

Лапароскопическая резекция почки с селективной ишемией

Б.Г. Гулиев, Б.К. Комяков, Х.Х. Ягубов

Кафедра урологии ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России; Россия, 191015 Санкт-Петербург, ул. Кирочная, 41

Контакты: Бахман Гидаятович Гулиев gulievbgb@mail.ru

Введение. Повреждение почки вследствие длительной тепловой ишемии во время резекции опухоли — один из важных факторов, влияющих на почечную функцию. Пережатие только сегментарной артерии, идущей непосредственно к новообразованию, является альтернативой тотальной ишемии.

Цель исследования — оценка эффективности лапароскопической парциальной нефрэктомии (ЛПН) с селективной ишемией почки. **Материалы и методы.** Изучены результаты лапароскопической резекции почки у 68 больных, которые имели стадию заболевания T1a (n = 60) и T1b (n = 8) и здоровую контралатеральную почку. Больные с опухолью единственной почки в исследование не включены. Мужчин было 38 (55,9 %), женщин — 30 (44,1 %). Средний возраст больных составил $58,4 \pm 7,8$ года. У 36 (52,9 %) пациентов ЛПН выполнена с пережатием основной почечной артерии (1-я группа), у 32 (47,1 %) проводилось клипирование сегментарной артерии (2-я группа). Средние размеры опухоли в 1-й группе — $3,6 \pm 1,5$ см (2,5–5,8 см), во 2-й — $3,2 \pm 1,2$ см (2,3–5,2 см). Были изучены длительность операции и тепловой ишемии, объем кровопотери, а также скорость клубочковой фильтрации до хирургического вмешательства и после него.

Результаты. Все ЛПН были завершены лапароскопическим доступом. Конверсий к открытой операции и нефрэктомии не было. Однако у 5 из 32 пациентов 2-й группы дополнительно пережата вторая ветвь почечной артерии ввиду интенсивного кровотечения после клипирования одной небольшой артерии. Длительность операции в 1-й группе составила $90,0 \pm 18,6$ мин (65–120 мин), во 2-й — $100,0 \pm 22,0$ мин (70–135 мин) ($p > 0,05$). Время тепловой ишемии в 1-й группе было достоверно ниже ($16,0 \pm 4,2$ мин против $22,0 \pm 4,6$ мин). Объем кровопотери в 1-й группе составил $160,0 \pm 80,6$ мл, во 2-й — 240 ± 160 мл. Скорость клубочковой фильтрации до операции в 1-й группе — $42,4 \pm 4,2$ мл/мин, во 2-й — $42,6 \pm 4,2$ мл/мин, через 3 мес после хирургического вмешательства — $30,6 \pm 3,4$ и $35,8 \pm 3,6$ мл/мин соответственно ($p < 0,05$).

Заключение. ЛПН с пережатием сегментарной артерии, непосредственно снабжающей кровью опухоль, исключает ишемию всей паренхимы почки и значимое нарушение ее функции в послеоперационном периоде.

Ключевые слова: почка, опухоль, рак, резекция почки, лапароскопия, селективная ишемия, тепловая ишемия

Для цитирования: Гулиев Б.Г., Комяков Б.К., Ягубов Х.Х. Лапароскопическая резекция почки с селективной ишемией. Онкоурология 2018;14(1):69–75.

DOI: 10.17650/1726-9776-2018-14-1-69-75

Laparoscopic partial nephrectomy with selective ischemia

B.G. Guliev, B.K. Komyakov, Kh.Kh. Yagubov

Department of Urology, North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Ministry of Health of Russia; 41 Kirochnaya St., Saint Petersburg 191015, Russia

Background. Kidney damage caused by long warm ischemic time is one of the most important factors affecting kidney function. Compression of only the segmental artery leading to the tumor is an alternative to total ischemia.

Objective: to evaluate the effectiveness of laparoscopic partial nephrectomy (LPN) with selective kidney ischemia.

