



doi: 10.25005/2074-0581-2026-28-1-100-111

СРАВНЕНИЕ КЛИНИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ ГЕРНИОПЛАСТИКИ БРЮШНОЙ СТЕНКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТАНДАРТНЫХ СЕТЧАТЫХ ЭНДОПРОТЕЗОВ И ЭНДОПРОТЕЗОВ С НАФИОНОВЫМ ПОКРЫТИЕМ

А.Г. ВАГАНОВ^{1,2}, А.Д. АСЛАНОВ¹, М.Р. КУЗНЕЦОВ³, А.А. ШОНО², К.М. КУДУСОВ¹

¹ Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова, Нальчик, Российская Федерация

² Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова, Грозный, Российская Федерация

³ Институт кластерной онкологии им. проф. Л.Л. Левшина, Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова, Москва, Российская Федерация

Применение различных покрытий, увеличивающих биосовместимость эндопротезов при пластике послеоперационных вентральных грыж (ПВГ) – тренд последних исследований в герниологии.

Цель исследования: оценить клиническую эффективность «on-lay» герниопластики и передней сепарационной пластики с использованием традиционных эндопротезов и эндопротезов с нафионовым покрытием.

Материал и методы: в проспективном, нерандомизированном исследовании приняло участие 140 человек, разделённых на 2 группы. Основная группа (n=60) – пациенты, оперированные с использованием полипропиленового эндопротеза с нафионовым покрытием. Контрольная группа (n=80) – пациенты, у которых использовался традиционный эндопротез. Исследуемые группы были разделены на подгруппы в зависимости от вида выполняемой пластики. Пациентам в подгруппах 1А (n=25) и 2А (n=35) операции выполнены по методике «on-lay», пациентам в подгруппах 1Б (n=40) и 2Б (n=40) – в объёме передней сепарационной герниопластики. Все пациенты были обследованы в стандартном объёме. Срок наблюдения составил 6 месяцев. Фиксировались количество, характер, сроки гнойных осложнений и инфильтратов, а также объём лимфорреи. Для статистической обработки данных использовалось программное обеспечение SPSS 17.0.

Результаты: применение нафионового покрытия на эндопротезах, использованных при пластике грыж до 5 см, вне зависимости от варианта пластики, дали тождественные результаты в раннем и позднем послеоперационном периодах, а при пластике грыж размером от 5 см до 15 см отмечены различия в количестве послеоперационных инфильтратов и сером в зоне сепарационной герниопластики с использованием обычного эндопротеза. В посевах из раневого отделяемого в основной группе отсутствовала патогенная микрофлора. При сепарационной пластике с использованием нафионового эндопротеза количество гнойных осложнений, инфильтратов, сером, было существенно ниже.

Заключение: применение полипропиленового эндопротеза с нафионовым покрытием при выполнении различных вариантов передних пластик брюшной стенки у пациентов с ПВГ привело к снижению частоты послеоперационной лимфорреи и гнойно-воспалительных осложнений.

Ключевые слова: послеоперационная вентральная грыжа, сепарационная герниопластика, нафион, нагноение раны, серома, полипропиленовый эндопротез.

Для цитирования: Ваганов АГ, Асланов АД, Кузнецов МР, Шоно АА, Кудусов КМ. Сравнение клинической эффективности различных методов герниопластики брюшной стенки с использованием стандартных сетчатых эндопротезов и эндопротезов с нафионовым покрытием. *Вестник Авиценны*. 2026;28(1):100-11. <https://doi.org/10.25005/2074-0581-2026-28-1-100-111>

COMPARISON OF THE CLINICAL EFFICACY OF DIFFERENT ABDOMINAL WALL HERNIOPLASTY METHODS USING STANDARD VERSUS NAFION-COATED MESH PROSTHESES

A.G. VAGANOV^{1,2}, A.D. ASANOV¹, M.R. KUZNETSOV³, A.A. SHONO², K.M. KUDUSOV¹

¹ Kabardino-Balkarian State University named after Kh.M. Berbekov, Nalchik, Russian Federation

² Kadyrov Chechen State University, Grozny, Russian Federation

³ Levshin Institute of Cluster Oncology, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russian Federation

The use of various coatings to increase the biocompatibility of endoprotheses in the repair of postoperative ventral hernias (PVH) is a prominent trend in contemporary herniology.

Objective: The study aimed to evaluate the clinical effectiveness of on-lay hernioplasty and anterior component separation using traditional endoprotheses versus Nafion-coated endoprotheses.

Methods: A prospective, non-randomized study was conducted on 140 patients divided into two groups. The study group (n=60) underwent repair using a polypropylene endoprosthesis with a Nafion coating. The control group (n=80) received a traditional endoprosthesis. Groups were further divided into subgroups based on the surgical technique: Subgroups 1A (n=25) and 2A (n=35) underwent on-lay repair, while Subgroups 1B (n=40) and 2B (n=40) underwent anterior separation hernioplasty. All patients underwent standard examinations with a 6-month follow-up. The incidence, nature, and timing of suppurative complications, inflammatory infiltrates, and the volume of lymphorrhoea were recorded. Statistical analysis was performed using SPSS 17.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA).

Results: For hernia defects up to 5 cm, the use of Nafion-coated endoprostheses yielded results identical to traditional meshes, regardless of the repair method. However, for defects between 5 cm and 15 cm, significant differences were noted. The Nafion-coated group showed negative wound cultures for pathogenic microflora. Furthermore, separation repairs using the Nafion-coated mesh resulted in significantly lower rates of purulent complications, infiltrates, and seromas compared to the control group.

Conclusion: The use of Nafion-coated polypropylene endoprostheses in various types of anterior abdominal wall repair for PVH patients led to a significant reduction in postoperative lymphorrhea and purulent-inflammatory complications.

Keywords: Postoperative ventral hernia, separation hernioplasty, Nafion, wound suppuration, seroma, polypropylene endoprosthesis.

For citation: Vaganov AG, Aslanov AD, Kuznetsov MR, Shono AA, Kudusov KM. Svravnenie klinicheskoy effektivnosti razlichnykh metodov gernioplastiki bryushnoy stenki s ispol'zovaniem standartnykh setchatykh endoprotezov i endoprotezov s nafionovym pokrytiem [Comparison of the clinical efficacy of different abdominal wall hernioplasty methods using standard versus Nafion-coated mesh prostheses]. *Vestnik Avitsenny [Avicenna Bulletin]*. 2026;28(1):100-11. <https://doi.org/10.25005/2074-0581-2026-28-1-100-111>

ВВЕДЕНИЕ

Лечение послеоперационных вентральных грыж (ПВГ) является актуальной задачей современной хирургии. В настоящее время в России выполняется до 120 тыс. операций в год на органах брюшной полости, при этом частота развития ПВГ достигает до 15% [1, 2]. Формирование послеоперационных грыж связано с множеством факторов – индивидуальными особенностями заживления тканей, наличием сопутствующих заболеваний, особенностями техники ушивания раны, повторными операциями, системными воспалительными процессами, химио- и лучевой терапией [3, 4].

Решение вопросов хирургии ПВГ заключается в выработке персонализированного подхода к лечению этой сложной патологии. Однако, в настоящее время нет общепринятой доказательной системы подбора метода пластики брюшной стенки и выбора оптимального материала для его выполнения, что значительно затрудняет индивидуализацию лечения [5, 6]. В настоящее время общепризнанной является ненатяжная герниопластика с использованием сетчатого имплантата, снижающая риск рецидива до 5-10% [7]. При этом эндопротезы, фиксирующиеся без натяжения, равномерно распределяют нагрузку, снижая травматизацию тканей. Важным критерием поиска материалов для изготовления эндопротезов, является их инертность и биосовместимость, которые снижают выраженность воспалительной реакции окружающих тканей, в которые имплантируется эндопротез [8].

