

Лапароскопическая резекция почки с использованием тулиевого волоконного лазера без тепловой ишемии

В. Н. Дубровин, А. В. Егошин, А. В. Табаков, Р. Р. Шакиров, О. В. Михайловский

ГБУ Республики Марий Эл «Республиканская клиническая больница»; Россия, 424037 Йошкар-Ола, ул. Осипенко, 33

Контакты: Василий Николаевич Дубровин vndubrovinn@mail.ru

Введение. Лапароскопическая резекция почки (ЛРП) при лечении небольших опухолей почки получила большое распространение, однако операция связана с тепловой ишемией почки, что неблагоприятно сказывается на функциональном состоянии оперированного органа. Ведутся исследования методов резекции почки с уменьшением или полным отсутствием тепловой ишемии, в том числе с использованием лазерной энергии.

Материалы и методы. С 2017 г. ЛРП с использованием тулиевого лазера длиной волны 1,94 мкм выполнена 16 пациентам (7 (43,8 %) мужчин и 9 (56,2 %) женщин). Средний возраст больных составил 51 (39–68) год. Средний размер опухоли почки – 24,9 (15–40) мм. Оценку резектабельности проводили по нефрометрической шкале RENAL с использованием трехмерного моделирования. Для уменьшения дымообразования во время операции применяли лапароскопический инструмент – лазерный аспиратор-ирригатор.

Результаты. Среднее время операции составило 97,5 (70–131) мин, время резекции почки с использованием лазера – 25,6 (10–40) мин. Без тепловой ишемии проведено 14 (87,5 %) операций, у 2 (12,5 %) пациентов время тепловой ишемии составило 7,5 (7–8) мин. Средний объем кровопотери во время операции – 111,3 (50–250) мл. При гистологическом обследовании в 14 (87,5 %) случаях обнаружена почечно-клеточная карцинома градации G₁ у 10 (71,4 %) и G₂ у 4 (28,6 %) пациентов, в 2 (12,5 %) случаях – ангиолиптома почки. Случаев положительного края резекции не отмечено. Длительность послеоперационного лечения составила 7,1 (5–9) дня. При изучении скорости клубочковой фильтрации прооперированных пациентов в ближайшем и отдаленном послеоперационном периоде существенных изменений не наблюдали.

Заключение. Применение волоконного тулиевого лазера для ЛРП позволяет выполнить операцию без тепловой ишемии почки у строго отобранных больных. Использование лазерного аспиратора-ирригатора с капельной подачей воды и одновременной аспирацией позволяет уменьшить дымообразование при лазерной тулиевой резекции, операция проводится в условиях улучшенной визуализации, что предотвращает опасность получения положительного края резекции. Требуется дальнейшее наблюдение за результатами применения метода тулиевой лазерной ЛРП.

Ключевые слова: опухоль почки, лапароскопическая резекция почки, тулиевый волоконный лазер

Для цитирования: Дубровин В. Н., Егошин А. В., Табаков А. В. и др. Лапароскопическая резекция почки с использованием тулиевого волоконного лазера без тепловой ишемии. Онкоурология 2020;16(2):46–51.

DOI: 10.17650/1726-9776-2020-16-2-46-51



Laparoscopic thulium fiber laser partial nephrectomy without thermal ischemia

V.N. Dubrovin, A.V. Egoshin, A.V. Tabakov, R.R. Shakirov, O.V. Mihaylovskiy

Mari El Republican Clinical Hospital; 33 Osipenko St., Yoshkar-Ola 424037, Russia

Background. Laparoscopic partial nephrectomy (LPN) in the treatment of small kidney tumors is widespread, but the operation is associated with warm ischemia, which adversely affects the functional state of the kidney. Research is underway on methods of partial nephrectomy with a reduction of thermal ischemia or zero ischemia. The laser energy is one of the directions in the search for options for LPN. The aim of our work is to improve the LPN using a thulium laser.

