

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ПРОТЕЗИРУЮЩЕЙ ВЕНТРОПЛАСТИКИ ПЕРЕДНЕЙ БРЮШНОЙ СТЕНКИ

Капралов С.В., Алипов В.В., Полиданов М.А., Кондрашкин И.Е., Блохин И.С.,
Расулов И.Ш., Тирбулатов Т.А.

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

РЕЗЮМЕ

Цель. Поиск более совершенной методики установления сеточного импланта при вентропластике передней брюшной стенки.

Материалы и методы. Моделирование протезирующей вентропластики осуществлено с применением лабораторных животных – кроликов массой 2000 ± 50 г и крыс массой 400 ± 50 г. В рамках эксперимента применён имплантационный сеточный материал – «Prolene» и «REPEREN». Вентропластика была выполнена с применением следующих методик: onlay, inlay и sublay. Фиксация импланта осуществлялась с помощью непрерывного шва. На 21-е сутки эксперимента был осуществлён забор материала для исследования его биомеханических свойств и морфологических изменений. Оценка морфологической картины проведена на препаратах, окрашенных гематоксилином-эозином и пикрофуксином по Ван-Гизону. Биомеханические свойства исследовались с помощью разрывной машины «INSTRON-5944» (Instron, США).

Результаты. В ходе сравнения показателей биомеханических свойств брюшной стенки с максимальным значением нагрузки (Н), напряжения (Мпа), и модуля Юнга была подтверждена статистически значимая зависимость биомеханических и морфологических свойств протезирующей вентропластики от методики подшивания сеточного импланта, а также обоснованы преимущества сепарационной вентропластики по технологии sublay.

Заключение. Проведённый эксперимент позволил подтвердить зависимость биомеханических и морфологических свойств протезирующей вентропластики от используемой методики подшивания сеточного импланта. Показаны преимущества сепарационной вентропластики по технологии sublay.

Ключевые слова: хирургия грыж, вентропластика, сетчатые импланты, биомеханические свойства сетчатых имплантов, морфология, методика постановки сетчатых имплантов

Для цитирования: Капралов С.В., Алипов В.В., Полиданов М.А., Кондрашкин И.Е., Блохин И.С., Расулов И.Ш., Тирбулатов Т.А. Совершенствование методики протезирующей вентропластики передней брюшной стенки. *Байкальский медицинский журнал*. 2023; 2(1): 18-24. doi: 10.57256/2949-0715-2023-2-1-18-24

IMPROVING THE TECHNIQUE OF PROSTHETIC VENTROPLASTY OF THE ANTERIOR ABDOMINAL WALL

Kapralov S.V., Alipov V.V., Polidanov M.A., Kondrashkin I.E., Blokhin I.S., Rasulov I.Sh.,
Tirbulatov T.A.

Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky, Saratov, Russia

ABSTRACT

The aim. Search for a more advanced technique for installing a mesh implant during ventroplasty of the anterior abdominal wall.

Materials and methods. Modeling of prosthetic ventroplasty was carried out using laboratory animals – rabbits weighing 2000 ± 50 g and rats weighing 400 ± 50 g. As part of the experiment, implantation mesh material was used: “Prolene” and “REPEREN”. Ventroplasty was performed using the following techniques: onlay, inlay and sublay. The implant was fixed with a continuous suture. On day 21 of the experiment, the material was collected to study its biomechanical and morphological properties.

Assessment of the morphological properties of preparations stained with hematoxylin-eosin and picrofuchsin according to Van Gieson was performed by histological methods. Biomechanical properties were evaluated using an INSTRON-5944 bursting machine.

Results. In the course of comparing the biomechanical properties of the abdominal wall with the maximum value of load (H), stress (Mpa), and Young's modulus, the following results were obtained, a statistically significant dependence of biomechanical and morphological properties of prosthetic ventroplasty on the mesh implant suturing technique was confirmed, and the advantages of sublay separation ventroplasty technology were scientifically substantiated.

Conclusion. The experiment made it possible to confirm the dependence of biomechanical and morphological properties of prosthetic ventroplasty on the technique of mesh implant stitching used, to substantiate the advantages of separation ventroplasty using sublay technology.