Актуальной задачей разработки современных материалов для герниопластики является модификация общеизвестных, зарекомендовавших себя полипропиленовых эндопротезов с целью повышения их биосовместимости и снижения частоты осложнений. В настоящее время активно внедряются покрытия, содержащие активные фибробласты, усиливающие процессы прорастания сетчатых имплантов фиброзной тканью [9]. Кроме этого, ряд исследователей считает эффективным использование PRP – плазмы, нанесённой на поверхность эндопротеза, что приводит к ингибированию тканевых металлопротеиназ и усилению фибрилогенеза [10].

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, обогащённой дейтерием, способно, набухая, проявлять амфифильные свойства [11]. Сульфатная группа в структуре нафийона является гидрофильной и располагается снаружи мембраны, а перфторуглеродные группировки, как гидрофоб-

INTRODUCTION

Treatment of postoperative ventral hernias (PVH) remains a pressing issue in modern surgery. Currently, up to 120,000 abdominal surgeries are performed in Russia annually, with the incidence of PVH reaching 15% [1, 2]. The formation of postoperative hernias is multifactorial and is associated with individual tissue healing characteristics, comorbidities, wound suturing techniques, repeated operations, systemic inflammatory processes, and a history of chemotherapy or radiation therapy [3, 4].

Solving the challenges of abdominal wall repair requires a personalized approach to this complex pathology. However, there is currently no generally accepted, evidence-based system for selecting the specific repair method or the optimal material, which significantly complicates individualized treatment [5, 6]. At present, tension-free hernioplasty using mesh implants is the gold standard, reducing recurrence rates to 5-10% [7]. Furthermore, tension-free implants distribute mechanical load evenly, thereby reducing tissue trauma. Critical criteria for selecting endoprosthetic materials include inertness and biocompatibility, which help minimize inflammatory responses in surrounding tissues [8].

A key challenge in developing modern hernioplasty materials is modifying proven polypropylene endoprostheses to improve biocompatibility and reduce complication rates. Coatings containing active fibroblasts, which enhance the integration of mesh implants into fibrous tissue, are currently being introduced [9]. Additionally, some researchers advocate for the use of platelet-rich plasma (PRP) applied to the endoprosthesis surface to inhibit tissue metalloproteinases and enhance fibrillogenesis [10].

The use of ion-exchange membranes with unique nanostructural properties is gaining interest in various medical fields. One such material is Nafion. When exposed to deuterium-depleted water, this substance swells and exhibits amphiphilic properties [11]. The sulfonate groups in the Nafion structure are hydrophilic and oriented toward the membrane exterior, while the hydrophobic perfluorocarbon groups remain internal. This structure mimics the lipid bilayer of a cell membrane [12].

Furthermore, at the media interface, Nafion molecules unfold to form a micellar structure 20-30 μm thick, similar to the cellular glycocalyx. The presence of numerous nanovilli creates a specific medium viscosity that underlies the membrane's selective permeability [13, 14]. The external sulfate groups cause local acidification, which has been shown to have a proven bactericidal effect [15]. Consequently, investigating the use of Nafion ion-ex-

ные части, располагаются внутри. Всё это делает структуру данного вещества идентичной структуре клеточной мембраны, которая является липидным бислоем [12].

Кроме того, на границе раздела сред, молекулы нафiona разматываются с формированием мицеллярной структуры, 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 [13, 14]. Наружные сульфатные группы приводят к закислению окружающей среды, что имеет доказанный бактерицидный эффект [15]. В этой связи, актуальным является исследование возможности использования ионообменной мембраны нафiona в качестве покрытия полипропиленовых имплантатов для улучшения их свойств.

Первые исследования биосовместимости нафiona проводились на крысах самцов Sprague-Dawley, которым синтетические материалы, покрытые нафием, имплантировались подкожно, предбрюшинно. Кроме того, раствор нафiona вводился крысам внутривенно. Исследования показали крайне низкую активность воспалительной реакции окружающих тканей на нафием. При этом кровоснабжение тканей, окружающих имплант, не страдало [16]. Нафием демонстрирует отличные показатели биосовместимости для различных имплантов, биосенсоров, имплантируемых в тело человека устройств, благодаря своей химической инертности, устойчивости в биологических средах и низкой токсичности [14].

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Улучшение результатов лечения пациентов, перенёсших переднюю ненатяжную герниопластику с использованием эндопротезов с нафионовым покрытием.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Нами проведено проспективное, нерандомизированное, открытое, прямое изучение влияния полипропиленового эндопротеза с нафионовым покрытием на результаты хирургического лечения пациентов с ПВГ, в котором приняло участие 140 человек, разделённых на ряд групп и подгрупп.

В качестве эндопротеза выступала сетка «Эсфил-стандарт» (Lintex, Россия) – сетчатый эндопротез из монофиламентного полипропилена. Нанесение ионообменной мембраны на поверхность сетки проводилось путём замачивания последней в ламинарном боксе (II степень защиты от возможного бактериального обсеменения), непосредственно с началом операции, в 5% спиртовом растворе нафiona, с дальнейшим высыханием на открытом воздухе в течение 15 минут. В результате на поверхности сетки и в её порах формировалась тонкая плёнка ионообменной мембраны.

Первую (основную) группу (n=60) составили пациенты, оперированные с использованием полипропиленового эндопротеза с нафионовым покрытием. В данной группе выделено 2 подгруппы по типу выполняемой герниопластики:

- подгруппа 1А (n=25), где эндопротезирование с полипропиленовыми материалами, содержащими нафионовое покрытие, производилось в объёме ненатяжной герниопластики «on-lay»;
- подгруппа 1Б (n=35), где эндопротезирование с полипропиленовыми материалами, содержащими нафионовое покрытие, проводилось в объёме передней сепарационной (ретромускулярной) герниопластики.

change membranes as a coating for polypropylene implants is highly relevant.

Biocompatibility studies of Nafion have been conducted in male Sprague-Dawley rats, in which Nafion-coated synthetic materials were implanted subcutaneously and preperitoneally. Additionally, Nafion solutions were administered intravenously. These studies demonstrated an extremely low inflammatory response in the surrounding tissues, with no adverse effects on local blood supply [16]. Due to its chemical inertness, stability in biological environments, and low toxicity, Nafion demonstrates excellent biocompatibility for various implants, biosensors, and medical devices [14].

PURPOSE OF THE STUDY

The study aimed to evaluate the clinical effectiveness of on-lay hernioplasty and anterior component separation using traditional endoprostheses versus Nafion-coated endoprostheses.

METHODS

We conducted a prospective, non-randomized, open-label study involving 140 patients to evaluate the effect of a Nafion-coated polypropylene endoprosthesis on the surgical outcomes of PVH repair. Patients were divided into two main groups and four subgroups.

The endoprosthesis used was an Esfil-Standard monofilament polypropylene mesh (Lintex LLC, Saint Petersburg, Russia). The ion-exchange membrane was applied by soaking the mesh in a 5% Nafion alcohol solution within a laminar flow hood (Level II biosafety) immediately before surgery, followed by 15 minutes of air-drying. This process formed a thin ion-exchange membrane film on the mesh surface and within its pores.

The first (study) group (n=60) consisted of patients who underwent repair using the Nafion-coated polypropylene endoprosthesis. This group was divided into two subgroups based on the surgical technique:

- Subgroup 1A (n=25): Patients underwent tension-free on-lay repair.
- Subgroup 1B (n=35): Patients underwent anterior component separation (retromuscular) hernioplasty.

