

ЛЕКЦИИ И ОБЗОРЫ / LECTURES AND REVIEWS

УДК 616.61-073.75

<http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2020-12-1-14-23>

© Кадырлеев Р.А., Бусько Е.А., Костромина Е.В., Шевкунов Л.Н., Козубова К.В., Багненко С.С., 2021 г.

**УЛЬТРАЗВУКОВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ С КОНТРАСТИРОВАНИЕМ
В АЛГОРИТМЕ ДИАГНОСТИКИ СОЛИДНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ ПОЧЕК**¹Р. А. Кадырлеев*, ^{1,2}Е. А. Бусько, ^{1,3}Е. В. Костромина, ¹Л. Н. Шевкунов, ¹К. В. Козубова, ^{1,3,4}С. С. Багненко¹Национальный медицинский исследовательский центр онкологии имени Н. Н. Петрова, Санкт-Петербург, Россия²Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия³Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет, Санкт-Петербург, Россия⁴Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия

Солитные новообразования почек чаще всего имеют первичное происхождение, реже могут быть вторичными (метастазы, лимфома). Злокачественные поражения почек на сегодняшний день имеют тенденцию к существенному ежегодному росту. Несмотря на множество доступных методов обследования, нередко возникают трудности в дифференциальной диагностике ряда образований почек. В статье рассматриваются современные возможности лучевых методов в выявлении и оценке образований почек, их роль в определении тактики ведения пациентов. Кроме того, представлены подходы к оценке характеристик этих образований с помощью компьютерной томографии (КТ) и позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ), магнитно-резонансной томографии (МРТ), а также ультразвуковое исследование (УЗИ) с контрастированием. Анализ современной литературы показал, что существующие на сегодняшний день лучевые методы диагностики не дают абсолютную возможность в проведении дифференциальной диагностики редких опухолей почки. Эхоконтрастирование по данным различных авторов демонстрирует высокие показатели эффективности, но не превышает эти показатели в сравнении с КТ и МРТ. Контрастно-усиленное УЗИ — потенциально безопасный метод и может быть использован с целью дообследования сомнительных образований почек.

Ключевые слова: почечно-клеточный рак (ПКР), контрастно-усиленное ультразвуковое исследование (КУУЗИ), компьютерная томография (КТ), магнитно-резонансная томография (МРТ), позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ)

*Контакт: Кадырлеев Роман Андреевич, romankadyrleev@gmail.com

© Kadyrleev R.A., Busko E.A., Kostromina E.V., Shevkunov L.N., Kozubova K.V., Bagnenko S.S., 2021

**DIAGNOSTIC ALGORITHM OF SOLID KIDNEY LESIONS WITH
CONTRAST-ENHANCED ULTRASOUND**¹Roman A. Kadyrleev*, ^{1,2}Ekaterina A. Busko, ^{1,3}Ekaterina V. Kostromina, ¹Lev N. Shevkunov,¹Ksenia V. Kozubova, ^{1,3,4}Sergey S. Bagnenko¹N. N. Petrov National Medical Research Center of Oncology, St. Petersburg, Russia²St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia³St. Petersburg State Pediatric Medical University, St. Petersburg, Russia⁴Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia

Most often any kidney lesions are primary renal, but sometimes they can be secondary (metastases, lymphoma). Every year renal cell carcinoma tends to a significant increase in the incidence. Today there are many available methods of examination, however difficulties often remain in the differential diagnosis of kidney lesions. The article discusses about the modern possibilities of methods in the identification and assessment of kidney lesions, their role in determining the tactics of patient management and key approaches in imaging characterization of these masses using CT and PET, MRI and CEUS. The analysis of the modern literature has shown that the currently existing radiation diagnostic methods do not provide an absolute opportunity for differential diagnosis of rare kidney tumors. CEUS, according to various authors, demonstrates high efficiency indicators, but does not exceed these indicators in comparison with CT and MRI. Contrast-enhanced ultrasound is a potentially safe method and can be used as a method for additional examination to characterize indeterminate renal lesions.

Key words: renal cell carcinoma (RCC), contrast enhanced ultrasound (CEUS), computed tomography (CECT), magnetic resonance imaging (MRI), positron emission tomography (PET)

*Contact: Kadyrleev Roman Andreevich, romankadyrleev@gmail.com

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Кадырлеев Р.А., Бусько Е.А., Костромина Е.В., Шевкунов Л.Н., Козубова К.В., Багненко С.С. Ультразвуковое исследование с контрастированием в алгоритме диагностики солидных образований почек (обзор литературы) // *Лучевая диагностика и терапия*. 2021. Т. 12, № 1. С. 14–23, <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2020-12-1-14-23>.

Conflict of interests: the author stated that there is no potential conflict of interests.

For citation: Kadyrleev R.A., Busko E.A., Kostromina E.V., Shevkunov L.N., Kozubova K.V., Bagnenko S.S. Diagnostic algorithm of solid kidney lesions with contrast-enhanced ultrasound (review) // *Diagnostic radiology and radiotherapy*. 2021. Vol. 12, No. 1. P. 14–23, <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2020-12-1-14-23>.

Введение. Почечно-клеточный рак (ПКР) занимает третье место среди злокачественных новообразований мочеполовой системы [1, с. 880]. Более 300 000 новых случаев ПКР выявляется в мире ежегодно, что составляет порядка 2–3% в структуре общей онкологической заболеваемости [1, с. 880; 2, с. 576]. В России также сохраняется стойкая тенденция роста уровня заболеваемости ПКР (рис. 1). В 2018 г. заболеваемость раком почки (далее РП) в России оценивалась примерно в 24 291 новый случай, что составляло 3,9% в структуре онкологической заболеваемости. По статистике заболеваемость РП и почечной лоханки выше среди мужчин (4,7% всех онкологических заболеваний), чем у женщин (3,2% всех онкологических заболеваний) [2, с. 576].

по поводу другого заболевания, и чаще возникает в возрасте 50–70 лет [4, с. 356; 5, с. 95].

Сложность диагностики образований почек обусловлена длительным отсутствием и неспецифичностью первых клинических проявлений болезни. Развитие симптомов рака почки обусловлено локальным опухолевым ростом, системными проявлениями, паранеопластическим синдромом и метастатическим поражением. В настоящее время классическая триада симптомов (макрогематурия, боль в боку и пальпируемое объемное образование) встречается редко, составляя около 10% всех случаев [6, с. 183].

Таким образом, использование только клинических данных не позволяет провести раннюю дифференциальную диагностику характера образования

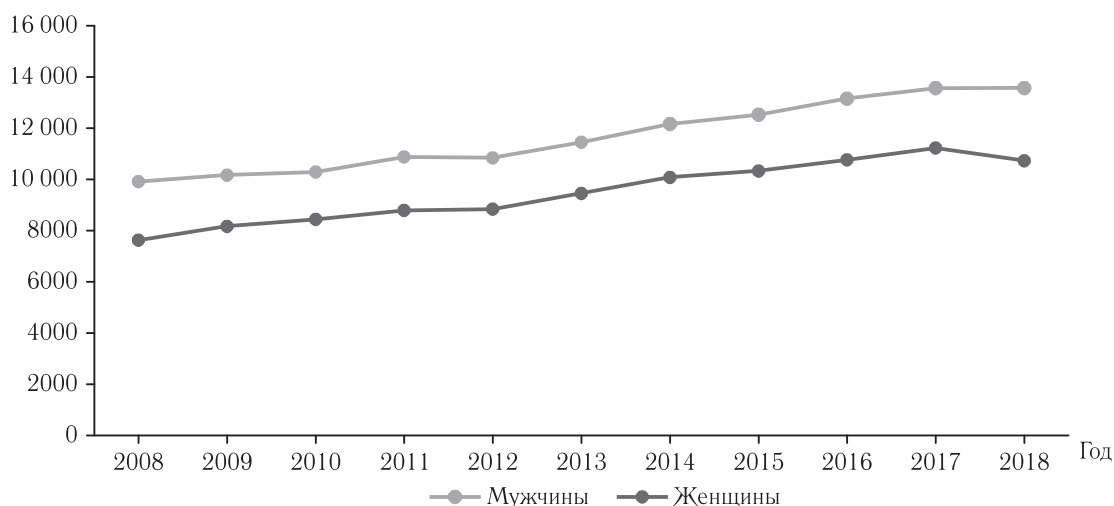


Рис. 1. Абсолютное число впервые в жизни установленных диагнозов ПКР в России, 2008–2018 гг. [2, с. 576]