Key words: *hernia surgery, ventroplasty, mesh implants, biomechanical properties of mesh implants, morphology, mesh implant placement technique*

For citation: Kapralov S.V., Alipov V.V., Polidanov M.A., Kondrashkin I.E., Blokhin I.S., Rasulov I.Sh., Tirbulatov T.A. Improving the technique of prosthetic ventroplasty of the anterior abdominal wall. *Baikal Medical Journal*. 2023; 2(1): 18-24. doi: 10.57256/2949-0715-2023-2-1-18-24

ВВЕДЕНИЕ

Стремительный прогресс в научно-практической хирургии на сегодняшний день обусловил приоритет использования протезирующей герниопластики путём имплантации новейших высокотехнологических сеточных трансплантатов для вентропластики. Так, на территории Российской Федерации в 2021 г только по поводу послеоперационной вентральной грыжи было проведено более 50 тысяч операций (45 случаев на 100 тыс. взрослого населения) [1, 2]. Стоит отметить, что при хирургическом лечении грыж передней брюшной стенки предлагается разнообразное количество способов постановки и закрепления сеточного импланта.

При анализе литературных данных мы отметили, что в ряде статей учитываются только морфологические свойства сеточных материалов [3–7]. Однако биомеханические свойства имплантов остаются не до конца изученными. Важные характеристики сеточного материала, такие как адгезия и прочность, в полной мере оцениваются с помощью исследований биомеханических свойств материала в совокупности с морфологическими данными. Комплексное изучение различных свойств сетчатых имплантов играет ключевую роль в совершенствовании методики протезирующей вентропластики.

Однако существует ещё одна проблема, с которой сталкиваются хирурги, — это поиск идеального расположения сеточного импланта. Существует достаточно много вариантов установки и закрепления сеточного импланта в хирургии грыж брюшной стенки.

В связи с этим **цель исследования** состояла в выявлении наиболее эффективной методики постановки сеточного импланта при вентропластике брюшной стенки.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование выполнено на базе кафедры оперативной хирургии и топографической анатомии ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Минздрава России. Эксперименты на животных проводили в соответствии с приказами «Об утверждении правил проведения работ с использованием экспериментальных животных» (приказ Минвуза СССР № 742 от 13.11.1984), «Об утверждении правил лабораторной практики в Российской Федерации» (приказ МЗ РФ № 267 от 19.06.2003); подписаниями Европейской конвенции по защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и других научных целей (Страсбург, 1986); Международными руководящими принципами для биомедицинских исследований с исполь-

зованием животных, принятыми в 1985 г. Международным советом медицинских научных обществ (CIOMS) (обновлены в 2012 г.). В качестве биологической модели эксперимента использовалась группа из 18 лабораторных животных — кроликов-самок породы «Белый Ватикан», возрастом 1 год, массой 2000 ± 50 г; а также группа из 18 лабораторных животных — крыс породы «Стандарт», массой 400 ± 50 г. Вентропластика выполнялась в вариантах onlay, inlay и sublay. Животных распределяли на три группы (по 6 крыс и 6 кроликов) в зависимости от способов установки сеточного импланта: в 1-й группе сеточный имплант устанавливали по способу onlay; во 2-й группе — по способу inlay; в 3-й группе — по способу sublay. В качестве имплантационного сеточного материала использовались «Prolene» и «REPEREN». В каждой группе также было распределение по виду установки сеточного импланта (каждый сеточный имплант «Prolene» и «Reperen» устанавливался 3 кроликам и 3 крысам). Сетчатый имплант фиксирован непрерывным швом. Забор материала для биомеханического и морфологического исследований проводился на 21-е сутки.

Оценка морфологических свойств препаратов, окрашенных гематоксилин-эозином и пикрофуксином по Ван-Гизону, выполнялась гистологическими методами. Биомеханические свойства исследованы с помощью разрывной машины «INSTRON-5944» (Instron, США). При испытаниях образцов брюшной стенки на растяжение выполнялось построение графика зависимости деформации от напряжения в лоскутах (кривая «напряжение — натяжение»). Анализировались следующие показатели: напряжение (Мпа), деформация с максимальным значением нагрузки (Н), модуль Юнга (модуль упругости) в момент смены фаз биомеханического поведения и в момент максимальной деформации, предшествовавшей разрыву лоскута [8].

Статистическую обработку цифрового материала результатов исследования осуществляли с использованием пакета прикладных программ Statistica 10.0 (StatSoft Inc., США). Для анализа данных результатов исследования применяли методы статистики для малой выборки: однофакторный дисперсионный анализ; критерий точной вероятности Фишера; U-критерий Манна — Уитни; медианный критерий; t-критерий Уилкоксона. Для проверки нулевой гипотезы при вычислении t-статистики число степеней свободы определяли как $df = n - 1$. Основанием для оценки результатов сравнения t-распределения (для малых выборок) с нормальным распределением (z) было принятие расхождений значений t и z , которые имеют тенденцию возрастать с уменьшением df (степеней свободы) и снижаться с их увеличением. Количественные данные в исследуемых группах были представлены в виде среднего арифметического (M) и среднеквадратического отклонения (SD).