The second (control) group (n=80) consisted of patients who underwent similar procedures using the Esfil-Standard mesh without the Nafion coating. The control subgroups were divided using the same techniques, with each subgroup comprising 40 patients.

Inclusion criteria for the study were:

- Midline PVH with a defect size up to 15 cm;
- Absence of recurrence (primary PVH only);
- Absence of strangulation (elective cases);
- Use of polypropylene endoprostheses;
- Patient age between 20 and 65 years.

The age and gender distribution of the study groups are presented in Table 1. The groups and subgroups were comparable with respect to baseline demographics and comorbidity management. All hernias were located in the midline of the abdomen. The follow-up period for all patients was six months.

Before surgery, all patients underwent abdominal ultrasound. For a 15 cm hernia, an abdominal CT scan was performed to assess the anatomy of the anterior abdominal wall and the volume of the abdominal cavity. Additionally, lower-extremity

- Вторую группу (контрольную) (n=80) составили пациенты, которым были выполнены аналогичные объёмы операций, однако с использованием полипропиленового эндопротеза «Эсфил-стандарт» (Lintex, Россия) без нафионового покрытия. Подгруппы в данном случае были разделены по тому же принципу, что и основные, и составили по 40 пациентов в каждой.

Критериями включения в исследование являлись:

- срединная ПВГ до 15 см;
- отсутствие рецидивирующего характера послеоперационной грыжи;
- отсутствие признаков ущемлённой грыжи;
- выполнение операции с использованием полипропиленовых эндопротезов;
- возраст участников от 20 до 65 лет.

Возрастной и половой состав в группах исследования представлен в табл. 1. По сопутствующей патологии группы и подгруппы сравнения на различных этапах проведения исследования были сопоставимы и компенсированы. Грыжи локализовались по срединной линии живота. Срок наблюдения за пациентами составил 6 месяцев.

Перед операцией всем пациентам выполнялось УЗИ брюшной полости, а при грыжевых выпячиваниях размером 15 см – КТ живота с целью оценки анатомии передней брюшной стенки и объёма брюшной полости. Также выполнялась ультразвуковая доплерография вен нижних конечностей, оценивалась функция внешнего дыхания.

Послеоперационный мониторинг за состоянием пациентов включал в себя динамическую оценку показателей клинического и биохимического анализа крови на 2, 4 и 6 сутки после операции, УЗИ брюшной полости и мягких тканей зоны герниопластики. В ходе последнего исследования оценивалось наличие гематом и инфильтратов в зоне операции, объём жидкостных скоплений. Кроме того, выполнялось бактериологическое исследование посевов с поверхности операционной раны с целью оценки микробиоценоза и чувствительности к антибиотикам. Фиксировались количество и характер гнойных осложнений в группах исследования, сроки их возникновения. Оценивалась длительность стационарного лечения, скорость удаления дренажей из подкожно-жировой клетчатки.

В течение последующих 6 месяцев пациенты отслеживались в амбулаторном режиме с фиксацией осложнений, потребности в повторных операциях, длительности лечения в стационаре и проводимом лечении.

Таблица 1 Возрастной и половой состав в группах исследования

Параметр Parameter	Группа 1 (n=60) Group 1 (n=60)		Группа 2 (n=80) Group 2 (n=80)	
	Подгруппа А Subgroup A	Подгруппа Б Subgroup B	Подгруппа А Subgroup A	Подгруппа Б Subgroup B
Всего больных, % (n) Total patients, n (%)	41.7 (25)	58.3 (35)	50.0 (40)	50.0 (40)
Мужчины, % (n) Male, n (%)	25.0 (15)	30.0 (18)	25.0 (20)	27.5 (22)
Женщины, % (n) Female, n (%)	16.7 (10)	28.3 (17)	25.0 (20)	22.5 (18)
Возраст, Ме [Q1; Q3] Age, Me [Q1; Q3]	53 [43; 55]	59 [45; 62]	50,5 [44,5; 55]	55 [42; 58]

venous Doppler ultrasound and pulmonary function tests (PFTs) were performed.

Postoperative monitoring included the assessment of clinical and biochemical blood tests on days 2, 4, and 6. Ultrasound examinations of the abdominal wall were performed to detect hematomas and inflammatory infiltrates and to quantify fluid collections (seromas). Bacteriological cultures of wound samples were obtained to assess the microbiome and antibiotic sensitivity. The incidence, nature, and timing of suppurative complications were recorded, along with the duration of hospital stay and the time to surgical drain removal.

Patients were monitored as outpatients for six months. During this period, complications, the need for secondary interventions, and the total treatment duration were recorded.

Ethical statement. The study was approved by the Local Ethics Committee of the Kabardino-Balkarian State University named after Kh.M. Berbekov, Nalchik, Kabardino-Balkaria, Russia (Protocol No. 2, January 30, 2020). All patients provided written informed consent for the surgery, the use of the modified implant, and the processing of their personal data in accordance with the World Medical Association's Declaration of Helsinki.

Statistical analysis. Statistical analysis was performed using SPSS 17.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA). The normality of quantitative variable distributions was tested using the Kolmogorov-Smirnov test. As the data were not normally distributed, non-parametric methods were employed. Quantitative variables are presented as the median and interquartile range (Me [Q1; Q3]). Comparisons between two independent groups were performed using the Mann-Whitney U-test. Categorical variables are presented as proportions and were compared using Pearson's chi-square test. The critical level of significance was set at $\alpha=0.05$.

RESULTS

Clinical efficacy of on-lay hernioplasty using a Nafion-coated endoprosthesis

The outcomes of on-lay hernioplasty using Nafion-coated endoprostheses were analyzed based on the dimensions of the hernia defect. In supra-aponeurotic (on-lay) repair, increasing the size of the hernia requires more extensive subcutaneous tissue dissection. Clinical practice demonstrates that this is associated with a significant increase in the incidence of lymphorrhea and suppurative-inflammatory complications. Consequently, on-lay repair is currently primarily indicated for small defects. This limitation makes a direct comparison between on-lay repair with

Table 1 Age and gender distribution in the study groups

Этическое заявление. Работа одобрена локальным этическим комитетом Кабардино-Балкарского государственного университета им Х.М. Бербекова, протокол № 2 от 30.01.2020. Все пациенты подписали письменное добровольное информированное согласие на операцию, установку модифицированного импланта и обработку своих персональных данных в соответствии с Хельсинской декларацией Всемирной медицинской ассоциации (2004).

Статистическая обработка. Для статистической обработки данных использовано программное обеспечение SPSS 17.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA). Проверка нормальности распределения количественных показателей проводилась по критерию Колмогорова-Смирнова. Не все вариационные ряды имели нормальное распределение, в связи с чем дальнейший анализ проводился по непараметрическим методам. Количественные показатели представлены медианой и межквартильным интервалом, Me [Q1; Q3]. Сравнение количественных показателей двух независимых групп проводилось с использованием критерия Манна-Уитни. Категориальные показатели были представлены в виде долей. Различия категориальных показателей между независимыми группами оценивались с помощью критерия χ^2 Пирсона. Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез составлял $\alpha=0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Клиническая эффективность герниопластики «on-lay» с использованием эндопротеза с нафионовым покрытием

Сопоставление результатов герниопластики по методике «on-lay» эндопротезами с нафионовым покрытием было проведено в зависимости от размера грыжевого выпячивания. При этом, с ростом размеров выпячивания при наднапоневротической пластике, увеличивается площадь сепарации подкожной клетчатки, что на практике сочетается с резким увеличением частоты гнойно-воспалительных осложнений и лимфореей. В этой связи, пластика «on-lay» в настоящее время на практике выполняется лишь при небольших грыжевых выпячиваниях, что делает заведомо невозможным сравнение данной техники герниопластики с использованием стандартного полипропиленового эндопротеза в качестве контрольной группы при средних и больших ПВГ, ввиду потенциально высокого риска осложнений.

