DOI: https://doi.org/10.17650/1726-9776-2023-19-3-19-28

BY 4.0

Острое почечное повреждение и его предикторы при хирургии злокачественных новообразований почки

К.В. Поздняков, С.А. Ракул, Р.А. Елоев, К.А. Лукинов

СПб ГБУЗ «Городская больница № 40 Курортного района»; Россия, 197706 Санкт-Петербург, Сестрорецк, ул. Борисова, 9

Контакты: Сергей Анатольевич Ракул *79119257502@yandex.ru*

Цель исследования – анализ собственных результатов хирургического лечения опухолей почек (резекции почки (РП) и радикальной нефрэктомии (РНЭ)) в раннем послеоперационном периоде, выделение факторов риска развития острого почечного повреждения (ОПП).

Материалы и методы. В исследование были включены 399 пациентов. Из них 276 (69,17 %) пациентам выполнена РП, 123 (30,83 %) – РНЭ. По клинической стадии заболевания пациенты групп РП и РНЭ распределились следующим образом: cT1a – 160 (91,95 %) и 14 (8,05 %), cT1b – 99 (61,11 %) и 63 (38,89 %), cT2a – 17 (26,98 %) и 46 (73,02 %) соответственно. Операции выполняли открытым (1,0 %), лапароскопическим (39,35 %) и робот-ассистированным (59,65 %) доступами. ОПП оценивали по изменению уровня креатинина сыворотки крови и скорости клубочковой фильтрации до операции и на 1–3-и сутки после нее согласно критериям KDIGO.

Результаты. Общая частота развития ОПП после хирургического лечения по поводу рака почки стадий cT1a–cT2a составила 27,57 %. Частота развития ОПП после РНЭ – 65,04 %, после РП – 11,23 %. При стадиях cT1a, cT1b и cT2a после органосохраняющего и радикального лечения этот показатель составил 9,37; 11,11; 29,41 и 71,43; 63,49; 65,22 % соответственно. При продолжительности тепловой ишемии менее 15 и 20 мин частота развития ОПП не превышала 8,3 и 13,2 %. При длительности тепловой ишемии почки >30 мин отмечалось резкое увеличение частоты развития ОПП.

Заключение. В целях сохранения функции почек РП является операцией выбора при лечении опухолей почек стадий cT1–cT2a. После РНЭ развитие ОПП фиксировалось в 6 раз чаще, чем после органосохраняющей операции. Установлены факторы, статистически значимо влияющие на развитие ОПП после РП: наличие исходной хронической болезни почек у пациентов, размер новообразования, продолжительность операции >190 мин, вариант используемой ишемии почки и продолжительность тепловой ишемии >25 мин.

Ключевые слова: рак почки, резекция почки, радикальная нефрэктомия, острое почечное повреждение

Для цитирования: Поздняков К.В., Ракул С.А., Елоев Р.А., Лукинов К.А. Острое почечное повреждение и его предикторы при хирургии злокачественных новообразований почки. Онкоурология 2023;19(3):19–28. DOI: https://doi.org/10.17650/1726-9776-2023-19-3-19-28

Acute kidney injury and its predictors in surgery of malignant kidney tumors

K.V. Pozdnyakov, S.A. Rakul, R.A. Eloev, K.A. Lukinov

City Hospital No. 40 of the Kurortny District; 9 Borisova St., Sestroretsk, Saint Petersburg 197706, Russia

Contacts: Sergey Anatol'evich Rakul *79119257502@yandex.ru*

Aim. To analyze our own results of the course of early postoperative period in patients who underwent surgical treatment of kidney tumors: partial nephrectomy (PN) and radical nephrectomy (RN) and to identify risk factors for the development of acute kidney injury (AKI).

Materials and methods. The study included 399 patients, of which 276 patients (69.17 %) underwent PN, 123 (30.83 %) underwent RN. According to the clinical stage of the disease, patients in the PN and RN groups were distributed as follows: cT1a – 160 (91.95 %) and 14 (8.05 %), cT1b – 99 (61.11 %) and 63 (38.89 %) and cT2a – 17 (26.98 %) and 46 (73.02 %), respectively. Operations were performed with open (1.0 %), laparoscopic (39.35 %) and robot-assisted (59.65 %) accesses. AKI was evaluated by the changes in serum creatinine and glomerular filtration rate before surgery and 1–3 days after in accordance with KDIGO criteria.

Results. The overall incidence of AKI after surgical treatment for kidney cancer at stages cT1a–cT2a was 27.57 %. The incidence of AKI after RN was 65.04 %, after PN – 11.23 %. At stages cT1a, cT1b, cT2a, after nephron-sparing surgery

and radical treatment, this indicator was 9.37; 11.11; 29.41 % and 71.43; 63.49; 65.22 %, respectively. For warm ischemia time below 15 and 20 minutes, AKI incidence did not exceed 8.3 and 13.2 %, respectively. For warm ischemia time >30 min, a dramatic increase in AKI incidence was observed.

