



## Сравнение открытой, лапароскопической и роботической техник резекции почки по критериям «трифекта» и «пентафекта» при почечно-клеточном раке

© Александр А. Серегин<sup>1,2</sup>, Александр В. Серегин<sup>1,2</sup>,  
Константин Б. Колонтарев<sup>2,3</sup>, Дмитрий Ю. Пушкарь<sup>1,2,3</sup>, Олег Б. Лоран<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования [Москва, Россия]

<sup>2</sup> Городская клиническая больница им. С. П. Боткина [Москва, Россия]

<sup>3</sup> Российский университет медицины [Москва, Россия]

### Аннотация

**Введение.** В мировой литературе практически отсутствуют работы, сравнивающие три техники резекции почки (открытой, лапароскопической и роботической) по двум критериям: «трифекта» и «пентафекта». Это обстоятельство определяет актуальность настоящего исследования.

**Цель исследования.** Провести сравнительный анализ результатов применения трёх подходов к резекции почки по критериям «трифекта» и «пентафекта».

**Материалы и методы.** В проспективное исследование включены 600 пациентов с раком почки, которым с 2018 по 2022 годы была выполнена резекция почки с помощью открытой (200 пациентов), лапароскопической (200 пациентов) и роботической (200 пациентов) техник. Результаты оценивали по «трифекте» (отрицательный хирургический край; время тепловой ишемии  $\leq 25$  минут или без ишемии; отсутствие послеоперационных осложнений по классификации Clavien-Dindo  $\geq III$  в течение 3 месяцев после вмешательства) и «пентафекте» («трифекта», сохранение скорости клубочковой фильтрации  $> 90\%$  и отсутствие повышения стадии хронической болезни почек через 12 месяцев после операции).

**Результаты.** «Трифекта» была достигнута после открытой, лапароскопической и роботической техник в 82%, 89% и 84% случаев соответственно. По данному критерию, между методиками достоверных различий не выявлено ( $p > 0,05$ ). «Пентафекта» была достигнута после открытой, лапароскопической и роботической техник в 53%, 64% и 66% наблюдений соответственно. По данному критерию, между открытой операцией и двумя остальными малоинвазивными подходами имело место наличие достоверных различий ( $p < 0,05$ ). При несложных для резекции опухолях (4 – 6 баллов по шкале R.E.N.A.L.) лучшие показатели «пентафекты» были характерны для лапароскопической и роботической техник. При умеренно сложных опухолях (7 – 9 баллов) для открытой операции были свойственны наихудшие показатели, но они значимо отличались только от результатов роботической техники ( $p < 0,05$ ). При самых сложных опухолях (10 – 12 баллов) худшие результаты показала лапароскопическая техника.

**Заключение.** В целом все три техники резекции почки обеспечивают одинаковый результат по «трифекте», но по «пентафекте» лучшие результаты достижимы при малоинвазивных методиках (лапароскопической и роботической операциях). При стадиях cT1b и cT2a, а также при технически сложных для резекции опухолях (10 – 12 баллов по R.E.N.A.L.) в качестве техники выбора лечения следует отдавать предпочтение роботической РП.

**Ключевые слова:** рак почки; резекция почки; открытая резекция почки; лапароскопическая резекция почки; роботическая резекция почки; трифекта; пентафекта

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки. **Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. **Этическое заявление.** Исследование выполнено в соответствии положениями Хельсинкской декларации, пересмотренной в Форталезе (Бразилия) в октябре 2013 года. **Этическое одобрение.** Исследование одобрено Локальным независимым этическим комитетом ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России (Протокол № 12/6 от 12 декабря 2017 года). **Информированное согласие.** Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании и обработку персональных данных.

**Вклад авторов:** А.А. Серегин — концепция исследования, разработка дизайна исследования, сбор данных, анализ данных, написание текста рукописи; А.В. Серегин — анализ данных, научное руководство, научное редактирование; К.Б. Колонтарев — сбор данных, статистическая обработка данных, анализ данных, научное редактирование; Д.Ю. Пушкарь, О.Б. Лоран — разработка дизайна исследования, научное руководство, научное редактирование.

**Корреспондирующий автор:** Александр Александрович Серегин; [sasha.seregin@gmail.com](mailto:sasha.seregin@gmail.com)

**Поступила в редакцию:** 15.01.2024. **Принята к публикации:** 12.03.2024. **Опубликована:** 26.04.2024.

**Для цитирования:** Серегин А.А., Серегин А.В., Колонтарев К.Б., Пушкарь Д.Ю., Лоран О.Б. Сравнение открытой, лапароскопической и роботической техник резекции почки по критериям «трифекта» и «пентафекта» при почечно-клеточном раке. *Вестник урологии*. 2024;12(2):66-75. DOI: [10.21886/2308-6424-2024-12-2-66-75](https://doi.org/10.21886/2308-6424-2024-12-2-66-75).

# Open, laparoscopic, and robotic techniques for partial nephrectomy for renal cell carcinoma: a comparison of outcomes based on "trifecta" and "pentafecta" criteria

© **Alexandr A. Seregin<sup>1,2</sup>, Alexandr V. Seregin<sup>1,2</sup>, Konstantin B. Kolontarev<sup>2,3</sup>, Dmitry Yu. Pushkar<sup>1,2,3</sup>, Oleg B. Loran<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> Russian Medical Academy of Continuing Professional Education [Moscow, Russian Federation]

<sup>2</sup> Botkin City Clinical Hospital [Moscow, Russian Federation]

<sup>3</sup> Russian University of Medicine (RosUniMed) [Moscow, Russian Federation]

## Abstract

**Introduction.** There is a dearth of literature comparing the three modalities of partial nephrectomy – open, laparoscopic, and robotic – based on two contemporary criteria, "trifecta" and "pentafecta". This scarcity justifies the significance of this study.

**Objective.** To conduct a comparative evaluation of the outcomes of the three methods of partial nephrectomy, assessed against the criteria of "trifecta" and "pentafecta".

