

# Нефрометрическая система R.E.N.A.L. в практике рентгенолога

Н.А. Рубцова<sup>1</sup>, Е.В. Крянева<sup>1</sup>, А.Б. Гольбиц<sup>1</sup>, Б.Я. Алексеев<sup>1, 2</sup>, А.А. Костин<sup>1</sup>, А.Д. Каприн<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Московский научно-исследовательский онкологический институт им. П.А. Герцена — филиал ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр радиологии» Минздрава России; Россия, 125284 Москва, 2-й Боткинский проезд, 3;

<sup>2</sup>Медицинский институт непрерывного образования ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств»; Россия, 125080 Москва, Волоколамское шоссе, 11

**Контакты:** Елена Владимировна Крянева kryanevaelena@gmail.com

В последние десятилетия за счет достижений в области медицинской визуализации и улучшения алгоритмов диагностического поиска отмечается тенденция к увеличению частоты выявления опухолей почек небольших размеров, для которых возможно проведение органосохраняющего лечения. Для прогнозирования потенциальной сложности выполнения резекции и снижения степени субъективности при выборе объема и методики хирургического вмешательства разными группами исследователей было предложено значительное число концепций оценки новообразований почек. Нефрометрическая шкала R.E.N.A.L., разработанная одной из первых, но сохраняющая свою актуальность, позволяет, исходя из совокупности анатомических особенностей, структурированно и стандартизированно характеризовать опухоли почек. В статье представлена методика оценки каждого из параметров, входящих в состав представленной нефрометрической системы, а также приведен краткий обзор литературы ее прогностической значимости.

**Ключевые слова:** нефрометрическая система R.E.N.A.L., классификация опухолей почек, анатомические характеристики опухолей почек, резекция почки

**Для цитирования:** Рубцова Н.А., Крянева Е.В., Гольбиц А.Б. и др. Нефрометрическая система R.E.N.A.L. в практике рентгенолога. Онкоурология 2020;16(4):17–31.

DOI: 10.17650/1726-9776-2020-16-4-17-31



## The R.E.N.A.L. nephrometry score in radiologist's practice

N.A. Rubtsova<sup>1</sup>, E.V. Kryaneva<sup>1</sup>, A.B. Golbits<sup>1</sup>, B. Ya. Alekseev<sup>1, 2</sup>, A.A. Kostin<sup>1</sup>, A.D. Kaprin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>P.A. Hertzen Moscow Oncology Research Institute — branch of the National Medical Research Radiological Center, Ministry of Health of Russia; 3 2<sup>nd</sup> Botkinskiy Proezd, Moscow 125284, Russia;

<sup>2</sup>Medical Institute of Continuing Education, Moscow State University of Food Production; 11 Volokolamskoe Shosse, Moscow 125080, Russia

In recent decades, due to advances in imaging and improvements in diagnostic algorithms, there has been a tendency to increase the frequency of detection of small renal masses for which nephron-sparing surgery is possible. To predict the potential complexity of partial nephrectomy and to reduce the degree of subjectivity in choosing the volume and method of surgical procedure, different groups of researchers proposed a significant number of concepts for evaluating renal tumours. The R.E.N.A.L. nephrometry score is one of the first but remains relevant and is based on a set of anatomical characteristics. This score allows to classify renal neoplasms in a structured and standardized way. This article presents a method for evaluating the parameters of R.E.N.A.L. nephrometry score, as well as a brief literature review of its prognostic significance.

**Key words:** R.E.N.A.L. nephrometry score, classification of renal tumours, anatomical characteristics of renal tumours, partial nephrectomy

**For citation:** Rubtsova N.A., Kryaneva E.V., Golbits A.B. et al. The R.E.N.A.L. nephrometry score in radiologist's practice. Onkourologiya = Cancer Urology 2020;16(4):17–31. (In Russ.).

Почечно-клеточный рак является одним из наиболее распространенных онкоурологических заболеваний [1] и занимает одно из ведущих мест по темпу прироста заболеваемости среди опухолей мочеполовой системы, что обусловлено как истинным увеличением количества случаев, так и оптимизацией протоколов профилактических обследований, развитием методов визуализации. В настоящее время более 60 % опухолевых образований почки выявляют случайно при проведении ультра-

звукового исследования органов брюшной полости и забрюшинного пространства при обращении по иной причине [2]. В связи с этим возросло как относительное, так и абсолютное количество случаев выявления локализованных форм почечно-клеточного рака, для которых оптимальным считается хирургическое лечение [3].

Резекция почки — «золотой стандарт» лечения для опухолей, размер которых не превышает 4 см (что соответствует стадии T1a по классификации TNM8).

При размере образования от 4,1 до 7 см (соответствует стадии T1b) органосохраняющее лечение выполняется при технической возможности [2, 4, 5]. По сравнению с нефрэктомией резекция почки обладает рядом преимуществ, наиболее важным из которых является сохранение функционального резерва почечной паренхимы как для обеспечения более высокого уровня качества жизни пациентов после операции, так и для возможности проведения повторных операций (в случае метастатического процесса в пораженной или контралатеральной почке и по иным причинам) [6–9].

В настоящее время размер опухоли — один из наиболее значимых параметров, который применяют как для предоперационного стадирования по результатам методов лучевой диагностики, так и для планирования хирургического лечения пациентов с локализованным раком почки [2, 3, 6–8]. Данная характеристика неопластического процесса относится к наиболее воспроизводимым в случае проведения динамической оценки, а также имеет прогностическую значимость. Доказано, что размер новообразования коррелирует с частотой неблагоприятных онкологических и хирургических исходов, в частности с повышенным риском развития почечной недостаточности или уринарной фистулы [6, 8, 9].

Однако знаний одних лишь линейных размеров опухолевого узла в подавляющем большинстве случаев недостаточно для корректного определения объема и методики проведения оперативного вмешательства. Не менее важны и другие параметры новообразования, которые должны быть учтены при подготовке к органосохраняющему лечению. Большинство авторов выделяют помимо размера следующие наиболее важные характеристики опухоли почки: близость к собирательной системе, степень инвазии в паренхиму, расположение относительно продольной оси почки, отношение к другим органам, в том числе к крупным сосудам [10–15].

На резектабельность опухоли значительное влияние оказывает глубина ее инвазии в паренхиму, позволяющая определить, достаточна ли для получения отрицательного края резекции толщина неизменной ткани почки вокруг новообразования [12, 13]. Отношение опухоли к поверхности почки также немаловажно: чем более выражен экзофитный компонент образования, тем более технически простым является удаление [14, 15]. Вовлеченность собирательной системы, крупных сосудов и прилежащих органов также коррелирует с риском возникновения и степенью выраженности интраоперационных осложнений, таких как объем кровопотери и частота повреждения чашечно-лоханочной системы [15]. Близость к структурам собирательной системы свидетельствует о центральном расположении опухоли, что приводит к увеличению времени ишемии и потенциальному снижению функции почки в постоперационном периоде. Знание локализации новообразования относительно длинной оси почки способствует определению объема

органосохраняющего лечения и его методики: при расположении опухоли в области полюса проводится полюсная резекция, а также может быть применена методика селективной ишемии, либо резекция может быть выполнена без аноксии (без наложения зажимов на почечные сосуды) на фоне управляемой гипотонии [14–16].

Для объективного прогноза потенциальной сложности резекции и аблативных методик разными группами исследователей за последние 10 лет было предложено несколько нефрометрических шкал, в которых оценка опухолевого узла проводится либо по одному параметру, полагаемому универсальным, либо по совокупности показателей.

Оценка опухолевого процесса осуществляется на основе анализа томографических изображений (компьютерная томография, магнитно-резонансная томография), при этом могут быть характеризованы образования различной (кистозной, солидной, кистозно-солидной) структуры и размеров. Все системы оценки основаны на анатомических характеристиках опухоли, набор и количество которых варьируют в различных нефрометрических шкалах.

Знание метода оценки новообразований почек с применением различных нефрометрических шкал дает специалистам в области лучевой диагностики представление о том, какие характеристики опухолевого узла считаются клинически значимыми и требуют обязательного отражения в протоколе исследования.

