

<https://doi.org/10.17238/2072-3180-2024-3-40-24>

УДК: 616-007.3:616.55-089.844:004.421.2/.4:612.089.6(045)



© Капралов С.В., Полиданов М.А., Барулина М.А., Волков К.А., Высоцкий Л.И., Абрамов А.М., Марченко В.С.,
Марченко В.С., 2024

Оригинальная статья/Original article

АЛЛОПЛАСТИКА ПЕРЕДНЕЙ БРЮШНОЙ СТЕНКИ: НЕОБХОДИМА ЛИ ФИКСАЦИЯ ИМПЛАНТА?

С.В. КАПРАЛОВ¹, М.А. ПОЛИДАНОВ^{2,3*}, М.А. БАРУЛИНА^{2,4,5}, К.А. ВОЛКОВ¹, Л.И. ВЫСОЦКИЙ¹,
А.М. АБРАМОВ¹, В.С. МАРЧЕНКО¹, В.С. МАРЧЕНКО¹

¹ ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет имени В.И. Разумовского» Минздрава России, 410012, Саратов, Россия

² Медицинский университет «Реавиз», 410076, Саратов, Россия

³ Университет «Реавиз», 198099, Санкт-Петербург, Россия

⁴ ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», 614068, Пермь, Россия;

⁵ Саратовский научный центр РАН, Институт проблем точной механики и управления РАН, 410028, Саратов, Россия

Резюме

Введение. В связи с малым количеством научных исследований о способах аллопластики при послеоперационных грыжах передней брюшной стенки необходимы и важны дальнейшие исследования.

Цель исследования. Сравнить в остром эксперименте биомеханические результаты аллопластики с фиксацией и без фиксации сеточного импланта.

Материалы и методы исследования. В качестве биологических моделей в эксперименте использовались 18 лабораторных крыс, породы «Стандарт», массой 400±50 г. В условиях экспериментальной операционной животным под общей анестезией в асептических условиях выполнялась аллопластика сетчатым имплантом (Эсфил, РФ) по технологии sublay. Были сформированы 2 группы наблюдения (по 9 оперированных крыс в каждой группе) в зависимости от способа аллопластики. В 1-ой группе производили аллопластику с фиксацией импланта сквозными П-образными швами. Во 2-ой группе имплант не фиксировался в ретромускулярном ложе. На 21-е сутки производился забор материала для биомеханического исследования. Оценка биомеханических свойств путем производилась на разрывной машине «INSTRON-5944».

Результаты. Было установлено, что разница биомеханических показателей после моделирования протезирующей аллопластики двумя разными методиками (с фиксацией и без фиксации) статистически не значима в области упругопластичных деформаций.

Заключение. В эксперименте было доказано, что биомеханическая прочность сепарационной аллопластики не зависит от способа фиксации импланта к брюшным мышцам.

Ключевые слова: вентральные грыжи; протезирующая аллопластика; биомеханические свойства сеточных имплантов; биомеханическая оценка методики установки сеточных имплантов

Конфликт интересов: отсутствует.

Для цитирования: Капралов С.В., Полиданов М.А., Барулина М.А., Волков К.А., Высоцкий Л.И., Абрамов А.М., Марченко В.С., Марченко В.С. Аллопластика передней брюшной стенки: необходима ли фиксация импланта? *Московский хирургический журнал*, 2024. № 3. С. 18–24. <https://doi.org/10.17238/2072-3180-2024-3-18-24>

Вклад авторов: Капралов С.В., Полиданов М.А., Барулина М.А., Волков К.А., Высоцкий Л.И., Абрамов А.М., Марченко В.С., Марченко В.С. – подготовка к публикации; Капралов С.В., Полиданов М.А., Барулина М.А. – статистический анализ и подготовка к публикации.

ANTERIOR ABDOMINAL WALL ALLOPLASTY: IS IMPLANT FIXATION NECESSARY?

SERGEY V. KAPRALOV¹, MAXIM. A. POLIDANOV^{2,3*}, MARINA A. BARULINA^{2,4,5}, KIRILL A. VOLKOV¹,
LEV I. VYSOTSKY¹, ANTON M. ABRAMOV¹, VLADISLAV S. MARCHENKO¹, VALERIA S. MARCHENKO¹

¹ Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky of the Ministry of Health of the Russian Federation, 410012, Saratov, Russia

² «Medical University «Reaviz», 410076, Saratov, Russia

³ University «Reaviz», 198099, Saint Petersburg, Russia

⁴ Perm State National Research University, 614068, Perm, Russia;

⁵ Saratov Scientific Center of RAS, Institute of Problems of Precision Mechanics and Control of RAS, 410028, Saratov, Russia

Abstract

Introduction. Due to the paucity of scientific studies on alloplasty techniques for postoperative anterior abdominal wall hernias, further research is needed and important.

