

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОЛИПРОПИЛЕНОВОГО ЭНДОПРОТЕЗА С НАФИОНОВЫМ ПОКРЫТИЕМ В ПЛАСТИКЕ ПЕРЕДНЕЙ БРЮШНОЙ СТЕНКИ

**Ваганов А.Г.¹,
Кудусов К.М.¹,
Асланов А.Д.¹,
Магомадов А.Х.²**

¹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова» (360004, г. Нальчик, ул. Чернышевского, д. 173, Россия)

² Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Комплексный научно-исследовательский институт им. Х.И. Ибрагимова Российской академии наук (364020, г. Грозный, В. Алиева (Старопромысловское шоссе), д. 21а, Россия)

Автор, ответственный за переписку:
Ваганов Алексей Геннадьевич,
e-mail: aleksejvaganov4@gmail.com

РЕЗЮМЕ

Обоснование. Поиск различных материалов при пластике грыж является актуальной задачей герниологии.

Цель исследования. Изучение эффективности использования полипропиленовых эндопротезов с нафионовым покрытием в пластике передней брюшной стенки у экспериментальных животных.

Материалы и методы. В проспективном нерандомизированном исследовании, в условиях вивария Кабардино-Балкарского университета, было использовано 16 беспородных кроликов, разделенных на 2 равные группы. Первой группе выполнялась имплантация полипропиленовой сетки по методике «on-lay», второй – аналогичная операция, но с использованием эндопротеза с нафионовым покрытием. Выведение животных из эксперимента осуществлялось на 7, 14, 21, 30 сутки по 4 особи, с дальнейшим забором ткани передней брюшной стенки с эндопротезом и изготовлением парафиновых блоков и стекол для гистологического изучения и морфометрии. Оценивалась клиничко-лабораторная динамика. Ткани в зоне эндопротезирования были подвергнуты испытанию на силу разрыва. Для статистической обработки использовали программу SPSS 17.0.

Результаты. В группе контроля, волокна новообразованной соединительной ткани были хаотичны, с большим количеством клеточных инфильтратов. В опытной группе ход волокон был упорядоченным и гофрированным. Морфометрические показатели фибриллогенеза статистически значимо были выше в опытной группе. По результатам клинического анализа крови в группе контроля, отмечалось статистически значимое повышение лейкоцитов и С-реактивного белка. У особей данной группы отмечен рост креатинина крови на фоне системной воспалительной реакции. Нагноений в контрольной группе было на 50 % больше, чем в опытной. Сила необходимая для разрыва ткани передней брюшной стенки с эндопротезом в опытной группе была статистически значимо больше, чем в опытной.

Заключение. Использование полипропиленового эндопротеза с нафионовым покрытием приводит к улучшению процессов регенерации в зоне его имплантации на переднюю брюшную стенку у кроликов.

Ключевые слова: послеоперационные вентральные грыжи, нафион, ненатяжная герниопластика, регенерация тканей, полипропиленовый эндопротез, нагноение раны, ионообменные мембраны

Статья поступила: 03.06.2025
Статья принята: 22.08.2025
Статья опубликована: 24.09.2025

Для цитирования: Ваганов А.Г., Кудусов К.М., Асланов А.Д., Магомадов А.Х. Экспериментальное исследование эффективности полипропиленового эндопротеза с нафионовым покрытием в пластике передней брюшной стенки. *Acta biomedica scientifica*. 2025; 10(4): 223-233. doi: 10.29413/ABS.2025-10.4.22

EXPERIMENTAL STUDY OF THE EFFECTIVENESS OF A NAFION-COATED POLYPROPYLENE ENDOPROSTHESIS IN PLASTIC SURGERY OF THE ANTERIOR ABDOMINAL WALL

**Vaganov A.G.¹,
Kudusov K.M.¹,
Aslanov A.D.¹,
Magomadov A.H.²**

¹ Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov (Chernyshevsky St., 173, Nalchik 360004, Russian Federation)

² Integrated Scientific Research Institute named after H.I. Ibragimov of the Russian Academy of Sciences (V. Aliyev (Staropromyslovskoe highway), 21a, Grozny 364020, Russian Federation)

Corresponding author:

Alexey G. Vaganov,
e-mail: aleksejvaganov4@gmail.com

RESUME

Justification. The search for various materials in hernia repair is an urgent task of herniology.

The aim of the study was to study the effectiveness of using polypropylene endoprostheses with a nafion coating in the plastic of the anterior abdominal wall in experimental animals.

Materials and methods. A prospective non-randomized study in the vivarium of Kabardino-Balkarian University was used 16 mongrel rabbits divided into 2 equal groups. The first group underwent implantation of a polypropylene mesh using the "on-lay" technique, the second group underwent a similar operation, but using a nafion-coated endoprosthesis. On the 7th, 14th, 21st, and 30th days, 4 individuals were removed from the experiment, followed by tissue sampling from the anterior abdominal wall using an endoprosthesis and the production of paraffin blocks and slides for histological examination and morphometry. The clinical and laboratory dynamics were evaluated. The tissues in the endoprosthetics area were subjected to a tear strength test. The SPSS 17.0 program was used for statistical processing.

Results. In the control group, the fibers of the newly formed connective tissue were chaotic with a large number of cellular infiltrates. In the experimental group, the fiber flow was orderly and corrugated. Morphometric parameters of fibrillogenesis were statistically significantly higher in the experimental group. According to the results of a clinical blood test in the control group, there was a statistically significant increase in leukocytes and C-reactive protein. In individuals of this group, an increase in blood creatinine was noted against the background of a systemic inflammatory reaction. Suppuration in the control group was 50 % more than in the experimental group. The force required to rupture the anterior abdominal wall tissue with an endoprosthesis was statistically significantly greater in the experimental group than in the experimental group.

Conclusion. The use of a polypropylene endoprosthesis with a nafion coating leads to an improvement in regeneration processes in the area of its implantation on the anterior abdominal wall in rabbits.

Keywords: postoperative ventral hernias, nafion, non-tensioning hernioplasty, tissue regeneration, polypropylene endoprosthesis, wound suppuration, ion exchange membranes

Received: 03.06.2025

Accepted: 22.08.2025

Published: 24.09.2025

For citation: Vaganov A.G., Kudusov K.M., Aslanov A.D., Magomadov A.H. Experimental study of the effectiveness of a nafion-coated polypropylene endoprosthesis in plastic surgery of the anterior abdominal wall. *Acta biomedica scientifica*. 2025; 10(4): 223-233. doi: 10.29413/ABS.2025-10.4.22

ВВЕДЕНИЕ

Количество пациентов с послеоперационными вентральными грыжами за последние 25 лет увеличилось в 9 раз, а распространённость данной патологии в экстренной хирургии варьирует от 20 до 35 % и также не имеет тенденции к уменьшению [1, 2, 3]. Несмотря на широкий спектр хирургических техник и материалов, в 5–25 % случаев наступают рецидивы грыж [4, 5, 6, 7]. В настоящее время, на вооружение хирургов взята концепция ненатяжной аллогерниопластики, которая показала удовлетворительные результаты в ближайшем и отдалённом послеоперационном периоде в ряде крупных клинических исследований [8, 9].