**Materials & Methods.** The prospective study included 600 patients with renal cell cancer from 2018 to 2022. partial nephrectomy was performed using open (200 patients), laparoscopic (200 patients) and robotic (200 patients) techniques. Outcomes were assessed by "trifecta" (negative surgical margin; warm ischemia time  $\leq$  25 minutes or without ischemia; no  $\geq$  Clavien-Dindo III grade postoperative complications within 3 months after surgery) and "pentafecta" ("trifecta",  $\geq$  90% estimated glomerular filtration rate preservation and no chronic kidney disease stage upgrading 12 months after surgery).

**Results.** The "trifecta" outcome was achieved in 82%, 89%, and 84% of cases, respectively, using open, laparoscopic, and robotic approaches. No significant differences in outcomes were found between these methods ( $p > 0.05$ ), according to this criterion. The "pentafecta" outcome was achieved in 53%, 64%, and 66% of cases using the same three approaches, respectively. Significant differences in outcomes between the open approach and the minimally invasive techniques were observed ( $p < 0.05$ ) based on this criterion. For tumors that were considered easier to resect (R.E.N.A.L. 4 – 6 score), the highest "pentafecta" rates were observed with laparoscopic and robotic procedures. For tumors with moderate complexity (R.E.N.A.L. 7 – 9 score), open surgery resulted in the poorest outcomes, which were significantly different from those of robotic partial nephrectomy ( $p < 0.05$ ). The laparoscopic approach yielded the poorest results for the most complex tumors (R.E.N.A.L. 10 – 12 score).

**Conclusions.** In general, all three methods of partial nephrectomy produce the same outcome according to the "trifecta", but according to the "pentafecta" better results may be achieved using minimally invasive techniques (laparoscopic and robotic procedures). Robotic partial nephrectomy should be considered as the method of choice for high-scored R.E.N.A.L. and cT1 – cT2 tumours.

**Keywords:** renal cell cancer; partial nephrectomy; open partial nephrectomy; laparoscopic partial nephrectomy; robotic partial nephrectomy; trifecta; pentafecta

**Financing.** The study was not sponsored. **Conflict of interest.** The authors declare no conflicts of interest. **Ethical statement.** The study was designed according to the prescriptions of the Declaration of Helsinki (revised in Fortaleza, Brazil, October 2013). **Ethical approval.** The study was approved by the Ethics Committee of the Russian Medical Academy of Continuous Professional Education (Protocol No. 12/6 signed 12 December 2017). **Informed consent.** All patients signed an informed consent to participate in the study and to process personal data.

**Authors' contribution:** A.A. Seregin — study concept, study design development, data analysis, design and conduct of research, scientific editing; A.V. Seregin — data acquisition, data analysis, statistical data processing, drafting the manuscript; K.B. Kolontarev — data acquisition, data analysis, statistical data processing, drafting the manuscript; D.Yu. Pushkar, O.B. Loran — supervision, study design development, scientific editing, data analysis.

✉ **Corresponding author:** Alexander A. Seregin; sasha.seregin@gmail.com

**Received:** 01/15/2024. **Accepted:** 03/12/2024. **Published:** 04/26/2024.

**For citation:** Seregin A.A., Seregin A.V., Kolontarev K.B., Pushkar D.Yu., Loran O.B. Open, laparoscopic, and robotic techniques for partial nephrectomy for renal cell carcinoma: a comparison of outcomes based on "trifecta" and "pentafecta" criteria. *Urology Herald*. 2024;12(2):66-75. (In Russ.). DOI: 10.21886/2308-6424-2024-12-2-66-75.

## Введение

Органосохраняющее хирургическое лечение представляет собой стандарт лечения небольших опухолей почки [1]. В последние годы отмечается существенное

развитие малоинвазивных подходов — лапароскопической и роботической хирургии, которые обеспечивают одинаковые выживаемость и онкологические результаты, а также способствуют снижению периопе-

рационной морбидности [2 – 7].

С распространением робототехники частота выполнения резекции почки (РП) увеличилась [8 – 11]. Роботизированная методика позволила расширить возможности нефронасберегающей хирургии [12] и лечить более сложные опухоли с более короткой кривой обучения [13]. Тем не менее преимущества роботической РП остаются спорными. Данные в литературе неоднородны [2 – 7, 14, 15] и имеют ряд ограничений (моноцентровые исследования, критерии выборочного включения, небольшой размер выборки пациентов, только экспертные центры). К примеру, в последнем отчёте Национального управления здравоохранения Франции о применении робот-ассистированной хирургии почки в 2019 году было отмечено, что имеющиеся данные не позволяют сделать вывод о клиническом улучшении при роботической методике по сравнению с открытым или лапароскопическим подходом [16].

В этой связи для унификации оценки результатов применения указанных альтернативных подходов к резекции почки были предложены критерии «трифекта» и «пентафекта». «Трифекта» подразумевает оценку краткосрочных результатов РП и включает следующие показатели: достижение отрицательного хирургического края, минимальные снижения функции почек и отсутствие осложнений [17, 18]. «Пентафекта» дополнительно к показателям «трифекты» включает ещё 2 параметра из отдалённых послеоперационных результатов: сохранение скорости клубочковой фильтрации (СКФ) > 90% и отсутствие повышения стадии хронической болезни почек (ХБП) [19].

**Цель исследования.** Провести сравнительный анализ результатов открытой, лапароскопической и роботической техник резекции почки по критериям «трифекта» и «пентафекта».

## Материалы и методы

В проспективное рандомизированное контролируемое исследование включено 600 пациентов с раком почки, которым с 2018 по 2022 годы была выполнена РП согласно разработанным нами протоколам по одной из трёх техник: открытая РП (200 пациентов), лапароскопическая РП (200 пациентов) и роботическая РП (200 пациентов). Из них все открытые и лапароскопические

операции были выполнены на базе ГБУЗ г. Москвы «Городская клиническая больница им. С. П. Боткина Департамента здравоохранения города Москвы», а роботические операции — на базе ГБУЗ г. Москвы «Городская клиническая больница имени С. П. Боткина Департамента здравоохранения города Москвы» и ГБУЗ г. Москвы «Городская клиническая больница им. С. И. Спасского Департамента здравоохранения города Москвы».