Conclusion. To preserve kidney function, PN is the operation of choice in surgical treatment of kidney tumors at stages cT1–cT2a. After RN, AKI development was observed 6 times more often than after PN. The following statistically significant predictors of AKI after PN were identified: presence of initial chronic kidney disease in patients, tumor size, operative time above 190 minutes, type of kidney ischemia used, and warm ischemia time above 25 minutes.

Keywords: kidney cancer, partial nephrectomy, radical nephrectomy, acute kidney injury

For citation: Pozdnyakov K.V., Rakul S.A., Eloev R.A., Lukinov K.A. Acute kidney injury and its predictors in surgery of malignant kidney tumors. Onkourologiya = Cancer Urology 2023;19(3):19–28. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.17650/1726-9776-2023-19-3-19-28

Введение

В настоящее время в мире почечно-клеточный рак занимает 15-е место по распространенности среди всех злокачественных новообразований. В 2017 г. в России было зарегистрировано более 24 тыс. новых случаев рака почки, в США – более 60 тыс., в Европе – 115 тыс., что позволило данной патологии выйти на 7-е место среди всех выявленных онкологических заболеваний в этих странах [1]. Благодаря развитию современных технологий, рак почки на сегодняшний день все чаще выявляется на ранних, локализованных стадиях.

При выборе метода хирургического лечения локализованных форм рака почки следует отдавать предпочтение малоинвазивному органосохраняющему методу – резекции почки (РП) [2, 3]. Этот вид хирургического лечения демонстрирует сопоставимые с радикальной нефрэктомией (РНЭ) онкологические результаты, оказывая меньшее влияние на почечную функцию [4–6]. Однако у ряда пациентов в раннем послеоперационном периоде отмечается острое почечное повреждение (ОПП), которое характеризуется быстрым развитием нарушения функции органа в результате воздействия ренальных и/или экстраренальных повреждающих факторов [7]. Это состояние увеличивает риск развития хронической болезни почек и смертности [8].

В клинической практике для выявления ОПП используют классификации RIFLE, AKIN, KDIGO [9–11]. На сегодняшний день стратификацию ОПП следует проводить согласно следующим критериям: повышение уровня креатинина в сыворотке на ≥0,3 мг/дл (≥26,5 ммоль/л) в течение 48 ч или более чем в 1,5 раза от исходного уровня, которое произошло в период 7 дней после операции, либо объем мочи <0,5 мл/кг/ч в течение 6 ч после хирургического лечения [11].

В ряде исследований показано, что ОПП после РП в первую очередь связаны с продолжительностью интраоперационной ишемии почки, а не с ее типом (тотальная, сегментарная). Однако есть и другие причины, потенцирующие развитие ОПП, которые до конца не определены [12–14]. Увеличение уровня креатинина в сыворотке крови пациентов, перенесших РП, может быть связано как с видом и продолжительностью интраоперационной ишемии почки, так и с объемом удаленной функционирующей паренхимы. Последняя причина значительно увеличивает риск развития хронической болезни почек в дальнейшем [15]. Такая ситуация наглядно развивается после выполнения РНЭ, но имеет место и при выполнении резекции крупных опухолей почки.

Цель исследования – анализ собственных результатов хирургического лечения опухолей почек (РП, РНЭ) в раннем послеоперационном периоде, выделение факторов риска развития ОПП.

Материалы и методы

В настоящее проспективное нерандомизированное исследование были включены 399 пациентов с клинически локализованным раком почки, которым в период с 2011 по 2020 г. проведено хирургическое лечение в отделении урологии и онкоурологии Городской больницы № 40 (Санкт-Петербург) (табл. 1).

В 276 (69,17 %) случаях выполнена РП, в 123 (30,83 %) – РНЭ. В группе РП преобладали пациенты мужского пола, тогда как в группе РНЭ соотношение мужчин и женщин было практически одинаковым. Средний возраст пациентов составил 63,3 года. По клинической стадии заболевания пациенты групп РП и РНЭ распределились следующим образом: cT1a – 160 (91,95 %) и 14 (8,05 %), cT1b – 99 (61,11 %) и 63 (38,89 %), cT2a – 17 (26,98 %) и 46 (73,02 %) соответственно. В подавляющем большинстве случаев (59,65 %) нами применялся робот-ассистированный доступ, лапароскопический доступ использовался в 39,35 % случаев. Открытый доступ применялся лишь в исключительных клинических ситуациях (1,0 %), при наличии анестезиологических противопоказаний к использованию пневмоперитонеума.

Оценку уровня креатинина сыворотки крови пациентов проводили до хирургического вмешательства и через 1–3 сут после него. Для оценки скорости клубочковой фильтрации использовали формулу MDRD (modification of diet in renal disease) [16]. ОПП оценивали согласно рекомендациям KDIGO [11].