Materials and methods. From 2017 to 2019 a LPN was performed for 16 patients with small tumors, using the thulium laser with a wavelength of 1.94 μm. There were men 7 (43.8 %), women – 9 (56.2 %), average age was 51 (39–68) years, average kidney tumor size was 24.9 (15–40) mm. The evaluation of laser resectability on the RENAL scale was carried out using 3D modeling. We used the laparoscopic laser aspirator-irrigator to reduce smoke generation during the procedures.

Results. The average time of LPN using a fiber thulium laser was 97.5 (70–131) min. The time for kidney resection was 25.6 (10–40) min. 14 (87.5 %) procedures performed completely without warm ischemia. The average blood loss during surgery was 111.3 (50–250) ml. The duration of postoperative treatment was 7.1 (5–9) days. A positive surgical margin was not observed. Histological examination revealed renal cell carcinoma in 14 (87.5 %) patients, G₁ – 10 (71.4 %), G₂ – 4 (28.6 %). When examining glomerular filtrate in rare in the operated patients after procedures, no changes were observed.

Conclusion. The use of the thulium laser for LPN allows perform the procedure without warm ischemia in selected patients with a predominantly extrarenal tumor location. The use of a laparoscopic instrument the laser aspirator-irrigator with a drip water supply and simultaneous

aspiration reduced smoke generation during laser thulium resection, the operation performed under conditions of improved visualization, which prevents the danger of a positive surgical edge. Further monitoring of the results of applying the method of thulium laser LPN is required.

Key words: kidney cancer, laparoscopic partial nephrectomy, thulium fiber laser

For citation: Dubrovin V.N., Egoshin A.V., Tabakov A.V. et al. Laparoscopic thulium fiber laser partial nephrectomy without thermal ischemia. *Onkourologiya = Cancer Urology* 2020;16(2):46–51. (In Russ.).

Введение

Общепризнанными методами хирургического лечения локализованного рака почки являются радикальная нефрэктомия и резекция почки, показатели канцерспецифической выживаемости которых при небольших опухолях сравнимы. Отмечается, что результаты лечения локализованного рака почки методом резекции в тех случаях, когда это технически выполнимо, имеют преимущества перед удалением органа, так как уменьшается риск развития хронической болезни почек, сердечно-сосудистых заболеваний в отдаленном послеоперационном периоде [1, 2].

В связи с этим в последнее время большое распространение получил нефронсберегающий подход к лечению злокачественных заболеваний почек открытым или лапароскопическим доступом. Однако выполнение резекции почки с использованием любого хирургического доступа связано с тепловой ишемией почки, от времени которой зависят ближайшие и отдаленные функциональные результаты операции [3–6].

Использование лазерной энергии для пересечения и одновременной коагуляции кровеносных сосудов паренхимы почки позволяет выполнять резекцию почки без пережатия сосудов почечной ножки, но при этом наблюдаются определенные технические сложности, связанные с повышенным дымообразованием и опасностью кровотечения [7, 8].

Усовершенствование техники резекции почки с использованием лазерной техники является актуальной проблемой современной онкоурологии.

Материалы и методы

С 2017 г. в Республиканской клинической больнице Республики Марий Эл выполняется лапароскопическая резекция почки (ЛРП) с использованием тулиевого волоконного лазера длиной волны 1,94 мкм, мощностью 120 Вт. Были прооперированы 16 пациентов (7 (43,8 %) мужчин и 9 (56,2 %) женщин). Средний возраст больных составил 51 (39–68) год. Обследование перед операцией включало общеклинические методы исследования, определение скорости клубочковой фильтрации (СКФ), компьютерную томографию органов брюшинного пространства на аппарате Philips Brilliance CT64 с контрастным усилением (йопромид 100 мл). Опухоли правой почки обнаружены у 6 (37,5 %), левой – у 10 (62,5 %) пациентов. Размер опухоли

в среднем составлял 24,9 (15–40) мм. Для более детального изучения расположения опухоли и ее взаимосвязи с внутренними структурами почки проводили трехмерное (3D) моделирование с использованием оригинальной компьютерной программы «Волга-М» [9]. По данным предоперационного 3D-моделирования опухоли почки оценивали по нефрометрической шкале RENAL. Пациенты с преимущественно экстраренальным расположением опухоли и установленным средним баллом ≤ 6 по шкале RENAL были отобраны для операции с использованием лазера без применения тепловой ишемии.