В этой связи, актуально сравнение подгруппы 1А с пластикой эндопротезом с нафионовым покрытием по методике «on-lay» и подгруппы 2Б с передней сепарационной пластикой обычным полипропиленовым протезом.

Применение нафионового покрытия на эндопротезах, использованных при пластике грыж до 5 см, вне зависимости от варианта пластики дало тождественные результаты в раннем и позднем послеоперационном периодах. Основные характеристики стационарного лечения, которые были использованы при сравнении подгруппы 1А с подгруппой 2Б, представлены в табл. 2.

При сопоставлении исследуемых подгрупп 1А и 2Б с различными вариантами герниопластик и видами эндопротезов при пластике грыж размером от 5 см и до 15 см отмечены статистически значимые различия в продолжительности стационарного лечения. Причиной данного явления стало большее число послеоперационных инфильтратов в зоне сепарационной герниопластики с использованием обычного эндопротеза, что потребовало проведения дополнительного курса антибактериальной терапии. У пациентов группы 2Б данное осложнение развивалось на 3-4 сутки после операции и проявлялось гипертермией и лейкоци-

standard polypropylene meshes and Nafion-coated meshes for moderate-to-large ventral hernias clinically difficult, given the high risk of complications in a standard control group.

Therefore, a comparative analysis was performed between Subgroup 1A (on-lay repair using Nafion-coated endoprosthesis) and Subgroup 2B (anterior component separation using conventional polypropylene prostheses).

For hernia repairs of defects up to 5 cm, the use of a Nafion-coated endoprosthesis yielded results identical to traditional meshes in both the early and late postoperative periods, regardless of the repair technique. The key inpatient clinical outcomes comparing Subgroup 1A and Subgroup 2B are presented in Table 2.

When comparing subgroups 1A and 2B – representing different hernioplasty techniques and endoprosthesis types for the repair of hernias between 5 cm and 15 cm – statistically significant differences in the length of hospital stay were observed. This difference was attributed to a higher incidence of postoperative inflammatory infiltrates in the anterior separation group using conventional endoprosthesis, which necessitated additional antibiotic therapy. In patients from subgroup 2B, these complications typically developed 3-4 days postoperatively and presented with hyperthermia and leukocytosis. Notably, there were no statistically significant differences in the volume of Redon drain output between the subgroups, and drains were removed at comparable times (Table 3).

Redon drains were removed in subgroup 1A on day 4 [3; 5] and in subgroup 2B on day 4 [3; 5]. All patients were discharged in satisfactory conditions without immediate complications.

During outpatient follow-up, the total number of readmissions was comparable between subgroups 1A and 2B, regardless of initial hernia size. However, in the group receiving Nafion-coated polypropylene meshes, an increase in hernia size from 5 to 15 cm was associated with a decrease in the readmission rate from 25% to 12.5%. The primary cause of readmission was the formation of postoperative infiltrates, which were more prevalent in the subgroup undergoing component separation without Nafion-coated mesh. In one case within subgroup 2B, an inflammatory infiltrate progressed to an abdominal wall abscess, requiring surgical incision and drainage. Intraoperatively, these abscesses were distinguished from infected seromas by the presence of a distinct fibrous capsule. No such complications were observed in subgroup 1A (Table 4).

The incidence of infected seromas among the reasons for readmission was statistically comparable between subgroups 1A and 2B and did not depend on hernia size. In all cases, fluid collections were aspirated under ultrasound guidance, followed by culture of the aspirate. Bacteriological examination of the cultures and wound discharge in subgroup 1A showed an absence of pathogenic flora. In contrast, cultures from subgroup 2B were positive, with *Pseudomonas aeruginosa* isolated during the incision and drainage of an abdominal wall abscess.

Clinical efficacy of anterior separation hernioplasty using a Nafion-coated endoprosthesis

To conclude the evaluation of polypropylene endoprosthesis in various tension-free hernioplasty techniques, a comparison between subgroups 1B and 2B (both undergoing anterior component separation) is presented. These subgroups differed only in the type of prosthesis implanted. The results for the early and late postoperative periods are summarized in Tables 5 and 6.

When comparing the incidence of complications after component separation in the early and late postoperative periods,

Таблица 2 Сравнение показателей течения раннего послеоперационного периода в подгруппах 1А и 2Б

Table 2 Comparison of early postoperative outcomes between subgroups 1A and 2B

Показатель Parameter	Подгруппа 1А (n=25) Subgroup 1A (n=25)		Подгруппа 2Б (n=40) Subgroup 2B (n=40)	
	До 5 см <5 cm (n=8)	5-15 см 5-15 cm (n=17)	До 5 см <5 cm (n=10)	5-15 см 5-15 cm (n=30)
Продолжительность операции, мин Operative time, min	36 [30; 40]	45 [36; 51]	35 [32; 44]	49 [47; 65]
Интраоперационная кровопотеря, мл Intraoperative blood loss, mL	44 [40; 47]	62 [55; 77]	39 [37; 76]	62 [53; 72]
Гематомы передней брюшной стенки, % (n) Abdominal wall hematoma, n (%)	–	–	–	–
Инфильтраты передней брюшной стенки, % (n) Abdominal wall infiltrate, n (%)	–	–	–	7.5 (3)
Нагноения послеоперационной раны, % (n) Surgical site suppuration, n (%)	–	–	–	–
Количество отделяемого по дренажам Редона на 3 сутки, мл Redon drain output (Day 3), mL	42 [36; 51]	36 [32; 44]	40 [26; 53]	38 [32; 44]
Продолжительность госпитализации, дней Length of hospital stay, days	3 [2; 3]	3 [2; 4]	3 [2; 4]	6 [5; 7]*

Примечания: * – p<0,05 – статистическая значимость различий показателей между подгруппами 1А и 2Б (по критерию Манна-Уитни)

Notes: * – p<0.05 indicates a statistically significant difference between Subgroups 1A and 2B (Mann-Whitney U-test)

тозом. Важно подчеркнуть отсутствие статистически значимых различий в количестве отделяемого по дренажам Редона в исследуемых подгруппах, и их удаление проводилось в сопоставимое время (табл. 3).

Дренажи Редона были удалены в подгруппе 1А на 4 [3; 5] день, в подгруппе 2Б – на 4 [3; 5] день. Все пациенты были выписаны из стационара без осложнений в удовлетворительном состоянии.

При дальнейшем амбулаторном наблюдении пациентов после выписки в подгруппах 1А и 2Б было отмечено сопоставимое количество повторных госпитализаций вне зависимости от размеров первично оперированной грыжи. Однако в группе с эндопротезированием полипропиленовым протезом с нафионовым покрытием при увеличении размеров грыжи от 5 до 15 см отмечалось снижение числа повторных госпитализаций с 25% до 12,5%. Основная их причина – формирование послеоперационных инфильтратов, которые чаще отмечались в подгруппе с сепарационной герниопластикой, где не использовался эндопротез с нафионовым покрытием. В 1 случае в подгруппе 2Б на фоне инфильтрации сформировались абсцессы передней брюшной стенки, потребовавшие вскрытия и дренирования. Интраоперационно, абсцесс в отличие от инфицированной серомы, характеризовался наличием фиброзной капсулы. В подгруппе 1А данных событий не отмечалось (табл. 4).

