

Экспериментальное обоснование нефрорафии

© Сергей В. Шкодкин^{1,2}, Юрий Б. Идашкин², Мохаммед З. А. А. Зубайди¹, Анатолий Д. Кравец³, Абдулло Ф. Хусейнзода¹, Жехад К. Аскарри¹, Евгений Г. Пономарев¹, Владислав Ю. Нечипоренко¹, Кирилл С. Шкодкин¹

¹ ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» Минобрнауки России

308015, Россия, г. Белгород, ул. Победы, д. 85

² ОГБУЗ «Белгородская областная клиническая больница Святителя Иоасафа»

308007, Россия, г. Белгород, ул. Некрасова, д. 8/9

³ ГБУЗ РБ «Городская клиническая больница №21 г. Уфы»

450071, Россия, г. Уфа, Лесной проезд, д. 3

Аннотация

Введение. Резекция почки по праву занимает приоритетное положение в лечении локализованного почечно-клеточного рака. Она не только обеспечивает высокие онкологические результаты, но и позволяет сохранить почечную паренхиму, снижая тем самым риск хронической болезни почек и сердечно-сосудистых катастроф, что особенно актуально у молодых пациентов. Основной технической проблемой, особенно у пациентов с большими эндофитными образованиями, является закрытие почечной раны с обеспечением надёжного гемостаза и низкого риска подтекания мочи.

Цель исследования. Изучить в экспериментальных условиях механические свойства почечной паренхимы и обосновать способы предупреждения прорезывания шва.

Материалы и методы. Исследования выполнены с использованием оборудования Центра коллективного пользования «Технологии и материалы НИУ БелГУ». Механические испытания прочностных характеристик слоёв почечной паренхимы выполнены на секционном материале 60 кадаверных почек. На разрывной машине изучены предел прочности и напряжение в тканях при наложении различных швов, а также варианты последних с использованием прокладок из материалов, предупреждающих прорезывание нити.

Результаты. При проведении механических испытаний установлено, что наибольшей прочностью среди слоёв почечной паренхимы обладает мозговое вещество — $23,58 \pm 9,17$ Н. Механическая прочность коркового вещества в отсутствие капсулы была минимальной — $8,4 \pm 2,89$ Н. Замена вертикального шва через все слои с завязыванием узла по линии резекции на аналогичный горизонтальный матрацный шов статистически достоверно повышала предел прочности до уровней, сопоставимых с пределом прочности мозгового вещества — $27,35 \pm 12,04$ Н. Применение в качестве прокладки гемостатической сетки (Surgicel®) значительно не влияло на предел прочности горизонтального матрацного шва — $23,58 \pm 9,17$ Н. Использование с этой целью проленовой сетки (Lintex®) достоверно предотвращало прорезывание шва по сравнению с нативным швом и сеткой Surgicel® $31,48 \pm 9,98$ Н. Максимальные показатели предела прочности горизонтального матрацного шва были получены для ленты из политетрафторэтиленового сосудистого протеза — $45,61 \pm 6,1$ Н.

Заключение. Исследование механической прочности слоёв почечной паренхимы показало нецелесообразность выполнения кортикального шва. Использование горизонтального матрацного шва достоверно повышает предел прочности по сравнению с вертикальным. Максимальные механические прочностные характеристики были получены при применении прокладок из политетрафторэтилена.

Ключевые слова: резекция почки; нефрорафия; шов почки; прочность тканей; нефронсберегающая хирургия; кровотечение; геморрагические осложнения

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки. **Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов **Этическое одобрение.** Исследование одобрено Локальным независимым этическим комитетом ФГАОУ ВО НИУ БелГУ на основании ознакомления с предоставленными материалами дизайнера и плана реализации эксперимента (Протокол № 7 от 19 сентября 2018 года). **Благодарности.** Авторы выражают благодарность Центру коллективного пользования «Технологии и материалы НИУ «БелГУ» за помощь в выполнении эксперимента. **Вклад авторов:** С.В. Шкодкин — концепция исследования, разработка дизайна исследования, анализ данных, научное редактирование; Ю.Б. Идашкин — концепция исследования, разработка дизайна исследования, анализ данных, написание текста рукописи; А.Д. Кравец — обзор публикаций, анализ данных, критический обзор, написание текста рукописи; М.З.А.А. Зубайди, А.Ф. Хусейнзода, Ж.К. Аскарри, Е. Г. Пономарев, В.Ю. Нечипоренко, К.С. Шкодкин — сбор и анализ данных, выполнение эксперимента. ✉ **Корреспондирующий автор:** Сергей Валентинович Шкодкин; e-mail: shkodkin-s@mail.ru **Поступила в ре-**

дакцию: 17.07.2022. Принята к публикации: 13.09.2022. Опубликовано: 26.09.2022. Для цитирования: Шкодкин С.В., Идашкин Ю.Б., Зубайди М.З.А.А., Кравец А.Д., Хусейнзода А.Ф., Аскари Ж.К., Пономарев Е.Г., Нечипоренко В.Ю., Шкодкин К.С. Экспериментальное обоснование нефрорафии. *Вестник урологии*. 2022;10(3):74-83. DOI: 10.21886/2308-6424-2022-10-3-74-83.

Experimental substantiation of kidney sutures

© Sergei V. Shkodkin^{1,2}, Yuri B. Idashkin², Mohammed Z. A. A. Zubaidi¹, Anatoly D. Kravets³, Abdullo F. Khuseinzoda¹, Zehad K. Askari¹, Evgeny G. Ponomarev¹, Vladislav Y. Nechiporenko¹, Kirill S. Shkodkin¹

¹ Belgorod State National Research University
85 Victory St., Belgorod, 308015, Russian Federation

² St. Joasaph Belgorod Regional Clinical Hospital
8/9 Nekrasova St., Belgorod, 308007, Russian Federation

³ Ufa City Clinical Hospital No. 21
3 Lesnoy Dr., Ufa, 450071, Russian Federation

Abstract

Introduction. Partial nephrectomy occupies a rightful priority position in the treatment of localized renal cell carcinoma. It not only provides high oncological results but also allows you to save the renal parenchyma. This reduces the risk of chronic kidney disease and cardiovascular accidents, which is especially important in young patients. The main technical problem is the closure of the renal wound with reliable hemostasis and low risk of urine leakage, especially in patients with large endophytic lesions.

