

УДК 616.61-073.75

<http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2021-12-4-74-82>

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

## МУЛЬТИПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ УЛЬТРАЗВУКОВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ С КОНТРАСТНЫМ УСИЛЕНИЕМ СОЛИДНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ ПОЧКИ В СОПОСТАВЛЕНИИ С МЕТОДОМ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ

<sup>1</sup>Р. А. Кадырлеев, <sup>1,2</sup>С. С. Багненко, <sup>1,3</sup>Е. А. Бусько, <sup>1,2</sup>Е. В. Костромина, <sup>1</sup>Л. Н. Шевкунов, <sup>1</sup>К. В. Козубова, <sup>3</sup>А. Б. Гончарова

<sup>1</sup>Национальный медицинский исследовательский центр онкологии имени Н. Н. Петрова, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет, Санкт-Петербург, Россия

<sup>3</sup>Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

**Введение.** Несмотря на множество доступных лучевых методов обследования, на сегодняшний день, нередко возникают трудности в диагностике очаговых образований почек. Компьютерная томография (КТ), на сегодняшний день, является «золотым стандартом» лучевой диагностики рака почки (РП), которая за годы своего существования доказала высокую эффективность. Ультразвуковое исследование (УЗИ) является оптимальным методом первичной диагностики солидных образований почек. Мультипараметрическое УЗИ (мпУЗИ) с применением эхоконтрастирования значительно дополняет полученную в рамках традиционного сканирования информацию, существенно расширяя спектр решаемых задач. В статье рассматриваются современные возможности лучевых методов в выявлении и оценке образований почек, их роль в определении тактики ведения пациентов.

**Цель исследования:** изучить возможности и сравнить эффективность отдельных методик мультипараметрического УЗИ (В-режим, ЦДК и ЭДК, эхоконтрастирование) в оценке солидных образований почек между собой и компьютерной томографией (КТ), как референтным методом лучевой диагностики.

**Материалы и методы.** Мультипараметрическое ультразвуковое исследование (мпУЗИ) с применением В-режима, доплеровского картирования и контрастного усиления (1,0 мл Соновью) проведено 79 пациентам с солидными образованиями почек. Большая часть выявленных образований (n=65) гистологически верифицированы, остальные (n=14), имеющие признаки доброкачественных изменений, подвергались динамическому контролю. В качестве контрольного метода всем пациентам выполнялась компьютерная томография с контрастированием.

**Результаты.** Эффективность В-режима составила: чувствительность (Ч) — 76,9%; специфичность (С) — 29,6%; точность (Т) — 60,7%, для режима ЦДК данные показатели составили Ч — 80,7%; С — 37,1%; Т — 65,8%. Применение контрастного усиления значимо повысило общую эффективность мультипараметрического УЗИ: Ч — 92,1%; С — 93,7%; Т — 92,4% и показало сопоставимую эффективность с КТ: Ч — 94,9%; С — 85,0%; Т — 92,4%.

**Заключение.** КТ по сей день остается «золотым стандартом» в оценке образований почек, однако мпУЗИ с контрастным усилением за счет сопоставимой эффективности, а также с учетом отсутствия лучевой нагрузки, широкой доступности оборудования, высокой разрешающей способности, при наличии противопоказаний к КТ в ряде случаев может выступить в качестве метода выбора.

**Ключевые слова:** почечно-клеточный рак, КУУЗИ, компьютерная томография, мультипараметрическое ультразвуковое исследование

\*Контакт: Кадырлеев Роман Андреевич, [romankadyrleev@gmail.com](mailto:romankadyrleev@gmail.com)

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

## CONTRAST ENHANCED MULTIPARAMETRIC ULTRASOUND OF SOLID KIDNEY LESIONS IN COMPARISON WITH THE COMPUTED TOMOGRAPHY

<sup>1</sup>Roman A. Kadyrleev\*, <sup>1,2</sup>Sergey S. Bagnenko, <sup>1,3</sup>Ekaterina A. Busko, <sup>1,2</sup>Ekaterina V. Kostromina, <sup>1</sup>Lev N. Shevkunov, <sup>1</sup>Ksenia V. Kozubova, <sup>3</sup>Anastasiya B. Goncharova

<sup>1</sup>N. N. Petrov National Medical Research Center of Oncology, St. Petersburg, Russia

<sup>2</sup>St. Petersburg State Pediatric Medical University, St. Petersburg, Russia

<sup>3</sup>St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia

**Introduction.** Today, we have a lot of difficulties in the focal kidney lesions diagnosis, despite the many available radiation methods of examination. Computed tomography (CT) is the «gold standard» of radiological diagnosis of kidney cancer (KC), which over the years of its existence has proven to be highly effectiveness. Ultrasound examination (US) is the best method for the primary diagnosis of solid kidney lesions. Multiparameter ultrasound (mpUS) with using contrast significantly supplements the information obtained in traditional scanning, significantly expanding the range of tasks to be solved. The article discusses the modern possibilities of radiology methods in the detection and assessment of kidney lesions, their role in determining the patient management tactics.

**Objective.** To explore the possibilities and compare the effectiveness of individual multiparameter ultrasound techniques (B-mode, CDI and PDI, ultrasoundcontrast) in assessing solid kidney formations with each other and computed tomography (CT), as a reference method of radiation diagnostics.

**Material and methods.** Multiparametric ultrasound examination (mpUS) using B-mode, doppler mapping and contrast enhancement (1,0 ml Sonovue) was performed in 79 patients with solid kidney lesions. Most of the detected lesions (n=65) were histologically verified, the rest (n=14) with signs of benign changes were subjected to dynamic control. All patients underwent contrast-enhanced computed tomography as a control method.

