lightweight synthetic and titanium-containing meshes. *Sovremennye tehnologii v medicine* 2017; 9(3): 45–54, <https://doi.org/10.17691/stm2017.9.3.06>

English

Visceral Adhesions after Tension-Free Abdominal Wall Repair with Ultra-Lightweight Synthetic and Titanium-Containing Meshes

V.V. Parshikov, MD, DSc, Professor, Department of Hospital Surgery named after B.A. Korolyov¹;
A.A. Mironov, PhD, Associate Professor, Department of Neurotechnologies, Institute of Biology and Biomedicine²;
 Senior Researcher, Experimental Modeling Unit, Central Research Laboratory¹;
A.A. Kazantsev, Researcher, Scientific Methodological Department³;
A.I. Alyokhin, MD, DSc, Deputy Chief Physician for Scientific Work, Head of the Scientific and Educational Center³

¹Nizhny Novgorod State Medical Academy, 10/1 Minin and Pozharsky Square, Nizhny Novgorod, 603005, Russian Federation;

²Lobachevsky State University of Nizhni Novgorod, 23 Prospekt Gagarina, Nizhny Novgorod, 603950, Russian Federation;

³Central Clinical Hospital of the Russian Academy of Sciences, 10 Fotiyeva St., Moscow, 119333, Russian Federation

Criteria of reliability and safety of abdominal wall prosthetic repair with the help of ultra-lightweight synthetic and titanium-containing materials are not clearly defined, and the results of their application are insufficiently studied.

The aim of the investigation was to study in the experiment the intensity of the abdominal adhesive process after tension-free repair with ultra-lightweight synthetic and titanium-containing meshes.

Materials and Methods. Ultra-lightweight synthetic and titanium-containing meshes were implanted to laboratory animals (n=128). Synthetic meshes (PP Light) were used in group 1, in group 2 titanium-containing meshes (TiMesh) were employed, and in group 3 meshes were from titanium filaments (Titan, Titanium silk).

In the first series of the investigation, intraperitoneal onlay mesh (IPOM) technique was used, in the second series sublay retromuscular (SRM) repair was performed. 30 and 60 days later, the zone of implantation was examined with photofixation of the results, viscera-parietal adhesions were evaluated using a modified Vanderbilt assessment scale. Differences were considered statistically significant at $p < 0.05$.

Results. The intensity of the adhesive process was significantly higher in the IPOM series (4.0 points) in comparison with the SRM series (0.44 points), $p = 0.000$. The intensity of this phenomenon in the PP Light, TiMesh, and Titan groups amounted on average to 2.73, 3.78, and 5.33 points, respectively. Differences of the results in the TiMesh group from the PP Light group were not statistically significant, $p = 0.07$, however, they were significant with the Titan group, $p = 0.03$. The intensity depended also on the postoperative period duration. In the PP Light group its value on day 30 and 60 was 3.16 and 2.20 points, respectively, $p = 0.22$; in the TiMesh group it was 3.64 and 4.0 points, respectively, $p = 0.81$; in the Titan group it was 6.60 and 4.42, $p = 0.004$.

Minimal formation of viscera-parietal adhesions was noted in the SRM series: in the groups PP Light, TiMesh, and Titan it was equal to 0.36, 0.44, and 0.50 points, respectively. In some cases the zone of repair was completely free of adhesions. Adhesive process in the IPOM series should be considered unacceptably intensive in all periods for all tested meshes. In the SRM series, opposite (the best) results have been obtained, which were comparable for all types of meshes used in the work. Safety of retromuscular repair using ultra-lightweight synthetic and titanium-containing meshes has been convincingly proved by the data of the experiment.

Conclusion. Retromuscular repair with ultra-lightweight synthetic and titanium-containing meshes should be used for the reconstruction of the abdominal wall. But application of titanium-containing meshes seem to be more preferable, as it is associated with formation of significantly more strong connective tissue in the implantation zone, and an inflammatory reaction induced by such a mesh is substantially less than by a synthetic one.

Key words: prosthetic repair; synthetic meshes; titanium-containing meshes; mesh; hernia.

Пластика брюшной стенки с помощью сетчатых эндопротезов представляет собой основной вариант хирургического вмешательства у больных с послеоперационными грыжами [1–4]. Пациенты с грыжами

составляют значительную часть контингента больных в отделениях общехирургического профиля, что обуславливает интерес к вопросам их оперативного лечения [4–6].

Техника хирургических вмешательств детально разработана и постоянно совершенствуется [1–5]. Среди множества методик оперативного пособия принято выделять реконструкцию (в англоязычных источниках — augmentation) и коррекцию (bridging repair). Все большее внимание современные исследователи уделяют первому способу, целью которого является не только закрытие сеткой дефекта брюшной стенки, но и по возможности полное восстановление последней в варианте, наиболее близком к первоначальному (интактному) ее строению [2, 3]. Предполагается, что не только протезирование, но и восстановление естественной анатомии служит неперенным условием дальнейшей функциональной активности брюшной стенки, а также адекватной реабилитации пациента, его полноценной физической активности и трудоспособности.

Биомеханическая концепция патогенеза грыж предусматривает необходимость восстановления медиальных точек прикрепления мышц для последующего надлежащего функционирования брюшной стенки как единого мышечно-апоневротического комплекса [7] и для профилактики рецидива. В ряде случаев присутствие синтетического материала приводит к избыточному синтезу коллагена, что выражается в формировании в зоне имплантации сетки большого количества излишне плотной соединительной ткани, лишенной комплайенса и упругости. Образование таких рубцов представляет собой основу stiff-man syndrome, делает невозможными естественные процессы сокращения и растяжения оперированной брюшной стенки.

Обозначенная проблема активно исследуется ведущими специалистами в области герниологии. Особую роль в этом играют экспериментальные исследования [8–10]. Большое значение при оценке течения репаративного процесса отводится ключевым аспектам взаимодействия материала и структуры эндопротеза с компонентами брюшной стенки на тканевом уровне. Установлено, что асептическое воспаление в зоне имплантации в ряде случаев не стихает в течение длительного времени и приобретает характер хронического. Пролонгированная местная воспалительная реакция с участием компонентов клеточного звена иммунитета, локализованная на периферии имплантированной сетки, сопровождается изменениями самих элементов эндопротеза и сформированной вокруг них соединительной ткани. Указанные процессы приводят к ремоделированию последней, изменению ее прочностных характеристик, комплайенса и растяжимости. В клинических условиях это является морфологической основой формирования оперированной брюшной стенки как функционально неполноценной, жесткой и ригидной структуры.

