

DOI: 10.16931/1995-5464.2016364-69

## Магнитно-резонансная томография в диагностике очаговых поражений печени

Багненко С.С., Труфанов Г.Е., Железняк И.С.

ФГБВОУ ВПО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» Министерства обороны РФ,  
кафедра рентгенологии и радиологии с курсом ультразвуковой диагностики;  
194044, г. Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6, Российская Федерация

**Цель.** Определить эффективность основных методик магнитно-резонансной томографии в дифференциальной диагностике очаговых новообразований печени.

**Материал и методы.** Обследовано 256 пациентов, у которых обнаружили 414 новообразований печени. Сканирование выполняли на высокопольных томографах Magnetom Symphony и Magnetom Sonata (Siemens) 1,5 Тл.

**Результаты.** Эффективность традиционного исследования без применения контрастных препаратов невысока, эффективность построенной математической модели 58%. Основа дифференциальной диагностики большинства нозологических форм – динамическое контрастное усиление, эффективность модели 67%. Наибольшими возможностями обладает исследование с применением гепатотропного контрастного препарата, эффективность модели 80%. Магнитно-резонансная диффузия – эффективный способ отображения очаговых поражений печени, однако его возможности в дифференциальной диагностике ограничены.

**Заключение.** Магнитно-резонансная томография является эффективным методом выявления и дифференциальной диагностики очаговых поражений печени.

**Ключевые слова:** печень, магнитно-резонансная томография, контрастное усиление, гепатоцеллюлярный рак, гемангиома, киста, метастаз, холангиоцеллюлярный рак, гепатотропный контрастный препарат.

## Magnetic Resonance Imaging of Focal Liver Lesions

Bagnenko S.S., Trufanov G.E., Zheleznyak I.S.

Kirov Military Medical Academy of Ministry of Defense of the Russian Federation, Radiology Department  
with the course of Ultrasonic Diagnosis; 6, Acad. Lebedev str., St. Petersburg, 194044, Russian Federation

**Aim.** To determine the effectiveness of the basic techniques of magnetic resonance imaging in differential diagnosis of focal liver lesions.

**Material and Methods.** 256 patients with 414 focal liver lesions were examined (Siemens: Magnetom Symphony, Magnetom Sonata – 1,5 T).

**Results.** The effectiveness of traditional native MRI without contrast is low (efficiency of mathematical model – 58%). The basis of differential diagnosis of the most of nosological forms is dynamic contrast enhancement with model's efficiency about 67%. The greatest opportunities are provided by the study with Gd-EOB-DTPA (model's efficiency 80%). MR diffusion is effective for detection of hepatic focal lesions, but its capabilities are limited in differential diagnosis.

**Conclusion.** Magnetic resonance imaging is a highly informative method of detection and differential diagnosis of focal liver lesions.

**Key words:** liver, MRI, dynamic contrast enhancement, hepatocellular cancer, hemangioma, cyst, metastasis, cholangiocellular cancer, hepatotropic contrast agent.

**Багненко Сергей Сергеевич** – доктор мед. наук, доцент кафедры рентгенологии и радиологии Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова. **Труфанов Геннадий Евгеньевич** – доктор мед. наук, профессор, профессор кафедры рентгенологии и радиологии Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова. **Железняк Игорь Сергеевич** – доктор мед. наук, начальник кафедры рентгенологии и радиологии Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова.

**Для корреспонденции:** Багненко Сергей Сергеевич – 194044 Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6.  
Тел.: +7-905-217-79-47. E-mail: bagnenko\_ss@mail.ru

**Bagnenko Sergey Sergeevich** – Doct. of Med. Sci., Associate Professor at the Radiology Department, Kirov Military Medical Academy. **Trufanov Gennady Evgenevich** – Doct. of Med. Sci., Professor at the Radiology Department, Kirov Military Medical Academy. **Zheleznyak Igor Sergeevich** – Doct. of Med. Sci., Head of the Radiology Department, Kirov Military Medical Academy.

**For correspondence:** Bagnenko Sergey Sergeevich – 6, Acad. Lebedev str., St. Petersburg, 194044, Russian Federation.  
Phone: +7-905-217-79-47. E-mail: bagnenko\_ss@mail.ru

## ● Введение

Очаговые поражения печени — широкое понятие, включающее в себя десятки нозологических форм, многие из которых социально значимы. Лучевые методы исследования в алгоритме обследования данных больных занимают важное место [1–4].