**Results.** The effectiveness of the B-mode was: sensitivity (Se) — 76,9%; specificity (Sp) — 29,6%; accuracy (A) — 60,7%, for the CDI mode, these indicators were Se — 80,7%; Sp — 37,1%; A — 65,8%. The use of contrast enhancement significantly increased the overall efficiency of multiparameter ultrasound: Se — 92,1%; Sp — 93,7%; A — 92,4% and showed comparable efficiency with CT: Sp — 94,9%; Se — 85,0%; A — 92,4%.

**Conclusions.** CT to this day remains the «gold standard» in the assessment of kidney lesions, however, ultrasound with contrast enhancement due to comparable efficiency, as well as taking into account the absence of radiation exposure, wide availability of equipment, high resolution, in the presence of contraindications to CT in a number of cases can act as a method of choice.

**Key words:** renal cell carcinoma, CEUS, computed tomography, multiparametric ultrasound

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

**Конфликт интересов:** авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Кадырлеев Р.А., Багненко С.С., Бусько Е.А., Костромина Е.В., Шевкунов Л.Н., Козубова, К.В., Гончарова А.Б. Мультипараметрическое ультразвуковое исследование с контрастным усилением солидных образований почки в сопоставлении с методом компьютерной томографии // *Лучевая диагностика и терапия*. 2021. Т. 12, № 4. С. 74–82, doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2021-12-4-74-82>.

**Conflict of interests:** the authors declare no conflicts of interest.

**For citation:** Kadyrleev R.A., Bagnenko S.S., Busko E.A., Kostromina E.V., Shevkunov L.N., Kozubova K.V., Goncharova A.B. Contrast enhanced multiparametric ultrasound of solid kidney lesions in comparison with the computed tomography // *Diagnostic radiology and radiotherapy*. 2021. Vol. 12, No. 4. P. 74–82, doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2021-12-4-74-82>.

**Введение.** Сolidные образования почек представляют собой биологически неоднородную группу нозологий, варьирующую от доброкачественных очагов до злокачественных опухолей, которые могут иметь как вялотекущий, так и агрессивный характер роста [1, с. 429]. Почечно-клеточный рак (ПКР) составляет примерно 90% всех злокачественных опухолей почек [2, с. 17009]. Он включает различные подтипы со специфическими гистопатологическими характеристиками. Наиболее распространен светлоклеточный вариант ПКР (70–90%), за ним следуют папиллярный (10–15%) и хромофобный (3–5%) [3, с. 1474]. Из доброкачественных опухолей чаще встречаются онкоцитомы и ангиомиолипома (АМЛ).

Ежегодно в мире выявляют более 400 000 новых случаев ПКР, что составляет 2–3% в структуре онкологической патологии [4, с. 353; 5, с. 17]. В России диагностируют порядка 20 тысяч злокачественных образований почек в год [4, с. 355; 6, с. 361]. Отмечается стойкая тенденция роста уровня заболеваемости ПКР. За период 2000–2010 гг. данный показатель в нашей стране составил 31,4%, со средним годовым значением прироста 2,7% [6, с. 364].

Длительный период бессимптомного течения и неспецифичность первых клинических проявлений во многом объясняют сложность диагностики рассматриваемых состояний [7, с. 182]. Порядка 70% новообразований почечной ткани определяют при сканировании во время плановых осмотров или в структуре диагностики патологий других органов [8, с. 42].

Следует отметить, что, хотя морфологическое исследование является в настоящее время стандар-

том подтверждения диагноза, биопсия может осложняться кровотечениями, рассеиванием опухолевых клеток по ходу оперативного вмешательства и другими нежелательными явлениями [9, с. 733; 10, с. 393], поэтому развитие неинвазивных или малоинвазивных диагностических подходов, безусловно, оправдано и является очевидной тенденцией нашего времени.

Компьютерная томография (КТ) является «золотым стандартом» лучевой диагностики опухолей почки [11, с. 1126; 12, с. 46; 13, с. 260]. Она позволяет оценить распространенность и локализацию патологического очага, состояние зон регионарного метастазирования, вовлечение чашечно-лоханочной системы, распространение опухоли на почечную и нижнюю полую вены [14, с. 346]. В настоящее время при обследовании пациентов с подозрением на наличие злокачественного процесса применение болюсного контрастного усиления с многофазным сканированием считается обязательным [15, с. 1005; 16, с. 337]. В целом, КТ семиотика основных солидных очаговых поражений почек изучена и хорошо освещена в мировой литературе [17, с. 590; 18, с. 633]. Однако сложности проведения дифференциальной диагностики ряда нозологий сохраняются, метод имеет ряд стандартных ограничений, обусловленных лучевой нагрузкой и метаболизмом контрастного вещества [19, с. 267].

