

Современная лучевая диагностика в хирургии и онкологии Modern diagnostic radiology in surgery and oncology

ISSN 1995-5464 (Print); ISSN 2408-9524 (Online)

<https://doi.org/10.16931/1995-5464.2022-1-22-32>

Сравнительный анализ эффективности КТ и контрастно-усиленного УЗИ в диагностике метастазов колоректального рака в печени

Бусько Е.А.^{1,2*}, Козубова К.В.¹, Багненко С.С.^{1,3}, Карачун А.М.¹, Буровик И.А.¹, Гончарова А.Б.², Костромина Е.В.^{1,3}, Кадырлеев Р.А.¹, Курганская И.Х.¹, Шевкунов Л.Н.¹

¹ ФГБУ «Научный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Петрова»; 197758, Санкт-Петербург, пос. Песочный, ул. Ленинградская, д. 68, Российская Федерация

² ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»; 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7/9, Российская Федерация

³ ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет»; 194100, Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 2, Российская Федерация

Цель. Уточнить ультразвуковую семиотику контрастирования метастазов колоректального рака в печени и провести сравнительный анализ эффективности КТ с контрастным усилением и контрастно-усиленного УЗИ в их диагностике.

Материал и методы. Обследовали 40 пациентов, проходивших лечение по поводу колоректального рака и с впервые диагностированным колоректальным раком. Всем пациентам выполняли контрастно-усиленное УЗИ и КТ с контрастным усилением. При подозрении злокачественного характера образования выполняли трепан-биопсию и морфологическое исследование.

Результаты. Определена сопоставимая высокая диагностическая эффективность контрастно-усиленного УЗИ и КТ с контрастным усилением. Чувствительность контрастно-усиленного УЗИ при определении злокачественности составила 93,3%, специфичность – 90%, прогностическая ценность положительного результата – 96,55%, прогностическая ценность отрицательного результата – 81,82%, точность – 92,5%. Чувствительность КТ с контрастированием составила 93,3%, специфичность – 80%, прогностическая ценность положительного результата – 93,33%, прогностическая ценность отрицательного результата – 80%, точность – 92,5%.

Выводы. При наличии противопоказаний к КТ с контрастным усилением контрастно-усиленное УЗИ может быть альтернативным методом дифференциальной диагностики новообразований печени у больных колоректальным раком.

Ключевые слова: печень, колоректальный рак, метастазы, контрастно-усиленное УЗИ, КТ, диагностическая эффективность

Ссылка для цитирования: Бусько Е.А., Козубова К.В., Багненко С.С., Карачун А.М., Буровик И.А., Гончарова А.Б., Костромина Е.В., Кадырлеев Р.А., Курганская И.Х., Шевкунов Л.Н. Сравнительный анализ эффективности КТ и контрастно-усиленного УЗИ в диагностике метастазов колоректального рака в печени. *Анналы хирургической гепатологии*. 2022; 27 (1): 22–32. <https://doi.org/10.16931/1995-5464.2022-1-22-32>.

Авторы подтверждают отсутствие конфликтов интересов.

Comparative assessment of diagnostic value of computed tomography and contrast-enhanced ultrasound in colorectal cancer liver metastases diagnosis

Busko E.A.^{1,2*}, Kozubova K.V.¹, Bagnenko S.S.^{1,3}, Karachun A.M.¹, Burovik I.A.¹, Goncharova A.B.², Kostromina E.V.^{1,3}, Kadyrleev R.A.¹, Kurganskaya I.Kh.¹, Shevkunov L.N.¹

¹ N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology; 68, Leningradskaya str., Pesochny, Saint-Petersburg, 197758, Russian Federation

² Saint-Petersburg State University; 7/9, Universitetskaya emb., Saint-Petersburg, 199034, Russian Federation

³ Saint-Petersburg State Pediatric Medical University; 2, Litovskaya str., Saint-Petersburg, 194100, Russian Federation

Aim: This study aimed to clarify the ultrasound semiotics of colorectal cancer liver metastases contrast enhancement, and perform a comparative assessment of the diagnostic efficacy of contrast-enhanced ultrasound and computed tomography (CT).

Methods: We studied 40 patients with colorectal cancer: patients receiving treatment for the disease and having newly diagnosed colorectal cancer. All patients underwent contrast-enhanced ultrasound and CT. In the cases of suspected malignancy, a trephine biopsy and a morphological examination were performed.

Results: Contrast-enhanced ultrasound and CT demonstrated comparable and high diagnostic efficacy. The sensitivity of the contrast-enhanced ultrasound in malignancy detection was 93.3%, with 90% specificity, 96.55% positive predictive value, 81.82% negative predictive value, and 92.5% accuracy. The sensitivity of contrast-enhanced CT was 93.3%, with 80% specificity, 93.33% positive predictive value, 80% negative predictive value, and 92.5% accuracy.

Conclusions: For patients with colorectal cancer with contraindications to contrast-enhanced CT, contrast-enhanced ultrasound may be used as an alternative imaging option for the differential diagnosis of liver neoplasms.

Keywords: liver, colorectal cancer, metastases, contrast-enhanced ultrasound, CT, diagnostic performance

For citation: Busko E.A., Kozubova K.V., Bagnenko S.S., Karachun A.M., Burovik I.A., Goncharova A.B., Kostromina E.V., Kadyrleev R.A., Kurganskaya I.Kh., Shevkunov L.N. Comparative assessment of diagnostic value of computed tomography and contrast-enhanced ultrasound in colorectal cancer liver metastases diagnosis. *Annaly khirurgicheskoy gepatologii = Annals of HPB surgery*. 2022; 27 (1): 22–32. (In Russian). <https://doi.org/10.16931/1995-5464.2022-1-22-32>.

The authors declare no conflict of interests.

● Введение

Колоректальный рак (КРР) занимает лидирующие позиции в структуре заболеваемости и смертности от злокачественных новообразований. На это заболевание приходится 9,4% от общего числа, оно является третьим в списке после злокачественных опухолей легких и молочной железы. По смертности от онкологических заболеваний КРР выходит на 2-е место после рака легких [1]. Наряду с высокой заболеваемостью и смертностью существует проблема поздней обращаемости пациентов. Наиболее часто встречающейся локализацией отдаленных метастазов при КРР является печень, что обусловлено ее анатомо-физиологическими особенностями [2, 3]. По данным литературы, при первичном обращении порядка 25% больных КРР имеют синхронные метастазы в печени [4, 5]. Однако кроме вторичного поражения у больных КРР часто обнаруживают доброкачественные образования органа [6]. Трудности диагностики метастатического процесса во многом связаны с отсутствием патогномичной лучевой семиотики не только на начальных, но нередко и на поздних стадиях заболевания [7].

КТ является одним из ведущих методов оценки состояния гепатопанкреатодуоденальной зоны, позволяющим в режиме мультипланарных реконструкций детально изучать опухоли, оценивать их число и размеры, определять состояние и степень сосудистой инвазии, делать заключение о распространенности процесса для планирования лечения [8, 9]. По данным литературы, КТ обладает высокой чувствительностью при обнаружении метастазов в печени, размер которых превышает 10 мм, однако при уменьшении размера новообразований показатель уменьшается [8, 10, 11].