Сегодня существует более 200 вариантов различных герниопластик, в том числе с использованием разнообразных алломатериалов. К ним относятся различные макропористые и микропористые полипропиленовые протезы с монофиламентными или мультифиламентными компонентами [10, 11]. Качество материалов для выполнения протезирующей герниопластики постоянно растёт, однако в 1–10 % случаев после выполнения данного вмешательства отмечаются различные осложнения, такие как нагноение послеоперационной раны, образование кишечных свищей, формирование сером [12, 13, 14].

Все причины образования осложнений после ненатяжной герниопластики, можно разделить на две группы. К первой из них относятся различные варианты инфицирования зоны операции: нагноение шовного материала с его дальнейшим прорезыванием, скопление инфицированных послеоперационных сером, нагноение самого импланта с переходом на зону его фиксации к окружающим тканям, нагноение кожи и подкожно-жировой клетчатки в послеоперационной ране с переходом на зону пластики у пациентов с сопутствующими метаболическими расстройствами [15, 16].

Ко второй группе причин являются различные варианты повышения внутрибрюшного давления, а также сокращение размеров самого импланта при снижении скорости его фиброобразования. Эти факторы приводят к отрыву протеза от зоны его фиксации. Повышение внутрибрюшного давления происходит вследствие формирования внутрибрюшного компартмента из-за частичного, либо полного вправления содержимого грыжевого мешка, а также формирования послеоперационной динамической паралитической кишечной непроходимости [17, 18, 19]. В данных обстоятельствах формируется повышенное механическое натяжение ткани в области аллопластики, приводящее к несостоятельности швов. Кроме того, исходно дефектная рубцово-изменённая ткань у пациентов с послеоперационными вентральными грыжами под действием описанных выше факторов, подвергается дополнительной ишемизации, вследствие повышения внутрибрюшного давления, что дополнительно является негативным фактором при формировании различных послеоперационных осложнений.

В настоящее время актуальным является поиск различных техник и материалов при пластике послеоперационных вентральных грыж, которые могли бы уменьшить различные осложнения. Одним из путей оптимизации, применяемых в ходе аллогерниопластики полипропиленовых имплантов, является улучшение их регенерационных свойств и ускорение процессов фиброобразования. Так в литературе описано применение нанокомпозитной перфорированной пленки «ЭластоПОБ» из биodeградируемых материалов (аминомасляная кислота), снижающей местную воспалительную реакцию в зоне контакта полипропиленового импланта с передней брюшной стенкой и улучшающей его прочность [17].

Регенерационные способности ткани в области контакта с инородным телом – полипропиленовой сеткой, рядом автором достигалось путём использования различных фибриновых покрытий, ускоряющих фибрилlogenез [1]. Новым направлением также является обработка полипропиленовых эндопротезов препаратами плазмы, обогащенной тромбоцитами (PRP–плазма), которые способствовали ускорению регенерационных процессов за счет ингибирования тканевых металлопротеиназ–ферментов, разрушающих внеклеточный матрикс, включая коллаген и эластин [20].

В настоящее время, в различных отраслях медицины, интересными являются применение ионообменных мембран, которые имеют необычные наноструктурные свойства. Примером такой мембраны является нафийон. Данное вещество при контакте с обычной водой, обогащенной дейтерием, набухая, способно проявлять амфифильные свойства [21]. Сульфатная группа в структуре нафияна является гидрофильной и располагается снаружи мембраны, а перфторуглеродные группировки, как гидрофобные части, располагаются внутри. Всё это делает структуру данного вещества идентичной структуре клеточной мембраны, которая является липидным бислоем [22].

На границе раздела сред, молекулы нафияна разматываются с формированием «щеточной каймки», толщиной 20–30 мкм, близкой по структуре клеточному гликокаликсу. В зоне многочисленных нановорсинок формируется определённая вязкость среды. Данные обстоятельства лежат в основе избирательной проницаемости данной мембраны для ионов водорода [21, 22].

Кроме того, наружные сульфатные группы приводят к закислению окружающей среды, что имеет доказанный бактерицидный эффект [23]. В этой связи, актуальным является исследование возможности использования ионообменной мембраны нафийон в качестве покрытия полипропиленовых имплантатов для улучшения их свойств.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Изучение эффективности использования полипропиленовых эндопротезов нафийоновым покрытием

в пластике передней брюшной стенки у экспериментальных животных.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В проспективном нерандомизированном прямом экспериментальном исследовании было использовано 16 беспородных кроликов возрастом 3 месяца, весом 1,5–2 кг, которые были разделены на 2 группы. Эксперимент проводился на базе экспериментального vivария ФГОУ ВО «Кабардино–Балкарский университет им. Х.М. Бербекова» с марта по апрель 2025 г.

Первой группе ($n = 8$) выполнялась модель ненатяжной герниопластики по методике «on-lay» полипропиленовой сеткой «Эсфил-стандартный», которая является сетчатым эндопротезом из монофиламентной полипропиленовой нити.

Второй группе ($n = 8$) аналогичная операция, но с использованием эндопротеза «Эсфил-стандартный» с нанесённой на его поверхность ионообменной мембраной нафион. Непосредственно с началом операции производилось нанесение ионообменной мембраны на поверхность сетки путем замачивания последней в 5 % спиртовом растворе нафiona в ламинарном боксе (II степень защиты от возможного бактериального обсеменения) с дальнейшим высыханием на открытом воздухе в течение 15 минут. В результате на поверхности сетки и в ее порах формировалась тонкая пленка ионообменной мембраны.

Техника операции на животных заключалась в бритье операционного поля стерильным лезвием, трехкратной обработке операционного поля спиртовым раствором хлоргексидина по Пирогову с дальнейшим выполнением срединного разреза кожи и подкожной клетчатки на передней брюшной стенке, длиной 5–6 см, с последующим выделением апоневроза наружной косой мышцы живота. В дальнейшем выполнялось моделирование полипропиленового эндопротеза по периметру раны средней площадью 25 см² и его фиксации по периметру выделенного апоневроза полипропиленовой атравматичной нитью 4/0. Все животные оперировались под общим обезболиванием (рометар 5,0–6,0 мг/кг и золетил–50 в дозе 8–10 мг/кг).