The purpose of the study. To compare in an acute experiment the biomechanical results of alloplasty with and without mesh implant fixation.

Materials and methods of research. 18 laboratory rats of Standard breed, weighing 400 ± 50 g, were used as biological models in the experiment. In the experimental operating room under general anesthesia in aseptic conditions the animals underwent alloplasty with a mesh implant (Esfil, RF) according to the sublay technology. Two observation groups were formed (9 operated rats in each group) depending on the method of alloplasty. In the 1st group alloplasty with fixation of the implant with through U-shaped sutures was performed. In the 2nd group the implant was not fixed in the retromuscular bed. On the 21st day the material was taken for biomechanical study. The biomechanical properties were assessed by means of a tensile machine «INSTRON-5944».

Results. It was found that the difference in biomechanical indices after modeling prosthetic alloplasty with two different techniques (with and without fixation) was not statistically significant in the area of elastic-plastic deformations.

Conclusion. In the experiment it was proved that the biomechanical strength of separation alloplasty does not depend on the method of fixation of the implant to the abdominal muscles.

Key words: ventral hernias; prosthetic alloplasty; biomechanical properties of mesh implants; biomechanical evaluation of mesh implant technique

Conflict of interests: none.

For citation: Kapralov S.V., Polidanov M.A., Barulina M.A., Volkov K.A., Vysotsky L.I., Abramov A.M., Marchenko V.S., Marchenko V.S. Alloplasty of the anterior abdominal wall: is implant fixation necessary? *Moscow Surgical Journal*, 2024, № 3, pp. 18–24. <https://doi.org/10.17238/2072-3180-2024-3-18-24>

Contribution of the authors: Kapralov S.V., Polidanov M.A., Barulina M.A., Volkov K.A., Vysotsky L.I., Abramov A.M., Marchenko V.S., Marchenko V.S. - preparation for publication; Kapralov S.V., Polidanov M.A., Barulina M.A. - statistical analysis and preparation for publication.

Введение

Использование сеточных имплантов при аллопластике послеоперационных грыж передней брюшной стенки несомненно снижает частоту рецидивов [1–3]. В течение последних лет непрерывно совершенствовались различные методы позиционирования сеточных имплантов [4, 5]. В настоящее время доказано, что тип метода фиксации сеточного импланта оказывает существенное влияние на частоту рецидивов и осложнений, а также на качество жизни пациента [6, 7]. Так, минимально инвазивное хирургическое лечение послеоперационной грыжи зарекомендовало себя как безопасный и эффективный метод в большинстве мировых центров. В условиях продолжающихся научных дебатов о наилучших способах аллопластики послеоперационных грыж передней брюшной стенки необходимы и важны дальнейшие исследования, которые внесут дополнительный вклад в улучшение результатов лечения этих пациентов.

Цель исследования. Сравнить в остром эксперименте биомеханические результаты аллопластики с фиксацией и без фиксации сеточного импланта.

Материалы и методы

Исследование выполнено на базе кафедры факультетской хирургии и онкологии ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет имени В.И. Разумовского» Минздрава России. Разрешение проведения эксперимента отражено локальным этическим комитетом (ЛЭК) Саратовского государственного медицинского университета им. В.И. Разумовского (протокол ЛЭК номер 2 от 18.09.2023). Уход за животными и

