

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

<https://doi.org/10.16931/1995-5464.2019491-110>

Роль МСКТ и МРТ в диагностике очаговых заболеваний печени

*Кармазановский Г.Г.^{1, 2}*¹ ФГБУ “НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского” Минздрава России; 117997, Москва, ул. Б. Серпуховская, д. 27, Российская Федерация² ФГБОУ ВО “Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова” Минздрава России; 115093, Москва, ул. Островитянова, д. 1, Российская Федерация

Несмотря на большие технические достижения в области томографических исследований (КТ, МРТ), проблема дифференциальной диагностики очаговых образований печени (ООП) не всегда может быть решена только лишь неинвазивным путем. В то же время МРТ с таким гепатоспецифическим средством, как гадооксеговая кислота, позволяет решить многие задачи, в первую очередь связанные с диагностикой метастазов в печень и мониторингом узловых образований в печени при циррозе.

Цель — показать достоинства МРТ с гепатоспецифическим магнитно-резонансным контрастным средством как завершающей фазы неинвазивной диагностики ООП.

Материал и методы. В информационно-аналитической системе PubMed отобраны резюме 183 научных публикаций (2010–2019 гг.) по ключевым словам “focal liver lesion” (очаговое образование печени) и “gadoteric acid” (гадооксеговая кислота). Статьи, в которых рассмотрены специальные технологические аспекты и дана обобщающая информация, были исключены. Для анализа отобрано 29 полнотекстовых статей.

Результаты. Данные анализа сгруппированы по таким категориям, как “информативность диагностики метастазов в печень”, “диагностика ГЦР на фоне нормальной печеночной паренхимы”, “МРТ-диагностика ГЦР на фоне цирроза печени”.

Заключение. Главным достижением МРТ с гадооксеговой кислотой является дифференциальная диагностика малых ООП, в том числе метастазов, регенераторных узлов, диспластических узлов и высокодифференцированного ГЦР. Это позволяет все чаще избегать инвазивных методов при изучении ООП. Комплексные технологии МРТ (МРТ-ДВИ и МРТ с гадооксеговой кислотой) в настоящее время являются наиболее информативными, безопасными и востребованными. При МРТ с использованием гепатобилиарных контрастных средств интенсивность сигнала ГЦР в гепатоспецифическую фазу рассматривается как визуализационный биомаркер опухоли. Пограничные небольшие печеночные образования обычно не гиперваскулярны, они гипоинтенсивны в гепатоспецифическую фазу.

Ключевые слова: печень, метастазы, МРТ, МСКТ, гадооксеговая кислота, очаговые образования, регенераторные узлы, диспластические узлы, гепатоцеллюлярный рак

Ссылка для цитирования: 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>

Раскрытие интересов. Статья подготовлена при научно-технической поддержке компании “Байер”.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

The role of MDCT and MRI in the diagnosis of focal liver diseases

*Karmazanovsky G.G.^{1, 2}*¹ A.V. Vishnevsky National Medical Research Center of Surgery; 27, B. Serpukhovskaya, Moscow, 117997, Russian Federation² Pirogov Russian National Research Medical University of the Ministry of Health of Russia; house 1, Ostriviyanova str., Moscow, 115093, Russian Federation

Despite the great technical achievements in the field of tomographic examinations (CT, MRI), the problem of differentiation of focal liver lesions cannot always be solved only in a non-invasive way. At the same time, MRI with a hepatospecific agent, gadoteric acid, can solve many problems, primarily related to the diagnosis of liver metastases and monitoring of nodules in cirrhotic liver.

The aim. To show the advantages of MRI with hepatobiliary MRI contrast agents as the final phase of non-invasive diagnosis of focal liver lesions.

Material and methods. Abstracts of 183 scientific articles (2010–2019) were selected in the PubMed information and analytical system for the keywords “focal liver lesion” and “gadoteric acid”. Articles about special aspects of

MRI examination or general information were excluded. 29 full-text articles were selected for analysis.

Results. The analysis data are grouped in three categories as “diagnosis of liver metastases”, “diagnosis of HCC against the background of normal hepatic parenchyma”, “MRI diagnosis of HCC against the background of cirrhosis”.

Conclusion. The main achievement of MRI diagnostics with gadoteric acid is the differentiation of small focal liver lesions, including metastases, regenerative nodes, dysplastic nodes, and highly differentiated HCC. This allows you to increasingly avoid invasive methods in the diagnosis of focal liver lesions. Integrated MRI technologies (MRI-DWI and MRI with gadoteric acid) are currently the most informative, safe and in demand. In MRI with hepatobiliary contrast agents, the intensity of the HCC signal in the hepatospecific phase is considered as an imaging tumor biomarker. Border small liver nodules are usually not hypervascular, they are hypointensive in the hepatospecific phase.

Keywords: liver, metastases, MRI, MDCT, gadoteric acid, focal liver lesions, regenerative nodes, dysplastic nodes, hepatocellular carcinoma

For citation: 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. (In Russian). <https://doi.org/10.16931/1995-5464.2019491-110>

Disclosure of interests. This article was prepared with the scientific and technical support of Bayer.

Financing. The study did not have sponsorship.

● Введение

В современной хирургии печени, которую правильнее называть онкохирургической гепатологией, можно выделить раздел, затрагивающий интересы специалистов различного профиля, включая хирургов, онкологов, морфологов, анестезиологов-реаниматологов и, конечно же, лучевых диагностов. Речь идет об анализе информации, полученной в результате обследования пациента, и принятии решения о дальнейшей тактике его лечения. В большинстве ситуаций это планирование объема хирургического вмешательства по поводу очагового заболевания печени (или нескольких таких очагов). Современные достижения медицинских технологий позволяют неинвазивным путем получить максимум диагностической информации, недоступной в прошлые годы, и использовать ее в дальнейшем для объективного анализа и принятия тактических решений.

Эволюция лучевых методов диагностики столь стремительна, что если раньше упоминались такие неинвазивные методы, как УЗИ, КТ и МРТ, то спустя четверть века каждое из этих направлений неинвазивных исследований имеет свои структурные элементы и разновидности технологий получения изображений. Например, традиционную КТ можно осуществлять в режимах мультиспиральной КТ, благодаря которой получают данные динамического контрастного усиления, спектральной КТ, когда есть возможность отказаться от традиционного бесконтрастного изображения и генерировать его математическим способом, или перфузионной КТ, когда помимо “морфологических” характеристик патологического процесса есть возможность количественно оценить их “функциональные” характеристики. Для МРТ доступны такие диагностические технологии, как диффузионно-взвешенные изображения (ДВИ), МР-спектроскопия, МР-эластография.

И хотя технологии медицинской визуализации развиваются очень бурно, большинство из них до сих пор основано на оценке изменения “теневых характеристик” тканей органов и патологических образований в них, получаемых при прохождении через орган и патологическое образование в нем контрастных веществ, фиксации этих изменений в виде изображений в определенные временные интервалы от момента старта введения контрастного вещества. То есть, как и ранее, мы продолжаем получать диагностические изображения, изменяющиеся в различные фазы динамического контрастного усиления (будь то КТ или МРТ).

За годы клинического применения такого рода контрастирования установилось некое почти шаблонное представление о возможностях контрастных препаратов влиять на получение диагностического изображения при мультиспиральной КТ (МСКТ) и МРТ. Оценка результатов исследования проводится путем сравнения бесконтрастной (нативной) фазы с тремя фазами контрастного усиления (артериальной, портально-венозной и отсроченной). Изображения в эти фазы – по сути своей некие дискретные, “засвеченные” моменты прохождения контрастного вещества по организму пациента – от момента его болюсного введения в кубитальную (реже центральную) вену до экскреции контрастного вещества мочевыделительной системой – после того, как контрастный болюс, многократно перемешавшись с кровью, рассеявшись по всему организму, все же окажется в почках.

Однако на эффективное контрастирование органов, в частности печени, и выявление в них парадоксального очагового накопления контрастного вещества (в гипervasкулярных образованиях) или, наоборот, выявление зон пониженного контрастирования (соответствующих гиповаскулярным очаговым образованиям печени (ООП)) оказывает воздействие множество

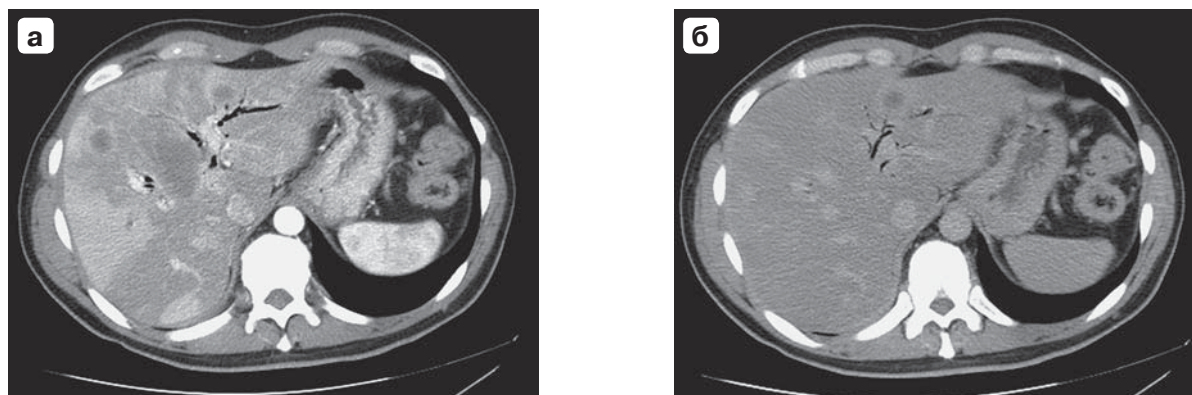


Рис. 1. Компьютерная томограмма. Метастатическое поражение печени: а — артериальная фаза; б — портально-венозная фаза. В артериальную фазу контрастного усиления видна пятнистость контрастирования паренхимы, что может быть обусловлено холангитом (виден газ во внутрипеченочных желчных протоках — аэрохолия). Общая картина гетерогенного контрастирования затрудняет отображение метастазов. В позднюю портально-венозную фазу изображение одного из метастазов исчезло. Метастаз в IV сегменте хорошо различим.

Fig. 1. CT scan. Liver metastases: a — arterial phase; b — portal-venous phase. In the arterial phase, the contrast enhancement of the liver parenchyma is heterogeneous, which may be due to the phenomena of cholangitis (pneumobilia is visible — the air in the intrahepatic bile ducts). Against the background of a heterogeneously contrast enhanced parenchyma, visualization of metastases is difficult. In the late portal-venous phase (b), the image of one of the metastasis disappeared. Metastasis in the IV segment is clearly distinguishable.

субъективных и объективных факторов [1], на которые мы по большей части влиять не можем. Вместе с тем они в свою очередь уменьшают уровень пикового контрастирования в соответствующие фазы контрастного усиления, замедляя время его наступления и т.д.

Традиционные технологии томографических исследований с использованием контрастных средств применяются более тридцати лет и не являются в последнее время предметом научных обсуждений. Целесообразность и необходимость контрастного усиления для повышения пространственного разрешения диагностического изображения, выявления и дифференциальной диагностики очаговых образований никаких сомнений не вызывают [2, 3]. В то же время морфологические изменения в печени также могут негативно сказываться на результатах динамического сканирования, что влияет на его эффективность и требует дальнейшего поиска путей решения диагностических задач. Например, прорастание опухоли или тромбоз долевой ветви воротной вены окажут существенное влияние на показатели контрастирования в портально-венозную фазу. Диффузное или очаговое разрастание коллагеновой ткани в пространстве Диссе, холангит могут обусловить “пятнистое” контрастирование печени при развитии в ней фиброза или цирроза или перфузионных нарушений, что в свою очередь затруднит выявление ООП (рис. 1). Уменьшает показатели контрастирования и присутствие внутриклеточного жира, который в нынешних условиях нетрудно диагностировать при оценке МР-изображений, полученных “в фазу” и “в противофазу” (рис. 2). Кроме того, известны такие образования, как

артериовенозные свищи, открывающиеся и закрывающиеся при неясных пока обстоятельствах, часто имитирующие ООП, а также зоны парадоксального накопления контрастного препарата возле ложа желчного пузыря (сохранение нормальной структуры паренхимы даже при диффузных заболеваниях). Существуют и другие состояния, ограничивающие диагностические возможности динамического контрастного усиления с применением внеклеточных контрастных веществ.

Все это и иные факторы натолкнули исследователей на мысль о целесообразности поиска таких свойств МР-контрастного вещества, которые не только помогли бы обойти эти обстоятельства, но и привнести новые диагностические возможности. Продолжительный научный и экспериментальный процесс увенчался успехом, и с 2005 г. в Европе, а с 2007 г. и в России официально зарегистрировано гепатоспецифическое магнитно-резонансное контрастное средство (ГСМРКС) производства фармацевтического концерна “Байер” — гадоксетовая кислота (Примовист®). Характерно, что в США препарат был зарегистрирован намного позже и продается там под торговой маркой Эовист — об этом следует помнить читателям, чтобы не возникало обманчивого представления о наличии двух препаратов с одинаковыми свойствами, разработанных одним производителем.