Всем пациентам выполнили ЛРП. После установки троакаров и наложения карбоксиперитонеума осуществляли обзорную лапароскопию и ревизию органов брюшной полости, рассекали брюшину по линии Тольдта, выделяли сосуды почечной ножки. Далее освобождали поверхность почки в зоне предполагаемой резекции от паранефральной клетчатки. Резекцию почки проводили с использованием непрерывного тулиевого лазерного излучения длиной волны 1,94 мкм, мощностью 30 Вт и эрбиевого лазерного излучения длиной волны 1,55 мкм, мощностью 10 Вт, которые выводили через 1 световод диаметром 400 нм с использованием специального инструмента – лазерного аспиратора-ирригатора. Через центральный канал инструмента проводили лазерное волокно и выполняли капельную подачу физиологического раствора таким образом, чтобы воздействие на ткани лазерной энергии, излучаемой из торца лазерного волокна, происходило постоянно в водной среде в непосредственной близости от резецируемой ткани (рис. 1). Через наружный канал аспиратора-ирригатора осуществляли аспирацию дыма и избытков жидкости из зоны оперативного вмешательства. Наружный диаметр аспиратора-ирригатора позволял устанавливать его в брюшную полость через 5-миллиметровый троакар.

После окончания резекции проводили лазерную коагуляцию поверхности паренхимы почки дистанционным лазерным воздействием с расстояния 1–1,5 см от поверхности почки. При отсутствии кровотечения из зоны резекции почки гемостатические швы не накладывали (рис. 2). Операцию заканчивали дренированием брюшной полости и ушиванием троакарных ран.

В послеоперационном периоде оценивали длительность операции, выполнения лазерной резекции,

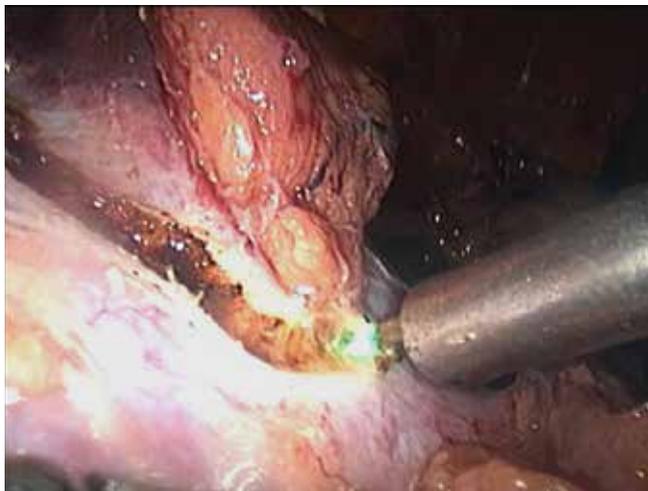


Рис. 1. Резекция почки с использованием тулиевого волоконного лазера. Лазерное волокно диаметром 400 нм проведено через центральный канал аспиратора-ирригатора

Fig. 1. Partial nephrectomy using a thulium fiber laser. 400 nm laser fiber is drawn through the central channel of the aspirator-irrigator

