

УДК 616-073.75+616.03

<http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2024-15-2-77-84>

ВОЗМОЖНОСТИ МСКТ И МРТ В ОПРЕДЕЛЕНИИ ЛЕЧЕБНОЙ ТАКТИКИ ПРИ МЕТАСТАЗАХ КОЛОРЕКТАЛЬНОГО РАКА В ПЕЧЕНЬ: ПРОСПЕКТИВНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

^{1,2}Л. С. Гусейнова[✉], ²Д. Ю. Каннер[✉], ²А. О. Швейкин[✉], ²М. В. Лившиц[✉], ²М. В. Москалец[✉], ²Д. О. Воронов[✉],
¹Р. Ф. Бахтиозин[✉]

¹Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова, Москва, Россия

²Московская городская онкологическая больница № 62, Москва, Россия

ВВЕДЕНИЕ: Частая выявляемость метастазов в печень при колоректальном раке и высокий риск неблагоприятного исхода определяют алгоритм ведения таких пациентов в виде максимально возможной ранней диагностики и выбора методов лечения.

ЦЕЛЬ: Продемонстрировать возможности МСКТ и МРТ в определении лечебной тактики при метастазах колоректального рака в печень.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ: В исследование было включено 90 пациентов с метастазами колоректального рака в печень. Всем пациентам была выполнена МСКТ с динамическим контрастированием. Мультипараметрическая магнитно-резонансная томография выполнена 49 пациентам (54%). Диагноз был подтвержден морфологически и (или) как минимум еще одним методом исследования (ультразвуковое исследование — УЗИ или совмещенная позитронная эмиссионная и рентгеновская компьютерная томография — ПЭТ/КТ).

РЕЗУЛЬТАТЫ: При выявлении солитарного метастатического очага в печени или ограниченного количества очагов в пределах одного сегмента или доли методом выбора являлась типичная или атипичная резекция печени совместно с противоопухолевой лекарственной терапией (химиотерапия/таргетная терапия/иммунотерапия в зависимости от генетического статуса) (38,9%). При наличии нескольких небольших метастатических очагов, диаметр которых не превышал 3 см и расположенных удаленно друг от друга, радиочастотная абляция (РЧА) являлась дополнительным методом к резекции печени (4,4%). У неоперабельных пациентов и/или при нерезектабельных солитарных очагах меньше 5 см, в которых не выявлена сосудистая инвазия, методом выбора являлась стереотаксическая лучевая терапия (СТЛТ) (13,3%). Выраженное снижение функционального резерва печени, малый объем остающейся паренхимы, а также билобарное поражение исключило удаление всех очагов. Таким образом, при билобарном поражении печени, когда органосохраняющая операция невозможна, при наличии внепеченочных метастазов и когда пациент является функционально неоперабельным, методом выбора являлась химиотерапия/таргетная терапия/иммунотерапия в зависимости от генетического статуса (33,4%), трансартериальная химиоэмболизация (ТАХЭ) как паллиативная терапия (10%).

ОБСУЖДЕНИЕ: Согласно данным литературы, наиболее чувствительными методом для обнаружения метастазов в печени являются МРТ с диффузионно-взвешенными изображениями (ДВИ) и применение гепатоспецифических контрастных веществ в гепатобилиарной фазе. КТ — надежный метод предоперационного стадирования, который позволяет получить высококачественную визуализацию печени и охватить всю брюшную полость и грудную клетку, что дает возможность выявить метастазы в регионарные лимфоузлы и отдаленные метастазы. Выявленная нами статистическая закономерность подтверждает эти данные. Однако в нескольких исследованиях отмечалось, что при выявлении мелких очагов (менее 10 мм) чувствительность при применении МРТ с гепатоспецифическими контрастными веществами в гепатобилиарной фазе выше, чем у ДВИ. По результатам нашего исследования МРТ с ДВИ оказалась более чувствительной (95,9%) для выявления мелких метастатических очагов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: МСКТ с динамическим контрастированием и мультипараметрическая МРТ показали высокую диагностическую ценность в оценке метастазов колоректального рака в печень при планировании радикального хирургического вмешательства и выборе альтернативных методов лечения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: метастазы колоректального рака в печень, компьютерная томография, магнитно-резонансная томография

* Для корреспонденции: Гусейнова Ляман Санан кызы, e-mail: Guseynova7@bk.ru.

Для цитирования: Гусейнова Л.С., Каннер Д.Ю., Швейкин А.О., Лившиц М.В., Москалец М.В., Воронов Д.О., Бахтиозин Р.Ф. Возможности МСКТ и МРТ в определении лечебной тактики при метастазах колоректального рака в печень: проспективное исследование // *Лучевая диагностика и терапия*. 2024. Т. 15, № 2. С. 77–84, doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2024-15-2-77-84>.