Количество инфицированных сером в спектре причин повторного стационарного лечения было статистически значимо в

no statistically significant differences were found between the groups, likely due to the small sample size. However, a clear trend toward decreased postoperative infiltrates due to perifocal inflammation around the implanted endoprosthesis was observed in the study group. This protective effect of the Nafion coating was evident during the initial hospitalization and persisted throughout the follow-up period. The need for antibiotic and anti-inflammatory therapy to resolve these infiltrates led to a prolonged hospital stay in subgroup 2B. Additionally, the incidence of postoperative infiltrates was dependent on the size of the hernia defect, as larger defects required more extensive tissue dissection, which directly correlates with the degree of surgical trauma.

Notably, the only case of subcutaneous abscess formation occurred in subgroup 2B, where a polypropylene endoprosthesis without a Nafion coating was used. Furthermore, bacteriological cultures from infected seromas in the control group revealed more pathogenic microflora: Escherichia coli and Proteus mirabilis were isolated, whereas no such pathogens were found in the study group.

DISCUSSION

The primary disadvantage of the on-lay technique – which involves fixing a polypropylene mesh in the supra-aponeurotic space – is the extensive dissection of subcutaneous tissue. This fixing often leads to prolonged postoperative lymphorrhea and seroma formation. While these negative effects are less pro-

Таблица 3 Сопоставление отделяемого по дренажам Редона в исследуемых подгруппах 1А и 2Б, мл

Table 3 Redon drain output in subgroups 1A and 2B, mL

Подгруппа Subgroup	1 сутки Day 1	2 сутки Day 2	3 сутки Day 3	4 сутки Day 4
1А	130 [110; 152]	115 [105; 125]	90 [70; 97]	40 [25; 55]
2Б	150 [120; 167]	100 [90; 130]	70 [60; 100]	35 [25; 45]

Таблица 4 Показатели течения отдалённого послеоперационного (n) периода в подгруппах 1А и 2Б, % (n)

Показатель Parameter	Подгруппа 1А Subgroup 1A (n=25)		Подгруппа 2Б Subgroup 2B (n=40)	
	До 5 см <5 см (n=8)	5-15 см 5-15 см (n=17)	До 5 см <5 см (n=20)	5-15 см 5-15 см (n=20)
Суммарное количество повторных госпитализаций Total readmissions	12.5 (1)	11.8 (2)	15.0 (3)	25.0 (5)
Количество инфицированных сером Infected seromas	12.5 (1)	11.8 (2)	10.0 (2)	15.0 (3)
Количество абсцессов брюшной стенки Abdominal wall abscesses	–	–	–	5.0 (1)
Количество послеоперационных инфильтратов Postoperative infiltrates	–	5.9 (1)	–	20.0 (4)
Количество пункций острых жидкостных скоплений Ultrasound-guided aspirations	12.5 (1)	11.8 (2)	10.0 (2)	15.0 (3)
Количество операций по вскрытию и дренированию гнойников Incision and drainage (I&D)	–	–	–	5.0 (1)
Количество случаев удаления ранее установленного эндопротеза Mesh explantation	–	–	–	–

Table 4 Late postoperative outcomes in Subgroups 1A and 2B, %

подгруппах 1А и 2Б, не различалось и не зависело от размеров грыж. Во всех случаях выполнялась пункция жидкостного скопления под ультразвуковым наведением с последующим посевом отделяемого. При бактериологическом исследовании посевов и раневого отделяемого в подгруппе 1А наблюдалось отсутствие патогенной флоры, чего нельзя было сказать про результаты посевов в подгруппе 2Б. В последней при вскрытии и дренировании абсцесса передней брюшной стенки была высеяна *Pseudomonas aeruginosa*.

Клиническая эффективность передней сепарационной герниопластики с использованием эндопротеза с нафтионом покрытием

В завершении описания результатов исследования эффективности использования полипропиленовых эндопротезов при

nounced with small defects (<5 cm), larger hernias require more extensive release of the external oblique aponeurosis, which significantly increases lymphorrhea volume and the incidence of surgical site infections.

The low biocompatibility of standard polypropylene and the resulting robust foreign-body response largely drive these complications. Previous studies have attempted to improve biocompatibility using active fibrin coatings to enhance fibrillogenesis [9] or platelet-rich plasma (PRP) to inhibit metalloproteinases and preserve the extracellular matrix [10]. Several Russian researchers have proposed using ElastoPOR (JSC BIOMIR Service, Moscow, Russia), a biocopolymer of beta-hydroxybutyrate and beta-hydroxyvalerate, as a coating for polypropylene meshes. This biopolymer also reduced the inflammatory response to the

Таблица 5 Показатели течения раннего послеоперационного периода в подгруппах сравнения

Показатели Parameter	Подгруппа 1Б (n=35) Subgroup 1B (n=35)		Подгруппа 2Б (n=40) Subgroup 2B (n=40)	
	До 5 см <5 см (n=10)	5-15 см 5-15 см (n=25)	До 5 см <5 см (n=20)	5-15 см 5-15 см (n=20)
Продолжительность операции, мин Operative time, min	39 [33; 68]	55 [40; 75]	35 [32; 44]	49 [47; 65]
Интраоперационная кровопотеря, мл Intraoperative blood loss, mL	49 [46; 64]	64 [54; 82]	39 [37; 76]	62 [53; 72]
Гематомы передней брюшной стенки, % (n) Abdominal wall hematoma, n (%)	–	–	–	–
Инфильтраты передней брюшной стенки, % (n) Abdominal wall infiltrate, n (%)	–	–	–	7.5 (3)
Несостоятельность швов, % (n) Wound dehiscence, n (%)	–	–	–	–
Нагноения послеоперационной раны, % (n) Surgical site suppuration, n (%)	–	–	–	–
Количество отделяемого по дренажам Редона на 3-и сутки, мл Redon drain output (Day 3), mL	35 [30; 75]	37 [32; 64]	40 [26; 53]	38 [32; 44]
Продолжительность госпитализации, дней Length of hospital stay, days	3 [2; 3]	3 [2; 3]	3 [2; 4]	6 [5; 7]

Table 5 Early postoperative outcomes in Subgroups 1B and 2B

различных вариантах ненатяжной герниопластики, видится рациональным сопоставление подгрупп 1Б и 2Б с передней сепарационной герниопластикой, различающихся лишь вариантом имплантируемого протеза. Результаты раннего и позднего послеоперационного периода представлены в табл. 5, 6.

При сопоставлении частоты осложнений после выполнения сепарационной герниопластики в раннем и позднем послеоперационном периодах необходимо отметить отсутствие статистически значимых различий в группах исследования, что было обусловлено малой выборкой пациентов. Однако, при сопоставлении данных была отмечена тенденция к снижению количества послеоперационных инфильтратов, причиной которых было перифокальное воспаление вокруг имплантируемого эндопротеза. Данный эффект от применения нафионового покрытия возник в процессе стационарного лечения и продолжился на протяжении всего времени наблюдения за пациентами в процессе проведенного исследования. Вследствие необходимости проведения антибактериальной и противовоспалительной терапии для разрешения инфильтрата в группе 2Б продлились сроки стационарного лечения. Кроме того, важно отметить зависимость частоты возникновения послеоперационных инфильтратов от величины грыжевого выпячивания, что было обусловлено необходимостью более широкой сепарации слоев передней брюшной стенки, что коррелирует с величиной операционной травмы.

Важно так же подчеркнуть, что единственный случай абсцедирования в области подкожно-жировой клетчатки был отмечен в группе 2Б, где был имплантирован полипропиленовый эндопротез без нафионового покрытия. Результаты посевов отделяемого инфицированных сером, так же характеризовал микрофлору в контрольной группе, как более патогенную. В посевах присутствовали *Escherichia coli* и *Proteus mirabilis*, чего не было в основной группе.

