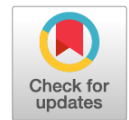


DOI: <https://doi.org/10.17816/uroved605826>

Научная статья



Новое устройство для аспирации и ирригации в эндовидеохирургии: гибкая насадка для аспиратора-ирригатора с эффектом памяти

М.С. Мосоян^{1, 2}, Д.А. Шелипанов¹, Д.А. Федоров¹, Е.С. Гилев¹, А.А. Васильев¹¹ Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова, Санкт-Петербург, Россия;² Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова, Санкт-Петербург, Россия

АННОТАЦИЯ

Актуальность. Аспирация биологических жидкостей, в том числе крови и мочи, а также ирригация операционного поля — важные задачи на любом этапе большинства хирургических вмешательств на органах брюшной полости. Данные функции необходимы для профилактики контаминации брюшной полости, очистки операционного поля от скоплений жидкости и кровяных сгустков, что в свою очередь позволяет обеспечить оптимальную визуализацию для оперирующего хирурга. При эндовидеохирургической резекции почки поддерживать чистоту операционного поля и адекватную визуализацию зоны резекции зачастую является сложной задачей, особенно при заднем расположении опухолей. Это связано с трудностями достижения зоны резекции из-за недостаточной длины инструмента и/или его изгиба.

Цель — изучение свойств новой гибкой насадки для аспиратора-ирригатора при резекции почки на модели внутрибрюшного пространства с использованием органокомплекса свиньи.

Материалы и методы. Насадка для аспиратора-ирригатора выполнена из поливинилхлорида, имеет форму прямой полой трубки длиной 80 мм и диаметром 6,5 мм, по внутренним боковым поверхностям располагаются два канала диаметром по 1 мм, в которых расположены латунные стержни, придающие конструкции ригидность, с возможностью изменения ее формы с «эффектом памяти». Данная насадка присоединяется к дистальному концу стандартной металлической трубки аспиратора-ирригатора, после чего хирургом ей придается необходимый изгиб, достаточный для проникновения в труднодоступные места операционного поля. С использованием органокомплекса свиньи и лапароскопического тренажера была создана модель брюшной полости и забрюшинного пространства. Для имитации эндовидеохирургической операции использовали лапароскопический инструментарий. При помощи лапароскопических ножниц выполняли клиновидную резекцию участка паренхимы почки (с предполагаемой опухолью). К сформированному дефекту паренхимы подводили аспирационные трубки — сначала стандартную прямую металлическую трубку, затем аспирационную трубку с гибкой насадкой-наконечником, которой предварительно придавали необходимый изгиб. По окончании эксперимента оценивали эффективность использования нового устройства в условиях труднодоступной локализации зоны резекции, безопасность его для окружающих тканей и органов, а также удобство для хирурга.

Результаты. Проведена оценка эффективности новой насадки при резекции предполагаемой задней опухоли почки в смоделированном внутрибрюшном пространстве с использованием органокомплекса свиньи. При использовании стандартного наконечника аспиратора-ирригатора доступ, аспирация и ирригация были затруднены и занимали больше времени, чем при использовании новой гибкой насадки.

Вывод. Новая гибкая насадка для аспиратора-ирригатора обеспечивает безопасный и быстрый доступ к зоне резекции почки при труднодоступных локализациях опухолей, а также эффективную аспирацию и ирригацию.

Ключевые слова: аспиратор-ирригатор; гибкая насадка; наконечник; эндовидеохирургическая резекция почки.

Как цитировать

Мосоян М.С., Шелипанов Д.А., Федоров Д.А., Гилев Е.С., Васильев А.А. Новое устройство для аспирации и ирригации в эндовидеохирургии: гибкая насадка для аспиратора-ирригатора с эффектом памяти // Урологические ведомости. 2023. Т. 13. № 4. С. 377–382. DOI: <https://doi.org/10.17816/uroved605826>

DOI: <https://doi.org/10.17816/uroved605826>

Research Article

A novel device for aspiration and irrigation in endovideosurgery: flexible head for aspirator-irrigator with memory effect