Нефрометрическая система R.E.N.A.L. была предложена в 2009 г. A. Kutikov и R. Uzzo [17]. Название шкалы является акронимом (renal (англ.) — почечный) и позволяет достаточно легко запомнить оцениваемые параметры:

- (R)adius — размер;
- (E)xophytic/endophytic — экзофитный/эндофитный характер роста;
- (N)earness the collecting system or sinus — близость к собирательной системе или синусу;
- (A)nterior/posterior — передняя/задняя локализация;
- (L)ocation relative to the polar lines — расположение относительно линии полюса.

Таким образом, оценка опухолевого узла в нефрометрической шкале R.E.N.A.L. проводится на основании 5 характеристик:

- 1) размера опухолевого узла;
- 2) характера роста (экзофитный/эндофитный);
- 3) близости к собирательной системе/синусу;
- 4) расположения относительно линии полюса;
- 5) передней или задней локализации.

Первые 4 параметра оцениваются количественно с присвоением от 1 до 3 баллов в каждой категории. Переменная «А» (передняя/задняя локализация) оценивается качественно с присвоением постфикса. В табл. 1 представлены исследуемые параметры и градации их оценки.

Таблица 1. Нефрометрическая система R.E.N.A.L.

Table 1. R.E.N.A.L. nephrometry score

Критерий Parameter	1 балл 1 point	2 балла 2 points	3 балла 3 points
R (радиус, максимальный размер), см R (radius, maximal size), cm	≤4	4,1–6,9	≥7
E (экзофитный/эндофитный характер роста) E (exophytic/endophytic properties)	≥50 % экзофитный рост ≥50 % exophytic	<50 % экзофитный рост <50 % exophytic	Полностью эндофитный Entirely endophytic
N (расстояние от собирающей системы/почечного синуса), мм N (nearness to the collecting system or sinus), mm	≥7	4,1–6,9	≤4
A (передняя/задняя локализация) A (anterior/posterior location)	Нет баллов. Обозначаются постфиксами «a», «p», «x», «h» No points given. Mass assigned a descriptor of “a”, “p”, “x”, “h”		
L (локализация относительно линии полюса) L (location relative to the polar lines)	Образование целиком ниже линии нижнего полюса или выше линии верхнего полюса Entirely above the upper or below the lower polar line	Образование пересекает линию полюса (<50 % образования между линиями полюсов) Lesion crosses polar line (<50 % is between polar lines)	≥50 % образования пересекает линию полюса. Образование находится между линиями полюсов. Образование пересекает среднюю линию ≥50 % of mass is across polar line. Mass is entirely between the polar lines. Mass crosses the axial renal midline

## Метод оценки параметров

### 1. Размер

Большая часть образований почек имеет шарообразную или приближенную к таковой форму, обладает примерно одинаковыми размерами по всем 3 осям координат. Однако для узлов неправильной формы недостаточно измерения 2 размеров (дорсовентрально-го и латерально-медиального) в аксиальной плоскости,

требуется измерение диаметра по краниокаудальной протяженности на сагиттальной или коронарной реконструкции. Необходимость измерения 3 линейных размеров обусловлена тем, что максимальный аксиальный размер оцениваемой опухоли может составлять менее 4 см и соответствовать 1 баллу по параметру «R», тогда как краниокаудальный размер будет превышать 4 см и соответствовать 2 баллам в этой категории (рис. 1).

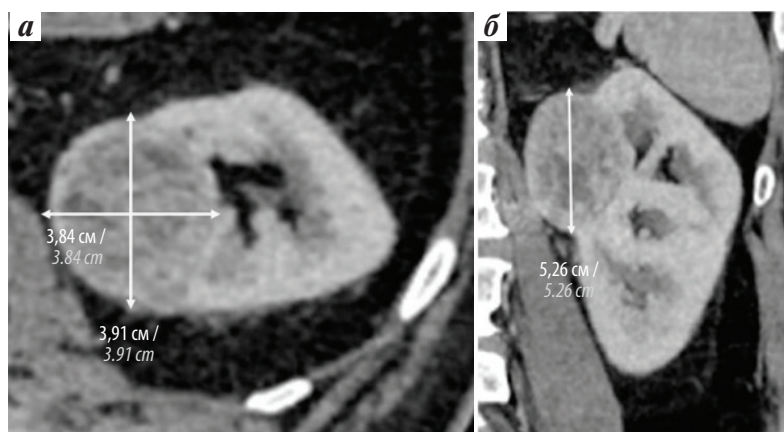


Рис. 1. Компьютерные томограммы пациента с образованием левой почки, полученные в кортико-медуллярную фазу контрастирования: а — измерение максимальных аксиальных размеров опухоли (латерально-медиальный размер 3,84 см, дорсовентральный размер 3,91 см; б — измерение максимального краниокаудального размера опухоли (5,26 см), корональная многоплоскостная реконструкция

Fig. 1. CT-images of the patient with tumour of left kidney, corticomedullary phase: a — measurement of maximum axial size of the tumour (lateromedial size 3.84 cm, dorsoventral size 3.91 cm); б — measurement of maximum craniocaudal size of the tumour (5.26 cm), coronal multiplanar reconstruction

Из 3 полученных размеров (в сантиметрах) выбирается максимальный и согласно полученному результату новообразованию присваивается соответствующий балл (табл. 2).

Таблица 2. Критерии оценки размера (R)

Table 2. Size evaluation criteria (R)

Размер, см Size, cm	Балл Point
$\leq 4$	1
4,1–6,9	2
$\geq 7$	3

Выбранные границы для разделения 3 категорий не случайны и четко соотносятся с градацией категории T в классификации TNM рака почки:

- T1 — опухоль  $\leq 7$  см в наибольшем измерении, не выходит за пределы почки:
  - T1a — опухоль  $\leq 4$  см в наибольшем измерении;
  - T1b — опухоль  $> 4$  см, но  $\leq 7$  см;
- T2 — опухоль  $> 7$  см в наибольшем измерении, не выходит за пределы почки.

## 2. Характер роста

Для наиболее часто встречающегося неопластического процесса почки — светлоклеточного почечно-клеточного рака — более характерен экзофитный характер роста. При этом образование в той или иной степени деформирует контур почки, поэтому для корректной оценки необходимо провести воображаемую линию, соответствующую примерным наружным

очертаниям органа в отсутствие опухоли. Если не был восстановлен контур почки и оценка характера роста проводилась при построении прямой линии между точками контакта краев опухоли с наружной границей органа, повышается вероятность недооценки опухолевого узла по параметру «Е».

При отсутствии корректного восстановления контура может ложно создаваться впечатление, что опухоль преимущественно располагается экстраренально, что приведет к занижению оценки образования, которому ошибочно будет присвоен 1 балл. В действительности при корректном восстановлении контура большая часть образования окажется локализована в почечной паренхиме, и по этой категории ей должно быть присвоено 2 балла (рис. 2).

Измерение этого параметра можно проводить в любой плоскости, однако наиболее удобной представляется аксиальная. Также выполнять оценку соотношения эндо- и экзофитного компонента можно в любую постконтрастную фазу сканирования. Выбор оптимальной серии для характеристики новообразования проводится в зависимости от паттерна контрастирования опухолевого узла, например экскреторная фаза является наиболее информативной при описании гиповаскулярных образований. Критерии оценки характера роста представлены в табл. 3.

## 3. Близость к собирательной системе/синусу

Для оценки близости к собирательной системе следует измерить расстояние (в миллиметрах) от медиального края опухоли на участке максимальной инвазии в паренхиму до собирательной системы (наиболее часто — до основания малых чашечек) или жировой клетчатки, окружающей структуры синуса.

