

# АНАЛИЗ ЛУЧЕВЫХ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИКИ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ГИСТОЛОГИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ ОПУХОЛИ ПАРЕНХИМЫ ПОЧКИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

3.1.6 - Онкология, лучевая терапия  
(медицинские науки)  
3.1.25 - Лучевая диагностика  
(медицинские науки)

## КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

- магниторезонансная томография
- мультиспиральная компьютерная томография
- «виртуальная биопсия» почки
- рак паренхимы почки

\*Исмаилов Х.М., Проскура А.В., Шпоть Е.В., Сирота Е.С., Черненький М.М., Черненький И.М., Шурыгина Р.К., Винаров А.З., Бутнару Д.В., Фиев Д.Н., Аляев Ю.Г., Глыбочко П.В., Вовденко С.В., Жолдубаев А.А., Амрахов С.М., Измаилова А.А.

ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова МЗ РФ (Сеченовский Университет)  
Институт урологии и репродуктивного здоровья человека

## АННОТАЦИЯ:

Несмотря на то, что большинство новообразований паренхимы почек злокачественные, по данным литературы встречаемость доброкачественных опухолей почки составляет 16-19%. Прирост выявляемости МОП привел к росту не нужного лечения пациентов с доброкачественными новообразованиями почки, таких как ангиомиолипома и онкоцитомы. Это связано с тем, что не всегда представляется возможным дифференцировать современными методами лучевой диагностики доброкачественные опухоли от злокачественных. Учитывая вышеуказанное, на данный момент имеется необходимость в поиске метода для определения гистологического строения новообразований паренхимы почки на предоперационном этапе.

**Для цитирования.** Исмаилов Х.М., Проскура А.В., Шпоть Е.В., Сирота Е.С., Черненький М.М., Черненький И.М., Шурыгина Р.К., Винаров А.З., Бутнару Д.В., Фиев Д.Н., Аляев Ю.Г., Глыбочко П.В., Вовденко С.В., Жолдубаев А.А., Амрахов С.М., Измаилова А.А. «АНАЛИЗ ЛУЧЕВЫХ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИКИ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ГИСТОЛОГИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ ОПУХОЛИ ПАРЕНХИМЫ ПОЧКИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)». Ж. ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ И ИНТЕРВЕНЦИОННАЯ РАДИОЛОГИЯ. 2024; 18(2.1): 29-34.

## ANALYSIS OF RADIOLOGICAL DIAGNOSTIC METHODS IN PREDICTION OF RENAL TUMORS HISTOLOGY (LITERATURE REVIEW)

\*Ismailov Kh.M., Proskura A.V., Shpot E.V., Syrota E.S., Chernenky M.M., Chernenky I.M., Shurygina R.K., Vinarov A.Z., Butnaru D.V., Fiev D.N., Alyaev U.G., Glybochko P.V., Vovdenko S.V., Zholdubaev A.A., Amrakhov S.M., Izmailova A.A.

Institute for Urology and Reproductive Health (Sechenov University)

## KEY-WORDS:

- magnetic resonance imaging
- multiparametric computed tomography
- virtual renal biopsy
- renal cancer

## ABSTRACT:

Despite the fact that most renal parenchyma tumors are malignant, incidence of benign kidney tumors in literature is about 16-19%. It is not always possible to differentiate between benign and malignant tumors with radiological methods. Therefore increase in diagnostic rate of small renal tumors has led to overtreatment of patients with angiomyolipomas and oncocytomas. Alternative methods for preoperational differential diagnosis of benign and malignant kidney tumors are still being evaluated.

