

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОЦЕНКИ ИНДЕКСОВ НЕФРОМЕТРИИ В ПРОГНОЗЕ ПЕРИОПЕРАЦИОННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОРГАНОСОХРАНЯЮЩИХ ПОСОБИЙ У ПАЦИЕНТОВ С ЛОКАЛИЗОВАННЫМ РАКОМ ПАРЕНХИМЫ ПОЧКИ

Измайлова А.А., Сирота Е.С., Аляев Ю.Г., Аджиев А.Р., Пузаков К.Б., Жолдубаев А.А.

Первый МГМУ им. И.М. Сеченова МЗ РФ (Сеченовский Университет). г. Москва, Россия.

**Цель исследования.** На основании данных мультиспиральной компьютерной томографии провести сравнительный анализ оценки индексов R.E.N.A.L. Nephrometry Score (RENAL), Preoperative Aspects and Dimensions Used for an Anatomical (PADUA), Centrality index scoring (C-index) в прогнозе периоперационных результатов органосохраняющих операций в наблюдениях с локализованным раком паренхимы почки.

**Материалы и методы.** Проведен анализ результатов лапароскопических резекций у 70 пациентов с новообразованиями паренхимы почки. Расчеты индексов RENAL, PADUA, C-index выполнены врачом лучевой диагностики по данным мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) и урологом на основании 3D-построений до операции. Средний возраст больных 55,27 (48-62) лет. Средняя продолжительность операции 124,7 (90-150) минут, среднее время тепловой ишемии 10,07 (0-16,2) минут, объем кровопотери 193,5 (100-300) мл. Послеоперационные осложнения зафиксированы у 6 (8,6%) пациентов. Уровень СКФ (скорость клубочковой фильтрации): перед операцией 75,85 (62-92,5) мл/мин/1,73м<sup>2</sup>, через 24 часа – 72,05 (58,75-83,25) мл/мин/1,73м<sup>2</sup>. Методами однофакторного и многофакторного логистического регрессионного анализа оценена возможность использования расчетов значения индексов нефрометрии врачами лучевой диагностики и урологами как статистически значимых предикторов в отношении времени тепловой ишемии <20 минут или ≥20 минут; продолжительность операции <120 минут или ≥120 минут, объем кровопотери <100 мл или ≥100 мл.

**Результаты.** Сравнительный анализ индексов нефрометрии по данным МСКТ и 3D-моделям показал статистически значимое различие ( $p < 0,0001$ ) – средняя сумма баллов: RENAL3D – 7,21 (6-9), RENALМСКТ – 7,82 (6-9); PADUA3D – 8,34 (7-10), PADUAMSКТ – 9,38 (8-11); C-index3D – 2,98 (1,69-4,12), C-indexМСКТ – 1,48 (0,8-1,8).

Индекс PADUA3D статистически значим при однофакторном ( $p=0,009$ ) и многофакторном ( $p=0,035$ ) анализе в прогнозе времени ишемии ≥20 минут. Ни один из индексов, рассчитанных по данным МСКТ и 3D-моделям, не показал статистическую значимость при многофакторном и однофакторном анализе в прогнозе длительности операции <120 минут или ≥120 минут и объёму кровопотери <100 мл или ≥100 мл.

**Обсуждение.** Причина различий в балльной оценке между врачами лучевой диагностики и урологами, по нашему мнению, связана с тем, что расчет некоторых переменных индексов нефрометрии таких, как размер опухоли, отношение к элементам чашечно-лоханочной системы и синуса на основе 3D более точны в определении по сравнению с анализом МСКТ.

**Заключение.** Балльная оценка индексов нефрометрии RENAL, PADUA, C-index специалистами лучевой диагностики на основании 2D-МСКТ и врачами урологами по данным 3D-построений имели статистически значимое различие. Лучшей прогностической значимостью предикации времени тепловой ишемии ≥20 минут является индекс PADUA3D. В прогнозе времени операции и объёма кровопотери ни один из индексов статистически не достоверен. Использование 3D-построений для расчёта нефрометрических индексов облегчает и упрощает подсчёт баллов по всем трём нефрометрическим шкалам.

Ключевые слова: мультиспиральная компьютерная томография, индексы нефрометрии, рак почки, 3D-технологии, лапароскопия.

Контактный автор: Измайлова А.А., e-mail: izmailovaa20@gmail.com

Для цитирования: Измайлова А.А., Сирота Е.С., Аляев Ю.Г., Аджиев А.Р., Пузаков К.Б., Жолдубаев А.А. Сравнительный анализ оценки индексов нефрометрии в прогнозе периоперационных результатов органосохраняющих пособий у пациентов с локализованным раком паренхимы почки. REJR 2024; 14(1):110-120. DOI: 10.21569/2222-7415-2024-14-1-110-120.

Статья получена: 19.11.23

Статья принята: 18.03.24

## THE COMPARATIVE ANALYSIS OF RENAL INDEX EVALUATION BY RADIOLOGISTS AND UROLOGISTS IN PREDICTING PERIOPERATIVE OUTCOMES OF ORGAN-PRESERVING INTERVENTIONS IN PATIENTS WITH LOCALIZED KIDNEY PARENCHYMAL CANCER

Izmailova A.A., Sirota E.S., Alyaev Yu.G., Adzhiev A.R., Puzakov K.B., Zholdubaev A.A.

I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University). Moscow, Russia.