Таблица 1. *Клинические данные пациентов (n = 399)*
Table 1. *Patients' clinical data (n = 399)*

Характеристика Characteristic	**Резекция почки (*n* = 276)** Partial nephrectomy (*n* = 276)	**Радикальная нефрэктомия (*n* = 123)** Radical nephrectomy (*n* = 123)	**Всего** Total
Пол, *n* (%): Gender, *n* (%):			
мужской male	150 (54,35)	63 (51,22)	213 (53,38)
женский female	126 (45,65)	60 (48,78)	186 (46,62)
Медиана возраста [Q_{25}; Q_{75}], лет Median age [Q_{25}; Q_{75}], years	61,58 [52,73; 67,48]*	66,58 [59,88; 72,83]*	63,3 [54,32; 69,29]
Возраст, *n* (%): Age, *n* (%):			
≤70 лет ≤70 years	240 (75,0)	80 (25,0)	320 (80,2)
>70 лет >70 years	36 (45,57)	43 (54,43)	79 (19,8)
Медиана индекса массы тела [Q_{25}; Q_{75}], кг/м^2 Median body mass index [Q_{25}; Q_{75}], kg/m^2	28,36 [24,79; 31,23]**	28,63 [24,8; 32,42]**	28,38 [24,8; 31,53]
Клиническая стадия, *n* (%): Clinical stage, *n* (%):			
cT1aN0M0	160 (91,95)	14 (8,05)	174 (43,61)
cT1bN0M0	99 (61,11)	63 (38,89)	162 (40,60)
cT2aN0M0	17 (26,98)	46 (73,02)	63 (15,79)
Доступ, *n* (%): Access, *n* (%):			
робот-ассистированный robot-assisted	211 (88,66)	27 (11,34)	238 (59,65)
лапароскопический laparoscopic	63 (40,13)	94 (59,87)	157 (39,35)
открытый open	2 (50,0)	2 (50,0)	4 (1,0)
Медиана уровня креатинина до операции [Q_{25}; Q_{75}], мкмоль/л Median creatinine before surgery [Q_{25}; Q_{75}], μmol/L	81,0 [71,0; 92,5]**	87,0 [75,0; 99,0]**	83,0 [72,0; 95,0]
Медиана скорости клубочковой фильтрации до операции [Q_{25}; Q_{75}], мл/мин/1,73 м^2 Median glomerular filtration rate before surgery [Q_{25}; Q_{75}], mL/min/1.73 m^2	80,52 [65,67; 94,32]*	73,51 [61,78; 84,78]*	78,06 [64,46; 90,75]
Сопутствующие заболевания, *n* (%): Concomitant diseases, *n* (%):			
гипертоническая болезнь hypertensive disease	120 (43,48)**	60 (48,78)**	80 (45,11)
сахарный диабет diabetes mellitus	22 (7,97)*	19 (14,45)*	41 (10,28)

**p ≤0,05.*
***p >0,05.*

Статистический анализ результатов выполняли с помощью стандартных программ (MS Office, Statistica 9.0). Для сопоставления результатов исследования зависимых групп использовали критерий Вилкоксона, независимых – критерий Фишера. Сравнение полученных результатов согласно критерию Пирсона. При анализе использовали непараметрический статистический U-критерий Манна–Уитни. Проводили многофакторный логистический регрессионный анализ в целях определения значимых факторов, влияющих на развитие ОПП. Статистически значимыми показатели считали при $p < 0,05$.

Таблица 2. *Уровень креатинина до и после (1–3 сут) оперативного вмешательства при различных стадиях рака почки*
Table 2. *Creatinine level before and after (1–3 days) surgery at various stages of kidney cancer*

Стадия Stage	Операция Operation	*n*	Медиана уровня креатинина [Q_{25}; Q_{75}], мкмоль/л Median creatinine [Q_{25}; Q_{75}], μmol/L ,		*p*
			до операции before surgery	после операции after surgery	
cT1a	РП PN	160	82,0 [71,0; 93,0]	81,5 [68,5; 96,0]	0,69
	РНЭ RN	14	86,5 [69,0; 94,0]	130,5 [104,0; 153,0]	0,0005
			(p = 0,52)	(p = 0,00001)	
cT1b	РП PN	99	80,0 [71,0; 91,0]	81,0 [69,0; 102,0]	0,76
	РНЭ RN	63	85,0 [75,0; 96,0]	120,0 [101,0; 139,0]	0,00000
			(p = 0,23)	(p = 0,00001)	
cT2a	РП PN	17	86,0 [73,0; 98,0]	112,0 [79,0; 125,0]	0,08
	РНЭ RN	46	93,0 [77,0; 103,0]	124,5 [110,0; 142,0]	0,00000
			(p = 0,39)	(p = 0,02)	

Примечание. *Здесь и в табл. 3: ПН – резекция почки; РНЭ – радикальная нефрэктомия.*
Note. *Here and in table 3: PN – partial nephrectomy; RN – radical nephrectomy.*

Результаты

В табл. 2 представлены показатели медианы уровня креатинина до и после хирургического лечения при различных стадиях локализованного рака почки. При сравнении этого показателя до проведения РП и РНЭ статистически значимых различий не выявлено. Отмечено его увеличение после хирургического лечения рака почки, причем после перенесенной РНЭ эти изменения были статистически значимы и не зависели от стадии заболевания. При выполнении РП, вне зависимости от стадии заболевания, медиана уровня креатинина сыворотки крови статистически значимо не изменялась (p >0,05).

