

# Лапароскопическая резекция почки: результаты различных техник выполнения операции

В.К. Осетник<sup>1</sup>, Р.В. Орлова<sup>2</sup>, Н.К. Гаджиев<sup>1</sup>, И.Б. Джалилов<sup>1</sup>, В.А. Рыбальченко<sup>1</sup>, Д.Д. Шкарупа<sup>1</sup>, И.В. Семенякин<sup>3</sup>, И.Н. Кузьмина<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Клиника высоких медицинских технологий им. Н.И. Пирогова ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»; Россия, 190103 Санкт-Петербург, набережная реки Фонтанки, 154;

<sup>2</sup>медицинский факультет ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»; Россия, 199034 Санкт-Петербург, 21-я линия В.О., 8а;

<sup>3</sup>ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова» Минздрава России; Россия, 127473 Москва, ул. Делегатская, 20, стр. 1;

<sup>4</sup>ФГБОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» Минобороны России; Россия, 194044 Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, 6

**Контакты:** Владислав Константинович Осетник [osetnik@bk.ru](mailto:osetnik@bk.ru)

В статье рассмотрены основные подходы при выполнении лапароскопической резекции почки. Для методики с использованием тепловой ишемии проанализированы основные исследования, касающиеся времени тепловой ишемии и его влияния на функцию почки. Также рассмотрены основные методики для операций, объединенных общим названием «безышемическая (zero ischaemia) резекция почки». Описаны основные положительные и отрицательные стороны индуцированной гипотонии. В статье представлен собственный опыт авторов по выполнению нормотонической лапароскопической резекции почки.

**Ключевые слова:** резекция почки, рак почки, zero ischaemia

**Для цитирования:** Осетник В.К., Орлова Р.В., Гаджиев Н.К. и др. Лапароскопическая резекция почки: результаты различных техник выполнения операции. Онкоурология 2022;18(1):17–23. DOI: 10.17650/1726-9776-2022-18-1-17-23.

## Laparoscopic partial nephrectomy: results of various surgery techniques

V.K. Osetnik<sup>1</sup>, R.V. Orlova<sup>2</sup>, N.K. Gadzhiev<sup>1</sup>, I.B. Dzhililov<sup>1</sup>, V.A. Rybalchenko<sup>1</sup>, D.D. Shkarupa<sup>1</sup>, I.V. Semenyakin<sup>3</sup>, I.N. Kuzmina<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Saint-Petersburg State University N.I. Pirogov Clinic of High Medical Technologies; 154 Naberezhnaya Reki Fontanki, Saint-Petersburg 190103, Russia;

<sup>2</sup>Medical Faculty, Saint-Petersburg State University; 8a 21<sup>st</sup> Liniya V.O., Saint-Petersburg 199034, Russia;

<sup>3</sup>A.I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, Ministry of Health of Russia; Build. 1, 20 Delegatskaya St., Moscow 127473, Russia;

<sup>4</sup>S.M. Kirov Military Medical Academy, Ministry of Defense of Russia; 6 Akademika Lebedeva St., Saint-Petersburg 194044, Russia

**Contacts:** Vladislav Konstantinovich Osetnik [osetnik@bk.ru](mailto:osetnik@bk.ru)

This article discusses the main approaches to performing laparoscopic partial nephrectomy. For the method using warm ischemia, the main studies related to the time of warm ischemia and its effect on renal function have been analyzed. The basic techniques for operations united by the general name zero ischemia kidney resection are also considered. The main positive and negative aspects of induced hypotension are described. The article presents the authors' own experience in performing normotonic laparoscopic partial nephrectomy.

**Key words:** partial nephrectomy, kidney cancer, zero ischaemia

**For citation:** Osetnik V.K., Orlova R.V., Gadzhiev N.K. et al. Laparoscopic partial nephrectomy: results of various surgery techniques. Onkourologiya = Cancer Urology 2022;18(1):17–23. (In Russ.). DOI: 10.17650/1726-9776-2022-18-1-17-23.

## Введение

Почечно-клеточный рак — широко распространенное заболевание в мире с высокой частотой летальности [1]. По данным статистического регистра GLOBOCAN, в 2020 г. было зафиксировано 431 288 случаев злокачественных новообразований почек, что составляет 2,2 % всех видов опухолей; смертность от рака почки зарегистрирована в 179 368 случаях, что составляет 1,8 % всех смертей от опухолевых заболеваний [2]. Ежегодный прирост выявления данного заболевания — 3,18 % [3]. В России в 2018 г. заболеваемость составила 24 291 случай, 8448 пациентов умерли от этой патологии [3].