Objective. To study the mechanical properties of the renal parenchyma and to establish ways to prevent suture eruption under an experimental model.

Materials and methods. The studies were carried out using the equipment of the Center for Collective Use «Technologies and Materials of the Belgorod State National Research University». Mechanical tests of the strength characteristics of the layers of the renal parenchyma were performed on 60 cadaveric kidneys. The tensile strength and tension of tissues during the application of various surgical sutures, as well as variants of the latter with the use of spacers made of materials that prevent thread eruption, were studied using a tensile machine.

Results. During mechanical tests, the medulla was found to have the highest strength (23.58 ± 9.17 load (L)) between the layers of the renal parenchyma. The mechanical strength (8.40 ± 2.89 L) of the cortical substance in the absence of the capsule was minimal. When replacing the vertical suture through all layers by tied a knot along the resection line with a similar horizontal mattress suture, it significantly increased tensile strength (27.35 ± 12.04 L) to levels comparable to the tensile strength of the medulla. The use of a hemostatic mesh (Surgicel®) as a lining did not significantly affect the ultimate strength (23.58 ± 9.17 L) of the horizontal mattress suture. The use of a prolene mesh (Lintex® mesh) for this purpose significantly prevented suture eruption (31.48 ± 9.98 L) compared to the native suture and the Surgicel® mesh. The maximum tensile strength (45.61 ± 6.1 L) of a horizontal mattress suture was obtained for a tape made of a polytetrafluoroethylene vascular prosthesis.

Conclusion. The study of the mechanical strength of the layers of the renal parenchyma showed the inexpediency of performing a cortical suture. The use of a horizontal mattress suture significantly increases the tensile strength compared to a vertical one. Maximum mechanical strength characteristics were obtained using polytetrafluoroethylene inserts.

Keywords: partial nephrectomy; nephrorrhaphy; kidney suture; tissue strength; nephron-sparing surgery; bleeding; hemorrhagic complications

Financing. The study was not sponsored. **Conflict of interest.** The authors declare no conflicts of interest. **Ethical approval.** The study was approved by the Ethics Committee of the Belgorod State National Research University based on the data of the study and experiment design provided (Protocol No. 7 dated September 19, 2018). **Acknowledgments.** The authors are grateful for the assistance in conducting the experiment to the researchers of the Center for Collective Use «Technologies and Materials of the Belgorod State National Research University». **Authors' contribution:** S.V. Shkodkin — research concept, research design development, data analysis, scientific supervision; Yu.B. Idashkin — research concept, research design development, data analysis, drafting the manuscript; A.D. Kravets — data analysis, critical review, drafting the manuscript; A.F. Khuseinzoda, M.Z.A.A. Zubaidi, Zh.K. Askari, E.G. Ponomarev, V.Yu. Nechiporenko, K.S. Shkodkin — data collection, data analysis, experimental work. ✉ **Corresponding author:** Sergey Valentinovich Shkodkin; e-mail: shkodkin-s@mail.ru **Received:** 07/17/2022. **Accepted:** 09/13/2022. **Published:** 09/26/2022. **For citation:** Shkodkin S.V., Idashkin Yu.B., Zubaidi M.Z.A.A., Kravets A.D., Khuseynzoda A.F., Askari Zh.K., Ponomarev E.G., Nechiporenko V.Yu., Shkodkin K.S. Experimental substantiation of kidney sutures. *Vestn. Urol.* 2022;10(3):74-83. (In Russ.). DOI: 10.21886/2308-6424-2022-10-3-74-83.

Введение

Резекция почки по праву занимает приоритетное положение в лечении локализованного почечно-клеточного рака. Она не только обеспечивает высокие онкологические результаты, но и позволяет сохранить почечную паренхиму, снижая тем самым риск хронической болезни почек и сердечно-сосудистых катастроф, что особенно актуально у молодых пациентов [1, 2]. Это подтверждает и тот факт, что в рекомендательной базе Европейского урологического общества открытая резекция почки рассматривается как операция выбора в сравнении с минимально инвазивной (лапароскопической или роботической) нефрэктомией [3]. Основной технической проблемой, особенно у пациентов с большими эндофитными образованиями, является закрытие почечной раны с надёжным гемостазом и низким риском подтекания мочи [4 – 6]. Необходимость выключения почки из кровотока на этом этапе операции вводит ещё и временной фактор, определяющий риск ишемических и реперфузионных повреждений почки [3, 4]. Несмотря на обилие предлагаемых физических и химических методов обеспечения гемостаза наиболее используемым остаётся механическое ушивание почечной раны с наложением хирургического шва [7, 8]. В данном вопросе нет однозначного мнения по методике выполнения и рядности шва, используемых нитей и дополнительных укрепляющих линию шва материалов [8]. Так, по данным экспериментальных исследований, для достижения гемостатического эффекта в обильно кровоснабжаемой почечной паренхиме необходимо создание напряжения тканей на 5,0 – 15,0% меньше предела их прочности [9, 10]. Это не учитывает подъём перфузионного давления у гипертоников или отёк, а также снижение предела прочности паренхимы в следствие реперфузии.

Таким образом, оперирующий хирург сталкивается с достаточно узким окном допустимых нагрузок при наложении шва на почечную рану. С одной стороны, снижение напряжения в области шва угрожает кровотечением, а с другой — превышением предела прочности прорезыванием нитей и, соответственно, теми же геморрагическими осложнениями.

Цель исследования. Изучить в экспериментальных условиях механические свойства почечной паренхимы и обосновать способы предупреждения прорезывания шва.

Материалы и методы

Механические испытания прочностных характеристик слоёв почечной паренхимы выполнены на секционном материале 60 кадаверных почек. На разрывной машине исследованы предел прочности тканей почки. В трёх сериях опытов изучены механическая прочность слоёв почечной паренхимы, варианты наложения сквозного шва и эффективность использования прокладок для профилактики прорезывания нити.