Fig. 1. The absolute number of diagnoses of RCC for the first time in life in Russia, 2008–2018

Следует отметить, что лучевая картина доброкачественных (онкоцитомы и ангиомиолипома с низким содержанием жира) и злокачественных (почечно-клеточная карцинома) солидных образований почек нередко трудна для дифференциальной диагностики. Использование правильно подобранных методов лучевой диагностики для установления точного диагноза позволит обеспечить не только адекватное ведение пациента на ранних этапах лечения, но и предотвратить ненужное хирургическое вмешательство [3, с. 250]. В последние годы активное использование методов лучевой диагностики существенно повысило количество случайно обнаруживаемых образований почек. В 25–40% случаев РП диагностируется случайно, при исследовании

почки. И поэтому правильно подобранные методы лучевой диагностики образований почек наиболее перспективны для выявления солидных образований.

Основными лучевыми методами диагностики образований почек являются: ультразвуковое исследование (УЗИ), компьютерная томография (КТ) и магнитно-резонансная томография (МРТ), позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ).

Ультразвуковая диагностика. Порядка 70% опухолей паренхимы почек определяют при УЗИ, во время профилактических осмотров или во время диагностики других заболеваний. УЗИ позволяет выявить очаговое поражение почек, провести дифференциальную диагностику между кистозным образованием и солидной опухолью, определить

наличие и протяженность опухолевого тромба в структуре почечных вен и нижней полой вены. Точность УЗИ при выявлении небольших (до 4 см) опухолей почек (НОП) составляет 79% [7, с. 1239]. Широкое распространение УЗИ определяется такими достоинствами, как неинвазивность, высокая информативность, безопасность для пациента и врача, отсутствие как ионизирующего излучения, так и необходимости в использовании нефротоксических контрастных веществ, а также относительно невысокая стоимость [8, с. 176].

Расширение возможностей УЗИ связано с использованием ультразвукового контрастного вещества (далее УКВ) [9, с. 102]. Широкое применение УКВ обосновывают его уникальные химические и физические свойства. Основное действующее вещество УКВ — инертный газ, в виде микропузырьков гексафторида серы, диаметром не более 2–5 нм, после попадания в кровоток он не распространяется за пределы сосудистой стенки. Таким образом достигается высокая информативность в визуализации микрососудов тканей. При этом УКВ проходит через легочную альвеолярно-капиллярную мембрану, что определяет его путь элиминации через дыхательные пути. Такая особенность фармакодинамики делает УКВ приоритетным для пациентов с почечной недостаточностью [10, с. 158; 11, с. 1995]. Еще одним преимуществом УКВ является выраженная химическая инертность и, как следствие, крайне низкая частота побочных реакций в сравнении с йод- и гадолиний-содержащими контрастными препаратами. Однако в настоящее время для использования УКВ имеется ряд ограничений, и его применение считается потенциально небезопасным при гиперчувствительности к компонентам препарата, острой сердечной или легочной патологии, беременности или в период грудного вскармливания, в возрасте до 18 лет [11, с. 1995].

Для введения УКВ используется доступ к периферической вене, сначала вводят внутривенно болюсно 0,8–1,2 мл контрастного вещества, с последующим добавлением 5 мл изотонического раствора во второй болюс [12, с. 633]. При выполнении КУУЗИ используется широкий спектр программного обеспечения, как для качественной, так и для количественной оценки визуализируемых изменений. Изображения демонстрируются и записываются в двух режимах с помощью смешанного метода, при котором на экране параллельно демонстрируется режим контрастирования и серошкальный режим. Результаты исследования фиксируются в виде кинопетель, с возможностью дальнейшей обработки и оценки количественных данных [8, с. 176; 13, с. 5, 14, с. 489].

Терминология фаз контрастирования является предметом дискуссий. Так, в своих исследованиях М. Gulati и соавт. [15, с. 1982] на практике использовали три фазы контрастирования (рис. 2):

— кортикомедуллярную фазу (контрастирование коркового слоя, примерно через 15–30 секунд после введения УКВ);

— нефрографическую фазу (контрастирование паренхимы, приблизительно через 30–70 секунд после введения);

— позднюю фазу (>70 секунд после введения).

Исходя из того, что такое разделение на три фазы применяется при проведении КТ и МРТ почек с контрастированием, авторы предположили, что их использование для УЗИ с применением контрастного вещества будет легко интерпретироваться как специалистами лучевой диагностики, так и урологами [15, с. 1982].

Группа ученых во главе с Р. S. Sidhu (2017) [13, с. 5] полагает, что при эхоконтрастировании возможны только две фазы контрастирования: кортикальная фаза, наступающая через 15–30 секунд после введения УКВ с видимым усилением коркового слоя, и паренхиматозная фаза, в которой усиление коркового слоя почек происходит через 25 секунд — 4 минуты после введения УКВ. При отсутствии хронических заболеваний почек почечная перфузия имеет отличное, крайне контрастное изображение, в разы превосходящее по чувствительности доплеровские методики [13, с. 5; 16, с. 171].

Таким образом, ультразвуковое исследование с контрастным усилением (КУУЗИ) существенно повышает информативность базового УЗИ. Благодаря преимуществам, связанным с особенностями контрастного препарата, и наличию последовательных фаз исследования эффективность КУУЗИ сравнима с КТ и МРТ, однако на сегодняшний день используется лишь для уточнения диагноза в неопределенных клинических случаях.

Компьютерная томография. Метод визуализации, основанный на использовании рентгеновского излучения, как и обычная рентгенография. Компьютерная томография является «золотым стандартом» для характеристики образований почек. Данный метод позволяет оценить распространенность и локализацию патологического очага, состояние зон регионарного метастазирования, вовлечение чашечно-лоханочной системы [17, с. 1].

КТ-исследование без использования йодсодержащего контрастного препарата не дает полноты картины, позволяя охарактеризовать лишь некоторые заболевания почек, такие как мочекаменная болезнь и гидронефроз, оценка же почечных образований затруднена. Введение контраста повышает информативность и позволяет более детально оценить и охарактеризовать структуру образований почек [18, с. 125].

На сегодняшний день, как правило, применяется КТ с обязательным внутривенным контрастированием. Сканирование при этом проводится по стандартному протоколу и состоит из: нативного исследования, кортико-медуллярной и нефрографической фаз. Нативная фаза является принципиально важ-