Дизайн исследования соответствовал этическим принципам и нормам проведения биомедицинских исследований с участием животных, которые регламентированы и установлены: приказом от 1 апреля 2016 г. № 199н «Об утверждении правил надлежащей лабораторной практики» и в Хельсинской декларации Всемирной Медицинской Ассоциации (2000). Кроме того, исследование было одобрено протоколом локального этического комитета при ФГБОУ ВО «Кабардино–Балкарский университет им. Х.М. Бербекова» Минздрава России (протокол № 2 от 27.01.2025 г.).

В процессе наблюдения у всех животных оценивалось общее состояние, температура тела, количество потребляемой пищи и воды, изменение массы тела.

Выведение животных из эксперимента осуществлялось на 7, 14, 21, 30 сутки по 4 особи.

Перед выведением животных из эксперимента под общим обезболиванием снимались швы с лапаротомной раны, последняя разводилась с целью выполнения бактериологического посева с поверхности полипропиленовой сетки. Затем, путем передозировки наркотических препаратов, животные выводились из эксперимента. Передняя брюшная стенка в зоне имплантации полипропиленовой сетки бралась на биопсию, с целью изучения морфометрии и фиксировалась в 10 % нейтральном растворе формалина. В дальнейшем выполнялось подготовка гистологических срезов для исследования.

Всего в процессе исследования получено 64 препарата (по 32 в каждой группе) Последние окрашивались раствором гематоксилина и эозина, либо альциановым синим. С помощью программы ImageJ 1.45s выполнялась морфометрия полученных препаратов. Количественно оценивалась морфологическая структура соединительной ткани в области имплантации полипропиленового эндопротеза, а также выраженность местной воспалительной реакции. Кроме того, на 7, 14, 21, 30 сутки эксперимента у животных оценивался клинический и биохимический анализ крови.

Последние 8 образцов передней брюшной стенки с полипропиленовой сеткой, забранные на 21 и 30 сутки у кроликов, были подвергнуты испытанию гидравлическим способом на силу разрыва при помощи промышленного испытательного аппарата HydroBurst (производитель: ChiuVention, Китай). Необходимо отметить, что в данном исследовании, участвовали образцы передней брюшной стенки без признаков нагноения. Смысл испытания заключается в том, что на образец, фиксированный на диафрагме данного прибора, подается жидкость под давлением до возникновения повреждения путем гидравлических ударов. Давление разрыва определяется в мегапаскалях (МПа).

Для статистической обработки данных использовали программу StatTech v. 2.7.1 (разработчик ООО «Статтех», Россия) использовалась для проведения статистического анализа и визуализации полученных данных, а средой для статистических вычислений – R 3.6.3 (R Foundations for Statistical Computing).

Проверку нормальности распределения количественных показателей проводили по критерию Шапиро – Уилка. Тест Краскела – Уоллиса использовался с целью сравнения количественных переменных в группах (трех и более). Средние арифметические величины (M) и стандартные отклонения (SD), границы 95% доверительного интервала (95% ДИ) использовались при описании количественных показателей с нормальным распределением, а при отсутствии нормального распределения – медиана (Me) и нижний и верхний квартили (Q1–Q3). Для оценки корреляционной зависимости между количественными показателями использовали коэффициент корреляции Спирмена. Различия категориальных показателей между независимыми группами оценивали с помощью χ^2 -критерия

Пирсона. Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез составлял $p = 0,05$. Описание категориальных данных велось с обозначением абсолютных значений и процентных долей. Непараметрический критерий Фридмана с апостериорными сравнениями с помощью критерия Коновера – Имана с поправкой Холма применялся во время сравнения зависимых совокупностей (трех и более) при условии, что их распределение отличалось от нормального.

С целью сравнения связанных групп (трех и более) по нормально распределенному количественному признаку применялся однофакторный дисперсионный анализ с повторными измерениями. Статистическая значимость изменений показателя в динамике оценивалась с помощью следа Пиллая (Pillai's Trace). Апостериорный анализ проводился с помощью парного t -критерия Стьюдента с поправкой Холма.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для оценки динамики, происходящих в группах исследования, приведем оценку полученных клиникопатоморфологических данных с течением времени исследования.

1-5 сутки исследования

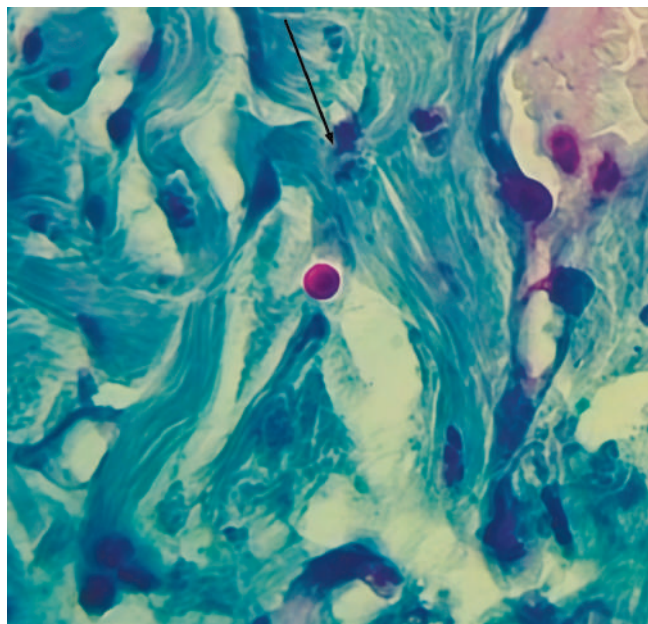
Первые пять суток исследования гипертермии в группах не наблюдалось, потребность в корме и приеме воды не изменились, потери животных в массе тела

не отмечалось. Лейкоцитоза в клиническом анализе крови отмечено не было, как и существенных сдвигов в биохимических показателях крови (табл. 1).

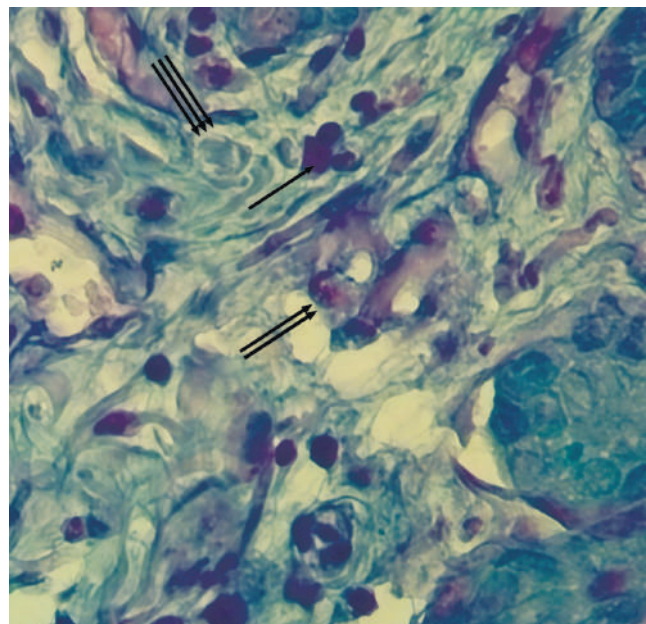
В гистологических препаратах, полученных в группе контроля, отмечено формирование хаотично расположенных волокон новообразованной соединительной ткани с большим количеством клеточных инфильтратов (рис. 1). Мелкие артериолы и капилляры паретично расширены, в них отмечается наличие эритроцитарного сладжа и отмежевание плазмы. В препаратах отмечено появление некрозов клеточно-тканевого окружения в области прохождения полипропиленовых нитей, фиксирующих сетку.