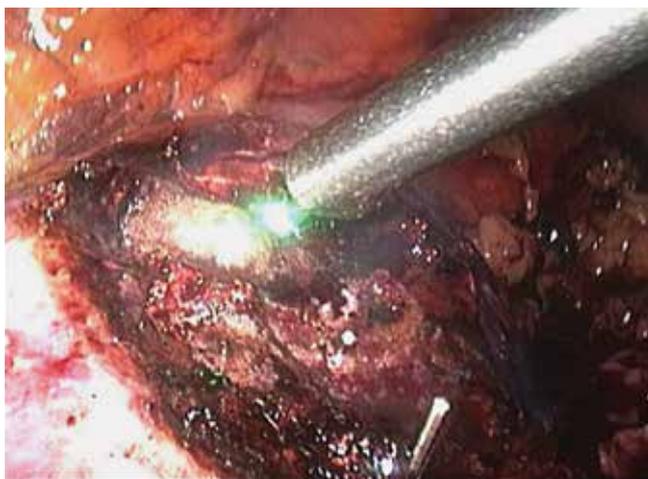


Рис. 2. Лазерная коагуляция раневой поверхности почки после резекции

стационарного лечения, интра- и послеоперационные осложнения по классификации Clavien–Dindo, гистологическое заключение, СКФ в раннем (≤ 28 дней) и позднем (> 28 дней) послеоперационных периодах.

Результаты

Всем больным успешно выполнена ЛРП с применением тулиевого волоконного лазера, конверсий не было. Средняя продолжительность операции составила 97,5 (70–131) мин. В 14 (87,5 %) случаях операция была закончена без тепловой ишемии и ушивания дефекта паренхимы почки. В 2 (12,5 %) случаях при кровотечении из паренхимы почки пережимали сосуды почечной ножки, предварительно взятые на держалку, ушивали дефект паренхимы почки гемостатическим

обвивным швом с использованием 12-миллиметровых клипс Нет-о-лос; время тепловой ишемии почки у этих больных составило 7,5 (7–8) мин. Длительность непосредственно резекции почки с применением тулиевого волоконного лазера составила 25,6 (10–40) мин. Средний объем кровопотери во время операции – 111,3 (50–250) мл, необходимости в гемотрансфузии не было.

Серьезных осложнений в послеоперационном периоде не отмечено. У 2 (12,5 %) пациентов было проходящее повышение уровня сывороточного креатинина (нежелательное явление I степени тяжести), не потребовавшее специального лечения. У 1 (6,3 %) пациента наблюдалась инфекция мочевыводящего тракта (нежелательное явление II степени тяжести), была назначена антибактериальная терапия. Отсроченных кровотечений не зафиксировано. Длительность послеоперационного лечения составила 7,1 (5–9) дня. Результаты гистологического исследования показали, что в 14 (87,5 %) случаях обнаружена светлоклеточная почечно-клеточная карцинома градации G₁ у 10 (71,4 %) и G₂ у 4 (28,6 %) пациентов, в 2 (12,5 %) случаях – ангиолипома почки. Случаев положительного края резекции не наблюдали.

Показатели СКФ до операции составили в среднем 80,5 (68–99) мл/мин/1,73 м², в раннем послеоперационном периоде – 75,3 (63–94) мл/мин/1,73 м² (снижение по сравнению с дооперационным уровнем 6,5 (0–26,4) %), в позднем послеоперационном периоде – 79,0 (65–97) мл/мин/1,73 м² (снижение по сравнению с дооперационным уровнем 2,0 (0–5,8) %).

Обсуждение

При опухолях почки небольшого размера общепринято выполнение резекции почки с использованием открытого, лапароскопического или ретроперитонеоскопического доступа. Независимо от варианта хирургического доступа к почке этапы оперативного вмешательства включают выделение сосудов почечной ножки, временное пережатие всех сосудов или изолированно почечной артерии, выполнение непосредственно резекции почки в условиях тепловой ишемии, ушивание дефектов полостной системы почки (при их наличии) и почечной паренхимы.

Создание условий нарушения кровоснабжения почки – вынужденная мера, обусловленная тем, что при отсутствии кровотечения облегчаются диссекция почечной ткани и обнаружение границ опухоли. Однако при превышении определенного временного порога развиваются необратимые изменения почечной паренхимы, следствием которых будет снижение почечной функции вплоть до ее полной потери, что делает бессмысленной попытку сохранить почку. Поэтому наиболее важным прогностическим фактором сохранения функции почки после ее резекции является время тепловой ишемии, от него зависит сохранение

функционального состояния органа в ближайшем и отдаленном послеоперационном периоде, так как при нарушении кровоснабжения почки даже на небольшое время происходит ишемическое повреждение, обусловленное гипоперфузией почечной ткани, вазоспазмом, повреждением клеток эндотелия [10–12]. Считается, что необратимые изменения нефронов наступают при времени тепловой ишемии, превышающем 30 мин, причем каждая лишняя минута почечной ишемии ухудшает функциональные результаты [13].