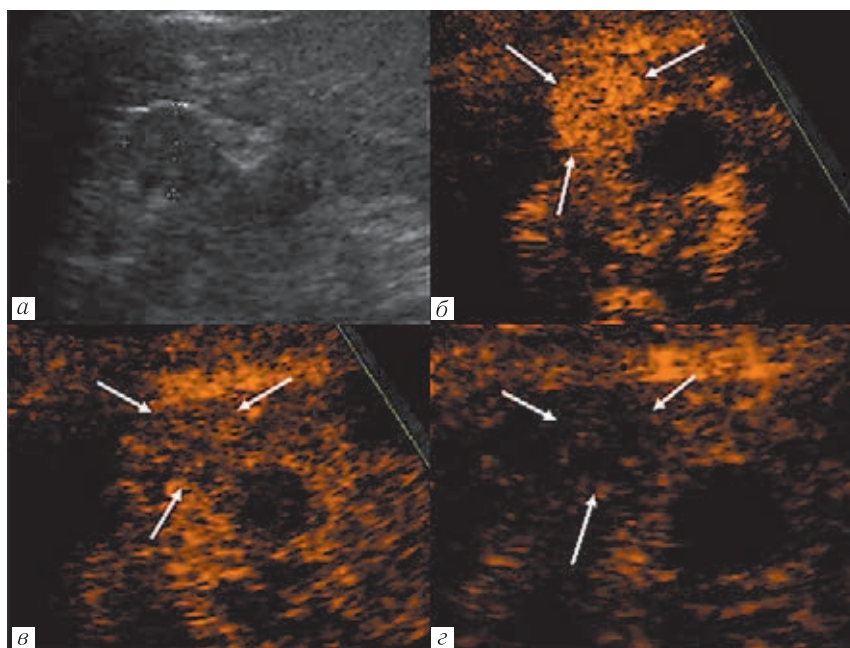


Рис. 2. *а* — Эхограмма в серошкальном режиме демонстрирует изо-гипоэхогенное образование в средней трети левой почки (стрелки); *б* — кортико-медуллярная фаза КУУЗИ (15 с) — образование гиперконтрастно (стрелки) относительно коркового слоя почки; *в* — нефрографическая фаза (55 с) — образование изоконтрастно паренхиме почки (стрелки); *г* — поздняя фаза (83 с) — образование гипоконтрастно (стрелка) в сравнении с паренхимой. Данный тип контрастирования типичен для ПКР, хотя доброкачественные образования могут иметь похожий тип контрастирования

Fig. 2. *a* — Echogram in B-mode demonstrates iso-hypoechoic lesion in the middle $\frac{1}{3}$ of the left kidney (arrows); *б* — cortico-medullary phase of CEUS (15 s) — hypercontrast lesion (arrows) relative to the renal cortex; *в* — nephrographic phase (55 s) — lesion isocontrast to the renal parenchyma (arrows); *г* — late phase (83 s) — hypocontrast lesion (arrow) in comparison with parenchyma. This type of contrast enhancement is typical of RCC, but although benign lesions may have a similar type of contrast

ным этапом, поскольку позволяет установить исходный уровень плотности (НУ) образования перед введением контрастного вещества [19, с. 708].

Данный метод демонстрирует высокую точность в диагностике различных заболеваний, в том числе и рака почки, которая составляет, по данным авторов, примерно 80–95%. КТ позволяет визуализировать образование как в паренхиме почек, так и в мочевыводящих путях. Дифференциальную диагностику принято проводить с доброкачественными новообразованиями — ангиомиолипомой (АМЛ) и онкоцитомой.

КТ с контрастированием в кортико-медуллярную фазу исследования позволяет оценить сосудистую архитектуру почек, что имеет принципиальное значение при планировании хирургического вмешательства. Дефекты контрастирования почечной вены могут указывать на вовлечение ее в опухолевый процесс. Общими ограничениями КТ являются использование ионизирующего излучения и нефротоксичных контрастных веществ [20, с. 139].

Магнитно-резонансная томография. Метод МРТ основан на возбуждении ядер атомов водорода определенным сочетанием электромагнитных волн в постоянном магнитном поле высокой напряженности. Одним из преимуществ метода является возможность проведения МРТ пациентам, которым

противопоказано проведение КТ с контрастированием [21, с. 304].

Энергия радиоволн является неионизирующей, как и ультразвуковое исследование, поэтому МРТ можно использовать у детей и беременных желательнее, начиная с III триместра. Несмотря на хорошую контрастность тканей, МРТ имеет некоторые недостатки. Во-первых, это крайне дорогая технология получения изображений. Во-вторых, время выполнения исследования велико по сравнению с другими методами. В то время как КТ позволяет получить все данные, необходимые для трехплоскостной реконструкции за секунды, стандартный протокол МРТ занимает от 15 до 30 минут сканирования. В-третьих, данное исследование может быть не проведено или проведено с наличием артефактов на изображениях, что существенно затрудняет интерпретацию, если у пациента имеются косвенные и абсолютные противопоказания к проведению МРТ, например, такие как наличие постоперационных скоб в области сканирования, ферромагнитных конструкций и имплантов в теле пациента [22, с. 863].

МРТ часто используется в качестве инструмента для уточнения диагноза при неоднозначных опухолях почек после УЗИ и КТ, главным образом в отношении АМЛ с низким содержанием жира или подозрительных на ПКР псевдоопухолей, выявленных при

КТ. Также метод МРТ имеет и ряд преимуществ по сравнению с КТ и УЗИ и в ряде случаев может рассматриваться как вариант первичной визуализации для характеристики опухолей почек [23, с. 757; 24, с. 2555].

Позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ). Роль ПЭТ в диагностике ПКР и наблюдении за больным после проведенного лечения окончательно не ясна [25, с. 201]. Использование ПЭТ не рекомендуется в качестве метода первичной диагностики ПКР из-за низкой эффективности метода в обнаружении и характеристике опухоли, поэтому ПЭТ в настоящее время не является стандартным методом исследования. В некоторых ситуациях ПЭТ используется для контроля эффекта при проведении иммунотерапии [26, с. 913].

Таким образом, на сегодняшний день отсутствует какая-либо единственная уникальная методика, позволяющая давать исчерпывающие ответы на вопросы, касающиеся образований почек. Каждая из перечисленных выше методик имеет свои преимущества и ограничения. При этом использование нескольких модальностей может повысить диагностическую информативность при обследовании пациентов с опухолями почек. В то же время определенный набор диагностических инструментов зависит от конкретной клинической ситуации.

90% злокачественных опухолей почек составляют почечно-клеточные карциномы (ПКК), из которых 75% являются светлоклеточными, 7–15% приходится на папиллярную и 5% на хромофобную формы. Рак собирательных трубочек и медуллярный рак встречаются крайне редко и составляют менее 1% от всех злокачественных опухолей почек. Еще реже встречаются нейроэндокринные опухоли и поражения при лимфоме. Для каждого подтипа ПКР характерен свой прогноз, что обуславливает важность дифференциальной диагностики этих форм [1, с. 880; 14, с. 489; 19, с. 708; 27, с. 728].

Кроме того, крайне важно дифференцировать доброкачественные опухоли почек от ПКР. Одной из доброкачественных опухолей почки является онкоцитомы (3–7%), имитирующая ПКР и не имеющая патогномоничных лучевых признаков. Онкоцитомы, как правило, имеют четко очерченный контур образования с однородным контрастированием при КТ и часто центральный рубец. Центральный рубец онкоцитомы неотличим от центрального рубца или центрального некроза у ПКР, поэтому онкоцитомы является наиболее часто удаляемой по ошибке доброкачественной опухолью почки [26, с. 913; 28, с. 588].

Распространенной доброкачественной опухолью также является ангиомиолипома (АМЛ). АМЛ — это мезенхимальная опухоль, состоящая в основном из кровеносных сосудов, гладких мышц и жировой ткани. На долю АМЛ приходится 3% опухолей почки [27, с. 728]. Снижение плотности до -20 НУ или менее является патогномоничным для ангиомиолипомы признаком; однако наличие в ней каль-

цификатов может вызывать подозрения в отношении ПКР [26, с. 913; 29, с. 513]. Содержание жира в АМЛ сильно варьирует, и менее 10% классифицируется как АМЛ с низким содержанием жира [27, с. 728]. Дифференциальная диагностика таких опухолей и ПКР крайне затруднительна.

