

# Нефрометрические шкалы RENAL, PADUA, C-index, SPARE и ZONAL NePhRO при прогнозировании результатов лапароскопической резекции почки

Б.Г. Гулиев, И.А. Поваго

Центр урологии с робот-ассистированной хирургией СПб ГБУЗ «Городская Мариинская больница»; Россия, 191014 Санкт-Петербург, Литейный пр-кт, 56

**Контакты:** Бахман Гидаятович Гулиев [gulievb@mail.ru](mailto:gulievb@mail.ru)

**Введение.** Современные методы визуализации позволяют выявлять новообразования почек на ранних стадиях, что наряду с активным развитием эндовидеохирургических технологий привело к увеличению количества органосохраняющих операций и их эффективности. Нефрометрические шкалы RENAL, PADUA, C-index, ZONAL NePhRO и SPARE активно используются для предоперационного прогнозирования исхода резекции опухоли почки.

**Цель исследования** – оценить эффективность указанных нефрометрических шкал относительно прогнозирования результатов малоинвазивной резекции опухоли почки.

**Материалы и методы.** Проведен ретроспективный анализ данных 90 пациентов (43 (47,8 %) мужчин и 47 (52,2 %) женщин), которым в период с сентября 2021 г. по май 2023 г. была выполнена резекция опухоли почки лапароскопическим или роботическим доступом в центре урологии Мариинской больницы. Медиана возраста пациентов составила 61 год (межквартильный размах (interquartile range, IQR) 48–69 лет). Опухоль левой почки диагностирована у 46 (51,1 %), правой почки – у 44 (48,9 %) больных.

**Результаты.** Среднее время операции составило  $132 \pm 39$  мин. Медианы времени тепловой ишемии и объема интраоперационной кровопотери составили 15 мин (IQR 12–20 мин) и 150 мл (IQR 70–257,5 мл) соответственно. Среднее значение уровня гемоглобина и эритроцитов в крови до операции –  $132 \pm 15$  г/л и  $4,6 \pm 0,63 \times 10^{12}$ /л, после нее –  $119 \pm 16$  г/л и  $4,06 \pm 0,6 \times 10^{12}$ /л соответственно. Медиана уровня креатинина и среднее значение скорости клубочковой фильтрации до операции составили 83,5 мкмоль/л (IQR 72–97 мкмоль/л) и 76,9  $\pm$  21 мл/мин, в раннем послеоперационном периоде – 83 мкмоль/л (IQR 70–100 мкмоль/л) и 76,4  $\pm$  24 мл/мин соответственно. Наибольшая взаимосвязь выявлена между шкалами RENAL и PADUA ( $r = 0,907$ ;  $p < 0,001$ ), незначительно меньшее значение было при сравнении шкал PADUA и SPARE, а также PADUA и C-index ( $r = 0,856$ ;  $p < 0,001$  и  $r = -0,785$ ;  $p < 0,001$  соответственно). Шкала RENAL была прогностически важной при оценке объема интраоперационной кровопотери и продолжительности времени операции ( $r = 0,881$ ;  $p = 0,001$  и  $r = 0,854$ ;  $p < 0,001$  соответственно). Шкала PADUA продемонстрировала высокую предиктивную эффективность времени тепловой ишемии ( $r = 0,775$ ;  $p = 0,001$ ). Шкала C-index была значима при определении объема интраоперационной кровопотери и времени операции ( $r = -0,807$ ;  $p = 0,001$  и  $r = -0,797$ ;  $p = 0,001$  соответственно).

**Заключение.** Все перечисленные нефрометрические шкалы показали высокую предиктивную эффективность, но наиболее ценными были шкалы RENAL и PADUA.

**Ключевые слова:** опухоль почки, резекция почки, нефрометрическая шкала, RENAL, PADUA, C-index, ZONAL NePhRO, SPARE

**Для цитирования:** Гулиев Б.Г., Поваго И.А. Нефрометрические шкалы RENAL, PADUA, C-index, SPARE и ZONAL NePhRO при прогнозировании результатов лапароскопической резекции почки. Онкоурология 2024;20(1):15–23.  
DOI: <https://doi.org/10.17650/1726-9776-2024-20-1-15-23>

## Nephrometry scoring systems RENAL, PADUA, C-index, SPARE, and ZONAL NePhRO for prediction of partial nephrectomy outcomes

B.G. Guliev, I.A. Povago

Urology Center with Robot-Assisted Surgery, Mariinsky Hospital; 56 Liteynny Prospekt, Saint Petersburg 191014, Russia

**Contacts:** Bakhman Gidayatovich Guliev [gulievb@mail.ru](mailto:gulievb@mail.ru)

**Background.** Modern imaging methods make it possible to detect kidney tumors at early stages which, along with active development of laparoscopic technologies, has led to an increase in the number of nephron-sparing surgeries and their effectiveness. The RENAL, PADUA, C-index, ZONAL NePhRO, and SPARE nephrometry score systems are actively used to predict outcomes of partial nephrectomy.