## Введение

Почечно-клеточная карцинома (ПКК) является самым частым онкологическим заболеванием почки в мире. В последние годы отмечается увеличение частоты встречаемости новообразований паренхимы почки, что может быть связано с улучшением визуализирующих методов диагностики. В настоящее время большинство первично выявленных опухолей почки диагностируют случайно, как бессимптомные маленькие (<3-4 см) опухоли почки (МОП) без признаков отдаленного метастазирования [1]. Несмотря на то, что большинство новообразований паренхимы почек злокачественные, по

данным литературы встречаемость доброкачественных опухолей почки составляет 16-19% [2]. Новообразования почки часто являются случайной находкой при обследовании [3]. Прирост выявляемости МОП привел к росту не нужного лечения пациентов с доброкачественными новообразованиями почки, таких как ангиомиолипома и онкоцитомы. Это связано с тем, что не всегда представляется возможным дифференцировать современными методами лучевой диагностики доброкачественные опухоли от злокачественных [4]. Несмотря на то, что компьютерная томография (КТ) является основным

\*Адрес для корреспонденции (Correspondence to): Исмаилов Халил Михайлович (Ismailov Khalil M.), e-mail: halilismailov2013@mail.ru

методом лучевой диагностики новообразований паренхимы почки, она в некоторых наблюдениях может не дать однозначных результатов [5], что может потребовать использование магнитно-резонансной томографии (МРТ) и последующей биопсии опухоли почки. На данный момент, биопсия новообразования паренхимы почки является необходимым условием для постановки диагноза на предоперационном этапе. Однако, качество данного метода несколько снижается ввиду того, что не всегда полученные биоптаты диагностически достоверны (10-15%), также качество результатов биопсии может быть снижено ввиду гетерогенности строения опухолевого узла (10%) [6-8]. Стоит также отметить, что данная процедура не всегда выполнима ввиду возможно неудобного топографо-анатомического расположения опухолевого узла. Также необходимо отметить, что биопсия новообразования паренхимы почки, несмотря на низкую частоту осложнений, является инвазивной процедурой [6] и требует подготовленного медицинского персонала и технического обеспечения. Вышеуказанные недостатки метода в свою очередь привели к тому, что около 25% всех новообразований почки до 4 см ложно классифицированы как злокачественные, и были подвергнуты к не показанному хирургическому лечению [9].

Учитывая вышеуказанное, на данный момент имеется необходимость в поиске метода для определения гистологического строения новообразований паренхимы почки на предоперационном этапе. Современные стандартные методы лучевой диагностики не позволяют определять морфологическую принадлежность новообразований паренхимы почки.

#### **Магнитно-резонансная томография**

На данный момент, КТ с контрастированием наиболее часто используемый радиологический метод визуализации новообразований паренхимы почки. Несмотря на то, что есть радиологические признаки, позволяющие предположить гистологическое строение опухоли почки, им не достает специфичности для постановки достоверного морфологического диагноза. Исследовано время и паттерн распределения контрастного препарата между различными гистологическими вариантами ПКК. Однако из-за значительного перекреста указанных признаков между различными гистологическими вариантами опухоли почки, они не нашли практического клинического применения [10-13].

МРТ с большим числом различных режимов сканирования, позволяет получать больше информации о новообразовании паренхимы почки в отличие от КТ [10]. При помощи мультипараметрической МРТ (МпМРТ) помимо данных о нормальной и патологической анатомии органа возможно, определять макроскопические включения жировых структур, а также оценивать плотность клеток в диффузно-взвешенном режиме сканирования [14]. Ограничением МпМРТ служит более высокая стоимость и длительность исследования по сравнению с КТ [15]. В исследовании Sasiwimonphan K. et al., [16] показана чувствительность 73%, специфичность 99% и точность 96% в дифференциальной диагностике ангиомиолипом (АМЛ) с низким содержанием жира от ПКК благодаря разнице между интенсивностью сигнала опухоли и коркового слоя почки <0,9 при T2в комбинации с разницей накопления между артериальной фазой и выделением контрастного препарата >1,5, либо индексу интенсивности сигнала >20% вместе с интенсивностью сигнала >1,5 на T1.