Ультразвуковое исследование (УЗИ) чаще всего является скрининговым методом обследования [20, с. 869; 21, с. 559]. Неинвазивность, относительная дешевизна, высокая информативность и доступность — очевидные достоинства сонографии [22,

с. 186]. Однако следует признать, что эхоструктура солидных образований почек крайне вариабельна [23, с. 16], на результат исследования во многом оказывает влияние операторо- и аппаратозависимость УЗИ. Допплеровские методики, по мнению ряда авторов, также не позволяют решить все диагностические вопросы, обладая низким потенциалом обнаружения внутриопухолевого кровотока с показателями чувствительности около 45% [24, с. 751; 25, с. 610]. Появление в арсенале лучевых диагностов контрастно-усиленного ультразвукового исследования (КУУЗИ) существенно расширило возможности сонографии [26, с. 39; 27, с. e32]. Однако следует признать, что на сегодняшний день ни одна из имеющихся методик УЗИ в одиночку не позволяет дать исчерпывающие ответы на все вопросы, касающиеся диагностики образований почки, поэтому возник термин «мультипараметрического» УЗИ (мпУЗИ), означающий сочетанное применение не менее трех сонографических методик [28, с. 144]. В отношении рассматриваемых нозологий чаще всего речь идет о базовой морфологической оценке в В-режиме, проведении функциональных доплеровских методик (ЦДК и ЭД) и на заключительном этапе КУУЗИ [27, с. e33; 29, с. 30].

**Цель исследования:** изучить возможности и сравнить эффективность отдельных методик мпУЗИ (В-режим, ЦДК и ЭДК, эхоконтрастирование) в оценке солидных образований почек между собой и компьютерной томографией (КТ) как референтным методом лучевой диагностики.

**Материалы и методы.** мпУЗИ (включающее обследование в серошкальном В-режиме, ЦДК и ЭД, а также КУУЗИ) и КТ с болюсным контрастным усилением выполнены 79 пациентам с различными солидными опухолями почек. Возраст больных варьировал от 18 до 83 лет и в среднем составил  $60 \pm 10,3$  года у мужчин и  $54 \pm 14,4$  года у женщин. Большинство обследованных были женщинами (63,2%).

На основании заключения патоморфологического материала больные были разделены на две подгруппы с доброкачественными ( $n=20$ ; 25,3%) и злокачественными образованиями ( $n=59$ ; 74,7%).

мпУЗИ выполняли на аппаратах Aloka Noblus, Hi Vision Avius и Hi Vision Ascendus (Hitachi, Япония). КУУЗИ почек проводили с использованием препарата «Соновью» (Bracco Swiss S.A., Швейцария), международное название: «Серы гексафторид» (Sulfur hexafluoride). Препарат применяли в объеме не более 1,0 мл на одного человека во избежание гиперконтрастирования почечной паренхимы. Сразу после инъекции дополнительно вводили от 5 до 10 мл 0,9% раствора натрия хлорида.

При сонографии оценивали размер, форму, структуру, экзогенность, контур выявленных солидных образований почек. В доплеровских режимах определяли характер кровотока внутри очага и окружающих его тканях. В ходе КУУЗИ анализировали пара-

метры усиления и вымывания препарата в различные фазы контрастирования.

КТ сканирование проводили на 64-детекторном томографе Brilliance, и 128-срезовом сканере Ingenuity Core фирмы «Philips Healthcare» (Германия) с толщиной слоя 1,5 мм. Болюсное контрастирование осуществляли препаратом «Омнипак 350» (GE Healthcare, Ирландия), международное название «Йогексол» (Iohexol). Количество вводимого контрастного препарата составляло 100 мл и вводилось со скоростью 4,5 мл/с. Результаты оценивали в кортико-медуллярную, нефрографическую и отсроченные фазы [30, с. 141; 31, с. 153].

При КТ оценивали размеры, контур и форму образования, особенности структуры и вовлечение близлежащих органов, наличие кальцинатов в структуре, а также особенности накопления контрастного вещества. При анализе параметров усиления использовали следующие характеристики: гиперденное накопление (более 30–40 единиц Хаунсфилда в сравнении с нативной фазой и здоровой паренхимой), гиподенное (20–30 единиц Хаунсфилда в сравнении с нативной фазой и здоровой паренхимой) и изоденное (менее 20 единиц Хаунсфилда соответственно).

Полученные результаты обрабатывали с использованием методов параметрической и непараметрической статистики. Соответствие статистического распределения изучаемых показателей теоретическому нормальному распределению Гаусса оценивали с помощью критерия Колмогорова–Смирнова и Шапиро–Уилкса. Критический уровень значимости нулевой статистической гипотезы принимался равным 0,05.

Диагностическая эффективность используемых методов определялась по стандартным показателям. Проведен ROC-анализ (Receiver Operator Characteristic — операционная характеристика приемника), построены характеристические кривые. В качестве дополнительного критерия применяли оценку площади под кривой AUC (Area Under Curve), значения которой сопоставлялись с экспертной шкалой, позволяющей судить о качестве модели:

- $0,8 \leq AUC \leq 1,0$  — метод работает превосходно;
- $0,6 \leq AUC < 0,8$  — метод работает хорошо;
- $0,5 < AUC < 0,6$  — метод работает удовлетворительно;

- $AUC \leq 0,5$  — метод не работает.

**Результаты и их обсуждение. Серошкальный В-режим.** Размер выявленных солидных образований почек в среднем составил  $37 \pm 26$  мм ( $21 \pm 13$  мм — доброкачественные,  $36 \pm 17$  мм — злокачественные). Очаги были чаще ( $n=42$ ; 52,9%) неправильной формы (73,8% из которых оказались злокачественными), преимущественно ( $n=46$ ; 58,4%) с неоднородной структурой (76,1% из них злокачественные). Главным образом располагались в верхней (36,7%) или в средней (39,2%) трети



почки, интрапаренхиматозно (45,5%) или с деформацией контура (48,1%). По данным критериям распределение по гистологическому типу существенно не различалось.