Контрастно-усиленное УЗИ (КУУЗИ) открыло новые возможности в дифференциальной

диагностике новообразований печени, в настоящее время его активно внедряют в клиническую практику [12]. Одним из наиболее часто используемых средств является ультразвуковой контрастный препарат (УЗКП) SonoVue (Bracco Suisse S.A.). Это суспензия микропузырьков диаметром 2,5 мкм, окруженных мембраной фосфолипидов и наполненных инертным газом (гексафторид серы). В отличие от контрастных препаратов для КТ и МРТ, УЗКП не проникает в межклеточный матрикс — он остается в сосудистом русле и, таким образом, позволяет оценить перфузию патологического образования с высоким разрешением в режиме реального времени [12–15]. УЗКП безопасны с точки зрения переносимости и крайне редко вызывают какие-либо побочные эффекты. При клинических исследованиях эти препараты не вызывали нефро-, гепато- или кардиотоксических эффектов. Частота анафилактических реакций составляла 14 на 100 тыс. и, таким образом, была меньше, чем при применении контрастных препаратов для КТ (35–95 на 100 тыс.) [16]. Несмотря на очевидные преимущества, применение КУУЗИ для диагностики новообразований печени имеет ряд ограничений. Структуры, расположенные в поддиафрагмальной части VIII сегмента, могут быть недоступны для детального анализа. Глубина сканирования при КУУЗИ ограничена, поэтому некоторые поражения органа у больных с ожирением или при диффузных изменениях печени типа стеатоза труднее определить. Кроме того, диагностическая надежность КУУЗИ напрямую зависит от опыта исследователя [13, 14, 16, 17].

Обнаружение вторичных изменений печени и знание точной локализации метастазов имеют критическое значение для выбора первого этапа лечения [18, 19], оптимизации общей стратегии ведения пациента, включая хирургическое вмешательство и радиочастотную абляцию. КУУЗИ

с его высокой разрешающей способностью, высококачественным отображением мягкотканых структур, доступностью оборудования и отсутствием лучевой нагрузки является весьма перспективным направлением диагностики рассматриваемого заболевания, а потому прицельное изучение возможностей метода в сравнении с КТ является актуальной задачей [20].

Цель исследования – уточнить ультразвуковую семиотику контрастирования метастазов КРР (МКРР) в печени и провести сравнительный анализ эффективности КТ и КУУЗИ в диагностике заболевания.

● Материал и методы

Исследование проведено на базе ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова» Минздрава России. В него были включены 40 человек с верифицированным КРР и впервые выявленными образованиями печени. Мужчин было 13 (средний возраст 47 ± 23 года), женщин – 27 (средний возраст $52,5 \pm 30,5$ года). Размеры выявленных образований в 12 наблюдениях были <10 мм, у 11 больных – $11–20$ мм, в 17 наблюдениях – >30 мм. После подписания информированного согласия всем пациентам выполняли КУУЗИ на аппаратах Hitachi HI-VISION Ascendus, Hitachi HI VISION Avius конвексным датчиком 2–8 МГц с применением УЗКП на основе гексафторида серы (SonoVue, Bracco Suisse S.A.). Для оптимального отображения патологических изменений применяли режим контрастной гармоники с низким механическим индексом.

Новообразования характеризовали в соответствии с рекомендациями EFSUMB. После введения УЗКП было описано контрастное усиление новообразования печени во временные интервалы в соответствии с этапами контрастирования паренхимы органа: артериальная фаза (АФ) – от 10–20 до 30–45 с, портальная фаза (ПФ) – от 30–45 до 120 с и поздняя венозная фаза (ПВФ) – более 120 с до полного выведения УЗКП [12, 15, 16]. В обязательном порядке описывали симптом вымывания УЗКП из опухоли и дополнительные образования, различимые только при контрастном усилении [16, 17, 19].

КТ выполняли на мультиспиральном 128-срезовом томографе. Использовали стандартные протоколы сбора данных с толщиной среза не более 5 мм и включающие нативное сканирование, артериальную, портальную и при необходимости отсроченную фазы контрастирования. Для усиления применяли йодсодержащие препараты (Ультравист, Омнипак) 1,5 мл на 1 кг массы тела, но не более 120 мл.

Всем пациентам выполняли чрескожную биопсию печени. Вмешательство проводили под местной анестезией, применяли многоразовую биопсийную систему Bard Magnum и специальную одноразовую иглу 16 G. Осуществляли гистологическое исследование и при необходимости иммуногистохимический анализ.

В табл. 1 представлены данные, полученные по результатам методов визуализации в сравнении с гистологическим заключением.

У 30 из 40 обследуемых пациентов гистологически были верифицированы МКРР в печени.

Таблица 1. Результаты инструментальных методов диагностики и гистологического исследования

Table 1. Results of Instrumental Diagnosis and Histological Examination

| Нозология | | Число наблюдений, абс. | | | |
|--------------------------------|----------------------|------------------------|-------|----|-------------------------------|
| | | УЗИ в В-режиме | КУУЗИ | КТ | Гистологическое заключение |
| Доброкачественные изменения | Гемангиома | 13 | 5 | 7 | 6 |
| | ФНГ | 2 | 1 | 1 | 1 |
| | Киста | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | Фокальный стеатоз | 1 | 1 | 2 | 2 |
| Злокачественные образования | Метастазы | 15 | 29 | 29 | 30 |
| | Образования не видны | 8 | 3 | – | – |
| Итого: | | 40 | 40 | 40 | 40 |

Примечание: ФНГ – фокальная нодулярная гиперплазия.

Таблица 2. Распределение пациентов по стадиям заболевания (pTNM)

Table 2. Disease Stage Distribution According to Pathological Tumor-Node-Metastasis Staging System

| Стадия | T | N | M | Число наблюдений, абс. (%) |
|--------|-------|-------|---|----------------------------|
| I | 1,2 | 0 | 0 | – |
| II | 3,4 | 0 | 0 | 5 (20,8) |
| III | Любая | 1,2 | 0 | 10 (41,7) |
| IV | Любая | Любая | 1 | 9 (37,5) |

В этой выборке у 16 пациентов заболевание было выявлено впервые, 24 пациента уже проходили лечение по поводу КРП (табл. 2). Всем больным КРП T₂₋₃/N₀₋₁ ($n = 10$) было выполнено оперативное лечение, 6 пациентам из этой выборки также проводили адъювантную химиотерапию, 1 больному проведена неoadъювантная химиолучевая терапия.

При опухолях T₄ всех обследованных подвергали неoadъювантной химиотерапии с последующим оперативным вмешательством в объеме удаления первичного очага, дополненным атипичной резекцией печени ($n = 2$) или радиочастотной абляцией ($n = 6$). Трем пациентам провели адъювантную химиотерапию, в 2 наблюдениях лечение было дополнено лучевой терапией.

● Результаты и обсуждение

Анализировали ультразвуковую семиотику МКРП в печени (рис. 1). Опухоли значимо чаще имели неправильную форму ($n = 24$; 82,7%), чем округлую ($n = 5$; 17,2%). Эхогенность варьировала в широком диапазоне. Несколько больше

было образований с гиперэхогенной структурой ($n = 11$; 37,9%), из них у 7 (24,1%) пациентов наблюдали гипоехогенный ободок – симптом мишени. В равном соотношении определяли метастазы, имеющие изоэхогенную структуру ($n = 9$; 31,0%), и гипоехогенные опухоли ($n = 9$; 31%), включая 2 наблюдения, в которых определяли “мишеневидные” узлы с гиперэхогенной периферической частью по типу “бычьего глаза” (6,9%). Внутренняя структура опухолей была преимущественно неоднородной ($n = 19$; 65,5%).

При анализе КУУЗИ в АФ были выделены следующие 3 группы наиболее часто встречающихся изображений: гипоконтрастные образования с гиперконтрастным ореолом по периферии ($n = 15$; 51,7%); гиперконтрастные неоднородные ($n = 11$; 37,9%) и гиперконтрастные однородные опухоли ($n = 3$; 10,3%; рис. 2а, б). В ПФ чаще наблюдали гипоконтрастный ($n = 27$; 93,1%; рис. 2в) и реже изоконтрастный ($n = 2$; 6,9%; рис. 2г) тип. В ПВФ во всех наблюдениях отмечали симптом “черной дыры” – очаговое вымывание УЗКП (рис. 2д).