Совокупность ассоциированной с хроническим воспалением макрофагальной реакции и ложно-персистирующих механизмов биодegradации становится причиной появления диастазов в зоне контакта «волоконно-сетчатая соединительная ткань», типичных для поздних рецидивов после протезирующей пластики

[11]. Вышеописанные феномены патогенетически связаны с рядом отдаленных осложнений ненатяжной техники. К последним причисляют прежде всего абдоминальный спаечный процесс [12–15]. Патогенез формирования висцеро-париетальных и висцеро-висцеральных адгезий детально описан в литературе [16]. Клинически значимые нарушения пассажа интестинального содержимого могут привести к развитию острой кишечной непроходимости. В ряде случаев наблюдают миграцию эндопротеза в брюшную полость [17], формирование пролежней эндопротезом стенки полых органов и образование толсто- и тонкокишечных свищей [18]. Типичными ситуациями, характерными для продолжающегося парапротезного воспаления, считают также возникновение хронических жидкостных скоплений, развитие синдрома хронической боли. В случаях образования парапротезных гранул и сеточных свищей может также иметь значение бактериальная контаминация и биопленочный процесс [19]. Механизмы образования сером детально рассмотрены в литературе [20, 21]. Работа над проблемой формирования полноценной соединительной ткани в зоне имплантации и достижения полной интеграции сетки в ткани брюшной стенки подразумевает решение комплекса взаимосвязанных задач, касающихся совершенствования хирургической техники, разработки новых эндопротезов, оптимизации течения репаративного процесса и профилактики инфекций в области хирургического вмешательства.

Появление новой группы ультралегких сеток в качестве средств реконструкции брюшной стенки связано с определенными надеждами исследователей избежать ряда осложнений, типичных для тяжелых и стандартных эндопротезов. У одних авторов [22] использование этих сеток ассоциировано с благоприятными клиническими результатами, в других работах [8] подобные материалы не рекомендованы к рутинному применению.

Кроме хорошо известных синтетических материалов в последние годы в герниологическую практику активно внедряются титансодержащие сетки. Это новая группа имплантатов, обладающих рядом достоинств, а изготовление указанных эндопротезов основано на принципиально иных технологических процессах [23, 24]. В ряде публикаций их возможности оценены довольно высоко, авторами приводятся хорошие экспериментальные и клинические результаты [23–29].

Критерии надежности и безопасности протезирующей пластики брюшной стенки с помощью ультралегких синтетических и титансодержащих материалов четко не определены, а результаты их применения, в том числе и возникновение осложнений, в частности спаечного процесса, изучены недостаточно.

Цель исследования — изучить в эксперименте интенсивность абдоминального спаечного процесса после ненатяжной пластики ультралегкими синтетическими и титансодержащими сетками.

Материалы и методы. Имплантации эндопротезов

проводили лабораторным животным. Вмешательства выполняли с разрешения Этического комитета Центральной клинической больницы Российской академии наук, в соответствии с законодательством РФ («Правила гуманного обращения с лабораторными животными», «Деонтология медико-биологического эксперимента») и этическими принципами, содержащимися в Европейской конвенции по защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и других научных целей (принятой в Страсбурге 18.03.1986 г. и подтвержденной в Страсбурге 15.06.2006 г.). Эксперимент осуществлен на базе Института биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова Российской академии наук (Москва).

Дизайн исследования, формирование групп, методика операций, анестезиологическое пособие и ведение послеоперационного периода полностью соответствовали постулатам современной концепции 3R Рассела и Берча (replacement, reduction, refinement), общепринятой в мире и обязательной к соблюдению в биологии и экспериментальной хирургии [30].

Т а б л и ц а 1

Выполнение имплантаций в группах животных, абс. число

Серия	Группы			Итого
	PP Light	TiMesh	Titan	
IPOM	22	18	24	64
SRM	22	18	24	64
Всего	44	36	48	128

Имплантации сеток (n=128) выполняли кроликам под наркозом с использованием следующих медикаментов: Рометар (ксилазина гидрохлорид, 2 мг/кг) и Золетил (тилетамина гидрохлорид и золазепам гидрохлорид, 8 мг/кг), препараты вводили внутримышечно. В 1-й группе использовали синтетические сетки (PP Light — полипропиленовая нить диаметром 90 мкм, поверхностная плотность — 36 г/м², показатель распределенного объема — 39,6 см³/м²). Это соответствует 1а классу классификации Klinge и Klosterhalfen [31], категории легких сеток [32]. В некоторых публикациях (2014, 2015) авторы считают такие эндопротезы ультралегкими [8, 33]. Во 2-й группе применяли титансодержащие эндопротезы (TiMesh — полипропиленовое волокно диаметром 65 мкм, покрытое титаном, поверхностная плотность — 16 г/м², показатель распределенного объема — 17,58 см³/м²). Такие эндопротезы относят к 1с классу [31] и ультралегким сеткам [8, 32, 33]. В 3-й группе имплантировали сетки из титановых нитей (Titan — титановый шелк, нить 65 мкм, 45 г/м², показатель распределенного объема — 10,41 см³/м²). Это ультралегкие сетки [8, 33]. Все перечисленные эндопротезы по своей структуре относились к плетеным из монофиламентных нитей.

Техника операций была общепринятой для экспериментальных работ [12, 34], методика имплантации в клинических условиях также типична. Для адекватного сравнения результатов выбраны активно используемые в современной герниологии методики интраперитонеальной (IPOM — intraperitoneal onlay mesh) [5, 14] и ретромускулярной (SRM — sublay retromuscular) пластики [1, 35]. Для корректного сопоставления данных исследования использовали стандартные разме-