Нами установлена статистически значимая сопряженность ( $p < 0,01$ ) между экзогенностью выявляемого образования и злокачественностью опухоли. Гипоэхогенные образования чаще (51,9%) были злокачественными и лишь в 15,3% доброкачественными. Гиперэхогенные очаги в большинстве (46,2%) оказались доброкачественными (в 7,7% злокачественными).

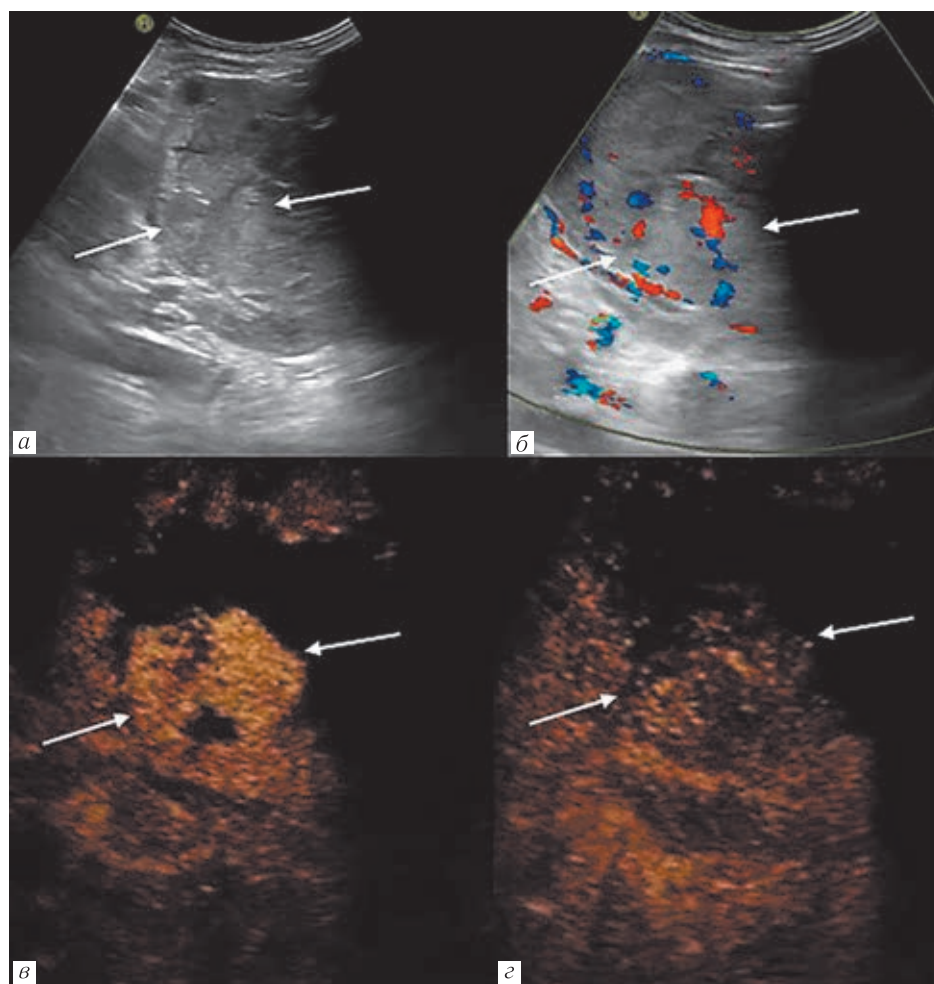
Доброкачественные образования в 61,5% случаев имели четкий контур (в 7,6% случаев нечеткий). Злокачественные очаги несколько чаще характеризовались размытыми, а не четкими границами (38,4% и 25,0% случаев соответственно). Сопряженность признаков составляла ( $p < 0,01$ ).

**Доплеровские методики.** При выполнении доплеровских методик определяемый кровоток

в структуре и по периферии образований нами был разделен на перинодальный (кровоток по периферии образования), интранодальный (преимущественно в структуре образования) и смешанный. Подобный подход оказался эффективным и показал высокую диагностически значимую сопряженность с типом опухоли ( $p < 0,05$ ).

Перинодальный тип в 84,8% случаев встречался при доброкачественных изменениях и только в 34,6% — при злокачественных. Интранодальный вариант чаще характеризовал злокачественные, чем доброкачественные изменения (40,4 и 7,6% случаев соответственно). Смешанный тип также чаще встречался при злокачественных образованиях (25,0%), чем при доброкачественных (7,6%).

**КУУЗИ.** При выполнении контрастного исследования характер усиления в структуре и по периферии образований нами был разделен на перинодальный (контрастирование по периферии образования), интранодальный (преимущественно в структу-



**Рис. 1.** Злокачественный очаг по данным мпУЗИ (ПКР): *а* — В-режим. Гетероэхоичное образование с преимущественно нечетким контуром; *б* — режим ЦДК. Смешанный кровоток в структуре образования; *в* — кортико-медуллярная фаза контрастирования. Активное поступление (8 с) контрастного вещества в структуру образования; *г* — нефрографическая фаза. Раннее вымывание (46 с) контрастного вещества из образования

**Fig. 1.** Malignant focus according to mpUS (RCC); *a* — B-mode. Heteroechoic lesion with a predominantly fuzzy outline; *b* — CDI mode. Mixed blood flow in the structure of education; *v* — cortico-medullary contrasting phase. Active entry (8 sec.) of contrast agent into the structure of education; *z* — nephrographic phase. Early washout