За последние годы магнитно-резонансная томография (МРТ) вышла на ведущие позиции в диагностике рассматриваемой патологии, в значительной степени потеснив компьютерную томографию (КТ). Неинвазивность, высокая тканевая контрастность изображений и возможность произвольно влиять на этот показатель в совокупности с широкими возможностями программного обеспечения во многом предопределили этот процесс [5–9].

В результате в 2012 г. в Вене на Европейском конгрессе радиологов — центральном европейском событии года для лучевых диагностов — было организовано секционное заседание, название которого в переводе звучало следующим образом: “Сравнение абдоминальных изображений печени: всегда МРТ, или у КТ еще остается какая-то роль?” [3]. Таким образом, речь уже зашла о целесообразности применения КТ в данной области в принципе.

Конечно, подобная несколько провокационная формулировка темы была выбрана организаторами мероприятия осознанно, дабы привлечь к обсуждению как можно более широкую аудиторию. И это им удалось. В результате бурных дискуссий прозвучали важные слова о сильных сторонах КТ: высокое пространственное разрешение и скорость сканирования, хорошее отображение плотных структур (обызвествления, дренажи, инородные тела), отсутствие проблем с клаустрофобией, специальных требований к инструментарию и противопоказаний, связанных с наличием металла в теле. Однако приоритет МРТ в выявлении и дифференциальной диагностике новообразований печени был подтвержден. В целом по итогам заседания можно было сделать следующие выводы.

**Вывод 1:** МРТ — информативнее, за исключением анализа сосудов мелкого калибра, выявления высокоплотных структур, наличия противопоказаний к методу и при условии четкого выполнения команд пациентом, КТ — удобнее (иногда кардинально), а также является методом выбора для оценки взаимоотношения сосудов и очагового поражения печени, что крайне важно в предоперационной подготовке пациента.

**Вывод 2:** возможности методов в ряде ситуаций оказываются сопоставимыми. Второй вывод вытекает из самой дискуссии “какой метод лучше?”, поскольку существуют сомнения, различные точки зрения. В зависимости от ситуации приоритет может смещаться.

Почему же иногда возможности оказываются близкими? Во многом это связано с тем, что основа заключения о характере поражения печени базируется на результатах оценки скорости накопления и последующего выведения контрастного препарата образованием печени во времени, а она идентична и для динамического контрастного усиления (ДКУ) при МРТ, и для многофазной КТ. А раз основа заключения одна, то и результаты оказываются схожими.

Почему же приоритет остается все-таки за МРТ? Конечно, отсутствие лучевой нагрузки — важное положительное свойство метода, однако не оно является ключевым. МРТ, помимо данных ДКУ, дает важную информацию о тканевых характеристиках образования (наличие в нем жира, воды, белка и т.п.) на основании интенсивности сигнала в различных импульсных последовательностях. Новые, современные технологии МРТ предоставляют дополнительные сведения о гистологическом строении выявленного очага (присутствуют или нет в нем “работающие” гепатоциты), функциональном состоянии клеток печени, активности процессов диффузии и др. [10–15].

Какие же это технологии? Если провести анализ мировой литературы за последние 5–10 лет, станет очевидно, что более 75% всех публикаций об МРТ печени сконцентрировано вокруг двух больших тем: использование гепатотропных контрастных препаратов и применение магнитно-резонансной диффузии. В среде лучевых диагностов, хирургов-гепатологов, гастроэнтерологов и инфекционистов активно обсуждаются их достоинства. Идет дискуссия, однако многие проблемы остаются нерешенными, в том числе отсутствует общепризнанная оценка эффективности применения этих технологий в дифференциальной диагностике новообразований печени, остаются вопросы показаний и противопоказаний к их назначению, необходимости включения в стандартный протокол исследования [16].

**Цель работы** — определить эффективность основных методик магнитно-резонансной томографии в дифференциальной диагностике очаговых новообразований печени.

## ● Материал и методы

Для определения эффективности основных технологий МРТ и уточнения их роли в дифференциальной диагностике очаговых поражений печени обследовано 256 пациентов. Мужчин было 133, женщин — 123. Средний возраст пациентов составил  $56,0 \pm 14,5$  года. Сканирование выполняли на высокопольных томографах Magnetom Symphony и Magnetom Sonata (Siemens, Германия) с индукцией магнитного поля 1,5 Тл. Проанализировано 414 очаговых поражений печени (табл. 1).