Kay F. и соавт., [17] разработали протокол с диагностическим алгоритмом для прогноза гистологической структуры ПКК при маленьких новообразованиях паренхимы почки. В исследовании семь независимых экспертов изучали изображения 109 пациентов с образованием почки, диагностический алгоритм позволил прогнозировать светлоклеточный вариант ПКК с чувствительностью 85% и специфичностью 76%. В предика-

ции. При исследовании папиллярного варианта ПКК чувствительность составила 80%, специфичность 94%. Хуже результаты чувствительности и специфичности получены при дифференцировке доброкачественных новообразований и хромофобного варианта ПКК. Средняя точность при использовании алгоритма составила 65%, 43% при сравнении с результатами без использования алгоритма. Применив тот же алгоритм Canvasser N. и соавт., [18] разработали шкалу, ccLS (clear cell likelihood score), для определения светлоклеточного варианта ПКК, при которой разработана балльная система от 1 до 5 (от крайне маловероятно, до очень вероятно) для обозначения уровня уверенности в определении светлоклеточного варианта ПКК. Используя данную систему, авторы пришли к следующим результатам: при оценке 4 балла чувствительность составила 78%, специфичность 80%, в то время как при результате 3 баллах чувствительность составила 95%, а специфичность 58%.

Steinberg R. и соавт., [19] в своем исследовании пришли к схожим результатам. Положительная прогностическая ценность составила 91% при ccLS 4, и отрицательная прогностическая ценность составила 94% при ccLS 2. Хотя данные результаты не позволяют делать выводы о злокачественности или доброкачественности гистологического строения, или же агрессивности опухоли, они помогают определить выбор тактики лечения пациентов с маленькими образованиями почек. Например, Canvasser и соавт., [18] пришли к выводу, что при использовании данного алгоритма, когда последний составляет 1 или 2 балла, пациенты с маленькими образованиями почки могут быть подвержены активному наблюдению. При неоднозначном ccLS 3 балла выполнялось биопсия образования почки, а при ccLS 4-5 баллов показано хирургическое лечение. Это позволило бы снизить частоту биопсии почки на 20%, в то время как, неоправданное лечение пациентов с онкоцитомой и ангиомиолипомой снизилось бы на 4,5% и 1,7% соответственно.

Количественный анализ протоколов МРТ также продемонстрировал многообещающие результаты в определении гистологической природы опухолей почки. В недавнем систематическом обзоре, измеряемый коэффициент диффузии (ИКД), полученный при режиме диффузно-взвешенного исследования (ДВИ), проявил умеренную достоверность для предположения злокачественности образования почки с чувствительностью и специфичностью 86% и 78% соответственно. Более того, режим ДВИ позволяет различать с умеренной достоверностью high-grade от low-grade светлоклеточный вариант ПКК, однако не позволяет дифференцировать гистологические подтипы ПКК [20].

#### **Компьютерная томография**

Методы визуализации играют важную роль в определении биологии новообразования паренхимы почки, в связи с чем использование КТ необходимо в предоперационном периоде при ПКК.

В исследовании Wang K. и соавт., продемонстрировано, что пациенты с более агрессивными вариантами ПКК были возрастными, имели высокий балл по шкале ECOG (Eastern Cooperative Oncology Group), большое соотношением нейтрофилов к лимфоцитам, с большим размером опухоли, и низким уровнем гемоглобина, по сравнению с менее агрессивным гистологическим строением рака почки [21].

Прогностическая ценность размера новообразования проанализирована в исследовании Ball M. и соавт., в котором авторы пришли к результатам, что размер опухоли является значимым прогностическим фактором для определения агрессивности ПКК, что также подтверждено в исследовании Bhindi V. и соавт., при использовании стратификации опухолей по размеру [22,23].

В недавнем исследовании Ficarra V. и соавт., отметили среди

значимых факторов биологической агрессивности опухоли почки характеристики КТ: размер опухоли, рост опухоли, характеристики контрастирования, очаги некроза и расстояние от синуса почки до края образования. Также авторы пришли к выводу, что показатели перитуморальной и интратуморальной неоваскуляризации являются важными факторами, однако необходимо их дальнейшее изучение [24]. В некоторых исследованиях изучались также границы опухоли. Врачи радиологи рекомендуют при описании данных КТ разделять границы опухоли на «ограниченный» и «атипичный». В исследовании Wang K. и соавт., [21] авторы подразделяли «атипичные» границы опухоли на узловую паттерн роста, размытые границы между образованием и паренхимой почки, и не эллиптическую границу образования. «Атипичная» граница образования служила значимым признаком периренальной инвазии и инвазии в синус почки, и являлась фактором гистологической агрессивности рака почки [25]. Более того, авторы пришли к выводу что расстояние менее 4 мм от собирательной системы на КТ изображениях служит фактором риска инвазии в синус почки. Потенциальная роль данного показателя в прогнозировании высокой клеточной атипичности и биологической агрессивности опухоли почки также рассмотрено и подтверждено в литературе [26].