Mkrtich S. Mosoyan^{1, 2}, Denis A. Shelipanov¹, Dmitriy A. Fedorov¹, Evgeny S. Gilev¹, Artem A. Vasil'ev¹¹ Almazov National Medical Research Centre, Saint Petersburg, Russia;² Academician I.P. Pavlov First St. Petersburg State Medical University, Saint Petersburg, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Aspiration of biological fluids, including blood and urine, as well as irrigation of the surgical field are important tasks at any stage of the majority of abdominal surgical interventions. These functions are necessary to prevent contamination of the abdominal cavity, clean the surgical field from fluid accumulations and blood clots, which in turn allows for optimal visualization for the operating surgeon. During endovideosurgical partial nephrectomy, maintaining a clean surgical field and adequate visualization of the resection area is often a difficult task, especially with posterior tumors. This is due to difficulties in reaching the resection zone due to insufficient instrument length and/or instrument bending.

AIM: The aim of the study is to study the properties of a new flexible nozzle for an aspirator-irrigator during kidney resection on a model of the intraabdominal space using a pig organ complex.

MATERIALS AND METHODS: The nozzle for the aspirator-irrigator is made of polyvinyl chloride, has the shape of a straight hollow tube 80 mm long and 6.5 mm in diameter; on the inner side surfaces there are two channels with a diameter of 1 mm, in which brass rods are located, giving the structure rigidity, with the possibility of changing its form with a "memory effect". This nozzle is attached to the distal end of a standard metal tube of the aspirator-irrigator, after which the surgeon gives it the necessary bend, sufficient to penetrate into hard-to-reach areas of the surgical field. Using a pig organ complex and a laparoscopic simulator, a model of the abdominal cavity and retroperitoneal space was created. Laparoscopic instruments were used to simulate an endovideosurgical operation. Using laparoscopic scissors, a wedge-shaped resection of a section of the renal parenchyma (with a suspected tumor) was performed. Aspiration tubes were brought to the formed parenchymal defect — first a standard straight metal tube, then an aspiration tube with a flexible tip, which was previously given the necessary bend. At the end of the experiment, the effectiveness of using the new device in conditions of hard-to-reach localization of the resection zone, its safety for surrounding tissues and organs, as well as its convenience for the surgeon were assessed.

RESULTS: The effectiveness of the new attachment for resection of a suspected posterior renal tumor in a simulated intraabdominal space using a porcine organ complex. The access, aspiration, and irrigation were difficult and took longer time with using of the standard aspirator-irrigator tip, than with the new flexible tip.

CONCLUSIONS: The new flexible aspirator-irrigator head provides safe and rapid access to difficult-to-reach partial nephrectomy sites, as well as efficient aspiration and irrigation.

Keywords: aspirator-irrigator; flexible nozzle; tip; endovideosurgical partial nephrectomy.

To cite this article

Mosoyan MS, Shelipanov DA, Fedorov DA, Gilev ES, Vasil'ev AA. A novel device for aspiration and irrigation in endovideosurgery: flexible head for aspirator-irrigator with memory effect. *Urology reports (St. Petersburg)*. 2023;13(4):377–382. DOI: <https://doi.org/10.17816/uroved605826>

Received: 05.10.2023

Accepted: 20.11.2023

Published: 29.12.2023

АКТУАЛЬНОСТЬ

Использование аспиратора-ирригатора — неотъемлемая часть практически любого хирургического вмешательства на органах брюшной полости и забрюшинного пространства [1, 2]. При эндовидеохирургической резекции почки роль аспирации и ирригации трудно переоценить, поскольку это необходимо в первую очередь для адекватной визуализации зоны резекции [3]. Наличие крови и ее сгустков при удалении опухоли почки опасно не столько из-за риска большой кровопотери, сколько из-за повышения вероятности положительного хирургического края ввиду трудной визуализации резецируемой ткани, а также из-за увеличения времени тепловой ишемии, что в свою очередь может привести к ухудшению функционального статуса почки [4, 5]. Поддержание адекватной визуализации зоны резекции особенно важно при «сложных» опухолях почек, имеющих высокий балл по нефрометрическим шкалам (R.E.N.A.L., PADUA), крупных опухолях, а также новообразованиях, имеющих труднодоступное расположение, поскольку оперативные вмешательства в таких условиях связаны с большей длительностью тепловой ишемии, большим объемом кровопотери, большей вероятностью развития осложнений, а также большим риском положительного хирургического края [6–8]. Для обеспечения эффективной аспирации и ирригации в зоне резекции почки, в особенности при «сложном» расположении опухоли, для поддержания оптимальной визуализации резецируемой ткани необходимо устройство, позволяющее хирургу, манипулирующему аспиратором-ирригатором, заводить инструмент непосредственно к зоне резекции под опухолевый узел, обеспечивая при этом тракцию края паренхимы почки. С этой целью на кафедре урологии с курсом роботической хирургии с клиникой НМИЦ им. В.А. Алмазова была разработана гибкая насадка для аспиратора-ирригатора с «эффектом памяти» [9].