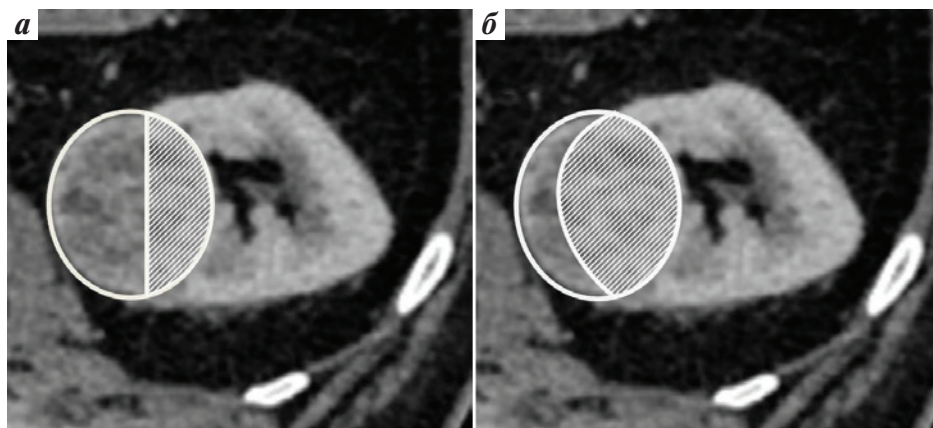



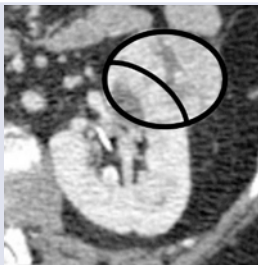
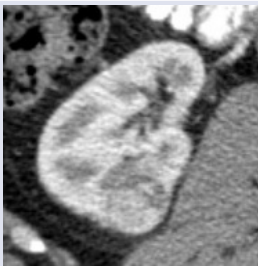
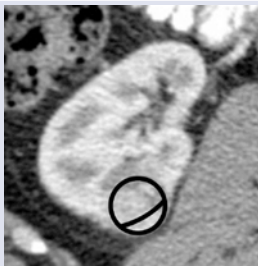
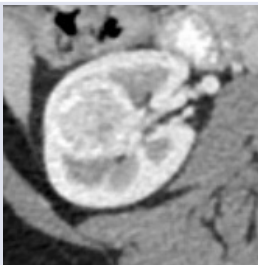
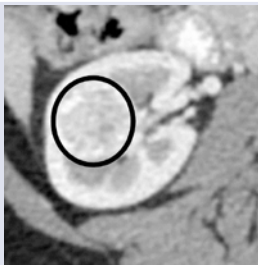
Рис. 2. Постконтрастные компьютерные томограммы пациента с опухолью левой почки, выполненные в аксиальной плоскости, иллюстрирующие оценку характера роста; эндофитный компонент заштрихован: а — некорректная оценка характера роста образования левой почки (контур почки не восстановлен); б — корректная оценка характера роста образования левой почки (контур почки восстановлен)

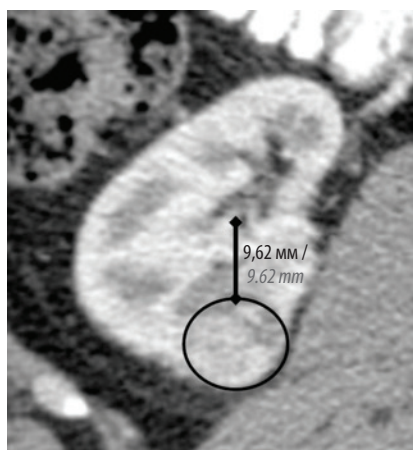
Fig. 2. Axial post-contrast CT-images of the patient with the tumour of left kidney, illustrating the assessment of exophytic/endophytic properties; endophytic part is shaded: a — incorrect assessment of the exophytic/endophytic properties (the renal contour is not restored); б — correct assessment of the exophytic/endophytic properties (the renal contour is restored)



Таблица 3. Критерии оценки характера роста (E)

Table 3. Exophytic/endophytic (E) evaluation criteria

Характер роста Properties	Баллы Points	КТ-изображение CT-image	
≥50 % экзофитный рост ≥ 50 % exophytic	1		
<50 % экзофитный рост < 50 % exophytic	2		
Полностью эндофитный Entirely endophytic	3		



**Рис. 3.** Компьютерная томограмма пациента с образованием правой почки в аксиальной плоскости в кортико-медуллярную фазу. Измерение расстояния между опухолевым узлом (окоптурен) и структурами синуса составляет 9,62 мм, что соответствует 1 баллу

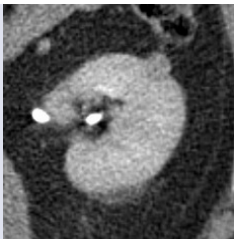
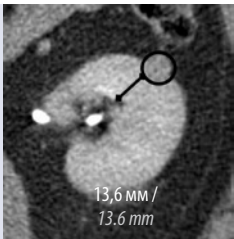

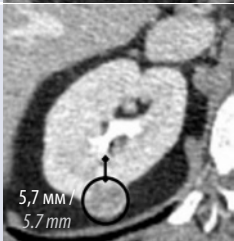

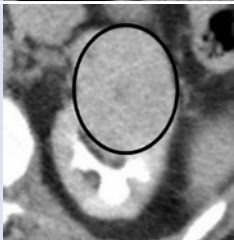
**Fig. 3.** Axial post-contrast CT-image of the patient with the tumour of right kidney, cortico-medullary phase. Measurement of the distance between the contoured tumour node and structures of the sinus, distance is 9.62 mm (1 point)

Наиболее информативным является проведение измерения на изображениях, полученных в экскреторную фазу сканирования, так как структуры чашечно-лоханочной системы в кортико-медуллярную и нефрографическую фазы сканирования достоверно не визуализируются, в связи с чем в эти фазы оценка будет ограничена констатацией близости образования к клетчатке синуса, что может привести к занижению балла по данной категории оценки (рис. 3). Критерии оценки близости к собирательной системе представлены в табл. 4.

При просмотре исследования на этом же уровне в экскреторную фазу сканирования (рис. 4) на аксиальных изображениях образование вплотную прилежит к слабогиперденсивной структуре, соответствующей основанию малой чашечки (3 балла в этой категории), при анализе сагиттальной реконструкции расстояние между образованием и чашечно-лоханочной системой также составляет менее 4 мм (3 балла).

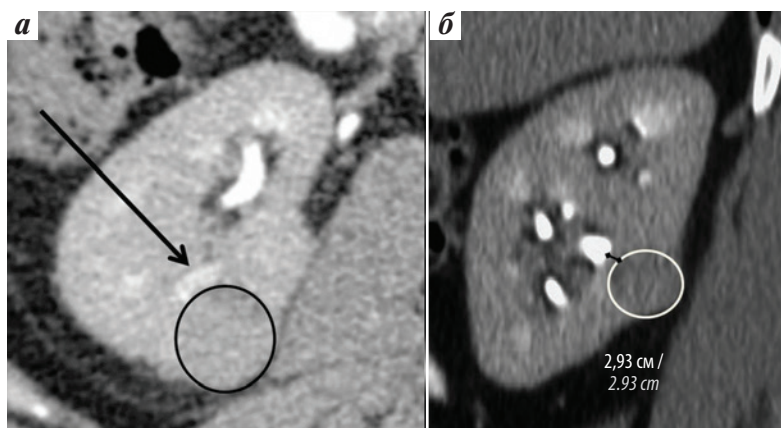
Для более легкого запоминания числовых значений, соответствующих каждой категории, авторами были выбраны диапазоны, аналогичные таковым при оценке размера новообразования.

**Таблица 4.** Критерии оценки близости к собирательной системе/синусу (N)  
**Table 4.** Nearness of the tumour to the collecting system or sinus (N) evaluation criteria

Расстояние до собирательной системы/синуса, мм Nearness to the collecting system or sinus, mm	Баллы Points	КТ-изображение CT-image			
$\geq 7$	1				13,6 мм / 13,6 mm
4,1–6,9	2				5,7 мм / 5,7 mm
$\leq 4$	3				2,93 см / 2,93 cm

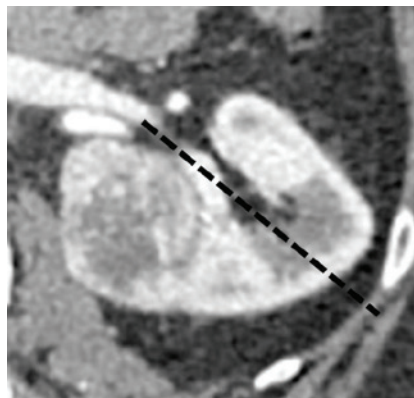
Если опухоль инвазирует или интимно прилежит к чашечкам или синусу (при отсутствии четкой границы между данными структурами),

измерение не требуется, в таких случаях неопластическому процессу в этой категории присваивается 3 балла.