Это связано как с истинным увеличением числа заболевших, так и с широким внедрением современных методов исследования (ультразвукового исследования, компьютерной томографии, магнитно-резонансной томографии), позволяющих обнаруживать небольшие бессимптомные образования, что, в свою очередь, приводит к росту числа оперативных вмешательств с сохранением части органа, т.е. возрастает число больных, которым показано выполнение резекции почки (РП). РП является стандартом лечения при опухолях T1 по классификации TNM, а также в некоторых случаях при опухолях T2 [4]. Технологии в этой области постоянно развиваются, появились работы по использованию дополненной реальности при выполнении РП [5].

## Материалы и методы

Проанализированы исследования из базы данных Medline в период с января 2001 г. по сентябрь 2021 г. по ключевым словам: kidney tumour (опухоль почки), partial nephrectomy (резекция почки), nephrectomy (нефрэктомия), renal function (функция почки), intraoperative hypotension (контролируемая гипотония).

## Почему функция почки важна?

Резекция почки позволяет сохранить больше почечной паренхимы при эквивалентных онкологических показателях общей выживаемости по сравнению с нефрэктомией (НЭ), что сделало этот подход в лечении небольших опухолей почки (I стадии) «золотым стандартом» [4]. Основное преимущество РП заключается в возможности снижения в будущем частоты возникновения хронической болезни почек (ХБП), которая развивается примерно в 20 % случаев после НЭ [6]. Постепенное техническое развитие привело к расширению показаний для выполнения РП, вплоть до опухолей размером более 7 см (стадии T2) [7].

В рандомизированном исследовании группы EORTC по сравнению функции почки (ФП) были проанализированы данные 514 пациентов после РП ( $n = 255$ ) и НЭ ( $n = 259$ ). Период наблюдения после оперативного лечения составил в среднем 6,7 года. Скорость клубочковой фильтрации (СКФ)  $<60$  мл/мин/1,73 м<sup>2</sup> была выявлена у 85,7 % пациентов после НЭ и у 64,7 % пациентов после

РП, разница между группами составила 21 % (95 % доверительный интервал (ДИ) 13,8–28,3). При этом значимых различий между группами РП и НЭ в числе пациентов с выраженной болезнью почек (СКФ  $<30$  мл/мин/1,73 м<sup>2</sup>) и почечной недостаточностью (СКФ  $<15$  мл/мин/1,73 м<sup>2</sup>) за период наблюдения не обнаружено [8].

Важным аргументом в поддержку сохранения максимальной ФП является взаимосвязь между ХБП и сердечно-сосудистыми заболеваниями [9]. Есть данные, что ХБП может приводить к проблемам с сердечно-сосудистой системой, таким как сердечная недостаточность, аритмия, внезапная сердечная смерть, что увеличивает общую смертность [10]. Выделяют несколько кардиоренальных синдромов, из них тип 4 называется хроническим ренокардиальным синдромом. Его суть заключается в том, что ХБП приводит к снижению сердечной функции, гипертрофии миокарда и увеличению риска сердечно-сосудистых событий [10].

В проведенном М. Tonelli и соавт. метаанализе, в который были включены данные 1,4 млн пациентов, показано, что увеличение смертности от всех причин связано со сниженной СКФ. В исследовании вычислен относительный риск смерти, который составил 1,9; 2,6 и 4,4 для СКФ 80, 60 и 40 мл/мин/1,73 м<sup>2</sup> соответственно [11].

В самом крупном эпидемиологическом исследовании, в котором проанализированы данные 1 млн пациентов и оценивались сердечно-сосудистые события, смертность от всех причин, было показано увеличение риска смерти с уменьшением уровня СКФ. Во избежание влияния смещающих факторов исследователи провели глубокий мультипараметрический анализ и обнаружили, что уровень СКФ — сильный, независимый предиктор сердечно-сосудистой заболеваемости и смертности [12].