проведение экспериментов осуществлялись согласно основным морально-этическим принципам проведения биомедицинских экспериментов на животных, сформулированных в следующих документах: «Правила лабораторной практики в РФ», утвержденные приказом Министерства здравоохранения и социального развития от 23.08.2010 № 708н, и «Международные рекомендации по проведению биомедицинских исследований с использованием животных», принятые Международным советом медицинских научных обществ (CIOMS) в 1985 г. В качестве биологических моделей в эксперименте использовались 18 лабораторных животных – крыс, породы «Стандарт», массой 400 ± 50 г. В условиях экспериментальной операционной животным под общей анестезией в асептических условиях выполнялась аллопластика сетчатым имплантом (Эсфил, РФ) по технологии sublay. Для этого после рассечения передней стенки влагалища прямых мышц живота формировали ретромускулярное ложе и размещали имплант размером 2х2 см, имитируя заднюю сепарационную аллопластику. Восстановлением белой линии живота укрывали имплант прямыми мышцами и передними пластинками их влагалищ. Формировали 2 группы наблюдения (по 9 оперированных крыс в каждой группе) в зависимости от способа аллопластики. В 1-ой группе производили аллопластику с фиксацией импланта сквозными П-образными швами, проведенными через мышечный массив латеральнее спигелевой линии живота (рис. 1). Во 2-ой группе имплант не фиксировался в ретромускулярном ложе (рис. 2).

На 21-е сутки производился забор материала для биомеханического исследования. Оценка биомеханических свойств путем производилась на разрывной машине «INSTRON-5944». С целью анализа данных испытаний брюшной стенки на растяжение, строили графики зависимости напряжений и деформаций от

времени. Анализировали напряжение (параметр, необходимый для сравнения напряженности структурных элементов ткани, полученный путем произведения относительной разрывной нагрузки на плотность ткани; Мпа), деформацию, с максимальным значением нагрузки (Н) и модуль Юнга (модуль упругости) (Па) в момент смены фаз биомеханического поведения и в

момент максимальной деформации, предшествовавшей разрыву лоскута. Статистическую обработку цифрового материала результатов исследования осуществляли с использованием пакета прикладных программ на языке программирования `scipy python`. Полученные цифровые данные были обработаны методами вариационного математического анализа.

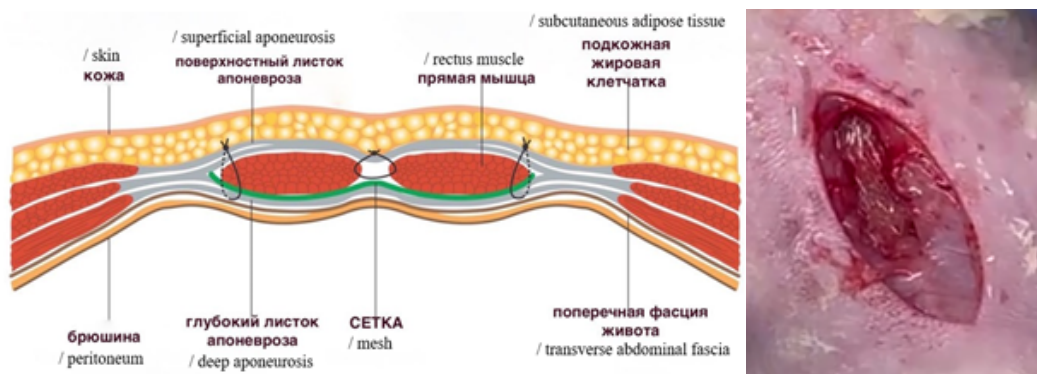


Рис. 1. Аллопластика с фиксацией сеточного импланта сквозными П-образными швами (1-ая группа)

Fig. 1. Alloplasty with mesh implant fixation with end-to-end U-shaped sutures (group 1)

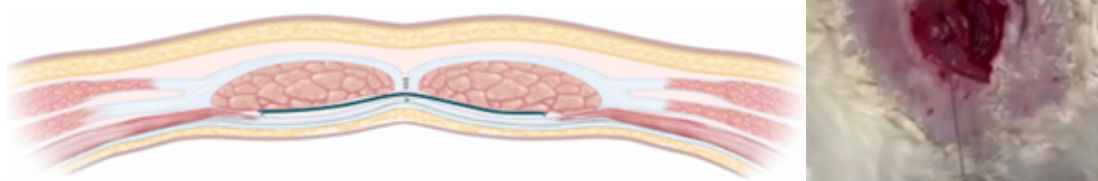


Рис. 2. Аллопластика без фиксации сеточного импланта (2-ая группа)

Fig. 2. Alloplasty without mesh implant fixation (group 2)

Результаты

Количественные данные в исследуемых группах были представлены в виде среднего арифметического (М), и среднеквадратического отклонения (SD; σ). Коэффициент доверия определяли как предельную ошибку выборки $\Delta X_{\text{ср.}}$, вычисляемую по формуле $\Delta X_{\text{ср.}} = t_{\alpha} \cdot \sigma_{\text{ср.}}$, т.е. предельная ошибка выборки равна t -кратному числу средних ошибок выборки [8–10]. Различия интерпретировались как достоверные при вероятности ошибки менее 5 % ($p < 0,05$), т.е. если $p > 0,05$, нулевая гипотеза – не отвергалась.