Критерием включения пациентов в исследование служила совокупность следующих признаков: 1) морфологически верифицированный рак почки; 2) наблюдение после оперативного вмешательства не менее 12 месяцев; 3) информированное согласие пациента. Критериями исключения считали следующие: 1) ранее перенесённую РП; 2) наличие более одной удалаемой опухоли в ходе операции; 3) резекцию единственной или единствено-функционирующей почки; 4) сопутствующие заболевания, по поводу которых проведена симультанная операция.

Диагноз и стадию рака почки устанавливали в соответствии с классификацией TNM (8-е издание, 2017 год) [20]. Для оценки сложности резекции почки и прогноза возможных осложнений после операции использовали нефрометрическую шкалу R.E.N.A.L. [21]. «Трифекту» оценивали по следующим параметрам: отрицательный хирургический край; время тепловой ишемии  $\leq 25$  минут или РП без ишемии; отсутствие послеоперационных осложнений по классификации Clavien-Dindo  $\geq III$  в течение 3 месяцев после вмешательства [22]. «Пентафекта» включала дополнительно к «трифекте» сохранение СКФ более 90% и отсутствие повышения стадии ХБП через 12 месяцев после оперативного вмешательства.

**Статистический анализ.** Статистическая обработка результатов проведена с использованием программы STATISTICA v. 13.3 ("StatSoft Inc.", Tulsa, OK, USA). Все показатели проверены на нормальность распределения с помощью теста Shapiro-Wilk. Так как распределение указанных количественных признаков в представленной выборке пациентов не соответствовало закону нормального распределения, все параметры были представлены в виде числа объектов исследования (n), медианы (Me), нижнего (Q25%) и верхнего (Q75%) квартилей. Каче-

ственные признаки были описаны в виде абсолютных (n) и относительных (%) их значений. При сравнении всех трёх методик операций по количественным признакам использовали тест Kruskal-Wallis, при сравнении двух методик — Mann-Whitney U тест. При сравнении операций по качественным признакам применяли точный тест Fisher. При всех тестах различие между сравниваемыми показателями считали достоверным при уровне значимости (p) < 0,05.

## Результаты

**Результаты предоперационного обследования.** По данным предоперационного обследования, пациенты трёх по большинству параметров не имели достоверных различий. Однако по ряду показателей между ними были установлены статистически значимые различия. В частности, группы больных имели различия по индексу опухоли согласно шкале R.E.N.A.L. Медиана суммы баллов по шкале R.E.N.A.L. была наиболее высокой среди пациентов, перенёсших открытую РП, и по данному показателю группа открытой РП достоверно отличалась от группы лапароскопической РП (p = 0,021) и группы роботической РП (p = 0,028). Такое различие закономерно проявилось и при сравнении групп больных по степени выра-

женности индекса R.E.N.A.L.: низкая степень (4 – 6 баллов) чаще встречалась в группах лапароскопической и роботической РП, а умеренная и высокая степени чаще были диагностированы в группе пациентов открытой РП. Все эти различия между группой открытой РП и двумя другими группами в каждой категории R.E.N.A.L. носили статистически значимый характер.

Следующим показателем, по которому между группами было обнаружено достоверное различие, являлась частота встречаемости различных стадий ХБП, хотя по доле пациентов с уровнем СКФ < 60 мл/мин. между всеми группами не было выявлено значимых различий. 1 стадия ХБП чаще имела место у пациентов группы открытой РП, а 3а стадия ХБП, напротив, чаще встречалась в группах лапароскопической и роботической РП.

Таким образом, на основании данных предоперационного обследования можно заключить, что открытую и роботическую РП выполняли при более сложных для резекции случаях опухоли почки, а доля лиц с более тяжёлыми формами ХБП была выше в группах лапароскопической и роботической РП. Детализация результатов предоперационного обследования пациентов трёх групп приведена в таблице 1. При этом от-

**Таблица 1.** Предоперационные показатели пациентов  
**Table 1.** Patient preoperative data

Параметры <i>Parameters</i>	ОРП   <i>OPN</i>	ЛРП   <i>LPN</i>	РРП   <i>RPN</i>	<i>p*</i>
	Me [Q <sub>25%</sub> ; Q <sub>75%</sub> ]			
Возраст, лет   <i>Age, years</i>	60 [51; 67]	65 [55; 72]	62 [54; 74]	> 0,05
ИМТ, кг/м <sup>2</sup>   <i>BMI, kg/m<sup>2</sup></i>	25,8 [23,5; 30,6]	28,9 [25,2; 32,1]	27,0 [24,4; 30,9]	> 0,05
Гемоглобин, г/дл   <i>Hemoglobin, g/dl</i>	12,2 [11,2; 14,2]	13,3 [12,6; 14,9]	13,9 [12,9; 15,2]	> 0,05
Индекс Чарльсона   <i>Charlson index</i>	4,0 [1; 4]	4,5 [1; 5]	4,0 [1; 4]	> 0,05
Размер опухоли, см   <i>Tumour length, cm</i>	3,6 [2,2; 5,0]	2,8 [1,1; 4,5]	3,1 [1,4; 4,8]	> 0,05
Сумма баллов по R.E.N.A.L.   <i>R.E.N.A.L. score</i>	7,8 [5,2; 9,1]	6,4 [4,2; 7,1]	6,6 [4,1; 7,6]	< 0,05
		<i>n (%)</i>		
Мужчины   <i>Men</i>	114 (57,0)	131 (65,5)	117 (58,5)	> 0,05
Женщины   <i>Women</i>	86 (43,0)	69 (34,5)	83 (41,5)	> 0,05
Сопутствующие заболевания   <i>Comorbidities</i>	64 (32,0)	43 (21,5)	59 (29,5)	> 0,05
СКФ < 60 мл/мин   <i>eGFR &lt; 60 ml/min</i>	28 (14,0)	40 (20,0)	42 (21,0)	> 0,05
Стадия ХБП   <i>CKD stage</i>				
1	92 (46,0)	64 (32,0)	68 (34,0)	< 0,05
2	68 (34,0)	72 (36,0)	74 (37,0)	> 0,05
3а	30 (15,0)	54 (27,0)	46 (23,0)	< 0,05