Как отмечалось выше, компьютерная томография на сегодняшний день рассматривается как наиболее часто используемый метод, доказавший свою эффективность в диагностике солидных форм рака почки. Светлоклеточный вариант ПКР чаще всего характеризуется на КТ выраженным контрастированием в кортико-медуллярную фазу (в среднем 114 ± 44 НУ) из-за гиперваскуляризации и выраженным эффектом вымывания во время нефрографической фазы (в среднем 66 ± 24 НУ) [30, с. 554]. Наличие значимого контрастирования, т.е. изменение ≥ 15 НУ до и после введения контраста при КТ, считается наиболее важным критерием дифференциации злокачественных подтипов солидных НОП, при этом светлоклеточный ПКР контрастируется гораздо интенсивнее по сравнению с хромофобным и папиллярным ПКР [26, с. 913; 28, с. 588; 31, с. 494]. Светлоклеточный рак больших размеров (>4 см) может иметь гетерогенную структуру из-за некроза и кистозных включений [31, с. 494]. Нефрографическая фаза несет дополнительную диагностическую информацию, так как в этой фазе паренхима почек контрастируется более однородно и интенсивно, чем опухоль почки, из-за быстрого вымывания в структуре опухоли. Эта фаза особенно способствует выявлению опухолей небольших размеров [32, с. 260].

Ж. Н. Kim и соавт. [32, с. 260] в своих исследованиях после проведения оценки чувствительности и специфичности КТ с контрастированием в диагностике ПКР получили результаты 75% и 85% соответственно [32, с. 260; 33, с. 2033]. Также они установили, что чувствительность и специфичность КТ с контрастированием возрастают с увеличением размера опухоли. При этом было показано, что увеличение размера опухоли на 1 см повышало число выявляемых случаев злокачественного новообразования на 16%.

Папиллярный ПКР встречается в 10–15% всех случаев ПКР. Данные образования чаще однородные и гиповаскулярные. В отличие от светлоклеточного РП, при контрастировании разница плотности образования составляет всего 10–20 НУ до и после контрастирования. Папиллярный ПКР больших размеров может быть гетерогенным вследствие геморрагий, некрозов и кальцификатов [34, с. 507].

При МРТ светлоклеточный вариант ПКР обычно имеет изоинтенсивные характеристики сигнала при T1- и T2-взвешенных изображениях (ВИ) и может содержать гипер- или гипоинтенсивные участки (из-за кровоизлияний или некроза). Чаще всего почечно-клеточные карциномы не имеют внеклеточного жира, что отличает их от ангиомиолипом. В 60% ПКР присутствует микроскопический жир, что при-

водит к снижению интенсивности сигнала на T1-ВИ с жироводавлением [35, с. 2026]. Поскольку светлоклеточный вариант ПКР чаще всего представляет собой крайне гипervasкулярные опухоли, серии, полученные после введения контрастного препарата при МРТ, являются чрезвычайно эффективными и информативными в определении злокачественного образования в почке. В то время как диффузионно-взвешенные изображения (ДВИ) отличаются низкой эффективностью в дифференциальной диагностике различных вариантов ПКР [36, с. 793].

При наличии макроскопического жира АМЛ обычно имеет низкую плотность (от -10 до -100 НУ) на КТ без контрастирования. Данные мета-анализа по оценке способности КТ диагностировать АМЛ с низким содержанием жира свидетельствуют о чувствительности 67% и специфичности 97% [37, с. 297]. Интенсивность классического сигнала ангиомиолипомы высокая на T1-ВИ и низкая на МР-последовательностях с жироводавлением. При низком содержании жира опухоль выглядит гипоинтенсивной на T2-ВИ. Такой тип ангиомиолипомы представляет собой проблему для дифференциальной диагностики от ПКР [38, с. 826].

К. Sasiwimonphan и соавт. [39, с. 160] установили, что специфичность и точность при проведении дифференциальной диагностики ангиомиолипомы и ПКР с использованием характеристик гипоинтенсивности T2-ВИ, в сочетании с паттерном контрастирования составляют 99% и 96% соответственно [39, с. 160]. Однако, несмотря на высокие показатели эффективности этого метода, ряд авторов все равно рекомен-

дуют проведение последующей биопсии для подтверждения диагноза [28, с. 588; 40, с. 340].

Оценка ДВИ позволяет дифференцировать светлоклеточный вариант ПКР и АМЛ с низким содержанием жира, причем последняя имеет самые низкие значения измеряемого коэффициента диффузии (ИКД) среди всех опухолей почек, однако эти значения не являются патогномоничными для АМЛ [41, с. 542].

Онкоцитомы при КТ часто демонстрируют однородное контрастирование при отсутствии кальцификации, некроза и геморагии [42, с. 661]. В одной трети случаев у них может быть характерный центральный рубец, вероятность появления которого уменьшается при небольших размерах образования [43, с. 44]. В свою очередь, хромофобный ПКР также может иметь в структуре центральный рубец [44, с. 21170077]. Образования с менее интенсивным накоплением контрастного вещества в артериальной фазе и более интенсивным в ранней экскреторной фазе, с высокой специфичностью (87–100%) являются онкоцитомой [45, с. 1421].

МРТ в дифференциальной диагностике онкоцитом также малоэффективна. МР-картина характеризуется низкой интенсивностью сигнала при T1-ВИ, а также высокой и неоднородной интенсивностью сигнала при T2-ВИ. Центральный рубец не является специфическим признаком для онкоцитом. Эти опухоли гиповаскулярные, с меньшим контрастным усилением во всех фазах, по сравнению с корковым слоем почек. С помощью ДВИ также невозможно достоверно отличить хромофобный вариант ПКР от онкоцитомы [46, с. 195; 47, с. 100].

КТ- и МР-характеристики наиболее распространенных образований почек [48, с. 40]

Таблица 1

CT and MR characteristics of the most common kidney lesions	
Солидное образование почек	Данные КТ и МРТ
Светлоклеточный почечно-клеточный рак	Образование повышенной плотности в кортико-медуллярной фазе. Может иметь гетерогенную структуру с участками некроза. Гиперинтенсивный на T2-ВИ. Более высокие значения коэффициента диффузии, чем при папиллярной форме почечно-клеточного рака
Папиллярный почечно-клеточный рак	Гипоконтрастное образование с наличием псевдокапсулы. Более низкие уровни пикового контрастирования в кортико-медуллярной фазе с последующим усилением в нефрографической фазе. Гипоинтенсивный на T2-ВИ. Более низкие значения коэффициента диффузии, чем при светлоклеточной форме почечно-клеточного рака
Ангиомиолипома	Макроскопический жир без кальцинатов
Ангиомиолипома с низким содержанием жира	Отсутствие макроскопического жира при нативной КТ. Однородно повышенной плотности (>45 НУ) при КТ без контрастирования. Пониженной интенсивности на T2-ВИ и вариательно при контрастировании
Онкоцитома	Гиперконтрастное образование с центральным звездчатым рубцом или без него. Гиперконтрастное образование в кортико-медуллярной фазе с нарастающей плотностью к нефрографической фазе. Более высокие значения коэффициента диффузии, аналогичные светлоклеточному варианту почечно-клеточного рака

Как видно из таблицы 1, каждое солидное образование почек имеет свои характеристики при КТ и МРТ, однако ни один из признаков не является патогномичным для конкретной опухоли почки, что вызывает дополнительные трудности для объективной дифференциальной диагностики.

Ультразвуковая картина солидных образований почек также крайне вариабельна (табл. 2). В серошальном режиме опухоли небольшого размера часто гипоехогенны, крупные же, вследствие появления зон некрозов, становятся гетероехогенными. В связи с тем, что около 60% выявляемых опухолей почек в серошальном режиме изоэхогенны ее паренхиме, при использовании данного метода отмечается большое количество ложноотрицательных результатов [49, с. 353]. Допплеровские методики также обладают крайне низким потенциалом для обнаружения внутриопухолевого кровотока с показателями чувствительности порядка 45% [50, с. 750].

В настоящее время для диагностики ПКР УЗИ часто дополняют эхоконтрастированием. На сегодняшний день эта методика, являясь дополнительной и малодоступной, по данным ряда авторов, может значительно повысить точность УЗ-диагностики [51, с. 35; 52, с. 15].

усиление в ранней артериальной фазе с последующим непрерывным вымыванием на этапе венозной фазы; таким образом оно становится более гипоконтрастным по сравнению со здоровой окружающей паренхимой с возможной идентификацией псевдокапсулы [55, с. 316; 56, с. 162; 57, 1635].