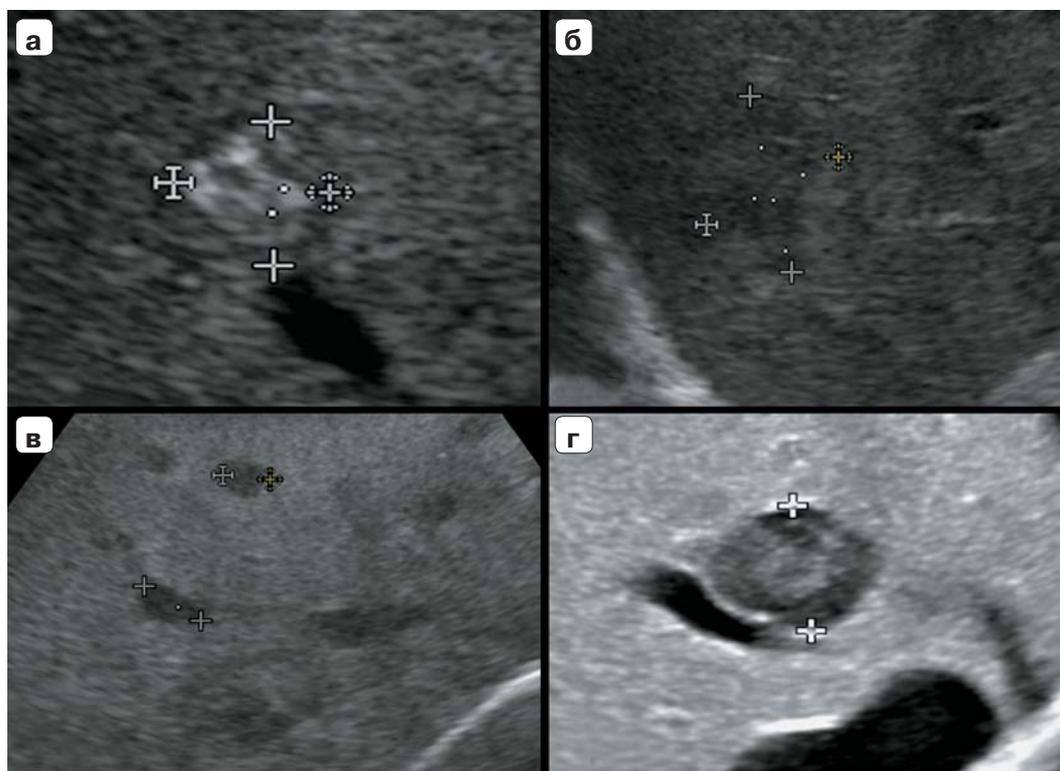


Рис. 1. Ультразвуковые сканограммы. Типичные изображения МКРП в печени в сероскальном режиме: **а** – гиперэхогенное образование неправильной формы, неоднородной структуры; **б** – изоэхогенное образование неправильной формы, неоднородной структуры; **в** – множественные гипоехогенные опухоли, расположенные билобарно, овальной формы, однородной структуры; **г** – симптом мишени – гиперэхогенные центральные отделы образования с гипоехогенным ободком, округлая форма, неоднородная структура.

Fig. 1. Ultrasound scans. Typical images of colorectal cancer liver metastases in gray scale mode: **a** – irregularly shaped hyperechoic lesion of heterogeneous structure; **б** – irregularly shaped isoechoic lesion of heterogeneous structure; **в** – multiple oval-shaped hypoechoic bilobar tumors with homogeneous structure; **г** – target sign, hyperechoic rounded central portions of the lesion with hypoechoic peripheral rim, heterogeneous structure.

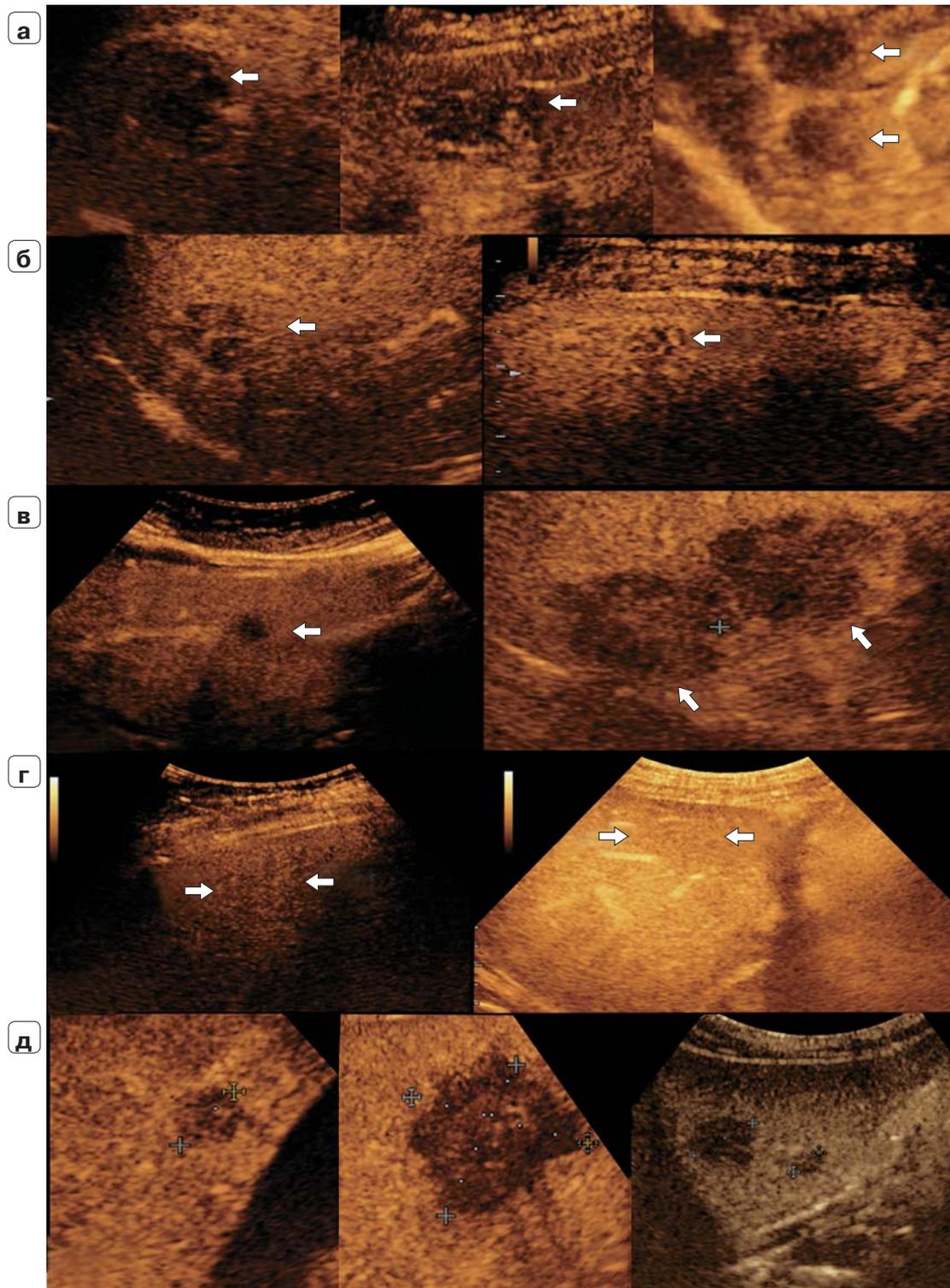


Рис. 2. Ультразвуковые сканограммы. Варианты контрастирования новообразований в печени в различные фазы исследования с контрастным усилением: **а** – в АФ гиперконтрастный ореол по периферии опухоли (указан стрелкой); **б** – в АФ отмечена неоднородная гиперконтрастность образования (указана стрелкой); **в** – в ПФ видны гипоконтрастные опухоли (указаны стрелками); **г** – в ПФ опухоли остались изоконтрастными (видно между стрелками); **д** – в ПВФ вымывание УЗКП, признак злокачественности.