**Таблица 1 (продолжение).** Предоперационные показатели пациентов  
**Table 1 (continuation).** Patient preoperative data

Параметры Parameters	ОРП   OPN	ЛРП   LPN	РРП   RPN	p*
3b	7 (3,5)	9 (4,5)	10 (5,0)	> 0,05
4	3 (1,5)	1 (0,5)	2 (1,0)	> 0,05
ASA				
I	21 (10,5)	15 (7,5)	20 (10,0)	> 0,05
II	95 (47,5)	83 (41,5)	88 (44,0)	> 0,05
III	70 (35,0)	85 (42,5)	82 (41,0)	> 0,05
IV	14 (7,0)	17 (8,5)	10 (5,0)	> 0,05
Стадия TNM   TNM stage				
cT1aN0M0	143 (71,5)	165 (82,5)	154 (77,0)	> 0,05
cT1bN0M0	43 (21,5)	28 (14,0)	36 (18,0)	> 0,05
cT2aN0M0	14 (7,0)	7 (3,5)	10 (5,0)	> 0,05
R.E.N.A.L., баллы   score				
4 – 6	46 (23,0)	107 (53,5)	115 (57,5)	< 0,05
7 – 9	106 (53,0)	66 (33,0)	49 (24,5)	< 0,05
10 – 12	48 (24,0)	27 (13,5)	36 (18,0)	< 0,05

**Примечание.** ОРП — открытая резекция почки; ЛРП — лапароскопическая резекция почки; РРП — роботическая резекция почки; ИМТ — индекс массы тела; СКФ — скорость клубочковой фильтрации; ХБП — хроническая болезнь почек; ASA — шкала операционного риска Американского общества анестезиологов; \* K-W test

**Note.** OPN — open partial nephrectomy; LPN — laparoscopic partial nephrectomy; RPN — robotic partial nephrectomy; eGFR — estimated glomerular filtration rate; CKD — chronic kidney disease; ASA — American Association of Anesthesiologists operative risk scale, statistically significant changes are marked in bold font; \* K-W test

**Таблица 2.** Сравнение техник резекции почки по «трифекте» и его компонентам

**Table 2.** Comparison of partial nephrectomy techniques to achieve the “trifecta” and its components

Параметры Parameters	ОРП   OPN	ЛРП   LPN	РРП   RPN	p*
Достижение «трифекты» Trifecta achievement rate	164 (82,0)	178 (89,0)	168 (84,0)	> 0,05
Осложнения по Clavien-Dindo ≥III Clavien-Dindo ≥III complications	22 (11,0)	12 (6,0)	17 (8,5)	> 0,05
Положительный хирургический край Positive surgical margin	10 (5,0)	8 (4,0)	7 (3,5)	> 0,05
Время тепловой ишемии > 25 минут Warm ischemia time > 25 minutes	4 (2,0)	2 (1,0)	8 (4,0)	> 0,05

**Примечание.** ОРП — открытая резекция почки; ЛРП — лапароскопическая резекция почки; РРП — роботическая резекция почки; \* K-W test  
**Note.** OPN — open partial nephrectomy; LPN — laparoscopic partial nephrectomy; RPN — robotic partial nephrectomy; \* K-W test

носительная частота встречаемости отмеченных признаков в процентах в данной таблице рассчитана от абсолютного количества пациентов в каждой из групп, а не от абсолютного количества всех наблюдаемых пациентов.

**Результаты оперативного лечения.** Сравнение различных техник РП по «трифекте» показало отсутствие значимых различий между ними как в целом по данному

критерию, так и по его отдельным компонентам (табл. 2).

При проведении раздельного сравнительного анализа по каждой из категорий R.E.N.A.L. (4 – 6, 7 – 9, 10 – 12 баллов) также не было выявлено достоверной разницы между тремя методиками РП, хотя в целом по всей выборке пациентов при высоком индексе R.E.N.A.L. (10 – 12 баллов) «трифекта» была достигнута только у 75,7% пациент-

**Таблица 3.** Достижение «трифекты» в зависимости от клинической стадии TNM  
**Table 3.** Reaching the "trifecta" depending on TNM clinical stage

Клиническая стадия TNM Clinical TNM stage	Достижение «трифекты»   <i>Trifecta achievement</i>			P*
	ОРП   <i>OPN</i>	ЛРП   <i>LPN</i>	РРП   <i>RPN</i>	
cT1aN0M0	90,2% (129 / 143)	92,1% (152 / 165)	88,3% (136 / 154)	> 0,05
cT1bN0M0	60,5% (26 / 43)	75,0% (21 / 28)	69,4% (25 / 36)	< 0,05
cT2aN0M0	64,3% (9 / 14)	71,4% (5 / 7)	70,0% (7 / 10)	> 0,05

**Примечание.** ОРП — открытая резекция почки; ЛРП — лапароскопическая резекция почки; РРП — роботическая резекция почки; \* K-W test  
**Note.** *OPN* — open partial nephrectomy; *LPN* — laparoscopic partial nephrectomy; *RPN* — robotic partial nephrectomy; \* K-W test

**Таблица 4.** Сравнение техник резекции почки по «пентафекте»  
**Table 4.** Comparison of partial nephrectomy techniques to achieve "pentafecta"

Параметр Parameter	ОРП   <i>OPN</i>	ЛРП   <i>LPN</i>	РРП   <i>RPN</i>	P*
	n (%)			
Достижение «пентафекты» <i>Pentafecta achievement</i>	106 (53,0)	128 (64,0)	132 (66,0)	< 0,05

**Примечание.** ОРП — открытая резекция почки; ЛРП — лапароскопическая резекция почки; РРП — роботическая резекция почки; \* K-W test  
**Note.** *OPN* — open partial nephrectomy; *LPN* — laparoscopic partial nephrectomy; *RPN* — robotic partial nephrectomy; \* K-W test

тов, тогда как при умеренном и низком индексах она была получена в 82,4% и 90,3% наблюдений соответственно.