Согласно данным Н. Тамаи и соавт., ангиомиолипома характеризуется по КУУЗИ однородным и продолжительным контрастным усилением в артериальную фазу, с постепенным вымыванием, чаще гиперконтрастным, в сравнении с паренхимой, в венозную фазу. В редких случаях, при высоком содержании жировой ткани в структуре АМЛ, в режиме контрастирования, образование может быть крайне гипоконтрастным в артериальную фазу, что не является типичным для АМЛ и может быть расценено как редкий вариант ПКР [57, с. 1635; 58, с. 897].

Диагностика онкоцитомы сложна. В ряде случаев методом КУУЗИ онкоцитому можно определить по наличию в ранней артериальной фазе симптома «колеса телеги» и последующему однородному усилению контрастности образования в позднюю артериальную фазу. Однако онкоцитомы не всегда имеют центральный рубец. Более того, ПКР часто проте-

Таблица 2

Сравнительная характеристика паттернов контрастирования различных образований почек [2, с. 576; 61, с. 310]

Table 2

Comparative characteristics of contrasting patterns of various kidney lesions

Образование	Артериальная фаза	Время поступления УКВ (в сравнении с паренхимой)	Поздняя фаза
Светлоклеточный почечно-клеточный рак	Чаще гиперконтрастно	Одновременное/раннее	Гипоконтрастно/изоконтрастно
Папиллярный почечно-клеточный рак	Чаще гипоконтрастно	Одновременное/раннее	Гипоконтрастно/изоконтрастно
Псевдоопухоль	Изоконтрастно	Одновременно	Изоконтрастно
Ангиомиолипома	Вариабельно	Вариабельно	Вариабельно
Онкоцитомы	Вариабельно	Вариабельно	Вариабельно

КУУЗИ все чаще применяется для дифференциальной диагностики НОП в связи со способностью метода обнаруживать низкоскоростной кровотоки [53, с. 94]. При мета-анализе 567 гистологически подтвержденных ПКР и 313 доброкачественных образований совокупная чувствительность CEUS составила 88%, а специфичность 80% [54, с. 6343].

Для светлоклеточного варианта ПКР, по мнению большинства авторов, характерно неравномерное и интенсивное контрастирование в ранней артериальной фазе, в то время как в поздней артериальной фазе образование становится более однородным, постепенно становясь изоконтрастным или гипоконтрастным относительно здоровой паренхимы [21, с. 304; 44, с. 21170077; 55, с. 316].

Папиллярный вариант ПКР, в свою очередь, имеет минимальное неравномерное контрастное

усиление под «маской» онкоцитомы [59, с. 1735]. Чаще всего это сопровождается наличием псевдокапсулы, и поэтому иногда крайне трудно дифференцировать классический «центральный рубец» онкоцитомы от некротического участка, типичного для рака почки. В ряде исследований было доказано, что появление рубца чаще встречается при злокачественных опухолях большого размера [60, с. 880].

На данный момент опыт применения КУУЗИ свидетельствует о наличии множества сомнительных случаев, когда контрастирование имело неоднозначные характеристики, что чаще всего приводит к существенным трудностям в диагностике и ложноположительным результатам [61, с. 310; 62, с. 13].

Данные таблицы 2 свидетельствуют, что большинство солидных образований незначительно различаются по качественной оценке характеристик

контрастирования, что затрудняет объективную дифференциальную диагностику.

Имеется ряд публикаций, в которых представлены результаты оценки количественных аспектов КУУЗИ. Проводились сравнения пиковой интенсивности и оценка кривых время/интенсивность здоровой почечной паренхимы и образований. Авторами отмечено, что злокачественные опухоли демонстрируют меньшую пиковую интенсивность в ранней артериальной фазе по сравнению со здоровой почечной паренхимой [63, с. 903; 64, с. 1380].

Нередки случаи, когда выявленные в серошкальном режиме структурные изменения не являются образованием. Большое разнообразие анатомических вариантов, которые в почке могут имитировать признаки новообразования, принято называть псевдоопухолью. К основным вариантам псевдоопухолей относятся такие изменения, как гипертрофия колонны Бертини и компенсаторная гипертрофия паренхимы [65, с. 241; 66, с. 513].

Возможности УЗИ с использованием УКВ для определения псевдоопухолей очень высоки. Так, при эхоконтрастировании определяются идентичные характеристики контрастирования при сравнении зоны интереса и окружающей здоровой паренхимы. Это позволяет провести точную дифференциальную диагностику патологических процессов, имитирующих солидные образования в структуре почечной паренхимы [67, с. 24].

Таким образом, мультимодальный подход к обследованию солидных образований почек позволяет проводить объективную диагностику впервые выявленного образования. В то же время все вышеперечисленные методы имеют свои ограничения и недостатки. Это связано со схожестью многих характеристик доброкачественных и злокачественных образований, что в ряде случаев не позволяет провести дифферен-

циальную диагностику. Эхоконтрастирование, в свою очередь, также имеет ряд ограничений, однако, несмотря на редкое использование в клинической практике и отсутствие официальных рекомендаций по включению метода УЗИ с применением контрастных веществ в алгоритм диагностики, является перспективным направлением для дальнейшего изучения особенностей солидных образований почек.

Заключение. На сегодняшний день компьютерная томография с применением внутривенного контрастирования остается «золотым стандартом» в диагностике солидных образований почек. Данный метод обладает высокой эффективностью, однако возможность проведения дифференциальной диагностики между различными формами ПКР и доброкачественными образованиями почек нередко затруднительна, что является предметом для дальнейших исследований.

MPT не используется в рутинной практике как метод первичной диагностики образований почки. Несмотря на высокие показатели чувствительности метода, остается множество нерешенных проблем, касающихся дифференциальной диагностики солидных образований почек.