ОБСУЖДЕНИЕ

Основным недостатком герниопластики по методике «on-lay», заключающейся в фиксации полипропиленовой сетки в надпоясничном пространстве, является широкая сепарация подкожной клетчатки, что приводит к длительной лимфореке в

Таблица 6 Показатели течения отдаленного послеоперационного периода в подгруппах 1Б и 2Б, % (n)

Показатели Parameter	Подгруппа 1Б (n=35) Subgroup 1B (n=35)		Подгруппа 2Б (n=40) Subgroup 2B (n=40)	
	До 5 см <5 см (n=10)	5-15 см 5-15 см (n=25)	До 5 см <5 см (n=20)	5-15 см 5-15 см (n=20)
Суммарное количество повторных госпитализаций Total readmissions	10.0 (1)	12.0 (3)	15.0 (3)	25.0 (5)
Количество инфицированных сером Infected seromas	10.0 (1)	12.0 (3)	10.0 (2)	15.0 (3)
Количество абсцессов брюшной стенки Abdominal wall abscesses	–	–	–	5.0 (1)
Количество послеоперационных инфильтратов Postoperative infiltrates	–	–	–	20.0 (4)
Количество пункций острых жидкостных скоплений Ultrasound-guided aspirations	10.0 (1)	12.0 (3)	10.0 (2)	15.0 (3)
Количество операций по вскрытию и дренированию гнойников Incision and drainage (I&D)	–	–	–	5.0 (1)
Количество случаев удаления ранее установленного эндопротеза Mesh explantation	–	–	–	–

implanted bioprosthesis while enhancing its structural strength [17]. However, these biological coatings degrade rapidly, potentially compromising the long-term mechanical properties of the repair. Nafion, as a synthetic polymer, avoids these drawbacks due to its thermal and chemical inertness, high biocompatibility, and unique bactericidal properties [14-16].

In our study, a reduction in lymphorrhea was observed in patients with PVH defects measuring 5-15 cm when using Nafion-coated endoprostheses. This phenomenon is likely due to the swelling of Nafion molecules upon contact with serous secretions, thereby retaining proteins and water. This interaction, potentially mediated by enzymatic systems at the Nafion interface, may accelerate fluid resorption and promote fibrosis within the perimicellar zone of the membrane.

When comparing patients with 5-15 cm defects undergoing either anterior component separation or on-lay repair, the high biocompatibility of Nafion with the musculo-aponeurotic layers reduced the intensity of the aseptic inflammatory response. This approach resulted in a lower incidence of postoperative infiltrates. Furthermore, the local environmental acidification caused by Nafion's sulfonate groups prevents bacterial adhesion and destroys pathogenic microflora on the mesh surface, significantly reducing suppurative complications across all Nafion-coated subgroups.

Ultimately, Nafion-coated polypropylene endoprostheses may reduce postoperative complications, improve mesh integration, and potentially lower recurrence rates. Due to its inertness and protein-binding properties, Nafion promotes the formation of mature, high-strength scar tissue around the implant.

Study limitations. Despite these promising trends, this study was limited by a relatively small sample size, which prevented some findings from reaching statistical significance. Further clinical studies are required to evaluate the long-term efficacy and safety of this technology.

CONCLUSION

In our study, the use of Nafion-coated polypropylene endoprostheses for PVH repair (5-15 cm) via on-lay or component sep-

Table 6 Late postoperative outcomes in Subgroups 1B and 2B, % (n)

раннем послеоперационном периоде и формированию сером. Если, при размере грыжевого выпячивания, не превышающем 5 см в основной группе, данные негативные эффекты надапонеуротической пластики нивелируются малой площадью сепарации подкожно-жировой клетчатки, то при увеличении размеров грыжевого выпячивания, требующем большего выделения апоневроза наружной косой мышцы живота, происходит увеличение объёма лимфорееи и количества гнойных осложнений в послеоперационном периоде.

Причиной данных эффектов является низкая биосовместимость полипропиленового эндопротеза и высокая степень тканевой реакции на это инородное тело. В различных исследованиях обсуждался вопрос повышения биосовместимости эндопротезов за счёт нанесения на его поверхность активного фибринового покрытия, усиливающего процессы фибрилогенеза и снижающего острый воспалительный ответ при имплантации [9]. В некоторых работах предлагалось наносить на поверхность сетки PRP-плазму, ингибирующую металлопротеиназы и снижающую степень разрушения внеклеточного белкового матрикса [10]. Ряд российских исследователей предлагал использовать в качестве покрытия на полипропиленовых сетках биосополимера бета-оксибутирата и бета-оксивалерианата, получившего название «ЭластоПОБ» («БИОМИР сервис», Россия). Данный биополимер так же снижал тканевую реакцию на имплантируемый биопротез, повышая его прочность [17]. Однако, описанные варианты биологических или биоорганических покрытий имеют высокую скорость деградациии, что может приводить к снижению механических свойств эндопротеза с течением времени. Нафийон, являясь синтетическим полимером, лишён данных недостатков. Кроме того, молекула нафияона имеет высокую степень термической и химической инерции, а также не худшую по сравнению с аналогами биосовместимость. Наличие бактерицидного эффекта также является уникальным свойством исследуемого нами вещества [14-16].

По результатам данной работы, был выявлен эффект снижения объёма лимфорееи в процессе стационарного лечения у группы пациентов с ПВГ диаметром от 5 см и до 15 см, у которых был имплантирован эндопротез с нафияоновым покрытием. Причина данного явления, вероятно, заключается в набухании молекул нафияона при серозном сецернировании окружающих тканей с задержкой белков и воды. Учитывая эффект протезирования ферментных систем вблизи поверхности нафияона, происходит более быстрая резорбция серозной жидкости и усиление процессов фибрирования околомиецелярной зоны мембраны.

При сравнении пациентов с грыжевым выпячиванием более 5 см и до 15 см, которым была выполнена передняя сепарационная пластика и «on-lay» пластика, проявилась высокая биосовместимость нафияона с мышечно-аponeуротическим слоем, позволившая снизить интенсивность асептической тканевой воспалительной реакции на инородное тело – имплант. Этот эффект позволил снизить количество послеоперационных инфильтратов. Закисление среды, возникающие вследствие присутствия сульфоновых группировок нафияона, препятствует адгезии и приводит к уничтожению патогенной микрофлоры на поверхности эндопротеза и значительному снижению гнойно-воспалительных осложнений во всех подгруппах исследования с участием полипропиленового эндопротеза, усиленного данной ионообменной мембраной.

Использование полипропиленовых эндопротезов с нафияоновым покрытием в пластике ПВГ может привести к снижению частоты послеоперационных осложнений, улучшению интеграции сетки в ткани и, в конечном итоге, к снижению частоты рецидивов

aration techniques reduced postoperative lymphorrhoea and suppurative-inflammatory complications. The use of Nafion-coated meshes potentially expands the indications for supra-aponeurotic repair in larger hernias by mitigating the risks associated with extensive subcutaneous dissection. Further research with larger patient cohorts is necessary to validate these findings and confirm the benefits of this modified hernioplasty material.

грыж. Нафион, благодаря своей инертности и способности связывать белки, способствует формированию более зрелой рубцовой ткани вокруг имплантата, что увеличивает его прочность.