Проведен углубленный статистический анализ количественных значений интенсивности МР-сигнала в патологических образованиях, интактной паренхиме печени, а также крупных сосудах (брюшной отдел аорты, нижняя полая вена (НПВ)) и других паренхиматозных органах (поджелудочная железа, селезенка, почки). Измерения проводили следующим образом. На полученных томограммах с помощью встроенного программного обеспечения томографа выбирали соответствующие зоны интереса (округлой или овальной формы). В автоматическом режиме проходило вычисление абсолютных значений интенсивности сигнала, а также среднеквадратичного отклонения показателя. Поскольку интенсивность сигнала от каждой конкретной точки тела человека, находящегося в томографе, зависит от целого ряда факторов (удаленность от изоцентра аппарата, однородность магнитного поля, физические характеристики соседних тканей и т.д.) и может нелинейно изменяться в широком диапазоне, исследовать ее абсолютное значение некорректно. Поэтому при анализе пользовались различными коэффициентами, рассчитываемыми на основании соотношения измеренных величин в нескольких органах, в различных участках печени или в одной и той же области печени при разных импульсных последовательностях или в разные фазы ДКУ. Для изучения интенсивности сигнала в опухоли пользовались следующими соотношениями: “очаг/печень”, “очаг/селезенка”, “очаг/поджелудочная железа”, “очаг/почка”, “очаг/аорта”, “очаг/НПВ” для каждой импульсной последовательности (T2 Haste, T1 Flash, Trufi, Vibe и т.д.).

В качестве гепатотропного контрастного препарата применяли гадооксетовую кислоту (Gd-ЕОВ-ДТРА).

Оценку связи этиологии очагового поражения печени с показателями, измеренными в количе-

ственной шкале, проводили с применением однофакторного дисперсионного анализа. Изучали разложение дисперсии показателей на составляющие по влиянию контролируемого фактора (этиологии очагового поражения органа) и дисперсию, вызываемую действием неконтролируемых случайных факторов и ошибками измерения. Кроме того, попытались выявить внутренние закономерности, позволяющие по данным количественного измерения интенсивности МР-сигнала в той или иной области отнести пациента с очаговым поражением печени к группе с конкретной нозологической формой. С этой целью использовали дискриминантный анализ с разработкой многомерных математических моделей дифференциальной диагностики рассматриваемых нозологических форм.

Для сравнения эффективности применения различных технологий МРТ в дифференциальной диагностике математические модели были построены для каждой из них (традиционная МРТ без введения контрастного препарата, МРТ с ДКУ, МРТ с применением гепатотропного препарата, МР-диффузия). В процессе обработки информации использовали только переменные, измеренные в количественной и порядковой шкале. Вся матрица применялась в качестве обучающей информации, группировка осуществлялась на основании характера патологических изменений печени: 1 – простая киста; 2 – гемангиома; 3 – фокальная нодулярная гиперплазия (ФНГ); 4 – гепатоцеллюлярный рак (ГЦР); 5 – метастазы (МТС); 6 – очаговый жировой гепатоз (ОЖГ); 7 – холангиоцеллюлярный рак (ХЦР); 8 – пиогенный абсцесс; 9 – цирротический узел; 10 – эхинококковая киста. Опробовали все возможные модели с разным набором признаков. Вычисления проводили исходя из предположения о равной априорной вероятности принадлежности изучаемого очага к рассматриваемым группам.

**Таблица 1.** Характеристика новообразований печени

Нозологическая форма	Число новообразований, абс. (%)
Гемангиомы	56 (13,5)
ФНГ	29 (7,0)
Кисты печени	34 (8,2)
ОЖГ	13 (3,1)
Абсцессы печени	12 (2,9)
Эхинококковые кисты	12 (2,9)
Цирротические узлы	8 (1,9)
<b>Всего доброкачественных образований</b>	<b>164</b>
ГЦР	30 (7,2)
ХЦР	13 (3,1)
МТС	207 (50)
<b>Всего злокачественных образований</b>	<b>250</b>
Итого	414 (100)

## ● Результаты и обсуждение

Окончательные дискриминантные модели содержали 15–20 переменных, были информативны и статистически достоверны (критерий Фишера  $F 4,4–7,9$ ;  $p < 0,0001$ ). Сводные данные об их эффективности приведены в табл. 2.