Потенциально данная насадка, благодаря своей конструкции, а также простоте применения, позволит проникнуть в более труднодоступные места операционного поля и обеспечить эффективную аспирацию и ирригацию, а также тракцию тканей, что является крайне актуальным при выполнении резекции почки.

Цель исследования — изучение свойств новой гибкой насадки для аспиратора-ирригатора при резекции почки на модели внутрибрюшного пространства с использованием органокомплекса свиньи (почки, печень, селезенка, кишечник, желудок, большой сальник).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Устройство новой гибкой насадки для аспиратора-ирригатора

Общий вид насадки представлен на рис. 1. Она выполнена из поливинилхлорида, имеет форму прямой полой

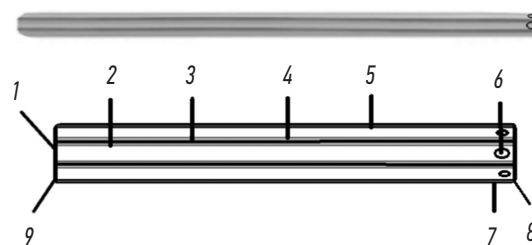


Рис. 1. Общий вид гибкой насадки-наконечника для аспиратора-ирригатора (сверху — фото, снизу — схема). 1 — проксимальный конец; 2 — полость; 3 — внутренняя полость для жесткого основания; 4 — жесткий стержень, способный изгибаться с эффектом памяти; 5 — корпус; 6 — перфорации; 7 — дистальный конец; 8 — закругленный дистальный конец; 9 — закругленный проксимальный конец

Fig. 1. General view of the flexible nozzle-tip for the aspirator-irrigator (top — photo, bottom — diagram). 1 — proximal end; 2 — cavity; 3 — internal cavity; 4 — rigid rod, capable of bending with memory effect; 5 — body; 6 — perforations; 7 — distal end of the nozzle-tip; 8 — rounded distal end; 9 — rounded proximal end

трубки длиной 80 мм и диаметром 6,5 мм, по внутренним боковым поверхностям располагаются два канала диаметром по 1 мм, в которых расположены латунные стержни, придающие конструкции ригидность, с возможностью изменения ее формы с «эффектом памяти». Проксимальный и дистальные концы трубки имеют срез под углом 90°, при этом края закруглены, на дистальном конце расположены четыре дополнительные боковые перфорации (рис. 1).

Насадка присоединяется к дистальному концу стандартной металлической трубки аспиратора-ирригатора, после чего хирург ей придает необходимый изгиб, достаточный для проникновения в труднодоступные места операционного поля. Затем инструмент вводится в брюшную полость через 12-мм троакар и выполняется тракция тканей, аспирация либо ирригация на заданном участке операционного поля.

Процедура

С использованием органокомплекса свиньи, включающего почки, печень, кишечник, желудок, селезенку, большой сальник, а также лапароскопического тренажера, представляющего собой пластиковый ящик с отверстиями для троакаров, была смоделирована брюшная полость и забрюшинное пространство (рис. 2). Для имитации эндовидеохирургической операции использовали лапароскопический инструментарий, а именно эндоскоп 30°, лапароскопический зажим, лапароскопические ножницы, а также аспиратор-ирригатор с металлической трубкой диаметром 5 мм и длиной 32 см (рис. 3).