**Aim.** To evaluate the effectiveness of nephrometry scores in predicting the results of minimally invasive partial nephrectomy.

**Materials and methods.** The data on 90 patients who underwent laparoscopic or robotic partial nephrectomy at the Urology Center of the Mariinsky Hospital from September 2021 to May 2023 were retrospectively evaluated. There were 43 men (47.8 %) and 47 women (52.2 %). The median age of patients was 61 years (interquartile range (IQR) 48–69). Tumor of the left kidney was diagnosed in 46 (51.1 %) patients, and tumor of the right kidney in 44 (48.9 %) patients.

**Results.** Mean operative time was  $132 \pm 39$  minutes. Median warm ischemia time and intraoperative blood loss were 15 minutes (IQR 12–20 min) and 150 mL (IQR 70–257.5), respectively. Mean hemoglobin level and red blood cell count before surgery were  $132 \pm 15$  g/L and  $4.6 \pm 0.63 \times 10^{12}$ /L, respectively. After the surgery, the mean values were  $119 \pm 16$  g/L and  $4.06 \pm 0.6 \times 10^{12}$ /L, respectively. Median creatinine and mean glomerular filtration rate before surgery were  $83.5 \mu\text{mol/L}$  (IQR 72–97  $\mu\text{mol/L}$ ) and  $76.9 \pm 21$  mL/min, respectively; in the early postoperative period,  $83 \mu\text{mol/L}$  (IQR 70–100  $\mu\text{mol/L}$ ) and  $76.4 \pm 24$  mL/min, respectively. The strongest relationship was established between the RENAL and PADUA scores ( $r = 0.907$ ;  $p < 0.001$ ), a slightly weaker relationship was found for the PADUA and SPARE scores, as well as PADUA and C-index ( $r = 0.856$ ;  $p < 0.001$  and  $r = -0.785$ ;  $p < 0.001$ , respectively). The RENAL score showed high predictive value in assessing the volume of intraoperative blood loss and operative time ( $r = 0.881$ ;  $p = 0.001$  and  $r = 0.854$ ;  $p < 0.001$ , respectively). The PADUA scale demonstrated high predictive efficiency for warm ischemia time ( $r = 0.775$ ;  $p = 0.001$ ). C-index significantly predicted the volume of intraoperative blood loss and operative time ( $r = -0.807$ ;  $p < 0.001$  and  $r = -0.797$ ;  $p = 0.001$ , respectively).

**Conclusion.** All of the above nephrometry scores showed high predictive efficiency, but the RENAL and PADUA scores were the most valuable.

**Keywords:** kidney tumor, partial nephrectomy, nephrometry score, RENAL, PADUA, C-index, ZONAL NePhRO, SPARE

**For citation:** Guliev B.G., Povago I.A. Nephrometry scoring systems RENAL, PADUA, C-index, SPARE, and ZONAL NePhRO for prediction of partial nephrectomy outcomes. *Onkourologiya = Cancer Urology* 2024;20(1):15–23. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.17650/1726-9776-2024-20-1-15-23>

## Введение

Современные методы визуализации позволяют выявлять новообразования почек на ранних стадиях, что наряду с активным развитием эндовидеохирургических технологий привело к увеличению количества органосохраняющих операций и их эффективности. При локализованном раке почки выполнение нефронсберегающих вмешательств лапароскопическим или робот-ассистированным доступом становится основным методом хирургического лечения пациентов с данной патологией [1–4]. Снижение количества выполняемых радикальных нефрэктомий также обусловлено тем, что после данной операции существует высокий риск развития хронической болезни почек и ассоциированных с ней сердечно-сосудистых заболеваний [5].

Большая вариабельность анатомии сосудистой и полостной систем почки, размера и расположения опухоли относительно чашечно-лоханочной системы и сосудов почки, а также других близлежащих органов может быть причиной технических сложностей при выполнении резекции опухоли, даже у хирургов с достаточным опытом [6].