Стоит отметить, что результаты многих исследований, демонстрирующих преимущества контрастно-усиленного ультразвукового исследования, позволяют использовать данную методику для оценки и характеристики образований почек. Несмотря на невысокие показатели специфичности КУУЗИ в аспекте дифференциальной диагностики образований почек, продолжающиеся исследования в данной области доказывают, что высокая чувствительность к опухолевому кровотоку и отсутствие нефротоксичности делают эхоконтрастирование крайне перспективным методом для использования в алгоритме лучевой диагностики образований почек.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Kazmierski B., Deurdulian C., Tchelepi H. Applications of contrast-enhanced ultrasound in the kidney // *Abdominal Radiology*. 2018. Vol. 43, No. 4. P. 880–898. doi: 10.1007/s00261-017-1307-0.
2. Чиссов В.И., Давыдов М.И. *Онкология. Национальное руководство. Краткое издание*. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2017. 576 с. [Chissov V.I., Davydov M.I. *Oncology. National leadership. Short edition*. Moscow: Publishing house GEOTAR-Media, 2017, 576 p. (In Russ.)].
3. Каприн А.Д., Старинский В.В., Петрова Г.В. *Злокачественные новообразования в России в 2018 году (заболеваемость и смертность)*. М.: МНИОИ им. П.А.Герцена, 2019. 250 с. [Kaprin A.D., Starinskiy V.V., Petrova G.V. *Malignant neoplasms in Russia in 2018 (morbidity and mortality)*. Moscow: Publishing house ROC named after P.A. Herzen, 2019. 250 p. (In Russ.)].
4. Ferlay J., Colombet M., Soerjomataram I., Dyba T., Randi G., Bettio M., Bray F. Cancer incidence and mortality patterns in Europe: Estimates for 40 countries and 25 major cancers in 2018 // *European journal of cancer*. 2018. Vol. 103. P. 356–387. doi: 10.1016/j.jejca.2018.07.005.
5. Носов А.К., Лушина П.А. Анализ заболеваемости и смертности от рака почки в России и Санкт-Петербурге // *Сибирский онкологический журнал*. 2017. № 16 (5). С. 95–103. doi: 10.21294/1814-4861-2017-16-5-95-103. [Nosov A.K., Lushina P.A. Analysis of morbidity and mortality from kidney cancer in Russia and St. Petersburg. *Siberian Journal of oncology*. 2017. Vol. 16, No. 5, pp. 95–103 (In Russ.)].
6. Petejova N., Martinek A. Renal cell carcinoma: Review of etiology, pathophysiology and risk factors // *Biomedical papers of the faculty of medicine of palacký university, Olomouc, Czech Republic*. 2016. Vol. 160, No. 2. P. 183–194. doi: 10.5507/bp.2015.050.
7. Quaia E., Bertolotto M., Cioffi V., Rossi A., Baratella E., Pizzolato R., Cova M.A. Comparison of contrast-enhanced sonography with unenhanced sonography and contrast-enhanced CT in the diagnosis of malignancy in complex cystic renal masses // *American Journal of Roentgenology*. 2008. Vol. 191. P. 1239–1249. doi: 10.2214/ajr.07.3546.
8. Chang E.H. An Introduction to Contrast-Enhanced Ultrasound for Nephrologists // *Nephron*. 2017. Vol. 138, No. 3. P. 176–185. doi: 10.1159/000484635.
9. Серегин А.В., Борзетовская В.В. Дифференциальная диагностика жидкостных образований почек // *Онкоурология*. 2012. № 8 (1). С. 102–108. [Seregin A.V., Borzetovskaya V.V. The differentiative diagnosis of renal cysts. *Cancer Urology*, 2012, Vol. 8, No. 1, pp. 102–108 (In Russ.)].
10. Ascenti G., Mazziotti S., Zimbaro G., Settineri N., Magno C., Melloni D., Casuso R., Scribano E. Complex cystic renal masses: characterization with contrast-enhanced US // *Radiology*. 2007. Vol. 243, No. 1. P. 158–165. doi: 10.1148/radiol.2431051924.
11. Quaia E. Microbubble ultrasound contrast agents: an update // *European Radiology*. Vol. 17, No. 8. P. 1995–2008. doi: 10.1007/s00330-007-0623-0.
12. Siracusano S., Bertolotto M., Ciciliato S., Valentino M., Liguori G., Visalli F. The current role of contrast-enhanced ultrasound (CEUS) imaging in the evaluation of renal pathology // *World Journal of Urology*. Vol. 29, No. 5. P. 633–638. doi: 10.1007/s00345-011-0699-7.