THE POSSIBILITIES OF CT AND MRI IN DESIGN OF TREATMENT FOR COLORECTAL LIVER METASTASES: A PROSPECTIVE STUDY

^{1,2}Lyaman S. Huseynova[✉], ²Dmitriy Yu. Kanner[✉], ²Alexandr O. Shveikin[✉], ²Mikhail V. Livshits[✉],
²Mikhail V. Moskalets[✉], ²Dmitriy O. Voronov[✉], ¹Rustam F. Bakhtiozin[✉]

¹I. M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia

²Moscow City Oncological Hospital № 62, Moscow, Russia

INTRODUCTION: Frequent detection of liver metastases in colorectal cancer and a high risk of adverse outcomes determine the algorithm for managing such patients, involving maximum early diagnosis and selection of treatment methods.

OBJECTIVE: To demonstrate the possibilities of CT and MRI in determining treatment tactics for colorectal liver metastases.

MATERIALS AND METHODS: 90 patients with metastatic colorectal cancer in the liver were examined. All patients underwent contrast-enhanced CT. Multiparametric magnetic resonance imaging was performed in 49 patients (54%). The diagnosis was confirmed morphologically and/or by at least one additional method of examination (ultrasound or PET/CT).

RESULTS: When a solitary metastatic lesion in the liver or a limited number of lesions within one segment or lobe was identified, the preferred method was typical or atypical liver resection together with drug therapy (38.9%). In the presence of several small metastatic lesions, each with a diameter not exceeding 3 cm, and located far apart from each other, radiofrequency ablation was an additional method to liver resection (4.4%). For unresectable patients and/or non-resectable solitary lesions smaller than 5 cm without evidence of vascular invasion, the preferred method was stereotactic body radiation therapy (SBRT) (13.3%). Marked reduction in liver functional reserve, small remaining liver volume, as well as bilobar involvement precluded the resection of all lesions. Therefore, in cases of bilobar liver involvement where organ-preserving surgery is not feasible, with the presence of extrahepatic metastases, and when the patient is functionally unresectable, the preferred method was drug therapy (33.4%), transarterial chemoembolization (TACE) as a palliative therapy (10%).

DISCUSSION: According to the literature, the most sensitive methods for detecting liver metastases are MRI with diffusion-weighted imaging (DWI) and the use of hepatospecific contrast agents in the hepatobiliary phase. CT is a reliable method for pre-operative staging, providing high-quality visualization of the liver and covering the entire abdominal and thoracic cavities, allowing for the detection of metastases in regional lymph nodes and distant metastases. The statistical regularity we identified confirms these findings. However, in several studies, it has been noted that the sensitivity of MRI with hepatospecific contrast agents in the hepatobiliary phase is higher than DWI when detecting small lesions (less than 10 mm). According to the results of our study, MRI with DWI was found to be more sensitive for detecting small metastatic lesions.

CONCLUSION: Contrast-enhanced CT and multiparametric MRI showed high diagnostic value in the assessment of metastatic colorectal cancer in the liver for planning radical surgical intervention and selecting alternative treatment methods.

KEYWORDS: colorectal liver metastasis, computed tomography, magnetic resonance imaging

* For correspondence: Lyaman S. Huseynova, e-mail: Guseynova7@bk.ru.

For citation: Huseynova L.S., Kanner D.Yu., Shveikin A.O., Livshits M.V., Moskalets M.V., Voronov D.O., Bakhtiozin R.F. The possibilities of CT and MRI in design of treatment for colorectal liver metastases: a prospective study // *Diagnostic radiology and radiotherapy*. 2024. Vol. 15, No. 2. P. 77–84, doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2024-15-2-77-84>.

Введение. Колоректальный рак является третьим по распространенности злокачественным новообразованием и занимает второе место по смертности от онкологических заболеваний [1–3].

Печень является одним из наиболее частых органов метастатического распространения эпителиальных раков, уступая только регионарным лимфатическим узлам [2]. Примерно у 20–25% пациентов с колоректальным раком на момент постановки диагноза имеются метастазы в печени, до 70% больных раком толстой кишки имеют метастазы в печень при вскрытии [3–5]. Таким образом, метастазы колоректального рака в печень представляют собой серьезный ограничивающий жизнь фактор, и их раннее выявление имеет первостепенное значение. Этим объясняется большой интерес исследователей и научной литературы к данной теме.

Компьютерная томография и магнитно-резонансная томография являются наиболее точными методами визуализации для диагностики метастазов в печень [6]. Однако предоперационная неинвазивная оценка метастазов в печень претерпела значительные изменения за последние несколько десятилетий, открыв новые возможности как диагностических, так и в хирургических подходах [6].