**Рис. 4.** Компьютерные томограммы пациента с образованием правой почки (оконтурено) в экскреторную фазу в аксиальной (а) и сагиттальной (б) плоскостях: а — опухолевый узел (оконтурен) прилежит к основанию малой чашечки (обозначено стрелкой); б — оценка расстояния между опухолевым узлом (оконтурен) и структурами собирательной системы составляет 2,93 мм, что соответствует 3 баллам

**Fig. 4.** CT-images of the patient with the tumour of right kidney (contoured), excretory phase, in the axial (a) and sagittal (b) planes: a — the contoured tumour is attached to the base of the small calyx (marked by arrow); б — measurement of the distance between the contoured tumour and structures of the collecting system, distance is 2.93 mm (3 points)



**Рис. 5.** Компьютерная томограмма пациента с опухолью левой почки, иллюстрирующая методику оценки дорсовентрального расположения опухоли относительно условной линии (пунктирная линия)

**Fig. 5.** CT-image of the patient with the tumour of the left kidney, illustrating the method of evaluating the dorsoventral location of the tumour in relation to conditional line (dashed line)

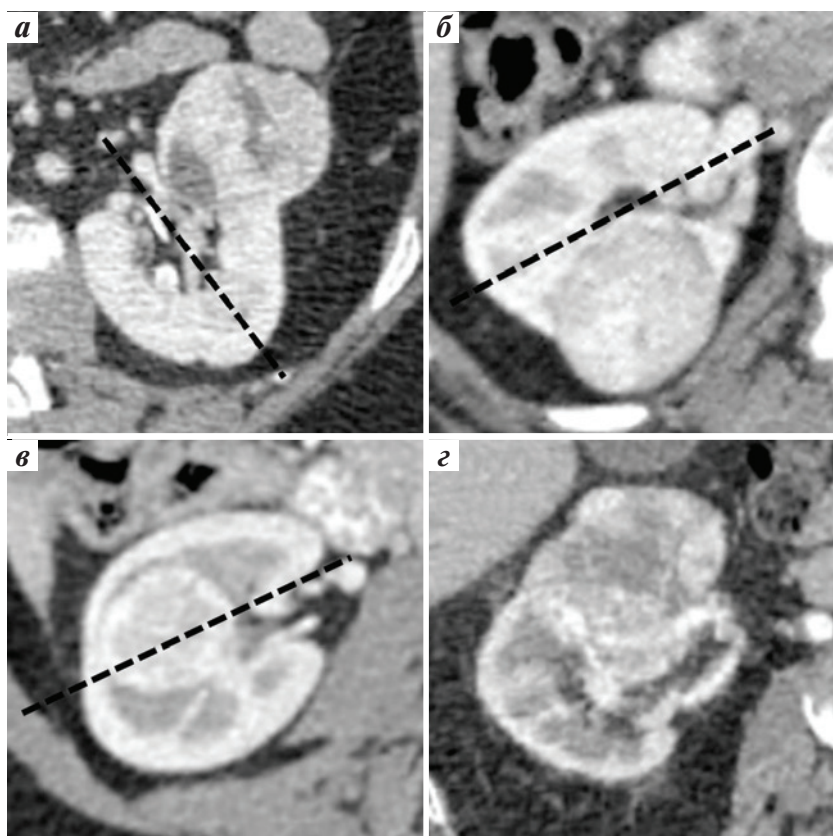
#### 4. Передняя/задняя локализация

Для определения переднего/заднего расположения опухоли необходимо на аксиальных сканах провести линию, параллельную сосудистым структурам в воротах почки (рис. 5).

В соответствии с расположением образования относительно этой линии ему присваиваются постфиксы: «а» — опухоль локализована кпереди от линии, «р» — опухоль кзади от линии, «х» — точно определить локализацию невозможно (например, при расположении в центральных отделах паренхимы), «h» — опухоль расположена в области ворот (рис. 6). Постфикс обычно помещается после итоговой суммы баллов (например, 10р, 4а).

#### 5. Локализация относительно линии полюса

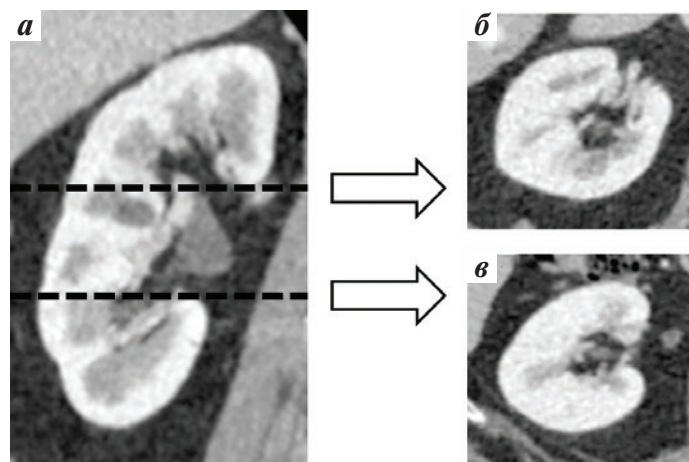
Заключительным критерием оценки опухолевых масс в системе R.E.N.A.L. является их расположение относительно продольной оси почки. Для этого следует



**Рис. 6.** Постконтрастные компьютерные томограммы в аксиальной плоскости, иллюстрирующие варианты дорсовентрального расположения опухоли относительно условной линии (пунктирная линия): а — опухоль левой почки, расположенная кпереди от условной линии (постфикс «а»); б — опухоль правой почки, расположенная кзади от условной линии (постфикс «р»); в — опухоль правой почки, расположенной в центральных отделах (постфикс «х»); г — опухоль правой почки, распространяющаяся в синус почки (постфикс «h»)

**Fig. 6.** Post-contrast axial CT-images, illustrating variants of the dorsoventral location of the tumor in relation to conditional line (dashed line): а — tumour of the left kidney located anteriorly from the conditional line (descriptor “а”); б — tumour of the right kidney located posteriorly from the conditional line (descriptor “р”); в — tumour of the right kidney located in the central section (descriptor “х”); г — tumour of the right kidney spreading to the renal sinus (descriptor “h”)





**Рис. 7.** Компьютерные томограммы почки: а – в сагиттальной плоскости; б, в – в аксиальной. Стрелки указывают срезы, соответствующие уровням полюсных линий (пунктирные линии)

**Fig. 7.** CT-images of the kidney: а – sagittal plane; б, в – axial planes. Arrows indicate scans corresponding to the levels of the polar lines (dashed lines)

установить местоположение образования относительно 2 условных полюсных линий. Полюсные линии располагаются на том уровне, где кольцо почечной паренхимы прерывается жировой клетчаткой, сосудами и лоханкой, т.е. на уровне ворот почки, и делят почку на условные трети (рис. 7).

Линии полюсов и отношение к ним объемных образований можно определить на изображении в любой плоскости; при отсутствии мальротации почки это наиболее удобно делать на коронарных или сагиттальных реконструкциях. Варианты расположения неопластических узлов и критерии оценки представлены в табл. 5.

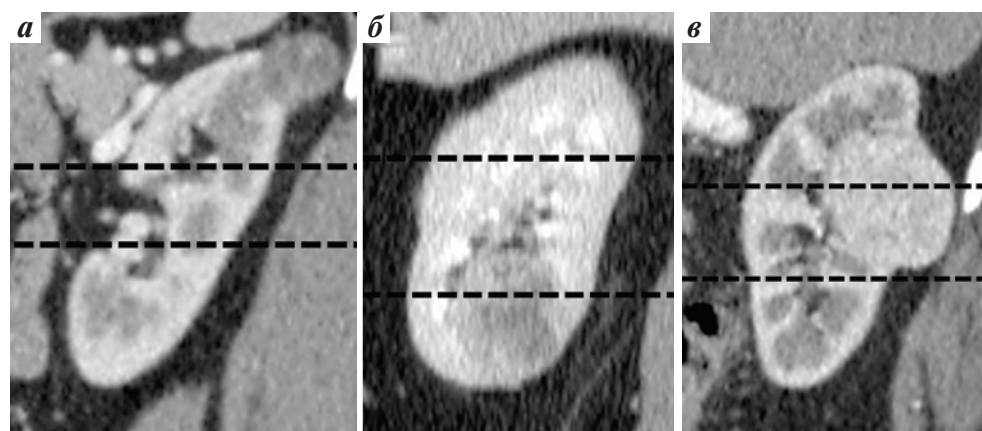
**Таблица 5.** Критерии оценки локализации относительно линии полюса (L)

