

<https://doi.org/10.17238/2072-3180-2025-1-23-29>

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

© Полиданов М.А., Высоцкий Л.И., Гавруков Д.С., Капралов С.В., Барулина М.А., Расулов И.Ш., Волков К.А., Абрамов А.М., 2024

Оригинальная статья/Original article



ИЗУЧЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ БИОМЕХАНИЧЕСКИХ И МОРФОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПРОТЕЗИРУЮЩЕЙ АЛЛОПЛАСТИКИ ОТ МЕТОДИКИ ПОДШИВАНИЯ СЕТОЧНОГО ИМПЛАНТА

М.А. ПОЛИДАНОВ^{1,2*}, Л.И. ВЫСОЦКИЙ³, Д.С. ГАВРУКОВ⁴, С.В. КАПРАЛОВ³, М.А. БАРУЛИНА^{2,5,6}, И.Ш. РАСУЛОВ⁷, К.А. ВОЛКОВ³, А.М. АБРАМОВ³

¹Университет «Реавиз», 198099, Санкт-Петербург, Россия

²Медицинский университет «Реавиз», 410012, Саратов, Россия

³ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет имени В.И. Разумовского» Минздрава России, 410012, Саратов, Россия

⁴Городская клиническая больница имени С.С. Юдина, 115446, Москва, Россия

⁵ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», 614068, Пермь, Россия;

⁶Саратовский научный центр РАН, Институт проблем точной механики и управления РАН, 410028, Саратов, Россия

⁷ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр акушерства, гинекологии и перинатологии им. академика В.И. Кулакова» Минздрава России, 117997, Москва, Россия

Резюме

Введение. В связи с малым количеством научных исследований о способах аллопластики при послеоперационных грыжах передней брюшной стенки по-прежнему существует острая необходимость поиска новых методик аллопластики передней брюшной стенки, а также разработки и внедрения хирургических сеточных имплантов.

Цель исследования. Изучение зависимости биомеханических и морфологических свойств протезирующей аллопластики от методики подшивания сеточного импланта.

Материалы и методы исследования. В качестве биологических моделей в эксперименте использовались 36 лабораторных крыс, породы «Стандарт», массой 400±50 г. В условиях острого эксперимента лабораторным животным под общей анестезией в асептических условиях выполнялась аллопластика сетчатым имплантом (Эсфил, РФ) по технологии sublay. Были сформированы 2 группы наблюдения (по 18 прооперированных крыс в каждой группе) в зависимости от выполненного способа аллопластики. В 1-ой группе производили аллопластику с фиксацией импланта сквозными П-образными швами, тогда как во 2-ой группе имплант не фиксировался. На 21-е сутки производился забор материала для биомеханического и морфологического исследований. Полученные цифровые данные с разрывной машины «INSTRON-5944» были обработаны методами вариационного математического анализа.

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 ходе биомеханического и морфологического исследований было доказано, что прочность брюшной стенки при моделировании задней сепарационной аллопластики не зависит от способа фиксации импланта к брюшным мышцам.

Ключевые слова: вентральные грыжи; протезирующая аллопластика; биомеханические свойства сеточных имплантов; биомеханическое исследование свойств протезирующей аллопластики, морфологическая оценка.

Конфликт интересов: отсутствует.

Для цитирования: Полиданов М.А., Высоцкий Л.И., Гавруков Д.С., Капралов С.В., Барулина М.А., Расулов И.Ш., Волков К.А., Абрамов А.М. Изучение зависимости биомеханических и морфологических свойств протезирующей аллопластики от методики подшивания сеточного импланта. *Московский хирургический журнал*, 2025. № 1. С. 23–29. <https://doi.org/10.17238/2072-3180-2025-1-23-29>

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

STUDY OF THE DEPENDENCE OF BIOMECHANICAL AND MORPHOLOGICAL PROPERTIES OF PROSTHETIC ALLOPLASTY ON THE MESH IMPLANT SUTURING TECHNIQUE

MAXIM. A. POLIDANOV^{1,2*}, LEV I. VYSOTSKY³, DMITRY S. GAVRUKOV⁴, SERGEY V. KAPRALOV³,
MARINA A. BARULINA^{2,5,6}, ISLAM SH. RASULOV⁷, KIRILL A. VOLKOV³, ANTON M. ABRAMOV³