По мере совершенствования методов компьютерной томографии, магнитно-резонансной томографии можно получить исчерпывающие данные о локализации и васкуляризации очагов, состоянии сосудистой анатомии и билиарного дерева, сдавлении желчевыводящих протоков и сосудов, что имеет огромное значение в выборе тактики лечения (резекция печени, химио- и радиоэмболизация, химио/иммунотерапия, радиочастотная абляция) [7].

При планировании операции расположение опухоли печени по отношению к окружающим структурам, хирургически значимым сосудам и соседним органам имеет большое значение для хирурга. Оценка объема опухоли с расчетом предполагаемого объема резекции также предоставляет ценную информацию. Хирургическая резекция метастазов в печени приводит к пятилетней выживаемости 37% и 10-летней выживаемости 22% [8]. Пациенты, у которых отсутствуют отдаленные метастазы, по-прежнему имеют лучшие показатели выживаемости [9–11].

Цель. Продемонстрировать возможности МСКТ и МРТ в определении лечебной тактики при метастазах колоректального рака в печень.

Материалы и методы. Одобрения этического комитета не требовалось. Работа основана на анализе клинических наблюдений 90 больных колоректальным раком с метастазами в печень с проспективным набором в период с января 2021 по январь 2024 г. Информированное согласие получено от каждого пациента. Среди больных было 43 мужчины и 47 женщин в возрасте от 46 до 82 лет (средний возраст $65,4 \pm 2,35$ года).

Всем пациентам была выполнена МСКТ до и после внутривенного болюсного контрастирования. Выполнялось трехфазное сканирование на 128-срезовом компьютерном томографе «Aquilion-128» (TOSHIBA). Использовали толщину реконструируемых срезов 0,5 мм. В качестве контрастного вещества применяли неионный низкоосмолярный контрастный препарат (Йомерон 400), внутривенное введение осуществляли со скоростью 3,5–4,5 мл/с. Постпроцессорная обработка выполнялась на мультимодальных рабочих станциях с построением трехмерных реконструкций. КТ-реконструкция объемного трехмерного изображения позволяет определить точную сегментарную локализацию и границы опухоли. Сосудистая реконструкция позволяет визуализировать печеночную и портальную анатомию, тем самым устраняя необходимость в обычной ангиографии.

Мультипараметрическая магнитно-резонансная томография [12, 13] выполнена 49 пациентам (54%), из них 25 пациентам (51%) — с применением гепатоспецифических контрастных веществ (гадоксетовой кислоты — препарат примовист), 22 пациентам (45%) — с негепатоспецифическими контрастными веществами (гадобутрол — препарат гадовист) и 2 пациентам (4%) без применения контрастных препаратов. Исследование проводили на высокопольном МР-томографе Siemens Aera базовой комплектации с напряженностью магнитного поля 1,5 Тл. Во время динамического исследования были получены артериальные, портальные венозные и отсроченные фазовые изображения. Изображения гепатобилиарной фазы были получены в среднем через 20 минут (диапазон 15–40 минут) после введения контрастного вещества.

Диагноз был подтвержден морфологически или как минимум еще одним методом исследования (УЗИ или ПЭТ/КТ).

Результаты. Солитарные метастазы наблюдались у 18 больных (20%), по 2–3 очага — у 24 (26,7%), более 3 метастазов — у 48 больных (53,3%). Локализация очагов: правая доля печени — 24 пациента (26,7%), левая доля — 14 (15,5%), билобарное поражение — 52 пациента (57,8%).

Магнитно-резонансная томография. Метастазы колоректального рака имели гипоинтенсивный МР-сигнал на нативных T1-ВИ и T1-ВИ с жироподавлением и несколько выше (гиперинтенсивный) на изотропных диффузионно-взвешенных изображениях (ДВИ), T2-ВИ и T2-ВИ с жироподавлением (рис. 1).

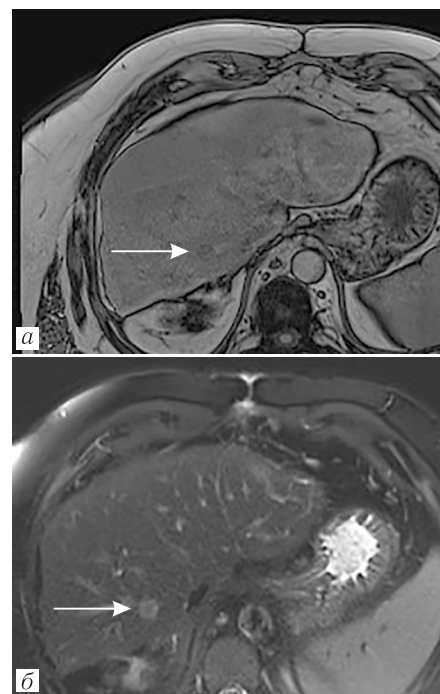


Рис. 1. МРТ печени: а — аксиальная плоскость, T1 dixon; б — аксиальная плоскость, T2-ВИ. В SVII печени определяется гипоинтенсивный МР-сигнал на T1 dixon и неоднородный гиперинтенсивный на T2-ВИ
Fig. 1. Liver MRI: а — axial plane, T1 Dixon; б — axial plane, T2WI. A hypointense MRI signal is detected in segment VII of the liver on T1 Dixon and a heterogeneous hyperintense on T2WI