Общая частота развития ОПП после хирургического лечения по поводу рака почки стадий cT1a–cT2a составила 27,57 %. Отмечено 6-кратное различие в частоте ОПП после РНЭ и РП: 65,04 и 11,23 % соответственно (табл. 3). При стадиях cT1a, cT1b, cT2a

Таблица 3. *Частота развития острого почечного повреждения после РП и РНЭ при различных стадиях рака почки*
Table 3. *Incidence of acute kidney injury after PN and RN at various stages of kidney cancer*

Стадия Stage	Операция Operation	*n*	Острое почечное повреждение, *n* (%) Acute kidney injury, *n* (%)	*p*
cT1a	РП PN	160	15 (9,37)	0,0001
	РНЭ RN	14	10 (71,43)	
cT1b	РП PN	99	11 (11,11)	0,0001
	РНЭ RN	63	40 (63,49)	
cT2a	РП PN	17	5 (29,41)	0,021
	РНЭ RN	46	30 (65,22)	
Всего *Total*		399	110 (27,57)	

после органосохраняющего и радикального лечения этот показатель составил 9,37; 11,11; 29,41 и 71,43; 63,49; 65,22 % соответственно (p <0,05).

В табл. 4 приведены клинико-лабораторные данные пациентов 2 групп: с развитием ОПП и без нарушения почечной функции. Обращает на себя внимание статистически значимое различие таких показателей, как возраст, уровень креатинина сыворотки крови и скорость клубочковой фильтрации до операции. Нами зафиксировано, что при нарушении функции почек до операции также увеличивается частота развития ОПП (p <0,05).

По результатам многофакторного логистического регрессионного анализа полученных данных статистически значимым фактором, влияющим на развитие ОПП, оказался только вид хирургического вмешательства (табл. 5).

Таблица 4. *Клинические данные пациентов с развитием острого почечного повреждения и без нарушения почечной функции*

Table 4. *Clinical data of patients with acute kidney injury and without impaired renal function*

Показатель Parameter	**Острое почечное повреждение** Acute kidney injury		***p***
	есть yes	**нет** no	
Число пациентов, *n* (%) Number of patients, *n* (%)	110 (27,57)	289 (72,43)	
Пол, *n* (%): Gender, *n* (%): мужской male женский female	 66 (30,99) 44 (23,66)	 147 (69,01) 142 (76,34)	0,102
Возраст, *n* (%): Age, *n* (%): ≤70 лет ≤70 years >70 лет >70 years	 78 (24,38) 47 (59,49)	 242 (75,63) 32 (40,51)	0,004
Операция, *n* (%): Operation, *n* (%): радикальная нефрэктомия radical nephrectomy резекция почки partial nephrectomy	 80 (65,04) 31 (11,23)	 43 (34,96) 245 (88,77)	0,00001
Медиана уровня креатинина до операции [Q_{25}; Q_{75}], мкмоль/л Median creatinine before surgery [Q_{25}; Q_{75}], μmol/L	86 [74; 98]	82 [71; 93]	0,045
Медиана скорости клубочковой фильтрации до операции [Q_{25}; Q_{75}], мл/мин/1,73 м^2 Median glomerular filtration rate before surgery [Q_{25}; Q_{75}], mL/min/1.73 m^2	74,35 [64,45; 86,77]	79,45 [64,46; 92,74]	0,041
Хроническая болезнь почек, *n* (%): Chronic kidney disease, *n* (%): нет или I стадия (>90 мл/мин/1,73 м^2) none or stage I (>90 mL/min/1.73 m^2) II стадия (60–89 мл/мин/1,73 м^2) stage II (60–89 mL/min/1.73 m^2) III стадия (30–59 мл/мин/1,73 м^2) stage III (30–59 mL/min/1.73 m^2)	 19 (18,45) 71 (29,96) 20 (33,9)	 84 (81,55) 166 (70,04) 39 (66,1)	0,046
Сопутствующие заболевания, *n* (%): Concomitant diseases, *n* (%): гипертоническая болезнь hypertensive disease сахарный диабет diabetes mellitus	 52 (28,89) 14 (34,15)	 128 (71,11) 27 (65,85)	 0,59 0,32

Таблица 5. *Многомерный логистический регрессионный анализ (logit regression) факторов, влияющих на развитие острого почечного повреждения на 1–3-и сутки после радикальной нефрэктомии или резекции почки*

Table 5. *Multivariate logistic regression analysis (logit regression) of factors affecting the development of acute kidney injury 1–3 days after radical nephrectomy or partial nephrectomy*