Materials and methods. The results of laparoscopic partial nephrectomy in 68 patients with T1a (n = 60) and T1b (n = 8) disease stages and a healthy contralateral kidney were analyzed. Patients with tumors of the solitary kidney weren't included. The study included 38 (55.9 %) men and 30 (44.1 %) women. Mean age was 58.4 ± 7.8 years. In 36 (52.9 %) patients LPN was performed with compression of the main renal artery (1st group), in 32 (47.1 %) patients the segmental artery was clipped (2nd group). Mean tumor size in the 1st group was 3.6 ± 1.5 cm (2.5–5.8 cm), in the 2nd group — 3.2 ± 1.2 cm (2.3–5.2 cm). Surgery duration, warm ischemia time, blood loss volume, and glomerular filtration rate prior to surgical intervention and after it were studied.

Results. All LPNs were concluded with laparoscopic access. There were no conversions to open surgery and nephrectomy. However, in 5 of 32 patients in the 2nd group, the second branch of the renal artery was compressed due to large blood loss after clipping of one small artery. Surgery duration in the 1st group was 90.0 ± 18.6 min (65–120 min), in the 2nd group — 100.0 ± 22.0 min (70–135 min) ($p > 0.05$). Warm ischemia time in the 1st group was significantly lower (16.0 ± 4.2 min versus 22.0 ± 4.6 min). Blood loss volume in the 1st group was 160.0 ± 80.6 ml, in the 2nd group — 240 ± 160 ml. Glomerular filtration rate before the surgery was 42.4 ± 4.2 ml/min in the 1st group and 42.6 ± 4.2 ml/min in the 2nd group; 3 months after the surgical intervention, it was 30.6 ± 3.4 and 35.8 ± 3.6 ml/min, respectively ($p < 0.05$).

Conclusion. LPN with compression of the segmental artery directly supplying the tumor prevents ischemia of the whole parenchyma and significant loss of its function in the postoperative period.

Key words: kidney, tumor, cancer, nephrectomy, laparoscopy, selective ischemia, warm ischemia

For citation: Guliev B.G., Komyakov B.K., Yagubov Kh.Kh. Laparoscopic partial nephrectomy with selective ischemia. *Onkourologiya = Cancer Urology* 2018;14(1):69–75.

Введение

В настоящее время лапароскопическая резекция почки является методом выбора при оперативном лечении больных локализованным раком почки стадии T1 [1–3]. Стандартная методика лапароскопической парциальной нефрэктомии (ЛПН), подразумевающая пережатие обоих почечных сосудов или только артерии, приводит к полному отключению кровоснабжения паренхимы с последующим нарушением ее функции [4–7].

В клиническую практику внедряются такие способы минимизации тепловой ишемии, как метод раннего снятия сосудистого зажима с почечной артерии (ПА), клипирование ее сегментарной ветви или безишемическая резекция [8–17]. Первый из них, описанный М.М. Nguyen и I.S. Gill [8], заключается в том, что после наложения первого ряда швов на основание резецированной опухоли снимают зажим с ПА. При таком способе удавалось сократить длительность тепловой ишемии на 50 %, однако по-прежнему некоторое время отсутствовало кровоснабжение всей почки. Сегментарное строение ПА, несмотря на ее достаточную вариабельность, позволяет использовать селективную ишемию при ЛПН [18, 19]. В большинстве случаев ПА делится на несколько артерий, каждая из которых также имеет свои небольшие артериальные ветви [19]. В зависимости от размера и локализации опухоли область ее расположения и часть паренхимы вокруг нее кровоснабжаются сегментарными артериями, которые можно идентифицировать с помощью мультиспиральной компьютерной томографии. Выделение этого сосуда и его пережатие позволяют прекратить кровоток к зоне предстоящей резекции [9–13], а кровоснабжение оставшейся основной части паренхимы остается неизменным, что минимизирует риск ишемического повреждения всей паренхимы. При необходимости можно провести субсегментарную диссекцию ПА до ветвей II–IV порядка и выполнить ЛПН с суперселективной ишемией [11, 13]. Безишемическая резекция почки впервые была описана I.S. Gill и соавт. [20, 21]. Она широко используется другими урологами, указывающими на сравнительно лучшую функцию почки в послеоперационном периоде, отсутствие положительного хирургического края [8, 13]. Однако применение этого способа неопытными урологами, особенно у больных с опухолями высокой сложности, является небезопасным. Кроме того, данные F. Porpiglia и соавт. показывают, что у пациентов

с исходной нормальной функцией почек и временем тепловой ишемии <25 мин не обнаружено различий в послеоперационной скорости клубочковой фильтрации (СКФ) при ЛПН с пережатием ПА и безишемической резекции [22].