При контрастировании метастазов определялось кольцевидное накопление в артериальную фазу (93,7%), а при образованиях более 10 мм очаги визуализировались как гетерогенные без накопления центральной зоны. В 30% случаев отмечалось неравномерное раннее перитуморальное усиление в артериальную фазу, также определялась перитуморальная гипоинтенсивная область в гепатобилиарной фазе МРТ (10%). Инвазия в крупные сосуды (воротную вену и/или печеночную вену) была выявлена у 6 из 90 пациентов (6,7%). Обструкция желчных протоков,

выявленная на МРХПГ, отмечалась в 12,2% случаев. В гепатобилиарную фазу очаги визуализировались полностью гипоинтенсивными в 47,1% случаев, гипоинтенсивными по капсуле — в 11,8% случаев, гипоинтенсивными в центре — в 5,9% случаев. Кроме того, отмечались изоинтенсивные очаги (23,5%) и гиперинтенсивные (11,8%), что, возможно, указывало на наличие функционирующих гепатоцитов.

Наряду с контрастными сериями важными показателями являлись ДВИ (95,9%) со значениями b 50, 400 и 800 или 1000 с/мм^2 и расшифровка ИКД-карты: солидный компонент метастазов имел гиперинтенсивный сигнал при ДВИ с высоким значением b -фактора и гипоинтенсивный сигнал при построении ИКД-карты. Часть (32,6%) метастазов ограничивали диффузию не всем своим объемом, а только частью — например, гиперинтенсивный сигнал на ДВИ только по периферии очага, а в центре очага сигнал промежуточный, при анализе ИКД-карты выявлено, что ограничивающий диффузию солидный компонент расположен по периферии очага, а в центре очаг диффузию не ограничивает, что, наиболее вероятно, связано с некрозом в центральной зоне очага (рис. 2).

Использование ДВИ позволило выявить в 6,3% случаев дополнительные мелкие очаги (<10 мм), которые не были выявлены при МРТ и КТ с контрастным усилением.

В 23,9% случаев мультипараметрическая МРТ позволила выявить дополнительные очаги и тем самым превзошла КТ в обнаружении метастазов колоректального рака в печень. В 2,2% случаев локальное расширение желчного протока на КТ было распознано как патологический очаг.

Компьютерная томография. При КТ без контрастного усиления метастазы в печень выглядели как гипо- или изоденсивные четко очерченные очаги (88,9%). Кроме того, отмечались очаги с нечеткими контурами (11,1%) в зависимости от размера. Некроз и кистозная трансформация, проявляющиеся в виде центральной области низкой плотности, определялись в 78,1% случаев.

Наиболее специфическим КТ-признаком метастазов колоректального рака в печени было наличие гиповаскулярных образований в венозную фазу. В этой фазе паренхима печени контрастируется за счет доминирующего кровоснабжения воротной веной. Отмечается усиление периферического края в артериальной фазе (94,4%), однако, как было сказано выше, венозная фаза — наиболее критическая фаза с чувствительностью 98,9% для выявления гиповаскулярных метастазов (рис. 3).

С точки зрения диагностической точности для каждого очага мультипараметрическая МРТ превосходит КТ (чувствительность 95,6% против 75,6% и специфичность 91,2% против 87,6%). Эта разница более заметна при поражениях размером менее 10 мм, при которых мультипараметрическая МРТ заметно более чувствительна (AUC 97,0%).

По результатам наших исследований мультимодальный подход в проведении КТ и МРТ изменил тактику лечения в 23,9% случаев.

Определение тактики лечения на основании полученных данных. При выявлении солитарного метастатического очага в печени или ограниченного количества очагов в пределах одного сегмента или доли методом выбора являлась резекция печени (типичная или атипичная). Медиана интервала между предоперационной МРТ и операцией составила 20 дней (диапазон от 1 до 74 дней). Статус хирургического края был классифицирован как R0 (отсутствие остаточной опухоли) или R1 (раковые клетки присутствуют микроскопически по краю резекции) (рис. 4).