**Table 5.** Location relative to the polar lines (L) evaluation criteria

Расположение относительно линии полюса Location relative to the polar lines	Балл Point	Схема Chart
Образование целиком каудальнее линии нижнего полюса или краниальнее линии верхнего полюса Lesion is located entirely below the lower polar line or above the upper polar line	1	
Образование пересекает линию полюса (менее 50 % образования между линиями полюсов) Lesion crosses polar line (less than 50 % is between polar lines)	2	



Расположение относительно линии полюса Location relative to the polar lines	Балл Point	Схема Chart
<p><i>a</i> — 50 % и более образования пересекает линию полюса (пунктирная линия)  <i>б</i> — образование пересекает срединную линию почки (сплошная линия)  <i>в</i> — образование находится между линиями полюсов (пунктирные линии)</p> <p><i>a</i> — lesion crosses polar line, more than 50 % is between polar lines (dashed lines)  <i>б</i> — lesion crosses the axial renal midline (solid line)  <i>в</i> — lesion is entirely between the polar lines (dashed lines)</p>	3	



**Рис. 8.** Постконтрастные компьютерные томограммы почек (сагиттальная плоскость), иллюстрирующие расположение опухоли относительно линий полюсов (пунктирные линии): *a* — опухоль верхней трети левой почки, полностью расположенная выше верхней полюсной линии (1 балл); *б* — опухоль нижней трети правой почки, пересекающая нижнюю полюсную линию с расположением менее 50 % образования краниальнее линии (2 балла); *в* — опухоль верхней и средней третей правой почки, пересекающая нижнюю полюсную линию с расположением более 50 % образования каудальнее линии (3 балла)

**Fig. 8.** Post-contrast CT-images of the kidneys (sagittal plane), illustrating the location of the tumour relative to the polar lines (dashed lines): *a* — tumour of the upper section of the left kidney, located entirely above the upper polar line (1 point); *б* — tumour of the lower section of the right kidney crosses polar line, less than 50 % is between polar lines (2 points); *в* — tumour of the upper and middle sections of the right kidney crosses polar line, more than 50 % is between polar lines (3 points)

Оценка этого параметра является наиболее длительным процессом, причем большое количество времени занимает характеристика образований, пересекающих полюсную линию (узлы, расположенные в условной средней трети или на границе третей), в то время как опухоль, расположенную в области полюсов, в верхней или нижней трети, относительно просто локализовать и присвоить соответствующее число баллов (рис. 8).

После оценки каждого показателя проводятся их суммирование и выставление постфикса. В зависимости от полученной суммы определяется степень сложности резекции (табл. 6).

**Таблица 6.** Оценка степени сложности резекции

**Table 6.** Complexity assessment

Сумма баллов Points	Степень сложности резекции Complexity
4–6	Низкая Low
7–9	Средняя Moderate
10–12	Высокая High

Нефрометрическая шкала R.E.N.A.L. имеет как прикладное, так и фундаментальное значение. Целью создания данной системы была разработка структурированного и воспроизводимого метода описания анатомических особенностей опухоли для снижения степени субъективности при выборе объема и метода хирургического вмешательства. Поэтому в первую очередь приведенная шкала применима для стратификации групп риска при планировании лечения новообразований почек, а также для характеристики степени сложности аблативных процедур [18–20].

Нефрометрическая система R.E.N.A.L. также используется для стандартизации результатов при анализе исследований, проведенных в различных учреждениях. Кроме этого, показатели, полученные при количественной характеристике опухолевого узла, потенциально могут быть применены в качестве дополнительного параметра при оценке ответа опухоли по системе RECIST (Response Evaluation Criteria In Solid Tumors) при проведении консервативного лечения, в качестве прогностического фактора онкологической смертности и для определения потенциальной частоты развития рецидивов после проведенного лечения [21–23]. Также имеются противоречивые данные о корреляции оценки нефрометрических данных со степенью злокачественности образований почек и агрессивностью опухолевого процесса [24–27].

С момента публикации статьи, посвященной системе R.E.N.A.L., было проведено значительное количество исследований, целью которых была оценка ее прогностической значимости. В работах исследователей проводился анализ корреляции степени сложности выполнения резекции, отраженной в сумме баллов, и отдельных нефрометрических показателей с различными клинически значимыми данными: объемом и методикой хирургического лечения, продолжительностью операции, длительностью ишемии, интраоперационным объемом кровопотери, риском послеоперационных осложнений и их тяжестью, а также с состоянием почечной функции.

Анализ результатов исследований ряда авторов свидетельствует о наличии статистически значимой взаимосвязи между нефрометрическими данными и объемом хирургического вмешательства. При этом, помимо общей суммы, в роли отдельных предикторов выступают различные переменные и их сочетания [20, 28–31]. Также имеются немногочисленные данные о связи нефрометрических параметров с выбором методики хирургического вмешательства. Так, в работах D. Canter и соавт. было показано, что увеличение значений показателей «R» (размер), «E» (характер роста), «N» (близость к структурам синуса) и «L» (расположение относительно продольной оси почки) повышает вероятность использования открытого доступа при выполнении резекции почки [28]. Данные, полученные

P. Sharma и соавт., свидетельствовали о наличии зависимости суммы баллов от возможности проведения лапароскопического вмешательства [29]. В исследованиях некоторых авторов были получены результаты, доказывающие влияние нефрометрических характеристик на применяемую методику ишемизации почечной паренхимы [30, 32–34].

Большинство исследователей выявили прямую статистически значимую взаимосвязь между итоговой суммой баллов и длительностью ишемии, однако сведения о вкладе отдельных нефрометрических показателей значительно варьируют [28, 32, 35–52]. Так, в работе W. Mayer и соавт. показано, что прогностической значимостью при оценке времени ишемии обладают только компоненты размера (R) и близости к структурам собирательной системы (N), в то же время данные D. Desantis и соавт. и F. Altunrende и соавт. свидетельствуют о статистически значимом вкладе изолированно показателя «N» и переменных «R», «E», «N» соответственно [37–39]. В работах C. Wu и соавт., S. Yallappa и соавт. была доказана значимость в качестве предикторов следующих анатомических характеристик опухоли: размера (R), характера роста (E) и расположения относительно полюсных линий (L); в исследовании K. Watts и соавт. таковыми явились только показатели «R» и «N» [40, 42, 43]. В ряде исследований авторами было отмечено наличие корреляции суммы баллов с объемом интраоперационной кровопотери [28, 32, 38, 42, 45–48].

Данные значительного числа наблюдений, посвященных изучению значимости R.E.N.A.L. для оценки вероятности послеоперационных осложнений, свидетельствуют о наличии связи нефрометрических параметров с частотой и тяжестью осложнений. В частности, по результатам исследования J. Simhan и соавт. были выявлены корреляция количественных характеристик опухоли с частотой тяжелых осложнений (>II степени тяжести по классификации Clavien–Dindo) и отсутствие связи при анализе частоты нетяжелых осложнений (I–II степени по классификации Clavien–Dindo) [45]. В работах других авторов связь значения переменных R.E.N.A.L. отмечалась только с частотой осложнений, но не с их тяжестью [30, 32, 37, 40, 42, 44, 45]. Кроме этого, была показана значимость отдельных компонентов (размера, характера роста и расстояния между опухолью и структурами собирательной системы) в прогнозировании развития осложнений после хирургического лечения [30, 37, 40, 42]. В то же время, по данным некоторых исследователей, взаимосвязи между нефрометрическими данными и частотой послеоперационных осложнений не выявлено [38, 41, 52–54].

Результаты исследований, посвященных возможностям системы R.E.N.A.L. в оценке функциональных исходов органосохраняющего лечения опухолей почек, значительно варьируют, в том числе за счет разности

применяемых методик и сроков проведения обследования. В более ранних работах количественный анализ почечной функции проводился с помощью расчета показателя скорости клубочковой фильтрации, позволяющего характеризовать только совместную функцию обеих почек без достоверной оценки вклада ипсилатерального органа. Анализ этих данных показывает наличие корреляции со степенью сложности резекции в ранние сроки после хирургического вмешательства и ее отсутствие в отдаленном периоде [43, 55]. С другой стороны, результаты, полученные другими авторами, напротив, свидетельствуют о наличии прямой положительной связи суммы переменных системы R.E.N.A.L. со степенью уменьшения скорости клубочковой фильтрации через 3 мес и показывают их обратную зависимость в первые 30 дней после органосохраняющего лечения [49].