Пережатие только сегментарной ветви ПА, идущей непосредственно к опухоли, является альтернативой тотальной ишемии почки. Мы приводим сравнительный анализ результатов ЛПН с пережатием ПА и селективной ишемией почки, выполненных в нашей клинике.

Материалы и методы

Изучены результаты лапароскопической резекции почки у 68 больных, которые имели стадию заболевания T1a ($n = 60$) и T1b ($n = 8$) и здоровую контралатеральную почку. Больные с опухолью единственной почки в исследование не включены. Мужчин было 38 (55,9 %), женщин – 30 (44,1 %). Средний возраст больных составил $58,4 \pm 7,8$ года. У 36 (52,9 %) пациентов ЛПН выполнена с пережатием ПА (1-я группа), у 32 (47,1 %) операция производилась с селективной ишемией (2-я группа). Средние размеры опухоли в 1-й группе – $3,6 \pm 1,5$ см (2,5–5,8 см), во 2-й – $3,2 \pm 1,2$ см (2,3–5,2 см). Всем пациентам выполнены лабораторные исследования, ультразвуковое исследование и спиральная компьютерная томография брюшной полости. Больным 2-й группы проводили мультиспиральную компьютерную томографию с определением почечной васкулярной сегментации (рис. 1, 2). Данные о возрасте, индексе массы тела и размере опухоли в обеих группах представлены в табл. 1.

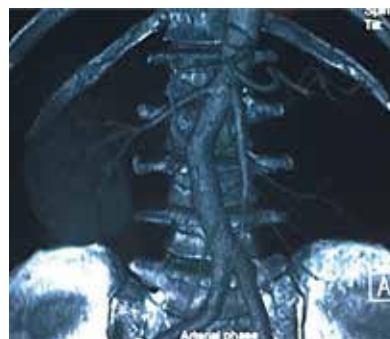


Рис. 1. Спиральная компьютерная томография больного с опухолью правой почки: хорошо визуализируются сегментарные ветви правой почечной артерии I и II порядка

Fig. 1. Spiral computed tomography of a patient with tumor of the right kidney: segmental branches of the renal artery of the I and II order are clearly visible



Рис. 2. Правая почка с образованием у больного А.: а — спиральная компьютерная томография: видны несколько ветвей правой почечной артерии, из которых наибольшего диаметра — идущий к нижнему полюсу сосуд; б — интраоперационная фотография: выделены сегментарные ветви почечной артерии перед резекцией опухоли почки
Fig. 2. Patient A. with tumor of the right kidney: а — spiral computed tomography: several branches of the right renal artery are visible, the vessel leading to the lower pole has the largest diameter; б — intraoperative photo: segmental branches of the renal artery are shown before resection of a kidney tumor

Пациентов оперировали под общей анестезией в положении лежа на боку. ЛПН выполняли трансперитонеальным доступом с использованием 4 троакаров. Вначале производили мобилизацию почки с опухолью и ПА, далее диссекцию с выделением от 2 до 4 ветвей ПА для селективного клипирования. В 1-й группе пережимали ПА, резецировали опухоль и после наложения швов на основание образования снимали зажим. Дальнейший гемостаз производили на фоне реваскуляризации почки, что позволяло снизить



Рис. 3. Опухоль верхнего полюса правой почки у больного 55 лет: а — компьютерная томография: визуализируется сегментарный сосуд, кровоснабжающий зону локализации опухоли; б — интраоперационная фотография: выделена ветвь правой почечной артерии, идущая к опухоли, взята на турникет
Fig. 3. Patient, 55 years old, with a tumor of the upper pole of the right kidney: а — computed tomography: the segmental vessel supplying the area of tumor localization is visible; б — intraoperative photo: a branch of the right renal artery leading to the tumor is shown, filopressure applied

время тепловой ишемии. Во 2-й группе выделяли ПА, ее пресегментарные и при возможности ветви II–IV порядка, определяли снабжающий кровью опухоль сосуд и пережимали его на время резекции (рис. 3). Дополнительную ветвь ПА клипировали у 5 больных, когда ишемическая зона не могла полностью охватить область резекции после пережатия одной сегментарной ветви и наблюдалось интенсивное кровотечение. Конверсии в стандартную методику ишемии с пережатием ПА не было. Однако нужно быть готовым