В литературе доступны работы, в которых изучена связь формы строения новообразовании паренхимы почки с ее гистологическим типом. Sung C. и соавт., [27] в своей работе сравнивали морфологические и радиологические особенности АМЛ без содержания жира и злокачественных опухолей почки. Авторы, в своей работе, пришли к выводу, что не круглая форма и выраженная капсула являются признаками АМЛ, и получили данные позитивных и негативных результатов 82,8% и 95,6% соответственно. Также в литературе описывается корреляция формы образования, выведенного на основании 3D моделирования изображений КТ, с характером гистологического строения опухоли почки [28]. Авторами выведена логистическая модель, которая продемонстрировала высокую чувствительность - 98,8%, специфичность - 35,2% и прогностическую ценность - 87,6%.

Среди первых исследований, которые оценивали качественные и количественные параметры КТ, была работа, выполненная Соу Н. и соавт., [29], которые выделили параметры агрессивности светлоклеточного варианта ПКК, как низкие значения накопления контрастного вещества образованием на нефрогенной и выделительной фазах исследования. В связи с тем, что накопление контрастного препарата опухолью, по сравнению с окружающей паренхимой почки, ниже в нефрогенную фазу, последняя считается наиболее чувствительной в описании опухоли почки. Также необходимо отметить, что участки некроза опухоли и ишемические изменения в опухолевом узле, которые приводят к гетерогенности накопления также служат показателями агрессивности. В дополнении ко всему, данные предикторы агрессивности приводят к неоднородному кровообращению в опухолевом узле, что проявляется в неоднородном накоплении контрастного препарата, и в свою очередь, увеличивает степень гетерогенности в образовании. В исследовании Zhu Y. и соавт., помимо степени накопления, среди независимых факторов высокой степени клеточной атипичности, также отмечены возраст и атипичные границы опухоли [30]. Дифференцировка между злокачественными и доброкачественными образованиями на предоперационном этапе является сложной клинической задачей. Так, например, АМЛ без содержания жира, при отсутствии очагов геморрагии, имеют схожую радиологическую картину, что ПКК, особенно в случаях, когда образование почки менее 4 см [31]. В

исследовании Yang C.-W. и соавт., продемонстрировали что такие факторы, как гиподенсный край образования, паттерны гомогенного накопления свойственны АМЛ с низким содержанием жира [13].

#### **Ультразвуковое исследование с контрастированием**

Первые сообщения о появлении УЗИ с контрастным веществом (КВ) стали появляться с 2007 года. В своей работе авторы исследовали возможности УЗ исследования для дифференциальной диагностики кистозных образований почек [32]. В последние годы в литературе описывается применение ультразвукового исследования (УЗИ) с контрастированием для определения природы опухоли паренхимы почки. Среди факторов, позволяющие прогнозировать злокачественность образования опухоли паренхимы почки служат:

- 1) перитуморальное гиперэхогенное кольцо (псевдо-капсула);
- 2) гиперэхогенность (что связано с неоваскуляризацией);
- 3) быстрое накопление и быстрое выведение КВ.

Авторы, проанализировав качественные характеристики УЗИ с контрастированием, пришли к выводу, что основным диагностическим критерием служит быстрое накопление контрастного агента и высокая пиковая интенсивность «fast to peak + high peak intensity», и при учете дополнительных критериев в виде гетерогенного накопления и быстрого выведения КВ пришли к диагностической точности до 91,4% и чувствительности до 98% при определении светлоклеточной почечно-клеточной карциномы [33].