Легко представить, что любое внеклеточное контрастное вещество распространяется по сосудам всего организма, и лишь его часть, поступающая через печеночную артерию или по воротной вене, участвует в процессе контрастирования печени.

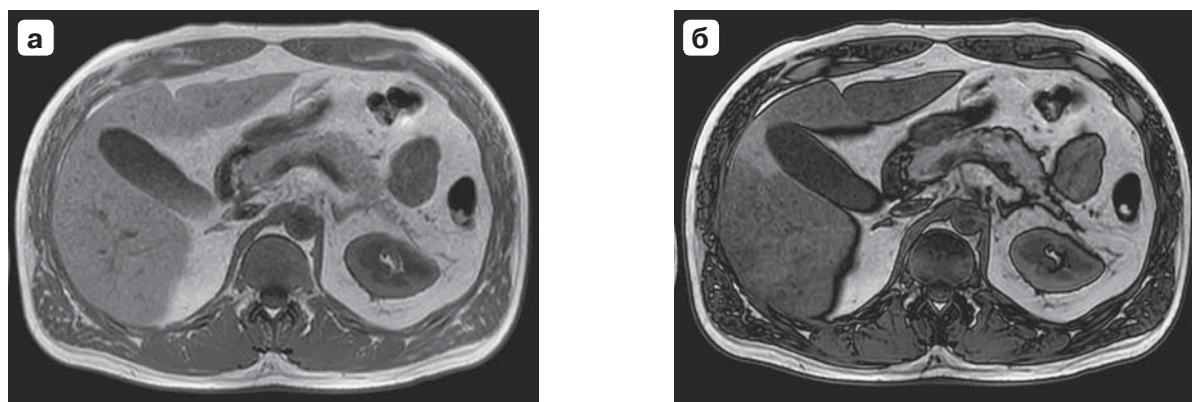


Рис. 2. Магнитно-резонансная томограмма. Жировая дистрофия печени. Эффективность применения последовательностей “в фазу” и “в противофазу”: а — изображение “в фазу”; б — изображение “в противофазу”. На изображении “в фазу” печень однородна, однако “в противофазу” сигнал от паренхимы печени уменьшился (есть микроскопические включения жира), за исключением зоны возле дна желчного пузыря. Иногда нормальную паренхиму в этой зоне на фоне жировой дистрофии трактуют как ООП.

Fig. 2. MRI. Fatty liver degeneration. The effectiveness of the use of sequences “in-phase” and “out-of-phase”: а — “in-phase” image, б — “out-of-phase” image. In the “in-phase” image the liver is homogeneous, but in the “out-of-phase” image the signal from the liver parenchyma has fallen (there are microscopic fat inclusions), with the exception of the area near the bottom of the gallbladder. Sometimes a normal parenchyma in this area is treated as a focal liver lesion.

Введенное внутривенно ГСМРКС в динамическую фазу контрастного усиления также участвует лишь частью введенной дозы в процессе контрастирования печени. Однако гепатоспецифическая фаза его действия характеризуется тем, что при нормально функционирующей печени 50% введенной дозы выделяется в желудочно-кишечный тракт путем экскреции контрастированной желчи в двенадцатиперстную кишку. Остальные 50%, как обычно, выводятся почками, что является немаловажным фактором снижения нагрузки на почки при острой или хронической почечной недостаточности, сахарном диабете и других причинах нарушения нормальной функции почек.

Интенсивность контрастирования печени и ООП в гепатоспецифическую фазу (10–20-я минуты от начала введения ГСМРКС) обусловлена функциональным состоянием двух систем печени — органических анион-транспортных полипептидов, переносящих МРКС из синусоидов внутрь гепатоцита, и белков множественной лекарственной устойчивости, переносящих МРКС обратно в синусоиды и желчные канальцы [4].

Интенсивность сигнала (“яркость изображения”) в зоне интереса в раннюю гепатоспецифическую фазу отражает нахождение контрастного вещества внутри гепатоцита, или, другими словами, количество гепатоцитов, способных захватить контрастное вещество. В позднюю гепатоспецифическую фазу гиперинтенсивный сигнал в некоторых анатомических зонах становится “белым” — это обусловлено высокой концентрацией ГСМРКС вне гепатоцитов (то есть в желчных протоках). Переход ГСМРКС из ге-

патоцита в желчный проток осуществляется достаточно долго.

Таким образом, ГСМРКС, изначально синтезированные для выявления зон отсутствия контрастирования (соответствующих метастазам в печень, в том числе и малым), приобрели новые точки клинического применения, в первую очередь при оценке состояния ООП в цирротической печени, благодаря интенсивному процессу международных исследований, отчеты о которых регулярно публикуются в мировой литературе.

Цель настоящей публикации — показать достоинства МРТ с гепатоспецифическим магнитно-резонансным контрастным средством как завершающей фазы неинвазивной диагностики очаговых образований печени в условиях объективного ограничения диагностических возможностей томографических исследований печени (КТ, МРТ) с применением традиционных внеклеточных контрастных препаратов.

● Материал и методы

В информационно-аналитической системе PubMed отобраны резюме 183 научных публикаций за 2010–2019 гг. по ключевым словам “focal liver lesion” (очаговое образование печени) и “gadoxetic acid” (гадоксетовая кислота). Статьи, в которых рассмотрены специальные технологические аспекты и дана обобщающая информация, из анализа были исключены. Результаты проведенного анализа 29 статей сгруппированы по таким категориям, как “информативность диагностики метастазов в печень”, “диагностика ГЦР на фоне нормальной печеночной паренхимы”, “МР-диагностика ГЦР на фоне цирроза печени”.

● Результаты

Диагностика метастазов в печень. Поиск метастазов при МРТ с гадооксетовой кислотой основан на выявлении зон в паренхиме печени, в которых гепатоциты отсутствуют, а изображение ООП “не продолжается” на следующем скане, как это бывает при отображении протоков или сосудов. На МР-изображениях метастазы или иные опухоли, не содержащие гепатоциты, отражаются как выраженно гипоинтенсивные очаги относительно печеночной паренхимы (рис. 3, 4).

Важнейшим европейским исследованием, в котором подведен итог первой фазы изучения свойств гадооксетовой кислоты при диагностике метастазов, стало исследование VALUE [5]. Основные его результаты можно сформулировать следующим образом:

— Примовист®-МРТ увеличил достоверность диагностики благодаря более точному выявлению очаговых образований печени;

— в группе Примовист®-МРТ ($n = 42$) совпадение полученных данных было наибольшим (88%) по сравнению с группой, в которой применяли МРТ с внеклеточным МР-контрастным средством ($n = 34$), — 74% и группой ($n = 29$) КТ с контрастным усилением — 62%.

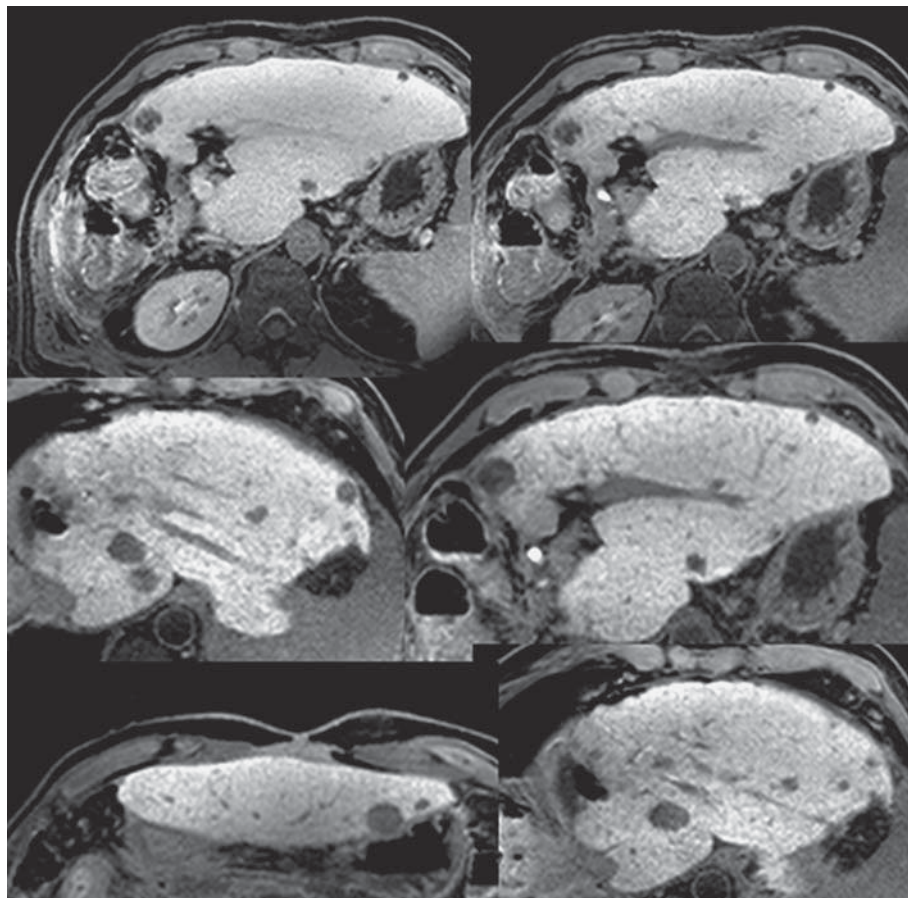
Исследование VALUE не уменьшило интерес к дальнейшему изучению темы. Публикационная активность о свойствах гадооксетовой кислоты при выявлении метастазов в печень продолжа-

ется. В первую очередь этот интерес постоянно подогревается параллельным применением двух технологий — диффузионно-взвешенных МР-изображений и МР-сканирования с получением изображений в гепатоспецифическую фазу при введении гадооксетовой кислоты. Практически стало аксиомой утверждение, что у пациентов с метастазами в печень комбинированная МРТ (МРТ-ДВИ и МРТ с гадооксетовой кислотой) обладает наибольшей чувствительностью даже при размерах ООП менее 1 см [6, 7]. Комплексное применение МРТ-ДВИ и МРТ с гадооксетовой кислотой также существенно увеличивает специфичность и отрицательную прогностическую ценность МРТ [7].

Для достижения оптимального времени получения диагностической информации используются нетрадиционные модальности МР-сканирования. Например, среднее значение соотношения “сигнал/шум” (CNR) для метастазов в печень ($248,5 \pm 101,6$) на изображениях гепатоспецифической фазы (10-я минута после начала инъекции, угол отклонения 30°) значительно больше (то есть МРТ-изображение стало диагностически более значимым), чем изображения на 20-й минуте при угле отклонения 10° ($187,4 \pm 77,4$) ($p < 0,001$). Средняя разница в соотношении CNR между двумя группами изображений составила $61,2 \pm 56,8$. Авторы рекомендуют шире применять МР-изображения на 10-й

Рис. 3. Магнитно-резонансная томограмма. Состояние после правосторонней гемигепатэктомии. Метастатическое поражение печени. В гепатоспецифическую фазу видны множественные разнокалиберные гипоинтенсивные образования в культи печени. Минимальный размер метастазов 3 мм.

Fig. 3. MRI. State after right-sided hemihepatectomy. Liver metastases. Multiple different-sized hypointensive focal liver lesions in the liver remnant are visible in the hepatospecific phase. The minimum size of metastases is 3 mm.



минуте при угле отклонения 30° как изображение с более высокими диагностическими характеристиками, что позволяет экономить 10 мин МРТ [8].

В настоящее время два европейских консенсуса лежат в основе всех последующих клинических методологических разработок по использованию гадоксетовой кислоты в диагностике метастазов и других очаговых образований печени [9, 10].

Не меньший интерес для клинической практики, чем диагностика метастазов в печень, представляет диагностика и дифференциальная диаг-

ностика первичных опухолей печени (опухолей, содержащих и не содержащих гепатоциты).

В МРТ-диагностике ГЦР различают два направления — выявление рака на фоне нормальной паренхимы и диагностика ГЦР на фоне цирроза печени.

Диагностика ГЦР на фоне нормальной печеночной паренхимы. Большинство исследователей признают высокую чувствительность МРТ с гадоксетовой кислотой при выявлении “малого” ГЦР, особенно по сравнению с КТ с контрастным усилением и динамической МРТ с внеклеточными контрастными препаратами (рис. 5) [11, 12].