В первой серии опытов провели сопоставление следующих вариантов наложения узлового шва: 1) на мозговое вещество и ткани почечного синуса; 2) декапсулированный орган; 3) через все слои, включая капсулу (рис. 1). Во второй серии выполнены сравнительные испытания вертикального и горизонтального узловых швов через все слои почки (рис. 1). В третьей серии опытов аналогичные параметры исследованы для вариантов горизонтального узлового шва, укрепленного с использованием прокладок из синтетических материалов шири-

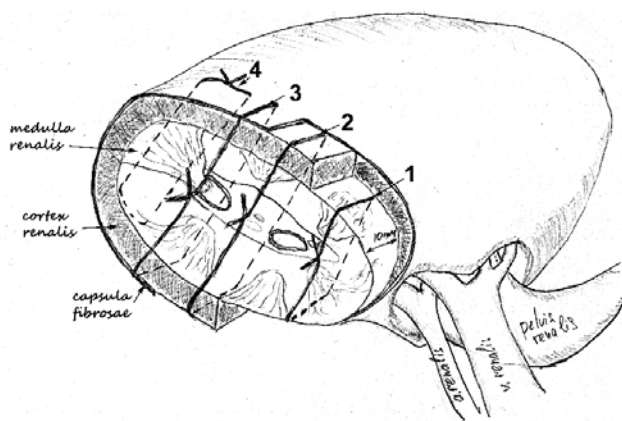


Рисунок 1. Схематичное изображение швов: 1 — вертикальный узловой шов на мозговое вещество почки; 2 — вертикальный узловой шов на декапсулированную почку; 3 — вертикальный узловой шов через все слои почки; 4 — горизонтальный матрацный шов через все слои почки

Figure 1. Vertical interrupted suture (scheme): 1 — on the medulla of the kidney, 2 — on the decapsulated kidney, 3 — through all layers; 4 — horizontal mattress suture

ной 1 см, предупреждающих прорезывание нити: гемостатическая сетка (Surgicel®, «Ethicon Inc.», Johnson & Johnson Company, Cincinnati, OH, USA), ленты из проленовой сетки (Lintex®, «Линтекс», Санкт-Петербург, РФ) и политетрафторэтиленового сосудистого протеза.

Исследования выполнены с использованием оборудования Центра коллективного пользования «Технологии и материалы НИУ «БелГУ» на универсальной разрывной испытательной машине Instron 5882 (Instron, Illinois Tool Works Inc., Glenview, IL, USA) (рис. 2).

Подготовленную почку с наложенным узловым швом располагали на предметном столике, концы нитей закрепляли в вертикально расположенных зажимных механизмах разрывной машины. Скорость растяжения во всех испытаниях была стандартной — 10 мм в секунду, регистрировали удлинение нитей (мм) и нагрузку (Н). За предел прочности принимали максимальную нагрузку, при превышении которой наступало разрушение образца (прорезывание нити). Для стандартизации прошивку почки проводили прямой колющей иглой, отступя 5 мм от её поперечного разреза. Шаг между соседними швами составил 10 мм. Всего с каждым вариантом наложения шва произведено по 40 механических испытаний. Ткань почки характеризуется выраженной анизотропией и неоднородностью, что не позволяет её рассматривать ни с позиций



Рисунок 2. Универсальная разрывная испытательная машина Instron 5882
Figure 2. Universal tensile testing machine Instron 5882

упругого, ни с позиции вязкого тела. Предпринятые попытки допусков и изучения линейных и сдвиговых деформаций сопровождаются большой погрешностью, что не позволило рассматривать такую характеристику как модуль упругости ткани почки (модуль Юнга).

Этическое заявление. При разработке и осуществлении эксперимента мы ориентировались на рекомендации для проведения качественных исследований медицинской тематики “Standards for reporting qualitative research: a synthesis of recommendations”, разработанные Enhancing the Quality and Transparency of Health Research [11]. Исследование одобрено Локальным независимым этическим комитетом ФГАОУ ВО НИУ БелГУ на основании ознакомления с предоставленными материалами дизайна и плана реализации эксперимента (Протокол № 7 от 19 сентября 2018 года).

Методы статистического анализа. Для статистической обработки все данные о результатах формализованы и в автоматическом режиме с помощью программного обеспечения исследовательского оборудования внесены в базу данных, созданную на основе электронных таблиц Microsoft Office Excel (Microsoft Corp., Redmond, WA, USA). Статистический анализ полученных результатов проводили при использовании блока программ IBM® SPSS Statistics 19.0 (“SPSS: An IBM Company”, IBM SPSS Corp., Armonk, NY, USA). Полученные выборки имели нормальное распределение, количественные величины представлены средней арифметической, а доверительный интервал — стандартным отклонением. Уровень достоверности — $p < 0,05$.

Результаты

При проведении механических испытаний установлено, что наибольшей прочностью среди слоёв почечной паренхимы обладает мозговое вещество и ткани почечного синуса. Средний предел прочности в этой серии опытов составил $23,58 \pm 9,17$ Н. По результатам первой серии опытов, механическая прочность коркового вещества в отсутствие капсулы была минимальной, составив $8,4 \pm 2,89$ Н ($p < 0,01$). Наличие почечной капсулы достоверно повышает предел прочности до $14,89 \pm 1,77$ Н по сравнению с декапсулированной почкой ($p < 0,05$) (рис. 3, 4).