¹University «Reaviz», 198099, Saint Petersburg, Russia

²«Medical University «Reaviz», 410012, Saratov, Russia

³Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky of the Ministry of Health of the Russian Federation, 410012, Saratov, Russia

⁴S.S. Yudin City Clinical Hospital, 115446, Moscow, Russia

⁵Perm State National Research University, 614068, Perm, Russia;

⁶Saratov Scientific Center of RAS, Institute of Problems of Precision Mechanics and Control of RAS, 410028, Saratov, Russia

⁷National Medical Research Center for Obstetrics, Gynecology and Perinatology named after Academician V.I. Kulakov of Ministry of Health of Russian Federation, 117997, Moscow, Russia

Abstract

Introduction. Due to the small number of scientific studies on alloplasty techniques for postoperative anterior abdominal wall hernias, there is still an urgent need to search for new techniques of anterior abdominal wall alloplasty, as well as the development and implementation of surgical mesh implants.

The purpose of the study. Study of the dependence of biomechanical and morphological properties of prosthetic alloplasty on the mesh implant suturing technique.

Materials and methods of research. 36 laboratory rats of Standard breed, weighing 400±50 g, were used as biological models in the experiment. In the conditions of acute experiment, the laboratory animals under general anesthesia in aseptic conditions underwent alloplasty with a mesh implant (Esfil, RF) according to the sublay technology. Two observation groups were formed (18 operated rats in each group) depending on the performed method of alloplasty. In the 1st group alloplasty with fixation of the implant with through U-shaped sutures was performed, whereas in Group 2 the implant was not fixed. On the 21-st day, material was collected for biomechanical and morphologic studies. The digital data obtained from the INSTRON-5944 bursting machine were processed by methods of variational mathematical analysis.

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 course of biomechanical and morphological studies, it was proved that the strength of the abdominal wall in modeling posterior 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 study of prosthetic alloplasty properties, morphological evaluation.

Conflict of interests: none.

For citation: Polidanov M.A., Vysotsky L.I., Gavrukov D.S., Kapralov S.V., Barulina M.A., Rasulov I.Sh, Volkov K.A., Abramov A.M. Study of the dependence of biomechanical and morphological properties of prosthetic alloplasty on the mesh implant suturing technique. *Moscow Surgical Journal*, 2025, № 1, pp. 23–29. <https://doi.org/10.17238/2072-3180-2025-1-23-29>

Contribution of the authors: Polidanov M.A., Vysotsky L.I., Gavrukov D.S., Kapralov S.V., Barulina M.A., Rasulov I.Sh, Volkov K.A., Abramov A.M. – preparation for publication; Kapralov S.V., Polidanov M.A., Barulina M.A. – statistical analysis and preparation for publication.

Введение

Вопросы хирургического лечения вентральных грыж до сих пор остаются в ряду самых важных проблем абдоминальной хирургии [1–3]. На современном этапе развития аллопластики сформирована четкая позиция о недостаточной надежности аутопластических методик при отсутствии дифференцированного подхода к их применению [4, 5]. Так, замещение грыжевого дефекта и неполноценных собственных тканей сеточными имплантами несомненно снижает частоту рецидивов [6, 7].

В связи с чем, является бесспорным, что 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. Изучение зависимости биомеханических и морфологических свойств протезирующей аллопластики от методики подшивания 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 36 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 2×2 см, имитируя заднюю сепарационную аллопластику. Для восстановления белой линии живота укрывали имплант прямыми мышцами и передними пластинками их влагалищ. Формировали 2 группы наблюдения (по 18 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, во 2-ой группе – без фиксации.

На 21-е сутки производился забор материала для биомеханического и морфологического исследований. Оценка биомеханических свойств 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.

Морфологическому исследованию подвергались образцы тканей из фрагментов брюшной стенки, содержащих имплантаты. Срезы окрашивали гематоксилином и эозином и пикрофуксином по Ван-Гизону для оценки общей морфологической картины.

Полученные цифровые данные с разрывной машины «INSTRON-5944» были обработаны методами вариационного математического анализа. 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 $\Delta X_{\text{ср.}} = t_{\text{ср.}}$, 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.

Результаты

В результате сравнения показателей биомеханических свойств брюшной стенки в 1-ой группе (при фиксации сетчатого 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 сетчатого 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 1–4.