Fig. 2. Ultrasound scans. Contrast-enhancement patterns of the liver tumors at different phases of the study: **a** – arterial phase (AP): tumor with hyperenhanced peripheral halo (indicated by the arrow); **б** – AP, heterogeneous hyperenhanced lesion (indicated by the arrow); **в** – late phase (LP), hypo-enhanced tumors (arrows); **г** – LP: tumors are still iso-enhanced (as seen between the arrows); **д** – portal venous phase (PVP), washout of contrast medium, an indicator of malignancy.

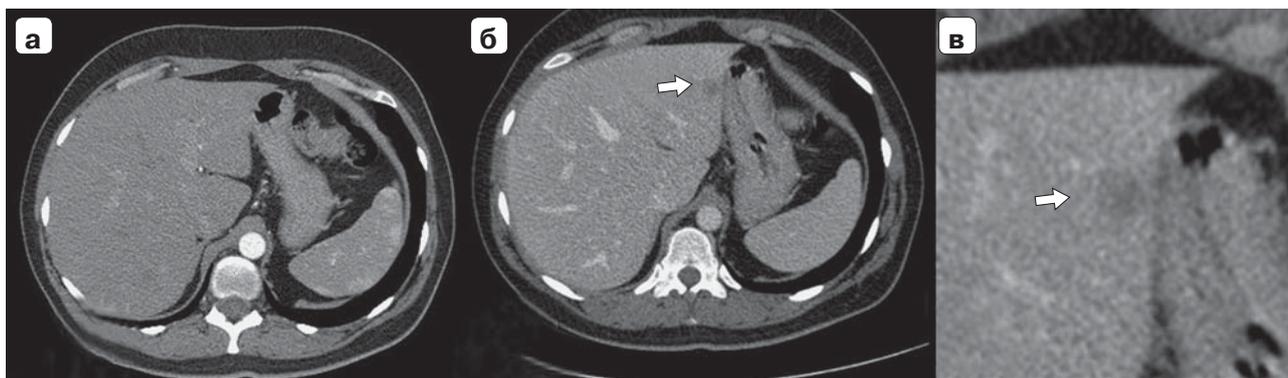


Рис. 3. Компьютерные томограммы. Новообразование печени: **а** – АФ, опухоль в печени не видна; **б, в** – гиповаскулярное образование в S_{III} (указано стрелкой).

Fig. 3. Computed tomography scans. Liver neoplasm: **a** – arterial phase (AP), tumor is not seen; **б, в** – hypovascular lesion in S_{III} (indicated by the arrow).

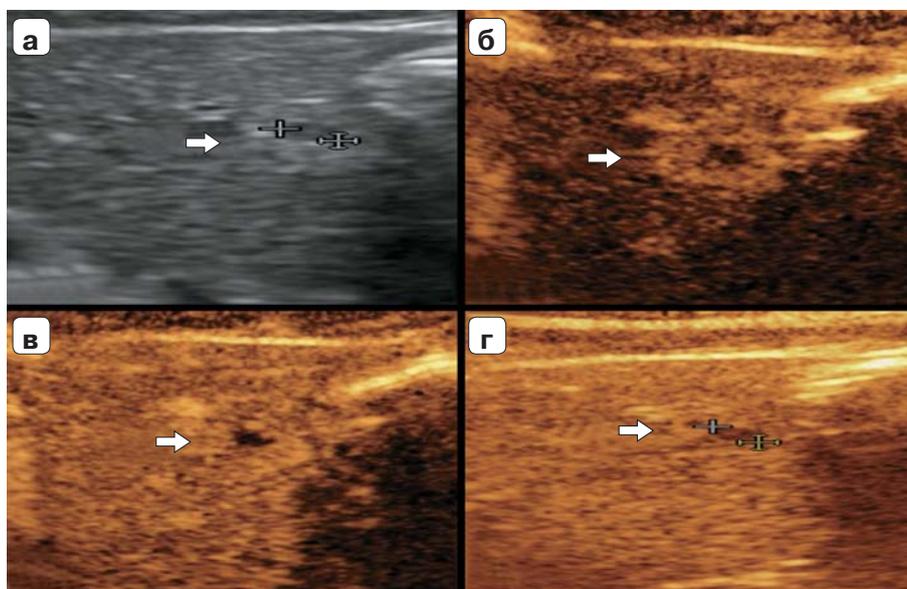


Рис. 4. Ультразвуковые сканограммы. МКРР в печени: **а** – В-режим; в левой доле изоэхогенное образование (указано стрелкой) неправильной формы, с четкими контурами и кистозным включением в центре (между курсорами); **б** – АФ, образование гиперконтрастно (указано стрелкой), центральная часть образования не контрастна; **в** – ПФ, образование изоконтрастно по отношению к паренхиме печени, центральная часть его по-прежнему не контрастна, что было расценено как зона фиброзных изменений – симптом “диафрагмы зрачка” [16], характерен для гемангиомы; **г** – ПВФ, образование изоконтрастно, симптома “черной дыры”, характерного для метастаза, нет.

Fig. 4. Ultrasound scans. Colorectal cancer liver metastases: **a** – B-mode: irregularly shaped isoechoic lesion (indicated by the arrow) in the left lobe with clear contours and a cystic inclusion in the center (between the cursors); **б** – arterial phase (AP), hyperenhanced lesion (indicated by the arrow) without central enhancement; **в** – late phase (LP), iso-enhanced lesion with respect to the surrounding liver parenchyma, central part remains non-enhanced, it is considered to be a zone of fibrotic changes, “iris diaphragm” phenomenon [16], is an indicator of hemangioma; **г** – portal venous phase (PVP): iso-enhanced lesion, “black hole” phenomenon, a typical sign of metastasis, is absent.

При анализе ложноположительных результатов при КУУЗИ установлено, что ошибочно была интерпретирована 1 гемангиома. По данным КТ новообразование было корректно диагностировано, и его определяли на протяжении всего периода наблюдения (3 года) без тенденции к росту. Ложноотрицательные заключения при КУУЗИ регистрировали дважды. Пациентка 39 лет с опухолью верхнеампулярного отдела

прямой кишки с T4aN₁M₁ (pulm) в связи с распространенностью процесса проходила комплексное лечение, включавшее лучевую терапию и химиотерапию. При КТ в динамике выявлено новообразование в печени, определенное как МКРР. При КУУЗИ образование имело паттерн контрастирования, характерный для гемангиомы (рис. 3 и 4). В динамике отмечен рост новообразования, по данным морфологической ве-