Рис. 4. Магнитно-резонансная томограмма. Метастазы колоректального рака в печень: а — илеостома; б — бесконтрастное Т1-изображение, в культе печени опухоль видна лишь в I сегменте; в — ранняя артериальная фаза, дополнительные опухоли не видны; г — поздняя артериальная фаза, дополнительные опухоли также не видны; д — портально-венозная фаза, на периферии культы печени видны три гипоинтенсивные зоны; е — карта ИКД, опухоль в I сегменте имеет умеренно яркий сигнал, что не типично для злокачественной опухоли; ж — ДВИ с высоким b-фактором, видны яркие зоны опухолей в I, II и IV сегментах и на внутренней поверхности грудной клетки справа (зона лимфатического узла); з — гепатоспецифическая фаза, метастазы I и II сегмента видны более четко, опухоль в IV сегменте представлена тремя сливающимися метастазами.

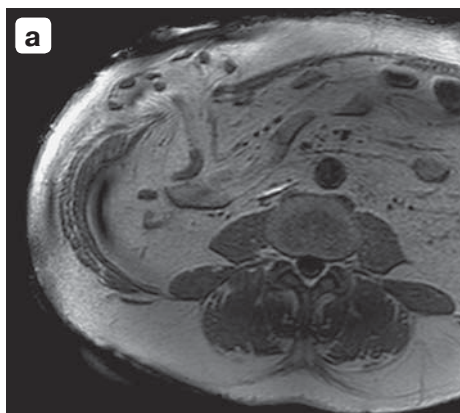
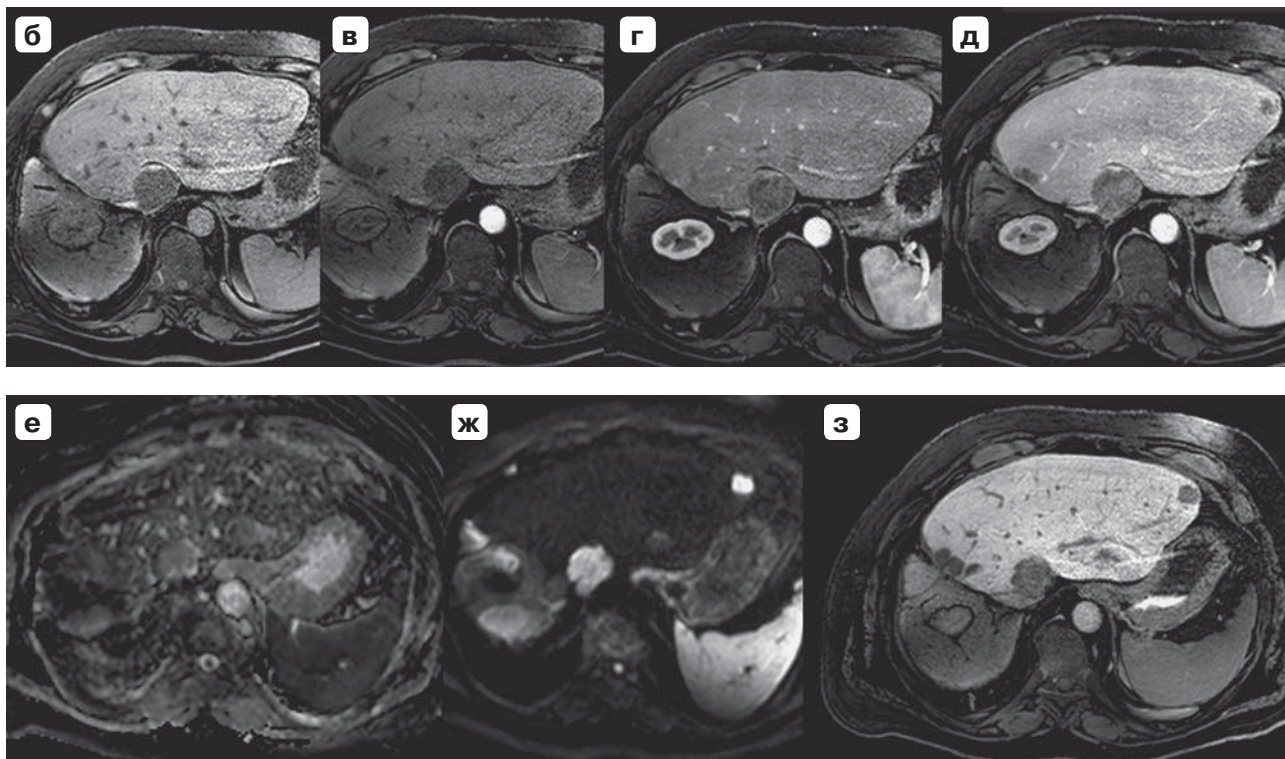


Fig. 4. MRI. Liver metastases in a patient with colorectal cancer: a — ileostomy; b — precontrast T1 image, the tumor is visible only in 1 segment of the liver remnant; c — early arterial phases, additional tumors are not visible; d — late arterial phases, additional tumors are also not visible; e — the portal-venous phase, three hypo-intensive areas are visible on the periphery of the liver remnant; f — ADC map, a tumor in segment 1 has a moderately bright signal, which is not typical for a malignant tumor, g — DWI with a high b-factor, bright tumor area are visible in segments 1, 2, and 4 and on the inside of the right side of the chest (lymph node); h — hepatospecific phase, metastases in segments 1 and 2 are visible more clearly, and in segment 4, there are three merging metastases.



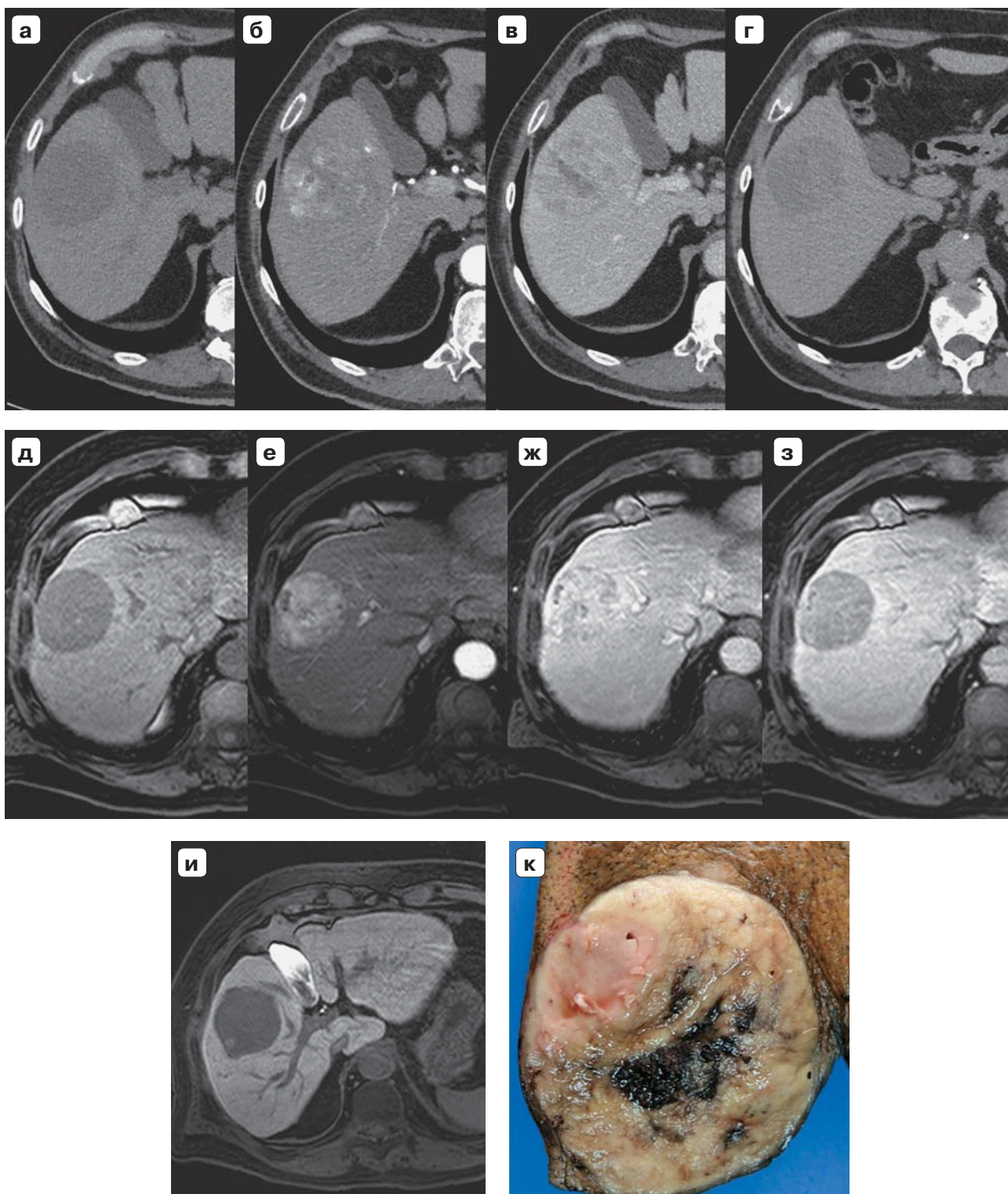


Рис. 5. Гепатоцеллюлярный рак в V сегменте печени: а — компьютерная томограмма, нативная фаза, на фоне неизменной паренхимы видно гиподенсное образование с четкими ровными контурами; б — компьютерная томограмма, артериальная фаза, контрастирование опухоли гетерогенное; в — компьютерная томограмма, венозная фаза, структура опухоли по-прежнему гетерогенная, но ее контуры стали более четкими; г — компьютерная томограмма, отсроченная фаза, опухоль гиподенсна на фоне умеренно контрастированной паренхимы печени; д — магнитно-резонансная томограмма, T1 ВИ, опухоль умеренно гипоинтенсивна; е — магнитно-резонансная томограмма, артериальная фаза, опухоль яркая с гипоинтенсивными участками; ж — магнитно-резонансная томограмма, портально-венозная фаза, на фоне контрастированной паренхимы печени опухоль видна хуже; з — магнитно-резонансная томограмма, транзитная фаза, опухоль гипоинтенсивна, паренхима печени гиперинтенсивна; и — магнитно-резонансная томограмма, гепатоспецифическая фаза, в гипоинтенсивной структуре опухоли умеренно гиперинтенсивная округлая зона, которая в портально-венозную фазу гиперинтенсивна также; к — макрофото, опухоль $5,8 \times 4,7 \times 5,3$ см, видна ее неоднородность. При патоморфологическом исследовании — низкодифференцированный гепатоцеллюлярный рак правой доли печени с фокусами инвазии собственной псевдокапсулы и с инвазией стенки вены, без выхода в ее просвет.

Fig. 5. HCC in V segment of the liver: a – native CT image, against the background of an unchanged parenchyma, a hypodense focal liver lesions with clear even contours is visible; b – CT image, arterial phase, the tumor is heterogeneous; c – CT image, venous phase, the structure of the tumor is still heterogeneous, but its margins have become clearer; d – CT image, delay phase, hypodense tumor against a background of moderately contrasted liver parenchyma; e – MRI: T1WI tumor is moderately hypointensive; f – MRI, arterial phase, the tumor is bright with hypointense areas; g – MRI, portal-venous phase, against the background of contrasted liver parenchyma the tumor is less visible; h – MRI, transitional phase, the tumor is hypointensive, the liver parenchyma is hyperintensive; i – MRI, hepatospecific phase, the tumor is hypointensive with local moderately hyperintensive rounded area, which is also hyperintensive in the portal-venous phase; g – macrophotograph, tumor dimensions of $5.8 \times 4.7 \times 5.3$ cm, its heterogeneity is visible. In a pathomorphological examination – a low-grade hepatocellular cancer of the right lobe of the liver with foci of invasion of its own pseudocapsule and invasion of the vein wall, without going into its lumen.

В одном из опубликованных многоцентровых исследований оценивали такие параметры, как размеры и контуры ООП, присутствие “отсевов”, центрального рубца в ООП, капсулы ООП, включений жировой ткани, зон кровоизлияний, прорастания вен. Также оценивали характеристики МР-изображений – интенсивность сигнала на преконтрастных сканах (T1 и T2), динамику контрастирования центральной и периферической зон опухоли, захват контрастного вещества ООП в печеночно-специфическую фазу контрастного усиления. Было установлено, что в большинстве наблюдений томографические различия между ГЦР ($n = 55$) и доброкачественными опухолями ($n = 52$) можно было выявить даже на бесконтрастных изображениях и по данным динамического сканирования благодаря в том числе содержанию жира в ООП и отсевам опухоли ($p < 0,05$), а также по отсутствию контрастирования опухоли в гепатоспецифическую фазу. Независимым фактором прогноза ГЦР являются гипоинтенсивность ООП на T1, гипо-/гиперинтенсивность опухоли на T2, отсутствие контрастирования центральных отделов опухоли и присутствие отсевов ($p < 0,05$). Чувствительность и специфичность диагностики ГЦР составили 91 и 75%, если учитывали два из четырех критериев, при этом специфичность возрастала до 98%, когда использовали все признаки [13]. Если капсула ГЦР выявляется как гиперконтрастная периферия на отсроченных сканах при КТ и МРТ, то на гепатоспецифических изображениях фиброзная капсула опухоли видна как гипоинтенсивная кольцевидная структура [14, 15].