Таблица 1. Характеристика больных, которым выполнена лапароскопическая парциальная нефрэктомия со стандартной и селективной ишемией почки

Table 1. Characteristics of patients who underwent laparoscopic partial nephrectomy with standard and selective kidney ischemia

Показатель Characteristic	1-я группа 1 st group	2-я группа 2 nd group	Всего Total
Число больных, n (%) Number of patients, n (%)	36 (53,6)	32 (46,4)	68 (100)
Пол, n (%): Sex, n (%):			
мужской male	20 (55,6)	18 (56,2)	38 (55,9)
женский female	16 (44,4)	14 (43,8)	30 (44,1)
Средний возраст (диапазон), лет Mean age (range), years	59,2 ± 8,0 (38–74)	57,6 ± 7,4 (42–71)	58,4 ± 7,8 (38–74)
Средний индекс массы тела (диапазон), кг/м ² Mean body weight index (range), kg/m ²	23,6 ± 1,4 (19,2–26,8)	22,8 ± 1,2 (19,4–26,2)	23,0 ± 1,4 (19,2–26,8)
Средний размер опухоли (диапазон), см Mean tumor size (range), cm	3,6 ± 1,5 (2,5–5,8)	3,2 ± 1,2 (2,3–5,2)	3,5 ± 1,3 (2,3–5,8)
Стадия опухоли, n (%): Tumor stage, n (%):			
T1a	30 (83,3)	30 (93,7)	60 (88,2)
T1b	6 (16,7)	2 (6,3)	8 (11,8)

Таблица 2. Результаты лапароскопической резекции почки с тотальной и селективной ишемией почки

Table 2. Results of laparoscopic partial nephrectomy with total and selective kidney ischemia

Показатель Characteristic	1-я группа (n = 36) 1 st group (n = 36)	2-я группа (n = 32) 2 nd group (n = 32)	Всего Total
Средняя длительность операции (диапазон), мин Mean surgery duration (range), min	90 ± 18,6 (65–120)	100 ± 22,9 (70–135)	95 ± 20,4 (65–135)
Среднее время тепловой ишемии (диапазон), мин Mean warm ischemia time (range), min	16 ± 4,2 (12–25)	22 ± 4,6* (16–32)	18 ± 4,3 (12–32)
Средний объем кровопотери (диапазон), мл Mean blood loss volume (range), ml	160 ± 80,6 (50–450)	240 ± 160* (80–750)	190 ± 140,5 (50–750)
Скорость клубочковой фильтрации пораженной почки, мл/мин: Glomerular filtration rate of the affected kidney, ml/min:			
до операции (диапазон) before surgery (range)	42,4 ± 4,2 (33–53)	42,6 ± 4,0 (32–51)	41,2 ± 3,8 (32–53)
через 3 мес после операции 3 months after the surgery	30,6 ± 3,4*	35,8 ± 3,6	32,0 ± 4,0

* $p < 0,05$.* $p < 0,05$.

к ней, когда кровотечение из зоны резекции может привести к подобной необходимости. Дренаж удаляли через 2–3 сут после операции. Проведен ретроспективный анализ таких показателей, как длительность операции и тепловой ишемии, интра- и послеоперационные осложнения, уровень гемоглобина и СКФ.

Результаты

ЛПН выполнены у всех 68 больных без конверсии к открытой операции или радикальной нефрэктомии. Из 32 случаев, в которых предполагалось пережатие одной сегментарной артерии, в 27 (84,4 %) операции завершены успешно, в остальных 5 (15,6 %) случаях пришлось пережимать дополнительный сосуд. Во 2-й группе отмечены 2 случая травмы сосудов (почечная вена в одном, ее ветвь в другом), которые были успешно ликвидированы. Интраоперационная гемотрансфузия потребовалась 2 пациентам (по 1 случаю в каждой группе). Предоперационная СКФ оперированной почки была сравнима между группами, однако через 3 мес после хирургического вмешательства в 1-й группе она была достоверно ниже ($p < 0,05$). Это свидетельствует о том, что после селективной ишемии наблюдалось адекватное и быстрое восстановление функции почки. У 5 больных пережатие одной ветви ПА не обеспечило бескровное операционное поле, поэтому приходилось пережимать дополнительный сосуд, что теоретически увеличивает зону ишемии и длительность операции. Однако по сравнению с пациентами 1-й группы у больных 2-й группы не наблюдали достоверного снижения послеоперационной СКФ (табл. 2). При больших эндофитных опухолях пережатие только одной сегментарной ветви ПА не всегда позволяет