**Purpose.** Comparative analysis of R.E.N.A.L. Nephrometry Score (RENAL), Preoperative Aspects and Dimensions Used for an Anatomical (PADUA), Centrality index scoring (C-index) evaluations using radiological methods by radiologists and urologists in predicting perioperative outcomes of organ-preserving surgeries for patients with localized kidney parenchymal cancer.

**Materials and Methods.** The study analyzed laparoscopic resection results in 70 patients with kidney parenchymal neoplasms. RENAL, PADUA, and C-index calculations were performed by a radiologist using multislice computed tomography (MSCT) data and by a urologist based on 3D reconstructions preoperatively. The average age of patients was 55.27 (48-62) years. The mean duration of the operation was 124.7 (90-150) minutes, mean warm ischaemic time was 10.07 (0-16.2) minutes, and blood loss volume was 193.5 (100-300) ml. Postoperative complications were observed in 6 (8.6%) patients. The preoperative glomerular filtration rate (GFR) was 75.85 (62-92.5) ml/min/1.73m<sup>2</sup>, and after 24 hours, it was 72.05 (58.75-83.25) ml/min/1.73m<sup>2</sup>. The possibility of using nephrometry index calculations by radiologists and urologists as statistically significant predictors for warm ischaemic time <20 minutes or ≥20 minutes; operation duration <120 minutes or ≥120 minutes; blood loss volume <100 ml or ≥100 ml was assessed using univariate and multivariate logistic regression analysis.

**Results.** Comparative analysis of nephrometry indices using MSCT data and 3D models revealed a statistically significant difference ( $p < 0.0001$ ) - average scores: RENAL3D - 7.21 (6-9), RENALMSCT - 7.82 (6-9); PADUA3D - 8.34 (7-10), PADUAMSCT - 9.38 (8-11); C-index3D - 2.98 (1.69-4.12), C-indexMSCT - 1.48 (0.8-1.8).

PADUA3D showed statistical significance in univariate ( $p=0.009$ ) and multivariate ( $p=0.035$ ) analysis in predicting ischaemic time ≥20 minutes. None of the indices, calculated from MSCT and 3D models, demonstrated statistical significance in univariate and multivariate analysis for predicting operation duration <120 minutes or ≥120 minutes and blood loss volume <100 ml or ≥100 ml.

**Discussion.** The reason for the differences in scoring between radiologists and urologists, in our opinion, is due to the fact that the calculation of some variable nephrometry indices, such as tumor size, relation to the elements of the collecting system and sinus based on 3D, is more accurate in determining compared with MSCT analysis.

**Conclusion.** Scoring of nephrometry indices (RENAL, PADUA, C-index) by radiology experts using 2D MSCT and by urologists based on 3D reconstructions showed statistically significant differences. The PADUA3D index exhibited better prognostic significance in predicting ischaemic time ≥20 minutes. None of the indices were statistically significant in predicting operation duration and blood loss volume. The usage of 3D reconstructions for nephrometric index calculations facilitates and simplifies scoring across all three nephrometric scales.

Keywords: multislice computed tomography; nephrometry indices; kidney cancer; 3D technologies; laparoscopy.

*For citation: Izmailova A.A., Sirota E.S., Alyaev Yu.G., Adzhiev A.R., Puzakov K.B., Zholdubaev A.A. The comparative analysis of renal index evaluation by radiologists and urologists in predicting perioperative outcomes of organ-preserving interventions in patients with localized kidney parenchymal cancer. REJR 2024; 14(1):110-120. DOI: 10.21569/2222-7415-2024-14-1-110-120.*

Received: 19.11.23

Accepted: 18.03.24

**В** настоящее время основным методом лечения локализованного почечно-клеточного рака (ПКР) является хирургический, используются три основных вида операций: органосохраняющие (ОСО) и/или органоуносящие вмешательства (ОУО) и аблативные вмешательства.

В наблюдениях с локализованной формой ПКР после проведения ОСО отмечен лучший прогноз по общей выживаемости по сравнению с пациентами, у которых применялись ОУО, за счет сохранения объема функционирующих нефронов уменьшается риск развития метаболического синдрома и сердечно-сосудистых заболеваний [1].

Согласно современным рекомендациям больным ПКР в стадии T1a рекомендовано проведение ОСО, в стадии ПКР T1b-T2 выполнение ОСО показано при наличии технической возможности осуществления пособия [2]. ОСО осуществляются с использованием различных хирургических доступов: открытого, видеоэндоскопического (трансабдоминального, ретроперитонеоскопического), робот-ассистированного. Приоритетными хирургическими доступами при выполнении ОСО в настоящее время являются малоинвазивные доступы – видеоэндоскопический и/или робот-ассистированный [3, 4].

На этапе планирования хирургической тактики лечения в наблюдениях с ПКР врач не только определяет вид хирургического доступа, но также оценивает операбельность пациента, а при планировании ОСО резектабельность новообразования паренхимы почки. Кроме того, перед хирургом возникают вопросы прогноза риска возникновения периоперационных осложнений, а также достижения приемлемых функциональных и онкологических результатов ОСО.

С целью решения задач планирования пособий пациентов с ПКР в мировой урологической практике разработаны и используются, как наиболее валидизированные, шкалы нефрометрии: RENAL (R.E.N.A.L. Nephrometry Score), PADUA (Preoperative Aspects and Dimensions Used for an

Anatomical), C-index (Centrality index scoring) [5, 6, 7]. Нефрометрическая оценка выполняется по DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) данным лучевых методов диагностики: мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) и/или магнитно-резонансной томографии (МРТ). Расчет балльной оценки врачи лучевой диагностики и урологи осуществляют по данным МСКТ и/или МРТ.