Многие исследователи пришли к заключению, что по данным МРТ можно не только выявить ООП и оценить стадию опухоли, но и *использовать МРТ с гадооксевой кислотой как визуализационный биомаркер у пациентов с ГЦР* [11, 13, 16, 17].

Выделяют два варианта диагностических критериев ГЦР. *Благоприятные МР-признаки ГЦР* включают небольшой размер опухоли, фиброзную капсулу/псевдокапсулу, присутствие в опухоли жира, высокое значение карты исчисляемого коэффициента диффузии (ИКД), ровные очертания контуров опухоли и ее гиперинтен-

сивность на изображениях гепатобилиарной фазы. *Неблагоприятные МР-признаки ГЦР* включают большой размер опухоли, ее мультифокальность, низкое значение карты ИКД, неровность контуров опухоли и ее гипоинтенсивность на изображениях гепатобилиарной фазы [16, 18].

К сожалению, не все опухоли имеют однотипную картину. По-видимому, это обусловлено различиями в клеточности тканей (важнейшая основа для отображения при МРТ-ДВИ), степени дифференцировки опухолевой ткани (которая может быть различной даже в пределах одной опухоли), различиями содержания соединительной ткани. Как выяснилось в последние годы, соединительная ткань (фиброз в опухоли) вносит свой вклад в “парадоксальное” контрастирование в гепатоспецифическую фазу ХЦР [19], метастазов и даже гемангиом. Чем темнее опухоли, не содержащие гепатоцитов в гепатоспецифическую фазу, тем благоприятнее для пациента исход его лечения, поскольку обилие фиброзной ткани коррелирует с низкой дифференцировкой опухоли.

Однако наиболее востребованным оказалось направление *МР-диагностики ГЦР на фоне цирроза печени*, поскольку Gd-EOB-DTPA (гадоксоевая кислота) позволяет получить информацию не только о сосудистых изменениях (что наблюдают также и при использовании внеклеточных контрастных препаратов), но и о нарушениях функции гепатоцитов (когда страдают переносчики контрастного препарата внутрь гепатоцита и из него).

Из литературы известно, что существуют две различные концепции раннего ГЦР, в основе которых лежит либо клиническое стадирование опухоли, либо ее патоморфологические характеристики. Наиболее распространенная клиническая система стадирования, применяемая в США и Европе, – это классификация Барселонской клиники рака печени (BCLC) [20], впервые одобренная Европейской ассоциацией по изучению печени (EASL) [21] и Американской ассоциацией по изучению заболеваний печени (AASLD), которые и издали руководящие принципы мониторинга и лечения ГЦР [22]. Затем эти принципы (guidelines) были пересмотрены в 2012 г.

с совместными руководящими принципами EASL и Европейской организации исследований и лечения рака (EORTC) [23–25]. Применяемая в настоящее время система стадирования классифицирует ГЦР как *очень ранний ГЦР* (BCLC стадия 0) при наличии одной опухоли менее 2 см без сосудистой инвазии или сателлитов и как *ранний ГЦР* (BCLC стадия A) при наличии солитарной опухоли 2–5 см или максимум 3 опухолей <3 см.

Последние данные показали пятилетнюю выживаемость 80–90% после резекции печени [26] и трансплантации печени [27, 28], 70% — при локальной абляции [29] опухолей у пациентов с BCLC стадии 0 [23] и среднюю пятилетнюю выживаемость 50–70% после резекции, трансплантации печени или местной абляции у специально отобранных пациентов [23] в противоположность естественному исходу при средней выживаемости порядка 3 лет у пациентов со стадией A (BCLC) [30].

Традиционный алгоритм мониторинга состояния цирротически измененной печени методами лучевой диагностики заключается в следующем:

- УЗИ выполняют каждые 6 мес для своевременного выявления небольшой опухоли;
- неинвазивная диагностика ГЦР у пациентов с циррозом также возможна с помощью КТ и (или) МРТ;
- характерным проявлением ГЦР является гиперденсность (КТ) или гиперинтенсивность сигнала (МРТ) в артериальную фазу контрастного усиления с последующим быстрым вымыванием контрастного вещества из ООП в портально-венозную и (или) отсроченную фазу исследования;
- “малый” ГЦР имеет атипичные КТ- или МР-признаки в 20–50% наблюдений;
- при отсутствии характерного симптомокомплекса ГЦР по данным одного томографического исследования одного типа (КТ или МРТ) обязательно следует проводить исследование другого типа [31].

Если изучить все руководящие принципы, привлекает внимание то, что критерии оценки ООП базируются на информации, получаемой при контрастном усилении (при КТ и МРТ). Очевидно, что контрастирование гадооксетовой кислотой особенно ценно при выявлении отсевов опухоли, а также связано с возможностью получения информации об ООП в цирротической печени, когда опухолевые образования обладают при традиционных методиках томографического исследования почти близкими или даже одинаковыми с ГЦР характеристиками.

Специалистам хорошо известно, что ООП, отличающиеся от ГЦР, также могут возникать в цирротической печени (табл. 3). При МР-исследованиях с гадооксетовой кислотой при

стратификации ООП стало возможным дать не только характеристику ООП на момент проведения исследования, но и прогнозировать динамику развития событий. Также известно, что небольшое гиперденсное/гиперинтенсивное образование не обязательно является ГЦР, а маленькое гиподенсное/гипоинтенсивное образование не позволяет полностью исключить ГЦР [32]. Гипоинтенсивный ГЦР в гепатоспецифическую фазу при МРТ с гадооксетовой кислотой, который сложно отличить от диспластических участков, которые также гипоинтенсивны, обычно гиперинтенсивен при МРТ-ДВИ [12], и такое новообразование имеет значительный потенциал трансформации в гиперваскулярный ГЦР [33]. Размер ГЦР является значительным фактором риска трансформации в гиперваскулярный рак [34].

Другими словами, комплексная неинвазивная диагностика увеличивает надежность лучевого исследования (рис. 6). По данным исследователей, предсказание отрицательного результата оказалось достовернее ($p = 0,0001$), когда применяли сочетание контрастного усиления гадооксетовой кислотой и диффузионно-взвешенные МР-изображения [35].

Гиперваскулярные гиперпластические узелки (ГГУ), иногда развивающиеся у пациентов с алкогольным циррозом печени и имеющие выраженное артериальное контрастирование, могут имитировать ГЦР. Применение гадооксетовой кислоты для выявления таких ГГУ на фоне цирроза оказалось более чем успешным. Специалистами было показано, что ГГУ чаще имеют размеры ≤ 16 мм, МР-сигнал от них низкий или изоинтенсивен паренхиме печени (то есть они не видны без контрастирования) и у них отсутствует симптом “вымывания” (washout), характерный для ГЦР на изображениях портально-венозной и транзитной фаз контрастного усиления. При сочетании трех перечисленных критериев специфичность МРТ с гадооксетовой кислотой составляет 100% [36].

Описаны МР-признаки и клинико-патологические особенности ГЦР, который гиперинтенсивен в гепатобилиарную фазу, — он более “яркий”, чем окружающая паренхима печени, но при этом вовсе не выявляется в артериальную фазу. Такой ГЦР назван исследователями “пончикоподобным”; этот феномен отмечен у 6% пациентов с циррозом печени. Пытаясь понять морфологические особенности подобных новообразований, авторы обратили внимание, что пик их контрастирования приходился на портально-венозную фазу. Такой ГЦР кровоснабжался преимущественно ветвями воротной вены, что было подтверждено результатами КТ-ангиографии. При длительном наблюдении ни одно из пончикоподобных образований ГЦР

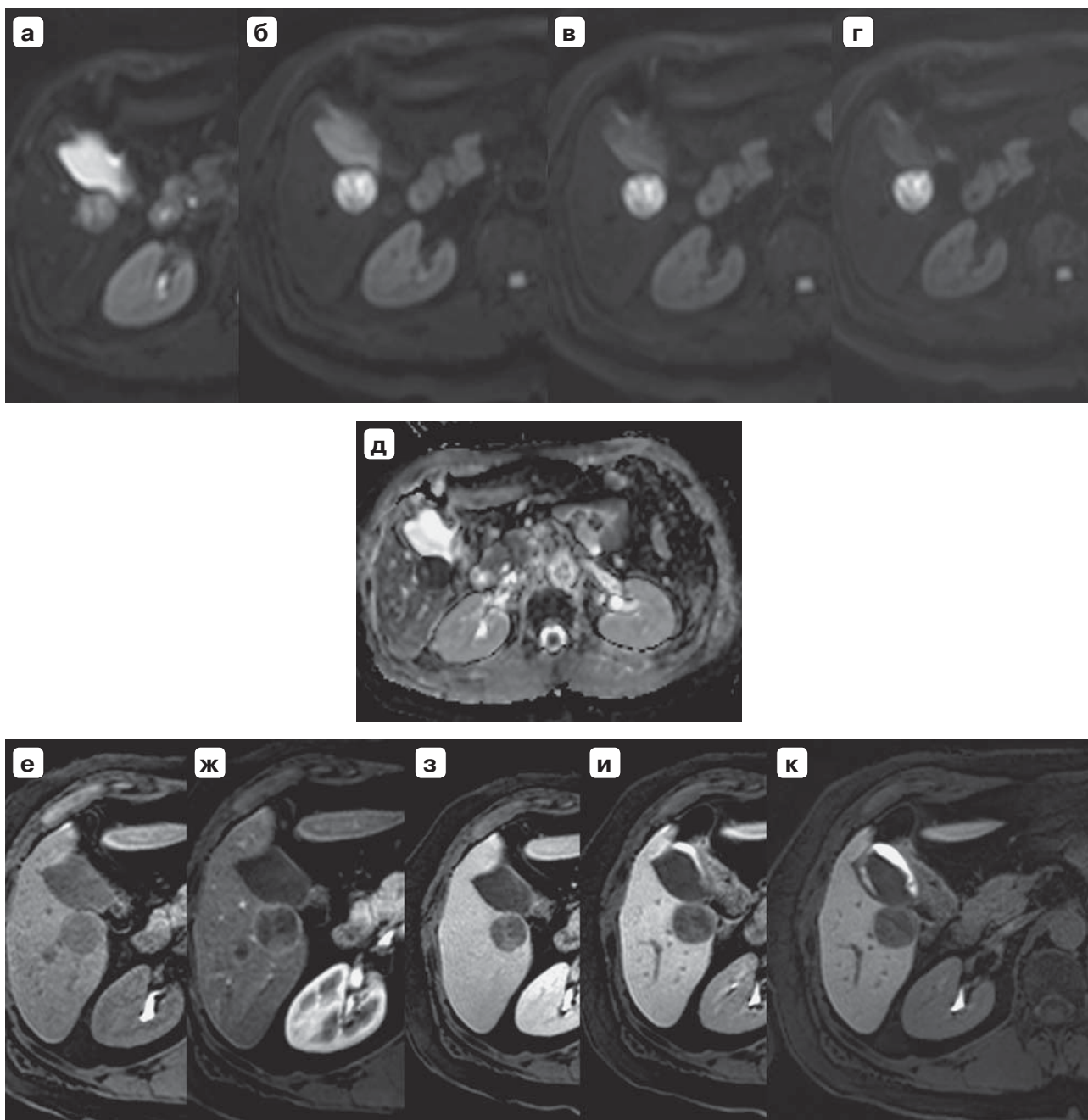


Рис. 6. Магнитно-резонансная томограмма. Гепатоцеллюлярный рак на фоне цирроза печени: а–г – ДВИ, ООП сохраняет сигнал высокой интенсивности при повышении b-фактора (признак злокачественности); д – карта ИКД, ООП выражено гипоинтенсивно (признак злокачественности); е, ж – контрастное усиление гадооксевой кислотой, артериальная фаза, гипоинтенсивная опухоль остается гипоинтенсивной, вокруг нее виден гиперинтенсивный ободок; з – портально-венозная фаза; и – транзитная фаза; к – гепатоспецифическая фаза; на протяжении последних трех фаз исследования ООП остается гипоинтенсивным. Патоморфологическое исследование – с учетом результатов иммуногистохимического исследования морфологическая картина ГЦР.

Fig. 6. MRI. HCC in cirrhotic liver: а–д – DWI, focal liver lesion have a high-intensity signal with different b-factors including image with high b-factor (a sign of malignancy); е – ADC map, focal liver lesion is expressed hypointensive (a sign of malignancy); f, g – contrast enhancement by gadoxetic acid, the hypointensive tumor in the arterial phase remains hypointensive, a hyperintense rim is visible around tumor; h – portal-venous phase; i – transient phase; j – hepatospecific phase; during the last three phases of the examination, focal liver lesion remains hypointensive. Pathomorphological examination: regarding the results of an immunohistochemical test the morphological picture of HCR.