Нефрометрические шкалы RENAL [7], PADUA [8] и C-index [9] являются наиболее популярными и часто используются для предоперационного прогнозирования исхода резекции опухоли почки. Также

на их основе была создана упрощенная система нефрометрии SPARE [10] и недавно разработана шкала ZONAL NePhRO [11]. Все эти нефрометрические системы разработаны на основе методов визуализации и оценки радиологических анатомических показателей, включающих размер опухоли, ее расположение относительно синуса и полюса почки, характер экзодифтного или эндодифтного роста, а также прорастание образования в чашечно-лоханочную систему и крупные ренальные сосуды.

В литературе встречаются работы, сравнивающие эффективность 2 или 3 нефрометрических шкал при резекции почки [12–15].

**Цель исследования** — оценить эффективность указанных нефрометрических шкал относительно прогнозирования результатов малоинвазивной резекции опухоли почки.

## Материалы и методы

Нами проведен ретроспективный анализ данных 90 пациентов (43 (47,8 %) мужчин и 47 (52,2 %) женщин), которым в период с сентября 2021 г. по май 2023 г. была выполнена резекция опухоли почки лапароскопическим или роботическим доступом в центре урологии Мариинской больницы. Медиана возраста пациентов составила 61 год (межквартильный размах

(interquartile range, IQR) 48–69 лет). Опухоль левой почки диагностирована у 46 (51,1 %), правой почки – у 44 (48,9 %) больных. У всех пациентов оценены предоперационные и послеоперационные лабораторные показатели, выполнена мультиспиральная компьютерная томография органов мочевыводящей системы с внутривенным контрастированием.

В предоперационном периоде была выполнена стратификация сложности резекции опухоли почки по шкалам RENAL, PADUA, C-Index, ZONAL NePhRO и SPARE. Опухоли были распределены как образования низкой (4–6), средней (7–9) и высокой (10–12) сложности для RENAL; низкой (6–7), средней (8–9) и высокой (10–14) сложности для PADUA; низкой (>2,5) и высокой (<2,5) сложности для C-index; низкой (4–6), средней (7–9) и высокой (10–12) сложности для ZONAL NePhRO; низкой (0–3), средней (4–7) и высокой (8–10) сложности для SPARE.

Оперативное пособие выполнялось одним опытным урологом, который владеет навыками как лапароскопической, так и робот-ассистированной хирургии. Тепловая ишемия путем пережатия сегментарной артерии применялась у всех больных. Пациентов после безышемической резекции в исследование не включали.

Статистический анализ проводили с помощью программного обеспечения SPSS 26.0. Непрерывные данные, которые считали нормально распределенными, записывали в виде их среднего и стандартного отклонения. При асимметричности данных их записывали в виде медианы и IQR. Нормальность распределения проверяли с помощью критерия Колмогорова–Смирнова. Для оценки корреляции шкал относительно друг друга, а также периоперационных данных относительно нефрометрических шкал применяли критерий Спирмена. Критерий Краскела–Уоллиса использовали для оценки взаимосвязи между уровнями шкал (низкая, средняя и высокая сложность) и вышеупомянутыми периоперационными переменными. При обнаружении значимой разницы парные сравнения с поправкой Бонферрони ( $p < 0,017$ ) проводили с использованием критериев Манна–Уитни.

### Результаты

Резекция почки была успешной у всех больных. Ни у одного из прооперированных пациентов не выполнена конверсия доступа. Среднее время операции составило  $132 \pm 39$  мин. Медианы времени тепловой ишемии (ВТИ) и объема интраоперационной кровопотери составили 15 мин (IQR 12–20 мин) и 150 мл (IQR 70–257,5 мл) соответственно.

Средние значения таких лабораторных показателей, как уровень гемоглобина и эритроцитов в крови, до операции составили  $132 \pm 15$  г/л и  $4,6 \pm 0,63 \times 10^{12}$ /л, после нее –  $119 \pm 16$  г/л и  $4,06 \pm 0,6 \times 10^{12}$ /л соответственно. Медиана уровня креатинина и среднее значение скорости клубочковой фильтрации (СКФ)

Таблица 1. Клинические данные пациентов ( $n = 90$ )

Table 1. Clinical characteristics of the patients ( $n = 90$ )