При морфометрии отмечается статистически значимое различие показателей: преобладание воспалительных инфильтратов, меньший процент клеток резидентов (фибробластов) и относительная площадь новообразованной соединительной ткани в группе контроля. По показателю относительной плотности новообразованных сосудов дермы группы были сопоставимы (табл. 2).

По результатам бактериологического посева, выполненного с поверхности полипропиленовой сетки, в опытной группе наблюдается появление сапрофитной флоры – различных культур стафилококка. В группе контроля, кроме описанных микробных ассоциаций отмечается появление условно-патогенных микроорганизмов (протей, кишечной палочки, акинетобактера и т.д.) (табл. 3).



А



Б

РИС. 1.

Гистологическая картина зоны контакта полипропиленовой сетки с тканями передней брюшной стенки на 5 сутки исследования, контрольная группа (А – Опыт. Объектив: 80х. Б – контроль. Объектив 80х). На микропрепарате видно большое количество лимфоцитов (↑), некроз соединительно-тканых волокон (↑↑), отек и дезорганизация соединительной ткани (↑↑↑).

FIG. 1.

Histological picture of the contact zone of the polypropylene mesh with the tissues of the anterior abdominal wall on the 5th day of the study, control group (A – Experiment. Lens: 80x. B – control. The lens is 80x). The micro-preparation shows a large number of lymphocytes (↑), necrosis of connective tissue fibers (↑↑) and edema and disorganization of connective tissue (↑↑↑).

ТАБЛИЦА 1

ОСНОВНЫЕ ЛАБОРАТОРНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ,
ПРЕТЕРПЕВШИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ
ЭКСПЕРИМЕНТА

TABLE 1

THE MAIN LABORATORY PARAMETERS THAT HAVE
UNDERGONE CHANGES DURING THE EXPERIMENT

Показатель	Сутки	Опытная группа	Контрольная группа	Предоперационный фон	p
Лейкоциты крови, г/л	7	8,2 (6,2; 10,1)	7 (3,5; 4,5)		0,443
	14	9,1 (7,3; 17,3)	15,5 (15,1; 16,5)*	6,0 (4,5; 6,5)	0,005
	21	9,2 (7,5; 13,6)	11,2 (8,1; 18,1)*		0,003
	30	7,3 (5,3; 8,2)	6,5 (3,5; 7,5)		0,378
СРБ, ЕД/л	7	70 (67; 91)	76,5 (65; 78,5)		0,445
	14	90 (72; 145)	250 (133,5; 338)*	3,5 (0; 12)	0,003
	21	83,5 (70,5; 250)	184 (59,5; 210)*		0,001
	30	76 (60; 88,5)	82,5 (71,5; 88,5)		0,225
Креатинин крови, ммоль/л	7	90 (89; 91)	89 (87; 89)		0,234
	14	80 (76; 89)	166 (139,5; 177)*	31,5 (5,5; 82,5)	0,005
	21	97 (90,7; 99)	150 (140; 155,5)*		0,002
	30	83 (72,5; 88,5)	104,5 (101; 109)*		0,006

Примечание: * – различия в группах статистически значимы.

7-14 сутки исследования

На 10 сутки исследования отмечены первые признаки нагноения послеоперационной раны у 2 животных опытной группы и у 4 животных в контрольной группе. У данных особей отмечалась фебрильная лихорадка, снизились объём потребляемой пищи и жидкости. Отмечена потеря веса в опытной группе на 277 (199; 360) г, в контрольной группе – на 249 (199,5; 298) г, при $p = 0,487$. У животных с нагноением, под общим обезболиванием, были сняты кожные швы, выполнена санация гнойной полости.

Уровень лейкоцитов и С-реактивного белка (СРБ) в группах исследования, учитывая различный количественный характер животных с нагноением раны, имели статистически значимые различия в группах исследования и были выше в контрольной группе (табл. 1). В контрольной группе исследования, на фоне развития системной воспалительной реакции (ССВР) отмечено появление почечной недостаточности. В опытной группе показатели фильтрационной функции почек были в норме.

На 14 сутки было выведено двое животных с нагноением послеоперационных раны и двое животных с неосложнённым раневым процессом. Основные показатели морфометрии, изучаемые в ходе эксперимента, у животных с нагноениями, вне зависимости от группы, были сопоставимы. Единственное, в микропрепаратах, полученных в контрольной группе сохранялись некрозы вокруг шовного материала. В группе контроля патоморфологическая картина характеризовала гнойное воспаление в зоне контакта полипропиленовой сетки и ткани передней брюшной стенки. При изучении кожи и подкожной клетчатки в опытной группе отмечены

гнойно-некротические изменения дермы, что явилось причиной гнойного воспаления. В контрольной группе воспалительные изменения в подкожно-жировом слое носили вторичный характер.

При изучении препаратов, полученных от особей с неосложнённым послеоперационным течением, отмечается характерная для опытной группы упорядоченность и местами гофрированный характер хода волокон новообразованной соединительной ткани. Количество фибробластов статистически значимо преобладает в опытной группе. Площадь воспалительных инфильтратов, количество клеток эозинофилов, лимфоцитов, нейтрофилов, напротив, статистически значимо выше в контрольной группе (табл. 2).

Соединительнотканые волокна у особей данной группы носят хаотизированный характер, сохраняется застойный характер микрососудистых изменений, со сладжем эритроцитов. Относительная площадь новообразованных сосудов дермы в группах исследования сопоставимы.

Микробная флора в ранах с нагноением не отличалась в группах исследования и была представлена патогенной кишечной палочкой, палочкой синего гноя, акинетобактером, различными разновидностями протей. Микробный пейзаж у кроликов без признаков нагноения характеризовался сохранением в контрольной группе патогенной флоры и ее отсутствием в группе, где использовался эндопротез с нафионовым покрытием (табл. 3).