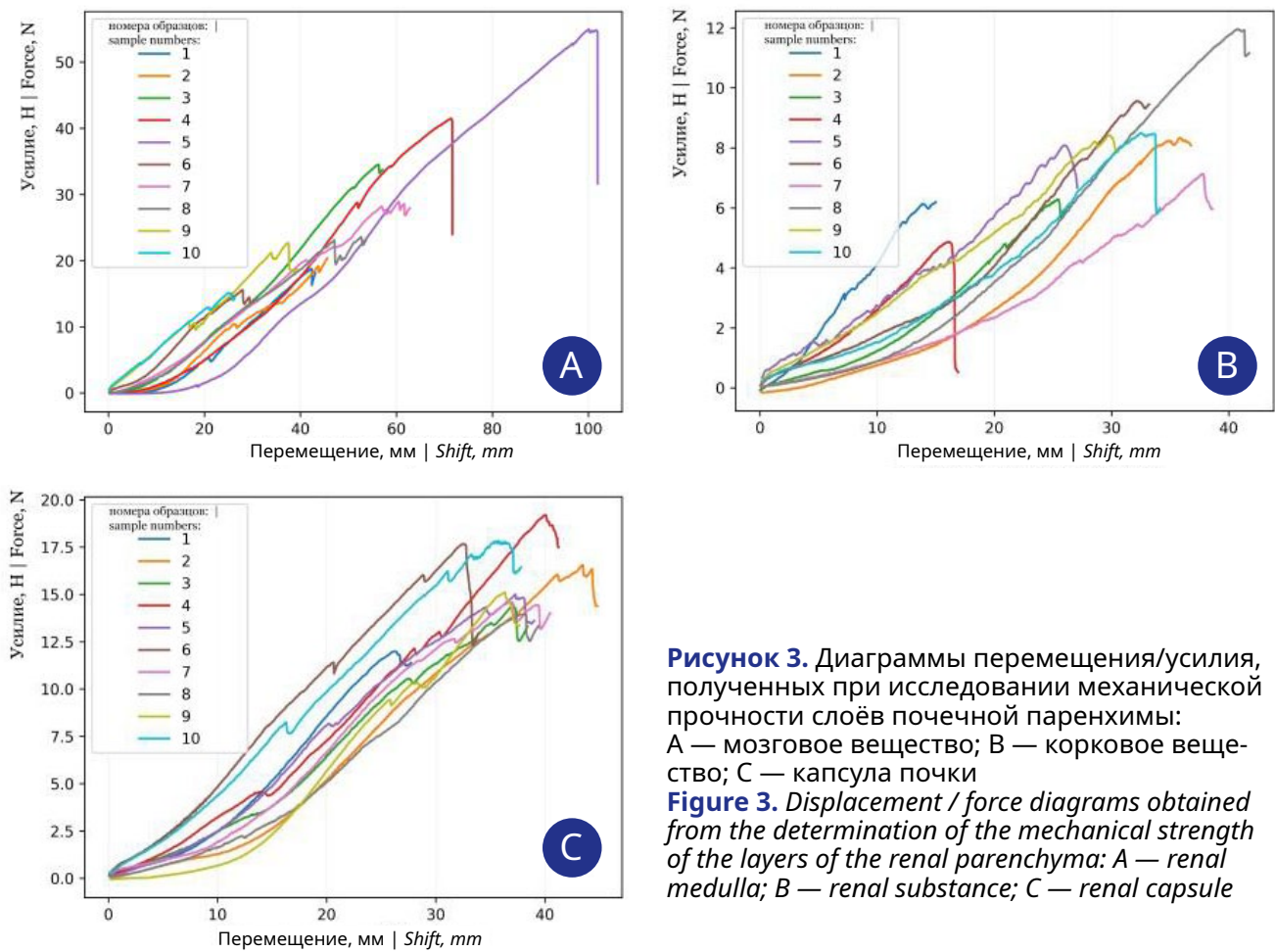


Рисунок 3. Диаграммы перемещения/усилия, полученных при исследовании механической прочности слоёв почечной паренхимы: А — мозговое вещество; В — корковое вещество; С — капсула почки
Figure 3. Displacement / force diagrams obtained from the determination of the mechanical strength of the layers of the renal parenchyma: A — renal medulla; B — renal substance; C — renal capsule

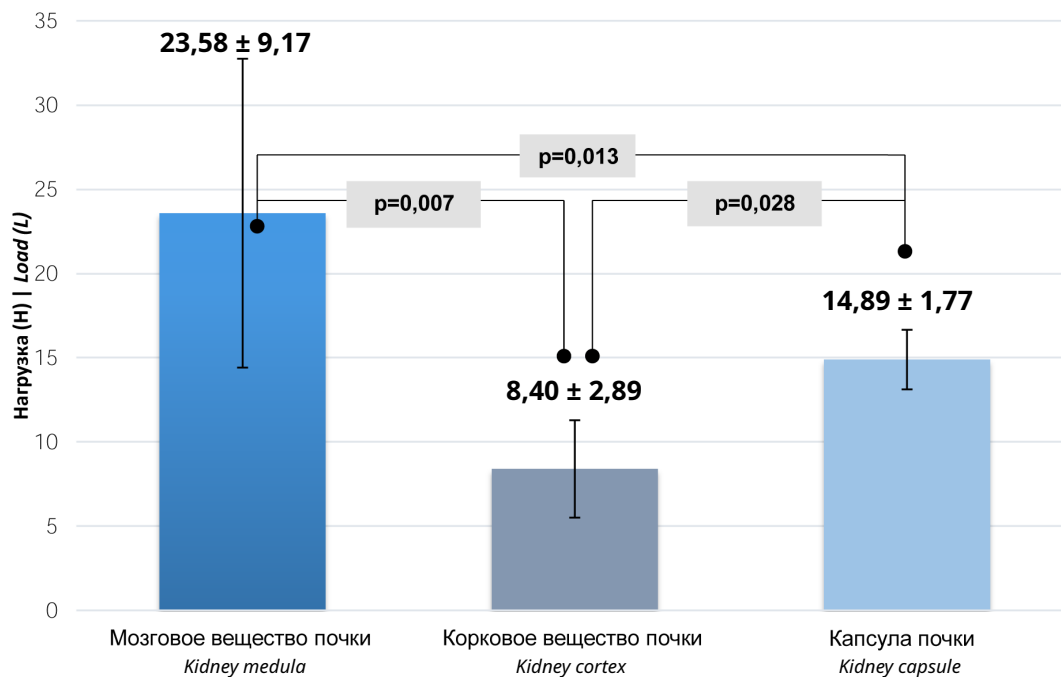


Рисунок 4. Средние величины, полученные при исследовании механической прочности слоёв почечной паренхимы: мозговое вещество; корковое вещество; капсула почки
Figure 4. Average values obtained from the determination of the mechanical strength of the layers of the renal parenchyma: kidney medulla; kidney cortex; kidney capsule