Показатель Characteristic	Значение Value
Пол, $n$ (%): Sex, $n$ (%): мужской male женский female	43 (47,8) 47 (52,2)
Возраст (IQR), лет Age (IQR), years	61 (48–69)
Локализация, $n$ (%): Location, $n$ (%): правая почка right kidney левая почка left kidney	44 (48,9) 46 (51,1)
Периоперационные показатели Perioperative characteristics	
Гемоглобин, г/л: Hemoglobin, g/L: до операции before surgery после операции after surgery	$132 \pm 15$ $119 \pm 16$
Эритроциты, $\times 10^{12}$ /л: Red blood cells, $\times 10^{12}$ /L: до операции before surgery после операции after surgery	$4,6 \pm 0,63$ $4,06 \pm 0,6$
Креатинин (IQR), мкмоль/л: Creatinine (IQR), $\mu\text{mol/L}$ : до операции before surgery после операции after surgery	83,5 (72–97) 83 (70–100)
Скорость клубочковой фильтрации, мл/мин: Glomerular filtration rate, mL/min: до операции before surgery после операции after surgery	$76,9 \pm 21$ $76,4 \pm 24$
Объем кровопотери (IQR), мл Estimated blood loss (IQR), mL	150 (70–257,5)
Время тепловой ишемии (IQR), мин Warm ischemia time (IQR), min	15 (12–20)
Среднее время операции $\pm$ SD, мин Mean operative time $\pm$ SD, min	$132 \pm 39$

**Примечание.** Здесь и в табл. 2: IQR – межквартильный размах; SD – стандартное отклонение.

Note. Here and in table 2: IQR – interquartile range; SD – standard deviation.

до операции – 83,5 мкмоль/л (IQR 72–97 мкмоль/л) и 76,9 ± 21 мл/мин, в раннем послеоперационном периоде – 83 мкмоль/л (IQR 70–100 мкмоль/л) и 76,4 ± 24 мл/мин соответственно (табл. 1).

Сумма баллов по нефрометрическим шкалам RENAL, PADUA, ZONAL NePhRO, SPARE составила 7 (IQR 5–8), 7 (IQR 7–9), 8 (IQR 6–9) и 2 (IQR 0–4,25) соответственно. Среднее значение по шкале C-index составило 1,67 ± 0,98 балла.

Трифекта (ВТИ <20 мин, отрицательный хирургический край, отсутствие осложнений в послеоперационном периоде) была достигнута у 68 (75,6 %) пациентов. Число пациентов, у которых не была достигнута

трифекта, составило 22 (24,6 %) (табл. 2). Основной причиной недостижения трифекты было ВТИ >20 мин у 12 пациентов и объем кровопотери >500 мл у 5 пациентов. Также у 5 пациентов было одновременное увеличение ВТИ и объема интраоперационной кровопотери выше порогового значения. Положительный хирургический край не обнаружен ни у одного из прооперированных пациентов.

Корреляционный анализ Спирмена показал, что все указанные нефрометрические шкалы в значительной степени коррелируют друг с другом. Наибольшая взаимосвязь установлена между шкалами RENAL и PADUA ( $r = 0,907; p < 0,001$ ), незначительно меньший

Таблица 2. Данные о достижении трифекты относительно уровня риска сложности опухоли

Table 2. Data on strict Trifecta achievement relative to nephrometry scores and risk groups

Шкала Scale	Медиана (IQR)/ среднее значение ± SD, баллы Median (IQR)/ mean ± SD	Риск (баллы) Risk (score)	n (%)	Трифекта (n = 68 (75,6 %)), n (%) Trifecta (n = 68 (75.6 %)), n (%)	Трифекта не достигнута (n = 22 (24,6 %)), n (%) No Trifecta (n = 22 (24.6 %)), n (%)	p
RENAL	7 (5–8)	Низкий (4–6) Low (4–6)	39 (43,3)	36 (53)	3 (13,6)	0,001
		Средний (7–9) Moderate (7–9)	39 (43,3)	26 (38,2)	13 (59,1)	
		Высокий (10–12) High (10–12)	12 (13,4)	6 (8,8)	6 (27,3)	
PADUA	7 (7–9)	Низкий (6–7) Low (6–7)	46 (51,1)	41 (60,3)	5 (22,7)	0,004
		Средний (8–9) Moderate (8–9)	26 (28,9)	16 (23,6)	10 (45,5)	
		Высокий (10–14) High (10–14)	18 (20,0)	11 (16,1)	7 (31,8)	
ZONAL NePhRO	8 (6–9)	Низкий (4–6) Low (4–6)	24 (26,7)	23 (33,9)	1 (4,5)	0,006
		Средний (7–9) Moderate (7–9)	44 (48,8)	32 (47,1)	12 (54,6)	
		Высокий (10–12) High (10–12)	22 (24,5)	13 (19,0)	9 (40,9)	
SPARE	2 (0–4,25)	Низкий (0–3) Low (0–3)	65 (72,3)	54 (79,4)	11 (50,0)	0,004
		Средний (4–7) Moderate (4–7)	20 (22,1)	13 (19,0)	7 (31,7)	
		Высокий (8–10) High (8–10)	5 (5,6)	1 (1,6)	4 (18,3)	
C-index	1,67 ± 0,98	Низкий (>2,5) Low (>2,5)	22 (38,8)	21 (31,5)	1 (4,5)	0,017
		Высокий (<2,5) High (<2,5)	68 (61,2)	47 (68,5)	21 (95,5)	

показатель был при сравнении шкал PADUA и SPARE, а также PADUA и C-index ( $r = 0,856; p < 0,001$  и  $r = -0,785; p < 0,001$  соответственно).