Кроме временного нарушения кровотока в почке само ушивание дефекта паренхимы почки уменьшает число функционирующих нефронов за счет их сдавления лигатурой, и для уменьшения зоны ишемии применяют различные методы наложения швов [14, 15].

В связи с нежелательностью длительной тепловой ишемии почки применяются малотравматичные методы, такие как криоабляция и радиочастотная абляция опухоли почки, проводится операция в условиях управляемой гипотонии без пережатия сосудов почечной ножки, однако это не всегда возможно из-за общесоматического статуса пациента, при таком методе возможно кровотечение, затрудняющее визуализацию и повышающее риск положительного края резекции [16, 17].

В последние годы в связи с развитием лазерной техники для резекции почки применяют различные типы лазеров, преимуществом которых является одновременное рассечение и коагуляция кровеносных сосудов резецируемого органа. Наибольшую популярность получили импульсный гольмиевый лазер длиной волны 2,1 мкм, отличающийся безопасностью применения в водной среде и хорошим гемостазом, и тулиеый лазер длиной волны 1,94 мкм, работающий в режиме непрерывной волны, особенностью которой является равномерное испаряющее воздействие на ткани, что делает разрез более ровным. Кроме этого, излучение тулиевого лазера проникает в ткани на небольшую глубину (0,2–0,3 мм), что предотвращает глубокое повреждение паренхимы, а при резекции почки позволяет сохранить дополнительное количество функционирующих нефронов [18, 19].

В некоторых работах были выявлены общие недостатки применения различных типов лазеров при ЛРП, к которым относятся проблематичный гемостаз при пересечении крупных сосудов, значительная длительность непосредственно резекции почки, образование дыма во время работы лазера [20, 21]. Имеются исследования, результаты которых доказывают, что лазерная коагуляция сосудов паренхимы почки наиболее эффективна при диаметре сосудов не более 1,5 мм. В связи с этим рекомендован отбор пациентов для ЛРП с использованием лазерной техники с наличием преимущественно экстраренально расположенных малых опухолей, когда при пересечении паренхимы крупные сосуды не должны оказаться в зоне резекции [22].

Существенное значение в прогнозировании осложнений при нефронсберегающей хирургии, особенно выполняемой с использованием видеондоскопического доступа, имеет применение различных нефрометрических шкал, таких как RENAL, PADUA, C-index [23, 24].

В нашем исследовании при отборе пациентов для лазерной ЛРП применяли нефрометрическую шкалу RENAL и компьютерное 3D-моделирование на этапе предоперационного планирования. Использовали оригинальную компьютерную программу «Волга-М» для формирования модели и изучения расположения опухоли почки. Составление шкалы RENAL на основании 3D-моделирования позволило детально изучить расположение опухоли, оценить возможность ее лазерной резекции. У всех больных средний балл по шкале RENAL составил ≤6, т. е. отобраны пациенты с опухолью легкой степени резектабельности и низким риском осложнений.

Образование дыма при лазерной резекции почки существенно затрудняет визуализацию при видеондоскопической операции. Некоторые авторы советуют устанавливать дополнительный троакар для эвакуации дыма, но при этом теряется заданное давление в брюшной полости, что в свою очередь увеличивает длительность операции [25].

Использование тулиевого лазера длиной волны 1,94 мкм для резекции почки имеет преимущество в том, что основным хромофором такого лазерного излучения является вода и лучшие свойства его применения наблюдаются именно в водной среде. С этим связано успешное использование такого типа лазеров при трансуретральных операциях на предстательной железе и мочевом пузыре, когда рассечение и коагуляция ткани в физиологическом растворе проводятся наиболее эффективно [26].