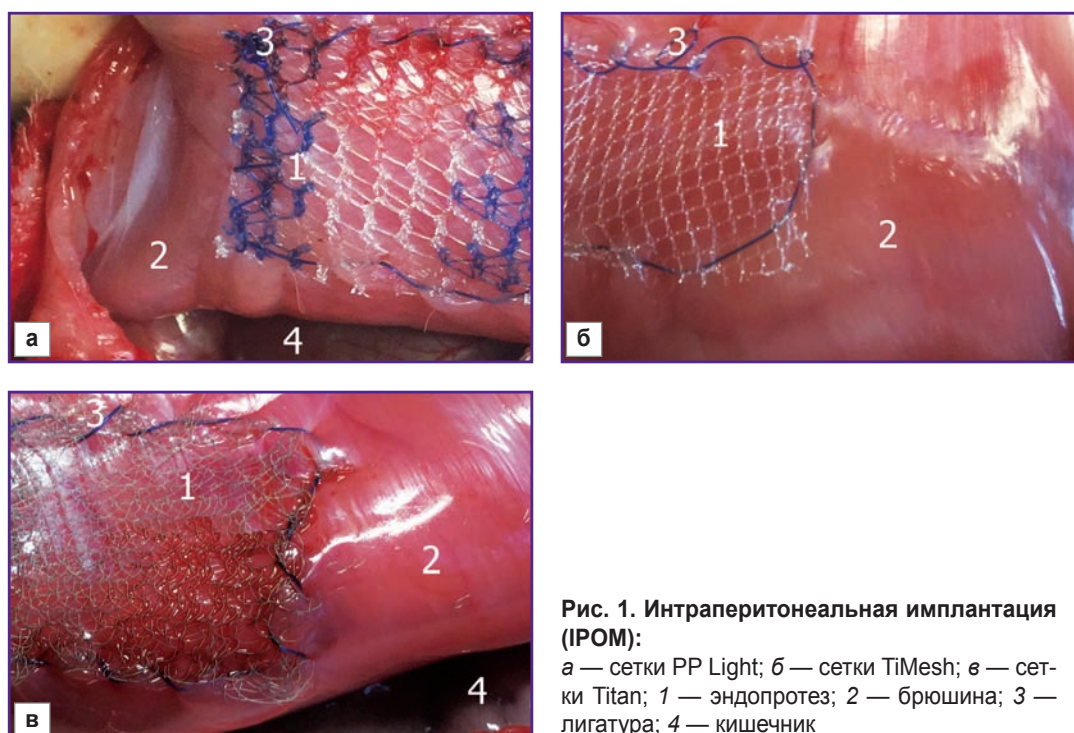


Рис. 1. Интраперитонеальная имплантация (IPOM):
 а — сетки PP Light; б — сетки TiMesh; в — сетки Titan; 1 — эндопротез; 2 — брюшина; 3 — лигатура; 4 — кишечник

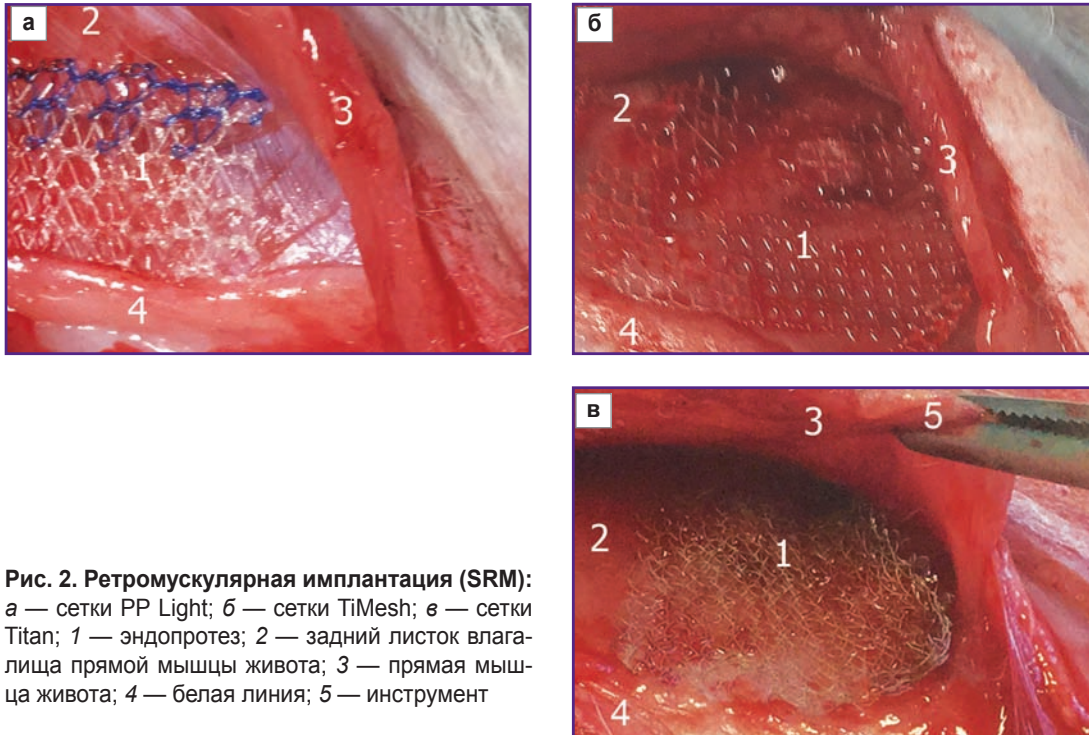


Рис. 2. Ретромукулярная имплантация (SRM): а — сетки PP Light; б — сетки TiMesh; в — сетки Titan; 1 — эндопротез; 2 — задний листок влагалища прямой мышцы живота; 3 — прямая мышца живота; 4 — белая линия; 5 — инструмент

ры эндопротезов (3×3 см), которые мы применяли в предыдущих работах и описывали другие авторы [36–38]. Эндопротезы прикрепляли к структурам брюшной стенки атравматичной синтетической нитью 4/0 (полипропилен).

Распределение операций по сериям и группам представлено в табл. 1. Масса кроликов к моменту вмешательства составляла 3495±345 г.

В первой серии исследования использовали методику IPOM (рис. 1). Производили лапаротомию по средней линии. К париетальной брюшине со стороны брюшной полости фиксировали эндопротез, затем непрерывным швом атравматичной синтетической нитью ушивали брюшную полость и рану.

Во второй серии вмешательств применяли методику SRM (рис. 2). Выполняли лапаротомию по средней линии. Медиально рассекали передние листки влагалищ прямых мышц живота, билатерально препарировали ретромулярное пространство. Непрерывным швом атравматичной синтетической нитью ушивали брюшную полость, соединяли задние листки влагалищ прямых мышц. В ретромулярном пространстве располагали сетку, прикрепляли ее к задним листкам влагалища атравматичной синтетической нитью 4/0 без натяжения. Непрерывным швом атравматичной синтетической нитью соединяли передние листки влагалищ прямых мышц живота, далее ушивали рану.

Для профилактики инфекций области хирургического вмешательства однократно перед разрезом вводили бета-лактамы антибиотик, дозировку рассчитывали на массу животного. Пищевой, водный и двигатель-

Т а б л и ц а 2

Шкала оценки спаечного процесса в зоне пластики (по Егиеву В.Н. и Лядову В.К., 2010)

Площадь спаечного процесса (0–4 балла)	Нет сращений — 0
	До 25% площади сетки — 1 балл
	От 25 до 50% площади сетки — 2 балла
	От 50 до 75% площади сетки — 3 балла
	Более 75% площади сетки — 4 балла
Прочность сращений (0–3 балла)	Нет спаек — 0
	Легко разделяются — 1 балл
	Разделяются инструментом — 2 балла
	Могут быть разделены только с помощью препаровки острым путем — 3 балла

П р и м е ч а н и е. Баллы суммируются, составляя в итоге от 1 до 7.

ный режимы не ограничивали. Рутинно применяли ненаркотические анальгетики. Животных наблюдали в течение двух месяцев. Выведение из эксперимента осуществляли под наркозом вышеуказанными анестетиками в тех же дозировках путем воздушной эмболии (7 мл/кг). Проводили осмотр зоны имплантации с фотофиксацией результатов, целенаправленно оценивали висцеро-париетальные сращения.