Показатель Parameter	**Отношение шансов** Odds ratio	**95 % доверительный интервал** 95 % confidence interval	***p***
Возраст (≤70/>70 лет) Age (≤70/>70 years)	0,97	0,5–1,91	0,94
Пол Gender	1,7	0,98–2,98	0,06
Вариант операции (радикальная нефрэктомия/резекция почки) Operation variant (radical nephrectomy/partial nephrectomy)	19,68	10,0–38,71	0,000001
Доступ (лапароскопический/робот-ассистированный) Access (laparoscopic/robot-assisted)	0,78	0,22–2,72	0,7
Хроническая болезнь почек (<60/≥60 мл/мин/1,73 м²) Chronic kidney disease (<60/≥60 mL/min/1.73 m²)	0,92	0,43–1,94	0,82
Гипертоническая болезнь Hypertensive disease	1,16	0,65–2,05	0,61
Сахарный диабет Diabetes mellitus	0,79	0,32–1,93	0,6

Изучены факторы, предрасполагающие к развитию ОПП после выполнения органосохраняющих операций при опухолях почек (табл. 6). В группе пациентов, подвергшихся РП, развитие ОПП отмечено у 31 (11,23) больного. Результаты показали, что на развитие ОПП в раннем послеоперационном периоде влияют степень

Таблица 6. *Клинические и операционные данные пациентов, перенесших резекцию почки, с развитием острого почечного повреждения*

Table 6. *Clinical and operative data of the patients who underwent partial nephrectomy and developed acute kidney injury*

Показатель Parameter	**Острое почечное повреждение** Acute kidney injury		***p***
	есть yes	**нет** no	
Число пациентов, *n* (%) Number of patients, *n* (%)	31 (11,23)	245 (88,77)	
Пол, *n* (%): Gender, *n* (%):			
мужской male	19 (12,67)	131 (87,33)	0,41
женский female	12 (9,52)	114 (90,48)	
Возраст, *n* (%): Age, *n* (%):			
≤70 лет ≤70 years	25 (10,42)	215 (89,58)	0,27
>70 лет >70 years	6 (16,67)	30 (83,33)	
Медиана уровня креатинина до операции [Q_{25}; Q_{75}], мкмоль/л Median creatinine before surgery [Q_{25}; Q_{75}], μmol/L	87,0 [75,0; 97,0]	81,0 [71,0; 91,0]	0,08
Медиана скорости клубочковой фильтрации до операции [Q_{25}; Q_{75}] мл/мин/1,73 м² Median glomerular filtration rate before surgery [Q_{25}; Q_{75}], mL/min/1.73 m²	76,32 [58,23; 90,75]	80,58 [66,0; 95,44]	0,19

Окончание табл. 6
End of table 6

Показатель Parameter	**Острое почечное повреждение** Acute kidney injury		*p*
	есть yes	**нет** no	
Хроническая болезнь почек, *n* (%): Chronic kidney disease, *n* (%):			
нет или I стадия (>90 мл/мин/1,73 м²) none or stage I (>90 mL/min/1.73 m²)	8 (9,3)	78 (90,7)	0,04
II стадия (60–89 мл/мин/1,73 м²) stage II (60–89 mL/min/1.73 m²)	15 (9,55)	142 (90,45)	
III стадия (30–59 мл/мин/1,73 м²) stage III (30–59 mL/min/1.73 m²)	8 (24,24)	25 (75,76)	
Сопутствующие заболевания, *n* (%): Concomitant diseases, *n* (%):			
гипертоническая болезнь hypertensive disease	14 (11,67)	106 (88,33)	0,84
сахарный диабет diabetes mellitus	2 (9,1)	20 (90,9)	0,74
Клиническая стадия, *n* (%): Clinical stage, *n* (%):			
cT1aN0M0	15 (9,37)	145 (90,63)	0,04
cT1bN0M0	11 (11,11)	88 (88,89)	
cT2aN0M0	5 (29,41)	12 (70,59)	
Сумма баллов по шкале R.E.N.A.L., *n* (%): R.E.N.A.L. score, *n* (%):			
4–6	5 (6,76)	69 (93,24)	0,1
7–9	15 (10,56)	127 (89,44)	
10–12	11 (18,33)	49 (81,67)	
Длительность операции, *n* (%): Operative time, *n* (%):			
≤190 мин ≤190 min	19 (8,84)	196 (91,16)	0,02
>190 мин >190 min	12 (19,67)	49 (80,33)	
Объем кровопотери, *n* (%): Blood loss, *n* (%):			
≤600 мл ≤600 mL	27 (10,42)	232 (89,58)	0,1
>600 мл >600 mL	4 (23,53)	13 (76,47)	
Вариант ишемии, *n* (%): Ischemia type, *n* (%):			
без ишемии without ischemia	0	34 (100,0)	0,03
сегментарная segmental	3 (6,52)	43 (93,48)	
тотальная total	28 (14,29)	168 (85,71)	
Продолжительность тепловой ишемии, *n* (%): Warm ischemia time, *n* (%):			
≤25 мин ≤25 min	17 (10,69)	142 (89,31)	0,003
>25 мин >25 min	11 (29,73)	26 (70,27)	

Таблица 7. *Многомерный логистический регрессионный анализ (logit regression) факторов, влияющих на развитие острого почечного повреждения на 1–3-и сутки после резекции почки*