В мировой практике проведены исследования, в которых определялась предикторная ценность нефрометрических индексов в прогнозе периоперационных результатов ОСО, при этом заключения этих исследований противоречивы [8, 9].

Также в настоящее время не проводились сравнительные исследования предиктивной значимости балльной оценки нефрометрических индексов врачами лучевой диагностики по данным МСКТ и урологами на основании 3D-моделей патологического процесса в прогнозе периоперационных результатов ОСО в наблюдениях с локализованным ПКР. Существуют лишь единичные публикации о применении 3D-реконструкций в анализе нефрометрических индексов сложности предстоящего пособия [10, 11].

В связи с этим, нами был проведен ретроспективный анализ по оценке расчетов балльной оценки шкал нефрометрии (RENAL, PADUA, C-index) врачами лучевой диагностики и урологами как статистически значимых предикторов в отношении времени тепловой ишемии, времени операции и объема кровопотери в наблюдениях ОСО у пациентов с локализованным ПКР.

#### **Цель исследования.**

На основании данных мультиспиральной компьютерной томографии провести сравнительный анализ оценки индексов R.E.N.A.L. Nephrometry Score (RENAL), Preoperative Aspects and Dimensions Used for an Anatomical (PADUA), Centrality index scoring (C-index) в прогнозе периоперационных результатов органосохраняющих операций в наблюдениях с локализованным раком паренхимы почки.

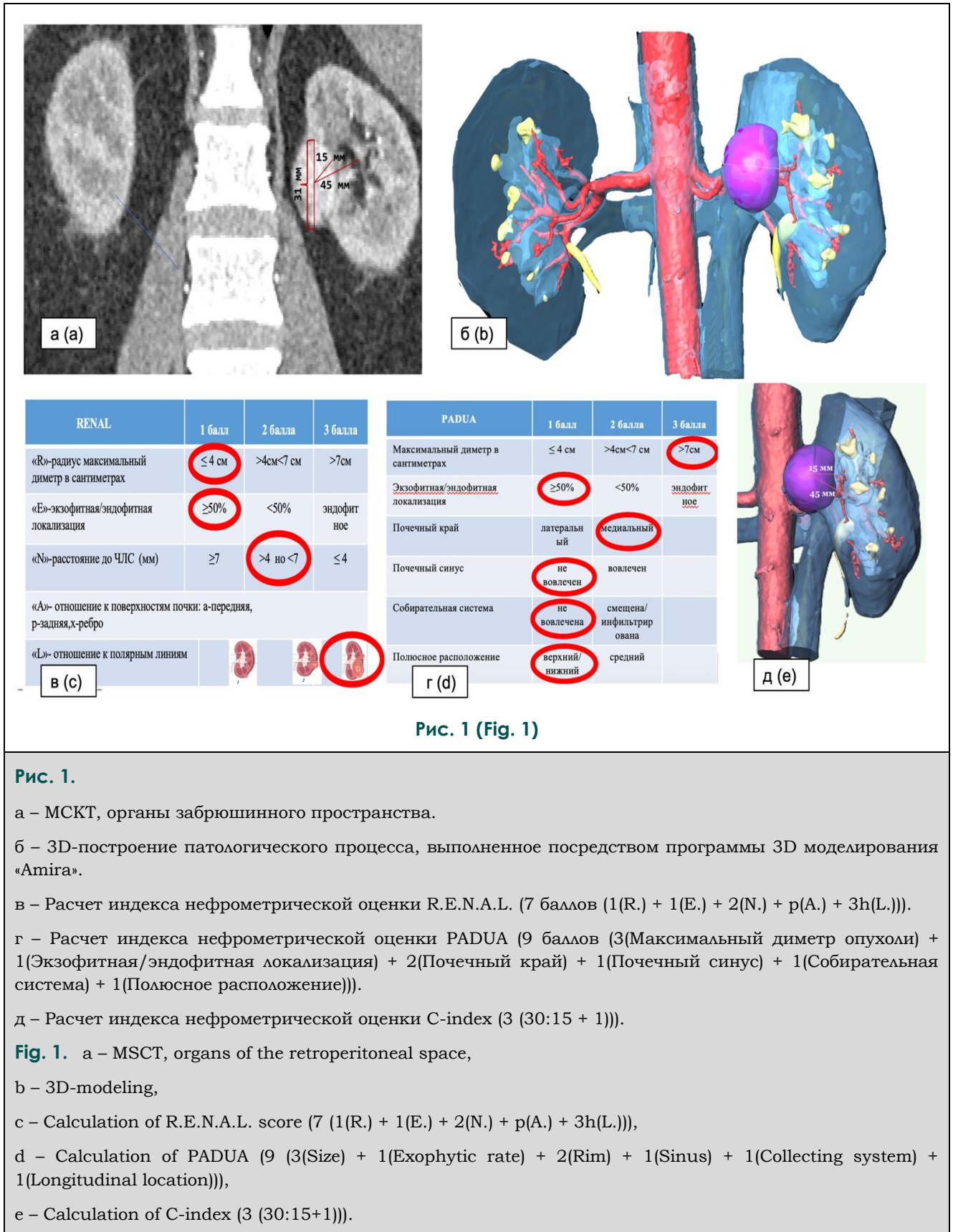


Рис. 1 (Fig. 1)

**Рис. 1.**

а – МСКТ, органы забрюшинного пространства.