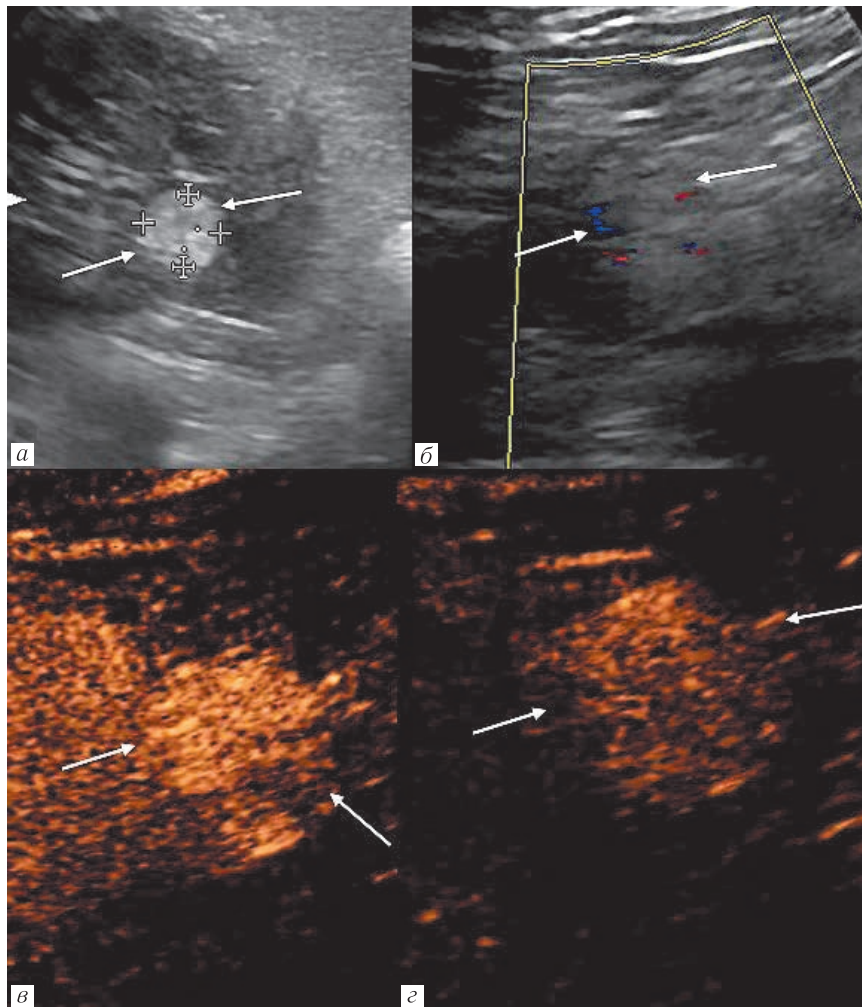
(46 sec.) of the contrast agent from the lesion

ре образования) и смешанный. При визуализации солидных образований почек в ходе контрастирования в 35,7% случаев отмечалось увеличение размера зоны выявленных изменений (в сравнении с нативными режимами сканирования), в 13,2% наблюдений они уменьшились. В большинстве же случаев (51,1%) данный параметр оставался неизменным.

Интранодальный тип поступления контрастного вещества был выявлен у злокачественных очагов в 34,6% случаев и только в 7,7% — у доброкачественных. Смешанный тип контрастирования встречался чаще (84,7%) у доброкачественных образований и только в 32,7% — у злокачественных. Перинодальный тип контрастирования чаще (32,7%) характеризовал очаги доброкачественной природы, в 7,7% случаев выявлялся у злокачественных образований.

Раннее вымывание контрастного вещества из зоны интереса в большинстве случаев было характерно для злокачественных образований (67,3% случаев). Позднее вымывание чаще (38,3%) соответствовало доброкачественному очагу, чем злокачественной опухоли (3,9%). Одновременное вымывание отмечалось в 28,8% случаев у злокачественных образований и в 54,9% — при доброкачественных изменениях. Сопряженность признаков по данным параметрам была значимой ( $p < 0,05$ ).

Таким образом, в результате анализа данных мпУЗИ солидных опухолей почек, статистически значимыми признаками злокачественных опухолей явились: сниженная эхогенность, преимущественно нечеткий контур, интранодальный или смешанный тип кровотока, интранодальный тип контрастирования в кортико-медуллярную фазу и раннее вымывание контрастного вещества (рис. 1). Для доброкаче-



**Рис. 2.** Доброкачественное образование (AML): *a* — В-режим. Гиперэхогенное образование с преимущественно четким контуром; *б* — режим ЦДК. Преимущественно периферический кровоток по контуру образования в структуре образования; *в* — кортико-медуллярная фаза контрастирования. Активное поступление (10 с) контрастного вещества в структуру образования; *г* — нефрографическая фаза. Позднее вымывание (127 с) контрастного вещества из образования

**Fig. 2.** Benign lesion according to mpUS (AML): *a* — B-mode. Hyperechoic formation with a predominantly clear outline; *б* — CDI mode. Mainly peripheral blood flow along the contour of education in the structure of education; *в* — cortico-medullary contrasting phase. Active entry (10 sec.) Of contrast agent into the structure of education; *г* — Nephrographic phase. Late washout (127 sec.) Of the contrast agent from the formation

ственного процесса были характерны: повышенная экзогенность, чаще четкий контур, перинодальный или смешанный тип кровотока/усиления в режимах ЦДК и КУУЗИ, а также позднее или одновременное в сравнении с паренхимой вымывание контраста из опухоли (рис. 2).