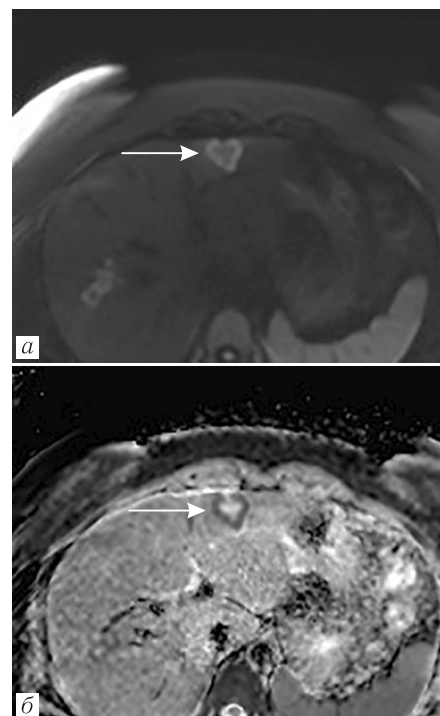


Рис. 2. МРТ печени: а — аксиальная плоскость, ДВИ (b -фактор 1000); б — аксиальная плоскость, ИКД-карта. В SII/SIII печени определяется гиперинтенсивный сигнал на ДВИ только по периферии очага, а в центре очага сигнал промежуточный, при ИКД-карты выявлено ограничение диффузии солидный по периферии очага, а в центре очаг диффузию не ограничивает

Fig. 2. Liver MRI: а — axial plane, DWI (b -value 1000); б — axial plane, ADC map. A hyperintense signal is observed in segments II/III of the liver on DWI only at the periphery of the focal lesion, while the signal in the center of the lesion is intermediate. The ADC map reveals restricted diffusion at the periphery of the lesion, and unrestricted diffusion in the center

При наличии нескольких небольших метастатических очагов, диаметр которых не превышал 3 см и расположенных удаленно друг от друга, РЧА являлась дополнительным методом к резекции печени. У всех пациентов, кому была выполнена РЧА, отмечалось снижение плотности патологических



Рис. 3. КТ органов брюшной полости, аксиальные срезы: *а* — нативная фаза; *б* — артериальная фаза; *в* — портальная фаза. Определяется билобарное множественное поражение печени

Fig. 3. Abdominal CT scan, axial sections: *a* — native phase; *б* — arterial phase; *в* — portal phase. Bilobar multiple liver lesions are identified



Рис. 4. Участки нормальной ткани печени с метастазом аденокарциномы толстой кишки: *а* — интраоперационный материал; *б* — удаленная опухоль; *в* — гистологический материал. Окрашивание гематоксилин-эозином, увеличение $\times 200$

Fig. 4. Areas of normal liver tissue with metastasis of adenocarcinoma of the colon: *a* — intraoperative material; *б* — removed tumor; *в* — histological material. Hematoxylin-eosin staining, magnification $\times 200$

очагов (100%), у одного пациента также отмечалось уменьшение размеров очага (25%).

У неоперабельных пациентов и/или при нерезектабельных солитарных очагах меньше 5 см, без выявленной сосудистой инвазии, методом выбора являлась стереотаксическая лучевая терапия (СТЛТ). У данной группы пациентов отмечалось уменьшение размеров очагов (91,7%), снижение плотности (16,7%) и снижение васкуляризации (8,3%).

Выраженное снижение функционального резерва печени, малый объем остающейся паренхимы, а также билобарное поражение исключило удаление всех очагов. Таким образом, когда органосохраняющая операция невозможна, при наличии внепеченочных метастазов и когда пациент является функционально неоперабельным, методом выбора являлась лекарственная терапия (химиотерапия/таргетная терапия/иммунотерапия в зависимости от генетического статуса) или ТАХЭ как паллиативная терапия (рис. 5). ТАХЭ приводит к снижению плотности и васкуляризации на КТ, высокому сигналу T1-ВИ и низкому сигналу T2-ВИ на МРТ из-за коагуляционного некроза (88,9%). Снижение плот-

ности и васкуляризации происходит за счет уменьшения мягкотканного компонента и нарастания зон некроза, что может привести к увеличению размеров очагов (44,4%). О частичном ответе свидетельствовало снижение васкуляризации (50%), а отсутствие контрастного усиления на КТ/МРТ и низкий сигнал T2 (33,3%) указывали на полный ответ/успешную эмболизацию. При динамическом наблюдении в течение 3–6 месяцев данных, свидетельствующих о рецидиве (наличие периферического и/или узелкового контрастного усиления), не было выявлено. Алгоритм выбора лечебной тактики, основанный на этих наших результатах, может быть сформулирован так, как представлено на рис. 6.