Эффективность окончательной модели, основанной на данных исключительно традиционного нативного МР-сканирования, варьировала от 16,7% при ГЦР до 70–75% при кистах, ОЖГ или паразитарных поражениях. Общая ее эффективность для всех образований печени составила 58,4%. Таким образом, следует сделать вывод о том, что на основании результатов исключительно нативной МРТ со значительной долей вероятности можно дифференцировать только простые и эхинококковые кисты, а также ОЖГ. В остальных же ситуациях возможности технологии крайне ограничены.

Данные, полученные при неспецифическом ДКУ, позволили построить модель, эффективность которой находилась в диапазоне от 56,7% для очагов ГЦР до 83,3% при пиогенных абсцессах печени. Общая ее эффективность составила 66,6%, заметно превысив аналогичный показатель исключительно нативного сканирования. Таким образом, в подавляющем большинстве наблюдений для проведения дифференциальной диагностики очаговых поражений печени необходимо применение контрастных веществ.

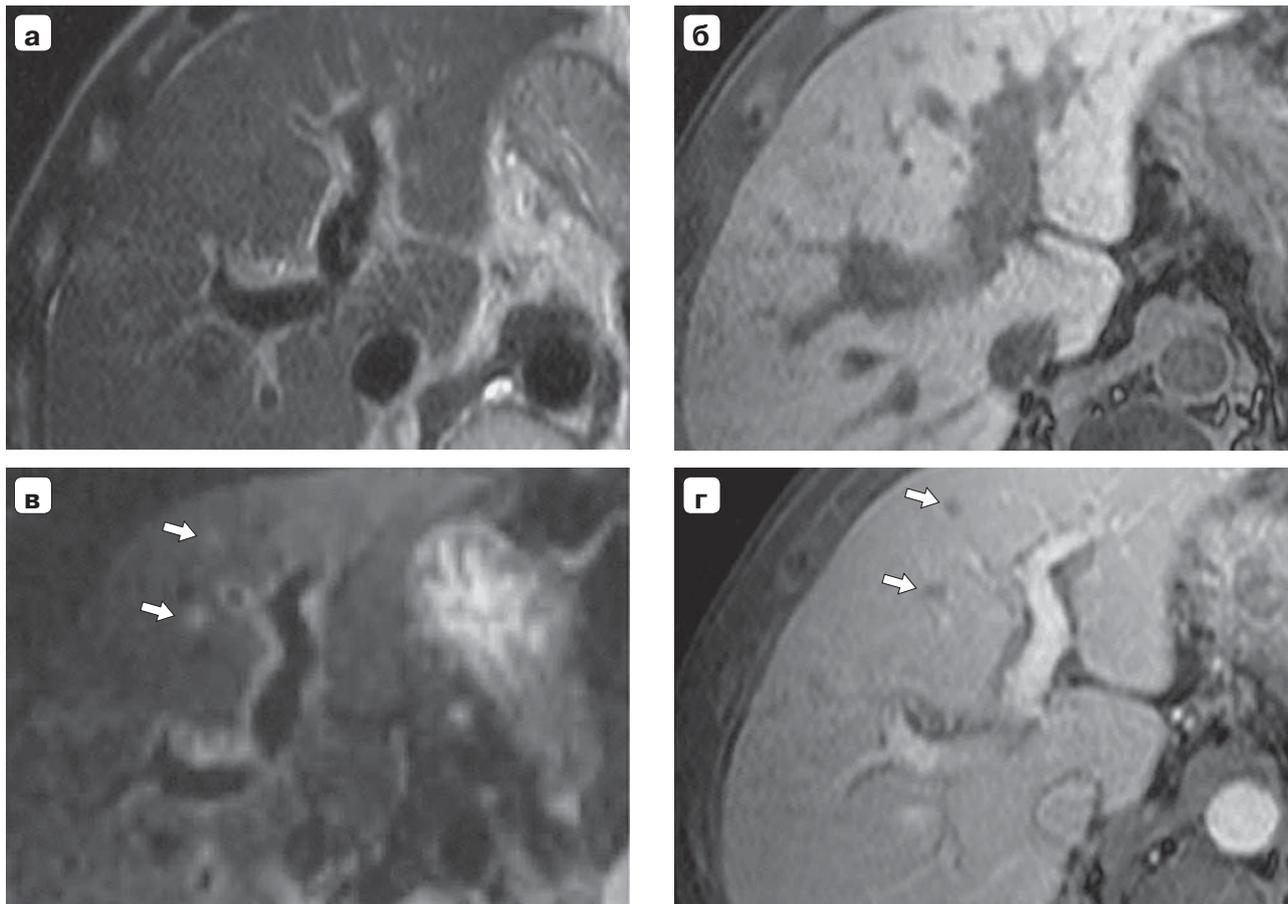
Наилучшие результаты были получены при анализе ДКУ с введением гепатотропного контрастного препарата. Способ его применения предполагает обработку изображений как в динамические, так и специфические (гепатобилиарные) фазы сканирования. Поэтому в перечень изучаемых показателей вошли коэффициенты, полученные на всех этапах подобного исследования. В итоге эффективность окончательной модели в зависимости от характера выявленных из-