Шкала RENAL показала высокую прогностическую ценность при оценке объема интраоперационной кровопотери и продолжительности времени операции ( $r = 0,881; p = 0,001$  и  $r = 0,854; p < 0,001$  соответственно). PADUA продемонстрировала высокую предиктивную эффективность ВТИ ( $r = 0,775; p = 0,001$ ). Шкала C-index показала высокую значимость определения объема интраоперационной кровопотери и времени операции ( $r = -0,807; p < 0,001$  и  $r = -0,797; p = 0,001$  соответственно). Остальные нефрометрические шкалы также продемонстрировали хорошие статистически значимые предиктивные показатели. Однако возраст не являлся статистически значимым предиктором ни в одной из нефрометрических шкал (табл. 3).

При оценке отношения групп риска шкал и периоперационных результатов ВТИ, объема интраоперационной кровопотери и времени операции взаимосвязь была статистически значима в шкалах RENAL

и ZONAL NePhRO. Отношение групп риска и объема кровопотери было статистически незначимо в шкалах SPARE и C-index, время операции не имело статистической значимости в шкале PADUA (табл. 4).

При парном сравнении групп риска и периоперационных показателей объем кровопотери имел статистически значимое отношение между низким и средним риском в шкале RENAL ( $p = 0,001$ ), между низким и средним ( $p = 0,004$ ), низким и высоким ( $p < 0,001$ ) риском в шкале PADUA, а также между низким и высоким риском в шкале ZONAL NePhRO ( $p < 0,001$ ). Время операции было статистически значимо в шкалах RENAL, ZONAL NePhRO, SPARE между низким и средним ( $p = 0,001$ ), низким и высоким ( $p = 0,002$ ), низким и средним ( $p = 0,003$ ) риском соответственно. ВТИ имело статистически значимое отношение у низкого и среднего ( $p < 0,001$ ), низкого и высокого ( $p = 0,013$ ) риска по шкале RENAL. У шкалы PADUA значимыми были низкий и средний ( $p = 0,014$ ) риски, а у шкал ZONAL NePhRO и SPARE – низкий и высокий риски ( $p = 0,001$  и  $p = 0,013$  соответственно).

Таблица 3. Сравнение нефрометрических шкал между собой и в отношении периоперационных показателей

Table 3. Comparison of the nephrometry scores and perioperative variables

Шкала/показатель Scale/characteristic	RENAL		PADUA		C-Index		ZONAL NePhRO		SPARE	
	Коэффициент r Coefficient r	p								
RENAL	–		0,907	<0,001	–0,837	<0,001	0,764	<0,001	0,796	<0,001
PADUA	0,907	<0,001	–		–0,785	<0,001	0,772	<0,001	0,856	<0,001
C-Index	–0,837	<0,001	–0,785	<0,001	–		–0,758	<0,001	–0,762	<0,001
ZONAL NePhRO	0,764	<0,001	0,772	<0,001	–0,758	<0,001	–		0,730	<0,001
SPARE	0,796	<0,001	0,856	<0,001	–0,762	<0,001	0,73	<0,001	–	
Возраст Age	–0,113	0,287	–0,137	0,197	0,081	0,446	0,065	0,542	–0,076	0,478
Объем кровопотери Estimated blood loss	0,881	0,001	0,845	<0,001	–0,807	0,001	0,663	<0,001	0,403	0,001
Время тепловой ишемии Warm ischemia time	0,716	0,001	0,775	0,001	–0,467	<0,001	0,412	0,001	0,630	<0,001
Время операции Operative time	0,854	<0,001	0,837	<0,001	–0,797	0,001	0,595	<0,001	0,497	0,001

Таблица 4. Отношение групп риска шкал и периоперационных результатов  
 Table 4. Correlation between the risk groups per the nephrometry scores and perioperative outcomes