Сердечно-сосудистые события имеют взаимосвязь не только с ХБП последних стадий [13]. Ранние стадии ХБП также ассоциированы с разной степенью сердечной недостаточности. В исследовании с участием 15 тыс. пациентов было показано увеличение частоты сердечной недостаточности при СКФ  $<60$  мл/мин/1,73 м<sup>2</sup>. Проведенный регрессионный анализ продемонстрировал отношение рисков в увеличении частоты сердечной недостаточности 1,1 у пациентов с СКФ 60–89 мл/мин/1,73 м<sup>2</sup> и 1,94 у пациентов с СКФ  $<60$  мл/мин/1,73 м<sup>2</sup> [13].

Поддержание адекватной ФП в долгосрочной перспективе зависит от 3 фундаментальных факторов: ФП до операции, объем сохраненной почечной ткани после операции и время тепловой ишемии (ВТИ) [14]. В большинстве случаев сейчас при проведении открытых или лапароскопических РП (ЛРП) осуществляют временное пережатие почечной ножки (тепловая ишемия) для достижения бескровного операционного поля, что позволяет прецизионно выполнить саму резекцию и реконструкцию почечной паренхимы [15].

**Тепловая ишемия при резекции почки**

Для минимизации кровотечения во время РП осуществляют пережатие сосудов почечной ножки с ишемизацией почки. Несмотря на преимущества, достигаемые при выполнении ишемии, в долгосрочной перспективе это может отрицательно влиять на ФП [14–17].

В связи с этим были разработаны различные техники создания ишемии для снижения отрицательных последствий [17, 18]. Одним из вариантов таких техник является суперселективное пережатие сосудов почечной ножки более высокого порядка (ветви сегментарных почечных артерий) [19]. В когортном исследовании с участием 44 пациентов, которым была выполнена минимально инвазивная РП с суперселективным пережатием сегментарных сосудов почечной артерии или без пережатия, не было обнаружено статистической разницы в показателях уровня креатинина и СКФ между сравниваемыми группами [19].

Другой вариант техники РП — суперселективная трансартериальная эмболизация сегментарных почечных артерий. В исследовании суперселективную трансартериальную эмболизацию выполняли за 12–15 ч до ЛРП. У 4 пациентов это не привело к полной окклюзии питающих опухоль сосудов, а у 3 пациентов зона ишемии оказалась более выражена, чем предполагалось. В результате до- и послеоперационный уровни СКФ не имели статистически значимой разницы [20].

Многие авторы сходятся во мнении, что ВТИ (просто пережатие почечной ножки) не должно превышать 20–25 мин [21]. Предполагается, что ВТИ — один из самых значимых факторов, влияющих на ФП в долгосрочной перспективе.

Клинически значимое для ФП ВТИ до сих пор остается дискуссионным вопросом. В исследовании, дизайн которого был спланирован для определения влияния ВТИ на ФП после РП, показано, что большой размер опухоли, низкий дооперационный уровень СКФ и ВТИ >30 мин являются основными предикторами, ухудшающими ФП [21]. В других исследованиях на СКФ влияли ВТИ и объем сохраненной почечной ткани [22].

F. Porpiglia и соавт. изучали функциональные исходы у пациентов после ишемической (ВТИ <25 мин;  $n = 44$ ) и безышемической ( $n = 43$ ) ЛРП. Мультивариативный анализ показал, что пациенты с исходно более низкой ФП имеют преимущества от безышемической РП в функциональном плане по сравнению с ишемической РП [23].

Целью исследования S. Wiener и соавт. было выявление прогностических факторов, влияющих на СКФ после ЛРП. СКФ оценена у 122 пациентов до операции и через 6 и 12 мес после операции. В этом исследовании возраст, индекс массы тела >30 кг/м<sup>2</sup>, объем кровопотери >200 мл во время операции, ВТИ >22 мин

были ассоциированы с более выраженным снижением СКФ [16].

Нельзя не отметить одно из последних рандомизированных исследований CLOCK, в котором было проведено сравнение роботических резекций с пережатием почечных сосудов и без него. В экспериментальную группу включены 150 пациентов, им выполнена роботическая РП с пережатием почечной артерии, в контрольную группу — 152 пациента без пережатия. По результатам исследования не было выявлено статистически значимых различий между контрольной и экспериментальной группами в объеме интраоперационной кровопотери (100 мл против 100 мл;  $p = 0,7$ ), частоте послеоперационных осложнений (19 % против 26 %;  $p = 0,2$ ), послеоперационной анемии (снижение уровня гемоглобина более чем на 25 г/л в 26 % случаев против 25 %;  $p = 0,9$ ), частоте острого почечного поражения (4 % против 6 %;  $p = 0,8$ ). При этом группы сравнения были неоднородны по некоторым характеристикам. Так, средний размер опухоли и число баллов по шкале R.E.N.A.L. в группе без пережатия составили 2,2 см и 5 против 3 см и 6 в группе с пережатием почечных сосудов ( $p < 0,001$ ) [24].