14-21 сутки исследования

На фоне ежедневных перевязок с растворами перекиси водорода и хлоргексидина у особей, у которых ранее наблюдалось нагноение послеоперационной раны

ТАБЛИЦА 2

МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ СОЗРЕВАНИЯ СОЕДИНИТЕЛЬНОЙ ТКАНИ И ВЫРАЖЕННОСТИ МЕСТНОГО ВОСПАЛЕНИЯ В ГРУППАХ СРАВНЕНИЯ У ОСОБЕЙ С НЕОСЛОЖНЕННЫМ ТЕЧЕНИЕМ РАННЕГО ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОГО ПЕРИОДА В ДИНАМИКЕ ЭКСПЕРИМЕНТА

TABLE 2

MORPHOMETRIC PARAMETERS OF CONNECTIVE TISSUE MATURATION AND SEVERITY OF LOCAL INFLAMMATION IN COMPARISON GROUPS IN INDIVIDUALS WITH AN UNCOMPLICATED COURSE OF THE EARLY POSTOPERATIVE PERIOD IN THE DYNAMICS OF THE EXPERIMENT

Показатель	Сутки	Опытная группа	Контрольная группа	p
Фибробласты, %	7	232 (184; 304)	100 (89,5; 110)*	0,012
	14	420 (356; 459)	287 (250; 365)*	0,003
	21	670(568; 765)	503,5 (350;567)*	0,022
	30	652 (554; 665)	500,5 (415;678)*	0,043
Лимфоциты, нейтрофилы, эозинофилы, %	7	58 (51; 66)	78(65; 87)*	0,025
	14	48 (38; 56)	67(65; 78)*	0,007
	21	39 (29,5; 49)	54(45; 62) *	0,003
	30	32 (29,5; 49)	41,5 (34,5; 45,5)*	0,035
Относительная площадь новообразованной соединительной ткани, мкм ²	7	44 (43; 47)	27 (20; 37)*	0,029
	14	51 (45; 60)	39 (38; 42)*	0,005
	21	67 (62; 87)	46,5(38,5; 50)*	0,004
	30	83 (76; 88)	71 (65; 79)*	0,005
Площадь воспалительного инфильтрата, мкм ²	7	44,5(39; 51,5)	71,5 (46;78)*	0,004
	14	43 (37,5; 48)	65 (62; 67)*	0,007
	21	36 (29; 39)	52 (49; 55)*	0,023
	30	30,5 (20,5; 34,5)	43 (39; 46)*	0,035
Относительная площадь сосудов дермы, мкм ²	7	32 (30; 34,5)	34 (29; 38,5)	0,244
	14	36(32; 39)	39 (32,5; 42)	0,544
	21	50(40; 59)	37,5 (32; 39,5)*	0,004
	30	61,5 (54,5; 64,5)	47,5 (31;52)*	0,003

Примечание: * – различия в группах статистически значимы.

отмечается вторичное заживление ран. Больше случаев нагноения, в группах исследования, выявлено не было. Гипертермии у животных не отмечалось. Уровень лейкоцитов крови и СРБ, а так же креатинина, несмотря на положительную динамику, статистически значимо были повышены в группе контроля.

В микропрепаратах в опытной группе отмечается формирование фиброзной ткани со сложным ходом упорядоченных соединительнотканых волокон, вплетающихся в структуру полипропиленовой сетки (рис. 2Б).

Также в опытной группе снижается количество лимфоидных инфильтратов, отмечается развитие на разветвленной сети микроциркуляторного русла без признаков застойной недостаточности.

В контрольной группе отмечается формирование капсулы, вокруг ранее возникших некрозов тканей (рис. 2А). Ход волокон более хаотичен, выпрямлен, плотность новообразованных сосудов дермы статистически значимо ниже, чем в опытной группе, а количество воспалительных инфильтратов – статистически значимо выше (табл. 2).

21-30 сутки исследования

Клинико-патоморфологические тенденции, которые наблюдались ранее, усилились и сохранили направленность к исходу эксперимента. Летальности среди животных не было. В группах исследования отмечали статистически значимое различие по основным показателям фибрилогенеза как и в предыдущие сроки наблюдения (табл. 2). В бактериологических посевах контрольной группы отмечено сохранение патогенной флоры, но в меньших количествах (табл. 3).

Последние 8 образцов передней брюшной стенки кроликов с полипропиленовой сеткой, без явных признаков нагноения, были подвергнуты испытанию на силу разрыва гидравлическим способом при помощи промышленного аппарата HydroBurst. В результате получено статистически значимое различие в полученных результатах давления, необходимого для разрыва тканей, укрепленных полипропиленовым эндопротезом. В опытной группе потребовалось давление в 77,5 (72; 88) МПа, в контрольной – 56 (50; 61) МПа, при $p = 0,004$.

ТАБЛИЦА 3

РЕЗУЛЬТАТЫ БАКТЕРИОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА
В ГРУППАХ ИССЛЕДОВАНИЯ С МАКСИМАЛЬНЫМ
КОЛИЧЕСТВОМ МИКРООРГАНИЗМОВ В ПОСЕВАХ
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЖИВОТНЫХ

TABLE 3

RESULTS OF BACTERIOLOGICAL ANALYSIS
IN THE STUDY GROUPS WITH THE MAXIMUM
NUMBER OF MICROORGANISMS IN THE CROPS
OF EXPERIMENTAL ANIMALS