Показатель Characteristic	RENAL				PADUA			
	Низкий риск (4–6) Low risk (4–6)	Средний риск (7–9) Moderate risk (7–9)	Высокий риск (10–12) High risk (10–12)	<i>p</i>	Низкий риск (6–7) Low risk (6–7)	Средний риск (8–9) Moderate risk (8–9)	Высокий риск (10–14) High risk (10–14)	<i>p</i>
Медиана возраста (IQD), лет Median age (IQD), years	60 (49–73)	63 (55–68)	53 (47–67)	С/н N/s	62,5 (48–73)	61 (55–68)	57 (47–69)	С/н N/s
Медиана времени тепловой ишемии (IQD), мин Median warm ischemia time (IQD), min	13 (10–16)	18 (14–22)	19 (13,75–23,75)	<0,001	13 (10–17,25)	19,5 (14–24,25)	17,5 (14,75–20,25)	0,003
Медиана объема кровопотери (IQD), мл Median estimated blood loss (IQD), mL	70 (50–150)	150 (100–280)	375 (162–725)	<0,001	70 (50–182)	165 (100–312)	270 (120–462,5)	<0,001
Среднее время операции ± SD, мин Mean operative time ± SD, min	113 ± 31	146 ± 41	147 ± 34	<0,001	120,5 ± 36,5	143,4 ± 44,8	145,8 ± 31,1	С/н N/s

**Примечание.** С/н – статистически незначимо; IQR – межквартильный размах; SD – стандартное отклонение.  
 Note. N/s – non significant; IQR – interquartile range; SD – standard deviation.

### Обсуждение

Размер и расположение опухоли почки оказывают важное влияние на результаты резекции образования. Поэтому планирование данной операции с учетом нефрометрических шкал может помочь подобрать наиболее подходящую тактику хирургического пособия и прогнозировать развитие возможных интраоперационных сложностей.

Z.Y. Zhang и соавт. провели ретроспективный анализ данных 245 пациентов, перенесших лапароскопическую резекцию почки, у которых сравнивали показатели по шкалам относительно риска развития интраоперационных осложнений. Авторы не обнаружили различий между шкалами PADUA и RENAL и стадией опухоли или периоперационными осложнениями [12].

K. Karamik и соавт. проанализировали результаты использования шкал RENAL, PADUA и C-index относительно периоперационных исходов у 78 пациентов, подвергнутых резекции почки. После статистического анализа авторы сделали вывод, что все 3 шкалы были связаны с показателями времени операции, ВТИ и объема кровопотери. Показатель C-index коррелировал с послеоперационными функциональными

изменениями почек. Однако эти значения не продемонстрировали статистической значимости в одномерном и многомерном анализе [13].

A.W.P. Maxwell и соавт. на основе ретроспективных данных 207 пациентов проанализировали возможность оценки риска рецидива опухоли почки после термической абляции посредством применения нефрометрических шкал, а также максимального значения диаметра опухоли. Для количественной оценки касательно местного рецидива опухоли использовались индекс Harrell C и регрессионные методы риска. Было обнаружено, что показатели RENAL (доверительный интервал 1,43;  $p = 0,003$ ) и PADUA (доверительный интервал 1,80;  $p = 0,0001$ ) были статистически значимы относительно диагностики рецидивов, в то время как методы регрессии продемонстрировали лишь слабый или средний уровень значимости в соответствии с результатами индекса Harrell C (индекс C 0,68 и 0,75 соответственно) [16].

R.G. Alvim и соавт. ретроспективно сравнили результаты прогнозирования хирургических исходов при резекции почки с помощью шкал ABC (Arterial Based Complexity), RENAL и PADUA. Проанализировав

ZONAL NePhRO				SPARE				C-index		
Низкий риск (4–6) Low risk (4–6)	Средний риск (7–9) Moderate risk (7–9)	Высокий риск (10–12) High risk (10–12)	<i>p</i>	Низкий риск (0–3) Low risk (0–3)	Средний риск (4–7) Moderate risk (4–7)	Высокий риск (8–10) High risk (8–10)	<i>p</i>	Низкий риск (>2,5) Low risk (>2,5)	Высокий риск (<2,5) High risk (<2,5)	<i>p</i>
58 (45–67)	62 (55–69)	62 (47–69)	C/Н N/s	62 (53–71)	58 (40–66)	62 (38–75)	C/Н N/s	60 (48–68)	66 (52–71)	C/Н N/s
13 (10–16)	15,5 (12,25–20,75)	20 (14–25)	0,001	14 (10–18)	19,5 (14,25–20,75)	25 (19–26,5)	0,001	12 (10–15)	17 (13–21,5)	<0,001
70 (50–100)	150 (73,7–242,5)	240 (120–400)	<0,001	100 (50–210)	165 (105–325)	350 (225–1300)	C/Н N/s	50 (50–125)	150 (100–325)	C/Н N/s
112 ± 33,2	133 ± 41,4	150,6 ± 33,1	0,004	123,5 ± 39	155 ± 29	154 ± 43	0,002	112,8 ± 35,2	138 ± 39,1	0,009