13. Sidhu P., Cantisani V., Dietrich C., Gilja O., Saftoiu A., Bartels E. The EFSUMB Guidelines and Recommendations for the Clinical Practice of Contrast-Enhanced Ultrasound (CEUS) in Non-Hepatic Applications: Update 2017 (Long Version) // *Ultraschall in Med.* 2018. Vol. 39. P. e2–e44. doi: 10.1055/a-0586-1107.
14. Regine G., Atzori M., Fabbri R. *Contrast-Enhanced Ultrasound of the Urinary Tract*. Milan, Heidelberg, New York, Dordrecht, London: Springer, 2013. 75 p. doi: 10.1007/978-88-470-5432-5.
15. Gulati M., King K.G., Gill I.S., Pham V., Grant E., Duddalwar V.A. Contrast-enhanced ultrasound (CEUS) of cystic and solid renal lesions: a review // *Abdominal Imaging*. 2015. Vol. 40, No. 6. P. 1982–1996. doi: 10.1007/s00261-015-0348-5.
16. Clevert D.-A., Minaifar N., Weckbach S. Multislice computed tomography versus contrast-enhanced ultrasound in evaluation of complex cystic renal masses using the Bosniak classification system // *Clinical Hemorheology Microcirculation*. 2008. Vol. 39, No. 1–4. P. 171–178.
17. Bellini D., Panvini N., Laghi A., Marin D., Patel N. Systematic Review and Meta-Analysis Investigating the Diagnostic Yield of Dual-Energy CT for Renal Mass Assessment // *American Journal of Roentgenology*. 2019. Vol. 5. P. 1–10. doi: 10.2214/AJR.18.20625.
18. Wood C.G., Stromberg L.J., Harmath C.B. CT and MR imaging for evaluation of cystic renal lesions and diseases // *Radiographics*. 2015. Vol. 35, No. 1. P. 125–141. doi: 10.1148/rg.351130016.
19. Krishna S., Murray C.A., McInnes M.D., Chatelain R., Siddaiah M., Al-Dandan O., Schieda N. CT imaging of solid renal masses: pitfalls and solutions // *Clinical Radiology*. 2017. Vol. 72, No. 9. P. 708–721. doi: 10.1016/j.crad.2017.05.003.
20. O'Connor S.D., Pickhardt P.J., Kim D.H., Oliva M.R., Silverman S.G. Incidental finding of renal masses at unenhanced CT: Prevalence and analysis of features for guiding management // *American Journal of Roentgenology*. 2011. Vol. 197, No. 1. P. 139–145. doi: 10.2214/AJR.10.5920.
21. Ramamurthy N.K., Moosavi B., McInnes M.-D.F., Flood T.A., Schieda N. Multiparametric MRI of solid renal masses: pearls and pitfalls // *Clinical Radiology*. 2015. Vol. 70, No. 3. P. 304–316. doi: 10.1016/j.crad.2014.10.006.
22. Zhou J.-Y., Wang Y.-C., Zeng C.-H., Ju S.-H. Renal functional MRI and its application // *Journal Magnetic Resonance Imaging*. 2018. Vol. 48, No. 4. P. 863–881. doi: 10.1002/jmri.26180.
23. Rubenthaler J., Paprottka K., Marcon J., Hameister E., Hoffmann K., Joiko N., Clevert D.A. Comparison of magnetic resonance imaging (MRI) and contrast-enhanced ultrasound (CEUS) in the evaluation of unclear solid renal lesions // *Clinical Hemorheology Microcirculation*. 2016. Vol. 64. P. 757–763. doi: 10.3233/ch-168034.
24. Nazarian S., Hansford R., Rahsepar A.A., Weltin V., McVeigh D., Ipek E.G., Kwan A., Berger R.D., Calkins H., Lardo A.C., Kraut M.A., Kamel I.R., Zimmerman S.L., Halperin H.R. Safety of magnetic resonance imaging in patients with cardiac devices // *New England Journal of Medicine*. 2017. Vol. 377, No. 26. P. 2555–2564. doi: 10.1056/NEJMoa1604267.
25. Liu Y. The Place of FDG PET/CT in Renal Cell Carcinoma: Value and Limitations // *Frontiers in Oncology*. 2016. Vol. 6. P. 201. doi: 10.3389/fonc.2016.00201.
26. Ljungberg B., Bensalah K., Canfield S., Dabestani S., Hofmann F., Hora M., Kuczyk M.A., Lam T., Marconi L., Merseburger A.S., Mulders P., Powles T., Staehler M., Volpe A., Bex A. EAU guidelines on renal cell carcinoma: 2014 update // *European Urology*. 2015. Vol. 67, No. 5. P. 913–924. doi: 10.1016/j.eururo.2015.01.005.
27. Koo K.C., Kim W.T., Ham W.S., Lee J.S., Ju H.J., Choi Y.D. Trends of presentation and clinical outcome of treated renal angiomyolipoma // *Yonsei Medicine Journal*. 2010. Vol. 51, No. 5. P. 728–734. doi: 10.3349/ymj.2010.51.5.728.
28. Jinzaki M., Silverman S.G., Akita H., Nagashima Y., Mikami S., Oya M. Renal angiomyolipoma: A radiological classification and update on recent developments in diagnosis and management // *Abdominal Imaging*. 2014. Vol. 39, No. 3. P. 588–604. doi: 10.1007/s00261-014-0083-3.
29. Bhatnagar A., Rowe S.P., Gorin M.A., Pomper M.G., Fishman E.K., Allaf M.E. Computed tomography appearance of renal hybrid oncocyctic/chromophobe tumors // *Journal of Computer Assisted Tomography*. 2016. Vol. 40, No. 4. P. 513–516. doi: 10.1097/RCT.0000000000000409.
30. Al Harbi F., Tabatabaee F., Jewett M.A., Finelli A., O'Malley M., Atri M. Enhancement threshold of small (< 4 cm) solid renal masses on CT // *American Journal of Roentgenology*. 2016. Vol. 206. P. 554–558. doi: 10.2214/AJR.15.14806.
31. Zhang J., Lefkowitz R.A., Ishill N.M., Wang L., Moskowitz C.S., Russo P., Eisenberg H., Hricak H. Solid renal cortical tumors: Differentiation with CT // *Radiology*. 2007. Vol. 244, No. 2. P. 494–504. doi: 10.1148/radiol.2442060927.
32. Kim J.H., Sun H.Y., Hwang J., Hong S.S., Cho Y.J., Doo S.W., Yang W.J., Song Y.S. Diagnostic accuracy of contrast-enhanced computed tomography and contrast-enhanced magnetic resonance imaging of small renal masses in real practice: Sensitivity and specificity according to subjective radiologic interpretation // *World Journal Surgery Oncology*. 2016. Vol. 14, No. 1. P. 260. doi: 10.1186/s12957-016-1017-z.
33. Thompson R.H., Kurta J.M., Kaag M., Tickoo S.K., Kundu S., Katz D., Nogueira L., Reuter V.E., Russo P. Tumor size is associated with malignant potential in renal cell carcinoma cases // *The Journal of Urology*. 2009. Vol. 181, No. 5. P. 2033–2036. doi: 10.1016/j.juro.2009.01.027.
34. Leone A.R., Diorio G.J., Spiess P.E., Gilbert S.M. Contemporary issues surrounding small renal masses: evaluation, diagnostic biopsy, nephron sparing, and novel treatment modalities // *Oncology*. 2016. Vol. 30. P. 507–14.
35. Vendrami C.L., Villavicencio C.P., DeJulio T.J., Chatterjee A., Casalino D.D., Horowitz J.M., Oberlin D.T., Yang G.Y., Niko-Laidis P., Miller F.H. Differentiation of solid renal tumors with multiparametric MR imaging // *Radiographics: A Review Publication of the Radiological Society of North America*. 2017. Vol. 37, No. 7. P. 2026–2042. doi: 10.1148/rg.2017170039.
36. Sun M.R.-M., Ngo L., Genega E.M., Atkins M.B., Finn M.E., Roifsky N.M., Pedrosa I. Renal cell carcinoma: Dynamic contrast-enhanced MR imaging for differentiation of tumor subtypes-correlation with pathologic findings // *Radiology*. 2009. Vol. 250, No. 3. P. 793–802. doi: 10.1148/radiol.2503080995.
37. Woo S., Suh C.H., Cho J.Y., Kim S.Y., Kim S.H. Diagnostic performance of CT for diagnosis of fat-poor angiomyolipoma in patients with renal masses: a systematic review and meta-analysis // *American Journal of Roentgenology*. 2017. Vol. 209, No. 5. P. 297–307. doi: 10.2214/AJR.17.18184.
38. Park B.K. Renal Angiomyolipoma: Radiologic classification and imaging features according to the amount of fat // *American Journal of Roentgenology*. 2017. Vol. 209, No. 4. P. 826–835. doi: 10.2214/AJR.17.17973.
39. Sasiwimonphan K., Takahashi N., Leibovich B.C., Carter R.E., Atwell T.D., Kawashima A. Small (< 4cm) renal mass: Differentiation of angiomyolipoma without visible fat from renal cell carcinoma utilizing MR imaging // *Radiology*. 2012. Vol. 263, No. 1. P. 160–168. doi: 10.1148/radiol.2016164024.
40. Jeong C.J., Park B.K., Park J.J., Kim C.K. Unenhanced CT and MRI parameters that can be used to reliably predict fat-invisible angiomyolipoma // *American Journal of Roentgenology*. 2016. Vol. 206, No. 2. P. 340–347. doi: 10.2214/AJR.15.15086.
41. Lim R.S., Flood T.A., McInnes M.-D.F., Lavalley L.T., Schieda N. Renal angiomyolipoma without visible fat: Can we make the diagnosis using CT and MRI? // *European Radiology*. 2018. Vol. 28, No. 2. P. 542–553. doi: 10.1007/s00330-017-4988-4.
42. Patel H.D., Druskin S.C., Rowe S.P., Pierorazio P.M., Gorin M.A., Allaf M.E. Surgical histopathology for suspected oncocytoma on renal mass biopsy: a systematic review and meta-analysis // *BJU International*. Vol. 119, No. 5. P. 661–666. doi: 10.1111/bju.13763.
43. Aycock R.D., Westafer L.M., Boxen J.L., Majlesi N., Schoenfeld E.M., Bannuru R.R. Acute kidney injury after computed tomography: A meta-analysis // *Annals of Emergency Medicine*. 2018. Vol. 71, No. 1. P. 44–53. doi: 10.1016/j.annemergmed.2017.06.041.
44. Galia M., Albano D., Bruno A., Agrusa A., Romano G., Di Buono G., Agnello F., Salvaggio G., La Grutta L., Midiri M., Lagalla R. Imaging features of solid renal masses // *The British Journal of Radiology*. 2017. Vol. 90, No. 1077. P. 20170077. doi: 10.1259/bjr.20170077.
45. Schieda N., McInnes M.D., Cao L. Diagnostic accuracy of segmental enhancement inversion for diagnosis of renal oncocytoma at biphasic contrast enhanced CT: systematic review // *European Radiology*. 2014. Vol. 24, No. 6. P. 1421–1429. doi: 10.1007/s00330-014-3147-4.
46. Rosenkrantz A.B., Hindman N., Fitzgerald E.F., Niver B.E., Melamed J., Babb J.S. MRI features of renal oncocytoma and chromophobe renal cell carcinoma // *American Journal of Roentgenology*. 2010. Vol. 195, No. 6. P. 421–427. doi: 10.2214/AJR.10.4718.
47. Hotker A.M., Mazaheri Y., Wibmer A., Zheng J.T., Moskowitz C.S., Tickoo S.K., Russo P., Hricak H., Akin O. Use of DWI in the differentiation of renal cortical tumors // *American Journal of Roentgenology*. 2016. Vol. 206, No. 1. P. 100–105. doi: 10.2214/AJR.14.13923.
48. Sasaguri K., Takahashi N. CT and MR imaging for solid renal mass characterization // *European Journal of Radiology*. 2018. Vol. 99. P. 40–54. doi: 10.1016/j.ejrad.2017.12.008.
49. Делорм С., Дебю Ю., Йендерка К.-В. *Руководство по ультразвуковой диагностике*. М.: МЕДпресс-информ. 2016. 408 с. [Delorm S., Debu Y., Enderka K.-V. *Guide to ultrasound diagnostics*. Moscow: Publishing house MEDpress-inform. 2016. 408 p. (In Russ.)].
50. Xu Z.F., Xu H.X., Xie X.Y., Liu G.J., Zheng Y.L., Liang J.Y., Lu M.D. Renal cell carcinoma: realtime contrast-enhanced ultrasound findings // *Abdominal Imaging*. 2010. Vol. 35, No. 6. P. 750–756. doi: 10.1007/s00261-009-9583-y.
51. Toprak U., Erdogan A., Gulbay M., Karademir M.A., Pasaoglu E., Akar O.E. Preoperative evaluation of renal anatomy and renal masses with helical CT, 3D-CT and 3D-CT angiography // *Diagnostic and Interventional Radiology*. 2005. Vol. 11. P. 35–40.
52. Xu H.X. Contrast-enhanced ultrasound: the evolving applications // *World Journal Radiology*. 2009. Vol. 1, No. 1. P. 15–24. doi: 10.4329/wjr.v1.i1.15.
53. Tenant S.C., Gutteridge C.M. The clinical use of contrast-enhanced ultrasound in the kidney // *Ultrasound*. 2016. Vol. 24, No. 2. P. 94–103. doi: 10.1177/1742271X15627185.
54. Wang C., Yu C., Yang F., Yang G. Diagnostic accuracy of contrast-enhanced ultrasound for renal cell carcinoma: a meta-analysis // *Tumour Biology*. 2014. Vol. 35, No. 7. P. 6343–6350. doi: 10.1007/s13277-014-1815-2.
55. Siracusano S., Quaia E., Bertolotto M., Ciciliato S., Tiberio A., Belgrano E. The application of ultrasound contrast agents in the characterization of renal