б – 3D-построение патологического процесса, выполненное посредством программы 3D моделирования «Amira».

в – Расчет индекса нефрометрической оценки R.E.N.A.L. (7 баллов (1(R.) + 1(E.) + 2(N.) + p(A.) + 3h(L.))).

г – Расчет индекса нефрометрической оценки PADUA (9 баллов (3(Максимальный диаметр опухоли) + 1(Экзофитная/эндофитная локализация) + 2(Почечный край) + 1(Почечный синус) + 1(Собирательная система) + 1(Полюсное расположение))).

д – Расчет индекса нефрометрической оценки C-index (3 (30:15 + 1))).

**Fig. 1.** а – MSCT, organs of the retroperitoneal space,

б – 3D-modeling,

с – Calculation of R.E.N.A.L. score (7 (1(R.) + 1(E.) + 2(N.) + p(A.) + 3h(L.))),

д – Calculation of PADUA (9 (3(Size) + 1(Exophytic rate) + 2(Rim) + 1(Sinus) + 1(Collecting system) + 1(Longitudinal location))),

е – Calculation of C-index (3 (30:15+1))).

**Таблица №1. Клинико-демографические характеристики пациентов.**

Показатель	Значение
Возраст, лет	55,27 ± 9,87
Пол, <i>n</i> (%): мужской женский	40 (57,1) 30(42,39)
Сторона поражения, <i>n</i> (%): справа слева	37 (52,9) 33 (47,1)
Локализация, <i>n</i> (%): верхний сегмент средний сегмент нижний сегмент	18 (25,8) 27(38,6) 25 (35,7)
Поверхность, <i>n</i> (%): передняя задняя ребро	34 (48,6) 27 (38,6) 9(12,9)
Абсолютный объем опухоли, мм <sup>3</sup>	41,47 ± 77,69
T1a	44 (62,9)
T1b	21 (30,0)
T2a	3 (4,3)
T2b	1 (1,4)
T3a	1 (1,4)

**Материалы и методы.**

В анализ включены результаты 70 лапароскопических ОСО у пациентов с локализованной формой ПКР, находившихся на хирургическом лечении в клинике урологии Первого МГМУ им. И.М. Сеченова за период 2022 г.

Каждое из наблюдений оценивалось по трем индексам нефрометрии (RENAL, PADUA, C-index) врачом лучевой диагностики и урологом. При этом оба специалиста не имели данных балльной оценки друг у друга, а также периоперационных результатов ОСО. Врач лучевой диагностики проводил расчёт индексов с использованием базового программного обеспечения для отображения визуализационных исследований (RadiAnt DICOM Viewer), оценивая DICOM данные МСКТ с контрастированием, выполненных на аппарате Toshiba Aquilion ONE (рис. 1 а).

Врач- уролог использовал 3D-программное обеспечение «Amira» в оценке 3D-реконструкций патологического процесса (рис. 1 б).

Средний возраст больных 55,27 (48-62) лет. Мужчин – 40 (57,1 %), женщин – 30 (42,39 %). Всем пациентам в предоперационном периоде проведено стандартное физикальное и инструментальное обследование. Из дополнительных методов обследования всем больным на основании выполненной МСКТ проводилось 3D-моделирование и виртуальное осуществление операций с помощью программы «Amira» версии 5.4.5 компании VSG (лицензия ASTND.44644). Клинико-демографические характеристики пациентов представлены в таблице №1.

Операции выполнялись 7 урологами клиники с опытом проведения ≥ 80 лапароскопических ОСО. Вмешательства осуществ-

**Таблица №2. Периоперационные результаты хирургического лечения.**

Показатель	Значение
Вид доступа, n (%): трансперитонеальный ретроперитонеальный роботический	50 (71,4) 15 (21,42) 5 (7,14)
Время тепловой ишемии, n (%): ≤20 мин >20 мин	61 (87,14) 9 (12,85)
Длительность операции, n (%): ≤120 мин >120 мин	39 (55,71) 31 (44,28)
Кровопотеря, мл	193,57 (100-300) мл
Послеоперационные осложнения, n (%)	6 (8,6)
Уровень СКФ, мл/мин/1,73 м <sup>2</sup> Перед операцией Через 24 ч после операции	75,85 (62-92,5) 72,05 (58,75-83,25)

ляли с использованием инструментов и видеозендоскопического оборудования компаний Karl Storz (Германия) и Aesculap (Германия). Этапы ОСО были стандартными.

**Статистический анализ.**

Для прогноза времени тепловой ишемии, времени операции величины интраоперационной кровопотери в зависимости от значения индексов шкал (RENAL, PADUA, C-index) использовали метод логистического регрессионного анализа.

В качестве отклика рассматривались следующие бинарные переменные: время тепловой ишемии (<20 мин или ≥ 20 мин), время операции (<120 мин или ≥ 120 мин), объем кровопотери (<100 мл или ≥100 мл).

В качестве возможных предикторов рассматривались категориальные значения индексов шкал C-index (от 1 до 1,99 балла или ≥ 2 баллов), PADUA (10 баллов (1), 8–9 баллов (2), 6–7 баллов (3)), RENAL (10–12 баллов (1), 7–9 баллов (2), 4–6 баллов (3)).