данные 307 больных, авторы пришли к заключению, что системы ABC, RENAL и PADUA имеют сходную эффективность для прогнозирования объема интраоперационной кровопотери ( $p \leq 0,01$ ) и ВТИ ( $p < 0,0001$ ) при выполнении операции и, таким образом, являются одинаково полезными для оценки сложности резекции почки. Однако только шкала RENAL была связана с послеоперационным значением СКФ ( $p = 0,044$ ), поэтому ее эффективность по данному показателю нельзя было сравнить с ABC или PADUA [14].

К. Karamik и соавт. в исследовании изучили возможность предсказания шкал RENAL, PADUA и C-index для достижения трифекты у 91 пациента, перенесшего роботическую резекцию опухоли почки. Все шкалы показали хорошую предиктивность достижения трифекты и были независимы друг от друга (площади под кривой (AUC) для RENAL, PADUA и C-index составили 0,782, 0,838 и 0,828 соответственно), а также ни одна шкала по своей результативности не уступала остальным [17].

Y.D. Wang и соавт. оценивали шкалы RENAL, PADUA, C-index и CSA (Contact Surface Area) для изучения функции почки после резекции у 40 пациентов

с помощью нефросцинтиграфии. Корреляционный анализ Спирмена показал, что 4 шкалы коррелировали друг с другом от умеренного уровня до высокого. Самые сильные значения корреляции были между CSA и C-index ( $r = -0,885$ ;  $p < 0,001$ ), за которым следовали RENAL и PADUA ( $r = 0,778$ ;  $p < 0,001$ ). В одномерном анализе время операции, RENAL, PADUA и C-index значительно влияли на ВТИ. Однако только PADUA ( $p = 0,04$ ) значимо влияла на ВТИ при многомерном анализе. В заключение авторы предлагают использовать PADUA для оценки хирургической сложности и ВТИ. Что касается точности прогнозирования послеоперационной ипсилатеральной почечной функции, то CSA и C-index превосходили показатели RENAL и PADUA [15].

Ограничениями нашей работы являлись такие факторы, как ретроспективный сбор данных, недостаточно большая выборка, одноцентровое исследование. Нами не была выполнена субстратификация пациентов по СКФ, а также не были получены такие лабораторные данные, как уровень креатинина и СКФ в позднем послеоперационном периоде. Однако мы планируем проведение дальнейшего исследования для устранения указанных недостатков.

## Заключение

Таким образом, все перечисленные нефрометрические шкалы показали высокую предиктивную эффективность, но наиболее ценными были шкалы RENAL и PADUA. Тем не менее данные прогностические