Для подсчета баллов (от 0 до 7, табл. 2) применяли модифицированную шкалу Вандербильтского университета [34]. Распределение данных совокупности оценивали тестами Шапиро–Уилка и Лиллиефорса (Origin Pro 8). Анализ непараметрических последовательностей выполняли методами Манна–Уитни и

Колмогорова–Смирнова (Origin Pro 8). Изучение массивов с нормальным распределением проводили с помощью теста Стьюдента (Excel 2016). Различия считали достоверными при $p < 0,05$.

Результаты. Послеоперационный период у всех

животных протекал хорошо, раны зажили первичным натяжением. Масса животных в начале эксперимента составляла 3495 ± 345 г, через 30 сут — 3420 ± 477 г (т.е. стала меньше исходной, $p = 0,03$), через 60 сут — 3808 ± 470 г (т.е. больше исходной, $p = 0,014$).

Интенсивность спаечного процесса была статистически значимо выше в серии IPOM (4,0 балла) по сравнению с серией SRM (0,44 балла), $p = 0,000$ (табл. 3).

Формирование висцеро-париетальных адгезий показано на рис. 3. Выраженность данного феномена в группах PP Light, TiMesh и Titan в среднем соответствовала 2,73; 3,78 и 5,33 балла. При детальном сопоставлении групп внутри серии IPOM выявлена определенная закономерность: в случае использования интраперитонеальной пластики выраженность спаечного процесса зависела от вида сетки. В частности, при сравнении групп PP Light и TiMesh отличия не были статистически значимыми, $p = 0,07$, однако при сравнении групп TiMesh и Titan они были достоверными, $p = 0,03$.

Интенсивность спаечного процесса зависела также от сроков послеоперационного периода. В группе PP Light она составляла на 30-е и 60-е сутки 3,16 и 2,20 балла соответственно, $p = 0,22$; в группе TiMesh — 3,64 и 4,0 балла соответственно, $p = 0,81$; в группе Titan в более поздние сроки послеоперационного периода выраженность спаечного процесса оказалась статистически значимо меньшей — соответственно 6,60 и 4,42 балла, $p = 0,004$.

Минимальное образование висцеро-париетальных сращений отмечено в серии SRM (рис. 4). Измеряемый показатель составил в группах PP Light, TiMesh и Titan соответственно 0,36; 0,44 и 0,50 балла, $p = 0,76$ (см. табл. 3). В ряде случаев зона пластики была совершенно свободна от адгезий. Использование для ретромускулярной пластики сетки из титановых нитей, применение которой в серии IPOM было ассоциировано с наиболее высоким значением по шкале спаечного процесса, также не сопровождалось выраженным образованием спаек. На рис. 4, в хорошо заметно, как титановая сетка буквально просвечивает через очень тонкие структуры задних слоев брюшной стенки кролика. Тем не менее значимого висцеро-париетального спаечного процесса не наблюдается.

Результат проведенного исследования позволяет утверждать, что формирование висцеро-париетальных адгезий, ассоциированных с имплантацией ультралегких синтетических и титаносодержащих сеток, достоверно зависит от выбранной методики эндопротезирования брюшной стенки. Это справедливо для всех исследованных имплантатов и этапов времени наблюдения. В серии IPOM обнаружено статистически значимое снижение выраженности спаечного процесса в поздние сроки послеоперационного периода для имплантатов Titan. В той же серии выявлены статистически значимые отличия интенсивности образования висцеро-париетальных спаек между исследуемыми

Таблица 3

Интенсивность спаечного процесса, баллов

Серия	Группа			Mean*
	PP Light	TiMesh	Titan	
IPOM	2,73	3,78	5,33	4,00
SRM	0,36	0,44	0,50	0,44
Mean	1,55	2,11	2,92	2,22

* — среднее арифметическое.

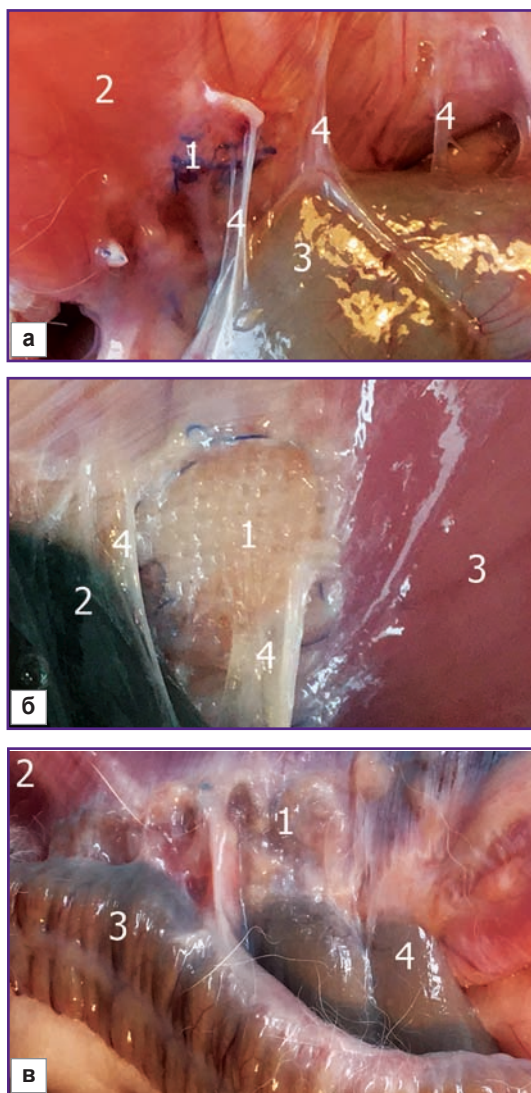


Рис. 3. Результаты интраперитонеальной имплантации (IPOM):

а — сетки PP Light; б — сетки TiMesh; в — сетки Titan; 1 — сетка; 2 — брюшина; 3 — кишка; 4 — спайки. Спаечный процесс