Ограничения исследования. Несмотря на описанные тенденции, проведённое исследование имело ограничение, обусловленное малой выборкой пациентов, что не позволило сделать вывод о статистически значимом уменьшении количества осложнений при использовании полипропиленового эндопротеза с нафионовым покрытием. Кроме того, необходимы дальнейшие клинические исследования для оценки долгосрочной эффективности и безопасности данной технологии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение полипропиленового эндопротеза с нафионовым покрытием при выполнении различных вариантов передних

пластик брюшной стенки у пациентов с ПВГ, размерами от 5 до 15 см при выполнении сепарационной и «on-lay» пластики в нашей исследовательской работе привело к снижению частоты послеоперационной лимфореи и гнойно-воспалительных осложнений. Использование эндопротезов с нафионовым покрытием позволяет расширить показания к применению наднапоневротической пластики при размерах грыж от 5 до 15 см, нивелируя негативные эффекты широкой сепарации подкожной клетчатки при данном варианте операции. Для получения статистически значимых результатов и увеличения доказательности приведённой нами модели материала для герниопластики необходимо продолжение исследований на большей выборке пациентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ромашченко ПН, Курьгин АА, Семенов ВВ, Прудьева СА. Социально-экономические аспекты лечения больных средними (W2) и большими (W3) послеоперационными вентральными грыжами. *Вестник хирургии имени И.И. Грекова.* 2022;181(4):29-35. <https://doi.org/10.24884/0042-4625-2022-181-4-29-35>
2. Абалян АК, Айдемиров АН, Вафин АЗ, Машурова ЕВ, Айдемирова ЭА. Наш опыт лечения послеоперационных вентральных грыж. *Медицинский вестник Северного Кавказа.* 2019;14(1.1):19-21. <https://doi.org/10.14300/mnnc.2019.14039>
3. Hartog F, Sneyders D, Darwish EF, Yurtkap Y, Menon AG, Muysoms FE, et al. Favorable outcomes after Retro-Rectus (Rives-Stoppa) mesh repair as treatment for noncomplex ventral abdominal wall hernia, a systematic review and meta-analysis. *Ann Surg.* 2022;276(1):55-65. <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000005422>
4. Tryliskyy Y, Demykhova I, Kebkalo A, Pournaras DJ. Minimally invasive extended totally extraperitoneal versus transabdominal retromuscular ventral hernia mesh repair: Systematic review and meta-analysis. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A.* 2024;34(1):39-46. <https://doi.org/10.1089/lap.2023.0342>
5. Henriksen NA, Bougard H, Gonçalves MR, Hope W, Khare R, Shao J, et al. Primary ventral and incisional hernias: Comprehensive review. *BJS Open.* 2024;9(1):145. <https://doi.org/10.1093/bjsopen/zrae145>
6. Elhadidi A, Shetiwy M, Al-Katary M. Comparative analysis of laparoscopic, retromuscular, and open mesh repair techniques for ventral and incisional hernias: A comprehensive review and meta-analysis. *Updates Surg.* 2025;77(1):217-29. <https://doi.org/10.1007/s13304-024-02049-1>
7. Miserez M, Jairam AP, Boersema GSA, Bayon Y, Jeekel J, Lange JF. Resorbable synthetic meshes for abdominal wall defects in preclinical setting: A literature review. *J Surg Res.* 2019;237:67-75. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2018.11.054>
8. Sahoo S, Haskins IN, Huang LC, Krpata DM, Derwin KA, Poulouse BK, et al. Early wound morbidity after open ventral hernia repair with biosynthetic or polypropylene mesh. *J Am Coll Surg.* 2017;225:472-80. <https://doi.org/10.1016/j.jamcollsurg.2017.07.1067>
9. Лубянский ВГ, Сероштанов ВВ, Леонтьев СВ, Штыров ДМ, Подковыров СА. Применение оригинального фибринового покрытия в протезирующей герниопластике у больных с послеоперационными вентральными грыжами. *Acta Biomedica Scientifica.* 2025;10(2):202-8. <https://doi.org/10.29413/ABS.2025-10.2.20>
10. 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):634-7. <https://doi.org/10.1002/term.3200>
11. Okonkwo PC, Ben Belgacem I, Emori W, Uzoma PC. Nafion degradation mechanisms in proton exchange membrane fuel cell (PEMFC) system: A review. *International Journal of Hydrogen Energy.* 2021;46(55):27956-73. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2021.06.032>

REFERENCES

1. Romashchenko PN, Kurygin AA, Semyonov VV, Prudieva SA. Sotsial'no-ekonomicheskie aspekty lecheniya bol'nykh srednimi (W2) i bol'shimi (W3) posleoperatsionnymi ventral'nymi gryzhami [Socio-economic aspects of treatment of patients with medium (W2) and large (W3) postoperative ventral hernias]. *Vestnik khirurgii imeni I.I. Grekova.* 2022;181(4):29-35. <https://doi.org/10.24884/0042-4625-2022-181-4-29-35>
2. Abalyan AK, Aydemirov AN, Vafin AZ, Mashurova EV, Aidemirova EA. Nash opyt lecheniya posleoperatsionnykh ventral'nykh gryzh [Our experience of treatment of incisional ventral hernias]. *Meditsinskiy vestnik Severnogo Kavkaza.* 2019;14(1.1):19-21. <https://doi.org/10.14300/mnnc.2019.14039>
3. Hartog F, Sneyders D, Darwish EF, Yurtkap Y, Menon AG, Muysoms FE, et al. Favorable outcomes after Retro-Rectus (Rives-Stoppa) mesh repair as treatment for noncomplex ventral abdominal wall hernia, a systematic review and meta-analysis. *Ann Surg.* 2022;276(1):55-65. <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000005422>
4. Tryliskyy Y, Demykhova I, Kebkalo A, Pournaras DJ. Minimally invasive extended totally extraperitoneal versus transabdominal retromuscular ventral hernia mesh repair: Systematic review and meta-analysis. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A.* 2024;34(1):39-46. <https://doi.org/10.1089/lap.2023.0342>
5. Henriksen NA, Bougard H, Gonçalves MR, Hope W, Khare R, Shao J, et al. Primary ventral and incisional hernias: Comprehensive review. *BJS Open.* 2024;9(1):145. <https://doi.org/10.1093/bjsopen/zrae145>
6. Elhadidi A, Shetiwy M, Al-Katary M. Comparative analysis of laparoscopic, retromuscular, and open mesh repair techniques for ventral and incisional hernias: A comprehensive review and meta-analysis. *Updates Surg.* 2025;77(1):217-29. <https://doi.org/10.1007/s13304-024-02049-1>
7. Miserez M, Jairam AP, Boersema GSA, Bayon Y, Jeekel J, Lange JF. Resorbable synthetic meshes for abdominal wall defects in preclinical setting: A literature review. *J Surg Res.* 2019;237:67-75. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2018.11.054>
8. Sahoo S, Haskins IN, Huang LC, Krpata DM, Derwin KA, Poulouse BK, et al. Early wound morbidity after open ventral hernia repair with biosynthetic or polypropylene mesh. *J Am Coll Surg.* 2017;225:472-80. <https://doi.org/10.1016/j.jamcollsurg.2017.07.1067>
9. Lubyansky VG, Seroshtanov VV, Leontiev SV, Shtyrov DM. Podkovyrov SA. Primenenie original'nogo fibrinovogo pokrytiya v proteziruyushchey gernioplastike u bol'nykh s posleoperatsionnymi ventral'nymi gryzhami [The use of an original fibrin coating in prosthetic hernioplasty in patients with postoperative ventral hernias]. *Acta Biomedica Scientifica.* 2025;10(2):202-8. <https://doi.org/10.29413/ABS.2025-10.2.20>
10. 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):634-7. <https://doi.org/10.1002/term.3200>
11. Okonkwo PC, Ben Belgacem I, Emori W, Uzoma PC. Nafion degradation mechanisms in proton exchange membrane fuel cell (PEMFC) system: A review. *International Journal of Hydrogen Energy.* 2021;46(55):27956-73. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2021.06.032>