модели должны пройти внешнюю валидацию в проспективном исследовании с участием большого числа больных для более точного подтверждения их значимости в предоперационном прогнозировании результатов органосохраняющего лечения рака почки.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Phelan M.W., Perry K.T., Gore J. et al. Laparoscopic partial nephrectomy and minimally invasive nephron-sparing surgery. *Curr Urol Rep* 2003;4(1):13–20. DOI: 10.1007/s11934-003-0052-9
2. Wunderlich H., Reichelt O., Schubert R. et al. Preoperative simulation of partial nephrectomy with three-dimensional computed tomography. *BJU Int* 2000;86(7):777–81. DOI: 10.1046/j.1464-410x.2000.00898.x
3. Zhang Y., Long G., Shang H. et al. Comparison of the oncological, perioperative and functional outcomes of partial nephrectomy *versus* radical nephrectomy for clinical T1b renal cell carcinoma: a systematic review and meta-analysis of retrospective studies. *Asian J Urol* 2021;8(1):117–25. DOI: 10.1016/j.ajur.2019.11.004
4. Гулиев Б.Г., Комяков Б.К., Ягубов Х.Ж. Робот-ассистированная парциальная нефрэктомия с селективной ишемией. *Урология* 2022;(1):55–60. DOI: 10.18565/urology.2022.1.55-60
5. Guliev B.G., Komyakov B.K., Yagubov Kh.Zh. Robot-assisted partial nephrectomy with selective ischemia. *Urologia = Urology* 2022;(1):55–60. (In Russ.). DOI: 10.18565/urology.2022.1.55-60
6. Campos-Sañudo J.A., Ballester-Diego R., Zubillaga-Guerrero S. et al. Impact of radical nephrectomy on kidney function and prognostic factors for adverse cardiovascular events. *Actas Urol Esp (Engl Ed)* 2020;44(4):239–44. DOI: 10.1016/j.acuro.2020.02.003
7. Klatte T., Ficarra V., Gratzke C. et al. A Literature review of renal surgical anatomy and surgical strategies for partial nephrectomy. *Eur Urol* 2015;68(6):980–92. DOI: 10.1016/j.eururo.2015.04.010
8. Kutikov A., Uzzo R.G. The R.E.N.A.L. nephrometry score: a comprehensive standardized system for quantitating renal tumor size, location and depth. *J Urol* 2009;182(3):844–53. DOI: 10.1016/j.juro.2009.05.035
9. Ficarra V., Novara G., Secco S. et al. Preoperative aspects and dimensions used for an anatomical (PADUA) classification of renal tumours in patients who are candidates for nephron-sparing surgery. *Eur Urol* 2009;56(5):786–93. DOI: 10.1016/j.eururo.2009.07.040
10. Simmons M.N., Ching C.B., Samplaski M.K. et al. Kidney tumor location measurement using the C index method. *J Urol* 2010;183(5):1708–13. DOI: 10.1016/j.juro.2010.01.005
11. Ficarra V., Porpiglia F., Crestani A. et al. The Simplified PADUA RENal (SPARE) nephrometry system: a novel classification of parenchymal renal tumours suitable for partial nephrectomy. *BJU Int* 2019;124(4):621–8. DOI: 10.1111/bju.14772
12. Hakky T.S., Baumgarten A.S., Allen B. et al. Zonal NePhRO scoring system: a superior renal tumor complexity classification model. *Clin Genitourin Cancer* 2014;12(1):13–8. DOI: 10.1016/j.clgc.2013.07.009
13. Zhang Z.Y., Tang Q., Li X.S. et al. Clinical analysis of the PADUA and the RENAL scoring systems for renal neoplasms: a retrospective study of 245 patients undergoing laparoscopic partial nephrectomy. *Int J Urol* 2014;21(1):40–4. DOI: 10.1111/iju.12192
14. Karamık K., Islamoğlu E., Erdemir A.G. et al. The associations of RENAL, PADUA and C-index nephrometry scores with perioperative outcomes and postoperative renal function in minimally invasive partial nephrectomy. *Turk J Urol* 2021;47(1):14–21. DOI: 10.5152/tud.2020.20247
15. Alvim R.G., Audenet F., Vertosick E.A. et al. Performance prediction for surgical outcomes in partial nephrectomy using nephrometry scores: a comparison of Arterial Based Complexity (ABC), RENAL and PADUA systems. *Eur Urol Oncol* 2018;1(5):428–34. DOI: 10.1016/j.euo.2018.05.004
16. Wang Y.D., Huang C.P., Chang C.H. et al. The role of RENAL, PADUA, C-index, CSA nephrometry systems in predicting ipsilateral renal function after partial nephrectomy. *BMC Urol* 2019;19(1):72. DOI: 10.1186/s12894-019-0504-2
17. Maxwell A.W.P., Baird G.L., Iannuccilli J.D. et al. Renal cell carcinoma: comparison of RENAL nephrometry and PADUA scores with maximum tumor diameter for prediction of local recurrence after thermal ablation. *Radiology* 2017;283(2):590–7. DOI: 10.1148/radiol.2016161225
18. Karamık K., Aktaş Y., Erdemir A.G. et al. Predicting strict trifecta outcomes after robot-assisted partial nephrectomy: comparison of RENAL, PADUA, and C-Index Scores. *J Kidney Cancer VHL* 2021;8(4):1–12. DOI: 10.15586/jkcvhl.v8i4.183

### Вклад авторов

Б.Г. Гулиев: идея статьи, разработка дизайна исследования, редактирование текста статьи;  
И.А. Поваго: разработка дизайна исследования, написание текста статьи.

### Authors' contributions

B.G. Guliev: article idea, developing the research design, article editing;  
I.A. Povago: developing the research design, article editing.

### ORCID авторов / ORCID of authors

Б.Г. Гулиев / B.G. Guliev: <https://orcid.org/0000-0002-2359-6973>  
И.А. Поваго / I.A. Povago: <https://orcid.org/0000-0002-3145-0245>

**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 Мариинская больница».

Compliance with patient rights and principles of bioethics

The study protocol was approved by the biomedical ethics committee of Mariinsky Hospital.

Статья поступила: 10.12.2023. Принята к публикации: 30.03.2024.  
Article submitted: 10.12.2023. Accepted for publication: 30.03.2024.