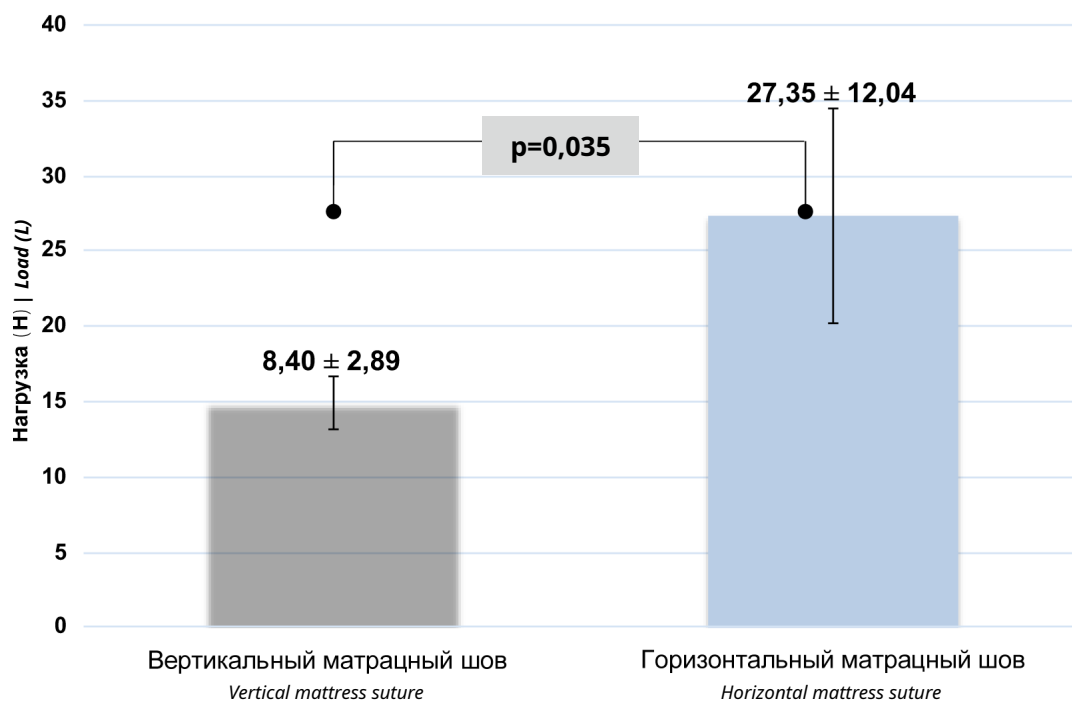


Рисунок 5. Средние величины предела механической прочности при наложении вертикального и горизонтального швов через все слои почечной паренхимы
Figure 5. Average values of the mechanical strength limit when applying vertical and horizontal sutures through all layers of the renal parenchyma

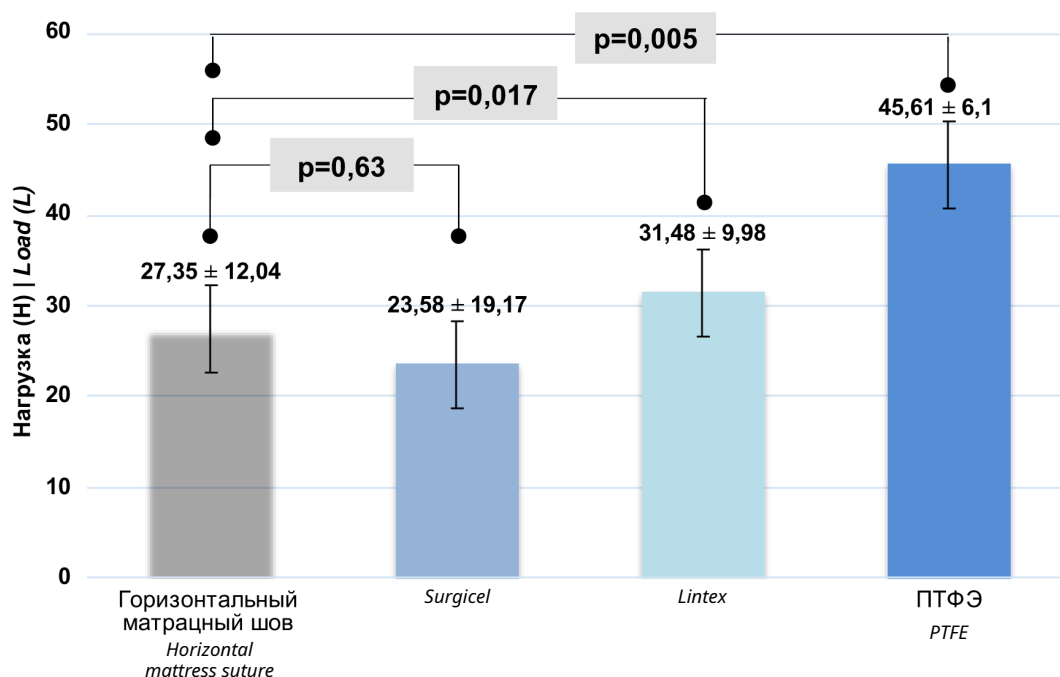


Рисунок 6. Показатели предела механической прочности горизонтального матрацного шва с использованием различных материалов, предупреждающих его прорезывание (ПТФЭ — политетрафторэтилен)
Figure 6. Indicators of the mechanical strength limit of a horizontal mattress sutures using various materials preventing its eruption (PTFE — polytetrafluoroethylene)

Замена вертикального шва через все слои с завязыванием узла по линии резекции на аналогичный горизонтальный матрацный шов статистически достоверно повышает предел прочности до уровней, сопоставимых с пределом прочности мозгового вещества, что составило $27,35 \pm 12,04$ Н ($p < 0,01$) (рис. 5).

В третьей серии опытов с целью повышения прочности горизонтального матрацного шва и исключения его прорезывания мы в качестве прокладок использовали гемостатическую сетку (Surgicel®) шириной 1 см, ленты из проленовой сетки (Lintex®) и сосудистого политетрафторэтиленового протеза аналогичной ширины. Применение гемостатической сетки (Surgicel®) значительно не влияет на предел прочности горизонтального матрацного шва $23,58 \pm 9,17$ Н ($p > 0,05$). Использование проленовой сетки в качестве прокладки предотвращает прорезывание шва до нагрузки в $31,48 \pm 9,98$ Н, что достоверно выше нативного шва и защиты гемостатической сеткой Surgicel® ($p < 0,05$). Максимальные показатели предела прочности горизонтального матрацного шва были получены для ленты из политетрафторэтиленового сосудистого протеза, в ряде случаев она превышает прочность нити из полигликолида диаметром 1 по USP или 0,4 мм и составляет в среднем $45,61 \pm 6,1$ Н ($p < 0,01$) (рис. 6).