Обсуждение. Высокая частота встречаемости метастазов печени при колоректальном раке и риски неблагоприятного исхода определяют алгоритм ведения таких пациентов в виде максимально возможной ранней диагностики и выбора максимально агрессивных методов противоопухолевого лечения. Своевременная диагностика метастазов в печень очень важна для планирования лечения онкологических больных, поскольку даже диагностическое подозрение на небольшой



Рис. 5. Селективная химиэмболизация правой печеночной артерии: *а* — ангиограмма печени до эмболизации показывает, что печеночная артерия кровоснабжает опухоль; *б* — ангиограмма после эмболизации показывает, что опухоль больше не кровоснабжается

Fig. 5. Selective chemoembolization of the right hepatic artery: *a* — the liver angiogram before embolization shows that the hepatic artery supplies the tumor; *b* — the angiogram after embolization shows that the tumor is no longer supplied with blood



Рис. 6. Алгоритм выбора лечебной тактики
Fig. 6. Algorithm for choosing treatment tactics

метастаз в печень может изменить курс лечения пациента с лечебного назначения на паллиативное лечение [1]. Одним из основных методов лечения по-прежнему является хирургическое вмешательство. В связи с этим на этапе предоперационного планирования критически важную для хирурга роль играют не только выявление очага, но и состояние сосудистой анатомии и билиарного дерева, наличие или отсутствие сдавления желчевыводящих протоков и сосудов, оценка анатомического объема опухоли с расчетом предполагаемого объема резекции.

В настоящем исследовании мы оценивали диагностические возможности МСКТ и МРТ в определении лечебной тактики при метастазах колоректального рака в печень.

Наиболее чувствительным методом для обнаружения метастазов в печени является МРТ (AUC 97,0%) в гепатобилиарную фазу и ДВИ [14]. МРТ с гепатоспецифическими контрастными веществами демонстрирует высокую чувствительность при обнаружении метастазов в печени в гепатобилиарную фазу, что обеспечивает более щадящий подход, позволяет избежать дополнительных визуализирующих исследований [13], выявленная нами статистическая закономерность подтверждает эти данные. ДВИ также играет важную роль в обнаружении и характеристике опухоли на основе высокого контраста между поражением и окружающей тканью. Однако ДВИ имеет некоторые ограничения, такие как низкое разрешение изображения и плохое отношение

сигнал/шум (SNR), отчасти из-за короткого времени отражения (TE). Кроме того, ДВИ также может быть подвержено артефактам изображения, таким как размытие или ореолы [15].

Согласна некоторым данным литературы, при выявлении мелких очагов (менее 10 мм) чувствительность гепатобилиарной фазы выше, чем у ДВИ [13]. По результатам нашего исследования установлено, что МРТ с ДВИ оказалось более чувствительной (95,9%) для метастазов менее 1 см.

Мультиспиральная КТ — это надежный метод предоперационного стадирования, позволяющий получать объемные изображения с высококачественными многоплоскостными переформатированными изображениями, рассчитывать объем печени и планировать предоперационную резекцию опухоли с помощью 3D-реконструкций. КТ является быстрой и доступной, позволяет получить высококачественную визуализацию печени и охватить всю брюшную полость и грудную клетку, что позволяет

выявить регионарные пораженные лимфоузлы, другие отдаленные метастазы.

Применение мультимодального подхода (МСКТ с контрастным усилением и мультипараметрическая МРТ) является в таком случае наиболее высокоэффективным инструментом как в предоперационном планировании, так и в выборе альтернативных методов лечения и лечебном мониторинге у пациентов с метастатическим колоректальным раком, поскольку позволяет сочетать важнейшие преимущества этих физически различных томографических методов, что в частности находит отражение в предложенном нами комплексном алгоритме томографического исследования у таких пациентов.

Заключение. МСКТ с динамическим контрастированием и мультипараметрическая МРТ показали высокую диагностическую ценность в оценке метастазов колоректального рака в печень при планировании радикального хирургического вмешательства и выборе альтернативных методов лечения.

Сведения об авторах:

Гусейнова Ляман Санан кызы — врач-рентгенолог государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Московская городская онкологическая больница № 62 Департамента здравоохранения города Москвы», аспирант кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии Институт клинической медицины имени Н. В. Склифосовского федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова (Сеченовский Университет)» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 119048, Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2; e-mail: guseynova7@bk.ru; ORCID 0009–0001–5579–5213;

Каннер Дмитрий Юрьевич — кандидат медицинских наук, главный врач государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Московская городская онкологическая больница № 62 Департамента здравоохранения города Москвы»; 143423, Московская область, Красногорский район, пос. Истра, д. 27, строения с 1 по 26; e-mail: kanner@yandex.ru; ORCID 0000–0002–9243–6068;