Группа	Сутки	Динамика изменения микробиоценоза кожи кроликов после операции, КОЕ/тамп	Исходные показатели микробиоценоза кожи кроликов перед началом операции, КОЕ/ тамп
Опыт	7	<i>Staphylococcus epidermidis</i> , 10 ⁷ <i>Staphylococcus aureus</i> , 10 ⁷ <i>Staphylococcus equorum</i> , 10 ⁴ <i>Staphylococcus sciuri</i> , 10 ⁷ <i>Staphylococcus xylosus</i> , 10 ⁶ <i>Staphylococcus vitulinus</i> , 10 ⁵ <i>Staphylococcus muscae</i> , 10 ⁴	<i>Staphylococcus epidermidis</i> , 10 ⁴ <i>Staphylococcus aureus</i> , 10 ³ <i>Staphylococcus equorum</i> , 10 ³ <i>Staphylococcus sciuri</i> , 10 ³ <i>Staphylococcus xylosus</i> , 10 ³ <i>Staphylococcus vitulinus</i> , 10 ² <i>Staphylococcus muscae</i> , 10 ³
	14	<i>Staphylococcus epidermidis</i> , 10 ⁵ <i>Staphylococcus aureus</i> , 10 ⁵ <i>Staphylococcus equorum</i> , 10 ⁴ <i>Staphylococcus muscae</i> , 10 ⁴	
	21	<i>Staphylococcus epidermidis</i> , 10 ⁴ <i>Staphylococcus aureus</i> , 10 ⁴	
	30	<i>Staphylococcus epidermidis</i> , 10 ³ <i>Staphylococcus aureus</i> , 10 ³	
Контроль	7	<i>Staphylococcus epidermidis</i> , 10 ⁷ <i>Staphylococcus aureus</i> , 10 ⁷ <i>Staphylococcus equorum</i> , 10 ⁵ <i>Enterobacter cloacae</i> , 10 ⁷ <i>Escherichia coli</i> , 10 ⁷ <i>Enterococcus faecalis</i> , 10 ⁶ <i>Proteus mirabilis</i> , 10 ⁷ <i>Pantoea agglomerans</i> , 10 ⁴ <i>Pseudomonas hydrocarboxydans</i> , 10 ³ <i>Raoultella ornithinolytica</i> , 10 ⁷ <i>Raoultella terrigena</i> , 10 ⁶ <i>Acinetobacter spp.</i> , 10 ² <i>Citrobacter freundii</i> , 10 ²	
	14	<i>Staphylococcus epidermidis</i> , 10 ⁴ <i>Staphylococcus aureus</i> , 10 ⁷ <i>Staphylococcus equorum</i> , 10 ⁵ <i>Enterobacter cloacae</i> , 10 ⁴ <i>Escherichia coli</i> , 10 ⁷ <i>Enterococcus faecalis</i> , 10 ² <i>Proteus mirabilis</i> , 10 ⁷ <i>Pantoea agglomerans</i> , 10 ⁴ <i>Pseudomonas hydrocarboxydans</i> , 10 ² <i>Acinetobacter spp.</i> , 10 ³ <i>Citrobacter freundii</i> , 10 ²	<i>Staphylococcus epidermidis</i> , 10 ³ <i>Staphylococcus aureus</i> , 10 ⁴ <i>Staphylococcus equorum</i> , 10 ³ <i>Staphylococcus sciuri</i> , 10 ³ <i>Staphylococcus xylosus</i> , 10 ³ <i>Staphylococcus vitulinus</i> , 10 ³ <i>Staphylococcus muscae</i> , 10 ³
	21	<i>Staphylococcus epidermidis</i> , 10 ³ <i>Staphylococcus aureus</i> , 10 ³ <i>Enterococcus faecalis</i> , 10 ² <i>Proteus mirabilis</i> , 10 ³ <i>Pantoea agglomerans</i> , 10 ²	
	30	<i>Staphylococcus epidermidis</i> , 10 ² <i>Staphylococcus aureus</i> , 10 ² <i>Proteus mirabilis</i> , 10 ¹ <i>Pantoea agglomerans</i> , 10 ¹	

ОБСУЖДЕНИЕ

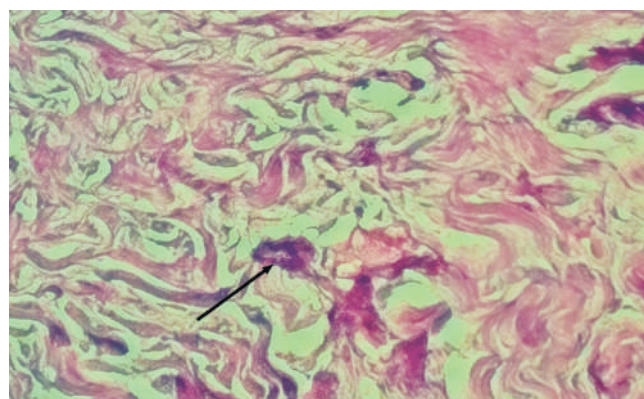
Использование нанокомпозитных ионообменных мембран, совместно с полипропиленовыми эндопротезами, в проведённом нами эксперименте, показало свою эффективность. Количество нагноений послеоперационных ран вдвое больше в группе контроля, где использовалась полипропиленовая сетка без нафиевого покрытия.

Разбираясь в причине гнойных осложнений, отметим, что в группе контроля присоединение инфекции произошло на месте фиксации полипропиленового эндопротеза. Последнее обстоятельство объясняется некротическими изменениями тканей передней брюшной стенки вокруг полипропиленовой нити, фиксирующей сетку. В опытной группе доказано, что причиной нагноения явилось попадание инфекции извне через послеоперационную рану. При этом кожа и подкожно-жировая клетчатка являлись «воротами для инфекции» и в ней возникали гнойно-некротические изменения. Воспаление в тканях передней брюшной стенки было менее выраженным, без зон деструкции, поэтому носило вторичный характер. Гнойный процесс, с течением времени, распространился на область полипропиленового эндопротеза и мягкие ткани передней брюшной стенки. Нагноение ран в опытной группе, скорее всего, за счёт недостаточного соблюдения правил асептики в условиях вивария, постоянного смещения и спадания повязок, вследствие беспокойного поведения животных.

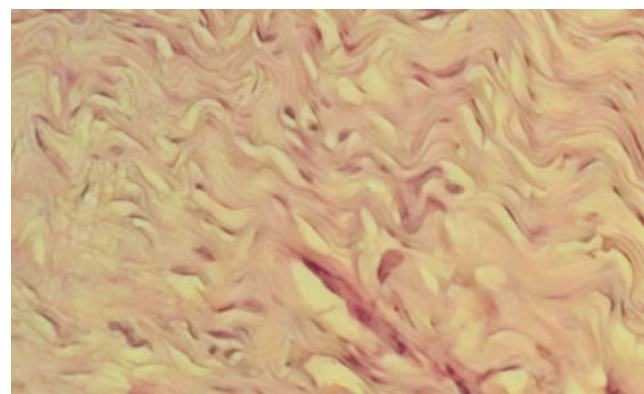
Но даже у животных с отсутствием гнойных осложнений в контрольной группе, в отличие от опытной, отмечалось наличие патогенной микрофлоры в области имплантации полипропиленового эндопротеза. Таким образом, подтверждается ограниченный бактерицидный эффект нафиеона на местном уровне, в зоне имплантации. Кроме того, у ряда особей контрольной группы возникают явления системной воспалительной реакции и эндотоксикоза, проявляющихся статистически значимым повышением лейкоцитов и СРБ к 14 суткам исследования, а также признаками начинающегося острого почечного повреждения на фоне повышенной токсической нагрузки.

На наш взгляд, снижение уровня бактериальной обсеменённости в опытной группе создаёт благоприятные условия для регенерации тканей в зоне фиксации полипропиленового эндопротеза, как на местном, так и на системном уровне.

По результатам проведенной нами морфометрии, было отмечено статистически значимое различие групп по показателям фибрилогенеза. Количество фибробластов, относительная площадь новообразованной соединительной ткани, а в поздние сроки эксперимента – относительная площадь новообразованных сосудов дермы, были больше в опытной группе. Дополнительную прочность клеточно-тепловому каркасу с полипропиленовым эндопротезом придавали упорядочный ход и гофрированная



A



Б

РИС. 1.