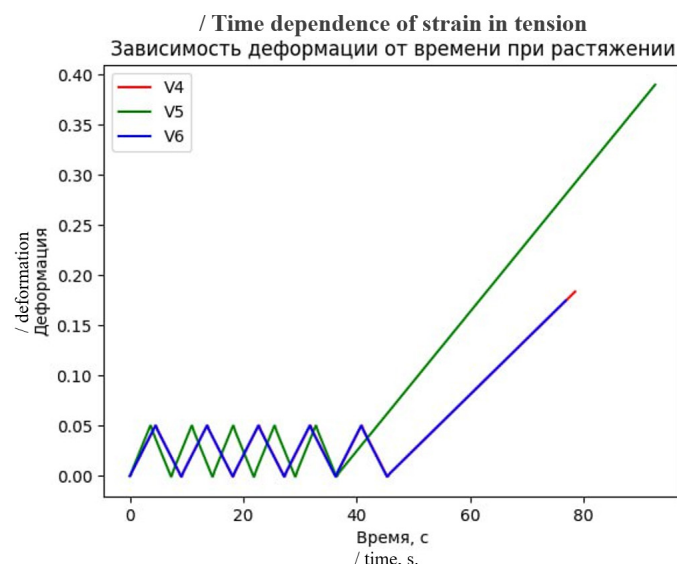


Рис. 1. График зависимости деформации от времени при растяжении трех наилучших образцов 1-ой группы (с фиксацией сетчатого импланта)

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

Исходя из данных, представленных на рисунках 1–4, следует уточнить, что до 35 секунд исследуемый материал вел себя как упругопластический, а после – уже были выявлены неупругие процессы разрушения. В связи с чем, сравнению подлежали характеристики до 35 секунд. Представляем 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).

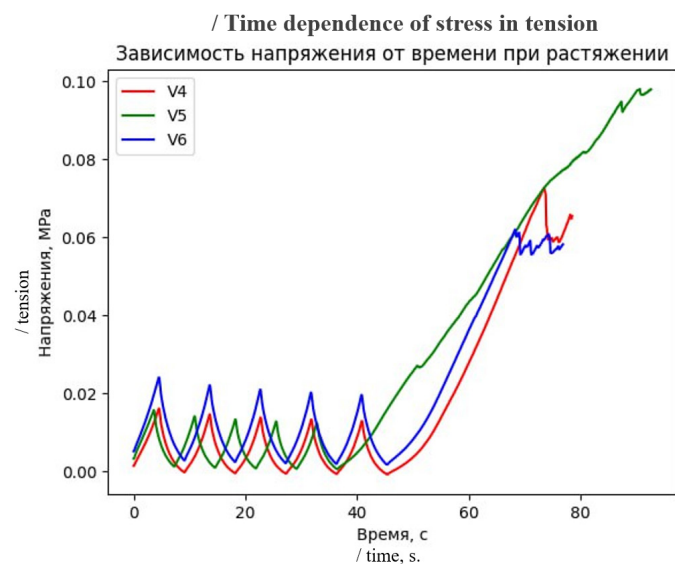


Рис. 2. График зависимости напряжения от времени при растяжении трех наилучших образцов 1-ой группы (с фиксацией сеточного импланта)

Fig. 2. Graph of stress versus time dependence in tension of three best specimens of group 1 (with mesh implant fixation)

При морфологическом исследовании среди соединительной ткани, были выявлены кистозные полостные образования, ограниченные хорошей соединительнотканной капсулой, что, по данным биомеханического исследования, и обеспечило наибольшую прочность и стабильность (рис. 5). Такое соотношение компонентов свидетельствует также о наличии у гладкой мезотелиальной поверхности антиадгезивных свойств, способствующих сохранению функциональной подвижности мышц живота.

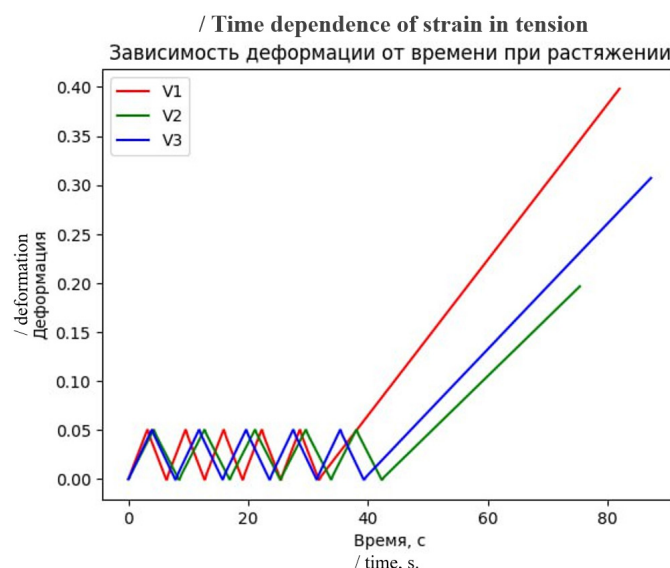


Рис. 3. График зависимости деформации от времени при растяжении трех наилучших образцов 2-ой группы (без фиксации сеточного импланта)