В результате сравнения показателей биомеханических свойств брюшной стенки в 1-ой группе (при фиксации сеточного импланта) были получены следующие усредненные значения нагрузки (Н), напряжения (Мпа), и модуля Юнга (Па):

(Н): $6,20 \pm 4,61$ ($\sigma = 3,26$), (Мпа): $0,06 \pm 0,13$ ($\sigma = 0,11$), и модуль Юнга (Па): $0,38 \pm 0,13$ ($\sigma = 0,10$); во 2-ой группе (без фиксации сеточного импланта): (Н): $8,96 \pm 4,02$ ($\sigma = 3,15$), (Мпа): $0,08 \pm 0,12$ ($\sigma = 0,10$), и модуль Юнга (Па): $0,23 \pm 0,11$ ($\sigma = 0,09$), что будет показано на рисунках 3–6.

Исходя из данных, представленных на рисунках 3–6, следует уточнить, что до 35 секунд исследуемый материал вел себя как упругопластический, а после – наблюдались неупругие процессы разрушения. В связи с чем сравнению подлежали характеристики до 35 секунд. Сравнение деформаций при растяжении различных образцов:

1 и 2 образцы: Statistics 0.283, p-value (p-уровень значимости) 5.946e-01. Различий нет (Нулевая гипотеза принимается);

1 и 3 образцы: Statistics 1.254, p-value (p-уровень значимости) 2.628e-01. Различий нет (Нулевая гипотеза принимается);

1 и 4 образцы: Statistics 2.825, p-value (p-уровень значимости) 9.280e-02. Различий нет (Нулевая гипотеза принимается);

1 и 5 образцы: Statistics 3.037, p-value (p-уровень значимости) 8.138e-02. Различий нет (Нулевая гипотеза принимается);

1 и 6 образцы: Statistics 2.825, p-value (p-уровень значимости) 9.283e-02. Различий нет (Нулевая гипотеза принимается);

2 и 3 образцы: Statistics 0.302, p-value (p-уровень значимости) 5.826e-01. Различий нет (Нулевая гипотеза принимается);

2 и 4 образцы: Statistics 1.227, p-value (p-уровень значимости) 2.679e-01. Различий нет (Нулевая гипотеза принимается);

2 и 5 образцы: Statistics 1.378, p-value (p-уровень значимости) 2.404e-01. Различий нет (Нулевая гипотеза принимается);

2 и 6 образцы: Statistics 1.233, p-value (p-уровень значимости) 2.669e-01. Различий нет (Нулевая гипотеза принимается);

3 и 4 образцы: Statistics 0.314, p-value (p-уровень значимости) 5.752e-01. Различий нет (Нулевая гипотеза принимается);

3 и 5 образцы: Statistics 0.415, p-value (p-уровень значимости) 5.194e-01. Различий нет (Нулевая гипотеза принимается);

3 и 6 образцы: Statistics 0.303, p-value (p-уровень значимости) 5.822e-01. Различий нет (Нулевая гипотеза принимается);

4 и 5 образцы: Statistics 0.008, p-value (p-уровень значимости) 9.278e-01. Различий нет (Нулевая гипотеза принимается);

4 и 6 образцы: Statistics 0.012, p-value (p-уровень значимости) 9.113e-01. Различий нет (Нулевая гипотеза принимается);

5 и 6 образцы: Statistics 0.015, p-value (p-уровень значимости) 9.034e-01. Различий нет (Нулевая гипотеза принимается).

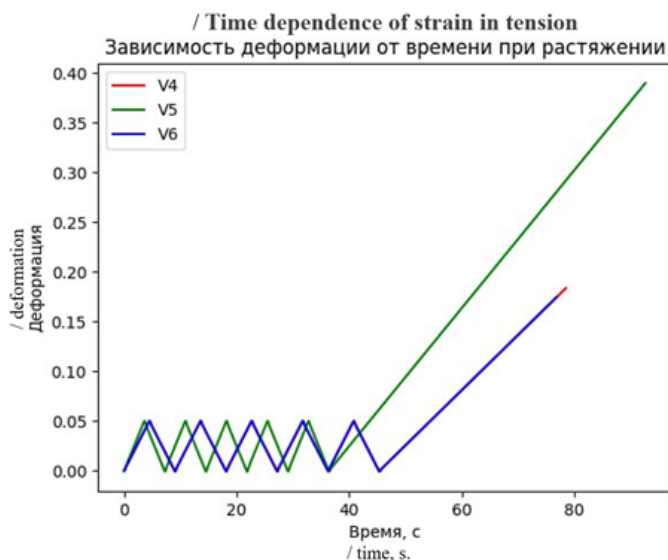


Рис. 3. График зависимости деформации от времени при растяжении трех наилучших образцов 1-ой группы (с фиксацией сеточного импланта)