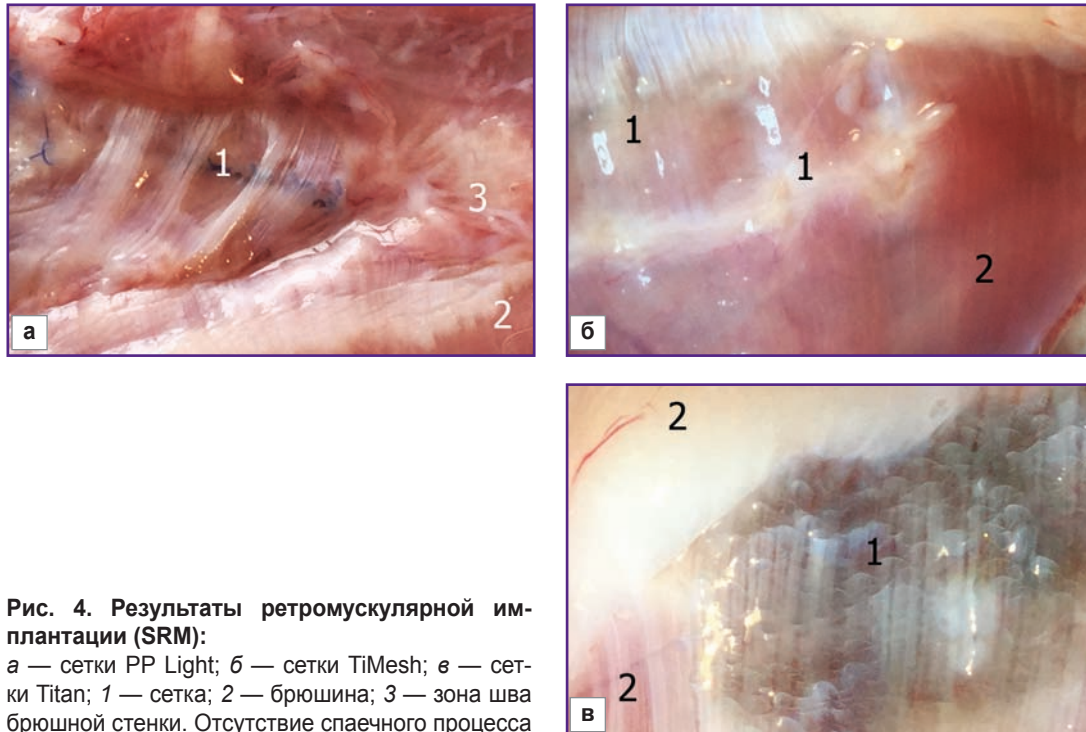


Рис. 4. Результаты ретромулярной имплантации (SRM):
 а — сетки PP Light; б — сетки TiMesh; в — сетки Titan; 1 — сетка; 2 — брюшина; 3 — зона шва брюшной стенки. Отсутствие спаечного процесса

группами. Тем не менее спаечный процесс в серии IPOM следует считать неприемлемо выраженным во все сроки для всех изученных сеток. В серии SRM получены противоположные (наилучшие) результаты, сопоставимые для всех типов эндопротезов, использованных в работе. Безопасность ретромулярной пластики ультралегкими синтетическими и титансодержащими сетками по данным эксперимента убедительно доказана.

Обсуждение. Приведенные в рамках текущего исследования данные подлежат детальному сравнению с результатами других исследований и подробному критическому анализу. В целом полученные показатели выраженности висцеро-париетального спаечного процесса во многом согласуются с другими аналогичными измерениями [12, 34, 36–38], хотя и имеют отличия. Однако данные по имплантации сеток из титана опубликованы впервые в настоящей работе.

В серии интраперитонеальной пластики при использовании ультралегких сеток измеренная нами интенсивность спаечного процесса была ниже, чем ранее представленные ведущими российскими учеными аналогичные показатели для стандартных эндопротезов [12, 34]. Эти же авторы в клинических условиях предпочитают применять легкие сетки, при этом размещают их внебрюшинно [22]. Другие исследователи используют указанные эндопротезы интраперитонеально [5]. В сложившейся ситуации можно только предполагать возможные преимущества использования легких и ультралегких имплантатов, но не утверждать, что их следует размещать внутрибрюшинно, поскольку исследований на эту тему не обнаружено.

Полученные показатели интенсивности спаечного процесса для PP Light, имплантируемых по методике IPOM, согласуются с ранее проведенными исследованиями [37], в которых были показаны близкие значения — 3,77 балла (M — среднее арифметическое) и 4 балла (Me — медиана). Это существенно лучше, чем такие же показатели для стандартного полипропилена — 4,64 балла (M) и 5 баллов (Me), полученные в том же исследовании [37]; 5,81 балла (M) — в другом [36], около 5 баллов — в третьем [34, 39] и 6–7 баллов — в четвертом [12]. Именно по причине возможного развития серьезных интраабдоминальных осложнений применять стандартную полипропиленовую сетку способом IPOM не рекомендуют [18]. В последние годы активно исследуют другие по химическому составу, более совершенные материалы — поливинилиденфторид, для которого показатель интенсивности спаечного процесса после IPOM определен от 2 до 3,15 балла без применения противоспаечных покрытий и от 1,39 до 2 баллов — с их использованием [12, 37].

Примечательно, что широко известная в герниологической среде опасность интраперитонеальной имплантации стандартной полипропиленовой сетки не имеет должного обоснования с позиций доказательной медицины, что убедительно и подробно изложено в работе Н.К. Ramakrishna [14].

И все же ретромулярная пластика остается эталоном безопасности в отношении развития спаечного процесса, что убедительно доказано в рамках данного исследования и ранее [38] для ультралегких синтетических и титансодержащих сеток. Это утверждение

справедливо также и для легких и стандартных синтетических эндопротезов, что было обосновано нами в предыдущих исследованиях [40].

За рубежом возможность интраабдоминальной имплантации титаносодержащих сетчатых эндопротезов уже привлекала внимание [29, 41]. Было показано, что результаты интраперитонеальной пластики сеткой из покрытого титаном полипропилена (TiMesh) не уступают таковым после внутрибрюшинного размещения сетки из растянутого политетрафторэтилена (ePTFE) [41], который длительное время считался эталоном имплантата для IPOM [34, 39]. Однако по данным анализа современных публикаций можно полагать, что оптимальный эндопротез для IPOM пока не предложен. Представляется маловероятным, что указанная проблема будет преодолена в ближайшее время. Во многом это связано с особенностями методики, а не только с конструктивными или техническими недостатками тех или иных имплантатов.

Все вышеизложенное обуславливает необходимость исследования возможности применения для реконструкции брюшной стенки с помощью ретромускулярной пластики ультралегких синтетических и титаносодержащих эндопротезов. При этом использование последних представляется более предпочтительным, поскольку ассоциировано с формированием достоверно более прочной соединительной ткани в зоне имплантации [42], а индуцируемая титаносодержащей сеткой воспалительная реакция — существенно меньше, чем синтетической сеткой [43].

Представленная в статье точка зрения о необходимости широкого применения легких и ультралегких сеток обоснована клиническими и экспериментальными данными достаточно, но пока не совпадает с позицией некоторых исследователей в России и за рубежом [8, 35]. Следует четко понимать, что предпочтение использованию легких и ультралегких материалов нужно отдавать только при условии выполнения адекватной реконструкции брюшной стенки методом ретромускулярной пластики, а в сложных ситуациях — с использованием техники разделения компонентов. Необходимо также принимать во внимание известные факторы риска рецидива грыжи.