безопасно выполнить резекцию и требует клипирования 2 или 3 сегментарных артерий. Локализация опухоли также влияет на количество клипированных ветвей. Полусные образования обычно требовали пережатия только одной ветви. При центральных и интрапаренхиматозных опухолях ($n = 5$) пережимали более одной сегментарной ветви. Во всех случаях край резекции был отрицательным. Интраоперационных осложнений (кроме травмы почечной вены) не зарегистрировано. В послеоперационном периоде у 3 пациентов отмечалась гематурия (2 случая в 1-й группе и 1 во 2-й) и у 2 имело место кровотечение (по 1 случаю в каждой группе) (табл. 3). Все 3 случая гематурии пролечены консервативно в течение 1 нед, и в обоих случаях кровотечения проводилась гемотрансфузия без использования радиологической интервенции или реоперации. Подтекания мочи не отмечено. При гистопатологическом исследовании у 60 больных выявлен светлоклеточный и у 5 — папиллярно-клеточный рак, у 2 — ангиомиолипома. За период наблюдения (6–33 мес) по данным компьютерной томографии локального рецидива не выявлено.

Обсуждение

В последние десятилетия ЛПН широко применяется при оперативном лечении больных локализованным раком почки. Данное вмешательство направлено на полное удаление опухоли почки и обеспечение эффективного гемостаза с коротким периодом тепловой ишемии [1–4]. Ретроперитонеальная ЛПН впервые была выполнена I.S. Gill и соавт. в 1994 г. [23]. Выбор лапароскопического доступа зависит от предпочтения хирурга и его опыта, локализации и размера опухоли.

Таблица 3. Интраоперационные и послеоперационные осложнения лапароскопической парциальной нефрэктомии с тотальной и селективной ишемией почки, n (%)

Table 3. Intraoperative and postoperative complications of laparoscopic partial nephrectomy with total and selective kidney ischemia, n (%)

Осложнение Complication	1-я группа (n = 36) 1 st group (n = 36)	2-я группа (n = 32) 2 nd group (n = 32)	Всего Total
Интраоперационные осложнения <i>Intraoperative complications</i>			
Повреждение сосудов (вены) Vessel (vein) damage	0	2 (6,2)	2 (2,9)
Кровотечение, потребовавшее гемотрансфузии Bleeding requiring blood transfusion	1 (2,8)	1 (3,1)	2 (2,9)
Травма кишки или других органов Injury of the intestine or other organs	0	0	0
Послеоперационные осложнения <i>Postoperative complications</i>			
Кровотечение Bleeding	1 (2,8)	1 (3,1)	2 (2,9)
Гематурия Hematuria	2 (5,6)	1 (3,1)	3 (4,4)
Подтекание мочи Urine leakage	0	0	0
Парез кишечника Paresis of the intestine	0	0	0
Всего <i>Total</i>	4 (11,1)	5 (15,6)	9 (13,2)

Мы оперировали больных трансперитонеальным доступом, который обеспечивает широкую рабочую полость и оптимальные углы доступа к передним опухолям. Однако при этом возможны сложности с выделением ПА и ее ветвей из-за расположенной впереди почечной вены. При ЛПН пережимали только ПА или ее сегментарную ветвь без блокирования почечной вены. Как ранее сообщалось, клипирование одной ПА меньше влияет на послеоперационную почечную функцию, чем одновременное пережатие обоих сосудов [24, 25]. Ретроперитонеальный доступ, несмотря на лимитированную рабочую полость, может обеспечить хорошую визуализацию и прямой доступ к основной и сегментарным ПА, а также к опухолям по задней поверхности почки [9, 10].