При оценке корреляции «трифекты» и клинической стадии рака почки было выявлено, что, в целом, по всей когорте пациентов при стадии cT1a частота достижения «трифекты» (89,6%) достоверно выше по сравнению как со стадией cT1b (70,1%) ( $p < 0,001$ ), так и со стадией cT2a (67,7%) ( $p = 0,001$ ). При сравнении групп по частоте достижения «трифекты» в зависимости от клинической стадии обнаружено, что между ними существует значимое различие только при стадии cT1b: при данной стадии для открытой РП характерны достоверно худшие показатели относительно лапароскопической ( $p = 0,011$ ) и роботической ( $p = 0,020$ ) методик (табл. 3).

При изучении эффективности лечения с точки зрения достижения «пентафекты» было выявлено, что открытая техника уступает по данному критерию лапароскопической и роботической методикам РП, тогда как последние две техники показали практически одинаковые результаты. При этом различие между открытой и обеими малоинвазивными техниками имело статистическую значимость (табл. 4).

При сравнении различных техник РП по достижению «пентафекты» в зависимости от уровней градаций шкалы R.E.N.A.L. установлены следующие особенности. При

несложных для резекции формах опухоли (4 – 6 баллов) наилучшие исходы были характерны для лапароскопической и роботической операций, которые показали сопоставимые между собой результаты и достоверно превосходили открытую технику. При умеренно сложных вариантах опухоли (7 – 9 баллов) для открытой операции также были свойственны худшие показатели, но они значимо отличались только от результатов роботической техники, продемонстрировавшей лучшие показатели при данном индексе опухоли. При самых сложных опухолях (10 – 12 баллов) худшие результаты показала лапароскопическая техника, показатели которой статистически значимо уступали открытой и роботической методикам (табл. 5).

Изучение особенностей достижения «пентафекты» в зависимости от клинической стадии опухолевого процесса показало, что при стадии cT1a худшие показатели были получены в группе открытой РП, стадии cT1b — в группе лапароскопической РП, а при стадии cT2a для всех техник операций отмечены практические одинаковые результаты (табл. 6).

### Обсуждение

Настоящая работа показала, что лапароскопические и робот-ассистированные операции обладают сопоставимыми с открытой техникой ранними результатами

**Таблица 5.** Достижение «пентафекты» в зависимости от индекса R.E.N.A.L.  
**Table 5.** Achieving the "pentalecta" depending on R.E.N.A.L. scale

Индекс R.E.N.A.L.	Достижение «пентафекты»   Pentalecta achievement			P*
	ОРП   ORP	ЛРП   LPN	РРП   RPN	
4 – 6 баллов   scores	67,4% (31 / 46)	75,7% (81 / 107)	74,8% (86 / 115)	> 0,05
7 – 9 баллов   scores	52,8% (56 / 106)	57,6% (38 / 66)	63,3% (31 / 49)	< 0,05
10 – 12 баллов   scores	36,6% (19 / 48)	22,2% (6 / 27)	41,7% (15 / 36)	> 0,05

**Примечание.** ОРП — открытая резекция почки; ЛРП — лапароскопическая резекция почки; РРП — роботическая резекция почки; \* K-W test  
**Note.** ORP — open partial nephrectomy; LPN — laparoscopic partial nephrectomy; RPN — robotic partial nephrectomy; \* K-W test

**Таблица 6.** Показатели «пентафекты» в зависимости от клинической стадии TNM  
**Table 6.** Achieving the "pentalecta" depending on clinical TNM stage

Клиническая стадия TNM Clinical TNM stage	Достижение «пентафекты»   Pentalecta achievement			P*
	ОРП   ORP	ЛРП   LPN	РРП   RPN	
cT1aN0M0	56,6% (81 / 143)	70,9% (117 / 165)	72,7% (112 / 154)	< 0,05
cT1bN0M0	44,2% (19 / 43)	28,6% (8 / 28)	44,4% (16 / 36)	< 0,05
cT2aN0M0	42,9% (6 / 14)	42,9% (3 / 7)	40,0% (4 / 10)	> 0,05

**Примечание.** ОРП — открытая резекция почки; ЛРП — лапароскопическая резекция почки; РРП — роботическая резекция почки; \* K-W test  
**Note.** ORP — open partial nephrectomy; LPN — laparoscopic partial nephrectomy; RPN — robotic partial nephrectomy; \* K-W test

по критерию «трифекты». Закономерность в отношении возможности достижения «трифекты», полученная в нашем исследовании, получила подтверждение и в других работах. Так, K. Mehra et al. (2019) сообщили, что при всех трёх вариантах РП были достигнуты сопоставимые показатели «трифекты» [23]. Более того, в недавнем мета-анализе G.G. Calpin et al. (2023) пришли к заключению, что лапароскопическая и роботическая техники не имеют отличий от открытой методики РП по частоте достижения «трифекты» [24].

По данным нашего исследования, при использовании малоинвазивных подходов (лапароскопической и роботической техник) можно добиться лучших функциональных исходов в долгосрочной перспективе по критерию «пентафекта», чем при открытой методике. Такой вывод можно сделать, если сравнить группы пациентов с применением различных техник РП. Следует добавить, что при раздельном анализе возможностей различных методик операций в зависимости от сложности опухоли по R.E.N.A.L. или клинической стадии TNM не всегда прослеживается отмеченное преимущество малоинвазивных техник перед открытой операцией. Так, при технически сложных для резекции опухолях с градацией по шкале R.E.N.A.L. в 10 – 12 баллов, а также при стадиях cT1b

лапароскопическая методика не позволяет обеспечить аналогичный открытой методике результат по «пентафекте». Такой результат при указанных ситуациях, помимо открытой операции, может быть получен только при роботической технике. Последняя показала успешность при всех вариантах сложности опухоли и клинической стадии. Противоречивый характер имеют результаты «пентафекты» при стадии cT2a, при которой лапароскопическая техника, для которой были характерны высокая частота неудачи при меньшей стадии опухолевого процесса (cT1b), вновь уже при более высокой стадии опухоли показала сопоставимые с открытой и роботической методиками результаты. Вероятно, такие показатели при стадии cT2a были связаны с малым числом наблюдений для данной стадии. С учётом этого обстоятельства, а также полученных при стадии cT1b самых худших показателей для лапароскопической техники нам представляется нецелесообразным использование данного подхода при размерах опухоли > 4 см, то есть при стадиях cT1b и cT2a.