**Резекция почки на фоне гипотонии без пережатия почечных сосудов**

Резекция почки без пережатия (zero ischaemia) позволяет избежать ишемии почки. Она может выполняться как при контролируемой гипотонии, так и при нормотонии.

Первыми выполнение ЛРП без ишемии при пониженном давлении предложили I. Gill и соавт. [25]. Техника основана на контролируемом понижении общего давления организма пациента на период непосредственного проведения этапа РП. В норме среднее артериальное давление (САД) ( $\text{САД} = 1/3 \times \text{систолическое артериальное давление} + 2/3 \times \text{диастолическое артериальное давление}$ ) составляет от 70 до 110 мм рт. ст. [26]. В исследовании САД во время непосредственно этапа РП составляло 60 мм рт. ст., а повышение СКФ у пациентов в раннем послеоперационном периоде было незначительным (менее 5 %). Средний объем кровопотери составил 150 (20–400) мл. Стоит отметить, что предоперационная СКФ у всех пациентов была в пределах нормы [25]. Однако выполнение контролируемой гипотонии может приводить к снижению ФП.

Так, в исследовании R. Paralia и соавт. было выполнено 60 РП без ишемии лапароскопическим и роботическим методами на фоне контролируемой гипотонии. САД составило 65 (55–70) мм рт. ст., среднее время гипотонии организма — 14 (7–16) мин. Ни одному из пациентов не потребовалось интраоперационного переливания крови, 4 пациентам была выполнена послеоперационная гемотрансфузия. В этом исследовании уровень креатинина до и после операции

составил в среднем 90 и 110 ммоль/л, средние показатели СКФ — 87,2 и 75,6 мл/мин/1,73 м<sup>2</sup> соответственно [27].

В работе, проведенной итальянскими исследователями, проспективно оценены данные 100 пациентов, которым была выполнена роботическая резекция опухоли почки при контролируемой гипотонии. Средняя продолжительность контролируемой гипотонии составила  $50 \pm 4$  мин, острое почечное повреждение не выявлено ни у одного пациента. Однако наблюдалось снижение СКФ в раннем послеоперационном периоде. Так, средние значения СКФ до операции и через 24 ч после вмешательства имели статически значимую разницу и составили  $96,5 \pm 12$  и  $80,1 \pm 23,6$  мл/мин/1,73 м<sup>2</sup> ( $p < 0,001$ ). Стоит отметить, что в исследование были включены пациенты с изначально нормальной ФП [28].

В исследовании А. Pansadoro и соавт. проанализированы данные 54 пациентов с опухолями почки стадии T1a–T1b, которым была выполнена ретроперитонеоскопическая РП с контролируемой гипотонией. Средний объем кровопотери во время операции составил  $210 \pm 98$  мл, частота послеоперационных осложнений IIIa и IIIb степеней тяжести — 5,5 и 11 % соответственно. Увеличение уровня креатинина через 3 мес после операции составило 4 мкмоль/л, зафиксировано снижение СКФ на 1,2 мл/мин/1,73 м<sup>2</sup>. Стоит отметить, что контролируемая гипотония была выполнена только 3 из 54 пациентов [29].

Таким образом, одним из способов выполнения ЛРП без ишемии на данный момент является резекция на фоне индуцированной гипотонии организма без пережатия каких-либо сосудов почечной ножки. Однако у этой техники есть недостатки, которые вызывают дискуссии. В ряде работ доказан вред индуцированной гипотонии на ФП и на весь организм в целом.