менений находилась в диапазоне 70–100%, в целом оказавшись на уровне 79,7%. Таким образом, именно исследование с применением гепатотропного контрастного препарата следует считать наиболее эффективной технологией МРТ пациентов с очаговой патологией печени.

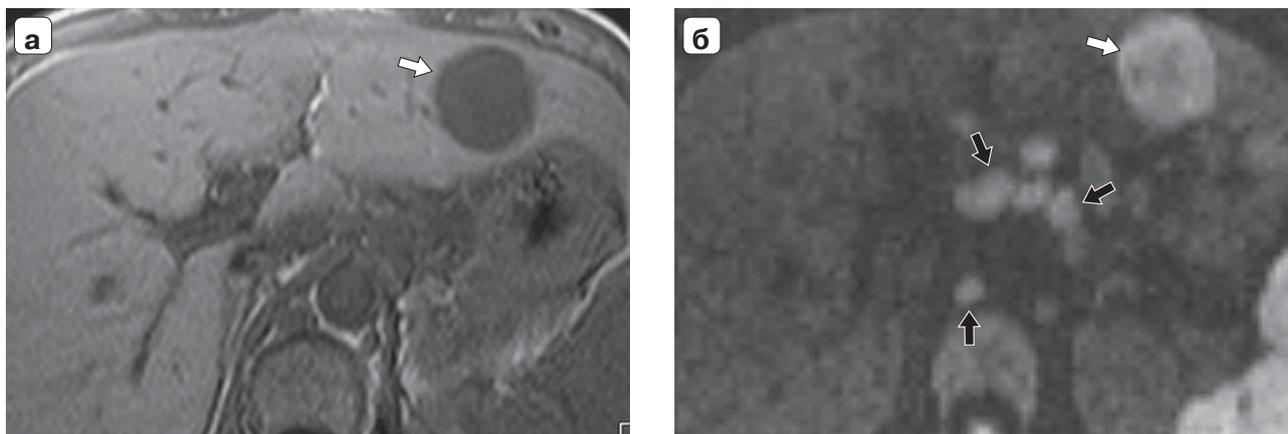
При оценке результатов МР-диффузии были подтверждены данные о высокой информативности технологии в выявлении очагов поражения печени. Действительно, возможность неинвазивно отображать области с ограниченной диффузией нередко позволяла обнаружить патологические изменения в печени, невидимые при обычном сканировании (рис. 1). Значительно лучше в большинстве наблюдений определялись при МР-диффузии и измененные регионарные лимфатические узлы (рис. 2). Однако при попытке построения математических моделей дифференциальной диагностики на основании данных МР-диффузии возникли объективные трудности. ОЖГ и цирротические узлы на подавляющем большинстве диффузионно-взвешенных изображений (ДВИ) не отображались, а потому корректные измерения показателей в них были невозможны. Разброс значений коэффициента диффузии эхинококковых кист (в меньшей степени абсцессов) был весьма существенным. Доверительные интервалы ряда очагов в значительной степени перекрывались. В результате уже на начальном этапе обработки данных из перечня анализируемых образований были исключены ОЖГ и цирротические узлы. Работа с остальными поражениями печени также не принесла желаемого результата. Эффективность построенных математических моделей не превысила 30–40%. Эти данные позволяют судить о том, что получение ДВИ как самостоятельная технология (в плане дифференциальной диагностики) в отрыве от традиционной МРТ и ДКУ рассматриваться не может, несмотря на то, что

**Таблица 2.** Оценка эффективности дискриминантных моделей, построенных на основе данных различных технологий МРТ

Истинная природа очагового поражения печени	Частота корректного распознавания моделью, %		
	Традиционная МРТ	МРТ с ДКУ	МРТ с контрастным усилением
Простая киста	70,6	73,5	69,2
Гемангиома	60,7	64,3	77,8
ФНГ	65,5	72,4	83,3
ГЦР	16,7	56,7	73,3
МТС	58,8	64,9	80,0
ОЖГ	76,9	69,2	83,3
ХЦР	61,5	61,5	100,0
Пиогенный абсцесс	50,0	83,3	75,0
Цирротический узел	62,5	75,0	100,0
Эхинококковая киста	75,0	75,0	83,3
Итого	58,4	66,6	79,7