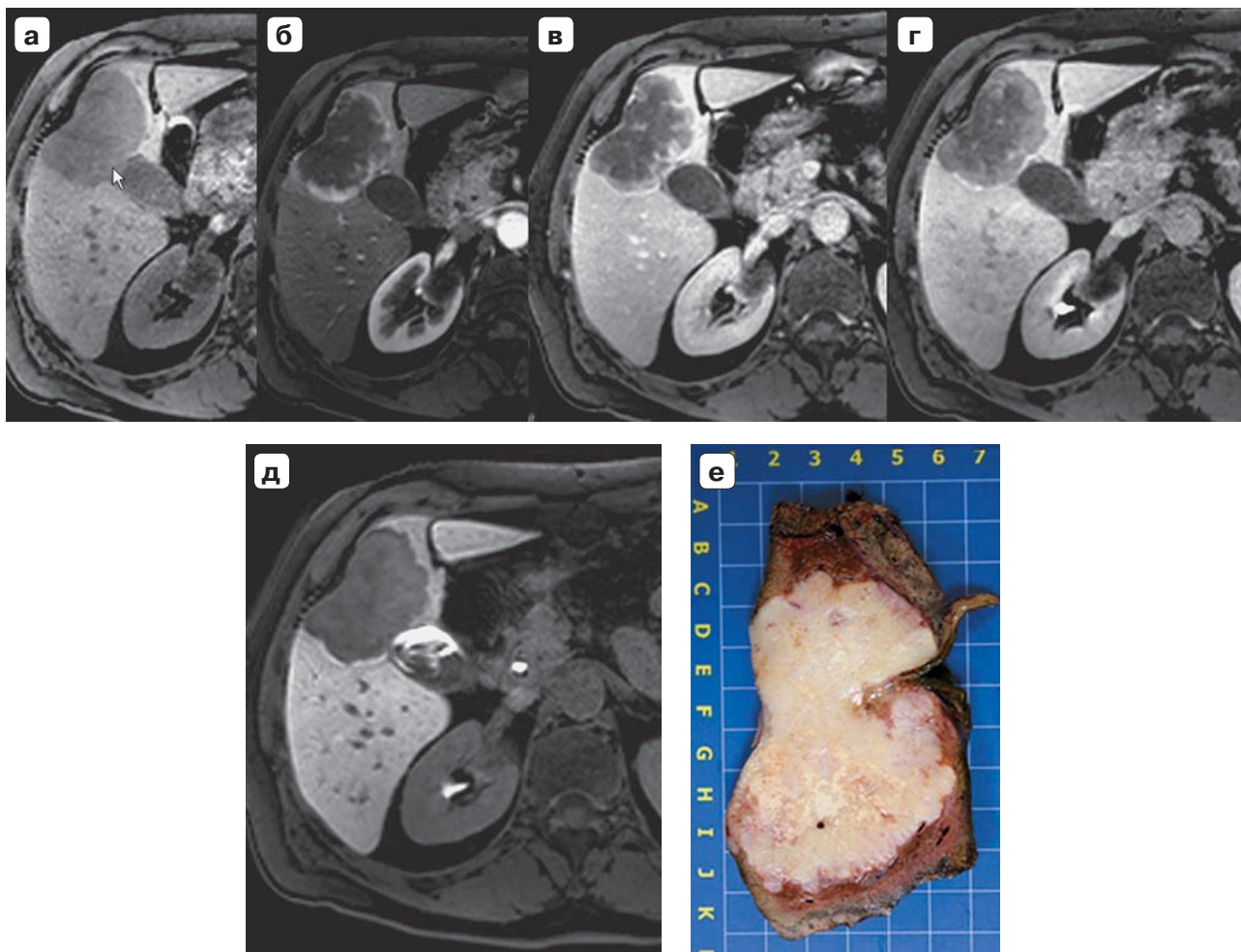


Рис. 7. Холангиоцеллюлярный рак правой доли печени: а – магнитно-резонансная томограмма, преконтрастное изображение, умеренно гипоинтенсивное ООП IV–V сегментов, прилежащее ко дну желчного пузыря; б – магнитно-резонансная томограмма, артериальная фаза, типичное кольцевидное контрастирование; в – магнитно-резонансная томограмма, портально-венозная фаза, типичное гетерогенное контрастирование; г – магнитно-резонансная томограмма, транзитная фаза, типичная умеренная гетерогенность; д – магнитно-резонансная томограмма, гепатоспецифическая фаза, ООП гипоинтенсивно на фоне контрастированной паренхимы печени; е – макрофото. Морфологическое исследование – иммунофенотип ХЦР pT2a cN0 cM0; M8160/3; Grade 3; R0; Pn0; L1; V0. ИП Ki67 – порядка 40%.

Fig. 7. Cholangiocellular carcinoma of the right lobe of the liver: a – MRI, pre-contrast image, a moderately hypo-intensive focal liver lesion of 4–5 liver segments adjacent to the bottom of the gallbladder; b – MRI, arterial phase, the neoplasm has typical dynamics of contrast enhancement – ring-shaped; c – MRI, portal-venous phase, the typical heterogeneous contrast; d – MRI, transient phase, the typical moderate heterogeneity; e – MRI, hepatospecific phase, focal liver lesion is hypointensive against the background of enhanced liver parenchyma; f – macrophotograph. Morphological examination – Immunophenotype of cholangiocarcinoma pT2a cN0 cM0; M8160/3; Grade3; R0; Pn0; L1; V0. PI Ki67 – about 40%.

без артериального контрастирования в цирротической печени не стало злокачественным, что может соответствовать мультиацинарным цирротическим узлам по классификации Международной рабочей группы [37].

Наиболее распространенной картиной контрастного усиления при МРТ с гадооксетовой кислотой внутрипеченочной холангиокарциномы (ХЦР) на фоне цирроза печени является кольцевидное контрастирование в артериальную фазу (53,8%), за которым следует прогрессивное динамическое контрастирование (42,3%) на более поздних этапах (рис. 7). Расширение перитуморальных желчных протоков ($p = 0,014$)

и появление симптома мишени в гепатоспецифическую фазу ($p = 0,048$) являются существенными независимыми критериями дифференциальной диагностики ХЦР и ГЦР [17].

На Западе широкое распространение получила система отчетов и обработки изображений печени The Liver Imaging Reporting and Data System (LI-RADS), которая включает известные прогностические особенности изображения и стандартизованную систему классификации изображений печени. Она может применяться в качестве биомаркера для прогностической визуализации первичного рака печени. Хотя LI-RADS не всегда позволяет дифференцировать

комбинированную гепатоцеллюлярную холангиокарциному от других первичных опухолей печени, она может быть использована для стратификации такой гепатоцеллюлярной холангиокарциномы в две группы опухолей в соответствии с их прогнозом. Лучший прогноз указывает на ГЦР (то есть LR-4 или LR-5), худший — на внутрипеченочную холангиокарциному (то есть LR-M) [38].

Система LI-RADS заиграла новыми красками, когда критерии опухоли стали оценивать на основе изображений, полученных в гепатоспецифическую фазу МРТ.

● Обсуждение

Все больше специалистов различного профиля осознают тот факт, что верификация диагноза чрескожной пункционной биопсией опухоли не самоцель диагностического процесса и что диагноз может быть установлен неинвазивными средствами диагностики, путем сопоставления результатов исследований, основанных на различных физических принципах получения изображения. К тому же, как показывают многие исследования, наиболее активные зоны роста опухоли как раз и находятся на ее периферии, и порой без специальных технологий, включая методики контрастного усиления, весьма сложно установить истинные границы распространения опухолевого процесса. Как известно, для надежности часто пунктируют как раз центральные отделы опухоли. Кроме того, гиперваскулярные опухоли или опухоли, содержащие сосудистые элементы, пунктировать весьма рискованно.

Классическое контрастное усиление (при КТ и МРТ) позволяет оценить контрастирование опухолей, но, как мы понимаем, всего лишь помогает изучать сосудистую сеть опухоли и уточнять объем внеклеточного пространства. По сути, контрастирование опухоли — это условное определение, которое прижилось в медицинской литературе десятилетия назад, но не отражает сути физиологических и патофизиологических процессов. Только лишь о гепатотропных, гепатоспецифических магнитно-резонансных контрастных препаратах, поглощаемых гепатоцитами и в последующем элиминирующихся в желчь, можно судить как о контрастных веществах, обеспечивающих истинное контрастирование опухоли (или его исключаящих). Другими словами, гепатоспецифические контрастные средства позволили сделать огромный рывок в визуализации, осмыслении фармакокинетики и фармакодинамики магнитно-резонансных контрастных средств, физиологии и патофизиологии процессов, происходящих в печени в результате нарушений ее функции и развития в ней опухолей.

И не зря стали говорить о гепатоспецифических МР-контрастных средствах как о визуализационных маркерах опухоли. До их появления в клинической практике врачи могли рассуждать лишь об изображении опухоли, ее особенностях (томографические исследования с контрастным усилением) и метаболизме (ПЭТ, ПЭТ/КТ). Безусловно, и то и другое в свое время стало колоссальным скачком вперед по сравнению с “теневого” картиной заболевания (рентгенография) и даже с плоскостной оценкой ангиоархитектоники в органе и в опухоли (ангиография).

Изучение изменений “клеточности” опухолей (их целлюлярности) применяется в МРТ достаточно давно. Методика МРТ-ДВИ зарождалась в неврологических исследованиях, что имело свое объяснение — статичные объекты (голова пациента) продолжительное время в процессе сбора данных должны были находиться в зоне сканирования неподвижно. Таковыми были технические условия. Прогресс технологий обеспечил возможность быстрого сбора данных, что отразилось на возможностях сканирования подвижных органов, к которым относится и печень.

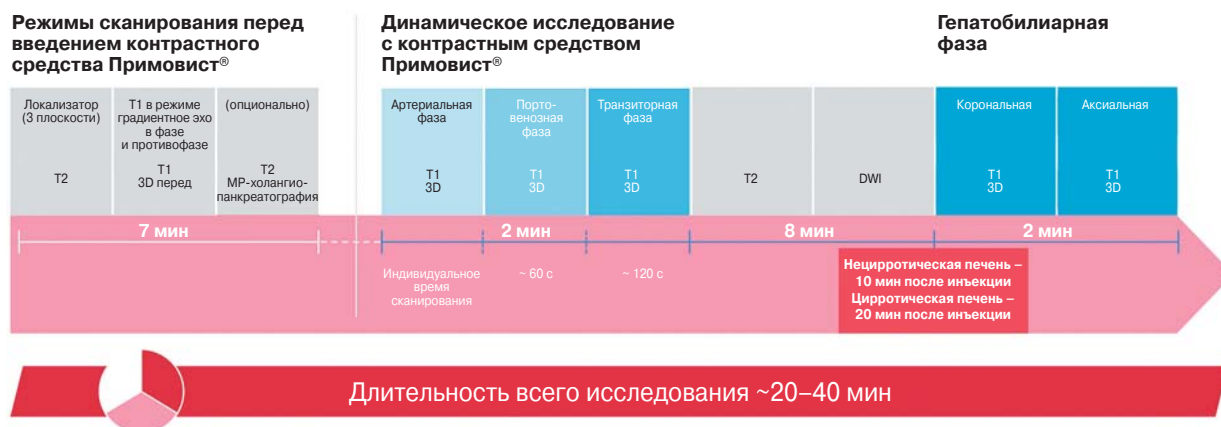
В последние годы МРТ с гепатоспецифическими контрастными препаратами и МРТ-ДВИ используются комплексно. И это в настоящий момент — вершина, достигнутая в прижизненном неинвазивном изучении морфологии и физиологии нормальных и патологических процессов в печени и гепатопанкреатодуоденальной зоне в целом.

На наших глазах растут объемы МР-исследований с гадоксетовой кислотой (к сожалению, по большей части в мире, но не в нашей стране), меняются традиционные стандарты диагностики ГЦР, особенно у пациентов с циррозом печени.

Исходя из многих руководящих принципов, опубликованных в печати, МРТ с гадоксетовой кислотой не просто становится, а уже стала неотъемлемой частью алгоритмов ведения пациентов с опухолевыми образованиями в печени. Такое исследование позволяет получить информацию, относящуюся не только к сосудистым характеристикам опухоли, но и к функции гепатоцитов, и не просто гепатоцитов как таковых, а с возможностью посегментной характеристики состояния печени и ООП в ней.

Оценивая васкуляризацию в артериальную фазу и активность гепатоцитов в выявленных опухолевых образованиях, мы можем отличать низкодифференцированные диспластические узлы от высокодифференцированных узлов и раннего ГЦР, избегая привычной для многих биопсии, целесообразность которой следует рассматривать только в отдельных ситуациях.