Органокомплекс располагали таким образом, чтобы воссоздать этап эндовидеохирургической резекции почки — сначала левой, затем правой. При помощи

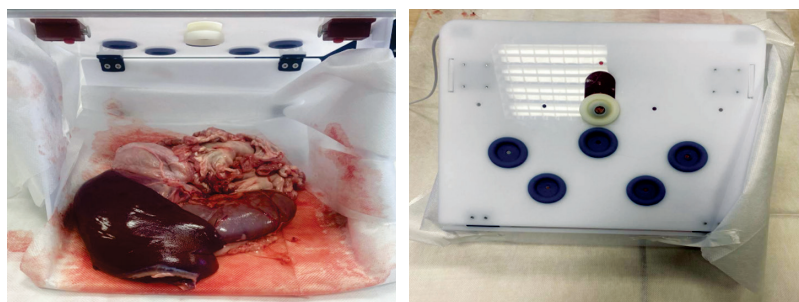


Рис. 2. Модель брюшной полости и забрюшинного пространства: *a* — свиной органоконкомплекс; *b* — лапароскопический тренажер

Fig. 2. Model of the abdominal cavity and retroperitoneal space: *a* — porcine organ complex; *b* — laparoscopic simulator



Рис. 3. Набор лапароскопических инструментов, включая аспиратор-ирригатор в сборе с гибкой насадкой-наконечником

Fig. 3. A set of laparoscopic instruments including an aspirator-irrigator assembly with a flexible tip

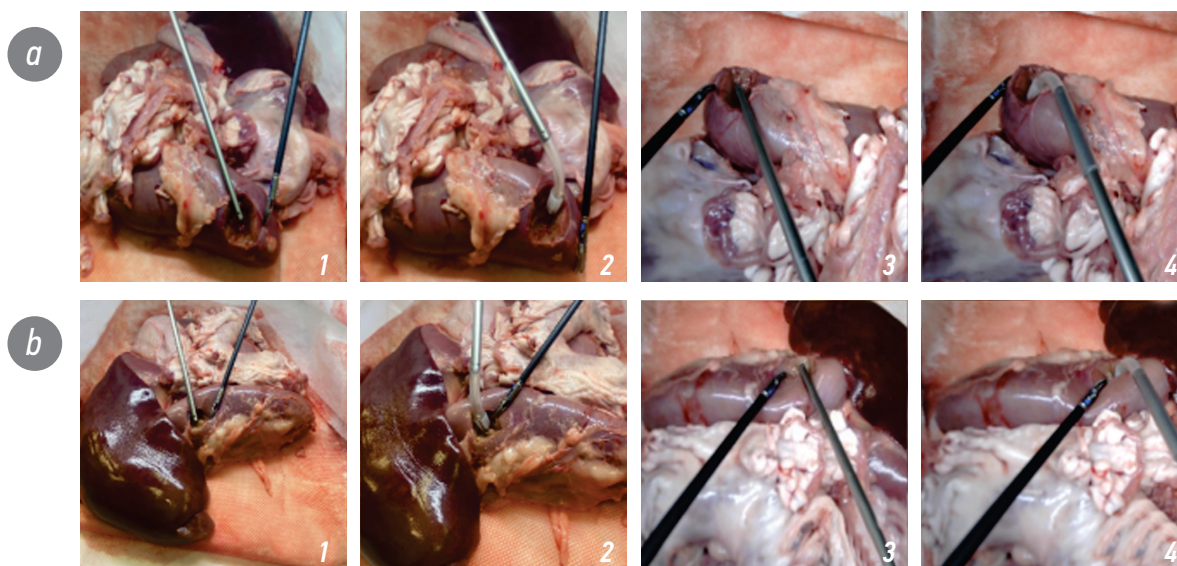


Рис. 4. Сравнение доступа к зоне резекции стандартной насадки и нового гибкого наконечника для аспиратора-ирригатора: *a* — на левой почке, *b* — на правой почке. 1 — с использованием стандартного наконечника аспиратора-ирригатора (вид снаружи), 2 — новой гибкой насадкой для аспиратора-ирригатора (вид снаружи), 3 — стандартного наконечника аспиратора-ирригатора (изображение, получаемое эндоскопом), 4 — новой гибкой насадкой для аспиратора-ирригатора (изображение, получаемое эндоскопом)