Гистологическая картина зоны контакта полипропиленового эндопротеза с тканями передней брюшной стенки на 30 сутки исследования (объектив: 40х) (А – контрольная группа: хаотизация соединительно-тканых волокон с участком некроза (↑), Б – опытная группа: равномерный, «гофрированный» ход соединительно-тканых волокон)

FIG. 1.

Histological picture of the contact zone of the polypropylene endoprosthesis with the tissues of the anterior abdominal wall on the 30th day of the study (Lens: 40x) (A – control group: chaotic connective tissue fibers with a necrosis site (↑), Б – experimental group: uniform, "corrugated" course of connective tissue fibers)

структура зоны контакта полипропиленовой сетки с тканями передней брюшной стенки.

Данный механизм ставит использование ионообменной мембраны нафиеона в качестве покрытия полипропиленовой сетки в один ряд с методиками, использующими фибриновые растворы и PRP-плазму.

Наконец, испытание соединения «ткань–полипропиленовый эндопротез с нафиеоновым покрытием» на 21–30 сутки эксперимента, когда наступило ремоделирование соединительно-тканых структур, на силу разрыва, доказало абсолютную эффективность использованной опытной экспериментальной модели.

Ограничениями настоящего исследования явилось невозможность моделирования на экспериментальных животных послеоперационной вентральной грыжи, что может исказить полученные результаты ввиду отсутствия воспроизведения состояния ранее оперированных тканей передней брюшной стенки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, использование полипропиленового эндопротеза с нафионовым покрытием приводит к улучшению процессов регенерации в зоне его имплантации на переднюю брюшную стенку у кроликов.

Финансирование

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Лубянский В.Г., Сероштанов В.В., Леонтьев С.В., Штыров Д.М., Подковыров С.А. Применение оригинального фибринового покрытия в протезирующей герниопластике у больных с послеоперационными вентральными грыжами. *Acta Biomedica Scientifica*. 2025; 10(2): 202-208. [Lubyansky VG, Seroshtanov VV, Leontiev SV, Shtyrov DM, Podkovyrov SA. The use of an original fibrin coating in prosthetic hernioplasty in patients with postoperative ventral hernias. *Acta Biomedica Scientifica*. 2025; 10(2): 202-208. (In Russ.).] doi: 10.29413/ABS.2025-10.2.20
2. Лукоянычев Е.Е., Измаилов С.Г., Емельянов В.А., Колчина О.С., Ротков А.И., Киселёв М.Н. Общий взгляд на технологии профилактики и лечения пациентов с послеоперационными вентральными грыжами. *Исследования и практика в медицине*. 2021; 8(3): 84-96. [Lukoianychev EE, Izmailov SG, Yemelyanov VA, Kolchina OS, Rotkov AI, Kiselev MN. A general view on the technology of prevention and treatment of patients with postoperative ventral hernias. *Research and practice in medicine*. 2021; 8(3): 84-96. (In Russ.).] doi: 10.17709/2410-1893-2021-8-3-8
3. Егиев В.Н., Воскресенский П.К. *Грыжи*. М.: Медпрактика. 2015: 479. [Egiev VN, Voskresensky PK. *Hernias*. Moscow, Medpraktika. 2015:479. (In Russ.).]
4. Wang M, Chen W, Chu X. Comparative analysis of efficacy and quality of life between totally extraperitoneal sublay and intraperitoneal onlay mesh repair for ventral hernia. *Sci Rep*. 2025; 15(1): 3179. doi: 10.1038/s41598-025-87555-x
5. Белоконов В.И., Пушкин С.Ю., Ковалева З.В., Авезова Д.Б., Новиков Д.В. Способы лечения пациентов с послеоперационными вентральными грыжами и сформированными свищами кишечника. *Новости хирургии*. 2022; 1: 28-37. [Belokonev VI, Pushkin SYu, Kovaleva ZV, Avezova DB, Novikov DV. Methods of treating patients with postoperative ventral and hernias and formed intestinal fistulas. *News of surgery*. 2022; 1: 28-37. (In Russ.).] doi: 10.18484/2305-0047.2022.1.28
6. Ромашенко П.Н., Курыгин А.А., Семенов В.В., Прудьева С.А. Социально-экономические аспекты лечения больных средними (W2) и большими (W3) послеоперационными вентральными грыжами. *Вестник хирургии имени И.И. Грекова*. 2022; 181(4): 29-35. [Romashchenko PN, Kurygin AA, Semenov VV, Prud'eva SA. Socio-economic aspects of treatment of patients with medium (W2) and large (W3) postoperative ventral hernias. *Grekov's Bulletin of Surgery*. 2022; 181(4): 29-35. (In Russ.).] doi: 10.24884/0042-4625-2022-181-4-29-35
7. Самарцев В.А., Гаврилов В.А., Паршаков А.А., Кузнецова М.П., Пушкарев Б.С. Симультанные операции в хирургической гастроэнтерологии и герниологии: профилактика и прогнозирование осложнений. *Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология*. 2023; (6): 79-83. [Samartsev VA, Gavrilov VA, Parshakov AA, Kuznetsova MP, Pushkarev BS. Simultaneous interventions in surgical gastroenterology and herniology: prediction and prevention of complications. *Experimental and Clinical Gastroenterology*. 2023; (6): 79-83. (In Russ.).] doi: 10.31146/1682-8658-ecg-214-6-79-83
8. Bianchi JM, Arias-Espinosa L, Freyria A, Chauhan AS, Xie W, Ma J, et al. Perioperative outcomes associated with ventral hernia repair concomitant to gynecologic procedures: similar to hernia repair alone. *Hernia*. 2025; 29(1): 137. doi: 10.1007/s10029-025-03326-7
9. Абалян А.К., Айдемиров А.Н., Вафин А.З., Машурова Е.В., Айдемирова Э.А. Наш опыт лечения послеоперационных вентральных грыж. *Медицинский вестник Северного Кавказа*. 2019; 14(1.1): 19-21. [Abalyan AK, Aydemirov AN, Vafin AZ, Mashurova EV, Aidemirova EA. Our experience of treatment of incisional ventral hernias. *Medical Bulletin of the North Caucasus*. 2019; 14(1.1): 19-21. (In Russ.).] doi: 10.14300/mnnc.2019.14039
10. Корольков А.Ю., Китаева М.А., Саврасов В.М., Афанасьев А.А., Байсиев А.Х. Хирургическое лечение гигантской вентральной грыжи, осложненной в послеоперационном периоде абдоминальным компартмент-синдромом. *Вестник хирургии имени И.И. Грекова*. 2018; 177(5): 83-85. [Korolkov AYu, Kitaeva MA, Savrasov VM, Afanasev AA, Baisiev AKh. The case of surgical treatment of a giant ventral hernia complicated by postoperative abdominal compartment syndrome. *Grekov's Bulletin of Surgery*. 2018; 177(5): 83-85. (In Russ.).] doi: 10.24884/0042-4625-2018-177-5-83-85
11. Gismalla MD, Ibrahim MMA, Mahmoud MA, Alamalhuda AAH. Effectiveness of topical gentamicin in preventing surgical site infections during hernia mesh repair: experience from developing countries. *Hernia*. 2025; 29(1): 184. doi: 10.1007/s10029-025-03372-1.8
12. Мариночкин А.С., Авакимян С.В., Попандупло К.И., Авакимян В.А. Новый метод ненатяжной пластики гигантских и больших послеоперационных вентральных грыж с использованием грыжевого мешка. *Журнал им. Н.В. Склифосовского «Неотложная медицинская помощь»*. 2022; 11(1): 181-185. [Marinochkin AS, Avakimyan SV, Popandopulo KI, Avakimyan VA. A New Method of Tension-Free Plasty of Giant and Large Postoperative Ventral Hernias Using a Hernia Sac. *Russian Sklifosovsky Journal "Emergency Medical Care"*. 2022; 11(1): 181-185. (In Russ.).] doi: 10.23934/2223-9022-2022-11-1-181-185
13. Bhardwaj P, Huayllani MT, Olson MA, Janis JE. Year-Over-Year Ventral Hernia Recurrence Rates and Risk