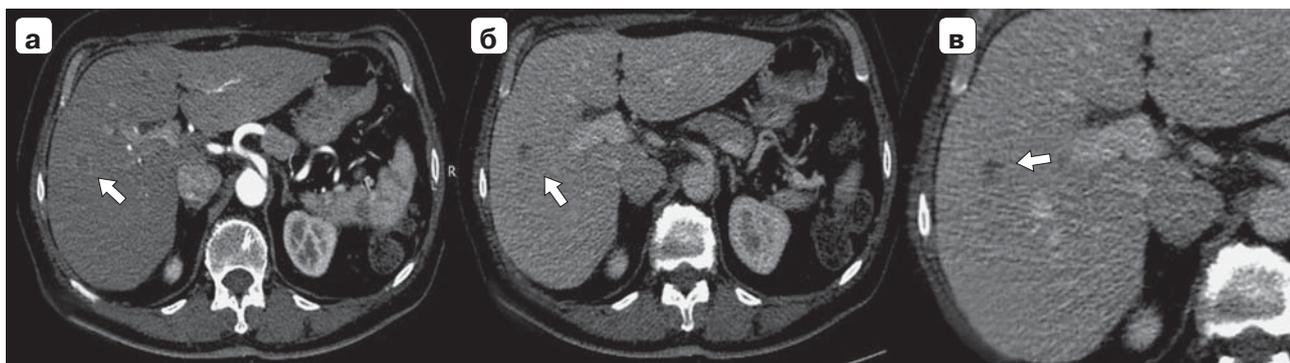


Рис. 5. Компьютерные томограммы. Новообразование печени: **а** – АФ, опухоль в правой доле с умеренным накоплением контрастного препарата по периферии (указана стрелкой); **б, в** – часть новообразования изоденсна, сохранился гиподенсный участок в центре (указан стрелкой).

Fig. 5. Computed tomography scans. Liver neoplasm: **а** – arterial phase (AP), tumor in the right lobe with moderate accumulation of the contrasting agent in the peripheral region (indicated by the arrow); **б, в** – isodense part of the neoplasm with hypodense area in the center (indicated by the arrow).

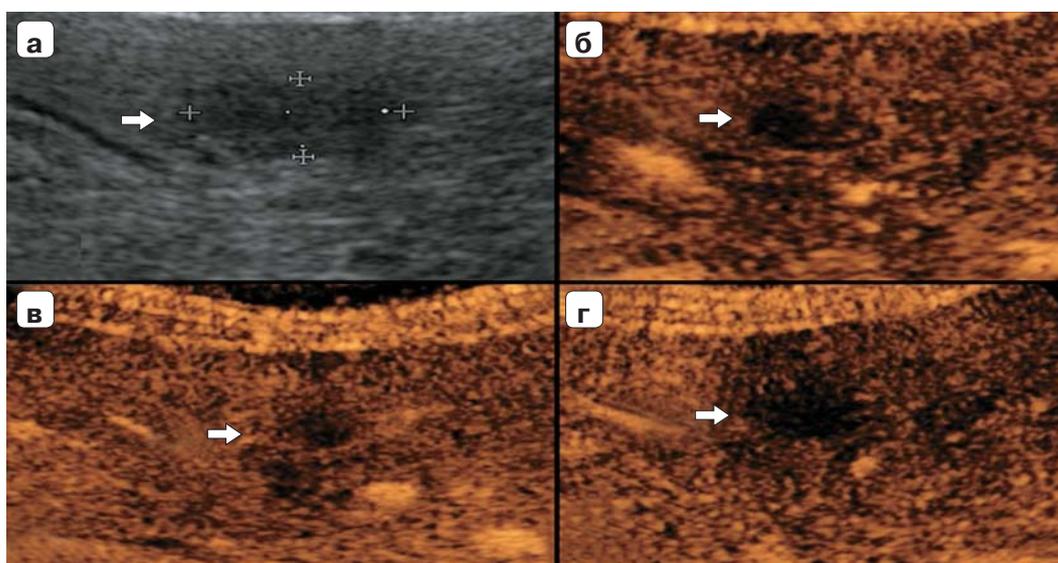


Рис. 6. Ультразвуковые сканограммы. Метастаз КРР в печени: **а** – В-режим, в правой доле гипоехогенное образование (между курсорами) неправильной формы, с нечеткими контурами; **б** – АФ, гиперконтрастность опухоли по периферии в виде ободка (указана стрелкой); **в** – ПФ, вымывание УЗКП из образования (указано стрелкой); **г** – ПВФ, гипо-контрастность опухоли (указана стрелкой), локальное вымывание УЗКП, признак “черной дыры”.

Fig. 6. Ultrasound scans. Colorectal cancer liver metastases: **а** – B-mode, irregularly shaped hypoechoic lesion (between the cursors) in the right lobe with unclear contours; **б** – arterial phase (AP), hyperenhanced peripheral rim (indicated by the arrow); **в** – late phase (LP), contrasting agent washout (indicated by the arrow); **г** – portal venous phase (PVP), tumor hypoenhancement (indicated by the arrow), local washout of contrasting agent, “black hole” phenomenon is present.

рификации диагностирован МКРР. Также в 1 наблюдении при КУУЗИ метастатические очаги не были видны.

Ложноотрицательные заключения после КТ получены в 2 наблюдениях. У 1 больного метастаз был ошибочно определен как участок фокального стеатоза. У пациентки 66 лет, проходившей лечение по поводу рака сигмовидной кишки, по данным КТ новообразование исходно имело характеристики, позволявшие диагностировать доброкачественный процесс (атипичная гемангиома). Однако при КУУЗИ (рис. 5 и 6) опухоль демонстрировала тенденцию к быстро-

му вымыванию УЗКП в ПФ, что позволило заподозрить злокачественный характер поражения. При морфологической верификации был подтвержден МКРР в печени.

При оценке числа узловых образований по данным КТ у 4 (13,3%) пациентов определяли дополнительные опухоли, которые не были видны при КУУЗИ, а у 1 (3,3%) больного при КУУЗИ выявили дополнительный метастаз, который не был обнаружен при КТ и нативном УЗИ. Применение УЗКП позволило у 5 (16,7%) пациентов обнаружить дополнительные области поражения, которые не определялись по дан-

Таблица 3. Результаты анализа диагностической эффективности**Table 3.** Analysis of Diagnostic Performance

| Метод | Чувствительность, % | Специфичность, % | Точность, % | ПЦПР, % | ПЦОР, % |
|-------|---------------------|------------------|-------------|---------|---------|
| УЗИ | 46,67 | 90 | 57,5 | 93,3 | 36 |
| КУУЗИ | 93,3 | 90 | 92,5 | 96,55 | 81,82 |
| КТ | 93,3 | 80 | 92,5 | 93,3 | 80 |

Примечание: ПЦПР – прогностическая ценность положительного результата; ПЦОР – прогностическая ценность отрицательного результата.

ным нативного сканирования. Результаты анализа проведенного исследования представлены в табл. 3.

● Заключение

Применение контрастного усиления у больных КРР значительно увеличивает эффективность мультипараметрического УЗИ в диагностике метастатического поражения печени. КУУЗИ и КТ имеют сопоставимые показатели диагностической эффективности. Это позволяет применять КУУЗИ в качестве “неионизирующей альтернативы” КТ, особенно при необходимости детального изучения мелких образований, кистозных опухолей и других ситуаций, когда требуется получение изображений в особенно высоком разрешении. Также метод может быть использован при противопоказаниях к КТ и непереносимости йодсодержащих контрастных препаратов.

Участие авторов

Бусько Е.А. – концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, написание текста, редактирование, утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Козубова К.В. – обработка материала, написание текста.

Багненко С.С. – концепция исследования, редактирование, утверждение окончательного варианта статьи.

Карачун А.М. – утверждение окончательного варианта статьи.

Буровик И.А. – написание, редактирование текста.

Гончарова А.Б. – статистическая обработка данных.

Костромина Е.В. – концепция исследования, сбор материала.

Кадырлеев Р.А. – сбор и обработка материала.

Курганская И.Х. – сбор и обработка материала.

Шевкунов Л.Н. – концепция исследования.