лапароскопических ножниц выполняли клиновидную резекцию участка паренхимы почки (с предполагаемой опухолью) в области верхнего полюса со стороны задней поверхности органа — данная область классически считается наиболее труднодоступной для манипуляций. К сформированному дефекту паренхимы подводили аспирационные трубки — сперва стандартную прямую металлическую, затем аспирационную с гибкой насадкой-наконечником, которому предварительно придают изгиб, необходимый для доступа к зоне резекции почки. Эксперимент проводил опытный роботический и лапароскопический хирург. По окончании эксперимента оценивали эффективность использования нового устройства в условиях труднодоступной локализации зоны резекции, безопасность его для окружающих тканей и органов, а также удобство для хирурга.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Доступ к зоне резекции почки (правой и левой) был одинаково быстрым и безопасным при использовании как стандартного металлического наконечника аспиратора-ирригатора, так и при использовании новой гибкой насадки, однако при этом применение новой гибкой насадки под нужным углом позволило хирургу подвести инструмент непосредственно в дно дефекта паренхимы почки, сформированного в результате резекции, что позволило более эффективно обеспечивать аспирацию крови и сгустков и тем самым добиться лучшей визуализации зоны резекции, причем это наблюдалось с обеих сторон (рис. 4).

Аспирация непосредственно в зоне резекции заняла несколько меньше времени при использовании новой гибкой насадки, было отмечено меньшее воздействие

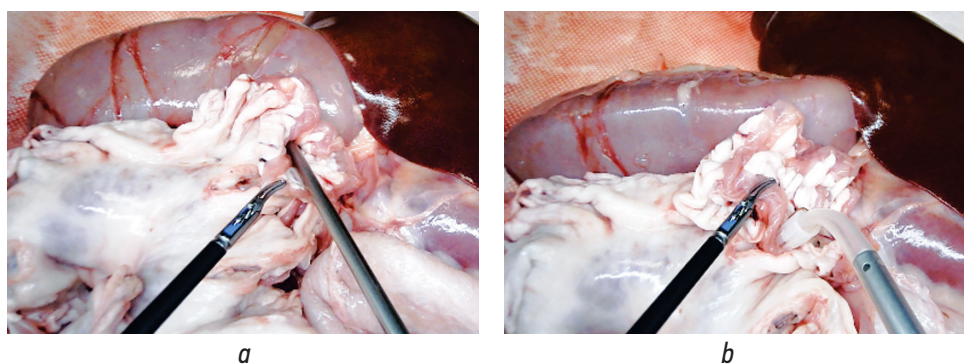


Рис. 5. Сравнение стандартной насадки и нового гибкого наконечника для аспиратора-ирригатора при контакте с органами брюшной полости: *a* — при использовании стандартного наконечника, *b* — при использовании новой гибкой насадки

Fig. 5. Comparison of the standard aspirator-irrigator tip and the new flexible aspirator-irrigator tip when contacting abdominal organs: *a* — using the standard tip, *b* — using the new flexible tip

(давление, трекция и т. д.) на ткань почки при заведении инструмента в область интереса по сравнению со стандартным металлическим наконечником. При контакте инструмента с печенью, кишкой и другими органами не было отмечено травматического воздействия на них при использовании как стандартного металлического наконечника аспиратора, так и при применении гибкой насадки (рис. 5).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведено первое испытание новой гибкой насадки для аспиратора-ирригатора на смоделированной при помощи свиного органоконплекса брюшной полости. При резекции почки использование исследуемой насадки обеспечивает безопасный и быстрый доступ к зоне резекции, в том числе при труднодоступных локализациях, а также эффективную аспирацию и ирригацию. Данный опыт позволяет рекомендовать устройство к дальнейшим испытаниям *in vivo* для исследования эффективности и безопасности применения.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией. Личный вклад каждого автора: М.С. Мосоян — разработка дизайна исследования, редактирование текста рукописи; Д.А. Шелипанов — анализ полученных данных,

редактирование текста рукописи; Д.А. Федоров — сбор материала, написание текста рукописи, подготовка иллюстративного материала; Е.С. Гилев — анализ полученных данных; А.А. Васильев — сбор материала, подготовка иллюстративного материала.