Швейкин Александр Олегович — кандидат медицинских наук, заведующий 5 хирургическим отделением общей онкологии государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Московская городская онкологическая больница № 62 Департамента здравоохранения города Москвы»; 143423, Московская область, Красногорский район, пос. Истра, д. 27, стр. с 1 по 26; e-mail: alex5577@yandex.ru; ORCID 0000–0001–8295–2715;

Лившиц Михаил Владимирович — заведующий кабинетом рентгенохирургических методов диагностики и лечения государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Московская городская онкологическая больница № 62 Департамента здравоохранения города Москвы»; 143423, Московская область, Красногорский район, пос. Истра, д. 27, стр. с 1 по 26; e-mail: careful-access@mail.ru; ORCID 0000–0003–3936–9414;

Москалец Михаил Владиславович — врач-патологоанатом государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Московская городская онкологическая больница № 62 Департамента здравоохранения города Москвы»; 143423, Московская область, Красногорский район, пос. Истра, д. 27, стр. с 1 по 26; e-mail: mos-skamm@gmail.ru; ORCID 0009–0000–3725–0394;

Воронов Дмитрий Олегович — заведующий отделением рентгеновской компьютерной томографии государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Московская городская онкологическая больница № 62 Департамента здравоохранения города Москвы»; 143423, Московская область, Красногорский район, пос. Истра, д. 27, стр. с 1 по 26; e-mail: dmitrij-voronov@inbox.ru; ORCID 0009–0003–6860–947X;

Бахтиозин Рустам Фаридович — доктор медицинских наук, профессор кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии Институт клинической медицины имени Н. В. Склифосовского федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова (Сеченовский Университет)» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 119048, Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2; e-mail: rbakhtiozin@yahoo.com; ORCID 0000–0003–1244–1359.

Information about the authors:

Lyaman S. Huseynova — radiologist at the Moscow City Oncology Hospital №62, a postgraduate student of the Department of Radiation Diagnostics and Therapy of the N. V. Sklifosovskiy ICM of the I. M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University) of the Ministry of Health of the Russian Federation; 119991, Moscow, Trubetskaya str., 8/2; e-mail: guseynova7@bk.ru; ORCID 0009–0001–5579–5213;

Dmitriy Yu. Kanner — Cand. of Sci. (Med.), chief physician of the Moscow City Oncology Hospital №62; 143423, Moscow region, Krasnogorsky district, Istra village, building 27, buildings 1 to 26; e-mail: kanner@yandex.ru; ORCID 0000–0002–9243–6068;

Alexandr O. Shveikin — Cand. of Sci. (Med.), Head of the 5th surgical department of general oncology of the Moscow City Oncology Hospital № 62; 143423, Moscow region, Krasnogorsky district, Istra village, building 27, buildings 1 to 26; e-mail: alex5577@yandex.ru; ORCID 0000–0001–8295–2715;

Mikhail V. Livshits — Head of the Department of X-ray Surgical Methods of Diagnostics and Treatment of the Moscow City Oncology Hospital № 62; 143423, Moscow region, Krasnogorsky district, Istra village, building 27, buildings 1 to 26; e-mail: careful-access@mail.ru; ORCID 0000–0003–3936–9414;

Mikhail V. Moskalets — pathologist of the Moscow City Oncology Hospital № 62; 143423, Moscow region, Krasnogorsky district, Istra village, building 27, buildings 1 to 26; e-mail: mosskamm@gmail.ru; ORCID 0009–0000–3725–0394;

Dmitriy O. Voronov — Head of the Department of X-ray Computed Tomography of the Moscow City Oncology Hospital №62; 143423, Moscow region, Krasnogorsky district, Istra village, building 27, buildings 1 to 26; e-mail: dmitrij-voronov@inbox.ru; ORCID 0009–0003–6860–947X;

Rustam F. Bakhtiozin — Dr. of Sci. (Med.), Professor of the Department of Radiation Diagnostics and Therapy of the N.V. Sklifosovskiy ICM of the I. M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University) of the Ministry of Health of the Russian Federation; 119991, Moscow, Trubetskaya str., 8/2; e-mail: rbakhtiozin@yahoo.com; ORCID 0000–0003–1244–1359.

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства, согласно международным критериям ICMJE (все авторы внести существенный вклад в разработку и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределен следующим образом: концепция и план исследования — *Л.С.Гусейнова, Р.Ф.Бахтиозин*; сбор и математический анализ данных — *Л.С.Гусейнова, Д.Ю.Каннер, А.О.Швейкин, М.В.Лившиц, М.В.Москалец, Д.О.Воронов*; подготовка рукописи — *Л.С.Гусейнова, Р.Ф.Бахтиозин*.

Author contribution. All authors met the ICMJE authorship criteria. Special contribution aided in the concept and plan of the study — *LSH, RFB*; provided collection and mathematical analysis of data — *LSH, DYUK, AOSH, MVL, MVM, DOV*; preparation of the manuscript — *LSH, RFB*.