Fig. 3. Graph of the strain versus time dependence in tension of the three best specimens of group 2 (without mesh implant fixation)

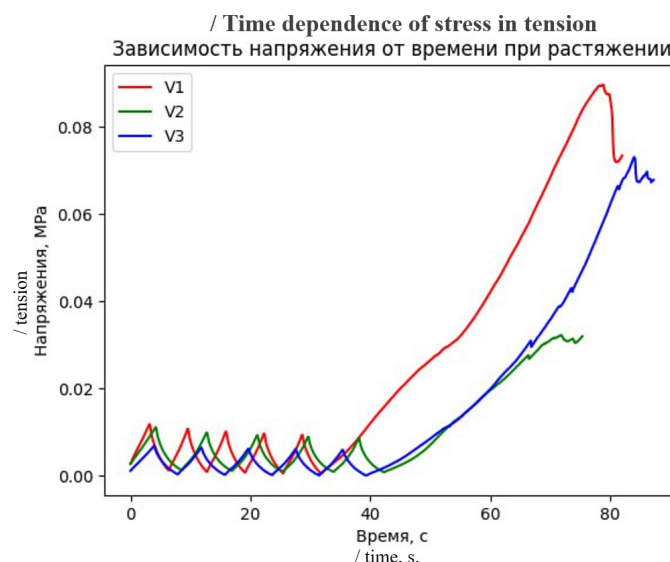


Рис. 4. График зависимости напряжения от времени при растяжении трех наилучших образцов 2-ой группы (без фиксации сеточного импланта)

Fig. 4. Graph of stress versus time in tension of three best specimens of group 2 (without mesh implant fixation)

Обсуждение результатов

Таким образом, в ходе проведения хирургического эксперимента была подтверждена способность к формированию полноценной соединительной ткани в области дефекта. 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.

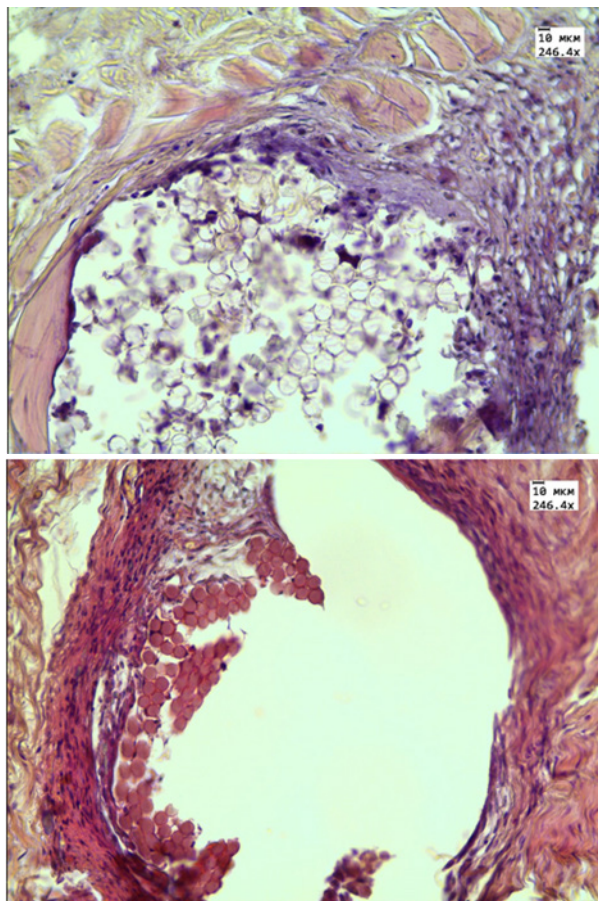


Рис. 5. Морфологическая картина образцов тканей из фрагментов брюшной стенки, содержащих имплантаты (1-ой и 2-ой группы, соответственно)
Примечание. 1) Срезы окрашены гематоксилином и эозином и пикрофуксином по Ван-Гизону; 2) Увеличение 200

Fig. 5. Morphologic patterns of tissue samples from abdominal wall fragments containing implants (Group 1 and Group 2, respectively)
Note. 1) Sections were stained with hematoxylin and eosin and Van-Gizon picrofuchsin; 2) Magnification 200

Однако изучение методов установки сетчатого импланта с фиксацией или без его фиксации при аллопластике передней брюшной становится все более открытым и актуальным.