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 [9]. Различия интерпретировались как статистически значимые при вероятности ошибки менее 5 % ($p < 0,05$), т. е. если $p > 0,05$, нулевая гипотеза могла быть принята.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

При оценке биомеханических свойств сеточных имплантов получены максимальные значения нагрузки (Н), напряжения (Мпа) и модуля Юнга: при моделировании по методике onlay $H = 11,14 \pm 4,61$, Мпа = $0,24 \pm 0,15$, модуль Юнга – $0,86 \pm 0,43$; по методике inlay – $H = 4,24 \pm 1,46$, Мпа = $0,04 \pm 0,16$, модуль Юнга – $0,117 \pm 0,46$; по методике sublay – $H = 41,23 \pm 1,22$, Мпа = $0,23 \pm 0,11$, модуль Юнга – $0,43 \pm 0,03$. Разница биомеханических показателей после моде-

лирования протезирующей вентропластики тремя методиками статистически значима ($p < 0,05$).

Ввиду малой выборки результатов исследования, данные были проанализированы методами однофакторного дисперсионного анализа с получением принятия нулевой гипотезы [10].

При гистологическом исследовании препаратов, полученных в экспериментах подшивания сеточного импланта по технологии inlay, среди волокон соединительной ткани отмечалось большое количество кист (сеточный имплант), а также атрофирующиеся мышечные волокна (рис. 1). Местами располагались клеточные инфильтраты из лимфоцитов и гистиоцитов (признаки межучного пролиферативного воспаления).

В препаратах, полученных в экспериментах подшивания сеточного импланта по технологии onlay, среди соединительной ткани располагались кистозные полостные образования и атрофирующиеся мышечные волокна. В одной из кист в просвете определяются округлые розовые образования – шовный материал с перифокальной клеточ-

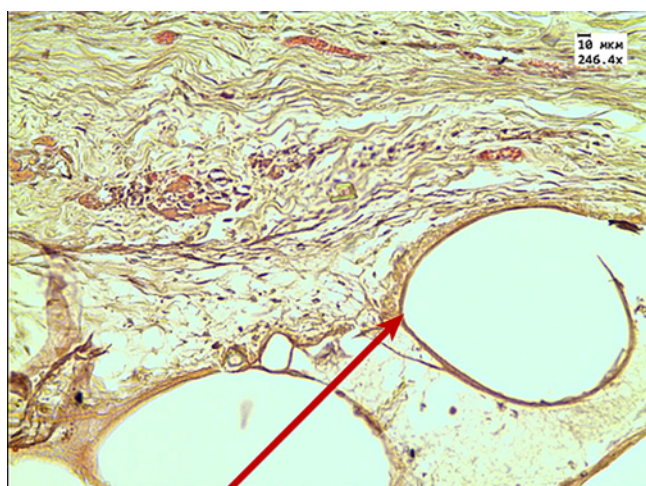


РИС. 1. Морфологическая картина препаратов, полученных в экспериментах подшивания сеточного импланта по технологии inlay. Увеличение $\times 200$

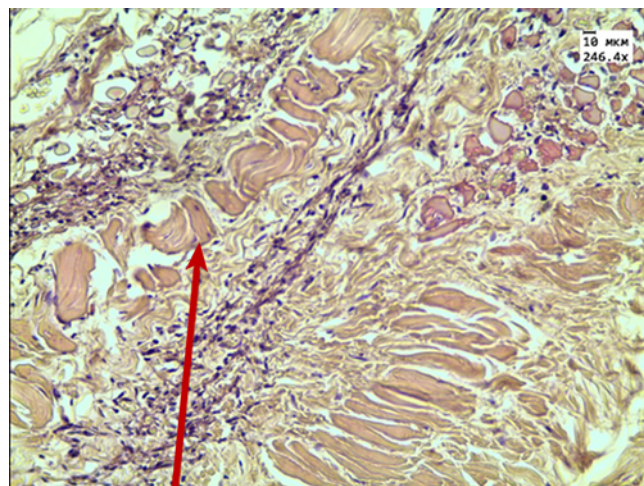


РИС. 2. Морфологическая картина препаратов, полученных в экспериментах подшивания сеточного импланта по технологии onlay. Увеличение $\times 200$