МРТ с гадоксетовой кислотой открыла новые горизонты в ранней диагностике ГЦР и в диф-



Адаптировано из: 1. Kinner S, Umutlu L, Blex S, Maderwald S, Antoch G et al. Diffusion weighted MR imaging in patients with HCC and liver cirrhosis after administration of different gadolinium contrast agents: is it still reliable? Eur J Radiol. 2012 Apr;81(4):e625-8. 2. van Kessel CS, Veldhuis W B., van den Bosch M A, van Leeuwen MS. MR liver imaging with Gd-EOB-DTPA: a delay time of 10 minutes is sufficient for lesion characterisation. Eur Radiol. 2012 Oct; 22(10): 2153–2160.

Рис. 8. Оптимизированный протокол исследования печени с контрастным средством Примовист®.

Fig. 8. Optimized liver test protocol with Primovist® contrast medium.

ференциальной диагностике предраковых злокачественных образований *благодаря тому, что изменения в мембране клетки и в структуре переносчиков ГСМРКС во время гепатокарциногенеза происходят раньше, чем сосудистые изменения* [30].

В отличие от японских руководств руководящие принципы EASL-AASLD по-прежнему не учитывают МРТ с гадооксетовой кислотой, возможно, вследствие трудностей мониторинга и интерпретации данных о гипоинтенсивных образованиях менее 1 см в гепатоспецифическую фазу. Авторы некоторых европейских публикаций, ориентируясь на опыт коллег из Юго-Восточной Азии, призывают чаще пользоваться возможностями МРТ с гадооксетовой кислотой и пересмотреть свои руководящие принципы, по крайней мере по мониторингу состояния внутрипеченочных патологических узлов образований. Такие узловые образования показывают нетипичное контрастирование в динамические фазы (артериальная, портально-венозная), но обнаруживаются как гипоинтенсивное образование на изображениях гепатоспецифической фазы. Это позволит не пропустить начало артериализации ГЦР [30].

Некоторые авторы с сожалением констатируют, что МРТ-ДВИ и МРТ с гадооксетовой кислотой, хоть и являются весьма эффективными в диагностике небольшого ГЦР, но еще не признаны в руководствах как неинвазивные инструменты окончательной диагностики [31]. Очевидно, что одной из задач Ассоциации хирургов-гепатологов стран СНГ должно стать активное продвижение в повседневную практику этих неинвазивных, быстрых в исполнении и надежных

методов раннего выявления ООП и их дифференциальной диагностики.

Приведенный протокол МРТ с гадооксетовой кислотой (рис. 8) должен применяться повсеместно для унификации таких исследований среди специалистов, для повышения эффективности диагностического процесса, в том числе с точки зрения временных затрат на исследование, когда Т2 и ДВИ получают после введения гадооксетовой кислоты и после сбора данных артериальной, портально-венозной и транзитной фаз контрастного усиления.

МР-симптомокомплексы доброкачественных и злокачественных новообразований печени, согласно личному опыту автора и данным литературы, систематизированы в табл. 1–3.

● Заключение

Главным достижением МРТ с гадооксетовой кислотой является дифференциальная диагностика малых ООП, в том числе метастазов, регенераторных узлов, диспластических узлов и высокодифференцированного ГЦР. Современная МРТ с гадооксетовой кислотой позволяет клиницистам все чаще избегать инвазивных методов для диагностики ООП. Комплексные технологии МРТ (МРТ-ДВИ и МРТ с гадооксетовой кислотой) в настоящее время являются одними из наиболее информативных и безопасных. При МРТ с использованием гепатобилиарных контрастных веществ интенсивность сигнала ГЦР в гепатоспецифическую фазу рассматривается как визуализационный биомаркер опухоли. Пограничные печеночные ООП обычно не гипervasкулярны, они гипоинтенсивны в гепатоспецифическую фазу.

Таблица 1. Интенсивность МР-сигнала при доброкачественных образованиях печени без цирроза
Table 1. MR signal intensity for benign liver formations without cirrhosis

Нозология	Фаза исследования						ДВИ (b = 800)	Карта ИКД (ADC)
	T2/подавление жира	нативная/T1	артериальная	портально-венозная	транзиторная	гепатобилиарная		
Простая киста	Гиперинтенсивный	Гипоинтенсивный	Гипоинтенсивный	Гипоинтенсивный	Гипоинтенсивный	Гипоинтенсивный	Изоинтенсивный	Изо-/гиперинтенсивный
Фокально-нодулярная гиперплазия	Изоинтенсивный Гиперинтенсивный – центральный рубец Умеренно гиперинтенсивный (без рубца)	Умеренно гипоинтенсивный	Гиперинтенсивный + гипоинтенсивный рубец центральный рубец Гиперинтенсивный	Гиперинтенсивный Изоинтенсивный + умеренно гиперинтенсивный центр – рубец Умеренно гиперинтенсивный	Гиперинтенсивный Умеренно гиперинтенсивный	Изоинтенсивный + гипоинтенсивный рубец Гиперинтенсивный на периферии Гипоинтенсивный рубец	Гиперинтенсивный Гипер-/изоинтенсивный	Гипоинтенсивный Изо-/умеренно гипоинтенсивный
Аденома	Умеренно гиперинтенсивный + гиперинтенсивный периферический ободок	Гипоинтенсивный	Гипоинтенсивный	Умеренно гиперинтенсивный	Гипоинтенсивный	Гиперинтенсивный (воспалительная) Гипоинтенсивный (стеатотическая)	Гиперинтенсивный	Изо-/умеренно гипоинтенсивный
Гемангиома	Гиперинтенсивный	Гипоинтенсивный	Гиперинтенсивный Точки на периферии гиподенсной зоны	Гиперинтенсивный Пятна на периферии гиподенсной зоны	Центростремительный гиперинтенсивный	Гипоинтенсивный	Гиперинтенсивный	Гипер-/изоинтенсивный

Таблица 2. Интенсивность МР-сигнала при злокачественных образованиях печени без цирроза
Table 2. MR signal intensity for malignant liver tumors without cirrhosis

Нозология	Фаза исследования						ДВИ (b = 800)	Карта ИКД (ADC)
	T2 ВИ	нативная/T1	артериальная	портально-венозная	транзиторная	гепатобилиарная		
Метастаз колоректального рака	Умеренно гипоинтенсивный	Гипоинтенсивный	Гипоинтенсивный с ярким ободком или гипоинтенсивный	Умеренно гипоинтенсивный	Умеренно гипо-/изо-/гиперинтенсивный	Гипо-, изо-, гиперинтенсивный, в зависимости от дифференцировки и стаза Примовиста в синусоидах соединительной ткани (при десмопластической реакции)	Гиперинтенсивный – чем ниже дифференцировка, тем интенсивнее сигнал	Гипо-/изоинтенсивный
ХЦР	Гипоинтенсивный (фиброз) Гиперинтенсивный (муцин) Может быть гиперинтенсивное кольцо на периферии	Гипоинтенсивный	Гиперинтенсивное кольцо	Мозаичность	Умеренно гиперинтенсивный	Гипоинтенсивный	Умеренно гипоинтенсивный Изоинтенсивный Гиперинтенсивный Во всех наблюдениях может быть гиперинтенсивное кольцо на периферии	Умеренно гиперинтенсивный/изоинтенсивный Если присутствует кольцо – оно гипоинтенсивно
ГЦР	Гиперинтенсивный	Гипоинтенсивный	Гиперинтенсивный, может быть гипоинтенсивное кольцо	Гипоинтенсивный (умеренное вымывание) Вымывание и гиперинтенсивная капсула	Гипоинтенсивный и может быть гипоинтенсивная капсула	Гипоинтенсивный, изоинтенсивный с гипоинтенсивным кольцом псевдокапсулы	Гиперинтенсивный	Гипоинтенсивный
Фиброламплярный ГЦР	Изоинтенсивный или гиперинтенсивный с гипоинтенсивными рубцами	Умеренно гипоинтенсивный с умеренно гиперинтенсивными рубцами	Слабо гетерогенно гипоинтенсивный или гиперинтенсивный с гипоинтенсивными рубцами	Слабо гетерогенно, умеренно гиперинтенсивный	Гипоинтенсивный с гиперинтенсивными рубцами	Гипоинтенсивный с гиперинтенсивными рубцами	Умеренно гиперинтенсивный с гипоинтенсивными рубцами	Выраженно гипоинтенсивный с гиперинтенсивными рубцами

Таблица 3. Интенсивность МР-сигнала при злокачественных образованиях печени на фоне цирроза
Table 3. MR signal intensity for malignant and benign liver formations against cirrhosis

ООП	Нозология	Фаза исследования						ДВИ (b = 800)	Карта ИКД (ADC)
		T2 ВИ	нативная (in-phase)	артериальная	портально-венозная	транзиторная	гепатобилиарная		
Злокачественные	Регенераторный узел	Изо-/гипоинтенсивный	Изо-/гипоинтенсивный	Изо-/гипоинтенсивный	Изо-/гипоинтенсивный	Изо-/гипоинтенсивный	Гиперинтенсивный	Изо-/гипоинтенсивный	Изо-/умеренно гиперинтенсивный
	Диспластический узел Gt1	Изоинтенсивный	Изоинтенсивный	Гиперинтенсивный	Изоинтенсивный	Изоинтенсивный	Гиперинтенсивный	Гипоинтенсивный	Умеренно гиперинтенсивный
	Диспластический узел Gt3, ранний ГЦР	Изо-/гипоинтенсивный	Изо-/гипоинтенсивный	Гиперинтенсивный	Изоинтенсивный	Изо-/без вымывания	Гипоинтенсивный	Изо-/умеренно гипер-/гиперинтенсивный	Умеренно гипо-/гипоинтенсивный
	“Узел в узле”	Гипоинтенсивный	Гипоинтенсивный	Гиперинтенсивный	Быстрое вымывание	Гипоинтенсивный, быстрое вымывание	Гипоинтенсивный	Гиперинтенсивный	Гипоинтенсивный
	ГЦР типичный	Гиперинтенсивный	Изоинтенсивный	Гиперинтенсивный	Гипоинтенсивный	Гипоинтенсивный	Гипоинтенсивный	Гиперинтенсивный	Гипоинтенсивный
	Малый гипervasкулярный ГЦР	Гиперинтенсивный	Гипоинтенсивный	Гиперинтенсивный	Гипоинтенсивный	Гипоинтенсивный (вымывание) Гиперинтенсивный (без вымывания) Умеренно гиперинтенсивный (без быстрого вымывания)	Гипоинтенсивный (вымывание) Гиперинтенсивный (без вымывания)	Гипоинтенсивный	Гипо-/изоинтенсивный
Доброкачественные	Малый гиповаскулярный ГЦР	Изоинтенсивный	Изоинтенсивный	Изоинтенсивный	Изоинтенсивный	Слабо гипоинтенсивный	Гипоинтенсивный	Гиперинтенсивный	Гипо-/изоинтенсивный
	ФНГ-подобный узел						Гиперваскулярный ободок и гипоинтенсивный в центре	Умеренно гиперинтенсивный	Умеренно гипоинтенсивный

Этот обзор продемонстрировал, что проведение МРТ с гадоксетовой кислотой и МРТ-ДВИ при диагностике ООП печени позволяет увеличить точность и надежность заключения, что в свою очередь может сказаться на качестве оказываемой медицинской помощи.

Участие авторов

Кармазановский Г.Г. — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, написание текста, редактирование, утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Authors participation

Karmazanovsky G.G. — concept and design of the study, the 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.