В литературе имеются публикации о результатах безишемической ЛПН, исключающей повреждение паренхимы почки [14, 15, 20, 21]. Большинство авторов имеют достаточный опыт выполнения ЛПН, позволяющий им использовать эту методику. Однако проведение ЛПН без ишемии и контроля ПА или ее ветвей, даже на фоне управляемой гипотонии, может привести к кровотечению, плохой визуализации зоны резекции и положительного хирургического края. Пережатие сегментарной ветви ПА позволяет достичь максимального

селективного прекращения кровотока, тем самым сохраняется кровоснабжение по другим артериям и минимизируется повреждение тепловой ишемией остальной части почки. Преимущество данной методики было доказано экспериментальными работами на животных и результатами широкой серии ЛПН [9–14]. Селективная ишемия в основном применяется при минимально инвазивной хирургии опухолей почки. Т. Nohara и соавт. использовали этот метод при ее открытой резекции [26]. Однако они смогли выделить сегментарные сосуды только в половине случаев. По их мнению, данная методика невыполнима, если имеется плотная и сращенная с паренхимой паранефральная жировая клетчатка или короткие сегментарные артерии.

P. Shao и соавт. провели успешную ЛПН с селективной ишемией в 81,6 % случаев [10]. Интраоперативная конверсия в стандартную ишемию (пережатие ПА) имела место у 18,4 % больных. В группе сегментарной ишемии объем кровопотери был достоверно больше (238 мл против 154 мл; $p = 0,006$), а снижение СКФ через 3 мес достоверно меньше (26,2 % против 16,7 %; $p < 0,001$). Техника интраоперационной флуоресцентной визуализации позволяет хирургу легко идентифицировать почечную васкуляризацию и ассоциированную зону перфузии [27]. В сравнительном

анализе результатов 42 робот-ассистированных ЛПН с селективной ишемией по данной методике и 42 операций с пережатием ПА значительно не отличались длительность операции (176,1 мин против 195,6 мин; $p > 0,1$), время тепловой ишемии (20,4 мин против 22,9 мин; $p > 0,1$) и объем кровопотери (210,7 мл против 206,8 мл; $p > 0,1$), но наблюдалось достоверно меньшее снижение СКФ при выписке из стационара (1,9 % против 16,8 %; $p < 0,01$).

ЛПН с селективной ишемией почки имеет некоторые ограничения. Во-первых, в клинической практике встречается большая вариация анатомии ПА, требующая аккуратной дальнейшей диссекции различного строения сегментарных ветвей. Спиральная компьютерная томография с трехмерной реконструкцией позволяет получить изображения ПА и интрааренальной сосудистой системы высокого качества, идентифицировать ветвь ПА, снабжающую кровью опухоль [18, 19]. Чем ближе к синусу, тем выше риск встречи сложностей при диссекции артерий. В дополнение девиация от начального направления сегментарной артерии может быть причиной несоответствующего клампирования. Поэтому некоторые авторы рекомендуют использовать интраоперационное доплерокартирование, позволяющее четко установить зону кровоснабжения выделяемой ветви ПА [9]. Во-вторых, эндофитные опухоли больших размеров, особенно расположенные в средней трети почки и ближе к синусу, могут иметь несколько кровоснабжающих ветвей, что может

потребовать пережатия более одной сегментарной артерии. Это приводит к увеличению зоны ишемии почечной паренхимы и может оказать отрицательный эффект на ее послеоперационную функцию. В-третьих, при диссекции сегментарных артерий возможны травмы почечной вены или ее ветвей, требующие конверсии в стандартную методику ишемии и проведения гемотрансфузии. Поэтому аккуратный гемостаз очень важен и необходим для дальнейшей манипуляции. При небольших разрывах вены зону травмы можно тампонировать, и образовавшиеся тромбы иногда приводят к остановке кровотечения. При неэффективности этой методики можно наложить гемостатический шов. Так, у 3 оперированных нами больных в послеоперационном периоде наблюдалась умеренная гематурия, у 2 — кровотечение со снижением уровня гемоглобина. Гематурия была связана с небрежным закрытием дефекта паренхимы около чашечки, и она всегда исчезала спонтанно. В то же время интенсивное кровотечение может потребовать проведения суперселективной эмболизации или нефрэктомии.