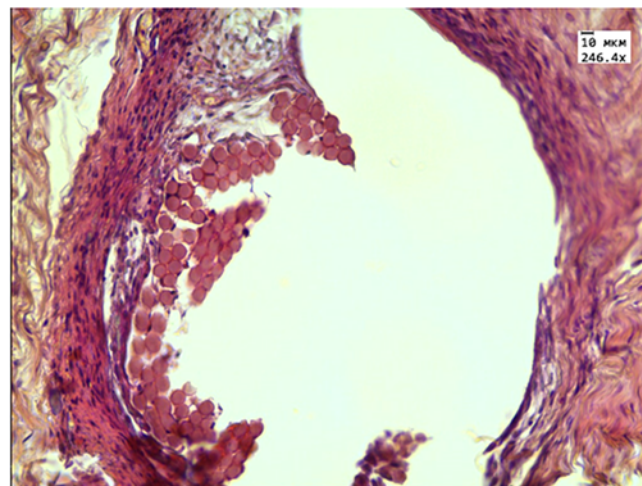
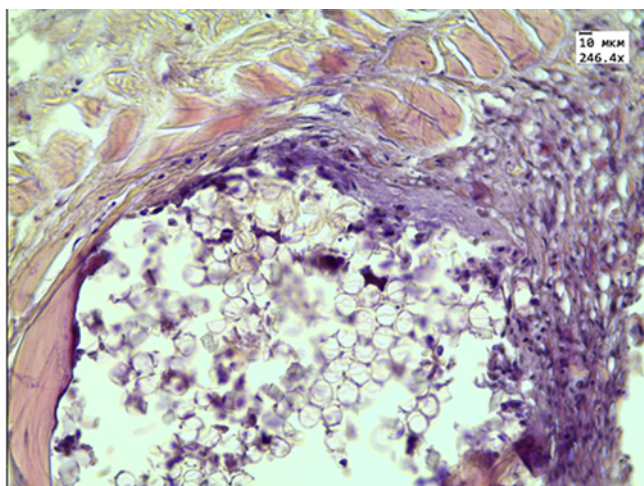


РИС. 3. Морфологическая картина препаратов, полученных в экспериментах подшивания сеточного импланта по технологии sublay. Увеличение $\times 200$

ной инфильтрацией из лимфоцитов и гистиоцитов (пролиферативное воспаление) (рис. 2). В одном из полей зрения — фрагмент жировой клетчатки с очагом гнойного воспаления.

При морфологическом исследовании препаратов, полученных после экспериментов по технологии sublay, среди соединительной ткани были выявлены кистозные полостные образования и шовный материал, ограниченный хорошей соединительнотканной капсулой, что, по данным разрывной машины, и обеспечило наибольшую прочность и стабильность. Примечательно, что только в одном поле зрения на границе мышечной и соединительной ткани определялся очаг воспалительной инфильтрации с единичными плазматическими клетками (рис. 3).

ОБСУЖДЕНИЕ

По мере увеличения частоты образования вентральных грыж различные авторы предложили несколько подходов, включая простую технику наложения швов, трансплантацию с использованием гомологичных, гетерологичных и аутологичных трансплантатов и использование протезных материалов. Однако трансплантация принесла новые проблемы, включая дефекты в донорском участке и функциональные проблемы, связанные с сосудистыми изменениями, и проблемы денервации. Кроме того, аутологичные трансплантаты всё ещё дают высокий процент рецидивов.

Известно, что идеальный материал для вентральной герниопластики должен быть адаптирован к тканевым жидкостям и обладать стойкостью в средах организма. Не менее важна химическая инертность импланта, а также минимальная способность материала вызывать аллергические реакции и сенсибилизацию, воспаление, отторжение материала. Также имплант должен обладать оптимальной прочностью и способностью противо-

стоять механическому воздействию, не обладать канцерогенными свойствами, быть эластичным, способным принять необходимую форму, пригодным для фабричного производства и удобным для стерилизации [11].

В связи с этим, несомненно, совершенствование методики оперативного лечения вентральных грыж тесно связано с синтезом высокомолекулярных полимерных материалов. Такие материалы обладают прочностью, эластичностью, биологической и химической инертностью, нетоксичны, устойчивы к инфекции и легко стерилизуются. [11]. Однако в настоящее время всё ещё не существует оптимального сеточного импланта; выбор пластического материала и способа хирургического лечения индивидуален.