Заключение. Для реконструкции брюшной стенки с помощью ультралегких синтетических и титаносодержащих эндопротезов следует использовать ретромускулярную пластику. Такой подход является экспериментально обоснованным, надежным и безопасным решением, ассоциированным с минимальным формированием висцеро-париетальных адгезий в зоне имплантации.

Финансирование исследования. Научная работа осуществлена при поддержке Министерства образования и науки РФ, уникальный идентификатор проекта RFMEFI60714X0085.

Конфликт интересов. У авторов нет конфликта интересов.

Литература/References

1. Golovin R.V., Nikitin N.A. The assessment of different combination prosthetic repair techniques and prognostic criteria for early wound complications in median incisional ventral hernias. *Sovremennye tehnologii v medicine* 2015; 7(2): 105–112, <https://doi.org/10.17691/stm2015.7.2.14>.
2. Ермаков Н.А., Зорин Е.А., Орловская Е.С., Лядов К.В. Методика частичного релизинга прямых мышц живота для полного восстановления белой линии после задней сепарационной пластики по поводу больших и гигантских послеоперационных грыж. *Московский хирургический журнал* 2015; 4(44): 22–25. Ermakov N.A., Zorin E.A., Orlovskaya E.S., Lyadov K.V. Methods of releasing partial rectus abdominis for the full restoration of the white line after trailing the separation of plastic over the large and giant postoperative ventral hernias. *Moskovskiy khirurgicheskij zhurnal* 2015; 4(44): 22–25.
3. Юрасов А.В., Шестаков А.Л., Курашвили Д.Н., Абовян Л.А. Современная концепция хирургического лечения больных с послеоперационными грыжами передней брюшной стенки. *Вестник экспериментальной и клинической хирургии* 2014; 4(7): 405–413. Yurasov A.V., Shestakov A.L., Kurashvili D.N., Abovyan L.A. The modern concept of surgical treatment of patients with postoperative hernias of the anterior abdominal wall. *Vestnik eksperimental'noy i klinicheskoy khirurgii* 2014; 4(7): 405–413.
4. Köckerling F., Botsinis M.D., Rohde C., Reinhold W. Endoscopic-assisted linea alba reconstruction plus mesh augmentation for treatment of umbilical and/or epigastric hernias and rectus abdominis diastasis — early results. *Front Surg* 2016; 3: 27, <https://doi.org/10.3389/fsurg.2016.00027>.
5. Молчанов М.А. Интраперитонеальная пластика послеоперационных и пупочных грыж. *Аспирантский вестник Поволжья* 2015; 1–2: 157–162. Molchanov M.A. Intraperitoneal plastics of postoperative and umbilical hernias. *Aspirantskiy vestnik Povolzh'ya* 2015; 1–2: 157–162.
6. Langbach O., Bukholm I., Benth J.Š., Røkke O. Long term recurrence, pain and patient satisfaction after ventral hernia mesh repair. *World J Gastrointest Surg* 2015; 7(12): 384–393, <https://doi.org/10.4240/wjgs.v7.i12.384>.
7. Белоконев В.И., Житлов А.Г., Вавилов А.В. Патоморфологическое обоснование хирургических принципов лечения больных с послеоперационной вентральной грыжей. *Бюллетень медицинских интернет-конференций* 2011; 1(6): 62–102. Belokonev V.I., Zhitlov A.G., Vavilov A.V. Pathomorphological rationale of surgical treatment principles of patients with incisional ventral hernia. *Byulleten' meditsinskikh internet-konferentsiy* 2011; 1(6): 62–102.
8. Ануров М.В., Титкова С.М., Эттингер А.П. Классификация протезов для пластики грыжевых дефектов передней брюшной стенки (аналитический обзор литературы). *Вестник Российского государственного медицинского университета* 2015; 1: 5–10. Anurov M.V., Titkova S.M., Ettinger A.P. Classification of prostheses for abdominal hernia repair: analytical literature review. *Vestnik Rossiyskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta* 2015; 1: 5–10.
9. Нетьяга А.А., Парфенов А.О., Нутфуллина Г.М., Жуковский В.А. Влияние различных видов эндопротезов для герниопластики на состояние мышц различных отделов брюшной стенки (экспериментальное исследование). *Курский научно-практический вестник «Человек и его здоровье»* 2013; 4: 26–32. Netyaga A.A., Parfenov A.O.,

Nutfullina G.M., Zhukovsky V.A. Effect of different prosthetic meshes for hernia repair on the muscles of different parts of the abdominal wall (experimental study). *Kurskiy nauchno-prakticheskiy vestnik "Chelovek i ego zdorov'e"* 2013; 4: 26–32.

10. Siassi M., Mahn A., Baumann E., Vollmer M., Huber G., Morlock M., Kallinowski F. Development of a dynamic model for ventral hernia mesh repair. *Langenbecks Arch Surg* 2014; 399(7): 857–862, <https://doi.org/10.1007/s00423-014-1239-x>.

11. Пономарева Ю.В., Белоконов В.И., Волова Л.Т., Гуляев М.Г. Морфологические основы причин рецидивов у больных с послеоперационной вентральной грыжей. *Фундаментальные исследования* 2013; 9(2): 263–266. Ponomareva Y.V., Belokonev V.I., Volova L.T., Gulyaev M.G. The morphological basis of the causes of recurrence in patients with postoperative ventral hernias. *Fundamental'nye issledovaniya* 2013; 9(2): 263–266.

12. Чистяков Д.Б., Мовчан К.Н., Яценко А.С. Интенсивность формирования спаечного процесса при интра-абдоминальном укреплении брюшной стенки в эксперименте синтетическими сетчатыми эндопротезами, отличающимися физико-химической основой строения. *Вестник Северо-Западного государственного медицинского университета им. И.И. Мечникова* 2015; 3(7): 29–37. Chistyakov D.B., Movchan K.N., Yaschenko A.S. The intensity of the formation of adhesions in the process of intra-abdominal strengthening of the abdominal wall in the experiment synthetic mesh implants, different physical-to-chemical basis of the structure. *Vestnik Severo-Zapadnogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta im. I.I. Mechnikova* 2015; 3(7): 29–37.

13. Mayagoitia-González J.C., Gudiño-Amezcuca L.M., Rivera-Barragán V., Mellado-Díaz A.V., Díaz-Chávez E.P. Prevention of intestinal adhesions as a result of intraperitoneal mesh with the addition of hyaluronic acid/carboxymethylcellulose gel. *Experimental model in rats. Cir Cir* 2012; 80(2): 150–156.

14. Ramakrishna H.K., Lakshman K. Intra peritoneal polypropylene mesh and newer meshes in ventral hernia repair: what EBM says? *Indian J Surg* 2013; 75(5): 346–351, <https://doi.org/10.1007/s12262-012-0743-x>.