Построение логистической регрессионной модели осуществлялось в однофакторном и многофакторном форматах методами принудительного и пошагового включения прогностических факторов с определением минимального набора предикторов, с оценкой значения коэффициента детерминации (R<sup>2</sup> Нэйджелкера), показывающего долю влия-

ния всех предикторов модели на дисперсию зависимой переменной.

Проверку статистической значимости модели проводили с помощью критерия χ<sup>2</sup>. При значении p<0,05 нулевую гипотезу о незначимости модели отвергали. Соответствие модели использованным данным характеризовали с применением критерия согласия Хосмера–Лемешоу. При p>0,05 принималась гипотеза о согласованности модели.

Интерпретацию параметров логистической регрессии производили на основе величины exp(b). Положительный коэффициент b и значение exp(b)>1 указывают на то, что шансы наступления прогнозируемого события возрастают. Отрицательный коэффициент b и величина exp(b)<1 свидетельствуют о снижении шансов. Для отношений шансов рассчитывали 95% доверительные интервалы (ДИ). Показатель определяли как статистически значимый, если в ДИ не входила единица.

**Результаты.**

При выполнении ОСО использовали 2 основных вида доступа: трансперитонеальный, ретроперитонеальный, основные периоперационные результаты ОСО представлены в таблице №2.

При проведении сравнительного анализа оценки индексов нефрометрии по данным

**Таблица №3. Данные больных по нефрометрическим шкалам RENAL, PADUA, C-index.**

Показатель	Значение по данным 3D	Значение по данным МСКТ
Шкала RENAL, n (%):	7,21±1,99	7,82±1,55
4–6	25(35,71)	13(18,57)
7–9	36(51,42)	52(74,28)
10–12	9(12,85)	5(7,14)
Шкала PADUA, n (%):	8,34±1,72	9,38±1,59
6–7	20(28,57)	9(12,85)
8–9	32(45,71)	28(40)
≥10	18(25,71)	33(47,14)
C-index	2,98 ± 1,69	1,48 ± 1,02

МСКТ врачом лучевой диагностики и 3D урологом отмечено статистически значимое различие ( $p > 0,05$ ) (табл. №3).

При логистическом регрессионном анализе нефрометрических индексов, полученных врачами- урологами на основании данных 3D-моделирования в прогнозировании времени тепловой ишемии при ОСО, статистически значимым предиктором был индекс PADUA.

Результаты оценки прогностической значимости всех индексов для определения времени тепловой ишемии при ОСО представлены в таблице №4.

При однофакторном и многофакторном анализе прогноза периоперационных показателей: время операции и объема кровопотери по данным полученными врачами-урологами на основании 3D-моделирования почки установлено, что ни один из 3 индексов нефрометрии статистической значимостью не обладал.

**Обсуждение.**

В последнее десятилетие в мире отмечается увеличение верификации новообразований паренхимы почки при проведении лучевых методов диагностики [12]. «Золотым стандартом» хирургического лечения опухолей паренхимы почки на стадии T1-2 является ОСО. Результаты ОСО во многом зависят от анатомической сложности новообразований паренхимы почки и «кривой обучения» хирурга. Согласно клиническим рекомендациям, для выполнения ОСО используются 3 вида хирургических доступов: открытый, лапароскопический и робот-ассистированный.

Количество оперативных вмешательств, необходимое для достижения должного уровня оперативных навыков ОСО, раз-

личается в зависимости от вида хирургического доступа. Из трех оперативных доступов ОСО самая длинная «кривая обучения» у лапароскопического.

В нашем исследовании «кривая обучения» хирургов, выполнявших ОСО из лапароскопического доступа, составила  $\geq 80$  пособий. Такая «кривая обучения» по данным ряда мировых исследователей достаточна для достижения оптимальных периоперационных результатов ОСО. Так, согласно проведенного ранее исследования, в нашей клинике с анализом «кривой обучения» 4 урологов выполнивших ОСО 320 пациентам с ПКР, минимальное количество ОСО, необходимое для достижения MIC (Margin, Ischemia, and Complications)  $\geq 70\%$ , должно быть не менее 40 вмешательств [13].

В настоящее время шкалы нефрометрии RENAL, PADUA и C-index нашли широкое применение в работе урологов ведущих мировых клиник [14]. Балльная оценка шкал нефрометрии рассчитывается на основе двухмерной визуализации МСКТ врачами лучевой диагностики и/или урологами.

В нашем исследовании расчёт баллов выполнялся специалистами лучевой диагностики при анализе данных МСКТ, врачами-урологами на основании 3D-построений. Трёхмерная реконструкция стала технологическим инструментом с большим потенциалом для облегчения выполнения ОСО. 3D-модели помогают в планировании операции для определения хирургической тактики и прогноза интраоперационных осложнений. Благодаря объёмной визуализации при помощи программного софта 3D-моделирования врач получает возможность прецизионно оценить сложность операции и рассчитать индексы нефрометрии.