Fig. 3. Graph of the strain versus time dependence in tension of the three best specimens of Group 1 (with mesh implant fixation)

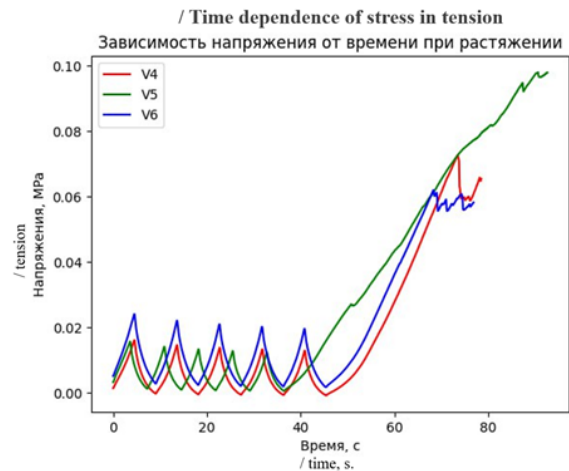


Рис. 4. График зависимости напряжения от времени при растяжении трех наилучших образцов 1-ой группы (с фиксацией сеточного импланта)

Fig. 4. Graph of stress versus time dependence in tension of three best specimens of group 1 (with mesh implant fixation)

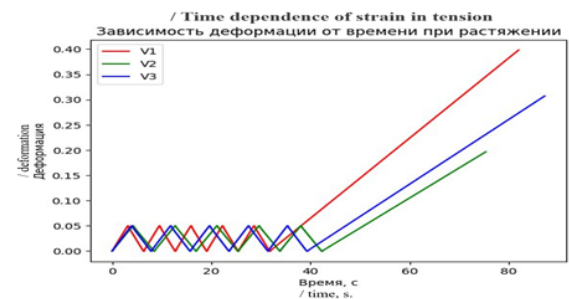


Рис. 5. График зависимости деформации от времени при растяжении трех наилучших образцов 2-ой группы (без фиксации сеточного импланта)

Fig. 5. Graph of the strain versus time dependence in tension of the three best specimens of group 2 (without mesh implant fixation)

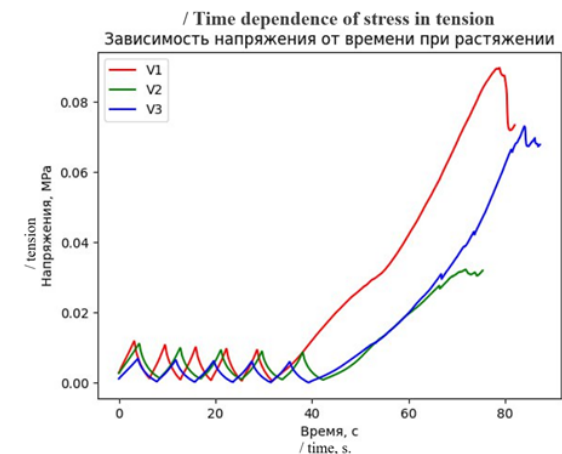


Рис. 6. График зависимости напряжения от времени при растяжении трех наилучших образцов 2-ой группы (без фиксации сеточного импланта)

Fig. 6. Graph of stress versus time in tension of three best specimens of group 2 (without mesh implant fixation)

Обсуждение результатов

Таким образом, при выборе оптимальной хирургической методики пластики брюшной стенки, несомненно, следует придерживаться дифференцированного подхода к лечению, учитывающего ширину грыжевых ворот, относительный объем грыжи и показатели внутрибрюшного давления.