При КТ выявленные солидные образования почек в среднем имели размер  $34 \pm 17$  мм ( $23 \pm 15$  мм доброкачественные,  $39 \pm 24$  злокачественные), чаще (59,4%) были неправильной формы (87,4% из которых являлись злокачественными). Неоднородная структура отмечалась в 58,4% случаев, из которых у 76,6% данная характеристика наблюдалась при онкологическом поражении.

по данным компьютерной томографии, чаще соответствовало злокачественному типу роста (48,1%). В то время как отсутствие кистозных включений в подавляющем большинстве (92,3%) случаев было характерно для доброкачественных очагов.

Нами была установлена статистически значимая сопряженность ( $p=0,05$ ) между характером контрастирования выявляемого образования в кортико-медулярную фазу и злокачественностью опухоли. Гиподенсный тип усиления в кортико-медулярную фазу присутствовал только в злокачественных опухолях. Изоденсное контрастирование отмечалось чаще у доброкачественных очагов (38,5 и 7,7% соответственно). Гиперденсный характер усиления



**Рис. 3.** Злокачественное образование по данным компьютерной томографии (ПКР); *а* — нативное исследование. Изоденсное образование в структуре правой почки; *б* — кортико-медулярная фаза. Выраженное накопление образованием контрастного вещества; *в* — нефрографическая фаза. Выраженно гиподенсное образование на фоне паренхимы почки; *з* — отсроченная фаза. Изоденсное поступление контрастного вещества в структуру образования

**Fig. 3.** Malignant lesion according to computed tomography (RCC): *a* — native phase. Isodense formation in the structure of the right kidney; *b* — cortico-medullary phase. Expressed accumulation by the formation of a contrast agent; *v* — nephrographic phase. Pronounced hypodense formation against the background of the renal parenchyma; *z* — delayed phase. Isodential delivery of contrast agent into the structure of education

Злокачественные опухоли несколько чаще характеризовались нечетким и местами нечетким контуром (36,5 и 42,3% соответственно). Доброкачественные образования в большинстве своем (76,9%) имели четкие границы (в 15,3% — размытые). Достаточно редко выявлялся четкий контур у злокачественных очагов (21,2%) и местами нечеткий контур у доброкачественных образований (7,7% случаев). Наличие кистозных включений в структуре образования, выявленных

наблюдался в 67,3% случаев злокачественных опухолей и 61,5% доброкачественных узлов.

Статистически значимая сопряженность была выявлена ( $p<0,05$ ) между типом контрастирования оцениваемого образования в нефрографическую фазу и характером патологического процесса. В 80,8% наблюдений гиподенсная характеристика очага в нефрографическую фазу определялась у злокачественных очагов и лишь в 30,7% у доброкачественных.





**Рис. 4.** Доброкачественное образование по результатам компьютерной томографии (АМЛ): *а* — нативное исследование. Умеренно гиподенсное образование с четким ровным контуром в структуре правой почки; *б* — кортико-медуллярная фаза. Минимальное накопление образованием контрастного вещества, а также округлый участок жировой плотности; *в* — нефрографическая фаза. Гиподенсное образование на фоне гиперденсивной паренхимы почки

**Fig. 4.** Benign lesion on the results of computed tomography (AML): *a* — native phase. Moderately hypodense formation with a clear, even contour in the structure of the right kidney; *б* — cortico-medullary phase. Minimal accumulation of contrast agent lesion, as well as a rounded area of fat density; *в* — nephrographic phase. Hypodense formation against the background of hyperdense renal parenchyma

ственных. Доброкачественные опухоли несколько чаще были изоденсными (46,1%). Повышенные плотностные характеристики на этом этапе контрастного усиления редко встречались как при злокачественных (7,6%), так и при доброкачественных (7,0%) солидных опухолях.

Таким образом, в результате анализа данных КТ с контрастным усилением солидных опухолей почек, статистически значимыми признаками злокачественных опухолей явились: неправильная форма и неоднородная структура, нечеткий контур, наличие кистозных включений, а также выраженное накопление контрастного вещества в кортико-медуллярную фазу и снижение контрастирования (гиподенсность) на фоне здоровой паренхимы в нефрографиче-

ческую фазу (рис. 3). Для доброкачественного процесса были характерны: округлая форма и однородная структура, чаще четкий контур и отсутствие кистозных включений, выраженное контрастирование в кортико-медуллярную фазу, и чаще изоденсные характеристики контрастирования в нефрографическую фазу (рис. 4).

#### **Сравнительный анализ эффективности различных методик лучевого исследования.**

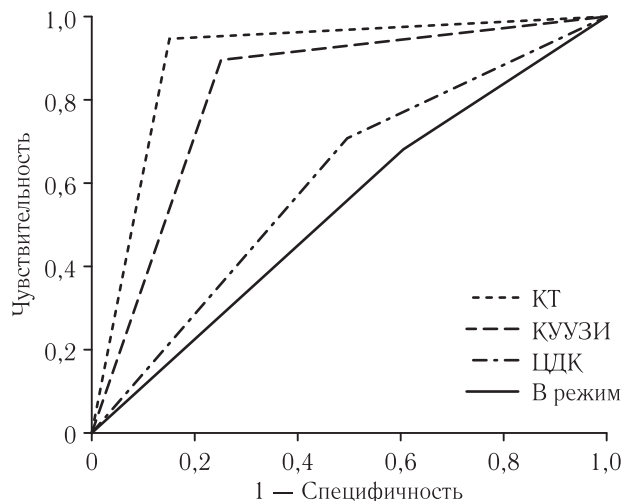
При всестороннем изучении возможностей мпУЗИ в оценке солидных образований почек нами были сопоставлены результаты эффективности каждой из рассмотренных методик (серошкальный В-режим, ЦДК и ЭДК, а также КУУЗИ) с аналогичными показателями КТ с контрастным усилением. При

определении достоверности различий рассчитаны доверительные интервалы (таблица).