При сравнении биомеханических свойств прочности протезированной брюшной стенки после фиксации импланта к мышцам и без нее было 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. Более того, было установлено, что только до 35 секунд исследуемый материал ведет себя как упругопластический, а после – уже наблюдаются неупругие процессы разрушения.

Заключение

Ввиду внедрения разнообразных методов аллопластики передней брюшной стенки, а также отсутствия патогенетического обоснования показаний к каждому из них нами выполнена работа по изучению зависимости биомеханических и морфологических свойств протезирующей аллопластики от методики подшивания сетчатого импланта. В остром эксперименте нами 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 [8–10]. Однако, в связи с малой экспериментальной выборкой для дальнейшей верификации результатов необходимо увеличить количество наблюдений и продолжить экспериментальное исследование.

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., Благостнов 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., Poulouse 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., Абдулкади-

ров И.Р., Гамзатгаджиев Г.Ш. Экспериментальное обоснование выбора методики установки сетчатого имплантата при аллопластике 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., Мусаелин 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., Shlyakhovsky 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. (In Russ.)

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, pp. 78. (In Russ.)

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., Poulouse 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., Gamzatgadzhiyev 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. (In Russ.)

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. (In Russ.)

Сведения об авторах:

Полиданов Максим Андреевич – специалист научно-исследовательского отдела, ассистент кафедры медико-биологических дисциплин, Университет «Реавиз», 198099, Россия, Санкт-Петербург, ул. Калинина, д. 8, кор. 2, лит. А, 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

Высоцкий Лев Ильич – студент 5 курса педиатрического факультета, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Минздрава России; 410012, Россия, Саратов, ул. Большая Казачья, д. 112, email: levavysotskij@icloud.com, ORCID: 0009-0007-4956-4981

Гавруков Дмитрий Сергеевич – врач-хирург, заведующий хирургическим отделением №4, Городская клиническая больница имени С.С. Юдина; 115446, Россия, Москва, Коломенский проезд, д. 4, email: dimagavrukov@inbox.ru

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

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, Россия, Пермь, ул. Букирева, 15, 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, д. 24, email: marina@barulina.ru, ORCID: 0000-0003-3867-648X

Расулов Ислам Шамилович – врач-ординатор 1 года обучения, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр акушерства, гинекологии и перинатологии им. академика В.И. Кулакова» Минздрава России, 117997, Москва, Россия; 127994, Россия, Москва, ул. Академика Опарина, д. 4, email: rs_islam1999@mail.ru, ORCID: 0000-0002-4477-5591

Волков Кирилл Андреевич – студент 3 курса лечебного факультета, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Минздрава России; 410012, ул. Большая Казачья, д. 112, г. Саратов, Россия, email: kvolee@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-3803-2644

Абрамов Антон Максимович – студент 5 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

the Ministry of Health of the Russian Federation, 410012, Bolshaya Kazachya St., 112, Saratov, Russia, email: rubickante@gmail.com, ORCID: 0009-0004-6629-5304

Information about the authors:

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

Vysotsky Lev Ilyich – 5-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: levavysotskij@icloud.com, ORCID: 0009-0007-4956-4981

Gavrukov Dmitry Sergeevich – Surgeon, Head of Surgical Department № 4, S.S. Yudin City Clinical Hospital; 115446, Kolomensky proezd, v. 4, Moscow, Russia, email: dimagavrukov@inbox.ru

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

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

Rasulov Islam Shamilovich – 1-st year resident physician, National Medical Research Center for Obstetrics, Gynecology and Perinatology named after Academician V.I. Kulakov of Ministry of Health of Russian Federation, 117997, Academician Oparin St., 4, Moscow, Russia, email: rs_islam1999@mail.ru, ORCID: 0000-0002-4477-5591

Volkov Kirill Andreevich – 3-rd 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

Abramov Anton Maksimovich – 5-th year student of the Faculty of Pediatrics, State Medical University named after V.I. Razumovsky of