15. Langbach O., Holmedal S.H., Grandal O.J., Røkke O. Adhesions to mesh after ventral hernia mesh repair are detected by MRI but are not a cause of long term chronic abdominal pain. *Gastroenterol Res Pract* 2016; 2016: 2631598, <https://doi.org/10.1155/2016/2631598>.

16. Diamond M.P., Burns E.L., Accomando B., Mian S., Holmdahl L. Sefrapilim® adhesion barrier: (1) a review of preclinical, animal, and human investigational studies. *Gynecol Surg* 2012; 9(3): 237–245, <https://doi.org/10.1007/s10397-012-0741-9>.

17. Базаев А.В., Гошадзе К.А., Малов А.А., Янышев А.А. Миграция полипропиленовой сетки в брюшную полость после грыжесечения по поводу рецидивной послеоперационной вентральной грыжи (клинический случай). *Вестник новых медицинских технологий* 2016; 23(1): 59–61. Bazaev A.V., Goshadze K.A., Malov A.A., Yanyshv A.A. Migration of polypropylene mesh into the abdominal cavity after hernia repair of recurrent postoperative ventral hernia (clinical case). *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy* 2016; 23(1): 59–61.

18. Sahoo M.R., Bisoi S., Mathapati S. Polypropylene mesh eroding transverse colon following laparoscopic ventral hernia repair. *J Minim Access Surg* 2013; 9(1): 40–41, <https://doi.org/10.4103/0972-9941.107139>.

19. Reslinski A., Dabrowiecki S., Glowacka K. The impact of diclofenac and ibuprofen on biofilm formation on the surface of polypropylene mesh. *Hernia* 2015; 19(2): 179–185, <https://doi.org/10.1007/s10029-013-1200-x>.

20. Постников Д.Г., Павленко В.В., Краснов О.А., Ооржак О.В., Егорова О.Н., Лесников С.М. Проблемы профилактики раневых осложнений у больных с послеоперационными вентральными грыжами. *Медицина и образование в Сибири* 2015; 3: 73. Postnikov D.G., Pavlenko V.V., Krasnov O.A., Oorzhak O.V., Egorova O.N., Lesnikov S.M. Problems of prophylaxis of wound complications at patients with postoperative ventral hernias. *Meditsina i obrazovanie v Sibiri* 2015; 3: 73.

21. Пушкин С.Ю., Белоконов В.И., Шифрин Г.И., Ларина Т.В., Ключев К.Е., Кузнецов О.Е. Характер морфофункциональных изменений в тканях при формировании жидкостных образований в подкожной клетчатке у пациентов после грыжесечения. *Новости хирургии* 2011; 19(2): 16–20. Pushkin S.Yu., Belokonev V.I., Shifrin G.I., Larina T.V., Klyuev K.E., Kuznetsov O.E. The nature of morphofunctional changes in tissues in the formation of liquid masses in subcutaneous tissue in patients after herniotomy. *Novosti khirurgii* 2011; 19(2): 16–20.

22. Егиев В.Н., Шурыгин С.Н., Чижов Д.В. Сравнение результатов пластики брюшной стенки «тяжелыми» и «легкими» полипропиленовыми эндопротезами при лечении послеоперационных вентральных грыж. *Московский хирургический журнал* 2012; 2: 20–23. Egiev V.N., Shurygin S.N., Chizhov D.V. The comparison of abdominal wall plasty with “heavy” and “light” polypropylene endoprotheses in the treatment of incisional ventral hernias. *Moskovskiy khirurgicheskiy zhurnal* 2012; 2: 20–23.

23. Казанцев А.А., Паршиков В.В., Шемятовский К.А., Алехин А.И., Титаров Д.Л., Колпаков А.А., Осадченко С.В. Титансодержащие сетчатые эндопротезы как перспективная группа имплантатов для пластики брюшной стенки. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова* 2016; 4: 86–95. Kazantsev A.A., Parshikov V.V., Shemyatovskiy K.A., Alekhin A.I., Titarov D.L., Kolpakov A.A., Osadchenko S.V. The titanium-containing mesh as a perspective group of implants for abdominal wall repair. *Khirurgiya. Zhurnal im. N.I. Pirogova* 2016; 4: 86–95.

24. Schopf S., von Ahnen T., von Ahnen M., Schardey H. Chronic pain after laparoscopic transabdominal preperitoneal hernia repair: a randomized comparison of light and extralight titanized polypropylene mesh. *World J Surg* 2011; 35(2): 302–310, <https://doi.org/10.1007/s00268-010-0850-4>.

25. Паршиков В.В., Самсонов А.В., Романов Р.В., Градусов В.П., Самсонов А.А., Ходак В.А., Петров В.В., Цыбусов С.Н., Бабуринов А.Б., Кихляров П.В., Казанцев А.А. Первый опыт пластики брюшной стенки эндопротезами из титанового шелка. *Медицинский альманах* 2011; 1(20): 107–110. Parshikov V.V., Samsonov A.V., Romanov R.V., Gradusov V.P., Samsonov A.A., Khodak V.A., Petrov V.V., Tsybusov S.N., Baburin A.B., Kihlyarov P.V., Kazantsev A.A. The first experience of tension-free abdominal wall repair with titan mesh. *Meditsinskiy al'manakh* 2011; 1(20): 107–110.

26. Колпаков А.А., Казанцев А.А. Сравнительный анализ результатов применения протезов «титановый шелк» и полипропилен у больных с послеоперационными вентральными грыжами. *Русский медицинский журнал* 2015; 23(13): 774–775. Kolpakov A.A., Kazantsev A.A. Comparative analysis of the results of titanium and

polypropylene prostheses in patients with incisional ventral hernias. *Russkiy meditsinskiy zhurnal* 2015; 23(13): 774–775.

27. Чернов А.В., Ирьянов Ю.М., Радченко С.А., Чернов В.Ф., Ирьянова Т.Ю. Исследование особенностей интеграции различных биоматериалов в мягких и костной тканях организма. *Гений ортопедии* 2012; 1: 97–101. Chernov A.V., Iriyanov Yu.M., Radchenko S.A., Chernov V.F., Iriyanova T.Yu. Studying the integration features of different biomaterials in organism soft and bone tissues. *Geniy ortopedii* 2012; 1: 97–101.

28. Лимонов А.В., Титов Д.А., Забродин В.В., Валиев Э.Ф., Забродин Е.В. Применение сетчатых эндопротезов из титановой нити при аллопластике паховых грыж. *Медицинский вестник МВД* 2014; 1(68): 49–51. Limonov A.V., Titov D.A., Zabrodin V.V., Valiyev E.F., Zabrodin Ye.V. Application of titanium mesh endoprosthesis for all transplanted of inguinal hernias. *Meditsinskiy vestnik MVD* 2014; 1(68): 49–51.