Table 7. *Multivariate logistic regression analysis (logit regression) of factors affecting the development of acute kidney injury 1–3 days after partial nephrectomy*

Показатель Parameter	Отношение шансов Odds ratio	95 % доверительный интервал 95 % confidence interval	*p*
Скорость клубочковой фильтрации до операции (≤60/>60 мл/мин/1,73 м²) Glomerular filtration rate before surgery (≤60/>60 mL/min/1.73 m²)	2,9	0,82–10,33	0,1
Размер новообразования (≤7,0/>7,0 см) Tumor size (≤7.0/>7.0 cm)	0,65	0,17–2,52	0,53
R.E.N.A.L. (10–12/≤9 баллов) R.E.N.A.L. (10–12/≤9 points)	0,85	0,3–2,38	0,75
Длительность операции (≤190/>190 мин) Operative time (≤190/>190 min)	0,7	0,28–1,77	0,45
Вариант ишемии (без ишемии и сегментарная ишемия/тепловая ишемия) Ischemia variant (without ischemia and segmental ischemia/thermal ischemia)	0,28	0,08–0,97	0,04
Продолжительность тепловой ишемии (≤25/>25 мин) Warm ischemia time (≤25/>25 min)	0,34	0,14–1,11	0,047

нарушения функции почек перед хирургическим вмешательством, стадия заболевания (размер новообразования), продолжительность хирургического пособия, тип ишемии, а также продолжительность тепловой ишемии >25 мин (p <0,05). Многофакторный логистический регрессионный анализ показал, что на частоту развития ОПП в послеоперационном периоде влияют только вариант ишемии почки и продолжительность времени тепловой ишемии >25 мин (табл. 7).

Частота развития ОПП в зависимости от продолжительности тепловой ишемии представлена на рисунке. Отмечена прямо пропорциональная взаимосвязь: чем продолжительней время ишемии, тем чаще развивается ОПП. При длительности ишемии менее 10, 15 и 20 мин частота развития ОПП не превышала 6,9; 8,3 и 13,2 %. К 25 мин этот показатель составлял 20,59 % и до 30 мин выходил «на плато», практически не изменяясь (21,34 %). При продолжительности пережатия кровотока в почке >35 мин зафиксировано резкое увеличение частоты развития ОПП.



Частота развития острого почечного повреждения после резекции почки в зависимости от продолжительности тепловой ишемии
The incidence of acute kidney injury after partial nephrectomy, depending on warm ischemia time

Обсуждение

Полученные результаты исследования свидетельствуют, что ОПП после РП развивается в 6 раз реже, чем после РНЭ (11,23 % против 65,04 %). По данным литературы, частота ОПП после выполнения органосохраняющей операции по поводу рака почки составляет 5–26,7 % [17, 18]. E. Suer и соавт. по результатам мультицентрового исследования турецкой ассоциации онкоурологов сообщили о развитии ОПП у 26,7 % пациентов после РП. Авторы отметили зависимость частоты ОПП от размера опухоли: при стадии cT1a – 23,84 %, при cT1b – 31,45 % и при cT2a/2b – 40,0 % [18]. При анализе наших данных частота ОПП после РП составила 9,37; 11,11 и 29,41 % соответственно.

K. Zhu и соавт. в работе отметили статистически значимое влияние продолжительности хирургического пособия на частоту развития ОПП. Так, медиана продолжительности операции в группе пациентов, у которых развилось ОПП, составила 150 мин, в то время как в группе без ОПП – 100 мин [19]. Наши результаты показали статистически значимое влияние на частоту развития ОПП продолжительности операции >190 мин.

Во многих исследованиях продемонстрировано, что наиболее важным фактором, влияющим на развитие ОПП в раннем послеоперационном периоде, является не только продолжительность ишемии, но и ее вариант [20–22]. В одной из последних публикаций, посвященных данной проблеме, авторы сообщили об отсутствии отрицательного эффекта на паренхиму почки при времени тепловой ишемии, не превышающей 23 мин [23]. A. Antonelli и соавт. в мультицентровом исследовании CLOCK изучали изменение функции почек после робот-ассистированных РП с пережатием сосудистой ножки и без него и сообщили об отсутствии функциональных различий при продолжительности тепловой ишемии до 15 мин [24]. Результаты нашего исследования показали, что при прекращении кровотока в почке продолжительностью ≤25 мин ОПП развивается у каждого 10-го пациента (10,69 %), в то время как при превышении этого показателя – практически в 3 раза чаще (у каждого 3-го (29,73 %)). E. Suer и соавт. сообщили, что частота ОПП при использовании техники операции без пережатия почечной артерии (zero-ишемия) составляет 2,2 %, а при использовании ишемии – 24,5 % (при тепловой – 19,7 %, при холодовой – 4,7 %) [18]. В нашем исследовании все случаи развития ОПП (11,23 %) выявлены при применении тепловой ишемии (технику операции с использованием холодовой ишемии мы не применяли). При выполнении РП без использования ишемии почки развития ОПП не зафиксировано.