#### **Текстурный анализ и искусственный интеллект**

Первые работы, в которых освещалось использование радиомики и текстурного анализа стали появляться с 2015 года. В последние годы стал возрастать интерес к методам глубокого машинного анализа визуализирующих методов диагностики. Данный метод основывается на экстракции сегментированных изображений, полученных из зоны интереса. В последующем они проходят через машинный алгоритм, вариант искусственного интеллекта, который анализирует, учится и принимает решение на основании изученных изображений. В литературе описываются несколько моделей, основанных на количественном текстурном анализе изображений КТ, которые продемонстрировали хорошие показатели в дифференцировке доброкачественных и злокачественных образований почки. В исследовании, в котором проводился текстурный анализ изображений КТ пациентов с 41 АМЛ и 130 ПКК, при дифференцировке АМЛ без содержания жира от всех форм ПКК, светлоклеточной ПКК, не светлоклеточной ПКК получены результаты AUC (area under the curve) 0,96, 0,97, 0,89 соответственно [34].

Duan C. и соавт., продемонстрировали высокие показатели чувствительности и специфичности (89% и 80% соответственно) текстурного анализа в дифференцировке I и II типов папиллярного ПКК [35].

#### **Заключение**

Каждый из методов на данный момент проходит различные клинические исследования и находится на пороге внедрения в широкую клиническую практику новых возможностей в дифференциальной диагностике гистологического строения новообразований паренхимы почек. Данные методы, вполне вероятно в ближайшее время, смогут позволить дополнить или даже заместить гистологический анализ опухоли паренхимы почки, тем самым обеспечивая полной информацией врачей при выборе тактики лечения пациентов с образованием паренхимы почки. ■