29. Köckerling F., Schug-Pass C. What do we know about titanized polypropylene meshes? An evidence-based review of the literature. *Hernia* 2014; 18(4): 445–457, <https://doi.org/10.1007/s10029-013-1187-3>.

30. Руководство по лабораторным животным и альтернативным моделям в биомедицинских технологиях. Под ред. Каркищенко Н.Н., Грачева С.В. М; 2010. *Rukovodstvo po laboratornym zivotnym i al'ternativnym modelyam v biomeditsinskikh tekhnologiyakh* [Guidelines on laboratory animals and alternative models in biomedical technologies]. Pod red. Karkishchenko N.N., Gracheva S.V. [Karkishchenko N.N., Gracheva S.V. (editors)]. Moscow; 2010.

31. Klinge U., Klosterhalfen B. Modified classification of surgical meshes for hernia repair based on the analyses of 1,000 explanted meshes. *Hernia* 2012; 16(3): 251–258, <https://doi.org/10.1007/s10029-012-0913-6>.

32. Coda A., Lamberti R., Martorana S. Classification of prosthetics used in hernia repair based on weight and biomaterial. *Hernia* 2012; 16(1): 9–20, <https://doi.org/10.1007/s10029-011-0868-z>.

33. Ануров М.В. Влияние структурных и механических свойств сетчатых протезов на эффективность пластики грыжевых дефектов брюшной стенки. Дис. ... докт. мед. наук. М; 2014. Anurov M.V. *Vliyanie strukturnykh i mekhanicheskikh svoystv setchatykh protezov na effektivnost' plastiki gryzhevykh defektov bryushnoy stenki*. Dis. ... dokt. med. nauk [The effect of structural and mechanical properties of mesh prostheses on abdominal wall hernia defect plasty efficacy. DSc Thesis]. Moscow; 2014.

34. Егиев В.Н., Лядов В.К., Богомазова С.Ю. Сравнительная оценка материалов для внутрибрюшинной пластики вентральных грыж: экспериментальное исследование. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова* 2010; 10: 36–41. Egiev V.N., Lyadov V.K., Bogomazova S.Iu. Intraperitoneal ventral hernia plasty: the comparison of prosthetic materials. *Khirurgiya. Zhurnal im. N.I. Pirogova* 2010; 10: 36–41.

35. Cobb W.S., Warren J.A., Ewing J.A., Burnikel A., Merchant M., Carbonell A.M. Open retromuscular mesh repair of complex incisional hernia: predictors of wound events and recurrence. *J Am Coll Surg* 2015; 220(4): 606–613, <https://doi.org/10.1016/j.jamcollsurg.2014.12.055>.

36. Петров В.В., Паршиков В.В., Ходак В.А., Романов Р.В., Самсонов А.А., Дворников А.В., Миронов А.А. Ненатяжная интраперитонеальная пластика брюшной

стенки композитными эндопротезами (экспериментальное исследование). *Современные проблемы науки и образования* 2012; 2. URL: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=6062>. Petrov V.V., Parshikov V.V., Khodak V.A., Romanov R.V., Samsonov A.A., Dvornikov A.V., Mironov A.A. Tension-free intraperitoneal plasty of abdominal wall using composite mesh (experimental study). *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* 2012; 2. URL: <https://www.science-education.ru/en/article/view?id=6062>.

37. Паршиков В.В., Самсонов А.А., Ходак В.А., Миронов А.А., Малинина О.Ю. Возможные пути профилактики спаечного процесса в брюшной полости после протезирующей пластики (экспериментальное исследование). *Вестник экспериментальной и клинической хирургии* 2015; 8(2): 206–213. Parshikov V.V., Samsonov A.A., Khodak V.A., Mironov A.A., Malinina O.Iu. The possible ways of adhesions prophylaxis in prosthetic repair of abdominal wall (experimental study). *Vestnik eksperimental'noy i klinicheskoy khirurgii* 2015; 8(2): 206–213.

38. Паршиков В.В., Миронов А.А., Казанцев А.А., Алевин А.И. Интраперитонеальная и ретромускулярная пластика брюшной стенки синтетическими и титансодержащими эндопротезами (экспериментальное исследование). *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова* 2016; 4: 40–44. Parshikov V.V., Mironov A.A., Kazantsev A.A., Alekhin A.I. Intraperitoneal and retromuscular abdominal wall repair using ultra-light and titanium-containing polypropylene mesh (experimental research). *Khirurgiya. Zhurnal im. N.I. Pirogova* 2016; 4: 40–44.

39. Лядов В.К. Сравнительная оценка материалов для внутрибрюшинного размещения при лечении грыж передней брюшной стенки. Экспериментально-клиническое исследование. Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М; 2010. Lyadov V.K. *Sravnitel'naya otsenka materialov dlya vnutribryushinnogo razmeshcheniya pri lechenii gryzh peredney bryushnoy stenki. Eksperimental'no-klinicheskoe issledovanie*. Avtoref. dis. ... kand. med. nauk [Comparative assessment of the materials for intraperitoneal usage in the treatment of anterior abdominal wall hernias. Experimental and clinical study. PhD Thesis]. Moscow; 2010.

40. Паршиков В.В., Ходак В.А., Петров В.В., Дворников А.В., Миронов А.А., Самсонов А.А., Романов Р.В. Ретромускулярная пластика сеткой. *Фундаментальные исследования* 2012; 7(1): 159–163. Parshikov V.V., Khodak V.A., Petrov V.V., Dvornikov A.V., Mironov A.A., Samsonov A.A., Romanov R.V. Retromuscular plasty of abdominal wall using mesh. *Fundamental'nye issledovaniya* 2012; 7(1): 159–163.

41. Schug-Paß C., Tamme C., Tannapfel A., Köckerling F. A lightweight polypropylene mesh (TiMesh) for laparoscopic intraperitoneal repair of abdominal wall hernias. *Surg Endosc* 2006; 20(3): 402–409, <https://doi.org/10.1007/s00464-004-8277-3>.

42. Parshikov V.V., Kazantsev A.A., Mironov A.A., Zavaruev V.A., Chernikov A.N., Belayev O.F., Alyokhin A.I. Strength properties of abdominal wall in intraperitoneal and retromuscular repair using lightweight and ultra-lightweight synthetic and titanium-containing endoprotheses (experimental study). *Sovremennye tekhnologii v medicine* 2016; 8(3): 27–36, <https://doi.org/10.17691/stm2016.8.3.03>.

43. Zhu L.-M. Mesh implants: an overview of crucial mesh parameters. *World J Gastrointest Surg* 2015; 7(10): 226, <https://doi.org/10.4240/wjgs.v7.i10.226>.