12. Ninham BW, Batty MJ, Bolotskova PN, Gerasimov RY, Kozlov VA, Bunkin NF. Nafion: New and old insights into structure and function. *Polymers (Basel)*. 2023;15(9):2214. <https://doi.org/10.3390/polym15092214>
13. 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. <https://doi.org/10.3390/polym16060744>
14. Kelarakis A. Nafion in biomedicine and healthcare. *Polymers*. 2025;17(15):2054. <https://doi.org/10.3390/polym17152054>
15. Tang G, Zhao C, Zhao X, Mei D, Pan, Y, Li B, et al. Nafion/polyimide based programmable moisture-driven actuators for functional structures and robots. *Sens Actuators B Chem*. 2023;393:134152. <https://doi.org/10.1016/j.snb.2023.134152>
16. Turner RF, Harrison DJ, Rajotte RV. Preliminary in vivo biocompatibility studies on perfluorosulphonic acid polymer membranes for biosensor applications. *Biomaterials*. 1991;12(4):361-8. [https://doi.org/10.1016/0142-9612\(91\)90003-s](https://doi.org/10.1016/0142-9612(91)90003-s)
17. Егиев ВН, Лядов ВК, Богомазова СЮ. Сравнительная оценка материалов для внутрибрюшинной пластики вентральных грыж: экспериментальное исследование. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2010;10:36-41.
12. Ninham BW, Batty MJ, Bolotskova PN, Gerasimov RY, Kozlov VA, Bunkin NF. Nafion: New and old insights into structure and function. *Polymers (Basel)*. 2023;15(9):2214. <https://doi.org/10.3390/polym15092214>
13. 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. <https://doi.org/10.3390/polym16060744>
14. Kelarakis A. Nafion in biomedicine and healthcare. *Polymers*. 2025;17(15):2054. <https://doi.org/10.3390/polym17152054>
15. Tang G, Zhao C, Zhao X, Mei D, Pan, Y, Li B, et al. Nafion/polyimide based programmable moisture-driven actuators for functional structures and robots. *Sens Actuators B Chem*. 2023;393:134152. <https://doi.org/10.1016/j.snb.2023.134152>
16. Turner RF, Harrison DJ, Rajotte RV. Preliminary in vivo biocompatibility studies on perfluorosulphonic acid polymer membranes for biosensor applications. *Biomaterials*. 1991;12(4):361-8. [https://doi.org/10.1016/0142-9612\(91\)90003-s](https://doi.org/10.1016/0142-9612(91)90003-s)
17. Egiev VN, Lyadov VK, Bogomazova SYu. Sravnitel'naya otsenka materialov dlya vnutribryushinnoy plastiki ventral'nykh gryzh: eksperimental'noe issledovanie [Intraperitoneal ventral hernia plasty: The comparison of prosthetic materials]. *Khirurgiya. Zhurnal im. N.I. Pirogova*. 2010;10:36-41.

❶ СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Вaганов Алексей Геннадьевич, кандидат медицинских наук, доцент кафедры госпитальной хирургии, Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова; доцент кафедры международного медицинского образования, Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова
ORCID ID: 0000-0001-8191-2551
SPIN-код: 2202-0746
Author ID: 1243342
E-mail: aleksejvaganov4@gmail.com

Асланов Ахмед Дзонович, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой госпитальной хирургии, Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова
ORCID ID: 0000-0002-7051-0917
SPIN-код: 1452-7020
Author ID: 263474
E-mail: dr.aslanov1967@mail.ru

Кузнецов Максим Робертович, доктор медицинских наук, профессор, заместитель директора Института кластерной онкологии им. проф. Л.Л. Левшина, Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова
ORCID ID: 0000-0001-6926-6809
SPIN-код: 7146-1348
Author ID: 151399
E-mail: mrkuznetsov@mail.ru

Шоно Арсби Ахмад, заведующий кафедрой международного образования, Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова
ORCID ID: 0000-0002-3679-520X
E-mail: shonoarsby@yahoo.com

Кудусов Керим Мусаевич, соискатель кафедры госпитальной хирургии, Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова
ORCID ID: 0000-0001-6390-7361
E-mail: kerim-kudusov@mail.ru

Информация об источнике поддержки в виде грантов, оборудования, лекарственных препаратов

Финансовой поддержки со стороны компаний-производителей лекарственных препаратов и медицинского оборудования авторы не получали

Конфликт интересов: отсутствует

❶ AUTHORS' INFORMATION

Vaganov Aleksey Gennadievich, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Hospital Surgery, Kabardino-Balkarian State University named after Kh.M. Berbekov; Associate Professor of the Department of International Medical Education, Kadyrov Chechen State University

ORCID ID: 0000-0001-8191-2551
SPIN: 2202-0746
Author ID: 1243342
E-mail: aleksejvaganov4@gmail.com

Aslanov Akhmed Dzonovich, Doctor of Medical Sciences, Full Professor, Head of the Department of Hospital Surgery, Kabardino-Balkarian State University named after Kh.M. Berbekov
ORCID ID: 0000-0002-7051-0917
SPIN code: 1452-7020
Author ID: 263474
E-mail: dr.aslanov1967@mail.ru

Kuznetsov Maksim Robertovich, Doctor of Medical Sciences, Full Professor, Deputy Director of the Levshin Institute of Cluster Oncology, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University

ORCID ID: 0000-0001-6926-6809
SPIN: 7146-1348
Author ID: 151399
E-mail: mrkuznetsov@mail.ru

Shono Arsbi Ahmad, Head of the Department of International Education of the Kadyrov Chechen State University
ORCID ID: 0000-0002-3679-520X
E-mail: shonoarsby@yahoo.com

Kudusov Kerim Musaevich, Applicant, Department of Hospital Surgery, Kabardino-Balkarian State University named after Kh.M. Berbekov
ORCID ID: 0000-0001-6390-7361
E-mail: kerim-kudusov@mail.ru

Information about support in the form of grants, equipment, medications

The author did not receive financial support from manufacturers of medicines and medical equipment

Conflicts of interest: The authors have no conflicts of interest

✉ АДРЕС ДЛЯ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ:

Ваганов Алексей Геннадьевич

кандидат медицинских наук, доцент кафедры госпитальной хирургии, Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова; доцент кафедры международного медицинского образования, Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова

360004, Российская Федерация, г. Нальчик, ул. Чернышевского, 173
Тел.: +7 (916) 2371477
E-mail: aleksejvaganov4@gmail.com

✉ ADDRESS FOR CORRESPONDENCE:

Vaganov Aleksey Gennadievich

Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Hospital Surgery, Kabardino-Balkarian State University named after Kh.M. Berbekov; Associate Professor of the Department of International Medical Education, Kadyrov Chechen State University

360004, Russian Federation, Nalchik, Chernyshevsky str., 173
Tel.: +7 (916) 2371477
E-mail: aleksejvaganov4@gmail.com

ВКЛАД АВТОРОВ

Разработка концепции и дизайна исследования: ВАГ, КМР
Сбор материала: ААД, ШАА, ККМ
Статистическая обработка данных: ААД, ШАА, ККМ
Анализ полученных данных: ВАГ, КМР
Подготовка текста: ААД
Редактирование: ВАГ, КМР
Общая ответственность: ВАГ

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Conception and design: VAG, KMR
Data collection: AAD, ShAA, KKM
Statistical analysis: AAD, ShAA, KKM
Analysis and interpretation: VAG, KMR
Writing the article: AAD
Critical revision of the article: VAG, KMR
Overall responsibility: VAG

Поступила 24.07.25
Принята в печать 26.02.26

Submitted 24.07.25
Accepted 26.02.26