**Список литературы/References**

1. Nguyen MM, Gill IS, Ellison LM. The evolving presentation of renal carcinoma in the United States: trends from the Surveillance, Epidemiology, and End Results program. *J Urol*. 2006; 176(6 pt 1): 2397-2400. discussion 2400.
2. Frank I, Blute ML, Cheville JC, et al. Solid renal tumors: an analysis of pathological features related to tumor size. *J Urol*. 2003; 170(6 pt 1): 2217-2220.
3. O'Connor SD, Pickhardt PJ, Kim DH, et al. Incidental finding of renal masses at unenhanced CT: prevalence and analysis of features for guiding management. *Am J Roentgenol*. 2011; 197: 139-145.
4. Kang SK, Huang WC, Pandharipande PV, Chandarana H. Solid renal masses: what the numbers tell us. *Am J Roentgenol*. 2014; 202: 1196-1206.
5. Pierorazio PM, Hyams ES, Tsai S, et al. Multiphasic enhancement patterns of small renal masses ( $\leq 4$ cm) on preoperative computed tomography: utility for distinguishing subtypes of renal cell carcinoma, angiomyolipoma, and oncocytoma. *Urology*. 2013; 81: 1265-1271.
6. Marconi L, Dabestani S, Lam TB, et al. Systematic review and meta-analysis of diagnostic accuracy of percutaneous renal tumour biopsy. *Eur Urol*. 2016; 69: 660-673.
7. Ball MW, Bezerra SM, Gorin MA, et al. Grade heterogeneity in small renal masses: potential implications for renal mass biopsy. *J Urol*. 2015; 193: 36-40.
8. Gerlinger M, Rowan AJ, Horswell S, et al. Intratumor heterogeneity and branched evolution revealed by multiregion sequencing. *N Engl J Med*. 2012; 366: 883-892.
9. Johnson DC, Vukina J, Smith AB, et al. Preoperatively misclassified, surgically removed benign renal masses: a systematic review of surgical series and United States population level burden estimate. *J Urol*. 2015; 193: 30-35.
10. Kang SK, Huang WC, Pandharipande PV, Chandarana H. Solid renal masses: what the numbers tell us. *Am J Roentgenol*. 2014; 202: 1196-1206.
11. Sevcenco S, Heinz-Peer G, Ponhold L, et al. Utility and limitations of 3-Tesla diffusion-weighted magnetic resonance imaging for differentiation of renal tumors. *Eur J Radiol*. 2014; 83: 909-913.
12. Kim JK, Kim TK, Ahn HJ, et al. Differentiation of subtypes of renal cell carcinoma on helical CT scans. *Am J Roentgenol*. 2002; 178: 1499-1506.
13. Yang C-W, Shen S-H, Chang Y-H, et al. Are there useful CT features to differentiate renal cell carcinoma from lipid-poor renal angiomyolipoma? *Am J Roentgenol*. 2013; 201: 1017-1028.
14. Shinagare AB, Davenport MS, Park H, et al. Lexicon for renal mass terms at CT and MRI: a consensus of the Society of Abdominal Radiology Disease-focused Panel on Renal Cell Carcinoma. *Abdom Radiol*. 2021; 46: 703-722.
15. Siegel C Re: Characterizing solid renal neoplasms with MRI in adults. *J Urol*. 2015; 193: 1152.
16. Sasiwimonphan K, Takahashi N, Leibovich BC, Carter RE, Atwell TD, Kawashima A. Small ( $< 4$  cm) renal mass: differentiation of angiomyolipoma without visible fat from renal cell carcinoma utilizing MR imaging. *Radiology*. 2012; 263: 160-168.
17. Kay FU, Canvasser NE, Xi Y, et al. Diagnostic performance and interreader agreement of a standardized MR imaging approach in the prediction of small renal mass histology. *Radiology*. 2018; 287: 543-553.
18. Canvasser NE, Kay FU, Xi Y, et al. Diagnostic accuracy of multiparametric magnetic resonance imaging to identify clear cell renal cell carcinoma in cT1a renal masses. *J Urol*. 2017; 198: 780-786.
19. Steinberg RL, Rasmussen RG, Johnson BA, et al. Prospective performance of clear cell likelihood scores (ccLS) in renal masses evaluated with multiparametric magnetic resonance imaging. *Eur Radiol*. 2021; 31: 314-324.
20. Kang SK, Zhang A, Pandharipande PV, et al. DWI for renal mass characterization: systematic review and meta-analysis of diagnostic test performance. *Am J Roentgenol*. 2015; 205: 317-324.
21. Wang K, Dong L, Li S, et al. CT features based preoperative predictors of aggressive pathology for clinical T1 solid renal cell carcinoma and the development of nomogram model. *BMC Cancer*. 2024; 24(1): 148. <https://doi.org/10.1186/s12885-024-11870-1>
22. Bhindi B, Thompson RH, Lohse CM, et al. The probability of aggressive versus indolent histology based on renal tumor size: implications for surveillance and treatment. *Eur Urol*. 2018; 74(4): 489-497. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2018.06.003>
23. Ball MW, Gorin MA, Bhayani SB, et al. Preoperative predictors of malignancy and unfavorable pathology for clinical T1a tumors treated with partial nephrectomy: a multi-institutional analysis. *Urol Oncol*. 2015; 33(3): 112e9-1114. <https://doi.org/10.1016/j.urolonc.2014.11.003>
24. Ficarra V, Caloggero S, Rossanese M, et al. Computed tomography features predicting aggressiveness of malignant parenchymal renal tumors suitable for partial nephrectomy. *Minerva Urol Nephrol*. 2021; 73(1): 17-31. <https://doi.org/10.23736/S2724-6051.20.04073-4>
25. Wang H, Wang K, Liu C, et al. Risk factors and oncologic outcomes for clinical T1 renal cell carcinoma upstaging to pathological T3a and the construction of predictive model: a retrospective study. *Urol J*. 2023; 20(3): 148-56. <https://doi.org/10.22037/uj.v19i.7294>
26. Correa AF, 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(4): e729-733. <https://doi.org/10.1016/j.clgc.2018.01.017>
27. Sung CK, Kim SH, Woo S, et al. Angiomyolipoma with minimal fat: differentiation of morphological and enhancement features from renal cell carcinoma at CT imaging. *Acta Radiol*. 2016; 57(9): 1114-1122. <https://doi.org/10.1177/0284185115618547>
28. Фиев Д.Н., Сирота Е.С., Козлов В.В. и др. Корреляция 3D-морфотопометрических характеристик опухоли почки с ее гистологическим строением. *Онкоурология*. 2023; 19(2): 17-28.
29. Fiev DN, Sirota ES, Kozlov VV, et al. Correlation between 3D morphometric characteristics of kidney tumors and their histological structure. *Onkourologiya (Cancer Urology)*. 2023; 19(2): 17-28 [In Russ]. <https://doi.org/10.17650/1726-9776-2023-19-2-17-28>
30. Coy H, Young JR, Pantuck AJ, et al. Association of tumor grade, enhancement on multiphasic CT and microvessel density in patients with clear cell renal cell carcinoma. *Abdom Radiol (NY)*. 2020; 45(10): 3184-3192. <https://doi.org/10.1007/s00261-019-02271-1>
31. Zhu YH, Wang X, Zhang J, et al. Low enhancement on multiphase contrast-enhanced CT images: an independent predictor of the presence of high tumor grade of clear cell renal cell carcinoma. *AJR Am J Roentgenol*. 2014; 203(3): W295-300. <https://doi.org/10.2214/AJR.13.12297>
32. Nie P, Yang G, Wang Z, et al. A Ct-based radiomics nomogram for differentiation of renal angiomyolipoma without visible fat from homogeneous clear cell renal cell carcinoma. *Eur. Radiol*. 2020; 30(2): 1274-1284.
33. Park BK, Kim B, Kim SH, et al. Assessment of cystic renal