Метод установки сеточного импланта без его фиксации при аллопластике передней брюшной становится все более распространенным, однако остается актуальным вопрос сохранения механической прочности воссозданной брюшной стенки при этом виде операции. В настоящем исследовании сравнивались результаты механической прочности протезированной брюшной стенки после фиксации импланта к мышцам и без нее. В ходе проведения эксперимента продемонстрировано, что механическая прочность брюшной стенки при моделировании задней сепарационной аллопластики по истечении 3-х недель после операции не зависит от способа фиксации импланта к мышцам.

Заключение

В экспериментальном исследовании при моделировании задней сепарационной аллопластики у лабораторных животных было доказано, что механическая прочность протезированной брюшной стенки в срок по истечении 3-х недель после операции не ухудшается при отказе от фиксации импланта к мышцам. Однако в связи с малым количеством подобных научных исследований, а также малой экспериментальной выборки для дальнейшей верификации результатов необходимо увеличить количество наблюдений в эксперименте.

Список литературы:

1. Belyansky I., Daes J., Radu V.G., Balasubramanian R., Reza Zahiri H., Weltz A.S., Sibia U.S., Park A., Novitsky Y. A novel approach using the enhanced-view totally extraperitoneal (eTEP) technique for laparoscopic retromuscular hernia repair. *Surg Endosc*, 2018, vol. 32, № 3, pp. 1525–1532.
2. Ермолов А.С., Благовестнов Д.А., Алексеев А.К., Упырев А.В., Ярцев П.А., Шляховский И.А., Корошвили В.Т., Бурбу А.В. Хирургическое лечение пациентов с большими и гигантскими послеоперационными вентральными грыжами. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*, 2019, № 9. С. 38–43.
3. Ермолов А.С. Выбор хирургической тактики в зависимости от величины вентральной грыжи и дефицита тканей брюшной стенки. *Московский хирургический журнал*, 2018. Т. 3. № 61. С. 78.
4. Rodríguez M., Gómez-Gil V., Pérez-Köhler B. et al. Polymer Hernia Repair Materials: Adapting to Patient Needs and Surgical Techniques. *Journal Materials (Basel)*, 2021, vol. 14, № 11, pp. 27–90.
5. Sheen A.J., Pilkington J.J., Baltatzis M., Tyurkylmaz A., Stathakis P., Jamdar S., Siriwardena A.K. Comparison of Mesh Fixation Techniques in Elective Laparoscopic Repair of Incisional Hernia-ReliaTack™ v ProTack™

(TACKoMesh) – A double-blind randomised controlled trial. *BMC Surg*, 2018, vol. 18, № 1, pp. 46.

6. Kroese L.F. et al. Primary and incisional ventral hernias are different in terms of patient characteristics and postoperative complications — a prospective cohort study of 4,565 patients. *Int J Surg*, 2018, № 51, pp. 114–119.

7. Etemad S.A., Huang L.C., Phillips S., Stewart T.G., Pierce R.A., Schneeberger S.J., Poulose B.K. Advantages of a Fixation-Free Technique for Open Retromuscular Ventral Hernia Repair. *Plast Reconstr Surg*, 2020, vol. 146, № 4, pp. 883–890.

8. Капралов С.В., Алипов В.В., Полиданов М.А., Кондрашкин И.Е., Блохин И.С., Расулов И.Ш., Тирбулатов Т.А. Совершенствование методики протезирующей аллопластики передней брюшной стенки. *Байкальский медицинский журнал*, 2023. Т. 2. № 1. С. 18–24.

9. Капралов С.В., Полиданов М.А., Масляков В.В., Волков К.А., Высоцкий Л.И., Медунов А.С., Марченко В.С., Абдулкадиров И.Р., Гамзатгаджиев Г.Ш. Экспериментальное обоснование выбора методики установки сетчатого имплантата при вентропластике передней брюшной стенки. *Оперативная хирургия и клиническая анатомия*, 2023. Т. 7. № 4. С. 33–39.

10. Капралов С.В., Алипов В.В., Полиданов М.А., Мусаелян А.Г., Волков К.А., Высоцкий Л.И. Математические и алгоритмические методы сравнительной оценки результатов протезирующей аллопластики в эксперименте. *Медицинская наука и образование Урала*. 2023. Т. 24. № 4 (116). С. 113–116.