На основании полученных данных проведен ROC-анализ (рис. 5), вычислены значения площади под каждой кривой: AUC КТ=0,89 и AUC КУУЗИ=0,82 (соответствует очень хорошему качеству метода). AUC ЦДК=0,60 (среднее качество метода) и AUC В режим=0,53 (неудовлетворительное качество метода).

Полученные результаты свидетельствуют об относительно невысокой эффективности традиционных методик УЗИ (В-режим, ЦДК и ЭДК) в дифференциальной диагностике солидных образований почек и подтверждают тезис о том, что нативная сонография должна применяться, прежде всего, для первичной диагностики рассматриваемых нозологических форм.

**Заключение.** Проведенное нами исследование подтвердило высокую информативность КТ с болюсным контрастным усилением в оценке солидных образований почек, а потому данный метод должен сохранить за собой звание «золотого стандарта» оценки обсуждаемых состояний. В то же время мпУЗИ с контрастированием продемонстрировало близкие результаты эффективности и (с учетом отсутствия лучевой нагрузки, широкой доступ-



**Рис 5.** ROC-анализ эффективности методик мпУЗИ и КТ с контрастированием в диагностике солидных образований почек

**Fig. 5.** ROC curve of the effectiveness of mpUS and CT with contrast in the diagnosis of solid renal masses

ности оборудования, а также высокой разрешающей способности) в ряде случаев (отсутствие технической возможности проведения или наличие противопоказаний к КТ) может выступить в качестве метода выбора.

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Mittal M.K, Sureka B. Solid renal masses in adults // *Indian Journal Radiology Imaging*. 2016. Vol. 26, No. 4. P. 429–442. doi: 10.4103/0971-3026.195773.
- Hsieh J.J., Purdue M.P., Signoretti S., Swanton C. et al. Renal cell carcinoma // *Nature Reviews Disease Primers*. 2017. Vol. 3. P. 17009. doi: 10.1038/nrdp.2017.9.
- Sligley J.R., Delahunt B., Eble J.N. et al. The International Society of Urological Pathology (ISUP) Vancouver classification of renal neoplasia // *Am. J. Surg. Pathol.* 2013. Vol. 37, No. 10. P. 1469–1489. doi: 10.1097/PAS.0b013e318299f2d1.
- 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: Published house GEOTAR-Media, 2017, 576 p. (In Russ.)].
- Аксель Е.М., Матвеев В.Б. Статистика злокачественных новообразований мочевых и мужских половых органов в России и странах бывшего СССР // *Онкоурология*. 2019. Т. 15, № 2. С. 15–24. doi: 10.17650/1726-9776-2019-15-2-15-24 [Axel E.M., Matveev V.B. Statistics of malignant neoplasms of the urinary and male genital organs in Russia and the countries of the former USSR. *Oncourology*, 2019, Vol. 15, No. 2, pp. 15–24 (In Russ.)].
- Ferlay J., Colombet M., Soerjomataram I. et al. 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.ejca.2018.07.005.
- Novara G., Ficarra V., Antonelli A. et al. Validation of the 2009 TNM version in a large multi-institutional cohort of patients treated for renal cell carcinoma: are further improvements needed? // *Eur. Urol.* 2011. Vol. 59, No. 1. P. 182. doi: 10.1016/j.eururo.2010.10.017.
- Bertolotto M., Bucci S., Valentino M., Curr'o F., Sachs C., Cova M.A. Contrast-enhanced ultrasound for characterizing renal masses // *Eur. J. Radiol.* 2018. Vol. 105. P. 41–48. doi: 10.1016/j.ejrad.2018.05.015.
- Richard P.O., Lavallée L.T., Pouliot F., et al. Is routine renal tumor biopsy associated with lower rates of benign histology following nephrectomy for small renal masses? // *J. Urol.* 2018. Vol. 200, No. 4. P. 731–736. doi: 10.1016/j.juro.2018.04.015.
- Veltri A. et al. Diagnostic accuracy and clinical impact of imaging-guided needle biopsy of renal masses. Retrospective analysis on 150 cases // *Eur. Radiol.* 2011. Vol. 21. P. 393. doi: 10.1007/s00330-010-1938-9.
- Kaza R.K., Platt J.F. Renal applications of dual-energy CT // *Abdom. Radiol.* 2016. Vol. 41. P. 1122–1132. doi: 10.1007/s00261-016-0708-9.
- 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.
- 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.
- Gong I.H. et al. Relationship among total kidney volume, renal function and age // *J. Urol.* 2012. Vol. 187, No. 1. P. 344–349. doi: 10.1016/j.juro.2011.09.005.
- Johnson P.T., Horton K.M., Fishman E.K. Optimizing detectability of renal pathology with MDCT: protocols, pearls, and pitfalls // *AJR Am. J. Roentgenol.* 2010. Vol. 194, No. 4. P. 1001–1012. doi: 10.2214/AJR.09.3049.
- Heilbrun M.E., Remer E.M., Casalino D.D. et al. ACR appropriateness criteria indeterminate renal mass // *J. Am. Coll. Radiol.* 2015. Vol. 12, No. 4. P. 333–341. doi: 10.1016/j.jacr.2014.12.012.
- 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.
- Al Ghamdi M.H., AlShabyli N.A., Alayed A. Chromophobe Renal Cell Carcinoma Presenting as a Cystic Renal Mass: Case Report and Review of the Literature // *Am. J. Case Rep.* 2019. Vol. 1, No. 20. P. 631–634. doi: 10.12659/AJCR.914465.
- Асатурян М.А., Атаев А.Г., Багненко С.С. *Общая и военная рентгенология: учебник / под ред. Г.Е. Труфанова*. СПб.: Военно-мед. акад., 2008. 480 с. [Asaturyan M.A., Ataev A.G., Bagnenko S.S. *General and military radiology: textbook / ed. G.E. Trufanov*. St. Petersburg: Military medical. acad., 2008, 480 p. (In Russ.)]
- Petrucci I., Clementi A., Sessa C., Torrisi I., Meola M. Ultrasound and color Doppler applications in chronic kidney disease // *Journal of Nephrology*. 2018. Vol. 31, No. 6. P. 863–879. doi: 10.1007/s40620-018-0531-1.
- Stock K., Kübler H., Maurer T., Slotta-Huspenina J., Holzapfel K. CEUS — Diagnostik solider Nierentumoren // *Der Radiologe*. 2018. Vol. 58, No. 6. P. 553–562. doi: 10.1007/s00117-018-0392-6.
- Defortescu G., et al. Diagnostic performance of contrast-enhanced ultrasonography and magnetic resonance imaging for the assessment of complex