Заключение

ЛПН с пережатием сегментарной артерии, непосредственно кровоснабжающей опухоль, является альтернативой резекции почки с ее тотальной ишемией. Эта методика исключает ишемию всей паренхимы почки при резекции ее опухоли и значимое снижение почечной функции по сравнению с ЛПН с пережатием ПА.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Матвеев В.Б., Волкова М.И., Скворцов И.Я. и др. Целесообразность и безопасность трансперитонеальной лапароскопической резекции почки при опухолях почечной паренхимы. Онкоурология 2014;(1):25–34. [Matveev V.B., Volkova M.I., Skvortsov I.Ya. et al. The advisability and safety of transperitoneal laparoscopic nephrectomy for renal parenchymal tumors. Onkourologiya = Cancer Urology 2014;(1):25–34. (In Russ.)].
2. Simone G., DeNunzio C., Ferriero M. et al. Trends in the use of partial nephrectomy for cT1 renal tumors: analysis of a 10-yr European multicenter dataset. Eur J Surg Oncol 2016;42(11):1729–35. DOI: 10.1016/j.ejso.2016.03.022. PMID: 27106494.
3. Finelli T., Ismailia N., Bro B. et al. Management of small renal masses: American Society of Clinical Oncology clinical practice guideline. J Clin Oncol 2017;35(6):668–80. DOI: 10.1200/JCO.2016.69.9645. PMID: 28095147.
4. Funahashi Y., Hattori R., Yamamoto T. et al. Ischemic renal damage after nephron-sparing surgery in patients with normal contralateral kidney. Eur Urol 2009;55(1):209–15. DOI: 10.1016/j.eururo.2008.07.048. PMID: 18706758.
5. 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. PMID: 25703575.
6. Rod X., Peyronnet B., Seisen T. et al. Impact of ischaemia time on renal function after partial nephrectomy: a systematic review. BJU Int 2016;118(5):692–705. DOI: 10.1111/bju.13580. PMID: 27409986.
7. Moskowitz E.J., Paulucci D.J., Reddy B.N. et al. Predictors of medical and surgical complications after robot-assisted partial nephrectomy: an analysis of 1139 patients in a multi-institutional kidney cancer database. J Endourol 2017;31(3):223–8. DOI: 10.1089/end.2016.0217. PMID: 27784160.
8. Nguyen M.M., Gill I.S. Halving ischemia time during laparoscopic partial nephrectomy. J Urol 2008;179(2):627–32. DOI: 10.1016/j.juro.2007.09.086. PMID: 18082215.
9. Перлин Д.В., Александров И.В., Зипунников В.П., Каргин К.А. Лапароскопическая парциальная нефрэктомия с использованием локальной ишемии. Урология 2013;(4):69–73. [Perlin D.V., Aleksandrov I.V., Zipunnikov V.P., Kargin K.A. Laparoscopic partial nephrectomy using local ischemia. Urologiya = Urology 2013;(4):69–73. (In Russ.)].
10. Shao P., Qin C., Yin C. et al. Laparoscopic partial nephrectomy with segmental renal artery clamping: technique and clinical results. Eur Urol 2011;59(5):849–55. DOI: 10.1016/j.eururo.2010.11.037. PMID: 21146917.
11. Ng C.K., Gill I.S., Patil M.B. et al. Anatomic renal artery branch microdissection to facilitate zero-ischemia partial nephrectomy. Eur Urol 2012;61(1):67–74. DOI: 10.1016/j.eururo.2011.08.040. PMID: 21908096.
12. Qian J., Li P., Qin C. et al. Laparoscopic partial nephrectomy with precise segmental renal artery clamping for clinical T1b tumors. J Endourol 2015;29(12):1386–91. DOI: 10.1089/end.2015.0359. PMID: 26153918.