В исследованиях, касающихся изолированного анализа функции оперированной почки, отмечалась корреляция как общей суммы баллов по шкале R.E.N.A.L., так и отдельных нефрометрических показателей с данными динамической нефросцинтиграфии, проведенной в различные сроки после резекции [43, 56–58].

Помимо R.E.N.A.L. существует еще несколько нефрометрических шкал, наиболее известными из которых являются PADUA (2009), C-index (2010), DAP (2012), NePhRO (2014), CSA (2014), ABC (2016) и SPARE (2019). Из них широкое практическое применение нашли PADUA (Preoperative Aspects and Dimensions Used for an Anatomical Classification of Renal Tumors; предоперационные аспекты и измерения, используемые для анатомической классификации опухолей почек), C-index (Centrality index; центральный индекс) и CSA (Contact Surface Area; площадь контактной поверхности) [59–65]. Две последние системы представляют собой способы оценки вероятности интра- и постоперационных осложнений на основе единственного универсального параметра: при характеристике новообразования почки с применением C-index проводится количественный анализ взаиморасположения условного центра почки и центра опухолевого узла, при использовании CSA – вычисление площади почечной паренхимы, прилежащей к опухоли [60, 65]. Оценка по обеим шкалам требует наличия специального программного обеспечения, кроме того, обе системы не имеют четкой стратификации степени сложности выполнения резекции и применяются в основном для оценки вероятного восстановления функции ипсилатеральной почки.

Система PADUA, как и R.E.N.A.L., основана на совокупности анатомических характеристик опухоли, но, несмотря на значительное сходство, имеет ряд отличий (табл. 7). Часть параметров (размер, характер роста, передняя/задняя локализация) и критерии их оценки идентичны, тогда как другие характеристики отличны

как по методике (расположение относительно продольной оси почки), так и по критериям оценки (отношение к собирательной системе и синусу) [59].

Впоследствии авторами PADUA была создана новая нефрометрическая система SPARE (Simplified PADUA REnal), предполагающая упрощенный подход за счет уменьшения количества исследуемых параметров и оценки только прогностически значимых характеристик опухолевого узла [63]. По результатам проведенного анализа таковыми были признаны вовлечение структур синуса, характер роста, размер опухоли, расположение относительно края почки (медиальное/латеральное). Однако SPARE, в отличие от R.E.N.A.L. и PADUA, не содержит соотношения степени сложности резекции с диапазоном полученной суммы баллов.

Следует отметить, что нефрометрическая шкала R.E.N.A.L., помимо использования в качестве основы для создания новых систем оценки резектабельности образований почек, также подвергалась модификации. В 2014 г. была опубликована статья, посвященная измененной шкале R.E.N.A.L. (modified R.E.N.A.L., mR.E.N.A.L.), применяемой для оценки опухолевых узлов небольших размеров в случае использования аблативных методик [66]. Отличие mR.E.N.A.L. от исходной системы оценки заключается в изменении диапазона значений переменной «R», соответствующей разным категориям (табл. 8).

В МНИОИ им. П.А. Герцена – филиале НМИЦ радиологии для предоперационного планирования в целях определения объема операции и стратификации риска развития интраоперационных и ранних постоперационных осложнений используется система R.E.N.A.L. При наличии у пациентов новообразований, отнесенных к группам низкой и средней степени сложности резекции, в большинстве случаев выполняется органосохраняющее вмешательство. В случаях высокой степени сложности вопрос об объеме хирургического лечения решается индивидуально. В некоторых случаях, при низкой степени сложности резекции и наличии у хирурга достаточного опыта, возможно проведение вмешательства без пережатия почечных сосудов, что значительно снижает степень ишемического повреждения паренхимы за счет отсутствия явлений реперфузии, имеющих место при снятии наложенного на почечные сосуды зажима.

Система R.E.N.A.L. сочетает в себе четкую стратификацию степени сложности выполнения операции при проведении органосохраняющего лечения и простоту в применении за счет наличия единообразной количественной системы оценки параметров опухолевого узла, что значительно снижает степень субъективности и позволяет стандартизированно характеризовать новообразования почек.

Таблица 7. Сравнение нефрометрических шкал R.E.N.A.L. и PADUA

Table 7. Comparison of R.E.N.A.L. and PADUA nephrometry scores

Критерий Criteria	R.E.N.A.L.	PADUA
Максимальный размер Maximal size	Количественная оценка по 3-балльной шкале Quantitative assessment on a 3-point scale	Количественная оценка по 3-балльной шкале Quantitative assessment on a 3-point scale
Экзофитный/ эндофитный рост Exophytic/endophytic properties	Количественная оценка по 3-балльной шкале Quantitative assessment on a 3-point scale	Количественная оценка по 3-балльной шкале Quantitative assessment on a 3-point scale
Отношение к собирающей системе Nearness of the tumor to the collecting system	Количественная оценка по 3-балльной шкале Quantitative assessment on a 3-point scale	Качественная оценка (+/–) с присвоением баллов по 2-балльной шкале Qualitative assessment on a 2-point scale
Отношение к почечному синусу Nearness of the tumor to the sinus		Качественная оценка (+/–) с присвоением баллов по 2-балльной шкале Qualitative assessment on a 2-point scale
Передняя/задняя локализация Anterior/posterior location	Нет баллов. Обозначаются постфиксами «а», «р», «х», «h» No points given. Mass assigned a descriptor of “a”, “p”, “x”, “h”	
Локализация относительно продольной оси почки Location relative to the longitudinal axis of the kidney	Количественная оценка по 3-балльной шкале Quantitative assessment on a 3-point scale	Количественная оценка по 2-балльной шкале Quantitative assessment on a 2-point scale
Медиальная/латеральная локализация Medial/lateral location	—	Качественная оценка с присвоением баллов по 2-балльной шкале Qualitative assessment on a 2-point scale

Таблица 8. Показатель размера (R) в системах R.E.N.A.L. и mR.E.N.A.L.

Table 8. Value of the size (R) in R.E.N.A.L. and mR.E.N.A.L. nephrometry scores

Показатель «R», см Value of “R”, cm		Балл Point
R.E.N.A.L.	mR.E.N.A.L.	
≤4	<3	1
4,1–6,9	3–4	2
≥7	>4	3



## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Состояние онкологической помощи населению России в 2018 году. Под ред. А.Д. Каприна, В.В. Старинского, Г.В. Петровой. М.: МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, 2019. С. 132–144, 208–214. [State of oncological care in Russia in 2018. Eds.: A.D. Kaprin, V.V. Starinskiy, G.V. Petrova. Moscow: MNIОI im. P.A. Gertsena – filial FGBU “NMITS radiologii” Minzdrava Rossii, 2019. Pp. 132–144, 208–214. (In Russ.)].
2. Урология. Российские клинические рекомендации. Под ред. Ю.Г. Аляева, П.В. Глыбочко, Д.Ю. Пушкаря. М.: Медфорум, 2017. С. 293–357. [Urology. Russian clinical guidelines. Eds.: Yu.G. Alyaev, P.V. Glybochko, D.Yu. Pushkar. Moscow: Medforum, 2017. Pp. 293–357. (In Russ.)].
3. Klatte T., Ficarra V., Gratzke C. et al. A literature review of renal surgical anatomy and surgical strategies for partial nephrectomy. *Eur Urol* 2015;68:980–92. DOI: 10.1016/j.eururo.2015.04.010.
4. Ljungberg B., Albiges L., Bensalah K. et al. European Association of Urology Guidelines on Renal Cell Carcinoma: The 2019 Update. *Eur Uro* 2019;75(5):799–810. DOI: 10.1016/j.eururo.2019.02.011.
5. NCCN Guidelines Version 2.2019 Kidney Cancer. Available at: [https://www.nccn.org/professionals/physician\\_gls/pdf/kidney.pdf](https://www.nccn.org/professionals/physician_gls/pdf/kidney.pdf).
6. Kunath F., Schmidt S., Krabbe L. et al. Partial nephrectomy versus radical nephrectomy for clinical localised renal masses. *Cochrane Database Syst Rev* 2017;5:CD012045. DOI: 10.1002/14651858.CD012045.pub2.
7. Gershman B., Thompson R., Boorjian S. et al. Radical versus partial nephrectomy for cT1 renal cell carcinoma. *Eur Urol* 2018;74(6):825–32. DOI: 10.1016/j.eururo.2018.08.02.
8. Kim S., Campbell S., Gill I. et al. Collaborative review of risk benefit tradeoffs between partial and radical nephrectomy in the management of anatomically complex renal masses. *Eur Urol* 2016;72(1):64–75. DOI: 10.1016/j.eururo.2016.11.038.
9. Kim S., Thompson R., Boorjian S. et al. Comparative effectiveness for survival and renal function of partial and radical nephrectomy for localized renal tumors: a systematic review and metaanalysis. *J Urol* 2012;188:51–7. DOI: 10.1016/j.juro.2012.03.006.
10. Millet I., Doyon F., Pages E. et al. Morphometric scores for renal tumors: what does the radiologist need to know? *Eur J Radiol* 2014;83(8):1303–10. DOI: 10.1016/j.ejrad.2014.04.025.
11. Lane B., Babineau C., Poggio Em. et al. Factors predicting renal functional outcome after partial nephrectomy. *J Urol* 2008;180:2363–9. DOI: 10.1016/j.juro.2008.08.036.
12. Timsit M., Bazin J., Thiounn N. et al. Prospective study of safety margins in partial nephrectomy: intraoperative assessment and contribution of frozen section analysis. *Urology* 2006;67:923–6. DOI: 10.1016/j.urolgy.2005.11.020.
13. Ficarra V., Galfano A., Cavalleri S. Is simple enucleation a minimal partial nephrectomy responding to the EAU guidelines’ recommendations? *Eur Urol* 2009;55:1315–8. DOI: 10.1016/j.eururo.2008.08.067.
14. Martorana G., Lupo S., Brunocilla E. et al. Role of nephron sparing surgery in the treatment of centrally located renal tumors. *Arch Ital Urol Androl* 2004;76(2):51–5.
15. Nadu A., Mor Y., Laufer M. et al. Laparoscopic partial nephrectomy: single center experience with 140 patients – evolution of the surgical technique and its impact on patient outcomes. *J Urol* 2007;178:435–9; discussion 438–9. DOI: 10.1016/j.juro.2007.03.143.
16. Venkatesh R., Weld K., Ames C. et al. Laparoscopic partial nephrectomy for renal masses: effect of tumor location. *Urology* 2006;67:1169–74; discussion 1174. DOI: 10.1016/j.urolgy.2006.01.089.
17. Kutikov A., Uzzo R. The R.E.N.A.L. nephrometry score: a comprehensive standardized system for quantitating renal tumor size, location and depth. *J Urol* 2009;182:844–53. DOI: 10.1016/j.juro.2009.05.035.
18. Schmit G., Thompson R., Kurup A. et al. Usefulness of R.E.N.A.L. nephrometry scoring system for predicting outcomes and complications of percutaneous ablation of 751 renal tumors. *J Urol* 2013;189(1):30–5. DOI: 10.1016/j.juro.2012.08.180.
19. Reyes J., Canter D., Putnam S. et al. Thermal ablation of the small renal mass: case selection using the R.E.N.A.L.-Nephrometry Score. *Urol Oncol* 2013;31(7):1292–7. DOI: 10.1016/j.urolonc.2011.09.006.
20. Tobert C., Kahnoski R., Thompson D. et al. RENAL nephrometry score predicts surgery type independent of individual surgeon’s use of nephron-sparing surgery. *Urology* 2012;80(1):157–61. DOI: 10.1016/j.urolgy.2012.03.025.
21. Mullins J., Kaouk J., Bhayani S. et al. Tumor complexity predicts malignant disease for small renal masses. *J Urol* 2012;188:2072–6. DOI: 10.1016/j.juro.2012.08.027.
22. Nagahara A., Uemura M., Kawashima A. et al. R.E.N.A.L. nephrometry score predicts postoperative recurrence of localized renal cell carcinoma treated by radical nephrectomy. *Int J Clin Oncol* 2016;21:367–72. DOI: 10.1007/s10147-015-0879-3.
23. Mouracade P., Kara O., Maurice M. et al. Patterns and predictors of recurrence after partial nephrectomy for kidney tumors. *J Urol* 2017;197:1403–9. DOI: 10.1016/j.juro.2016.12.046.
24. Bagrodia A., Harrow B., Liu Z. et al. Evaluation of anatomic and morphologic nomogram to predict malignant and high-grade disease in a cohort of patients with small renal masses. *Urol Oncol* 2014;32(1):37.e17–23. DOI: 10.1016/j.urolonc.2013.03.003.
25. Kutikov A., Smaildone M., Egleston B. et al. Anatomic features of enhancing renal masses predict malignant and high-grade pathology: a preoperative nomogram using the RENAL Nephrometry score. *Eur Urol* 2011;60(2):241–8. DOI: 10.1016/j.eururo.2011.03.029.
26. Antonelli A., Furlan M., Sandri M. et al. The R.E.N.A.L. nephrometric nomogram cannot accurately predict malignancy or aggressiveness of small renal masses amenable to partial nephrectomy. *Clin Genitourin Cancer* 2014;12:366–72. DOI: 10.1016/j.clgc.2014.02.003.
27. Correa A., Toussi A., Amin M. et al. Small renal masses in close proximity to the collecting system and renal sinus are enriched for malignancy and high Fuhrman grade and should be considered for early intervention. *Clin Genitourin Cancer* 2018;16:e729–33. DOI: 10.1016/j.clgc.2018.01.017.
28. Canter D., Kutikov A., Manley B. et al. Utility of the R.E.N.A.L. nephrometry scoring system in objectifying treatment decision-making of the enhancing renal mass. *Urology* 2011;78:1089–94. DOI: 10.1016/j.urolgy.2011.04.035.
29. Sharma P., McCormick B., Zargar-Shoshtari K. et al. Is surgeon intuition equivalent to models of operative complexity in determining the surgical approach for nephron sparing surgery? *Indian J Urol* 2016;32:124–31. DOI: 10.4103/0970-1591.179191.
30. Hew N., Baseskioglu B., Barwari K. et al. Critical appraisal of the PADUA classification and assessment of the R.E.N.A.L. nephrometry score in patients undergoing partial nephrectomy. *J Urol* 2011;186:42. DOI: 10.1016/j.juro.2011.03.020.
31. Petros F., Keskin S., Yu K. et al. Intraoperative conversion from partial to radical nephrectomy: incidence, predictive factors, and outcomes. *Urology*