В некоторых исследованиях помимо времени ишемии сообщается о влиянии наличия сахарного диабета у пациента на развитие ОПП и хронической болезни почек в дальнейшем после РП [25, 26]. Так, N.Y. Kim и соавт. обнаружили, что частота ОПП была значительно выше у пациентов с сахарным диабетом, чем без этого сопутствующего заболевания (30,7 % против 14,9 %). В нашем исследовании влияние сахарного диабета и гипертонической болезни на развитие ОПП не подтверждено [25, 26].

Заключение

После РНЭ развитие ОПП фиксировалось в 6 раз чаще, чем после органосохраняющей операции. Установлены следующие предикторы развития ОПП после РП: наличие исходной хронической болезни почек у пациентов, размер новообразования, продолжительность операции >190 мин, вариант используемой ишемии почки, продолжительность тепловой ишемии >25 мин. РП является операцией выбора при хирургическом лечении опухолей почек стадий cT1–cT2a с максимально возможным сохранением их функции.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Аксель Е.М., Матвеев В.Б. Статистика злокачественных новообразований мочевых и мужских половых органов в России и странах бывшего СССР. Онкоурология 2019;15(2):15–24. DOI: 10.17650/1726-9776-2019-15-2-15-24
Axel E.M., Matveev V.B. Statistics of malignant tumors of urinary and male urogenital organs in Russia and the countries of the former USSR. Onkourologiya = Cancer Urology 2019;15(2):15–24. (In Russ.). DOI: 10.17650/1726-9776-2019-15-2-15-24
2. Ljungberg B., Bensalah K., Canfield S. et al. EAU guidelines on renal cell carcinoma: 2014 update. Eur Urol 2015;67(5):913–24. DOI: 10.1016/j.eururo.2015.01.005
3. 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
4. Ракул С.А., Поздняков К.В., Елоев Р.А. Отдаленные онкологические результаты хирургического лечения локализованных опухолей почек. Онкоурология 2021;17(4):27–37. DOI: 10.17650/1726-9776-2021-17-4-27-37
Rakul S.A., Pozdnyakov K.V., Eloev R.A. Long-term oncological results of surgical treatment of localized renal tumors. Onkourologiya = Cancer Urology 2021;17(4):27–37. (In Russ.). DOI: 10.17650/1726-9776-2021-17-4-27-37
5. Kim S.P., Campbell S.C., Gill I. et al. Collaborative review of risk benefit trade-offs between partial and radical nephrectomy in the management of anatomically complex renal masses. Eur Urol 2017;72(1):64–75. DOI: 10.1016/j.eururo.2016.11.038
6. Kim S.P., Thompson R.H., Boorjian S.A. et al. Comparative effectiveness for survival and renal function of partial and radical nephrectomy for localized renal tumors: a systematic review and meta-analysis. J Urol 2012;188(1):51–7. DOI: 10.1016/j.juro.2012.03.006
7. Соколов Д.В., Полушин Ю.С. Острое почечное повреждение в периоперационном периоде. Вестник анестезиологии и реаниматологии 2018;15(1):46–54. DOI: 10.21292/2078-5658-2018-15-1-46-54
Sokolov D.V., Polushin Yu.S. Acute renal injury in the peri-operative period. Vestnik anesteziologii i reanimatologii = Messenger of Anesthesiology and Resuscitation 2018;15(1):46–54. (In Russ.). DOI: 10.21292/2078-5658-2018-15-1-46-54
8. Chawla L.S., Eggers P.W., Star R.A. et al. Acute kidney injury and chronic kidney disease as interconnected syndromes. N Engl J Med 2014;371(1):58–66. DOI: 10.1056/NEJMra1214243
9. Bellomo R., Ronco C., Kellum J.A. et al. Acute Dialysis Quality Initiative workgroup. Acute renal failure – definition, outcome measures, animal models, fluid therapy and information technology needs: the Second International Consensus Conference of the Acute Dialysis Quality Initiative (ADQI) Group. Crit Care 2004;8(4):204–12. DOI: 10.1186/cc2872
10. Mehta R.L., Kellum J.A., Shah S.V. et al. Acute Kidney Injury Network: report of an initiative to improve outcomes in acute kidney injury. Crit Care 2007;11(2):31. DOI: 10.1186/cc5713
11. Khwaja A. KDIGO clinical practice guidelines for acute kidney injury. Nephron Clin Pract 2012;120(4):179–84. DOI: 10.1159/000339789
12. Thomas A.A., Demirjian S., Lane B.R. et al. Acute kidney injury: novel biomarkers and potential utility for patient care in urology. Urology 2011;77(1):5–11. DOI: 10.1016/j.urology.2010.05.004
13. Thompson R.H., Lane B.R., Lohse CM. et al. Renal function after partial nephrectomy: effect of warm ischemia relative to quantity and quality of preserved kidney. Urology 2012;79(2):356–60. DOI: 10.1016/j.urology.2011.10.031
14. Lane B.R., Russo P., Uzzo R.G. et al. Comparison of cold and warm ischemia during partial nephrectomy in 660 solitary kidneys reveals pre-