References:

1. Belyansky I., Daes J., Radu V.G., Balasubramanian R., Reza Zahiri H., Weltz A.S., Sibia U.S., Park A., Novitsky Y. A novel approach using the enhanced-view totally extraperitoneal (eTEP) technique for laparoscopic retromuscular hernia repair. *Surg Endosc*, 2018, vol. 32, № 3, pp. 1525–1532.
2. Ermolov A.S., Blagovestnov D.A., Alekseev A.K., Upyrev A.V., Yartsev P.A., Shlyakhovskiy I.A., Koroshvili V.T., Burbu A.V. Surgical treatment of patients with large and giant postoperative ventral hernias. *Surgery. Journal named after N.I. Pirogov*, 2019, № 9, pp. 38–43.
3. Ermolov A.S. Choice of surgical tactics depending on the size of ventral hernia and abdominal wall tissue deficit. *Moscow Surgical Journal*, 2018, vol. 3, № 61, P. 78.
4. Rodríguez M., Gómez-Gil V., Pérez-Köhler B. et al. Polymer Hernia Repair Materials: Adapting to Patient Needs and Surgical Techniques. *Journal Materials (Basel)*, 2021, vol. 14, № 11, pp. 27–90.
5. Sheen A.J., Pilkington J.J., Baltatzis M., Tyurkylmaz A., Stathakis P., Jamdar S., Siriwardena A.K. Comparison of Mesh Fixation Techniques in Elective Laparoscopic Repair of Incisional Hernia-ReliaTack™ v ProTack™ (TACKoMesh) – A double-blind randomised controlled trial. *BMC Surg*, 2018, vol. 18, № 1, pp. 46.
6. Kroese L.F. et al. Primary and incisional ventral hernias are different in terms of patient characteristics and postoperative complications — a prospective cohort study of 4,565 patients. *Int J Surg*, 2018, № 51, pp. 114–119.
7. Etemad S.A., Huang L.C., Phillips S., Stewart T.G., Pierce R.A., Schneeberger S.J., Poulose B.K. Advantages of a Fixation-Free Technique

for Open Retromuscular Ventral Hernia Repair. *Plast Reconstr Surg*. 2020, vol. 146, № 4, pp. 883–890.

8. Kapralov S.V., Alipov V.V., Polidanov M.A., Kondrashkin I.E., Blokhin I.S., Rasulov I.Sh., Tirbulatov T.A. Improvement of the technique of prosthetic ventroplasty of the anterior abdominal wall. *Baikal Medical Journal*, 2023, vol. 2, № 1, pp. 18–24.

9. Kapralov S.V., Polidanov M.A., Maslyakov V.V., Volkov K.A., Vysotsky L.I., Medunov A.S., Marchenko V.S., Abdulkadirov I.R., Gamzatgadzhev G.Sh. Experimental substantiation of the choice of the technique of mesh implant placement at ventroplasty of the anterior abdominal wall. *Russian Journal of Operative Surgery and Clinical Anatomy*, 2023, vol. 7, № 4, pp. 33–39.

10. Kapralov S.V., Alipov V.V., Polidanov M.A., Musaelian A.G., Volkov K.A., Vysotsky L.I. Mathematical and algorithmic methods of comparative evaluation of the results of prosthetic ventroplasty in experiment. *Medical Science and Education of the Urals*, 2023, vol. 24, № 4 (116), pp. 113–116.

Сведения об авторах:

Капралов Сергей Владимирович – д.м.н., доцент, заведующий кафедрой факультетской хирургии и онкологии, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Минздрава России; 410012, Россия, Саратов, ул. Большая Казачья, д. 112, email: sergejkapralov@yandex.ru, ORCID: 0000-0001-5859-7928

Полиданов Максим Андреевич – специалист научно-исследовательского отдела, ассистент кафедры медико-биологических дисциплин, Университет «Реавиз», 198099, ул. Калинина, д. 8, корп. 2, лит. А, Санкт-Петербург, Россия; аспирант кафедры хирургических болезней, Медицинский университет «Реавиз», 410012, Россия, Саратов, ул. Верхний рынок, корп. 10, email: maksim.polidanoff@yandex.ru, ORCID: 0000-0001-7538-7412

Барулина Марина Александровна – д.ф.м.н., профессор, профессор кафедры естественно-научных дисциплин, Медицинский университет «Реавиз», 410012, ул. Верхний рынок, корп. 10, г. Саратов, Россия; д.ф.м.н., директор Физико-математического института, ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»; 614068, ул. Букирева, 15, г. Пермь, Россия; заведующий лабораторией «Анализ и синтез динамических систем в прецизионной механике», Саратовский научный центр РАН, Институт проблем точной механики и управления РАН, 410028, Россия, Саратов, ул. Рабочая, 24, email: marina@barulina.ru, ORCID: 0000-0003-3867-648X