Обсуждение

На настоящий момент в научной литературе, посвящённой проблемам гемостаза при резекции почки, обсуждается вопрос о так называемой бесшовной резекции с использованием различных вариантов электрохирургического или лазерного гемостаза, адгезивных клеевых композитов, а также суперселективной эмболизации [3, 5, 10]. Идеологией данного подхода является сохранение большего объёма функционирующей паренхимы [10, 12]. Однако даже комбинация данных способов гемостаза не обеспечивает полной гарантии его эффективности по данным большинства работ, посвящённых резекции почки при экстраренальных образованиях до 2 см [1, 2, 13]. С другой стороны, глубина термического повреждения паренхимы может достигать 8 – 13 мм, что не укладывается в оптимальный подход для нефронсбережения и увеличивает риски образования

мочевых свищей [2, 4, 8]. Таким образом, нефрорафия остаётся основным способом окончательного гемостаза при резекции почки у пациентов с большими и интратренальными опухолями [4, 8].

Основными критическими точками при наложении шва на паренхиму почки при её резекции являются время его выполнения, так как последнее сопряжено как с длительностью ишемии органа, так и с объёмом кровопотери и риском прорезывания нитей [2, 8]. Сторонники многорядных швов на рану почки сообщают о лучшей адаптации краёв раны, противники такого подхода в виде аргумента выдвигают довод о потере от 13,0 до 20,0% функционирующей паренхимы почки по причине её включения в линию шва [9, 10, 12, 13].

Наше исследование показывает, что изолированное ушивание коркового слоя, особенно при неудовлетворительном состоянии капсулы почки, использовании вертикальных узловых или непрерывных обвивных швов, сопряжено с риском прорезывания нитей. Таким образом полученные нами данные ставят под сомнение рекомендации по наложению кортикального шва, в особенности на декапсулированную почку, так как это не повысит прочности шва и может выступать причиной геморрагических осложнений вследствие прорезывания швов. То есть, не повышая прочности шва, мы увеличиваем время его выполнения и частоту геморрагических осложнений.

Горизонтальный матрацный шов зарекомендовал себя с положительной стороны при закрытии раны не только почки, но и печени, и селезёнки [14]. Наши данные коррелируют с экспериментальными результатами изучения механической прочности паренхимы почек, полученными у свиней и крыс. Таким образом, данные модели можно использовать как гомологичные при проведении хронического опыта. При сопоставлении с результатами ряда исследований созданное напряжение в тканях при таком пределе прочности горизонтального матрацного шва превышает давление утечки крови на 20% [9, 10]. Мы считаем, что ограничительными причинами для выполнения швов Кузнецова-Пенского и Оррел является сложность их наложения, присутствие большого числа лигатур в ране и большой расход шовного

материала. Следовательно, оптимизация способа наложения горизонтального матрачного шва не только повысит прочность и, соответственно, снизит риск геморрагических осложнений (что следует из второй серии сравнительных механических испытаний), но и будет способствовать его более частому использованию.

Применение прокладок для повышения прочности хирургического шва при ушивании раны почки имеет достаточно давнюю историю [15, 16]. Наиболее часто для этих целей используются аутокани (паранефрий, фасция Gerot и брюшина) и синтетические материалы [16]. Недостатками первых являются их переменные физико-механические свойства и возможное недостаточное количество у конкретного пациента. Рядом исследователей рекомендуется использование гемостатических губок и сеток для укрепления линии почечного шва [16 – 18]. Нами получены отрицательные результаты применения подобного подхода с использованием гемостатической сетки Surgicel®, которая не повысила прочности горизонтального матрачного шва. Полученные данные мы можем объяснить тем, что авторы выше представленных публикаций использовали гемостатические материалы для усиления менее прочных вертикальных швов, что могло сопровождаться статистически значимым повышением предела прочности. Сетчатые плетёные проленовые протезы могут быть определённой альтернативой, и наши данные говорят о статистически достоверном увеличении предела прочности исследуемых швов при приме-

нении ленты из проленовой сетки Lintex® ($p < 0,05$). Однако нужно отметить мануальные сложности в позиционировании этого материала при наложении шва на почку и риски нарушения целостности структуры плетения сетки при моделировании её к соответствующей клинической ситуации. Видимо поэтому в ряде сообщений предлагается изготовление специальных имплантов для ушивания почечной раны [17, 19]. Мы полагаем, что наиболее удобным в мануальном позиционировании и моделировании, а также приоритетным со стороны механических характеристик является политетрафторэтилен, используемый для изготовления сосудистых протезов. Так, аортальная часть протеза достаточна для любых вариантов закрытия почечной раны и обеспечивает максимальную прочность однорядного шва практически без риска порезывания нитей ($p < 0,01$).

Заключение

Анализ преимуществ и недостатков вышеперечисленных способов окончательного гемостаза при резекции почки свидетельствует о целесообразности наложения шва на почечную паренхиму. Исследование механической прочности слоёв почечной паренхимы показало нецелесообразность выполнения кортикального шва; использование горизонтального матрачного шва достоверно повышает предел прочности по сравнению с вертикальным; максимальные механические прочностные характеристики были получены при применении прокладок из политетрафторэтилена.

Литература / References

1. MacLennan S, Imamura M, Lapitan MC, Omar MI, Lam TB, Hilvano-Cabungcal AM, Royle P, Stewart F, MacLennan G, MacLennan SJ, Dahm P, Canfield SE, McClinton S, Griffiths TR, Ljungberg B, N'Dow J. Systematic review of perioperative and quality-of-life outcomes following surgical management of localised renal cancer. *Eur Urol*. 2012;62(6):1097-117. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2012.07.028>
2. Capitanio U, Terrone C, Antonelli A, Minervini A, Volpe A, Furlan M, Matloob R, Regis F, Fiori C, Porpiglia F, Di Trapani E, Zacchero M, Serni S, Salonia A, Carini M, Simeone C, Montorsi F, Bertini R. Nephron-sparing techniques independently decrease the risk of cardiovascular events relative to radical nephrectomy in patients with a T1a-T1b renal mass and normal preoperative renal function. *Eur Urol*. 2015;67(4):683-9. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2014.09.027>
3. Ljungberg B, Albiges L, Abu-Ghanem Y, Bedke J, Capitanio U, Dabestani S, Fernández-Pello S, Giles RH, Hofmann F, Hora M, Klatt T, Kuusk T, Lam TB, Marconi L, Powles T, Tahbaz R, Volpe A, Bex A. European Association of Urology Guidelines on Renal Cell Carcinoma: The 2022 Update. *Eur Urol*. 2022 Mar 25:S0302-2838(22)01676-1. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2022.03.006>
4. Yu Y, Wang W, Xiong Z, Yang Z, Li J, Shen Y, Gu B. Comparison of Perioperative Outcomes Between Laparoscopic and Open Partial Nephrectomy for Different Complexity Renal Cell Carcinoma Based on the R.E.N.A.L. Nephrometry Score. *Cancer Manag Res*. 2021;13:7455-7461. <https://doi.org/10.2147/CMAR.S324457>