В исследовании М. Onuigbo и соавт. показано, что интраоперационная гипотония может приводить к острому повреждению почек [30]. Это опасное состояние, единственным методом лечения которого является трансплантация почек. В исследовании был выделен ряд факторов, которые могут быть предикторами поражения почек при использовании ятрогенной гипотонии: 1) возраст пациента более 65 лет; 2) ХБП стадии IIIa (СКФ  $< 45$  мл/мин/1,73 м<sup>2</sup>); 3) конкурентное назначение нефротоксических препаратов, а именно нестероидных противовоспалительных препаратов и ингибиторов ангиотензинпревращающего фермента; 4) длительность операции  $> 4$  ч; 5) предоперационная неконтролируемая гипертензия; 6) индекс массы тела  $> 30$  кг/м<sup>2</sup> [30]. В другом исследовании этих же авторов показана другая взаимосвязь между временем интраоперационной гипотонии и частотой острого поражения почек [31]. В ретроспективном исследовании L. Sun и соавт. 5127 пациентам было проведено хирургическое вмешательство с использованием

интраоперационной гипотонии [32]. В результате острое повреждение почек выявлено у 324 (6,3 %) пациентов с САД  $< 60$  мм рт. ст. в течение 11–20 мин и с САД  $< 55$  мм рт. ст. в течение 10 мин и более.

Был проведен метаанализ по оценке влияния индуцированной гипотонии на частоту 30-дневной послеоперационной смертности, тяжелых сердечных осложнений и острых поражений почек после некардиохирургических операций [33]. Метаанализ включил 14 когортных исследований и показал взаимосвязь между индуцированной гипотонией и увеличением риска 30-дневной смертности (отношение шансов 1,29; 95 % ДИ 1,19–1,41) и острого почечного поражения (отношение шансов 1,39; 95 % ДИ 1,09–1,77).

В работе А.К. Носова и соавт. по сравнению открытой и лапароскопической гипотонической РП без ишемии был проведен анализ данных 197 пациентов [34]. В контрольную группу вошли 97 пациентов после открытой РП, в экспериментальную — 100 пациентов после ЛРП с контролируемой гипотонией. В экспериментальной группе 26 пациентам ЛРП выполнена при физиологических значениях артериального давления, так как проведение индуцированной гипотонии было противопоказано из-за сопутствующих заболеваний [34]. Это еще раз подтверждает наличие ограничения метода РП при контролируемой гипотонии.

#### Резекция почки на фоне контролируемой нормотонии

С учетом перечисленных возможных отрицательных воздействий индуцированной гипотонии на почки и на весь организм в целом была выдвинута гипотеза о выполнении РП без ишемии при физиологическом давлении организма, без проведения индуцированной гипотонии.

Одной из первых работ, в которой авторы пришли к идее избегать выполнения контролируемой гипотонии, стало исследование по оценке данной методики при ретроперитонеоскопической РП с участием 19 пациентов. Средний объем кровопотери составил 414 (100–1600) мл, переливание крови потребовалось в 2 случаях. В 4 из 19 случаев потребовалось пережатие почечной артерии для контроля кровотечения. Средний уровень СКФ до операции и через 6 мес после нее составил 86 и 94 мл/мин/1,73 м<sup>2</sup> соответственно [35].

В другом исследовании были проанализированы данные 24 пациентов после ЛРП без пережатия почечной артерии при нормальном давлении организма, а также без ушивания почечной паренхимы. Средний объем кровопотери составил 243 (50–700) мл. Среднее увеличение СКФ после операции — 0,9 %. Ни у одного пациента не было выявлено положительного хирургического края. Авторы пришли к выводу о том, что данная методика минимально влияет на ФП, при этом не увеличивает частоту положительного хирургического края [36].



В работе отечественных авторов были оценены безопасность и эффективность РП с управляемой нормотонией. Понятие нормотонии включало САД в интервале от 75 до 110 мм рт. ст. Проведена ретроспективная оценка данных 24 пациентов после ЛРП без ишемии на фоне физиологических значений артериального давления (экспериментальная группа) и 21 пациента, которым выполнялась ЛРП без ишемии на фоне индуцированной гипотонии (контрольная группа) [37]. В экспериментальной группе среднее время операции составило 130 мин (интерквартильный размах (ИКР) 110–140 мин), в контрольной группе – 150 мин (ИКР 115–227 мин) ( $p = 0,0159$ ). Данных о том, что контролируемая нормотония отрицательно влияет на объем кровопотери не было получено. Однако в первые 48 ч после операции острая почечная недостаточность встречалась гораздо чаще в группе индуцированной гипотонии (относительный риск 5,4; 95 % ДИ 1,59–20,5) [37]. При этом не установлено статистически значимой связи предоперационного уровня СКФ с развитием острого повреждения почек: медианы значений для пациентов с острым повреждением почек и без него составили 79 мл/мин/1,73 м<sup>2</sup> (ИКР 71–99 мл/мин/1,73 м<sup>2</sup>) и 81 мл/мин/1,73 м<sup>2</sup>

(ИКР 67,5–87,75 мл/мин/1,73 м<sup>2</sup>) соответственно ( $p = 0,293$ ).