Мы разработали и применили лазерный аспиратор-ирригатор для резекции почки с использованием тулиевого лазера. По центральному каналу аспиратора-ирригатора, в котором устанавливается лазерное волокно, капельно подается физиологический раствор, создающий небольшое водное пространство в зоне воздействия лазерной энергии, что существенно уменьшает дымообразование, а небольшое количество дыма удаляется аспирацией через дополнительный канал инструмента. В результате хирургическое вмешательство проводилось в условиях хорошей визуализации, ни в одном случае не было необходимости устанавливать дополнительный троакар или часто прерывать операцию для эвакуации дыма из брюшной полости.

Среди выполненных ЛРП с использованием тулиевого лазера в 2 (12,5 %) случаях проведены пережатие сосудов почечной ножки и наложение гемостатического шва на паренхиму почки. Эти операции выполнены в числе первых, когда, возможно, не было уверенности в надежности гемостаза с использованием лазерной энергии. Время тепловой ишемии при этом

составило всего 7,5 (7–8) мин, поскольку часть резекции уже была выполнена, оставалось только завершить ее и наложить гемостатический шов. Однако эти случаи доказывают, что превентивное выделение сосудов почечной ножки необходимо при любом методе резекции почки, так как позволяет быстро остановить кровотечение и выполнить окончательный гемостаз тем или иным способом. В остальных случаях лазерная резекция и коагуляция не потребовали ушивания паренхимы почки.

Время непосредственно резекции почки с использованием тулиевого лазера составило 25,6 (10–40) мин, в некоторых случаях оно было больше, чем допустимое время в условиях тепловой ишемии. Однако с учетом отсутствия ограничений во времени, связанных с прекращением кровоснабжения почки, это не имело большого значения.

Повышенное дымообразование при лазерной резекции почки не только увеличивает длительность операции, но и затрудняет визуализацию линии разреза паренхимы почки, что чрезвычайно важно для профилактики положительного края резекции. Использование подачи воды в зону резекции, активной аспирации

дыма и излишков жидкости позволило проводить операцию в условиях хорошей визуализации зоны резекции, когда хирург может четко определять нормальную паренхиму и опухоль почки. Случаев положительного края резекции не наблюдали.

У всех больных, прооперированных с использованием лазерной энергии, существенного нарушения СКФ не отмечено.