Authors contributions

Busko E.A. – concept and design of the study, collection and processing of material, writing text, editing, approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article.

Kozubova K.V. – processing of material, writing text.

Bagenko S.S. – concept of the study, editing, approval of the final version of the article.

Karachun A.M. – approval of the final version of the article.

Burovik I.A. – writing text, editing.

Goncharova A.B. – statistical analysis.

Kostromina E.V. – concept of research, collection of material.

Kadyrleev R.A. – collection and processing of material.

Kurganskaya I.Kh. – collection and processing of material.

Shevkunov L.N. – concept of the study.

● Список литературы

- Sung H., Ferlay J., Siegel R.L., Laversanne M., Soerjomataram I., Jemal A., Bray F. Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA Cancer J. Clin.* 2021; 71 (3): 209–249. <https://doi.org/10.3322/caac.21660>
- Ковалева Е.В., Синюкова Г.Т., Данзанова Т.Ю., Лепэдату П.И., Гудилина Е.А. Возможности УЗИ с применением контрастного усиления в диагностике метастазов в печени у больных колоректальным раком. *Колопроктология.* 2018; 1: 36–41. <https://doi.org/10.33878/2073-7556-2018-0-1-36-41>
- Горчаков С.В., Правосудов И.В., Васильев С.В., Олейник В.В., Попов Д.Е., Голубев К.В., Жуков О.А. Современные подходы к лечению больных колоректальным раком с метастазами в печень: обзор литературы. *Вестник Санкт-Петербургского университета. Медицина.* 2015; 3: 55–68.
- Engstrand J., Nilsson H., Strömberg C., Jonas E., Freedman J. Colorectal cancer liver metastases – a population-based study on incidence, management and survival. *BMC Cancer.* 2018; 18 (1): 78. <https://doi.org/10.1186/s12885-017-3925-x>
- Engstrand J., Strömberg C., Nilsson H., Freedman J., Jonas E. Synchronous and metachronous liver metastases in patients with colorectal cancer – towards a clinically relevant definition. *World J. Surg. Oncol.* 2019; 17 (1): 228. <https://doi.org/10.1186/s12957-019-1771-9>
- Auer T.A., Fischer T., Garcia S., Penzkofer T., Jung E.M., Hamm B., Lerchbaumer M.H. Value of contrast-enhanced ultrasound (CEUS) in Focal Liver Lesions (FLL) with inconclusive findings on cross-sectional imaging. *Clin. Hemorheol. Microcirc.* 2020; 74 (3): 327–339. <https://doi.org/10.3233/CH-190718>
- Багненко С.С., Ефимцев А.Ю., Железняк И.С., Латышева А.Я., Малаховский В.Н. Практическая ультразвуковая диагностика: Руководство для врачей. В 5 томах. М.: ГЭОТАР-Мед, 2016. 240 с.
- Алексеев К.Н., Багненко С.С., Бойков И.В. Путеводитель по лучевой диагностике органов брюшной полости: атлас рентгено-, УЗ-, КТ- и МРТ-изображений. СПб.: Медкнига “ЭЛБИ”, 2014. 432 с.

9. Кармазановский Г.Г. Роль МСКТ и МРТ в диагностике очаговых заболеваний печени. *Анналы хирургической гепатологии*. 2019; 24 (4): 91–110. <https://doi.org/10.16931/1995-5464.2019491-110>
10. Tsili A.C., Alexiou G., Naka C., Argyropoulou M.I. Imaging of colorectal cancer liver metastases using contrast-enhanced US, multidetector CT, MRI, and FDG PET/CT: a meta-analysis. *Acta Radiol*. 2021; 62 (3): 302–312. <https://doi.org/10.1177/0284185120925481>
11. Агурина Н.В., Багненко С.Ф., Бахмутова Е.Е. Лучевая диагностика и терапия в гастроэнтерологии: Национальное руководство. М.: ГЭОТАР-Мед, 2014. 920 с.
12. Борсуков А.В. Контрастно-усиленное ультразвуковое исследование печени: эволюция оценок мировых экспертов с 2012 по 2020 г. *Онкологический журнал: лучевая диагностика, лучевая терапия*. 2021; 4 (1): 20–30. <https://doi.org/10.37174/2587-7593-2021-4-1-20-30>
13. Müller-Peltzer K., Rübenthaler J., Negrao de Figueiredo G., Clevert D.A. CEUS-Diagnostik benignen Leber Läsionen. *Radiologe*. 2018; 58 (6): 521–527. <https://doi.org/10.1007/s00117-018-0390-8>
14. Müller-Peltzer K., Rübenthaler J., Reiser M., Clevert D.A. Kontrastverstärkter Ultraschall (CEUS) der Leber: Kritische Bewertung des Einsatzes in der Routine diagnostic. *Radiologe*. 2017; 57 (5): 348–355. <https://doi.org/10.1007/s00117-017-0225-z>
15. 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. *Лучевая диагностика и терапия*. 2021; 12 (1): 14–23. <https://doi.org/10.22328/2079-5343-2020-12-1-14-23>
16. Dietrich C.F., Nolsøe C.P., Barr R.G., Berzigotti A., Burns P.N., Cantisani V., Chammam M.C., Chaubal N., Choi B.I., Clevert D.A., Cui X., Dong Y., D'Onofrio M., Fowlkes J.B., Gilja O.H., Huang P., Ignee A., Jenssen C., Kono Y., Kudo M., Lassau N., Lee W.J., Lee J.Y., Liang P., Lim A., Lyshchik A., Meloni M.F., Correas J.M., Minami Y., Moriyasu F., Nicolau C., Piscaglia F., Saftoiu A., Sidhu P.S., Sporea I., Torzilli G., Xie X., Zheng R. Guidelines and good clinical practice recommendations for contrast enhanced ultrasound (CEUS) in the liver – Update 2020-WFUMB in cooperation with EFSUMB, AFSUMB, AIUM and FLAUS. *Ultraschall. Med*. 2020; 41 (5): 562–585. <https://doi.org/10.1055/a-1177-0530>
17. Катрич А.Н., Порханов В.А. Ультразвуковое исследование с контрастным усилением в дифференциальной диагностике очаговых новообразований печени. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2019; 6: 49–59. <https://doi.org/10.17116/hirurgia201906149>
18. Martin J., Pettrillo A., Smyth E.C., Shaida N., Khwaja S., Cheow H.K., Duckworth A., Heister P., Praseedom R., Jah A., Balakrishnan A., Harper S., Liao S., Kosmoliaptsis V., Huguet E. Colorectal liver metastases: current management and future perspectives. *World J. Clin. Oncol*. 2020; 11 (10): 761–808. <https://doi.org/10.5306/wjco.v11.i10.761>
19. Митина Л.А., Гуц О.В., Степанов С.О., Сидоров Д.В., Петров Л.О., Ратушная В.В., Корниецкая А.Л., Соловьев Я.А., Ложкин М.В. УЗИ печени с контрастом при метастазах колоректального рака в печень. *Колопроктология*. 2017; (2S): 32–36. <https://doi.org/10.33878/2073-7556-2017-0-2S-32-36>
20. Кадырлеев Р.А., Багненко С.С., Бусько Е.А., Костромина Е.В., Шевкунов Л.Н., Козубова К.В., Гончарова А.Б.