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

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

ADDITIONAL INFORMATION

Authors' contribution. Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the study, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the article, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the study. Personal contribution of each author: M.S. Mosoyan — development of the design of the study, editing the text of the manuscript; D.A. Shelipanov — analysis of the data obtained, editing the text of the manuscript; D.A. Fedorov — collection of material, writing the text of the manuscript, preparation of illustrative material; E.S. Gilev — analysis of the data obtained; A.A. Vasilev — collection of material, preparation of illustrative material.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Gerges F., Nour E., Gerogiannis I.N. The Straw Pressure Gradient and Gravity (SPGG) Technique: a safe and cost-effective technique for laparoscopic suction // *Cureus*. 2023. Vol. 15, No. 4. P. e37779. DOI: 10.7759/cureus.37779
2. Junaidi M.A.R., Pandey G., Kulliri R., Yendluri D.R.V. CFD Studies on the Modified laparoscopic instrument used in minimally invasive surgeries.

1. Sikarwar B.S., Sundén, B., Wang Q., editors. Advances in fluid and thermal engineering. Lecture notes in mechanical engineering. 2021. Springer, Singapore. P. 643–652. DOI: 10.1007/978-981-16-0159-0_56
3. Gurram S., Kavoussi L. Laparoscopic partial nephrectomy // *J Endourol*. 2020. Vol. 34, No. S1. P. S17–S24. DOI: 10.1089/end.2018.0307

4. Tuderti G., Brassetti A., Mastroianni R., et al. Expanding the limits of nephron-sparing surgery: Surgical technique and mid-term outcomes of purely off-clamp robotic partial nephrectomy for totally endophytic renal tumors // *Int J Urol*. 2022. Vol. 29, No. 4. P. 282–288. DOI: 10.1111/iju.14763
5. Barnoiu O.S., Tysland A.O., Andersen A.W. Surgical video review of warm ischemia time during laparoscopic partial nephrectomy and impact on positive surgical margins and postoperative complications // *Open Journal of Urology*. 2023. Vol. 13, No. 1. P. 9–17. DOI: 10.4236/oju.2023.131002
6. Li K.P., Wan S., Wang C.Y., et al. Perioperative, functional, and oncologic outcomes of robot-assisted versus open partial nephrectomy for complex renal tumors (RENAL score ≥ 7): an evidence-based analysis // *J Robot Surg*. 2023. Vol. 17, No. 4. P. 1247–1258. DOI: 10.1007/s11701-023-01565-3

7. Ucpinar B., Rich J.M., Okhawere K.E., et al. Robot-assisted partial nephrectomy for complex renal tumors: Analysis of a large multi-institutional database // *Urol Oncol*. 2023. Vol. 4, No. 8. P. 358.e9–358.e15. DOI: 10.1016/j.urolonc.2023.05.016
8. Chen X.B., Li Y.G., Wu T., et al. Perioperative, oncologic, and functional outcomes of robot-assisted partial nephrectomy for special types of renal tumors (hilar, endophytic, or cystic): an evidence-based analysis of comparative outcomes // *Front Oncol*. 2023. Vol. 13. P. 1178592. DOI: 10.3389/fonc.2023.1178592
9. Патент РФ на изобретение № 216910U1/07.03.23. Бюл. № 7. Мосоян М.С., Федоров Д.А., Гилев Е.С. Съемная гибкая насадка наконечника аспиратора-ирригатора для эндовидеохирургических операций в робот-ассистированной хирургии. Режим доступа: <https://patents.google.com/patent/RU216910U1/ru>.