Волков Кирилл Андреевич – студент 2 курса лечебного факультета, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Минздрава России; 410012, Россия, Саратов, ул. Большая Казачья, д. 112, email: kvolee@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-3803-2644

Высоцкий Лев Ильич – студент 4 курса педиатрического факультета, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Минздрава Рос-

сии; 410012, Россия, Саратов, ул. Большая Казачья, д. 112, email: levavysotskij@icloud.com, ORCID: 0009-0007-4956-4981

Абрамов Антон Максимович – студент 4 курса педиатрического факультета, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Минздрава России; 410012, Россия, Саратов, ул. Большая Казачья, д. 112, email: rubickante@gmail.com, ORCID: 0009-0004-6629-5304

Марченко Владислав Сергеевич – врач-ординатор кафедры урологии, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Минздрава России; 410012, Россия, Саратов, ул. Большая Казачья, д. 112, email: vladis.mar4enko2016@yandex.ru, ORCID: 0009-0006-8652-5298

Марченко Валерия Сергеевна – студентка 2 курса лечебного факультета, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Минздрава России; 410012, Россия, Саратов, ул. Большая Казачья, д. 112, email: mark2019tw@gmail.com, ORCID: 0009-0006-7697-2211

Information about the authors:

Kapralov Sergey Vladimirovich – Doctor of Medicine Sciences, associate professor, Head of the Department of Faculty Surgery and Oncology, Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky of the Ministry of Health of the Russian Federation, 410012, Bolshaya Kazachya St., 112, Saratov, Russia, email: sergejkapralov@yandex.ru, ORCID: 0000-0001-5859-7928

Polidanov Maxim Andreevich – research department specialist, assistant of the Department of Biomedical Disciplines, University «Reaviz», 198099, Kalinina St., 8, bld. 2, lit. A, Saint Petersburg, Russia; Postgraduate student of the Department of Surgical Diseases, Medical University «Reaviz», 410012, Verkhny Market St., Bldg. 10, Saratov, Russia; email: maksim.polidanoff@yandex.ru, ORCID: 0000-0001-7538-7412

Barulina Marina Aleksandrovna – Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Department of Natural Sciences, Medical University «Reaviz», 410012, Verkhny Market St., Bldg. 10, Saratov, Russia; Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Director of the Institute of Physics and Mathematics, Perm State National Research University, 614068, Bukirev St., 15, Perm, Russia; Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Head of the Laboratory «Analysis and Synthesis of Dynamic Systems in Precision Mechanics», Chief Researcher, Saratov Scientific Center of RAS, Institute of Problems of Precision Mechanics and Control of RAS, 410028, Rabochaya St., 24, Saratov, Russia, email: marina@barulina.ru ORCID: 0000-0003-3867-648X

Volkov Kirill Andreevich – 2-nd year student of the Faculty of Medicine, Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky of the Ministry of Health of the Russian Federation, 410012, Bolshaya Kazachya St., 112, Saratov, Russia, email: kvolee@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-3803-2644

Vysotsky Lev Ilyich – 4-th year student of the Faculty of Pediatrics, State Medical University named after V.I. Razumovsky of the Ministry of Health of the Russian Federation, 410012, Bolshaya Kazachya St.,

112, Saratov, Russia, email: levavysokij@icloud.com, ORCID: 0009-0007-4956-4981

Abramov Anton Maksimovich – 4-th year student of the Faculty of Pediatrics, State Medical University named after V.I. Razumovsky of the Ministry of Health of the Russian Federation, 410012, Bolshaya Kazachya St., 112, Saratov, Russia, email: rubickante@gmail.com, ORCID: 0009-0004-6629-5304

Marchenko Vladislav Sergeevich – resident physician, Department of Urology, State Medical University named after V.I. Razumovsky of the Ministry of Health of the Russian Federation, 410012, Bolshaya Kazachya St., 112, Saratov, Russia, email: vladis.mar4enko2016@yandex.ru, ORCID: 0009-0006-8652-5298

Marchenko Valeria Sergeevna – 2-nd year student of the Faculty of Medicine, State Medical University named after V.I. Razumovsky of the Ministry of Health of the Russian Federation, 410012, Bolshaya Kazachya St., 112, Saratov, Russia, email: mark2019tw@gmail.com, ORCID: 0009-0006-7697-2211