Потенциальный конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Disclosure. The authors declare that they have no competing interests.

Соответствие принципам этики. Одобрения этического комитета не требовалось, информированное согласие получено от каждого пациента.

Adherence to ethical standards. The approval of the ethics committee was not required, informed consent was obtained from each patient.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Xi Y., Xu P. Global colorectal cancer burden in 2020 and projections to 2040 // *Transl. Oncol.* 2021. 14. P. 101174. doi: 10.1016/j.tranon.2021.101174.
2. Welch J.P., Donaldson G.A. The clinical correlation of an autopsy study of recurrent colorectal cancer // *Ann. Surg.* 1979. Vol. 189. P. 496–502.
3. Ghiringhelli F., Hennequin A., Drouillard A., Lepage C., Faivre J., Bouvier A.M. Epidemiology and prognosis of synchronous and metachronous colon cancer metastases: A French population-based study // *Dig. Liver Dis.* 2014. Vol. 46. P. 854–858. doi: 10.1016/j.dld.2014.05.011.
4. Bretagnol F., Hatwell C., Farges O., Alves A., Belghiti J., Panis Y. Benefit of laparoscopy for rectal resection in patients operated simultaneously for synchronous liver metastases: Preliminary experience // *Surgery.* 2008. Vol. 144. P. 436–441. doi: 10.1016/j.surg.2008.04.014.
5. Leen E. The detection of occult liver metastases of colorectal carcinoma // *J. Hepato-Biliary-Pancreat. Surg.* 1999. Vol. 6. P. 7–15. doi: 10.1007/s005340050078.
6. Renzulli M., Clemente A., Ierardi A.M., Pettinari I., Tovoli F., Brocchi S.G. et al. Imaging of Colorectal Liver Metastases: New Developments and Pending Issues // *Cancers.* Vol. 12, No. 1. P. 151. doi:10.3390/cancers12010151.
7. Forner A, Reig ME, de Lope CR et al. Current strategy for staging and treatment: the BCLC update and future prospects // *Semin. Liver Dis.* 2010. Vol. 30 (01). P. 61–74. doi: 10.1055/s-0030-1247133.
8. Adam R. Chemotherapy and surgery: New perspectives on the treatment of unresectable liver metastases // *Ann. Oncol.* 2003. Vol. 14, Suppl. 2. P. ii13–ii16. doi: 10.1093/annonc/mdg731.
9. Vogl T.J., Zangos S., Balzer J.O., Thalhammer A., Mack M.G. Transarterial chemoembolization of liver metastases: Indication, technique, results // *Rofo.* 2002. Vol. 174. P. 675–683. doi: 10.1055/s-2002-32228.
10. Fong Y., Fortner J., Sun R.L., Brennan M.F., Blumgart L.H. Clinical score for predicting recurrence after hepatic resection for metastatic colorectal cancer: Analysis of 1001 consecutive cases // *Ann. Surg.* 1999. Vol. 230. P. 309–318; discussion 318–321. doi: 10.1097/0000658-199909000-00004.
11. Dekker E., Tanis P.J., Vleugels J.L.A., Kasi P.M., Wallace M.B. Colorectal cancer // *Lancet.* 2019, Vol. 394. P. 1467–1480. doi: 10.1016/S0140-6736(19)32319-0.
12. Fujita N., Nishie A., Asayama Y., Ishigami K., Ushijima Y., Kakiyama D. et al. Hyperintense Liver Masses at Hepatobiliary Phase Gadolinic Acid-enhanced MRI: Imaging Appearances and Clinical Importance // *RadioGraphics.* Vol. 40, No. 1. P. 72–94. doi: 10.1148/rg.2020190037.
13. Nielke M.C., Bipat S., Stoker J. Diagnostic imaging of colorectal liver metastases with CT, MR imaging, FDG PET, and/or FDG PET/CT: a meta-analysis of prospective studies including patients who have not previously undergone treatment // *Radiology.* 2010. Vol. 257, No. 3. P. 674–684.
14. Ломовцева К.Х., Кармазановский Г.Г. Диффузионно-взвешенные изображения при очаговой патологии печени: обзор литературы // *Медицинская визуализация.* 2015. № 6. С. 50–60. [Lomovtseva K.Kh., Karmazanovsky G.G. Diffusion-Weighted Imaging of Focal Liver Lesions: Literature Review. *Medical Visualization*, 2015, No. 6, P. 50–60 (In Russ.).]
15. Balian V., Das C.J., Sharma R., Gupta A.K. Diffusion weighted imaging: Technique and applications // *World J. Radiol.* 2016. Vol. 8. P. 785–798. [Google Scholar] [CrossRef] [PubMed].