- renal cysts: A prospective study // *Int. J. Urol.* 2017. Vol. 24, No. 3. P. 184–189. doi: 10.1111/iju.13289.
23. Кадырлеев Р.А., Бусько Е.А., Костромина Е.В. и др. Ультразвуковое исследование с контрастированием в алгоритме диагностики солидных образований почек // *Лучевая диагностика и терапия.* 2021. № 1. С. 14–23. [Kadyrlyev R.A., Busko E.A., Kostromina E.V. et al. Diagnostic algorithm of solid kidney lesions with contrast-enhanced ultrasound. *Diagnostic radiology and radiotherapy*, 2021, No. 1, pp. 14–23 (In Russ.)]
  24. 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.
  25. Granata A., Zanolì L., Insalaco M., Valentino M., Pavlica P., Di Nicolò P.P., Scuderi M., Fiorini F., Fatuzzo P., Bertolotto M., Contrast-enhanced ultrasound (CEUS) in nephrology: Has the time come for its widespread use? // *Clin. Exp. Nephrol.* 2015. Vol. 19, No. 4. P. 606–615. doi: 10.1007/s10157-014-1040-8.
  26. Кадырлеев Р.А., Багненко С.С., Бусько Е.А. и др. Возможности мультипараметрического ультразвукового исследования в диагностике кистозных образований почек // *Онкологический журнал: лучевая диагностика, лучевая терапия.* 2021. № 3. С. 35–43. [Kadyrlyev R.A., Bagnenko S.S., Busko E.A. et al. Possibilities of multiparametric ultrasound study with contrast enhanced in the diagnostics of cistickidney lesions. *Journal of Oncology: Diagnostic Radiology and Radiotherapy*, 2021, No. 3, pp. 35–43 (In Russ.)].
  27. 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.
  28. Сенча А.Н., Могутов М.С., Патрунов Ю.Н. *Ультразвуковое исследование с использованием контрастных препаратов.* М.: Видар-М, 2015, 144 с. [Sencha A.N., Mogutov M.S., Patrunov Yu.N. *Ultrasound examination using contrast agents.* Moscow: Published house Vidar-M, 2015, pp. 144 (In Russ.)].
  29. Claudon M., Cosgrove D., Albrecht T. et al. Guidelines and good clinical practice recommendations for contrast enhanced ultrasound (CEUS), update 2008 // *Ultraschall Med.* 2008. Vol. 29. P. 28–44. doi: 10.1055/s-2007-963785.
  30. 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.
  31. Акиев Р.М., Асатуриян М.А., Атаев А.Г. *Лучевая диагностика и лучевая терапия.* СПб.: Военно-мед. акад., 2005. 344 с. [Akiev R.M., Asaturyan M.A., Ataev A.G. *Radiation diagnostics and radiation therapy.* St. Petersburg: Military medical academy, 2005, 344 p. (In Russ.)].

Поступила в редакцию/Received by the Editor: 26.10.2021 г.

#### Вклад авторов:

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

#### Сведения об авторах:

**Кадырлеев Роман Андреевич** — аспирант научного отделения диагностической и интервенционной радиологии, врач ультразвуковой диагност 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: romankadyrlyev@gmail.com; ORCID 0000–0001–6576–1087; SPIN-код: 7360–4884;

**Багненко Сергей Сергеевич** — доктор медицинских наук, доцент, заведующий, 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; профессор кафедры современных методов диагностики и радиолучевой терапии «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;

**Бусько Екатерина Александровна** — кандидат медицинских наук, доцент Научно-клинического и образовательного центра «Лучевая диагностика и ядерная медицина», медицинский факультет федерального государственного 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 диагност, 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 диагност, 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 диагност, 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;

**Гончарова Анастасия Борисовна** — кандидат физико-математических наук, старший преподаватель кафедры теории систем управления электрофизической аппаратурой, факультет прикладной математики — процессов управления федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»; 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9; e-mail: a.goncharova@spbu.ru; ORCID 0000–0002–7980–1657; SPIN-код 7469–7779.