Список литературы

- Кармазановский Г.Г. Преимущества использования высококонтрастных средств в МСКТ. Медицинская визуализация. 2013; 4: 128–133.
- Стук М.В., Осокин Я.А., Кондратьев Е.В., Варламов А.В., Кармазановский Г.Г. Компьютерная томография с контрастным усилением — необходимый минимум в диагностике объемных образований брюшной полости и забрюшинного пространства. Вестник рентгенологии и радиологии. 2016; 97 (1): 40–47.
<https://doi.org/10.20862/0042-4676-2016-97-1-41-47>
- Кармазановский Г.Г. Томографические исследования с контрастным усилением как реальный инструмент получения объективной информации в условиях строжайшей экономии. Лучевая диагностика и терапия. 2016; 1: 5–12.
- Schwoppe R.B., May L.A., Reiter M.J., Lisanti C.J., Margolis D.J. Gadoteric acid: pearls and pitfalls. *Abdom. Imaging*. 2015; 40 (6): 2012–2029. <https://doi.org/10.1007/s00261-015-0354-7>
- Zech C.J., Korpraphong P., Huppertz A., Denecke T., Kim M.J., Tanomkiat W., Jonas E., Ba-Ssalamah A. VALUE study group. Randomized multicentre trial of gadoteric acid-enhanced MRI versus conventional MRI or CT in the staging of colorectal cancer liver metastases. *Br. J. Surg.* 2014; 101 (6): 613–621. <https://doi.org/10.1002/bjs.9465>
- Vilgrain V., Esvan M., Ronot M., Caumont-Prim A., Aubé C., Chatellier G. A meta-analysis of diffusion-weighted and gadoteric acid-enhanced MR imaging for the detection of liver metastases. *Eur. Radiol.* 2016; 26 (12): 4595–4615. <https://doi.org/10.1007/s00330-016-4250-5>
- Colagrande S., Castellani A., Nardi C., Lorini C., Calistri L., Filippone A. The role of diffusion-weighted imaging in the detection of hepatic metastases from colorectal cancer: A comparison with unenhanced and Gd-EOB-DTPA enhanced MRI. *Eur. J. Radiol.* 2016; 85 (5): 1027–1034. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2016.02.011>
- Lee D., Cho E.S., Kim D.J., Kim J.H., Yu J.S., Chung J.J. Validation of 10-minute delayed hepatocyte phase imaging with 30° flip angle in gadoteric acid-enhanced MRI for the detection of liver metastasis. *PLoS One*. 2015; 10 (10): e0139863. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0139863>
- Neri E., Bali M.A., Ba-Ssalamah A., Boraschi P., Brancatelli G., Alves F.C., Grazioli L., Helmberger T., Lee J.M., Manfredi R., Marti-Bonmati L., Matos C., Merkle E.M., Op De Beeck B., Schima W., Skehan S., Vilgrain V., Zech C., Bartolozzi C. ESGAR consensus statement on liver MR imaging and clinical use of liver-specific contrast agents. *Eur. Radiol.* 2016; 26 (4): 921–931. <https://doi.org/10.1007/s00330-015-3900-3>
- Merkle E.M., Zech C.J., Bartolozzi C., Bashir M.R., Ba-Ssalamah A., Huppertz A., Lee J.M., Ricke J., Sakamoto M., Sirlin C.B., Ye S.L., Zeng M. Consensus report from the 7th International Forum for Liver Magnetic Resonance Imaging. *Eur. Radiol.* 2016; 26 (3): 674–682. <https://doi.org/10.1007/s00330-015-3873-2>
- Joo I., Lee J.M. Recent advances in the imaging diagnosis of hepatocellular carcinoma: value of gadoteric acid-enhanced MRI. *Liver Cancer*. 2016; 5 (1): 67–87. <https://doi.org/10.1159/000367750>
- Hwang J., Kim Y.K., Jeong W.K., Choi D., Rhim H., Lee W.J. Nonhypervascular hypointense nodules at gadoteric acid-enhanced mr imaging in chronic liver disease: diffusion-weighted imaging for characterization. *Radiology*. 2015; 277 (1): 309. <https://doi.org/10.1148/radiol.2015154031>
- Fischer M.A., Raptis D.A., Donati O.F., Hunziker R., Schade E., Sotiropoulos G.C., McCall J., Bartlett A., Bachellier P., Frilling A., Breitenstein S., Clavien P.A., Alkadhi H., Patak M.A. MR imaging features for improved diagnosis of hepatocellular carcinoma in the non-cirrhotic liver: Multi-center evaluation. *Eur. J. Radiol.* 2015; 84 (10): 1879–1887. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2015.06.029>
- Kim B., Lee J.H., Kim J.K., Kim H.J., Kim Y.B., Lee D. The capsule appearance of hepatocellular carcinoma in gadoteric acid-enhanced MR imaging: Correlation with pathology and dynamic CT. *Medicine (Baltimore)*. 2018; 97 (25): e11142. <https://doi.org/10.1097/MD.0000000000001142>
- Burgio M.D., Picone D., Cabibbo G., Midiri M., Lagalla R., Brancatelli G. MR-imaging features of hepatocellular carcinoma capsule appearance in cirrhotic liver: comparison of gadoteric acid and gadobenatimeglumine. *Abdom. Radiol.* 2016; 41 (8): 1546–1554. <https://doi.org/10.1007/s00261-016-0726-7>
- Cho E.S., Choi J.Y. MRI features of hepatocellular carcinoma related to biologic behavior. *Korean J. Radiol.* 2015; 16 (3): 449–464. <https://doi.org/10.3348/kjr.2015.16.3.449>
- Choi S.H., Lee S.S., Kim S.Y., Park S.H., Park S.H., Kim K.M., Hong S.M., Yu E., Lee M.G. Intrahepatic cholangiocarcinoma in patients with cirrhosis: differentiation from hepatocellular carcinoma by using gadoteric acid-enhanced MR imaging and dynamic CT. *Radiology*. 2017; 282 (3): 771–781. <https://doi.org/10.1148/radiol.2016160639>
- Motosugi U., Ichikawa T., Sou H., Sano K., Tominaga L., Muhi A., Araki T. Distinguishing hypervascular pseudolesions of the liver from hypervascular hepatocellular carcinomas with gadoteric acid-enhanced MR imaging. *Radiology*. 2010; 256 (1): 151–158. <https://doi.org/10.1148/radiol.10091885>
- Koh J., Chung Y.E., Nahm J.H., Kim H.Y., Kim K.S., Park Y.N., Kim M.J., Choi J.Y. Intrahepatic mass-forming cholangiocarcinoma: prognostic value of preoperative gadoteric acid-enhanced MRI. *Eur. Radiol.* 2016; 26 (2): 407–416. <https://doi.org/10.1007/s00330-015-3846-5>
- Llovet J.M., Bru C., Bruix J. Prognosis of hepatocellular carcinoma: the BCLC staging classification. *Semin. Liver Dis.* 1999; 19 (3): 329–338. <https://doi.org/10.1055/s-2007-1007122>

21. Bruix J., Sherman M., Llovet J.M., Beaugrand M., Lencioni R., Burroughs A.K., Christensen E., Pagliaro L., Colombo M., Rodés J. EASL Panel of Experts on HCC. Clinical management of hepatocellular carcinoma. Conclusions of the Barcelona-2000 EASL conference. European Association for the Study of the Liver. *J. Hepatol.* 2001; 35 (3): 421–430. [https://doi.org/10.1016/s0168-8278\(01\)00130-1](https://doi.org/10.1016/s0168-8278(01)00130-1)
22. Bruix J., Sherman M. American Association for the Study of Liver Diseases. Management of hepatocellular carcinoma: an update. *Hepatology.* 2011; 53 (3): 1020–1022. <https://doi.org/10.1002/hep.24199>
23. European Association for the Study of the Liver; European Organisation for Research and Treatment of Cancer. EASL-EORTC clinical practice guidelines: management of hepatocellular carcinoma. *J. Hepatol.* 2012; 56 (4): 908–943. <https://doi.org/10.1016/j.jhep.2011.12.001>
24. Rieke J., Seidensticker M., Mohnike K. Noninvasive diagnosis of hepatocellular carcinoma in cirrhotic liver: current guidelines and future prospects for radiological imaging. *Liver Cancer.* 2012; 1 (1): 51–58. <https://doi.org/10.1159/000339020>
25. Bota S., Piscaglia F., Marinelli S., Pecorelli A., Terzi E., Bolondi L. Comparison of international guidelines for non-invasive diagnosis of hepatocellular carcinoma. *Liver Cancer.* 2012; 1 (3–4): 190–200. <https://doi.org/10.1159/000343833>
26. Belghiti J., Fuks D. Liver resection and transplantation in hepatocellular carcinoma. *Liver Cancer.* 2012; 1 (2): 71–82. <https://doi.org/10.1159/000342403>
27. Lee Cheah Y., K.H. Chow P. Liver transplantation for hepatocellular carcinoma: an appraisal of current controversies. *Liver Cancer.* 2012; 1 (3–4): 183–189. <https://doi.org/10.1159/000343832>
28. Chan S.C. Liver transplantation for hepatocellular carcinoma. *Liver Cancer.* 2013; 2 (3–4): 338–344. <https://doi.org/10.1159/000343849>
29. Lin S.M. Local ablation for hepatocellular carcinoma in Taiwan. *LiverCancer.* 2013; 2(2): 73–83. <https://doi.org/10.1159/000343843>
30. Golfieri R., Garzillo G., Ascanio S., Renzulli M. Focal lesions in the cirrhotic liver: their pivotal role in gadoteric acid-enhanced MRI and recognition by the Western guidelines. *Dig. Dis.* 2014; 32 (6): 696–704. <https://doi.org/10.1159/000368002>
31. Cartier V., Aubé C. Gastrointestinal imaging: Tips and traps in the diagnosis of small HCC. *Diagn. Interv. Imaging.* 2013; 94 (7–8): 697–712. <https://doi.org/10.1016/j.diii.2013.03.007>
32. Motosugi U., Ichikawa T., Sou H., Sano K., Tominaga L., Muhi A., Araki T. Distinguishing hypervascular pseudolesions of the liver from hypervascular hepatocellular carcinomas with gadoteric acid-enhanced MR imaging. *Radiology.* 2010; 256 (1): 151–158. <https://doi.org/10.1148/radiol.10091885>
33. Kim Y.K., Lee W.J., Park M.J., Kim S.H., Rhim H., Choi D. Hypovascular hypointense nodules on hepatobiliary phase gadoteric acid-enhanced MR images in patients with cirrhosis: potential of DW imaging in predicting progression to hypervascular HCC. *Radiology.* 2012; 265 (1): 104–114. <https://doi.org/10.1148/radiol.12112649>
34. Suh C.H., Kim K.W., Pyo J., Lee J., Kim S.Y., Park S.H. Hypervascular transformation of hypovascular hypointense nodules in the hepatobiliary phase of gadoteric acid-enhanced MRI: A systematic review and meta-analysis. *AJR.* 2017; 209 (4): 781–789. <https://doi.org/10.2214/AJR.16.17711>
35. Kim Y.K., Kim Y.K., Park H.J., Park M.J., Lee W.J., Choi D. Noncontrast MRI with diffusion-weighted imaging as the sole imaging modality for detecting liver malignancy in patients with high risk for hepatocellular carcinoma. *Magn. Reson. Imaging.* 2014; 32 (6): 610–618. <https://doi.org/10.1016/j.mri.2013.12.021>
36. Kim S.S., Kim S.H., Song K.D., Choi S.Y., Heo N.H. Value of gadoteric acid-enhanced MRI and diffusion-weighted imaging in the differentiation of hypervascular hyperplastic nodule from small (<3 cm) hypervascular hepatocellular carcinoma in patients with alcoholic liver cirrhosis: A retrospective case-control study. *J. Magn. Reson. Imaging.* 2019; May 6. <https://doi.org/10.1002/jmri.26768>
37. Kozaka K., Kobayashi S., Yoneda N., Kitao A., Yoshida K., Inoue D., Ogi T., Koda W., Sato Y., Gabata T., Matsui O. Doughnut-like hyperintense nodules on hepatobiliary phase without arterial-phase hyperenhancement in cirrhotic liver: imaging and clinicopathological features. *Eur. Radiol.* 2019; 29 (12): 6489–6498. <https://doi.org/10.1007/s00330-019-06329-y>
38. Choi S.H., Lee S.S., Park S.H., Kim K.M., Yu E., Park Y., Shin Y.M., Lee M.G. LI-RADS classification and prognosis of primary liver cancers at gadoteric acid-enhanced MRI. *Radiology.* 2019; 290 (2): 388–397. <https://doi.org/10.1148/radiol.2018181290>

References

1. Karmazanovsky G.G. The benefits of using high contrast media in MDCT. *Medical visualization.* 2013; 4: 128–133. (In Russian)
2. Stuk M.V., Osokin Ya.A., Kondrat'ev E.V., Varlamov A.V., Karmazanovskiy G.G. Contrast-enhanced computed tomography is the required minimum in the diagnosis of abdominal and retroperitoneal space-occupying lesions. *J. Radiol. Nuclear Med.* 2016; 97 (1): 40–47. <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2016-97-1-41-47> (In Russian)
3. Karmazanovsky G.G. Contrast-enhanced tomography as a real tool for obtaining objective information in the all possible economies. *Diagnostic radiology and radiotherapy.* 2016; 1: 5–12. <https://doi.org/10.22328/2079-5343-2016-1-5-12> (In Russian)
4. Schwoppe R.B., May L.A., Reiter M.J., Lisanti C.J., Margolis D.J. Gadoteric acid: pearls and pitfalls. *Abdom. Imaging.* 2015; 40 (6): 2012–2029. <https://doi.org/10.1007/s00261-015-0354-7>
5. Zech C.J., Korpraphong P., Huppertz A., Denecke T., Kim M.J., Tanomkiat W., Jonas E., Ba-Ssalamah A. VALUE study group. Randomized multicentre trial of gadoteric acid-enhanced MRI versus conventional MRI or CT in the staging of colorectal cancer liver metastases. *Br. J. Surg.* 2014; 101 (6): 613–621. <https://doi.org/10.1002/bjs.9465>
6. Vilgrain V., Esvan M., Ronot M., Caumont-Prim A., Aubé C., Chatellier G. A meta-analysis of diffusion-weighted and gadoteric acid-enhanced MR imaging for the detection of liver metastases. *Eur. Radiol.* 2016; 26 (12): 4595–4615. <https://doi.org/10.1007/s00330-016-4250-5>
7. Colagrande S., Castellani A., Nardi C., Lorini C., Calistri L., Filippone A. The role of diffusion-weighted imaging in the detection of hepatic metastases from colorectal cancer: A comparison with unenhanced and Gd-EOB-DTPA enhanced MRI. *Eur. J. Radiol.* 2016; 85 (5): 1027–1034. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2016.02.011>
8. Lee D., Cho E.S., Kim D.J., Kim J.H., Yu J.S., Chung J.J. Validation of 10-minute delayed hepatocyte phase imaging with 30° flip angle in gadoteric acid-enhanced MRI for the detection of liver metastasis. *PLoS One.* 2015; 10 (10): e0139863. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0139863>
9. Neri E., Bali M.A., Ba-Ssalamah A., Boraschi P., Brancatelli G., Alves F.C., Grazioli L., Helmlinger T., Lee J.M., Manfredi R., Marti-Bonmati L., Matos C., Merkle E.M., Op De Beeck B.,