5. Gill IS, Kavoussi LR, Lane BR, Blute ML, Babineau D, Colombo JR Jr, Frank I, Permpongkosol S, Weight CJ, Kaouk JH, Kattan MW, Novick AC. Comparison of 1,800 laparoscopic and open partial nephrectomies for single renal tumors. *J Urol*. 2007;178(1):41-6. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2007.03.038>
6. Коган М.И., Пасечник Д.Г., Гусев А.А., Евсеев С.В. Патоморфологические признаки развития и прогрессии хронической болезни почек у больных после радикальной нефрэктомии по поводу рака почки. *Медицинский вестник Башкортостана*. 2013;8(2):189-192. Kogan M.I., Pasechnik D.G., Gusev A.A., Evseev S.V. Pathomorphological signs of development and progressing of chronic kidney disease in patients after radical nephrectomy for renal cancer. *Bashkortostan Medical Journal*. 2013;8(2):189-192. (In Russ.) eLIBRARY ID: 20170262. EDN: QZKARB
7. Aykan S, Temiz MZ, Ulus I, Yilmaz M, Gonultas S, Suzan S, Semercioz A, Muslumanoglu AY. The Use of Three Different Hemostatic Agents during Laparoscopic Partial Nephrectomy: A Comparison of Surgical and Early Renal Functional Outcomes. *Eurasian J Med*. 2019;51(2):160-164. <https://doi.org/10.5152/eurasianjmed.2018.18293>
8. Шкодкин С.В., Идашкин Ю.Б., Фиронов С.А., Фентисов В.В., Удовенко А.Н. Открытая резекция почки при почечно-клеточном раке. *Вестник урологии*. 2018;6(2):54-61. Shkodkin S.V., Idashkin Yu.B., Fironov S.A., Fentisov V.V., Udovenko A.N. Kidney open resection in renal cell carcinoma. *Urology Herald*. 2018;6(2):54-61. (In Russ.) <https://doi.org/10.21886/2308-6424-2018-6-2-54-61>
9. Журавлев В.Н., Чиглинтцев А.Ю., Чиглинтцев К.А. Оценка прочности паренхимы почки при затягивании ручного хирургического шва. *Экспериментальная и клиническая урология*. 2016;(1):120-124. Juravlev V.N., Chiglintsev A.Y., Chiglintsev K.A. Estimation of renal parenchyma durability during the tightening of the surgical suture. *Experimental and Clinical Urology*. 2016;(1):120-124. (In Russ.) eLIBRARY ID: 29899530. EDN: ZEHOTF
10. Touijer K, Guillonau B. Advances in laparoscopic partial nephrectomy. *Curr Opin Urol*. 2004;14(4):235-7. <https://doi.org/10.1097/01.mou.0000135079.98882.6d>
11. O'Brien BC, Harris IB, Beckman TJ, Reed DA, Cook DA. Standards for reporting qualitative research: a synthesis of recommendations. *Acad Med*. 2014;89(9):1245-51. <https://doi.org/10.1097/ACM.0000000000000388>
12. Носов А.К., Лушина П.А., Петров С.Б. Лапароскопическая резекция почки без ишемии и без наложения гемостатического шва на зону резекции у пациентов с раком почки. *Урологические ведомости*. 2016;6(S):76-77. Nosov A.K., Lushina P.A., Petrov S.B. Laparoskopicheskaya rezekciya pochki bez ishemii i bez nalozheniya gemostaticheskogo shva na zonu rezekcii u pacientov s rakom pochki. *Urologicheskie vedomosti*. 2016;6(S):76-77. (In Russ.) eLIBRARY ID: 26291166. EDN: WDIOOX
13. Попков В.М., Потапов Д.Ю., Понукалин А.Н. Возможности математического моделирования для сравнения гемостатических швов при резекции почки. *Новости хирургии*. 2015; 23(3):320-325. Popkov V.M., Potapov D.Y., Ponuskalin A.N. The feasibility of mathematical modeling for hemostatic sutures comparison in a partial nephrectomy. *Surgery News*. 2015; 23(3):320-325. (In Russ.) <https://doi.org/10.18484/2305-0047.2015.3.320>
14. Лукоянова Г.М., Цирдава Г.Ю. Резекция печени и селезенки с ручным гемостатическим швом. *Анналы хирургической гепатологии*. 2005;10(2):205a-205. Lukoyanova G.M., Cirdava G.YU. Rezekciya pecheni i selezenki s ruchnym gemostaticheskim shvom. *Annaly hirurgicheskoy gepatologii*. 2005;10(2):205a-205. (In Russ.) eLIBRARY ID: 9230752. EDN: HTZXPf
15. Попков В.М., Потапов Д.Ю., Понукалин А.Н. Способы гемостаза при резекции почки. *Новости хирургии*. 2012;20(2):85-95. Popkov V.M., Potapov D.Yu., Ponuskalin A.N. Hemostasis methods at kidney resection. *Surgery News*. 2012;20(2):85-95. (In Russ.) eLIBRARY ID: 17772881. EDN: OYVALL
16. Сафронова Е.Ю., Ньюшко К.М., Алексеев Б.Я., Калпинский А.С., Поляков В.А., Каприн А.Д. Способы осуществления гемостаза при выполнении резекции почки. *Исследования и практика в медицине*. 2016;3(1):58-65. Safronova E.U., Nushko K.M., Alekseev B.Y., Kalpinskiy A.S., Polyakov V.A., Kaprin A.D. Methods of performing of hemostasis during kidney resection. *Research and Practical Medicine Journal*. 2016;3(1):58-65. (In Russ.) <https://doi.org/10.17709/2409-2231-2016-3-1-8>
17. Ramanathan R, Leveillee RJ. A review of methods for hemostasis and renorrhaphy after laparoscopic and robot-assisted laparoscopic partial nephrectomy. *Curr Urol Rep*. 2010;11(3):208-20. <https://doi.org/10.1007/s11934-010-0107-7>
18. Zhang F, Gao S, Zhao Y, Wu B, Chen X. Comparison of Sutureless and Conventional Laparoscopic Partial Nephrectomy: A Propensity Score-Matching Analysis. *Front Oncol*. 2021;11:649356. <https://doi.org/10.3389/fonc.2021.649356>
19. Cheung DC, Wallis CJD, Possee S, Tajzler C, Anidjar M, Barrett K, Deklaj T, Drachenberg DE, Evans H, French C, Gotto G, Izard J, Jain U, Kawakami J, Kulkarni GS, Lee J, McCracken J, McGregor T, Richard PO, Rowe NE, Sabbagh R, St Martin B, Tatzel S, Touma N, Widmer H, Wiesenthal J, Yang B, Zorn KC, Kapoor A, Finelli A, Satkunasivam R; Canadian Update on Surgical Procedures (CUSP) Urology Group. Canadian Update on Surgical Procedures (CUSP) Urology Group consensus for intraoperative hemostasis during minimally invasive partial nephrectomy. *Can Urol Assoc J*. 2020;14(9):E387-E393. <https://doi.org/10.5489/cuaj.6579>