Отмеченные нами особенности результатов «пентафекты», полученные при различных техниках РП, не в полной мере совпадают с литературными данными, хотя совпали по некоторым ключевым аспектам. В доступной литературе отсутствуют

данные об исследованиях по сравнению всех трех указанных техник РП по «пентафекте», а имеются только публикации по сравнению двух методик по данному критерию. К примеру, в работе C. Gandi et al. (2022) сравнивали открытую и роботическую методики РП и отметили для роботической операции лучшие показатели по «пентафекте» [25]. При сравнении лапароскопической и роботической техник РП по достижению «пентафекты» были получены неоднозначные результаты. Например, H. Zargar et al. (2015) указали на преимущество роботической техники перед лапароскопической при показателях «пентафекты» 38,5% и 24,1% соответственно ( $p < 0,0001$ ) [19]. Но в работе H. Garg и et al. (2022) при использовании лапароскопического и роботического доступов при опухолях высокой степени сложности ( $\geq 10$  баллов по R.E.N.A.L.) были получены схожие результаты по «пентафекте» [26]. К таким же выводам об отсутствии значимых различий по «пентафекте» между указанными двумя малоинвазивными методиками пришли L. Gu et al. (2020), отметив, что «пентафекта» была достигнута в 37,3% и 42,6% наблюдений после лапароскопической и роботической техник соответственно [27].

## Заключение

В целом все три техники РП обеспечивают одинаковый результат по «трифекте», но по «пентафекте» лучшие результаты достижимы при малоинвазивных методиках (лапароскопической и роботической операциях). Однако при оценке результатов лечения в зависимости от сложности опухоли для резекции и клинической стадии TNM были получены определённые закономерности, которые следует учитывать при выборе варианта РП. При несложных опухолях (4 – 6 баллов по R.E.N.A.L.) и стадии cT1a наиболее целесообразно применение лапароскопической техники РП, так как она обеспечивает лучшие результаты по сравнению с открытой техникой и экономически более выгодна, чем роботическая методика. При умеренно сложных опухолях (7 – 9 баллов по R.E.N.A.L.) лапароскопическую и роботическую операции нужно рассматривать в качестве приоритетных подходов, так как они обеспечивают практически одинаковый результат и превосходят открытую технику по результатам «пентафекты». При стадиях cT1b и cT2a, а также при технически сложных для резекции опухолях (10 – 12 баллов по R.E.N.A.L.) в качестве метода выбора техники резекции следует отдавать предпочтение роботическому подходу.

## Список литературы | References

1. Ljungberg B, Albiges L, Abu-Ghanem Y, Bedke J, Capitanio U, Dabestani S, Fernández-Pello S, Giles RH, Hofmann F, Hora M, Klatte T, Kuusk T, Lam TB, Marconi L, Powles T, Tahbaz R, Volpe A, Bex A. European Association of Urology Guidelines on Renal Cell Carcinoma: The 2022 Update. *Eur Urol*. 2022;82(4):399-410.  
DOI: 10.1016/j.eururo.2022.03.006
2. Bravi CA, Larcher A, Capitanio U, Mari A, Antonelli A, Artibani W, Barale M, Bertini R, Bove P, Brunocilla E, Da Pozzo L, Di Maida F, Fiori C, Gontero P, Li Marzi V, Longo N, Mirone V, Montanari E, Porpiglia F, Schiavina R, Schips L, Simeone C, Siracusano S, Terrone C, Trombetta C, Volpe A, Montorsi F, Ficarra V, Carini M, Minervini A. Perioperative Outcomes of Open, Laparoscopic, and Robotic Partial Nephrectomy: A Prospective Multicenter Observational Study (The RECORD 2 Project). *Eur Urol Focus*. 2021;7(2):390-396.  
DOI: 10.1016/j.euf.2019.10.013
3. Masson-Lecomte A, Bensalah K, Seringe E, Vaessen C, de la Taille A, Doumerc N, Rischmann P, Bruyère F, Soustelle L, Droupy S, Rouprêt M. A prospective comparison of surgical and pathological outcomes obtained after robot-assisted or pure laparoscopic partial nephrectomy in moderate to complex renal tumours: results from a French multicentre collaborative study. *BJU Int*. 2013;111(2):256-263.
4. Gill IS, Kavoussi LR, Lane BR, Blute ML, Babineau D, Colombo JR Jr, Frank I, Permppongkosol S, Weight CJ, Kaouk JH, Kattan MW, Novick AC. Comparison of 1,800 laparoscopic and open partial nephrectomies for single renal tumors. *J Urol*. 2007;178(1):41-46.  
DOI: 10.1016/j.juro.2007.03.038
5. Peyronnet B, Seisen T, Oger E, Vaessen C, Grassano Y, Benoit T, Carrouget J, Pradère B, Khene Z, Giwerc A, Mathieu R, Beauval JB, Nouhaud FX, Bigot P, Doumerc N, Bernhard JC, Mejean A, Patard JJ, Shariat S, Roupert M, Bensalah K; French Comittee of Urologic Oncology (CCAFU). Comparison of 1800 Robotic and Open Partial Nephrectomies for Renal Tumors. *Ann Surg Oncol*. 2016;23(13):4277-4283.  
DOI: 10.1245/s10434-016-5411-0
6. Pereira J, Renzulli J 2nd, Pareek G, Moreira D, Guo R, Zhang Z, Amin A, Mega A, Golijanin D, Gershman B. Perioperative Morbidity of Open Versus Minimally Invasive Partial Nephrectomy: A Contemporary Analysis of the National Surgical Quality Improvement Program. *J Endourol*. 2018;32(2):116-123.  
DOI: 10.1089/end.2017.0609
7. Chang KD, Abdel Raheem A, Kim KH, Oh CK, Park SY, Kim YS, Ham WS, Han WK, Choi YD, Chung BH, Rha KH.