Заключение

Применение тулиевого лазера для ЛРП позволяет выполнять операцию без тепловой ишемии почки у строго отобранных больных с преимущественно экстраренальным расположением опухоли. Использование лазерного аспиратора-ирригатора с капельной подачей воды и одновременной аспирацией при воздействии лазерной энергии позволяет уменьшить дымообразование при лазерной тулиевой ЛРП, благодаря чему операция проводится в условиях улучшенной визуализации, что предотвращает опасность получения положительного края резекции. Требуется дальнейшее наблюдение за результатами применения метода лазерной тулиевой ЛРП.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Van Poppel H., Da Pozzo L., Albrecht W. et al. A prospective randomized EORTC intergroup phase 3 study comparing the complications of elective nephron-sparing surgery and radical nephrectomy for low-stage renal cell carcinoma. *Eur Urol* 2007;51(6):1606–15. DOI: 10.1016/j.eururo.2006.11.013.
2. Lee J.H., You C.H., Min G.E. et al. Comparison of the surgical outcome and renal function between radical and nephron-sparing surgery for renal cell carcinomas. *Korean J Urol* 2007;48(7):671–6.
3. Huang W.C., Elkin E.B., Levey A.S. et al. Partial nephrectomy versus radical nephrectomy in patients with small renal tumors – is there a difference in mortality and cardiovascular outcomes? *J Urol* 2009;181(1):55–61. DOI: 10.1016/j.juro.2008.09.017.
4. Volpe A., Blute M.L., Ficarra V. et al. Renal ischemia and function after partial nephrectomy: a collaborative review of the literature. *Eur Urol* 2015;68(1):61–74. DOI: 10.1016/j.eururo.2015.01.025.
5. Bigot P., Verhoest G., Dujardin J. Are warm ischemia and ischemia time still predictive factors of poor renal function after partial nephrectomy in the setting of elective indication? *World J Urol* 2014;33:11–5. DOI: 10.1007/s00345-014-1292-7.
6. Thompson R.H., Lane B.R., Lohse C.M. et al. Every minute counts when the renal hilum is clamped during partial nephrectomy. *Eur Urol* 2010;58(3): 340–5. DOI: 10.1016/j.eururo.2010.05.047.
7. Loertzer H., Strauß A., Ringert R.H., Schneider P. Laser-supported partial laparoscopic nephrectomy for renal cell carcinoma without ischaemia time BMC. *Urology* 2013;13:31. DOI: 10.1186/1471-2490-13-31.
8. Lotan Y., Gettman M.T., Ogan K. et al. Clinical use of the holmium: YAG laser in laparoscopic partial nephrectomy. *J Endourol* 2002;16(5):289–92. DOI: 10.1089/089277902760102767.
9. Dubrovin V., Egoshin A., Rozhentsov A. et al. Virtual simulation, preoperative planning and intraoperative navigation during laparoscopic partial nephrectomy. *Cent European J Urol* 2019;3(72):247–51. DOI: 10.5173/cej.2019.1632.
10. Knight S., Johns E.J. Renal functional responses to ischaemia-reperfusion injury in normotensive and hypertensive rats following non-selective and selective cyclo-oxygenase inhibition with nitric oxide donation. *Clin Exp Pharmacol Physiol* 2008;35(1):11–6. DOI: 10.1111/j.1440-1681.2007.04739.x.
11. Barlow L., Korets R., Laudano M. et al. Predicting renal functional outcomes after surgery for renal cortical tumours: a multifactorial analysis. *BJU Int* 2010;106(4):489–92. DOI: 10.1111/j.1464-410X.2009.09147.x.
12. Волкова М.И., Скворцов И.Я., Климов А.В. и др. Влияние объема хирургического вмешательства на функциональные результаты и кардиоспецифическую выживаемость у больных клинически локализованным раком почки. *Онкоурология* 2014;(3):22–30. [Volkova M.I., Skvortsov I.Ya., Klimov A.V. et al. Impact of surgical volume on functional results and cardiospecific survival rates in patients with clinically localized renal cancer. *Onkourologiya = Cancer Urology* 2014;(3):22–30. (In Russ.)].
13. Thompson R.H., Frank I., Lohse C.M. et al. The impact of ischemia time during open nephron sparing surgery on solitary kidneys: a multi-institutional study. *J Urol* 2007;177(2):471–6. DOI: 10.1016/j.juro.2006.09.036.
14. Zhang Z., Ercole C.E., Remer E.M. et al. Analysis of atrophy after clamped partial nephrectomy and potential impact of ischemia. *Urology* 2015;85(6):1417–22. DOI: 10.1016/j.urology.2015.02.040.
15. Baumert H., Ballaro A., Shah N. et al. Reducing warm ischemia time during laparoscopic partial nephrectomy: a prospective comparison of two renal closure techniques. *Eur Urol* 2007;52(4):1164–9. DOI: 10.1016/j.eururo.2007.03.060.
16. Алексеев Б.Я., Андрианов А.Н., Калининский А.С. и др. Лапароскопическая резекция почки с применением радиочастотной термоабляции: отдаленные