13. Li P., Qin C., Cao Q. et al. A retrospective analysis of laparoscopic partial nephrectomy with segmental renal artery clamping and factors that predict postoperative renal function. *BJU Int* 2016;118(4):610–7. DOI: 10.1111/bju.13541. PMID: 27207733.
14. Desai M.M., de Castro Abreu A.L., Leslie S. et al. Robotic partial nephrectomy with superselective versus main artery clamping: a retrospective comparison. *Eur Urol* 2014;66(4):713–9. DOI: 10.1016/j.eururo.2014.01.017. PMID: 24486306.
15. Hongo F., Kawauchi A., Ueda T. et al. Laparoscopic off-clamp partial using soft coagulation. *Int J Urol* 2015;22(8):731–4. DOI: 10.1111/iju.12808. PMID: 25989004.
16. Salami S.S., George A.K., Rais-Bahrami S. et al. Off-clamp laparoscopic partial nephrectomy for hilar tumors: oncologic and renal functional outcomes. *J Endourol* 2014;28(2):191–5. DOI: 10.1089/end.2013.0440. PMID: 24020496.
17. Lieberman L., Barod R., Dalela D. et al. Use of main renal artery clamping predominates over minimal clamping techniques during robotic partial nephrectomy for complex tumors. *J Endourol* 2017;31(2):149–52. DOI: 10.1089/end.2016.0678. PMID: 27936928.
18. Weld K.J., Bhayani S.B., Belani J. et al. Extrarenal vascular anatomy of kidney: assessment of variations and their relevance to partial nephrectomy. *Urology* 2005;66(5):985–9. DOI: 10.1016/j.urol.2005.05.023. PMID: 16286108.
19. Klatte T., Ficarra V., Gratzke C. et al. A literature review of renal surgical anatomy and surgical strategies for partial nephrectomy. *Eur Urol* 2015;68(6):980–92. DOI: 10.1016/j.eururo.2015.04.010. PMID: 25911061.
20. Gill I.S., Eisenberg M.S., 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. PMID: 20971550.
21. Gill I.S., Patil M.B., de Castro Abreu A.L. et al. Zero ischemia anatomical partial nephrectomy: a novel approach. *J Urol* 2012;187(3):807–15. DOI: 10.1016/j.juro.2011.10.146. PMID: 22248519.
22. Porpiglia F., Bertolo R., Amparore D. et al. Evaluation of functional outcomes after laparoscopic partial nephrectomy using renal scintigraphy: clamped vs clampless technique. *BJU Int* 2015;115(4):606–12. DOI: 10.1111/bju.12834. PMID: 24913695.
23. Gill I.S., Delworth M.G., Munch L.C. Laparoscopic retroperitoneal partial nephrectomy. *J Urol* 1994;152(5 Pt 1):1539–42. PMID: 7933195.
24. Gong E.M., Zorn K.C., Orvieto M.A. Artery-only occlusion may provide superior renal preservation during laparoscopic partial nephrectomy. *Urology* 2008;72(4):843–6. DOI: 10.1016/j.urol.2008.05.020. PMID: 18722656.
25. Orvieto M.A., Zorn K.C., Mendiola F. et al. Recovery of renal function after complete renal hilar versus artery alone clamping during open and partial surgery. *J Urol* 2007;177(6):2371–4. DOI: 10.1016/j.juro.2007.01.115. PMID: 17509361.
26. Nohara T., Fujita H., Yamamoto K. et al. Modified anastrophic partial nephrectomy with selective renal segmental artery clamping to preserve renal function: a preliminary report. *Int J Urol* 2008;15(11):961–6. DOI: 10.1111/j.1442-2042.2008.02141.x. PMID: 18808428.
27. McClintock T.R., Bjurlin M.A., Wysock J.S. et al. Can selective arterial clamping with fluorescence imaging preserve kidney function during robotic partial nephrectomy? *Urology* 2014;84(2):327–32. DOI: 10.1016/j.urol.2014.02.044. PMID: 24909960.

Вклад авторов

Б.Г. Гулиев: разработка дизайна исследования, написание текста рукописи, обзор публикаций по теме статьи, анализ полученных данных;

Б.К. Комяков: написание текста рукописи;

Х.Х. Ягубов: получение данных для анализа, анализ полученных данных.

Authors' contributions

B.G. Guliev: developing the research design, article writing, reviewing of publications of the article's theme, analysis of the obtained data;

B.K. Komyakov: article writing;

Kh.Kh. Yagubov: obtaining data for analysis, analysis of the obtained data.

ORCID авторов

Б.Г. Гулиев: <https://orcid.org/0000-0002-2359-6973>

Б.К. Комяков: <https://orcid.org/0000-0002-8606-9791>

Х.Х. Ягубов: <https://orcid.org/0000-0001-9647-9690>

ORCID of authors

B.G. Guliev: <https://orcid.org/0000-0002-2359-6973>

B.K. Komyakov: <https://orcid.org/0000-0002-8606-9791>

Kh.Kh. Yagubov: <https://orcid.org/0000-0001-9647-9690>

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.

Информированное согласие. Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании.

Informed consent. All patients gave written informed consent to participate in the study.

Статья поступила: 07.08.2017. **Принята к публикации:** 12.03.2018.

Article received: 07.08.2017. **Accepted for publication:** 12.03.2018.