- Functional and oncological outcomes of open, laparoscopic and robot-assisted partial nephrectomy: a multi-centre comparative matched-pair analyses with a median of 5 years' follow-up. *BJU Int.* 2018;122(4):618-626.  
DOI: 10.1111/bju.14250
8. Weinberg AC, Wright JD, Whalen MJ, Paulucci DJ, Woldu SL, Berger SA, Deibert CM, Korets R, Hershman DL, Neugut AI, Badani KK. Use of Partial Nephrectomy after Acquisition of a Surgical Robot: A Population Based Study. *Urol Pract.* 2016;3(6):430-436.  
DOI: 10.1016/j.urpr.2015.10.001
9. Kardos SV, Gross CP, Shah ND, Schulam PG, Trinh QD, Smaldone MC, Sun M, Weight CJ, Sammon J, Han LC, Kim SP. Association of type of renal surgery and access to robotic technology for kidney cancer: results from a population-based cohort. *BJU Int.* 2014;114(4):549-554.  
DOI: 10.1111/bju.12711
10. Cacciamani GE, Medina LG, Tafuri A, Gill T, Baccaglini W, Blasic V, Glina FPA, De Castro Abreu AL, Sotelo R, Gill IS, Artibani W. Impact of Implementation of Standardized Criteria in the Assessment of Complication Reporting After Robotic Partial Nephrectomy: A Systematic Review. *Eur Urol Focus.* 2020;6(3):513-517.  
DOI: 10.1016/j.euf.2018.12.004
11. Simone G, De Nunzio C, Ferriero M, Cindolo L, Brookman-May S, Papalia R, Sperduti I, Collura D, Leonardo C, Anceschi U, Tuderti G, Misuraca L, Dalpiaz O, Hatzl S, Lodde M, Trenti E, Pastore AL, Palleschi G, Lotrecchiano G, Salzano L, Carbone A, De Cobelli O, Tubaro A, Schips L, Zigeuner R, Tostain J, May M, Guaglianone S, Muto G, Gallucci M. 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):1729-1735.  
DOI: 10.1016/j.ejso.2016.03.022
12. Tuderti G, Brassetti A, Mastroianni R, Misuraca L, Bove A, Anceschi U, Ferriero M, Guaglianone S, Gallucci M, Simone G. 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
13. Hanzly M, Frederick A, Creighton T, Atwood K, Mehendir D, Kauffman EC, Kim HL, Schwaab T. Learning curves for robot-assisted and laparoscopic partial nephrectomy. *J Endourol.* 2015;29(3):297-303.  
DOI: 10.1089/end.2014.0303
14. Grivas N, Kalampokis N, Larcher A, Tyritzis S, Rha KH, Ficarra V, Buffi N, Ploumidis A, Autorino R, Porpiglia F, van der Poel H, Mottrie A, de Naeyer G; J-ERUS/YAU Robotic Urology Working Group. Robot-assisted versus open partial nephrectomy: comparison of outcomes. A systematic review. *Minerva Urol Nefrol.* 2019;71(2):113-120.  
DOI: 10.23736/S0393-2249.19.03391-5
15. Choi JE, You JH, Kim DK, Rha KH, Lee SH. Comparison of perioperative outcomes between robotic and laparoscopic partial nephrectomy: a systematic review and meta-analysis. *Eur Urol.* 2015;67(5):891-901.  
DOI: 10.1016/j.eururo.2014.12.028
16. Bic A, Mazeaud C, Salleron J, Bannay A, Balkau B, Larose C, Hubert J, Eschwège P. Complications after partial nephrectomy: robotics overcomes open surgery and laparoscopy: the PMSI French national database. *BMC Urol.* 2023;23(1):146.  
DOI: 10.1186/s12894-023-01322-6
17. Hung AJ, Cai J, Simmons MN, Gill IS. "Trifecta" in partial nephrectomy. *J Urol.* 2013;189(1):36-42.  
DOI: 10.1016/j.juro.2012.09.042
18. Погосян Р.Р., Малхасян В.А., Семенякин И.В., Прокопович М.А., Пушкарь Д.Ю. Робот-ассистированная резекция почки при опухолях T1b: результаты трифекты. Клин. и эксперимент. хир. Журн. им. акад. Б.В. Петровского. 2019;7(2):15-23.  
Pogosyan R.R., Malkhasyan V.A., Semenyakin I.V., Prokopovich M.A., Pushkar D.Yu. Robot-assisted partial nephrectomy for T1b tumors: Trifecta results. *Clin Experiment Surg. Petrovsky J.* 2019;7(2):15-23. (In Russian).  
DOI: 10.24411/2308-1198-2019-12002
19. Zargar H, Allaf ME, Bhayani S, Stifelman M, Rogers C, Ball MW, Larson J, Marshall S, Kumar R, Kaouk JH. Trifecta and optimal perioperative outcomes of robotic and laparoscopic partial nephrectomy in surgical treatment of small renal masses: a multi-institutional study. *BJU Int.* 2015;116(3):407-414.  
DOI: 10.1111/bju.12933
20. Brierley JD, Gospodarowicz MK, Wittekind C. Eds. *TNM classification of malignant tumours.* Eighth edition. Chichester, West Sussex, UK; Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.; 2017.
21. Kutikov A, Uzzo RG. 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):844-853.  
DOI: 10.1016/j.juro.2009.05.035
22. Dindo D, Demartines N, Clavien PA. Classification of surgical complications: a new proposal with evaluation in a cohort of 6336 patients and results of a survey. *Ann Surg.* 2004;240(2):205-213.  
DOI: 10.1097/01.sla.0000133083.54934.ee
23. Mehra K, Manikandan R, Dorairajan LN, Sreerag S, Jain A, Bokka SH. Trifecta Outcomes in Open, Laparoscopy or Robotic Partial Nephrectomy: Does the Surgical Approach Matter? *J Kidney Cancer VHL.* 2019;6(1):8-12.  
DOI: 10.15586/jkcvhl.2019.115
24. Calpin GG, Ryan FR, McHugh FT, McGuire BB. Comparing the outcomes of open, laparoscopic and robot-assisted partial nephrectomy: a network meta-analysis. *BJU Int.* 2023;132(4):353-364.  
DOI: 10.1111/bju.16093
25. Gandi C, Totaro A, Bientinesi R, Marino F, Pierconti F, Russo A, Racioppi M, Bassi P, Sacco E. Purely Off-Clamp Partial Nephrectomy: Robotic Approach Better than Open Using a Pentafecta Outcome with Propensity Score Matching. *J Clin Med.* 2022;11(21):6241.  
DOI: 10.3390/jcm11216241
26. Garg H, Das B, Bansal A, Kaushal R, Desai P, Maheshwari R, Chaturvedi S, Singh A, Kumar A. Trifecta and Pentafecta Outcomes in Laparoscopic and Robotic Nephron-Sparing Surgery for Highly Complex Renal Tumors: A Propensity Score-Matched Cohort Analysis. *J Endourol.* 2022;36(8):1050-1056.  
DOI: 10.1089/end.2021.0830
27. Gu L, Liu K, Shen D, Li H, Gao Y, Huang Q, Fan Y, Ai Q, Xie Y, Yao Y, Du S, Zhao X, Wang B, Ma X, Zhang X. Comparison of Robot-Assisted and Laparoscopic Partial Nephrectomy for Completely Endophytic Renal Tumors: A High-Volume Center Experience. *J Endourol.* 2020;34(5):581-587.  
DOI: 10.1089/end.2019.0860