Возможности мультипараметрического ультразвукового исследования в диагностике кистозных образований почек. *Онкологический журнал: лучевая диагностика, лучевая терапия*. 2021; 4 (3): 35–43. <https://doi.org/10.37174/2587-7593-2021-4-3-35-43>

References

1. Sung H., Ferlay J., Siegel R.L., Laversanne M., Soerjomataram I., Jemal A., Bray F. Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA Cancer J. Clin*. 2021; 71 (3): 209–249. <https://doi.org/10.3322/caac.21660>
2. Kovaleva E.V., Sinyukova G.T., Danzanova T.Yu., Lepedatu P.I., Gudilina E.A. The possibilities of contrast-enhanced ultrasound (CEUS) in the diagnosis of colorectal liver metastases (CRLM). *Koloproktologia*. 2018; 1: 36–41. <https://doi.org/10.33878/2073-7556-2018-0-1-36-41> (In Russian)
3. Gorchakov S.V., Pravosudov I.V., Vasiljev S.V., Oleynik V.V., Popov D.E., Golubev K.V., Zhukov O.A. Modern approach to treatment of colorectal cancer patients with liver metastases (literature review). *Vestnik of Saint Petersburg University. Medicine*. 2015; 3: 55–68. (In Russian)
4. Engstrand J., Nilsson H., Strömberg C., Jonas E., Freedman J. Colorectal cancer liver metastases – a population-based study on incidence, management and survival. *BMC Cancer*. 2018; 18 (1): 78. <https://doi.org/10.1186/s12885-017-3925-x>
5. Engstrand J., Strömberg C., Nilsson H., Freedman J., Jonas E. Synchronous and metachronous liver metastases in patients with colorectal cancer – towards a clinically relevant definition. *World J. Surg. Oncol*. 2019; 17 (1): 228. <https://doi.org/10.1186/s12957-019-1771-9>
6. Auer T.A., Fischer T., Garcia S., Penzkofer T., Jung E.M., Hamm B., Lerchbaumer M.H. Value of contrast-enhanced ultrasound (CEUS) in Focal Liver Lesions (FLL) with inconclusive findings on cross-sectional imaging. *Clin. Hemorheol. Microcirc*. 2020; 74 (3): 327–339. <https://doi.org/10.3233/CH-190718>
7. Bagnenko S.S., Efimtsev A.U., Zheleznyak I.S., Latysheva A.Ya., Malakhovsky V.N. *Prakticheskaya ultrazvukovaya diagnostika: Rukovodstvo dlya vrachei* [Practical ultrasound diagnostics: guidelines for physicians]. In 5 volumes. Moscow: GEOTAR-Med, 2016. 240 p. (In Russian)
8. Alekseev K.N., Bagnenko S.S., Bojkov I.V. *Putevoditel po luchevoi diagnostike organov brushnoi polosti: atlas rentgeno-, UZ-, KT- i MRT-izobrazhenii* [Guide to radiation diagnostics of the abdominal cavity: atlas of X-ray, ultrasound, CT and MRI images]. St. Petersburg: Medicalbook “ELBI”, 2014. 432 p. (In Russian)
9. Karmazanovsky G.G. The role of MDCT and MRI in the diagnosis of focal liver diseases. *Annaly khirurgicheskoy gepatologii = Annals of HPB Surgery*. 2019; 24 (4): 91–110. <https://doi.org/10.16931/1995-5464.2019491-110> (In Russian)
10. Tsili A.C., Alexiou G., Naka C., Argyropoulou M.I. Imaging of colorectal cancer liver metastases using contrast-enhanced US, multidetector CT, MRI, and FDG PET/CT: a meta-analysis. *Acta Radiol*. 2021; 62 (3): 302–312. <https://doi.org/10.1177/0284185120925481>
11. Agurina N.V., Bagnenko S.F., Bakhmutova E.E. *Lučevaya diagnostika i terapiya v gastroenterologii: Natsionalnoe rukovodstvo* [Radiation diagnostics and therapy in gastroenterology: national guidelines]. Moscow: GEOTAR-Med, 2014. 920 p. (In Russian)
12. Borsukov A.V. Contrast-enhanced ultrasound of the liver: evolution of the world experts opinions from 2012 to 2020.

- Journal of oncology: diagnostic radiology and radiotherapy.* 2021; 4 (1): 20–30. (In Russian)
13. Müller-Peltzer K., Rübenthaler J., Negrao de Figueiredo G., Clevert D.A. CEUS-Diagnostik benigner Leber Läsionen. *Radiologe.* 2018; 58 (6): 521–527. <https://doi.org/10.1007/s00117-018-0390-8>
 14. Müller-Peltzer K., Rübenthaler J., Reiser M., Clevert D.A. Kontrastverstärkter Ultraschall (CEUS) der Leber: Kritische Bewertung des Einsatzes in der Routine diagnostic. *Radiologe.* 2017; 57 (5): 348–355. <https://doi.org/10.1007/s00117-017-0225-z>
 15. 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. *Diagnostic radiology and radiotherapy.* 2021; 12 (1): 14–23. (In Russian)
 16. Dietrich C.F., Nolsøe C.P., Barr R.G., Berzigotti A., Burns P.N., Cantisani V., Chammass M.C., Chaubal N., Choi B.I., Clevert D.A., Cui X., Dong Y., D'Onofrio M., Fowlkes J.B., Gilja O.H., Huang P., Ignee A., Jenssen C., Kono Y., Kudo M., Lassau N., Lee W.J., Lee J.Y., Liang P., Lim A., Lyshchik A., Meloni M.F., Correas J.M., Minami Y., Moriyasu F., Nicolau C., Piscaglia F., Saftoiu A., Sidhu P.S., Sporea I., Torzilli G., Xie X., Zheng R. Guidelines and good clinical practice recommendations for contrast enhanced ultrasound (CEUS) in the liver –Update 2020-WFUMB in cooperation with EFSUMB, AFSUMB, AIUM and FLAUS. *Ultraschall. Med.* 2020; 41 (5): 562–585. <https://doi.org/10.1055/a-1177-0530>
 17. Katrich A.N., Porkhanov V.A. Contrast-enhanced ultrasound in differential diagnosis of focal liver lesions. *Pirogov Russian Journal of Surgery = Khirurgiya. Zhurnal imeni N.I. Pirogova.* 2019; 6: 49–59. <https://doi.org/10.17116/hirurgia201906149> (In Russian)
 18. Martin J., Petrillo A., Smyth E.C., Shaida N., Khwaja S., Cheow H.K., Duckworth A., Heister P., Praseedom R., Jah A., Balakrishnan A., Harper S., Liao S., Kosmoliaptsis V., Huguet E. Colorectal liver metastases: current management and future perspectives. *World J. Clin. Oncol.* 2020; 11 (10): 761–808. <https://doi.org/10.5306/wjco.v11.i10.761>
 19. Mitina L.A., Guts O.V., Stepanov S.O., Sidorov D.V., Petrov L.O., Ratushnaya V.V., Kornietskaya A.L., Solovyev Ya.A., Lozhkin M.V. Contrast-enhanced ultrasound imaging of colorectal liver metastases. *Koloproktologia.* 2017; (2S): 32–36. (In Russian)
 20. Kadyrleev R.A., Bagnenko S.S., Busko E.A., Kostromina E.V., Shevkunov L.N., Kozubova K.V., Goncharova A.B. Possibilities of multiparametric ultrasound study with contrast enhanced in the diagnostics of cystic kidney lesions. *Journal of oncology: diagnostic radiology and radiotherapy.* 2021; 4 (3): 35–43. <https://doi.org/10.37174/2587-7593-2021-4-3-35-43> (In Russian)

Сведения об авторах [Authors info]

Бусько Екатерина Александровна – доктор мед. наук, доцент, ведущий научный сотрудник научного отделения диагностической и интервенционной радиологии ФГБУ “НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова”; доцент НК и ОЦ “Лучевая диагностика и ядерная медицина”, ФГБОУ ВО “СПбГУ”. <https://orcid.org/0000-0002-0940-6491>. E-mail: katrn@mail.ru