**Таблица №4. Сводные данные регрессионных моделей прогнозирования времени тепловой ишемии на основании 3D.**

Предикторы	Коэфф. регрессии (b)	Стд. Ошибка	Статистика Вальда $\chi^2$	Значимость (p)	OR	95% Доверит. интервал для OR	
						Нижняя граница	Верхняя граница
Однофакторный анализ							
C-index	-0,154	0,242	0,404	0,525	0,857	0,534	1,378
PADUA	0,631	0,241	6,842	<b>0,009</b>	1,880	1,171	3,016
RENAL	0,423	0,224	3,569	0,059	1,526	0,984	2,367
Многофакторный анализ							
C-index	0,326	0,278	1,374	0,241	1,386	0,803	2,392
PADUA	0,890	0,423	4,423	<b>0,035</b>	2,436	1,062	5,584
RENAL	-0,085	0,413	0,042	0,837	0,919	0,409	2,063

По результатам нашего исследования установлено, что средняя балльная оценка индексов показала статистически значимое различие расчётов врачами лучевой диагностики по МСКТ и урологами по 3D-моделям: RENALМСКТ – 7,82(6-9), RENAL3D – 7,21(6-9); PADUAMSКТ – 9,38(8-11), PADUA3D – 8,34(7-10); C-index3D – 2,98(1,69-4,12).

При анализе внутригрупповых различий индекса RENAL по степени сложности только две категории низкой и умеренной сложности показали значимые различия, а расчёт категории высокой сложности статистических различий не показал. При этом необходимо отметить, что балльная оценка врачами лучевой диагностики была выше в определении значений подгруппы умеренной сложности (RENAL 7-9 баллов), и меньшей в подгруппе низкой сложности (RENAL 4-6 баллов).

Результаты сравнения расчетов индекса PADUA врачами лучевой диагностики и урологами также имели статистически значимые различия по подгруппам низкого (6-7 баллов) и высокого ( $\geq 10$  баллов) риска развития осложнений, но не были статистически значимы в подгруппе среднего риска (8-9 баллов).

Врачи лучевой диагностики рассчитали C-index в 35 наблюдениях  $\leq 1$  (0,3-1,0), при

этом при сравнительном соотношении среднее значение C-indexМСКТ – 1,48(0,8-1,8) ( $p < 0,0001$ ) между врачами лучевой диагностики и урологами было статистически значимо.

Причина таких различий в балльной оценке между врачами лучевой диагностики и урологами, по нашему мнению, связана с тем, что расчет некоторых переменных индексов нефрометрии таких, как размер опухоли, отношение к элементам чашечно-лоханочной системы и синуса на основе 3D более точны в определении по сравнению с анализом МСКТ.

Необходимо также отметить, что диаметр опухоли в определенной степени не отражает реальный размер опухоли. Только трехмерный объем может определяет реальный размер новообразования паренхимы почки. Кроме того, некоторые исследователи пришли к выводу, что для определения функциональных результатов после ОСО необходимо измерять именно трехмерный объем, а не двухмерный диаметр [15].

В нескольких исследованиях сообщалось об использовании виртуальных 3D-моделей для предоперационного планирования ОСО. Так Francesco Porpiglia et al. отметили положительную роль применения 3D-моделирования почки с целью предоперационном планировании и интраоперационной



навигации в 21 наблюдении, 3D-построения способствовали уменьшению времени тепловой ишемии почки при сложных ОСО на основании лучшего понимания сосудистой анатомии [16].

Проблема отсутствия пространственного восприятия внутриорганной топографической анатомии почки приводит к тому, что мы не можем спрогнозировать возникновение периоперационных осложнений. Действительно, стандартные методы предоперационного обследования в объеме контрастного МСКТ и/или МРТ не позволяют получить полное представление о расположении опухоли паренхимы почки и её взаимоотношения с сосудистой системой почки.

По мнению Ukimura O. et al., навигационные технологии с помощью трехмерного видеоизображения непрозрачной опухоли и полупрозрачных элементов нормальной анатомии почки направлены на решение этой проблемы. Так в основе использования нулевой ишемии при ОСО лежит концепция анатомической реноваскулярной микродиссекции ветвей почечной артерии третичного порядка по отношению к краю опухоли. Обычные методы трехмерной КТ-реконструкции представляют все три структуры (почку, опухоль и почечные сосуды) как непрозрачные элементы. Таким образом, в трехмерном реконструированном изображении с достаточной анатомической детализацией визуализируется только экстраренальная сосудистая сеть, однако непрозрачная почка не позволяет визуализировать внутрипочечные взаимоотношения опухоли и прилегающих к ней артерий. Поэтому в настоящее время понимание хирургом соответствующей интратренальной анатомии при ОСО основывается исключительно на предоперационных КТ-изображениях в сочетании с интраоперационной лапароскопической визуализацией и двухмерным ультразвуковым исследованием [17].

ОСО является сложным оперативным вмешательством, и прогнозирование периоперационных результатов, в дополнение к онкологическим и функциональным исходам, имеет первостепенное значение для оценки соотношения риска и пользы ОСО по сравнению с ОУО.

Результаты нашего исследования в оценке предикторной значимости индексов (RENAL, PADUA, C-index) для длительности тепловой ишемии, объема кровопотери, продолжительности операции ОСО, наличия послеоперационных осложнений с помощью логистического регрессионного анализа было определено, что наибольшей прогностиче-

ской значимостью обладал индекс PADUA3D, рассчитанный врачами-урологами на основании 3D-модели патологического процесса.

Ни один из остальных индексов, рассчитанных по данным МСКТ врачами лучевой диагностики и 3D врачами-урологами, не показал статистическую значимость при многофакторном и однофакторном анализе в прогнозе длительности операции и объема кровопотери.