- Schima W., Skehan S., Vilgrain V., Zech C., Bartolozzi C. ESGAR consensus statement on liver MR imaging and clinical use of liver-specific contrast agents. *Eur. Radiol.* 2016; 26 (4): 921–931. <https://doi.org/10.1007/s00330-015-3900-3>
10. Merkle E.M., Zech C.J., Bartolozzi C., Bashir M.R., Ba-Ssalamah A., Huppertz A., Lee J.M., Ricke J., Sakamoto M., Sirlin C.B., Ye S.L., Zeng M. Consensus report from the 7th International Forum for Liver Magnetic Resonance Imaging. *Eur. Radiol.* 2016; 26 (3): 674–682. <https://doi.org/10.1007/s00330-015-3873-2>
 11. Joo I., Lee J.M. Recent advances in the imaging diagnosis of hepatocellular carcinoma: value of gadoxetic acid-enhanced MRI. *Liver Cancer*. 2016; 5 (1): 67–87. <https://doi.org/10.1159/000367750>
 12. Hwang J., Kim Y.K., Jeong W.K., Choi D., Rhim H., Lee W.J. Nonhypervascular hypointense nodules at gadoxetic acid-enhanced mr imaging in chronic liver disease: diffusion-weighted imaging for characterization. *Radiology*. 2015; 277 (1): 309. <https://doi.org/10.1148/radiol.2015154031>
 13. Fischer M.A., Raptis D.A., Donati O.F., Hunziker R., Schade E., Sotiropoulos G.C., McCall J., Bartlett A., Bachellier P., Frilling A., Breitenstein S., Clavien P.A., Alkadhi H., Patak M.A. MR imaging features for improved diagnosis of hepatocellular carcinoma in the non-cirrhotic liver: Multi-center evaluation. *Eur. J. Radiol.* 2015; 84 (10): 1879–1887. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2015.06.029>
 14. Kim B., Lee J.H., Kim J.K., Kim H.J., Kim Y.B., Lee D. The capsule appearance of hepatocellular carcinoma in gadoxetic acid-enhanced MR imaging: Correlation with pathology and dynamic CT. *Medicine (Baltimore)*. 2018; 97 (25): e11142. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000011142>
 15. Burgio M.D., Picone D., Cabibbo G., Midiri M., Lagalla R., Brancatelli G. MR-imaging features of hepatocellular carcinoma capsule appearance in cirrhotic liver: comparison of gadoxetic acid and gadobenatadimeglumine. *Abdom. Radiol.* 2016; 41 (8): 1546–1554. <https://doi.org/10.1007/s00261-016-0726-7>
 16. Cho E.S., Choi J.Y. MRI features of hepatocellular carcinoma related to biologic behavior. *Korean J. Radiol.* 2015; 16 (3): 449–464. <https://doi.org/10.3348/kjr.2015.16.3.449>
 17. Choi S.H., Lee S.S., Kim S.Y., Park S.H., Park S.H., Kim K.M., Hong S.M., Yu E., Lee M.G. Intrahepatic cholangiocarcinoma in patients with cirrhosis: differentiation from hepatocellular carcinoma by using gadoxetic acid-enhanced MR imaging and dynamic CT. *Radiology*. 2017; 282 (3): 771–781. <https://doi.org/10.1148/radiol.2016160639>
 18. Motosugi U., Ichikawa T., Sou H., Sano K., Tominaga L., Muhi A., Araki T. Distinguishing hypervascular pseudolesions of the liver from hypervascular hepatocellular carcinomas with gadoxetic acid-enhanced MR imaging. *Radiology*. 2010; 256 (1): 151–158. <https://doi.org/10.1148/radiol.10091885>
 19. Koh J., Chung Y.E., Nahm J.H., Kim H.Y., Kim K.S., Park Y.N., Kim M.J., Choi J.Y. Intrahepatic mass-forming cholangiocarcinoma: prognostic value of preoperative gadoxetic acid-enhanced MRI. *Eur. Radiol.* 2016; 26 (2): 407–416. <https://doi.org/10.1007/s00330-015-3846-5>
 20. Llovet J.M., Bru C., Bruix J. Prognosis of hepatocellular carcinoma: the BCLC staging classification. *Semin. Liver Dis.* 1999; 19 (3): 329–338. <https://doi.org/10.1055/s-2007-1007122>
 21. Bruix J., Sherman M., Llovet J.M., Beaugrand M., Lencioni R., Burroughs A.K., Christensen E., Pagliaro L., Colombo M., Rodés J. EASL Panel of Experts on HCC. Clinical management of hepatocellular carcinoma. Conclusions of the Barcelona-2000 EASL conference. European Association for the Study of the Liver. *J. Hepatol.* 2001; 35 (3): 421–430. [https://doi.org/10.1016/s0168-8278\(01\)00130-1](https://doi.org/10.1016/s0168-8278(01)00130-1)
 22. Bruix J., Sherman M. American Association for the Study of Liver Diseases. Management of hepatocellular carcinoma: an update. *Hepatology*. 2011; 53 (3): 1020–1022. <https://doi.org/10.1002/hep.24199>
 23. European Association for the Study of the Liver; European Organisation for Research and Treatment of Cancer. EASL-EORTC clinical practice guidelines: management of hepatocellular carcinoma. *J. Hepatol.* 2012; 56 (4): 908–943. <https://doi.org/10.1016/j.jhep.2011.12.001>
 24. Ricke J., Seidensticker M., Mohnike K. Noninvasive diagnosis of hepatocellular carcinoma in cirrhotic liver: current guidelines and future prospects for radiological imaging. *Liver Cancer*. 2012; 1 (1): 51–58. <https://doi.org/10.1159/000339020>
 25. Bota S., Piscaglia F., Marinelli S., Pecorelli A., Terzi E., Bolondi L. Comparison of international guidelines for non-invasive diagnosis of hepatocellular carcinoma. *Liver Cancer*. 2012; 1 (3–4): 190–200. <https://doi.org/10.1159/000343833>
 26. Belghiti J., Fuks D. Liver resection and transplantation in hepatocellular carcinoma. *Liver Cancer*. 2012; 1 (2): 71–82. <https://doi.org/10.1159/000342403>
 27. Lee Cheah Y., K.H. Chow P. Liver transplantation for hepatocellular carcinoma: an appraisal of current controversies. *Liver Cancer*. 2012; 1 (3–4): 183–189. <https://doi.org/10.1159/000343832>
 28. Chan S.C. Liver transplantation for hepatocellular carcinoma. *Liver Cancer*. 2013; 2 (3–4): 338–344. <https://doi.org/10.1159/000343849>
 29. Lin S.M. Local ablation for hepatocellular carcinoma in Taiwan. *Liver Cancer*. 2013; 2(2): 73–83. <https://doi.org/10.1159/000343843>
 30. Golfieri R., Garzillo G., Ascanio S., Renzulli M. Focal lesions in the cirrhotic liver: their pivotal role in gadoxetic acid-enhanced MRI and recognition by the Western guidelines. *Dig. Dis.* 2014; 32 (6): 696–704. <https://doi.org/10.1159/000368002>
 31. Cartier V., Aubé C. Gastrointestinal imaging: Tips and traps in the diagnosis of small HCC. *Diagn. Interv. Imaging*. 2013; 94 (7–8): 697–712. <https://doi.org/10.1016/j.diii.2013.03.007>
 32. Motosugi U., Ichikawa T., Sou H., Sano K., Tominaga L., Muhi A., Araki T. Distinguishing hypervascular pseudolesions of the liver from hypervascular hepatocellular carcinomas with gadoxetic acid-enhanced MR imaging. *Radiology*. 2010; 256 (1): 151–158. <https://doi.org/10.1148/radiol.10091885>
 33. Kim Y.K., Lee W.J., Park M.J., Kim S.H., Rhim H., Choi D. Hypovascular hypointense nodules on hepatobiliary phase gadoxetic acid-enhanced MR images in patients with cirrhosis: potential of DW imaging in predicting progression to hypervascular HCC. *Radiology*. 2012; 265 (1): 104–114. <https://doi.org/10.1148/radiol.12112649>
 34. Suh C.H., Kim K.W., Pyo J., Lee J., Kim S.Y., Park S.H. Hypervascular transformation of hypovascular hypointense nodules in the hepatobiliary phase of gadoxetic acid-enhanced MRI: A systematic review and meta-analysis. *AJR*. 2017; 209 (4): 781–789. <https://doi.org/10.2214/AJR.16.17711>
 35. Kim Y.K., Kim Y.K., Park H.J., Park M.J., Lee W.J., Choi D. Noncontrast MRI with diffusion-weighted imaging as the sole imaging modality for detecting liver malignancy in patients with high risk for hepatocellular carcinoma. *Magn. Reson. Imaging*. 2014; 32 (6): 610–618. <https://doi.org/10.1016/j.mri.2013.12.021>
 36. Kim S.S., Kim S.H., Song K.D., Choi S.Y., Heo N.H. Value of gadoxetic acid-enhanced MRI and diffusion-weighted

- imaging in the differentiation of hypervascular hyperplastic nodule from small (<3 cm) hypervascular hepatocellular carcinoma in patients with alcoholic liver cirrhosis: A retrospective case-control study. *J. Magn. Reson. Imaging*. 2019; May 6. <https://doi.org/10.1002/jmri.26768>
37. Kozaka K., Kobayashi S., Yoneda N., Kitao A., Yoshida K., Inoue D., Ogi T., Koda W., Sato Y., Gabata T., Matsui O. Doughnut-like hyperintense nodules on hepatobiliary phase without arterial-phase hyperenhancement in cirrhotic liver: imaging and clinicopathological features. *Eur. Radiol.* 2019; 29 (12): 6489–6498. <https://doi.org/10.1007/s00330-019-06329-y>
38. Choi S.H., Lee S.S., Park S.H., Kim K.M., Yu E., Park Y., Shin Y.M., Lee M.G. LI-RADS classification and prognosis of primary liver cancers at gadoteric acid-enhanced MRI. *Radiology*. 2019; 290 (2): 388–397. <https://doi.org/10.1148/radiol.2018181290>

Сведения об авторах [Authors info]

Кармазановский Григорий Григорьевич — член-корр. РАН, доктор мед. наук, профессор, заведующий отделением рентгенологии и магнитно-резонансных исследований с кабинетом ультразвуковой диагностики ФГБУ “НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского” Минздрава России; профессор кафедры лучевой диагностики и терапии медико-биологического факультета ФГБОУ ВО “РНИМУ им. Н.И. Пирогова” Минздрава России. <http://orcid.org/0000-0002-9357-0998>. E-mail: karmazanovsky@ixv.ru

Для корреспонденции*: Кармазановский Григорий Григорьевич — 117997, Москва, ул. Б. Серпуховская, д. 27, ФГБУ “НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского” Минздрава России, Российская Федерация. Тел.: +7-929-938-18-49. E-mail: karmazanovsky@ixv.ru

Grigory G. Karmazanovsky — Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Doct. of Sci. (Med.), Professor, Head of Radiology Department, A.V. Vishnevsky National Medical Research Center of Surgery; Professor of Radiology Department, Pirogov Russian National Research Medical University. <http://orcid.org/0000-0002-9357-0998>. E-mail: karmazanovsky@ixv.ru

For correspondence*: Grigory G. Karmazanovsky — 27, Bol. Serpuhovskaya str., Moscow, 117997, A.V. Vishnevsky National Medical Research Center of Surgery, Russian Federation. Phone: +7-499-236-15-37. E-mail: karmazanovsky@ixv.ru

Статья поступила в редакцию журнала 20.11.2019.
Received 20 November 2019.

Принята к публикации 26.11.2019.
Accepted for publication 26 November 2019.