По итогам нашего исследования было установлено, что каждый исследуемый образец имел свои особенности. Однако моделирование по технологии sublay продемонстрировало наиболее стабильные показатели по максимальным значениям нагрузки, напряжения и модуля Юнга. Морфологическое исследование продемонстрировало схожие результаты: наличие среди волокон соединительной ткани значительного количества кист (сетка), мышечных волокон на стадии атрофии и локальных клеточных инфильтратов, состоящих из лимфоцитов и гистиоцитов.

По результатам морфологического исследования было установлено, что после применения методики onlay в 10 из 12 препаратов была отмечена лейкоцитарная инфильтрация, свидетельствующая о сохраняющемся воспалении. Аналогичные изменения были отмечены в 9 из 12 наблюдений после моделирования по методике inlay, тогда как после моделирования по методике sublay подобные изменения были отмечены лишь в 6 из 12 наблюдений. В результате моделирования трёх методик было подтверждено, что разница частоты воспалительной инфильтрации статистически значима ($p < 0,05$).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, по итогам острого экспериментальной была подтверждена зависимость биомеханических и морфологических свойств протезирующей вентропластики от методики подшивания сетчатого импланта. Показаны преимущества сепарационной вентропластики по технологии sublay. Однако для дальнейшей верификации результатов исследования необходимо увеличить количество наблюдений в выборке.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Паховая грыжа: клинические рекомендации. 2021. [Inguinal hernia: Clinical recommendations. 2021. (In Russ.)]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/402809399>
2. Послеоперационная вентральная грыжа: клинические рекомендации. 2021. [Postoperative ventral hernia: Clinical recommendations. 2021. (In Russ.)]. URL: <https://sudact.ru/law/klinicheskie-rekomendatsii-posleoperatsionnaia-ventralnaia-gryzha-utv-minzdravom/klinicheskie-rekomendatsii>
3. Moazzez A, Dubina ED. A novel approach to mesh fixation in retrorectus ventral hernia repair using fibrin sealant. *J Am Coll Surg*. 2017; 225(3): e1-e4. doi: 10.1016/j.jamcollsurg.2017.05.015
4. Rastegarpour A, Cheung M, Vardhan M, Ibrahim MM, Butler CE, Levinson H. Surgical mesh for ventral incisional hernia repairs: Understanding mesh design. *Plast Surg (Oakv)*. 2016; 24(1): 41-50. doi: 10.4172/plastic-surgery.1000955
5. Rodríguez M, Gyme-Gil V, Pérez-Köhler B, Pascual G, Bely JM. Polymer hernia repair materials: Adapting to patient needs and surgical techniques. *Materials (Basel)*. 2021; 14(11): 2790. doi: 10.3390/ma14112790
6. Kroese LF, Gillion JF, Jeekel J, Kleinrensink GJ, Lange JF; Hernia-Club Members. 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: 114-119. doi: 10.1016/j.ijsu.2018.01.010

7. Plymale MA, Davenport DL, Dugan A, Zachem A, Roth JS. Ventral hernia repair with poly-4-hydroxybutyrate mesh. *Surg Endosc*. 2018; 32(4): 1689-1694. doi: 10.1007/s00464-017-5848-7

8. Курек М.Ф., Аничкин В.В., Шилько С.В., Дорошенко Р.В. Механические свойства кожи: сократимость и растяжимость, их взаимосвязь, гистологическая основа и возможность прогнозирования. *Проблемы здоровья и экологии*. 2009; 3(21): 89-94. [Kurek MF, Anichkin VV, Shilko SV, Doroshenko RV. Mechanical skin qualities: Contractility and tensility, their correlation, histological basis and the possibility of forecasting. *Health and Ecology Issues*. 2009; 3(21): 89-94. (In Russ.)].

9. Носовский А.М., Пихлак А.Э., Логачев В.А., Чурсинова И.И., Мутева Н.А. Статистика малых выборок в медицинских исследованиях. *Российский медицинский журнал*. 2013; 19(6): 57-60. [Nosovskiy AM, Pikhak AE, Logachev VA, Chursinova II, Muteva NA. Small-data statistics analysis in medical studies. *Medical Journal of the Russian Federation*. 2013; 19(6): 57-60. (In Russ.)]. doi: 10.17816/rmj38204

10. Кицун И.С., Михалевич И.М. *Параметрический дисперсионный анализ в здравоохранении и в медико-биологических исследованиях (с применением STATISTICA)*. Иркутск: РИО ГБОУ ДПО ИГМАПО, 2013. [Kitsul IS, Mikhalevich IM. *Parametric analysis of variance in public health and medical and biological research (using STATISTICA)*. Irkutsk: Irkutsk State Medical Academy of Postgraduate Education, 2013. (In Russ.)].