Поскольку вопрос о необходимости выполнения контролируемой гипотонии при РП остается открытым, на базе Клиники высоких медицинских технологий им. Н.И. Пирогова Санкт-Петербургского государственного университета проводится одноцентровое рандомизированное исследование NORPN (Normotonic Partial Nephrectomy as Novel Approach in Treating Small Renal Masses) по сравнению ЛРП без ишемии при нормотонии и гипотонии. Исследование имеет регистрационный номер на clinicaltrials.gov с идентификатором NCT04096534. Публикация результатов планируется в 1-м квартале 2022 г.

### Заключение

На сегодняшний день ЛРП является «золотым стандартом» в лечении опухолей почек I стадии (T1 по классификации TNM). В настоящей статье рассмотрены основные методы выполнения ЛРП с тепловой ишемией и без ишемии. Однако единого мнения о том, какая техника выполнения ЛРП является оптимальной, до сих пор нет, поэтому необходимы дальнейшие исследования в этой области.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Saad A.M., Gad M., Al-Husseni M.J. et al. Trends in renal-cell carcinoma incidence and mortality in the United States in the last 2 decades: a SEER-based study. Clin Genitourin Cancer 2019;17(1):46–57.e5. DOI: 10.1016/j.clgc.2018.10.002.
2. Sung H., Ferlay J., Siegel R. et al. Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. CA Cancer J Clin 2021;71(3):209–49. DOI: 10.3322/caac.21660.
3. Мерабишвили В.М., Полторацкий А.Н., Носов А.К. и др. Состояние онкологической помощи в России. Рак почки (заболеваемость, смертность, достоверность учета, одногодичная и пятилетняя летальность, гистологическая структура). Часть 1. Онкоурология 2021;17(2):182–94. [Merabishvili V.M., Poltorackiy A.N., Nosov A.K. et al. The state of oncology care in Russia. Kidney cancer (morbidity, mortality, index of accuracy, one-year and year-by-year mortality, histological structure). Part 1. Onkourologiya = Cancer Urology 2021;17(2):182–94. (In Russ.)]. DOI: 10.17650/1726-9776-2021-17-2-182-194.
4. Campbell S., Uzzo R.G., Allaf M.E. et al. Renal mass and localized renal cancer: AUA Guideline. J Urol 2017;198(3):520–9. DOI: 10.1016/j.juro.2017.04.100.
5. Гаджиев Н.К., Погосян Р.Р., Останин М.А. и др. Лапароскопическая резекция почки с использованием технологии дополненной реальности: новый вектор развития оперативной урологии? Урология 2020;(5):37–40. [Gadjiev N.K., Pogosyan R.R., Ostanin M.A. et al. Laparoscopic partial nephrectomy using a technology of augmented reality: new vector of the development of operative urology? Urologiya = Urologiia 2020;(5):37–40. (In Russ.)]. DOI: 10.18565/urology.2020.5.37-40.
6. Chenam A., Lau C. Management of small renal masses. Cancer Treat Res 2018;175:105–26. DOI: 10.1007/978-3-319-93339-9\_5
7. Amparore D., Pecoraro A., Checcucci F. et al. Comparison between minimally-invasive partial and radical nephrectomy for the treatment of clinical T2 renal masses: results of a 10-year study in a tertiary care center. Minerva Urol Nephrol 2021;73(4):509–17. DOI: 10.23736/S2724-6051.21.04390-1.
8. Scosyrev E., Messing E., Sylvester R. et al. Renal function after nephron-sparing surgery versus radical nephrectomy: results from EORTC randomized trial 30904. Eur Urol 2014;65(2):372–7. DOI: 10.1016/j.eururo.2013.06.044.
9. Palacios D., Zabor E., Munoz-Lopez C. et al. Does reduced renal function predispose to cancer-specific mortality from renal cell carcinoma? Eur Urol 2021;79(6):774–80. DOI: 10.1016/j.eururo.2021.02.035.
10. Di Lullo L., House A., Gorini A. et al. Chronic kidney disease and cardiovascular complications. Heart Fail Rev 2015;20(3):259–72. DOI: 10.1007/s10741-014-9460-9.
11. Tonelli M., Wiebe N., Culleton B. et al. Chronic kidney disease and mortality risk: a systematic review. J Am Soc Nephrol 2006;17(7):2034–47. DOI: 10.1681/ASN.2005101085.
12. Go A.S., Chertow G.M., Fan D. et al. Chronic kidney disease and the risks of death, cardiovascular events, and hospitalization. N Engl J Med 2004;351(13):1296–305. DOI: 10.1056/NEJMoa041031.
13. Weng S.C., Chen Y.C., Hsu C.Y. et al. Impacts of heart failure and physical performance on long-term mortality in old patients with chronic kidney disease. Front Cardiovasc Med 2021;8:680098. DOI: 10.3389/fcvm.2021.680098.
14. Dong W., Wu J., Suk-Ouichai C. et al. Ischemia and functional recovery from partial nephrectomy: refined perspectives. Eur Urol Focus 2018;4(4):572–8. DOI: 10.1016/j.euf.2017.02.001.