Положительными сторонами нашего исследования является сравнительный анализ расчетов индексов нефрометрии RENAL и PADUA в прогнозировании периоперационных результатов ОСО на основании 2D- и 3D-визуализации. Полученные нами результаты подчеркивают, что точность оценки хирургической сложности опухоли почки в определенной степени зависит от формата визуализации, используемого при оценке индексов нефрометрии. Этот вывод является важным дополнением к современной литературе, поскольку переносит акцент дискуссии с вопроса «какой показатель нефрометрии наиболее точен» на вопрос «какой инструмент визуализации лучше для оценки сложности опухоли».

Недостатками нашего исследования явилась небольшая общая выборка пациентов, одноцентровой и ретроспективный характер исследования.

Необходимо проведение дальнейших многоцентровых исследований с большим количеством наблюдений, с целью валидации 3D-моделирования в урологической практике для определения персонализированного подхода в определении тактики лечения пациентов с ПКР.

#### **Заключение.**

Бальная оценка индексов нефрометрии RENAL, PADUA, C-index специалистами лучевой диагностики на основании 2D-МСКТ и врачами урологами по данным 3D-построений имели статистически значимое различие. Лучшей прогностической значимостью предикации времени тепловой ишемии  $\geq 20$  минут является индекс PADUA3D. В прогнозе времени операции и объема кровопотери ни один из индексов статистически не достоверен. Использование 3D-построений для расчёта нефрометрических индексов облегчает и упрощает подсчёт баллов по всем трём нефрометрическим шкалам.

#### **Источник финансирования и конфликт интересов.**

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки исследования и конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

**Список литературы:**

1. Capitanio U., Terrone C., Antonelli A. et al. Nephron-sparing techniques independently decrease the risk of cardiovascular events relative to radical nephrectomy in patients with a T1a-T1b renal mass and normal preoperative renal function. *Eur Urol.* 2015; 67: 683-9.
2. Ljungberg B., Albiges L., Bedke J. et al. EAU guidelines on renal cell carcinoma 2022. Arnhem, The Netherlands: European Association of Urology, 2022.
3. Capitanio U., Terrone C., Antonelli A., et al. Nephron-sparing techniques independently decrease the risk of cardiovascular events relative to radical nephrectomy in patients with a T1a-T1b renal mass and normal preoperative renal function. *Eur Urol.* 2015; 67: 683-9.
4. Smith Z.L. Current Status of Minimally Invasive Surgery for Renal Cell Carcinoma. *Current urology reports.* 2016; 17: 43.
5. Аляев Ю.Г., Сирота Е.С., Рапопорт Л.М. и др. Сравнение значимости шкал нефрометрической оценки RENAL, PADUA, C-index для прогноза сложности лапароскопической резекции почки. *Онкоурология.* 2018. DOI:10.17650/1726-9776-2018-14-1-36-46
6. 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. PMID: 19616235.
7. 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. PMID: 19665284.
8. Kriegmair M.C., Mandel P., Moses A. et al. Defining Renal Masses: Comprehensive Comparison of RENAL, PADUA, NePhRO, and C-Index Score. *Clinical genitourinary cancer.* 2017; 15: 248-55 e1.
9. Schiavina R., Novara G., Borghesi M. et al. PADUA and R.E.N.A.L. nephrometry scores correlate with perioperative outcomes of robot-assisted partial nephrectomy: analysis of the Vattikuti Global Quality Initiative in Robotic Urologic Surgery (GQI-RUS) database. *BJU international.* 2017; 119: 456-63.
10. Sofia C., Magno C., Silipigni S. et al. Value of three-dimensional volume rendering images in the assessment of the centrality index for preoperative planning in patients with renal masses. *Clinical radiology.* 2017; 72: 33-40
11. Сирота Е.С., Гордуладзе Д.Н., Рапопорт Л.М., Гридин В.Н., Цариченко Д.Г., Кузнецов И.А., Бочкарёв П.В., Аляев Ю.Г. Неинвазивная морфологическая диагностика локализованных образований паренхимы почки (пилотное исследование). *REJR.* 2021; 11 (4): 94-104. DOI: 10.21569/2222-7415-2021-11-4-94-104.
12. Janzen N.K., Kim H.L., Figlin R.A., Belldegrun A.S. Surveillance after radical or partial nephrectomy for localized renal cell carcinoma and management of recurrent disease. *Urologic Clinics of North America.* 2003; 30: 843-852 DOI 10.1016/s0094-0143(03)00056-9
13. Sirota E.S., Rapoport L.M., Gridin V.N., Tsarichenko D.G., Kuznetsov I.A., Sirota A.E. et al. Analysis of the learning curve in laparoscopic partial nephrectomy in patients with localized renal parenchymal lesions depending on the nephrometric score. *Urologiia.* 2020; 6: 11-18. PMID: 33377672
14. Veccia A., Antonelli A., Uzzo R.G., Novara G., Kutikov A., Ficarra V. et al. Predictive Value of Nephrometry Scores in Nephron-sparing Surgery: A Systematic Review and Meta-analysis. *Eur Urol Focus.* 2020; 6 (3): 490-504. doi: 10.1016/j.euf.2019.11.004. Epub 2019 Nov 24. PMID: 3177607
15. Mir M.C., Campbell R.A., Sharma N., Remer E.M., Simmons M.N., Li J. et al. Parenchymal volume preservation and ischemia during partial nephrectomy: functional and volumetric analysis. *Urology.* 2013; 82: 263-268 DOI 10.1016/j.urology.2013.03.068.
16. Porpiglia F., Fiori C., Checcucci E. et al. Hyperaccuracy three-dimensional reconstruction is able to maximize the efficacy of selective clamping during robot-assisted partial nephrectomy for complex renal masses. *Eur Urol.* 2018; 74: 651-660. [https://doi.org/ 10.1016/j.eururo.2017.12.027](https://doi.org/10.1016/j.eururo.2017.12.027)
17. Ukimura O., Nakamoto M., Gill I.S. Three-dimensional reconstruction of renovascular-tumor anatomy to facilitate zero-ischemia partial nephrectomy. *Eur Urol.* 2012; 61 (1): 211-7. doi: 10.1016/j.eururo.2011.07.068. Epub 2011 Sep 15. PMID: 21937162.