11. Лукоянычев Е.Е., Измайлов С.Г., Емельянов В.А., Колчина О.С., Ротков А.И., Киселёв М.Н. Общий взгляд на технологии профилактики и лечения пациентов с послеоперационными вентральными грыжами. *Исследования и практика в медицине*. 2021; 8(3): 84-96 [Lukoyanychev EE, Izmajlov SG, Emelyanov VA, Kolchina OS, Rotkov AI, Kiselyov MN. General views on treatment technologies for patients with incisional ventral hernia. *Research and Practical Medicine Journal*. 2021; 8(3): 84-96. (In Russ.)]. doi: 10.17709/2410-1893-2021-8-3-8

Информированное согласие на публикацию

Авторы получили письменное согласие пациента на анализ и публикацию медицинских данных.

Соответствие принципам этики

Протокол исследования был одобрен локальным этическим комитетом. Одобрение и процедуру проведения протокола получили по принципам Хельсинкской конвенции.

Конфликт интересов

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Источник финансирования

Авторы декларируют отсутствие внешнего финансирования для проведения исследования и публикации статьи.

Informed consent for publication

Written consent was obtained from the patient for publication of relevant medical information within the manuscript.

Ethics approval

The study was approved by the local ethics committee. The approval and procedure for the protocol were obtained in accordance with the principles of the Helsinki Convention.

Conflict of interest

The authors declare no apparent or potential conflict of interest related to the publication of this article.

Funding source

The authors declare no external funding for the study and publication of the article.

Информация об авторах

Капралов Сергей Владимирович – д.м.н., профессор, заведующий кафедрой факультетской хирургии и онкологии, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Минздрава России. ORCID: 0000-0001-5859-7928

Алипов Владимир Владимирович – д.м.н., профессор, академик РАЕ, заведующий кафедрой оперативной хирургии и топографической анатомии, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Минздрава России. ORCID: 0000-0002-1859-0825

Полиданов Максим Андреевич – студент 6-го курса лечебного факультета, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Минздрава России. ORCID: 0000-0001-7538-7412

Кондрашкин Иван Евгеньевич – студент 6-го курса лечебного факультета, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Минздрава России. ORCID: 0000-0001-8827-8143

Блохин Игорь Сергеевич – студент 6-го курса лечебного факультета, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Минздрава России. ORCID: 0000-0003-3224-6913

Расулов Ислам Шамилович – студент 6-го курса педиатрического факультета, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Минздрава России. ORCID: 0000-0002-4477-5591

Тирбулатов Тамирлан Асланович – студент 3-го курса лечебного факультета, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Минздрава России. ORCID: 0000-0002-1857-2010

Для переписки

Полиданов Максим Андреевич, maksim.polidanoff@yandex.ru

Information about the authors

Sergey V. Kapralov – Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Intermediate-Level Surgery and Oncology, Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky. ORCID: 0000-0001-5859-7928

Vladimir V. Alipov – Dr. Sci. (Med.), Professor, Academician of the Russian Academy of Natural History, Head of the Department of Operative Surgery and Topographic Anatomy, Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky. ORCID: 0000-0002-1859-0825

Maxim A. Polidanov – 6th year Student at the Medical Faculty, Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky. ORCID: 0000-0001-7538-7412

Ivan E. Kondrashkin – 6th year Student at the Medical Faculty, Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky. ORCID: 0000-0001-8827-8143

Igor S. Blokhin – 6th year Student at the Medical Faculty, Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky. ORCID: 0000-0003-3224-6913

Islam S. Rasulov – 6th year Student at the Pediatric Faculty, Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky. ORCID: 0000-0002-4477-5591

Tamirlan A. Tirbulatov – 3rd year Student at the Medical Faculty, Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky. ORCID: 0000-0002-1857-2010

Corresponding author

Maxim A. Polidanov, maksim.polidanoff@yandex.ru

Получена 26.09.2022

Принята 10.11.2022

Опубликована 27.03.2023

Received 26.09.2022

Accepted 10.11.2022

Published 27.03.2023