dominant role of nonmodifiable factors in determining ultimate renal function. J Urol 2011;185(2):421–7. DOI: 10.1016/j.juro.2010.09.131
15. Zhang Z., Zhao J., Dong W. et al. Acute kidney injury after partial nephrectomy: role of parenchymal mass reduction and ischemia and impact on subsequent functional recovery. Eur Urol 2016;69(4): 745–52. DOI: 10.1016/j.eururo.2015.10.023
16. National Kidney Foundation. K/DOQI clinical practice guidelines for chronic kidney disease: evaluation, classification, and stratification. Am J Kidney Dis 2002;9(2 Suppl 1):1–266.
17. Bravi C.A., Vertosick E., Benfante N. et al. Impact of acute kidney injury and its duration on long-term renal function after partial nephrectomy. Eur Urol 2019;76(3):398–403. DOI: 10.1016/j.eururo.2019.04.040
18. Suer E., Akpinar C., Izol V. et al. Predicting factors of acute kidney injury after partial nephrectomy and its impact on long-term renal function: a multicentre study of the Turkish Urooncology Association. Int J Clin Pract 2021;75(11). DOI: 10.1111/ijcp.14751
19. Zhu K., Song H., Zhang Z. et al. Acute kidney injury in solitary kidney patients after partial nephrectomy: incidence, risk factors and prediction. Transl Androl Urol 2020;9(3):1232–43. DOI: 10.21037/tau.2020.03.45
20. 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
21. Parekh D.J., Weinberg J.M., Ercole B. et al. Tolerance of the human kidney to isolated controlled ischemia. J Am Soc Nephrol 2013;24(3):506–17. DOI: 10.1681/ASN.2012080786
22. Wahlberg E., Di Muzio P.J., Stoney R.J. et al. Aortic clamping during elective operations for infrarenal disease: the influence of clamping time on renal function. J Vasc Surg 2002;36(1):13–8. DOI: 10.1067/mva.2002.123679
23. Xiong L., Nguyen J.K., Peng Y. et al. What happens to the preserved renal parenchyma after clamped partial nephrectomy? Eur Urol 2022;81(5):492–500. DOI: 10.1016/j.eururo.2021.12.036
24. Antonelli A., Cindolo L., Sandri M. et al. Is off-clamp robot-assisted partial nephrectomy beneficial for renal function? Data from the CLOCK trial. BJU Int 2022;129(2):217–24. DOI: 10.1111/bju.15503
25. Zabell J., Isharwal S., Dong W. et al. Acute kidney injury after partial nephrectomy of solitary kidneys: impact on long-term stability of renal function. J Urol 2018;200(6):1295–301. DOI: 10.1016/j.juro.2018.07.042
26. Kim N.Y., Hong J.H., Koh D.H. et al. Effect of diabetes mellitus on acute kidney injury after minimally invasive partial nephrectomy: a case-matched retrospective analysis. J Clin Med 2019;8(4):468. DOI: 10.3390/jcm8040468

Вклад авторов
К.В. Поздняков: ассистент оператора, получение данных для анализа, анализ полученных данных, написание текста статьи, обзор публикаций по теме статьи;
С.А. Ракул: оператор, сбор клинических данных, их анализ, разработка дизайна исследования, написание текста статьи;
Р.А. Елоев: ассистент оператора, анализ полученных данных, редактирование текста статьи;
К.А. Лукинов: получение данных для анализа, анализ полученных данных, написание текста статьи, обзор публикаций по теме статьи.
Authors' contributions
K.V. Pozdnyakov: assistant operator, obtaining data for analysis, analysis of the obtained data, article writing, reviewing of publications of the article's theme;
S.A. Rakul: operator, collection of clinical data, its analysis, developing the research design, article writing;
R.A. Eloev: assistant operator, analysis of the obtained data, article editing;
K.A. Lukinov: obtaining data for analysis, analysis of the obtained data, article writing, reviewing of publications of the article's theme.

ORCID авторов / ORCID of authors
К.В. Поздняков / K.V. Pozdnyakov: https://orcid.org/0000-0001-7672-0299
С.А. Ракул / S.A. Rakul: https://orcid.org/0000-0003-4898-8612
Р.А. Елоев / R.A. Eloev: https://orcid.org/0000-0002-4472-0822
К.А. Лукинов / K.A. Lukinov: https://orcid.org/0000-0003-4342-0390

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

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.
Funding. The study was performed without external funding.

Соблюдение прав пациентов и правил биоэтики
Протокол исследования одобрен комитетом по биомедицинской этике СПб ГБУЗ «Городская больница № 40 Курортного района». Протокол № 232 от 04.04.2023.
Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании.
Compliance with patient rights and principles of bioethics
The study protocol was approved by the biomedical ethics committee of City Hospital No. 40 of the Kurortny District. Protocol No. 232 dated 04.04.2023.
All patients gave written informed consent to participate in the study.

Статья поступила: 09.07.2022. **Принята к публикации:** 25.06.2023.
Article submitted: 09.07.2022. **Accepted for publication:** 25.06.2023.