masses based on Bosniak classification: comparison of CT and contrast-enhanced US. *Eur J Radiol.* 2007; 61: 310-314.

<https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2006.10.004>

33. Sun D, Wei C, Li Y, et al. Contrast-enhanced ultrasonography with quantitative analysis allows differentiation of renal tumor histotypes. *Sci Rep.* 2016; 11(6): 35081.

34. Cui E-M, Lin F, Li Q, et al. Differentiation of renal angiomy-

olipoma without visible fat from renal cell carcinoma by machine learning based on whole-tumor computed tomography texture features. *Acta Radiol.* 2019; 60: 1543-1552.

35. Duan C, Li N, Niu L, et al. CT texture analysis for the differentiation of papillary renal cell carcinoma subtypes. *Abdom Radiol.* 2020; 45: 3860-3868.

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

**ГЛЫБОЧКО ПЕТР ВИТАЛЬЕВИЧ** - [ORCID: 0000-0002-5541-2251]

д.м.н., профессор, академик РАН, ректор,  
ФГАОУ Первый МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет),  
119435 Российская Федерация, г. Москва, Пироговская ул., 2 стр. 1;

**АЛЯЕВ ЮРИЙ ГЕННАДЬЕВИЧ** - [ORCID: 0000-0002-2937-0983]

член-корр. РАН, д.м.н., профессор,  
Институт урологии и репродуктивного здоровья человека,  
ФГАОУ Первый МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет),  
119435 Российская Федерация, г. Москва, Пироговская ул., 2 стр. 1;

**ФИЕВ ДМИТРИЙ НИКОЛАЕВИЧ** - [ORCID: 0000-0002-0401-8780]

д.м.н., врач-уролог, главный научный сотрудник,  
Институт урологии и репродуктивного здоровья человека,  
ФГАОУ Первый МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет),  
119435 Российская Федерация, г. Москва, Пироговская ул., 2 стр. 1;

**ИСМАИЛОВ ХАЛИЛ МИХАИЛОВИЧ** - [ORCID: 0000-0003-0548-190X]

врач-уролог, аспирант,  
Институт урологии и репродуктивного здоровья человека,  
ФГАОУ Первый МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет),  
119435 Российская Федерация, г. Москва, Пироговская ул., 2 стр. 1;

**ПРОСКУРА АЛЕКСАНДРА ВЛАДИМИРОВНА** - [ORCID: 0000-0003-0441-4799]

к.м.н., врач-уролог, онколог, ассистент,  
Институт урологии и репродуктивного здоровья человека,  
ФГАОУ Первый МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет),  
119435 Российская Федерация, г. Москва, Пироговская ул., 2 стр. 1;