15. Chang K.D., Raheem A.A., Kim K.H. et al. Functional and oncological outcomes of open, laparoscopic and robot-assisted partial nephrectomy: a multicentre comparative matched-pair analyses with a median of 5 years' follow-up. *BJU Int* 2018;22(4):618–26. DOI: 10.1111/bju.14250.
16. Wiener S., Kiziloz H., Dorin R. et al. Predictors of postoperative decline in estimated glomerular filtration rate in patients undergoing robotic partial nephrectomy. *J Endourol* 2014;28(7):807–13. DOI: 10.1089/end.2013.0640.
17. Mir M., Ercole C., Takagi T. et al. Decline in renal function after partial nephrectomy: etiology and prevention. *J Urol* 2015;193(6):1889–98. DOI: 10.1016/j.juro.2015.01.09.3.
18. Simone G., Gill I., Motttrie A. et al. Indications, techniques, outcomes, and limitations for minimally ischemic and off-clamp partial nephrectomy: a systematic review of the literature. *Eur Urol* 2015;68(4):632–40. DOI: 10.1016/j.eururo.2015.04.020.
19. Ng C., Gill I., Patil M. 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.
20. D'Urso L., Simone G., Rosso R. et al. Benefits and shortcomings of superselective transarterial embolization of renal tumors before zero ischemia laparoscopic partial nephrectomy. *Eur J Surg Oncol* 2014;40(12):1731–7. DOI: 10.1016/j.ejso.2014.08.484.
21. Volpe A., Blute M., 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.
22. Li C.C., Chien T.M., Huang S.P. et al. Single-site sutureless partial nephrectomy for small exophytic renal tumors. *J Clin Med* 2020;9(11):3658. DOI: 10.3390/jcm9113658.
23. Porpiglia F., Fiori C., Bertolo R. et al. The effects of warm ischaemia time on renal function after laparoscopic partial nephrectomy in patients with normal contralateral kidney. *World J Urol* 2012;30(2):257–63. DOI: 10.1007/s00345-011-0729-5.
24. Antonelli A., Cindolo L., Sandri M. et al. Safety of on- vs off-clamp robotic partial nephrectomy: per-protocol analysis from the data of the CLOCK randomized trial. *World J Urol* 2020;38(5):1101–8. DOI: 10.1007/s00345-019-02879-4.
25. 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.
26. Melgarejo J., Yang W., Thijs L. et al. Association of fatal and nonfatal cardiovascular outcomes with 24-hour mean arterial pressure. *Hypertension* 2021;77(1):39–48. DOI: 10.1161/HYPERTENSIONAHA.120.14929.
27. Papalia R., Simone G., Ferriero M. et al. Laparoscopic and robotic partial nephrectomy with controlled hypotensive anesthesia to avoid hilar clamping: feasibility, safety and perioperative functional outcomes. *J Urol* 2012;187(4):1190–4. DOI: 10.1016/j.juro.2011.11.100.
28. Forastiere E., Claroni C., Sofra M. et al. Evaluation of renal function under controlled hypotension in zero ischemia robotic assisted partial nephrectomy. *Kidney Blood Press Res* 2014;38(2–3):181–5. DOI: 10.1159/000355766.
29. Pansadoro A., Cochetti G., D'amico F. et al. Retroperitoneal laparoscopic renal tumour enucleation with local hypotension on demand. *World J Urol* 2015;3(3):427–32. DOI: 10.1007/s00345-014-1325-2.
30. Onuigbo M., Agbasi N. Intraoperative hypotension – a neglected causative factor in hospital-acquired acute kidney injury; a Mayo Clinic Health System experience revisited. *J Ren Inj Prev* 2015;4(3):61–7. DOI: 10.12861/jrip.2015.13.
31. Onuigbo M.A.C., Agbasi N. The ignored role of intraoperative hypotension in producing postoperative acute kidney injury—an obligatory appeal for more preventative nephrology. *Curr Hypertens Rev* 2017;13(1):71–8. DOI: 10.2174/1573402112666161229125455.
32. Sun L., Wijeyesundera D., Tait G. et al. Association of intraoperative hypotension with acute kidney injury after elective noncardiac surgery. *Anesthesiology* 2015;23(3):515–23. DOI: 10.1097/ALN.0000000000000765.
33. Gu W., Hou B., Kwong J. et al. Association between intraoperative hypotension and 30-day mortality, major adverse cardiac events, and acute kidney injury after non-cardiac surgery: a meta-analysis of cohort studies. *Int J Cardiol* 2018;258(2017):68–73. DOI: 10.1016/j.ijcard.2018.01.137.
34. Носов А.К., Петров С.Б., Лушина П.А. и др. Fast track при резекции почки. *Онкоурология* 2019;15(3):47–55. [Nosov A.K., Petrov S.B., Lushina P.A. et al. Fast track for partial nephrectomy. *Onkourologiya = Cancer Urology* 2019;15(3):47–55. (In Russ.)]. DOI: 10.17650/1726-9776-2019-15-3-47-55.
35. Peña J., Oliveira M., Ochoa D. et al. The road to real zero ischemia for partial nephrectomy. *J Endourol* 2013;27(7):936–42. DOI: 10.1089/end.2012.0676.
36. Kim T.S., Oh J.H., Rhew H.Y. “Off-clamp, non-renalorrhaphy” laparoscopic partial nephrectomy with perirenal fat and Gerota's fascia reapproximation: Initial experience and perioperative outcomes. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A* 2014;24(5):339–44. DOI: 10.1089/lap.2013.0333.
37. Джалилов И.Б., Осетник В.К., Мамизев Э.М. и др. Нормотония – новое слово в лапароскопической резекции почки. *Онкоурология* 2020;16(2):36–43. [Dzhalilov I.B., Osetnik V.K., Mamizhev E.M. et al. Normotension – new approach in laparoscopic partial nephrectomy. *Onkourologiya = Cancer Urology* 2020;16(2):36–43. (In Russ.)]. DOI: 10.17650/1726-9776-2020-16-2-36-43.