Factors. *JAMA Surg.* 2024; 159(6): 651-658. doi: 10.1001/jamasurg.2024.0233

14. Кулиев С.А., Протасов А.В., Коссович М.А. Факторы риска, влияющие на развитие осложнений у пациентов с гигантскими послеоперационными вентральными грыжами. Клиническая и экспериментальная хирургия. *Журн. им. акад. Б.В. Петровского.* 2020; 8(1): 7-11. [Kuliev SA, Protasov AV, Kossovich MA. Risk factors influencing the development of complications in patients with giant postoperative ventral hernias. *Clinical and experimental surgery.* 2020; 1: 7-11. (In Russ.)]. doi: 10.33029/2308-1198-2020-8-1-7-11

15. Maskal SM, Ellis RC, Fafaj A, Costanzo A, Thomas JD, Prabhu AS, et al. Open Retromuscular Sugarbaker vs Keyhole Mesh Placement for Parastomal Hernia Repair: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Surg.* 2024; 159(9): 982-989. doi: 10.1001/jamasurg.2024.1686

16. Семенов В.В., Прудьева С.А., Курыгин А.А. Инфекционно-воспалительные осложнения после эндоскопических герниопластик у больных послеоперационными вентральными грыжами: особенности диагностики и тактики лечения. *Вестник Российской Военно-медицинской академии.* 2021; 23(3): 157-164. [Semenov VV, Prud'eva SA, Kurygin AA. Infectious and inflammatory complications after endoscopic hernioplasty in patients with postoperative ventral hernias: features of diagnosis and treatment tactics. *Bulletin of the Russian Military Medical Academy.* 2021; 23(3):157-164. (In Russ.)]. doi: 10.17816/brmma75485

17. Henriksen NA, Bougard H, Gonçalves MR, Hope W, Khare R, Shao J, et al. Primary ventral and incisional her-

nias: comprehensive review. *BJS Open.* 2024; 9(1): zrae145. doi: 10.1093/bjsopen/zrae145

18. Elhadidi A, Shetiwy M, Al-Katary M. Comparative analysis of laparoscopic, retro-muscular, and open mesh repair techniques for ventral and incisional hernias: a comprehensive review and meta-analysis. *Updates Surg.* 2025; 77(1): 217-229. doi: 10.1007/s13304-024-02049-1

19. Van Hoef S, Dries P, Allaeyes M, Eker HH, Berrevoet F. Intra-abdominal hypertension and compartment syndrome after complex hernia repair. *Hernia.* 2024; 28(3): 701-709. doi: 10.1007/s10029-024-02992-3

20. Fernandez-Moure JS, Van Eps JL, Scherba JC, Yazdi IK, Robbins A, Cabrera F, et al. Platelet-rich plasma enhances mechanical strength of strattice in rat model of ventral hernia repair. *J Tissue Eng Regen Med.* 2021; 15(7): 634-647. doi: 10.1002/term.3200

21. Ninham BW, Battye MJ, Bolotskova PN, Gerasimov RY, Kozlov VA, Bunkin NF. Nafion: New and Old Insights into Structure and Function. *Polymers (Basel).* 2023; 15(9): 2214. doi: 10.3390/polym15092214

22. Bunkin NF, Bolotskova PN, Gudkov SV, Khuong MT, Kozlov VA, Timchenko SL, et al. Nafion: A Flexible Template for Selective Structuring. *Polymers (Basel).* 2024; 16(6): 744. doi: 10.3390/polym16060744

23. Bunkin NF, Gorelik VS, Kozlov VA, Shkirin AV, Suyazov NV. Colloidal crystal formation at the "Nafion-water" interface. *J Phys Chem B.* 2014; 118(12): 3372-7. doi: 10.1021/jp4100729

Сведения об авторах

Ваганов Алексей Геннадьевич – кандидат медицинских наук, доцент кафедры госпитальной хирургии ФГАОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова», e-mail: aleksejvaganov4@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-8191-2551>

Кудусов Керим Мусаевич – соискатель кафедры госпитальной хирургии ФГАОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова»; e-mail: kerim-kudusov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6390-7361>

Асланов Ахмед Дзонович – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой госпитальной хирургии ФГАОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова»; e-mail: dr-aslanov1967@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7051-0917>

Магаматов Али Хусайнович – кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Комплексный научно-исследовательский институт им. Х.И. Ибрагимова Российской академии наук. e-mail: ali_magamadov70@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0000-2070-4708>

Information about the authors

Alexey G. Vaganov – Cand. Sc. (Med.), Associate Professor of the Department of Hospital Surgery, Kabardino-Balkarian State University named after Kh.M. Berbekov; e-mail: aleksejvaganov4@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-8191-2551>

Kerim M. Kudusov – applicant of the Department of Hospital Surgery, Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov; e-mail: kerim-kudusov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6390-7361>

Akhmed D. Aslanov – Dr. Sc. (Med.), Professor, Head of the Department of Hospital Surgery, Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov; e-mail: dr-aslanov1967@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7051-0917>

Ali Kh. Magamadov – Cand. Sc. (Med.), Leading Researcher, Integrated Scientific Research Institute named after H.I. Ibragimov of the Russian Academy of Sciences; e-mail: ali_magamadov70@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0000-2070-4708>