- онкологические и функциональные результаты. Медицинский альманах 2015;2(37):35–41. [Alekshev B.Ya., Andrianov A.N., Kalpinsky A.S. et al. Laparoscopic renal resection with the use of radiofrequency thermoablation: remote oncological and functional results. Meditsinskiy Al'manakh = Medical Almanac 2015;2(37):35–41. (In Russ.)].
17. Gill I., Eisenberg M., Aron M. et al. "Zero ischemia" partial nephrectomy: novel laparoscopic and robotic technique. Eur Urol 2011;59(1):128–34. DOI: 10.1016/j.eururo.2010.10.002.
 18. Lotan Y., Gettman M.T., Lindberg G. et al. Laparoscopic partial nephrectomy using holmium laser in a porcine model. JSL 2004;8(1):51–5. DOI: 10.1089/end.2012.0527.
 19. Thomas A., Smyth L., Hennessey D. et al. Zero ischemia laparoscopic partial thulium laser nephrectomy. J Endourol 2013;27(11):1366–70. DOI: 10.1089/end.2012.0527.
 20. Вуй М.Н., Брета А., Гуй Д. et al. Less smoke and minimal tissue carbonization using a thulium laser for laparoscopic partial nephrectomy without hilar clamping in a porcine model. J Endourol 2007;21(9):1107–11. DOI: 10.1089/end.2006.0440.
 21. Moinzadeh A., Gill I.S., Rubenstein M. et al. Potassium-titanyl-phosphate laser laparoscopic partial nephrectomy without hilar clamping in the survival calf model. J Urol 2005;174(3):1110–4. DOI: 10.1097/01.ju.0000168620.36893.6c.
 22. Gruschwitz T., Stein R., Schubert J., Wunderlich H. Laser-supported partial nephrectomy for renal cell carcinoma. Urology 2008;71(2):334–6. DOI: 10.1016/j.urology.2007.09.060.
 23. Kutikov A., Uzzo R.G. The R.E.N.A.L. nephrometry score: a comprehensive standardized system for quantitating renal tumor size, location and depth. J Urol 2009;182(3):844–53. DOI: 10.1016/j.juro.2009.05.035.
 24. Аляев Ю.Г., Сирота Е.С., Рапопорт Л.М. и др. Сравнение значимости шкал нефрометрической оценки RENAL, PADUA, C-index для прогноза сложности лапароскопической резекции почки. Онкоурология 2018;14(1):36–46. DOI: 10.17650/1726-9776-2018-14-1-36-46. [Alyayev Yu.G., Sirota E.S., Rapoport L.M. et al. Comparison of the significance of the RENAL, PADUA, and C-index nephrometric scales for the prediction of the complexity of laparoscopic nephrectomy. Onkourologiya = Cancer Urology 2018;14(1):36–46. (In Russ.)].
 25. Drerup M., Magdy A., Hager M. et al. Non-ischemic laparoscopic partial nephrectomy using 1318-nm diode laser for small exophytic renal tumors. BMC Urology 2018;18(99):1–6. DOI: 10.1186/s12894-018-0405-9.
 26. Xia S.J., Zhuo J., Sun X.W. et al. Thulium laser versus standard transurethral resection of the prostate: a randomized prospective trial. Eur Urol 2008;53(2):382–9. DOI: 10.1016/j.eururo.2007.05.019.

Вклад авторов

В.Н. Дубровин: разработка дизайна исследования, анализ данных, написание текста рукописи; А.В. Егосин, А.В. Табаков, Р.Р. Шакиров, О.В. Михайловский: получение данных для анализа.

Authors' contributions

V.N. Dubrovin: developing the research design, data analysis, article writing; A.V. Egoshin, A.V. Tabakov, R.R. Shakirov, O.V. Mihaylovskiy: obtaining data for analysis.

ORCID авторов / ORCID of authors

В.Н. Дубровин / V.N. Dubrovin: <https://orcid.org/0000-0001-5579-554X>

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Financing. The study was performed without external funding.

Соблюдение прав пациентов и правил биоэтики

Протокол исследования одобрен комитетом по биомедицинской этике ГБУ Республики Марий Эл «Республиканская клиническая больница». Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании.

Compliance with patient rights and principles of bioethics

The study protocol was approved by the biomedical ethics committee of Mari El Republican Clinical Hospital. All patients gave written informed consent to participate in the study.

Статья поступила: 31.01.2020. **Принята к публикации:** 19.05.2020.

Article submitted: 31.01.2020. **Accepted for publication:** 19.05.2020.