Сведения об авторах

Сергей Валентинович Шкодкин — доктор медицинских наук, доцент; профессор кафедры госпитальной хирургии Медицинского института ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»; врач-уролог урологического отделения ОГБУЗ «Белгородская областная клиническая больница Святителя Иоасафа»
г. Белгород, Россия

<https://orcid.org/0000-0003-2495-5760>

e-mail: shkodkin-s@mail.ru

Юрий Борисович Идашкин — врач-уролог урологического отделения ОГБУЗ «Белгородская областная клиническая больница Святителя Иоасафа»
г. Белгород, Россия

<https://orcid.org/0000-0003-2318-9494>

e-mail: shkodkin-s@mail.ru

Мохаммедейн Захран Абед Альфаттах Зубаиди — аспирант кафедры госпитальной хирургии Медицинского института ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»
г. Белгород, Россия

<https://orcid.org/0000-0003-4048-3986>

e-mail: zubaydi@mail.ru

Анатолий Дмитриевич Кравец — кандидат медицинских наук; врач-уролог урологического отделения ГБУЗ РБ «Городская клиническая больница №21 г. Уфы»
г. Уфа, Россия

<https://orcid.org/0000-0002-9813-9523>

e-mail: kranatolius@mail.ru

Абдуллои Файзали Хусейнзода — аспирант кафедры госпитальной хирургии Медицинского института ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»
г. Белгород, Россия

<https://orcid.org/0000-0001-9869-7376>

e-mail: husenzoda.abdullo@mail.ru

Жехад Кхалил Аскари — аспирант кафедры госпитальной хирургии Медицинского института ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»
г. Белгород, Россия

<https://orcid.org/0000-0002-0686-9693>

e-mail: dr_askari@mail.ru

Евгений Геннадьевич Пономарев — ординатор кафедры госпитальной хирургии Медицинского института ФГАОУ ВПО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»
г. Белгород, Россия

<https://orcid.org/0000-0003-0811-681X>

e-mail: dr.ponomarev95@mail.ru

Владислав Юрьевич Нечипоренко — ординатор кафедры госпитальной хирургии Медицинского института ФГАОУ ВПО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»
г. Белгород, Россия

<https://orcid.org/0000-0002-5726-5945>

e-mail: nechiporenko@bsu.edu.ru

Кирилл Сергеевич Шкодкин — ординатор кафедры госпитальной хирургии Медицинского института ФГАОУ ВПО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»
г. Белгород, Россия

<https://orcid.org/0000-0003-4270-165X>

e-mail: kirill_shkodkin@mail.ru

Information about the authors

Sergey V. Shkodkin — M.D., Dr.Sc.(Med), Assoc.Prof.(Docent); Prof., Dept. of Advanced Surgery, Medical Institute, Belgorod State National Research University; Urologist, St. Joasaph Belgorod Regional Clinical Hospital
Belgorod, Russian Federation

<https://orcid.org/0000-0003-2495-5760>

e-mail: shkodkin-s@mail.ru

Yury B. Idashkin — M.D.; Urologist, St. Joasaph Belgorod Regional Clinical Hospital
Belgorod, Russian Federation

<https://orcid.org/0000-0003-2318-9494>

e-mail: shkodkin-s@mail.ru

Mohammedain Z. A. A. Zubaydi — M.D.; Postgraduate student, Dept. of Advanced Surgery, Medical Institute, Belgorod State National Research University
Belgorod, Russian Federation

<https://orcid.org/0000-0003-4048-3986>

e-mail: zubaydi@mail.ru

Anatoly D. Kravets — M.D., Cand.Sc.(Med); Urologist, Urology Division, Ufa City Clinical Hospital No.21
Ufa, Russian Federation

<https://orcid.org/0000-0002-9813-9523>

e-mail: kranatolius@mail.ru

Abdulloi F. Huseynzoda — M.D.; Postgraduate student, Dept. of Advanced Surgery, Medical Institute, Belgorod State National Research University
Belgorod, Russian Federation

<https://orcid.org/0000-0001-9869-7376>

e-mail: husenzoda.abdullo@mail.ru

Jehad K. Askari — M.D.; Postgraduate student, Dept. of Advanced Surgery, Medical Institute, Belgorod State National Research University
Belgorod, Russian Federation

<https://orcid.org/0000-0002-0686-9693>

e-mail: dr_askari@mail.ru

Evgeniy G. Ponomarev — Resident, Dept. of Advanced Surgery, Medical Institute, Belgorod State National Research University
Belgorod, Russian Federation

<https://orcid.org/0000-0003-0811-681X>

e-mail: dr.ponomarev95@mail.ru

Vladislav Y. Nechiporenko — Resident, Dept. of Advanced Surgery, Medical Institute, Belgorod State National Research University
Belgorod, Russian Federation

<https://orcid.org/0000-0002-5726-5945>

e-mail: nechiporenko@bsu.edu.ru

Kirill S. Shkodkin — Resident, Dept. of Advanced Surgery, Medical Institute, Belgorod State National Research University
Belgorod, Russian Federation

<https://orcid.org/0000-0003-4270-165X>

e-mail: kirill_shkodkin@mail.ru