**ШПОТЬ ЕВГЕНИЙ ВАЛЕРЬЕВИЧ** - [ORCID: 0000-0003-1121-9430]

д.м.н., врач-уролог, профессор, онколог, заместитель директора по научной работе,  
Институт урологии и репродуктивного здоровья человека,  
ФГАОУ Первый МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет),  
119435 Российская Федерация, г. Москва, Пироговская ул., 2 стр. 1;

**СИРОТА ЕВГЕНИЙ СЕРГЕЕВИЧ** - [ORCID: 0000-0001-6419-0155]

д.м.н., врач-уролог, онколог, руководитель центра нейросетевых технологий,  
Институт урологии и репродуктивного здоровья человека,  
ФГАОУ Первый МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет),  
119435 Российская Федерация, г. Москва, Пироговская ул., 2 стр. 1;

**ЧЕРНЕНЬКИЙ МИХАИЛ МИХАИЛОВИЧ** - [ORCID: 0000-0002-4001-5317]

инженер-физик,  
Институт урологии и репродуктивного здоровья человека,  
ФГАОУ Первый МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет),  
119435 Российская Федерация, г. Москва, Пироговская ул., 2 стр. 1;

**ЧЕРНЕНЬКИЙ ИВАН МИХАИЛОВИЧ** - [ORCID: 0000-0001-5968-9883]

инженер-программист,  
Институт урологии и репродуктивного здоровья человека,  
ФГАОУ Первый МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет),  
119435 Российская Федерация, г. Москва, Пироговская ул., 2 стр. 1;

**ШУРЫГИНА РЕГИНА КОНСТАНТИНОВНА** - [ORCID: 0009-0001-9378-3344]

ординатор 2 года клиники урологии,  
ФГАОУ Первого МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет),  
119435 Российская Федерация, г. Москва, Пироговская ул., 2 стр. 1;

**ВИНАРОВ АНДРЕЙ ЗИНОВЬЕВИЧ** - [ORCID: 0000-0001-9510-9487]

д.м.н., врач-уролог, профессор,  
Институт урологии и репродуктивного здоровья человека,  
ФГАОУ Первый МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет),  
119435 Российская Федерация, г. Москва, Пироговская ул., 2 стр. 1;

**БУТНАРУ ДЕНИС ВИКТОРОВИЧ** - [ORCID: 0000-0003-2173-0566]

к.м.н., врач-уролог, доцент, заместитель директора по научной работе,  
Институт урологии и репродуктивного здоровья человека,

ФГАОУ Первый МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет),  
119435 Российская Федерация, г. Москва, Пироговская ул., 2 стр. 1;

**АМРАХОВ САБУХИ МАХИР-ОГЛЫ** - [ORCID: 0009-0005-3012-9520]  
врач-уролог, аспирант,

Институт урологии и репродуктивного здоровья человека,  
ФГАОУ Первый МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет),  
119435 Российская Федерация, г. Москва, Пироговская ул., 2 стр. 1;

**ЖОЛДУБАЕВ АГАБЕК АЗАМАТОВИЧ** - [ORCID: 0009-0006-5344-8046]  
врач-уролог, аспирант,

Институт урологии и репродуктивного здоровья человека,  
ФГАОУ Первый МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет),  
119435 Российская Федерация, г. Москва, Пироговская ул., 2 стр. 1;

**ВОВДЕНКО СТАНИСЛАВ ВИКТОРОВИЧ** - [ORCID: 0000-0001-6606-147X]  
врач-уролог, младший научный сотрудник,

Институт урологии и репродуктивного здоровья человека,  
ФГАОУ Первый МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет),  
119435 Российская Федерация, г. Москва, Пироговская ул., 2 стр. 1;

**ИЗМАЙЛОВА АНГЕЛИНА АДЕЛЬБЕНА** - [ORCID: 0000-0003-0328-0944]  
студентка 5 курса,

ФГАОУ Первый МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет),  
119435 Российская Федерация, г. Москва, Пироговская ул., 2 стр. 1.

---

**Конфликт интересов, информация о клинической базе и финансировании**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.  
Исследование проведено без спонсорской поддержки.

---