- 2018;116:114–9. DOI: 10.1016/j.urology.2018.03.017.
32. Basu S., Khan I., Das R. et al. RENAL nephrometry score: predicting perioperative outcomes following open partial nephrectomy. *Urol Ann* 2019;11:187–92. DOI: 10.4103/UA.UA\_93\_18.
33. Qian J., Jiang J., Li P. et al. Factors influencing the feasibility of segmental artery clamping during retroperitoneal laparoscopic partial nephrectomy. *Urology* 2019;129:92–7. DOI: 10.1016/j.urology.2019.03.024.
34. Kopp R., Mehrzin R., Palazzi K. et al. Factors affecting renal function after open partial nephrectomy – a comparison of clampless and clamped warm ischemic technique. *Urology* 2012;80:865–70. DOI: 10.1016/j.urology.2012.04.079.
35. Antonelli A., Cindolo L., Sandri M. et al. Predictors of the transition from off to on clamp approach during ongoing robotic partial nephrectomy: data from the CLOCK randomized clinical trial. *J Urol* 2019;202:62–8. DOI: 10.1097/JU.000000000000194.
36. Long J., Arnoux V., Fiard G. et al. External validation of the RENAL nephrometry score in renal tumours treated by partial nephrectomy. *BJU Int* 2013;111:233–9. DOI: 10.1111/j.1464-410X.2012.11339.x.
37. Mayer W., Godoy G., Choi J. et al. Higher RENAL Nephrometry Score is predictive of longer warm ischemia time and collecting system entry during laparoscopic and robotic assisted partial nephrectomy. *Urology* 2012;79:1052–6. DOI: 10.1016/j.urology.2012.01.048.
38. Desantis D., Lavallee L., Witiuk K. et al. The association between renal tumour scoring system components and complications of partial nephrectomy. *Can Urol Assoc J* 2015;9(1–2):39–45. DOI: 10.5489/cuaj.2303.
39. Altunrende F., Laydner H., Hernandez A. et al. Correlation of the RENAL nephrometry score with warm ischemia time after robotic partial nephrectomy. *World J Urol* 2013;31:1165–9. DOI: 10.1007/s00345-012-0867-4.
40. Wu C., Chen Y., Chen C. et al. External validation of RENAL nephrometry score to assess the perioperative parameter for laparoscopic partial nephrectomy in a single institution. *Urol Sci* 2017;28:14–8. DOI: 10.1016/j.urols.2015.11.115.
41. Yeon J., Son S., Lee Y. et al. The nephrometry score: is it effective for predicting perioperative outcome during robot-assisted partial nephrectomy? *Korean J Urol* 2014;55:254–9. DOI: 10.4111/kju.2014.55.4.254.
42. Yallappa S., Imran R., Rizvi I. et al. Validation of radius exophytic/endophytic nearness anterior/posterior location and preoperative aspects and dimensions used for an anatomical nephrometric scores in patients undergoing partial nephrectomy for renal cancer: a single-center experience and literature review. *Urol Ann* 2018;10:270–9. DOI: 10.4103/UA.UA\_11\_18.
43. Watts K., Ghosh P., Stein S. et al. Value of Nephrometry score constituents on perioperative outcomes and Split renal function in patients undergoing minimally invasive partial nephrectomy. *Urology* 2017;99:112–7. DOI: 10.1016/j.urology.2016.01.046.
44. Rosevear H., Gellhaus P., Lightfoot A. et al. Utility of the RENAL nephrometry scoring system in the real world: predicting surgeon operative preference and complication risk. *BJU Int* 2012;109:700. DOI: 10.1111/j.1464-410X.2011.10452.x.
45. Simhan J., Smaldone M., Tsai K. et al. Objective measures of renal mass anatomic complexity predict rates of major complications following partial nephrectomy. *Eur Urol* 2011;60:724–30. DOI: 10.1016/j.eururo.2011.05.030.
46. Alvim R., Audenet F., Vertosick E. 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* 2018;1(5):428–34. DOI: 10.1016/j.euro.2018.05.004.
47. Hayn M., Schwaab T., Underwood W., Kim H.L. RENAL nephrometry score predicts surgical outcomes of laparoscopic partial nephrectomy. *BJU Int* 2010;108(6):876–81. DOI: 10.1111/j.1464-410X.2010.09940.x.
48. Zhou H., Yan Y., Zhang J. et al. Role of R.E.N.A.L. nephrometry score in laparoscopic partial nephrectomy. *Chin Med J (Engl)* 2017;130:2170–5. DOI: 10.4103/0366-6999.213973.
49. Husain F., Rosen D., Paulucci D. et al. R.E.N.A.L. nephrometry score predicts non-neoplastic parenchymal volume removed during robotic partial nephrectomy. *J Endourol* 2016;30(10):1099–104. DOI: 10.1089/end.2016.0337.
50. Tomaszewski J., Smaldone M., Mehrzin R. et al. Anatomic complexity quantitated by nephrometry score is associated with prolonged warm ischemia time during robotic partial nephrectomy. *Urology* 2014;84(2):340–4. DOI: 10.1016/j.urology.2014.04.013.
51. Sharma A., Mavuduru R., Bora G. et al. Predicting trifecta outcomes after robot-assisted nephron-sparing surgery: beyond the nephrometry score. *Investig Clin Urol* 2018;59:305–12. DOI: 10.4111/icu.2018.59.5.305.
52. Stroup S., Palazzi K., Kopp R. et al. RENAL nephrometry score is associated with operative approach for partial nephrectomy and urine leak. *Urology* 2012;80:151–6. DOI: 10.1016/j.urology.2012.04.026.
53. Mufarrij P., Krane L., Rajamahanty S. et al. Does nephrometry scoring of renal tumors predict outcomes in patients selected for robot-assisted partial nephrectomy? *J Endourol* 2011;25:1649–53. DOI: 10.1089/end.2011.0003.
54. Zhang Z., Tang Q., Li X. 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;21:40–4. DOI: 10.1111/iju.12192.
55. Miyake H., Furukawa J., Hinata N. et al. Significant impact of R.E.N.A.L. nephrometry score on changes in postoperative renal function early after robot-assisted partial nephrectomy. *Int J Clin Oncol* 2015;20(3):586–92. DOI: 10.1007/s10147-014-0751-x.
56. Gupta R., Tori M., Babitz S. et al. Comparison of RENAL, PADUA, CSA, and PAVP Nephrometry scores in predicting functional outcomes after partial nephrectomy. *Urology* 2019;124:160–7. DOI: 10.1016/j.urology.2018.03.055.
57. Kwon T., Jeong I., Ryu J. et al. Renal function is associated with Nephrometry score after partial nephrectomy: a study using diethylene Triamine Penta-acetic acid (DTPA) renal scanning. *Ann Surg Oncol* 2015;22(Suppl 3):S1594–600. DOI: 10.1245/s10434-015-4500-9.
58. Wang Y., Huang C., Chang C. et al. The role of RENAL, PADUA, C-index, CSA nephrometry systems in predicting ipsilateral renal function after partial nephrectomy. *BMC Urology* 2019;19:72. DOI: 10.1186/s12894-019-0504-2.
59. 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;56:786–93. DOI: 10.1016/j.eururo.2009.07.040.
60. Simmons M., Ching C., Samplaski M. et al. Kidney tumor location measurement using the C index method. *J Urol* 2010;183:1708–13. DOI: 10.1016/j.juro.2010.01.005.
61. Simmons M., Hillyer S., Lee B. et al. Diameter-axial-polar nephrometry: integration and optimization of R.E.N.A.L. and centrality index scoring systems. *J Urol* 2012;188:384–90. DOI: 10.1016/j.juro.2012.03.123.
62. Hakky T., Baumgarten A., Allen B. et al. Zonal NePhRO scoring system: a superior renal tumor complexity classification model. *Clin Genitourin Cancer* 2014;12:e13–8. DOI: 10.1016/j.clgc.2013.07.009.

63. 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;124:621–8. DOI: 10.1111/bju.14772.
64. Spaliviero M., Poon B., Karlo C. et al. An Arterial Based Complexity (ABC) scoring system to assess the morbidity profile of partial nephrectomy. *Eur Urol* 2016;69:72–9. DOI: 10.1016/j.eururo.2015.08.008.
65. Leslie S., Gill I., Castro Abreu de A. et al. Renal tumor contact surface area: a novel parameter for predicting complexity and outcomes of partial nephrectomy. *Eur Urol* 2014;66(5):884–93. DOI: 10.1016/j.eururo.2014.03.010.
66. Gahan J., Richter M., Seideman C. et al. The performance of a modified RENAL nephrometry score in predicting renal mass radiofrequency ablation success. *Urology* 2015;85(1):125–9. DOI: 10.1016/j.urology.2014.08.026

#### Вклад авторов

Н.А. Рубцова: написание текста рукописи, подготовка иллюстраций;  
 Е.В. Крянева: написание текста рукописи, подготовка иллюстраций, обзор публикаций по теме статьи;  
 А.Б. Гольбиц: подготовка иллюстраций;  
 Б.Я. Алексеев, А.А. Костин: обзор публикаций по теме статьи;  
 А.Д. Каприн: анализ полученных данных.

#### Authors' contributions

N.A. Rubtsova: article writing, preparing of illustrations;  
 E.V. Kryaneva: article writing, preparing of illustrations, reviewing of publications of the article's theme;  
 A.B. Golbits: preparing of illustrations;  
 B.Ya. Alekseev, A.A. Kostin: reviewing of publications of the article's theme;  
 A.D. Kaprin: analysis of the obtained data.

#### ORCID авторов / ORCID of authors

Н.А. Рубцова / N.A. Rubtsova: <https://orcid.org/0000-0001-8378-4338>  
 Е.В. Крянева / E.V. Kryaneva: <https://orcid.org/0000-0002-9474-1074>  
 А.Б. Гольбиц / A.B. Golbits: <https://orcid.org/0000-0002-4030-3212>  
 Б.Я. Алексеев / B.Ya. Alekseev: <https://orcid.org/0000-0002-3398-4128>  
 А.А. Костин / A.A. Kostin: <https://orcid.org/0000-0002-0792-6012>  
 А.Д. Каприн / A.D. Kaprin: <https://orcid.org/0000-0001-8784-8415>

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Финансирование.** Работа выполнена без спонсорской поддержки.

**Financing.** The work was performed without external funding.

**Статья поступила:** 17.08.2020. **Принята к публикации:** 21.10.2020.

**Article submitted:** 17.08.2020. **Accepted for publication:** 21.10.2020.