Козубова Ксения Вячеславовна – аспирант научного отделения диагностической и интервенционной радиологии ФГБУ “НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова”. <https://orcid.org/0000-0001-9611-0439>. E-mail: dr.kozubova@yandex.ru

Багненко Сергей Сергеевич – доктор мед. наук, доцент, заведующий – ведущий научный сотрудник научного отделения диагностической и интервенционной радиологии ФГБУ “НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова”, профессор кафедры современных методов диагностики и радиолучевой терапии ФГБОУ ВО “СПбГПМУ”. <https://orcid.org/0000-0002-4131-6293>. E-mail: bagnenko_ss@mail.ru

Карачун Алексей Михайлович – доктор мед. наук, доцент, заведующий отделением абдоминальной онкологии, руководитель научного отделения опухолей желудочно-кишечного тракта ФГБУ “НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова”. <https://orcid.org/0000-0001-6641-7229>. E-mail: Dr.A.Karachun@gmail.com

Буровик Илья Александрович – канд. мед. наук, научный сотрудник научного отделения диагностической и интервенционной радиологии ФГБУ “НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова”. <https://orcid.org/0000-0002-4714-1228>. E-mail: burovick_ilya@mail.ru

Гончарова Анастасия Борисовна – канд. физ.-мат. наук, старший преподаватель кафедры теории систем управления электрофизической аппаратурой ФГБОУ ВО “СПбГУ”. <https://orcid.org/0000-0002-7980-1657>. E-mail: a.goncharova@spbu.ru

Костромина Екатерина Викторовна – канд. мед. наук, доцент кафедры лучевой диагностики и биомедицинской визуализации ФГБОУ ВО “СПбГПМУ”; старший научный сотрудник научного отделения диагностической и интервенционной радиологии ФГБУ “НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова”. <https://orcid.org/0000-0002-4245-687X>. E-mail: Terik-dog@mail.ru

Кадырлеев Роман Андреевич – аспирант научного отделения диагностической и интервенционной радиологии ФГБУ “НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова”. <https://orcid.org/0000-0001-6576-1087>. E-mail: romankadyrleev@gmail.com

Курганская Индира Хидирнабиевна – врач ультразвуковой диагностики отделения лучевой диагностики ФГБУ “НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова”. <https://orcid.org/0000-0003-3367-8574>. E-mail: nenufara@mail.ru

Шевкунов Лев Николаевич – канд. мед. наук, старший научный сотрудник научного отделения диагностической и интервенционной радиологии ФГБУ “НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова”. <https://orcid.org/0000-0003-4533-1658>. E-mail: levka1978@mail.ru

Для корреспонденции *: Бусько Екатерина Александровна – 197758, Санкт-Петербург, пос. Песочный, ул. Ленинградская, д. 68, Российская Федерация. Тел.: +7-921-906-72-83. E-mail: katrn@mail.ru

Ekaterina A. Busko – Doct. of Sci. (Med.), Associate Professor, Leading Researcher of Research Division of Diagnostic and Interventional Radiology, N.N. Petrov National Medicine Research Center of Oncology; Associate Professor of the Clinical Research and Education Center “Radiation diagnostics and nuclear medicine”, Saint-Petersburg State University. <https://orcid.org/0000-0002-0940-6491>. E-mail: katrn@mail.ru

Kseniya V. Kozubova – post-graduate student of the Research Division of Diagnostic and Interventional Radiology, N.N. Petrov National Medicine Research Center of Oncology. <https://orcid.org/0000-0001-9611-0439>. E-mail: dr.kozubova@yandex.ru

Sergey S. Bagnenko – Doct. of Sci. (Med.), Associate Professor, Leading Researcher and the Head of the Research Division of Diagnostic and Interventional Radiology, N.N. Petrov National Medicine Research Center of Oncology; Professor of the Department of Innovative Techniques of Diagnostics and Radiation Therapy, Saint-Petersburg State Pediatric Medical University. <https://orcid.org/0000-0002-4131-6293>. E-mail: bagnenko_ss@mail.ru

Aleksey M. Karachun – Doct. of Sci. (Med.), Associate Professor, Head of the Department of Abdominal Surgical Oncology, Head of the Gastro-Intestinal Cancer Research Division, N.N. Petrov National Medicine Research Center of Oncology. <https://orcid.org/0000-0001-6641-7229>. E-mail: Dr.A.Karachun@gmail.com

Ilya A. Burovik – Cand. of Sci. (Med.), Researcher of the Research Division of Diagnostic and Interventional Radiology, N.N. Petrov National Medicine Research Center of Oncology. <https://orcid.org/0000-0002-4714-1228>. E-mail: burovick_ilya@mail.ru

Anastasiya B. Goncharova – Cand. of Sci. (Physics and Mathematics), Senior Lecturer, Department of Control Systems Theory for Electrophysical Facilities, Saint-Petersburg State University. <https://orcid.org/0000-0002-7980-1657>. E-mail: a.goncharova@spbu.ru

Ekaterina V. Kostromina – Cand. of Sci. (Med.), Associate Professor of the Department of Radiology and Biomedical Imaging of the Saint-Petersburg State Pediatric Medical University; Senior Researcher, Research Division of Diagnostic and Interventional Radiology, N.N. Petrov National Medicine Research Center of Oncology. <https://orcid.org/0000-0002-4245-687X>. E-mail: Terik-dog@mail.ru

Roman A. Kadyrleev – post-graduate student of the Division of Diagnostic and Interventional Radiology, N.N. Petrov National Medicine Research Center of Oncology. <https://orcid.org/0000-0001-6576-1087>. E-mail: romankadyrleev@gmail.com

Indira H. Kurganskaya – physician, ultrasound diagnostician of the Department of Diagnostic Radiology, N.N. Petrov National Medicine Research Center of Oncology. <https://orcid.org/0000-0003-3367-8574>. E-mail: nenufara@mail.ru

Lev N. Shevkunov – Cand. of Sci. (Med.), Senior Researcher, Research Division of Diagnostic and Interventional Radiology, N.N. Petrov National Medicine Research Center of Oncology. <https://orcid.org/0000-0003-4533-1658>. E-mail: levka1978@mail.ru

For correspondence *: Ekaterina A. Busko – 68, Leningradskaya str., Pesochny, Saint-Petersburg, 197758, Russian Federation. Phone: + 7-921-906-72-83. E-mail: katrn@mail.ru

Статья поступила в редакцию журнала 15.11.2021.
Received 15 November 2021.

Принята к публикации 7.12.2021.
Accepted for publication 7 December 2021.

Комментарий

Статья посвящена актуальной теме – сравнительному анализу результатов КТ и контрастно-усиленного УЗИ в диагностике метастазов колоректального рака в печени. В целом, поддерживая основные положения работы уважаемых авторов, следует отметить, что, по мнению многих специалистов, метод УЗИ является оператор-зависимым, а оценка полученных при УЗИ результатов во многом субъективна. В связи с этим в полной мере УЗИ не может заменить КТ. Технологию целесообразно использовать для уточнения объема поражения печени после скринингового стандартного УЗИ либо для ди-

намического мониторинга проводимого комбинированного лечения у больных с метастазами колоректального рака. При непереносимости йодсодержащих контрастных препаратов метод может заменить КТ. В обычной ситуации после ультразвуковой диагностики (стандартной или контрастно-усиленной) для определения лечебной тактики следует обязательно выполнять современную КТ с контрастным усилением, оценкой всех фаз исследования и трехмерной реконструкцией.

Следует поздравить авторов с хорошей работой и пожелать им новых творческих успехов.

Редколлегия журнала