**Вклад авторов**

В.К. Осетник, Н.К. Гаджиев: написание текста рукописи, обзор публикаций по теме статьи, анализ полученных данных;  
Р.В. Орлова, И.В. Семенякин: обзор публикаций по теме статьи, редактирование финальной версии рукописи;  
И.Б. Джалилов, В.А. Рыбальченко, Д.Д. Шкарупа, И.Н. Кузьмина: обзор публикаций по теме статьи, анализ полученных данных.

**Authors' contributions**

V.K. Osetnik, N.K. Gadzhiev: article writing, reviewing of publications of the article's theme, analysis of the obtained data;  
R.V. Orlova, I.V. Semenyakin: reviewing of publications of the article's theme, editing the final version of the manuscript;  
I.B. Dzhalilov, V.A. Rybalchenko, D.D. Shkarupa, I.N. Kuzmina: reviewing of publications of the article's theme, analysis of the obtained data.

**ORCID авторов / ORCID of authors**

В.К. Осетник / V.K. Osetnik: <https://orcid.org/0000-0002-7877-8344>  
Н.К. Гаджиев / N.K. Gadzhiev: <https://orcid.org/0000-0002-6255-0193>  
И.Б. Джалилов / I.B. Dzhalilov: <https://orcid.org/0000-0001-8899-0798>  
И.В. Семенякин / I.V. Semenyakin: <https://orcid.org/0000-0003-3246-7337>  
И.Н. Кузьмина / I.N. Kuzmina: <https://orcid.org/0000-0002-3900-3933>

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.  
**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Финансирование.** Работа выполнена без спонсорской поддержки.  
**Financing.** The work was performed without external funding.