REFERENCES

1. Gerges F, Nour E, Gerogiannis IN. The Straw Pressure Gradient and Gravity (SPGG) Technique: a safe and cost-effective technique for laparoscopic suction. *Cureus*. 2023;15(4):e37779. DOI: 10.7759/cureus.37779
2. Junaidi MAR, Pandey G, Kulliri R, Yendluri DRV. CFD studies on the modified laparoscopic instrument used in minimally invasive surgeries. In: Sikarwar BS, Sundén B, Wang Q. editors. *Advances in fluid and thermal engineering. Lecture notes in mechanical engineering*. 2021. Springer, Singapore. P. 643–652. DOI: 10.1007/978-981-16-0159-0_56
3. Gurram S, Kavoussi L. Laparoscopic Partial Nephrectomy. *J Endourol*. 2020;34(S1): S17–S24. DOI: 10.1089/end.2018.0307
4. Tuderti G, Brassetti A, Mastroianni R, et al. Expanding the limits of nephron-sparing surgery: Surgical technique and mid-term outcomes of purely off-clamp robotic partial nephrectomy for totally endophytic renal tumors. *Int J Urol*. 2022;29(4):282–288. DOI: 10.1111/iju.14763
5. Barnoiu OS, Tysland AO, Andersen AW. Surgical video review of warm ischemia time during laparoscopic partial nephrectomy and impact on positive surgical margins and postoperative complications. *Open Journal of Urology*. 2023;13(1):9–17. DOI: 10.4236/oju.2023.131002
6. Li KP, Wan S, Wang CY, et al. Perioperative, functional, and oncologic outcomes of robot-assisted versus open partial nephrectomy for complex renal tumors (RENAL score ≥ 7): an evidence-based analysis. *J Robot Surg*. 2023;17(4):1247–1258. DOI: 10.1007/s11701-023-01565-3
7. Ucpinar B, Rich JM, Okhawere KE, et al. Robot-assisted partial nephrectomy for complex renal tumors: Analysis of a large multi-institutional database. *Urol Oncol*. 2023;41(8):358.e9–358.e15. DOI: 10.1016/j.urolonc.2023.05.016
8. Chen XB, Li YG, Wu T, et al. Perioperative, oncologic, and functional outcomes of robot-assisted partial nephrectomy for special types of renal tumors (hilar, endophytic, or cystic): an evidence-based analysis of comparative outcomes. *Front Oncol*. 2023;13:1178592. DOI: 10.3389/fonc.2023.1178592
9. Patent RUS No. 216910U1/07.03.23. Byul. No. 7. Mosoyan MS, Fedorov DA, Gilev ES. *Removable flexible tip of the aspirator-irrigator for endovideosurgical operations in robot-assisted surgery*. Available from: <https://patents.google.com/patent/RU216910U1/ru>

ОБ АВТОРАХ

Мкртич Семенович Мосоян, д-р мед. наук;
ORCID: 0000-0003-3639-6863; Scopus Author ID: 57208982777;
eLibrary SPIN: 5716-9089; e-mail: moso03@yandex.ru

Денис Александрович Шелипанов, канд. мед. наук;
e-mail: shelipanov_da@almazovcentre.ru

***Дмитрий Александрович Федоров**; адрес: Россия, 191014, Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, д. 2; ORCID: 0000-0002-6371-4620;
eLibrary SPIN: 4359-8143; e-mail: tvoiurollog@gmail.com

Евгений Сергеевич Гилев; eLibrary SPIN: 5773-4804;
e-mail: jackpafosky@gmail.com

Артем Александрович Васильев;
e-mail: scapaflow12@gmail.com

AUTHORS' INFO

Mkrtich S. Mosoyan, MD, Dr. Sci. (Medicine);
ORCID: 0000-0003-3639-6863; Scopus Author ID: 57208982777;
eLibrary SPIN: 5716-9089; e-mail: moso03@yandex.ru

Denis A. Shelipanov, MD, Cand. Sci. (Medicine.);
e-mail: shelipanov_da@almazovcentre.ru

***Dmitriy A. Fedorov**; address: 2 Akkuratova st., Saint Petersburg, 191014, Russia; ORCID: 0000-0002-6371-4620;
eLibrary SPIN: 4359-8143; e-mail: tvoiurollog@gmail.com

Evgeny S. Gilev; eLibrary SPIN: 5773-4804;
e-mail: jackpafosky@gmail.com

Artem A. Vasilev;
e-mail: scapaflow12@gmail.com

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author