- tumors // *World Journal Urology*. 2004. Vol. 22. P. 316–322. doi: 10.1007/s00345-004-0410-3.
56. Jiang J., Chen Y., Zhou Y., Zhang H. Clear cell renal cell carcinoma: contrast-enhanced ultrasound features relation to tumor size // *European Journal Radiology*. 2010. Vol. 73. P. 162–167. doi: 10.1016/j.ejrad.2008.09.030.
 57. Tamai H., Takiguchi Y., Oka M., Shingaki N., Enomoto S., Shiraki T., Ichinose M. Contrast-enhanced ultrasonography in the diagnosis of solid renal tumors // *Journal Ultrasound Medicine*. 2005. Vol. 24. P. 1635–1640. doi: 10.7863/jum.2005.24.12.1635.
 58. Gerst S., Hamm L.E., Li D., Gonen M., Tickoo S., Sohn M. J., Russo P. (2011) Evaluation of renal masses with contrast-enhanced ultrasound: initial experience // *American Journal of Roentgenology*. 2011. Vol. 197. No. 4. P. 897–906. doi:10.2214/ajr.10.6330.
 59. Roy C., Gengler L., Sauer B., Lang H. Role of contrast enhanced US in the evaluation of renal tumors // *Journal de Radiology*. 2008. Vol. 89. P. 1735–1744. doi: 10.1016/s0221-0363(08)74478-0.
 60. Kazmierski B., Deurduhan C., Tchepeli H., Grant E. Applications of contrast-enhanced ultrasound in the kidney // *Abdominal Radiology (NY)*. 2018. Vol. 43, No. 4. P. 880–898. doi: 10.1007/s00261-017-1307-0.
 61. Park B.K., Kim B., Kim S.H. Ko K., Lee H. M., Cho H. Y. Assessment of cystic renal masses based on Bosniak classification: comparison of CT and contrast-enhanced US // *European Journal of Radiology*. 2007. Vol. 61. P. 310–314. doi: 10.1016/j.ejrad.2006.10.004.
 62. Regine G., Atzori M., Danza F.M. Malformazioni del rene delle vie urinarie // *Imaging dell'apparato urogenitale*. 2010. P. 13–24.
 63. Zhang F., Li R., Li G., Jin L., Shi Q., Du L. Value of Contrast-Enhanced Ultrasound in the Diagnosis of Renal Cancer and in Comparison With Contrast-Enhanced Computed Tomography: A Meta-analysis // *Journal of Ultrasound in Medicine*. 2019. Vol. 38, No. 4. P. 903–914. doi: 10.1002/jum.14769.2018.
 64. Bhatt S., MacLennan G., Dogra V. Renal pseudotumors // *American Journal of Roentgenology*. 2007. Vol. 188. P. 1380–1387. doi: 10.2214/ajr.06.0920.
 65. Mazziotti S., Zimbaro F., Pandolfo A. Usefulness of contrast-enhanced ultrasonography in the diagnosis of renal pseudotumors // *Abdominal Imaging*. 2010. Vol. 35. P. 241–245. doi: 10.1007/s00261-008-9499-y.
 66. Wilson S.R., Burns P.N. (2010) Microbubble-enhanced US in body imaging: what role? // *Radiology*. 2010. Vol. 257. P. 24–39. doi: 10.1148/radiol.10091210.
 67. Prakash A., Tan G.J., Wansaicheong G.K. Contrast enhanced ultrasound of kidneys. Pictorial essay // *Medicine Ultrasound*. 2011. Vol. 13. P. 150–156.

Поступила в редакцию/Received by the Editor: 10.12.2020 г.

Авторский вклад в подготовку статьи:

Вклад в концепцию и план исследования — Р.А.Кадырлеев, Е.А.Бусько. Вклад в сбор данных — Р.А.Кадырлеев, К.В.Козубова. Вклад в анализ данных и выводы — Р.А.Кадырлеев, Е.А.Бусько, Е.В.Костромина, Л.Н.Шевкунов, К.В.Козубова, С.С.Багненко. Вклад в подготовку рукописи — Р.А.Кадырлеев, Е.А.Бусько, Е.В.Костромина, Л.Н.Шевкунов, С.С.Багненко.

Сведения об авторах:

Кадырлеев Роман Андреевич — аспирант научного отделения диагностической и интервенционной радиологии, врач ультразвуковой диагностики отделения лучевой диагностики федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н.Петрова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 197758, Санкт-Петербург, пос. Песочный, Ленинградская ул., д. 68; e-mail: romankadyrleev@gmail.com; ORCID: 0000-0001-6576-1087; SPIN-код: 7360-4884;

Бусько Екатерина Александровна — кандидат медицинских наук, доцент НК и ОП «Лучевая диагностика и ядерная медицина», медицинский факультет федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»; 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9; ведущий научный сотрудник научного отделения диагностической и интервенционной радиологии, врач ультразвуковой диагностики, врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н.Петрова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 197758, Санкт-Петербург, пос. Песочный, Ленинградская ул., д. 68; e-mail: katrn@mail.ru; ORCID: 0000-0002-0940-6491; SPIN-код: 7323-1083;

Костромина Екатерина Викторовна — кандидат медицинских наук, доцент кафедры лучевой диагностики и биомедицинской визуализации федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 194100, Санкт-Петербург, Литовская ул., д. 2; старший научный сотрудник научного отделения диагностической и интервенционной радиологии, врач ультразвуковой диагностики, врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н.Петрова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 197758, Санкт-Петербург, пос. Песочный, Ленинградская ул., д. 68; e-mail: terik-dog@mail.ru; ORCID: 0000-0002-4245-687X; SPIN-код: 4865-8479;

Шевкунов Лев Николаевич — кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник научного отделения диагностической и интервенционной радиологии, заведующий отделением лучевой диагностики федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н.Петрова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 197758, Санкт-Петербург, пос. Песочный, Ленинградская ул., д. 68; e-mail: levka1978@mail.ru; ORCID: 0000-0003-4533-1658; SPIN-код: 9559-7880;

Козубова Ксения Вячеславовна — врач ультразвуковой диагностики отделения лучевой диагностики федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н.Петрова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 197758, Санкт-Петербург, пос. Песочный, Ленинградская ул., д. 68; e-mail: ksu_erkina@mail.ru; ORCID: 0000-0001-9611-0439; SPIN-код: 4834-3728;

Багненко Сергей Сергеевич — доктор медицинских наук, доцент, ведущий научный сотрудник научного отделения диагностической и интервенционной радиологии федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н.Петрова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 197758, Санкт-Петербург, пос. Песочный, Ленинградская ул., д. 68; доцент кафедры (рентгенологии и радиологии с курсом ультразвуковой диагностики), федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Военно-медицинская академия им. С.М.Кирова» Министерства обороны Российской Федерации; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6; профессор кафедры современных методов диагностики и радиолучевой терапии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 194100, Санкт-Петербург, Литовская ул., д. 2; e-mail: bagnenko_ss@mail.ru; ORCID: 0000-0002-4131-6293; SPIN-код: 4389-9374.

Открыта подписка на 2-е полугодие 2021 года.

Подписные индексы:

ООО «Агентство „Книга-Сервис“» Е42177