**References:**

1. Capitanio U., Terrone C., Antonelli A. et al. Nephron-sparing techniques independently decrease the risk of cardiovascular events relative to radical nephrectomy in patients with a T1a-T1b renal mass and normal preoperative renal function. *Eur Urol.* 2015; 67: 683-9.
2. Ljungberg B., Albiges L., Bedke J. et al. EAU guidelines on renal cell carcinoma 2022. Arnhem, The Netherlands: European Association of Urology, 2022.
3. Capitanio U., Terrone C., Antonelli A., et al. Nephron-sparing techniques independently decrease the risk of cardiovascular events relative to radical nephrectomy in patients with a T1a-T1b renal mass and normal preoperative renal function. *Eur Urol.* 2015; 67: 683-9.
4. Smith Z.L. Current Status of Minimally Invasive Surgery for Renal Cell Carcinoma. *Current urology reports.* 2016; 17: 43.
5. Alyaev Yu.G., Sirota E.S., Rapoport L.M. et al. Comparison of the significance of the nephrometric assessment scales RENAL, PADUA, C-index for predicting the complexity of laparoscopic kidney resection. *Oncourology.* 2018. DOI:10.17650/1726-9776-2018-14-1-36-46 (in Russian).
6. 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. PMID: 19616235.
7. 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. PMID: 19665284.
8. Kriegmair M.C., Mandel P., Moses A. et al. Defining Renal Masses: Comprehensive Comparison of RENAL, PADUA, NePhRO, and C-Index Score. *Clinical genitourinary cancer.* 2017; 15: 248-55 e1.

2017; 15: 248-55 e1.

9. Schiavina R., Novara G., Borghesi M. et al. PADUA and R.E.N.A.L. nephrometry scores correlate with perioperative outcomes of robot-assisted partial nephrectomy: analysis of the Vattikuti Global Quality Initiative in Robotic Urologic Surgery (GQI-RUS) database. *BJU international*. 2017; 119: 456-63.
10. Sofia C., Magno C., Silipigni S. et al. Value of three-dimensional volume rendering images in the assessment of the centrality index for preoperative planning in patients with renal masses. *Clinical radiology*. 2017; 72: 33-40
11. Sirota E.S., Gorduladze D.N., Rapoport L.M., Gridin V.N., Tsarichenko D.G., Kuznetsov I.A., Bochkarev P.V., Alyaev Yu.G. Non-invasive morphological diagnosis of localized formations of the kidney parenchyma (pilot study). *REJR*. 2021; 11 (4): 94-104. DOI: 10.21569/2222-7415-2021-11-4-94-104 (in Russian).
12. Janzen N.K., Kim H.L., Figlin R.A., Belldegrun A.S. Surveillance after radical or partial nephrectomy for localized renal cell carcinoma and management of recurrent disease. *Urologic Clinics of North America*. 2003; 30: 843-852 DOI 10.1016/s0094-0143(03)00056-9
13. Sirota E.S., Rapoport L.M., Gridin V.N., Tsarichenko D.G., Kuznetsov I.A., Sirota A.E. et al. Analysis of the learning curve in laparoscopic partial nephrectomy in patients with localized renal parenchymal lesions depending on the nephrometric score. *Urologiia*. 2020; 6: 11-18. PMID: 33377672 (in Russian).
14. Veccia A., Antonelli A., Uzzo R.G., Novara G., Kutikov A., Ficarra V. et al. Predictive Value of Nephrometry Scores in Nephron-sparing Surgery: A Systematic Review and Meta-analysis. *Eur Urol Focus*. 2020; 6 (3): 490-504. doi: 10.1016/j.euf.2019.11.004. Epub 2019 Nov 24. PMID: 3177607
15. Mir M.C., Campbell R.A., Sharma N., Remer E.M., Simmons M.N., Li J. et al. Parenchymal volume preservation and ischemia during partial nephrectomy: functional and volumetric analysis. *Urology*. 2013; 82: 263-268 DOI 10.1016/j.urology.2013.03.068.
16. Porpiglia F., Fiori C., Checcucci E. et al. Hyperaccuracy three-dimensional reconstruction is able to maximize the efficacy of selective clamping during robot-assisted partial nephrectomy for complex renal masses. *Eur Urol*. 2018; 74: 651-660. [https://doi.org/ 10.1016/j.eururo.2017.12.027](https://doi.org/10.1016/j.eururo.2017.12.027)
17. Ukimura O., Nakamoto M., Gill I.S. Three-dimensional reconstruction of renovascular-tumor anatomy to facilitate zero-ischemia partial nephrectomy. *Eur Urol*. 2012; 61 (1): 211-7. doi: 10.1016/j.eururo.2011.07.068. Epub 2011 Sep 15. PMID: 21937162.