## Сведения об авторах

**Александр Александрович Серегин** — канд. мед. наук; доцент кафедры урологии и хирургической андрологии ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России; врач-уролог урологического отделения № 41 МУЦ ГБУЗ ГКБ им. С. П. Боткина ДЗМ  
Москва, Россия  
<https://orcid.org/0000-0002-6627-2266>  
[sasha.seregin@gmail.com](mailto:sasha.seregin@gmail.com)

**Александр Васильевич Серегин** — д-р мед. наук, профессор, заслуженный врач РФ; профессор кафедры урологии и хирургической андрологии ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России; заведующий урологическим отделением № 41 ГБУЗ ГКБ им. С. П. Боткина ДЗМ  
Москва, Россия  
<https://orcid.org/0000-0002-5842-7344>  
[av\\_seregin@mail.ru](mailto:av_seregin@mail.ru)

**Константин Борисович Колонтарев** — д-р мед. наук, профессор; профессор кафедры урологии ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России; заместитель директора МУЦ ГБУЗ ГКБ им. С.П. Боткина ДЗМ  
Москва, Россия  
<https://orcid.org/0000-0003-4511-5998>  
[kb80@yandex.ru](mailto:kb80@yandex.ru)

**Дмитрий Юрьевич Пушкарь** — д-р мед. наук, профессор, акад. РАН; заведующий кафедрой урологии ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России; директор Московского урологического центра ГБУЗ ГКБ им. С. П. Боткина ДЗМ; профессор кафедры урологии и хирургической андрологии ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России  
Москва, Россия  
<https://orcid.org/0000-0002-6096-5723>  
[pushkardm@mail.ru](mailto:pushkardm@mail.ru)

**Олег Борисович Лоран** — д-р мед. наук, профессор, акад. РАН, заслуженный деятель науки РФ; заведующий кафедрой урологии и хирургической андрологии ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России; ведущий научный сотрудник Московского урологического центра ГБУЗ ГКБ им. С. П. Боткина ДЗМ  
Москва, Россия  
<https://orcid.org/0000-0002-7531-1511>  
[olegloran@gmail.com](mailto:olegloran@gmail.com)

## Information about the authors

**Alexandr A. Seregin** — M.D., Cand.Sc. (Med); Assoc.Prof., Dept. of Urology and Surgical Andrology, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education; Urologist, Urology Division No. 41, Botkin City Clinical Hospital Moscow, Russian Federation  
<https://orcid.org/0000-0002-6627-2266>  
[sasha.seregin@gmail.com](mailto:sasha.seregin@gmail.com)

**Alexandr V. Seregin** — M.D., Dr.Sc.(Med), Full Prof., Hons. Phys. of the Russian Federation; Prof., Dept. of Urology and Surgical Andrology, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education; Head, Urology Division No. 41, Botkin City Clinical Hospital Moscow, Russian Federation  
<https://orcid.org/0000-0002-5842-7344>  
[av\\_seregin@mail.ru](mailto:av_seregin@mail.ru)

**Konstantin B. Kolontarev** — M.D., Dr.Sc.(Med), Full Prof.; Prof., Dept. of Urology, Russian University of Medicine; Deputy Director, Botkin City Clinical Hospital Moscow, Russian Federation  
<https://orcid.org/0000-0003-4511-5998>  
[kb80@yandex.ru](mailto:kb80@yandex.ru)

**Dmitry Yu. Pushkar** — M.D., Dr.Sc.(Med), Full Prof., Acad. of the RAS; Head, Dept. of Urology, Russian University of Medicine; Director, Moscow Urology Centre, Botkin City Clinical Hospital; Prof. Dept. of Urology and Surgical Andrology, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education Moscow, Russian Federation  
<https://orcid.org/0000-0002-6096-5723>  
[pushkardm@mail.ru](mailto:pushkardm@mail.ru)

**Oleg B. Loran** — M.D., Dr.Sc.(Med), Full Prof., Acad. of the RAS, Hons. Sci. of the Russian Federation; Head, Dept. of Urology and Surgical Andrology, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education; Leading Researcher, Moscow Urology Centre, Botkin City Clinical Hospital Moscow, Russian Federation  
<https://orcid.org/0000-0002-7531-1511>  
[olegloran@gmail.com](mailto:olegloran@gmail.com)