**Рис. 1.** Магнитно-резонансная томограмма. Метастазы рака сигмовидной кишки в печень: а – T2ВИ; б – T1ВИ, патологических изменений не выявлено; в – диффузионно-взвешенные изображения, на границе III и IV сегментов два гиперинтенсивных очага (стрелки); г – динамическое контрастное усиление, метастазы подтверждены (стрелки).



**Рис. 2.** Магнитно-резонансная томограмма. Метастаз плоскоклеточного рака языка в печень: а – T1ВИ, в левой доле печени округлое образование – метастаз (белая стрелка); б – диффузионно-взвешенные изображения, метастаз (белая стрелка) и множественные парааортальные лимфатические узлы (черные стрелки).

обладает высокой информативностью в выявлении очаговых образований печени и предоставляет ценную дополнительную информацию о морфологических характеристиках образований органа.

Подводя итог, следует отметить, что полученные результаты эффективности тех или иных

моделей напрямую перенести на информативность обсуждаемых технологий МРТ как таковых будет не совсем корректно. Однако предложенный подход позволяет судить о тенденциях, минимизировав субъективный фактор, роль которого при анализе данных лучевого исследования очень велика.

## ● Выводы

МРТ является оптимальным методом диагностики очаговых поражений печени. Традиционная МРТ без контрастного усиления имеет весьма ограниченные возможности. Динамическое контрастное усиление является основой дифференциальной диагностики, а потому необходимо при большинстве очаговых образований печени. Наибольшие возможности предоставляет ДКУ с гепатотропным контрастным препаратом. МР-диффузия – эффективный метод отображения очаговых поражений печени, однако в отношении дифференциальной диагностики возможности ее ограничены, а потому результаты следует оценивать исключительно в комплексе с остальными данными МРТ.

## ● Список литературы / References

1. Гранов А.М., Тютин Л.А., Поздняков А.В. Современные возможности лучевой диагностики рака печени. Вопросы онкологии. 2008; 54 (4): 410–416.  
Granov A.M., Tyutin L.A., Pozdnyakov A.V. Modern possibilities of radiological diagnosis of liver cancer. *Voprosy onkologii*. 2008; 54 (4): 410–416. (In Russian)
2. Лукьянченко А.Б., Долгушин Б.И., Шолохов В.Н. Радиологические методы диагностики опухолевых и опухолевидных поражений печени. Вместе против рака. 2005. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://netoncology.ru/expert/diagnostics/diagnostic\\_methods/1398/](http://netoncology.ru/expert/diagnostics/diagnostic_methods/1398/)  
Luk'yanchenko A.B., Dolgushin B.I., Sholokhov V.N. *Radiologicheskie metody diagnostiki opuholevyh i opuholevidnyh porazhenij pecheni* [Radiological diagnosis of tumor and tumor-like lesions of the liver]. Together against cancer. 2005 [electronic resource]. URL: [http://netoncology.ru/expert/diagnostics/diagnostic\\_methods/1398/](http://netoncology.ru/expert/diagnostics/diagnostic_methods/1398/). (In Russian)
3. Liver imaging: always MR, or still a role for CT? / ECR 2012 Postgraduate Educational course MC 724. *Insights into Imaging*. 2012; 3 (suppl. 1): 37. URL: <http://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs13244-012-0153-4.pdf>
4. Parikh T., Drew S.J., Lee V.S., Wong S., Hecht E.M., Babb J.S., Taouli B. Focal liver lesion detection and characterization with diffusion-weighted MR imaging: comparison with standard breath-hold T2 weighted imaging. *Radiology*. 2008; 246 (3): 812–822. doi: 10.1148/radiol.2463070432.
5. Magnetic resonance imaging in liver disease. Ed. by T.J. Vogl, R. Lencioni, R.M. Hammersting. Stuttgart; New York: Georg Thieme, 2003. 260 p.
6. Siegelman E.S. Body MRI. Philadelphia (Pa): Elsevier Saunders, 2005. 527 p.
7. MRI of the liver. Ed. by G. Schneider, L. Grazioli, S. Saini. 2nd ed. Milan; Berlin; Heidelberg; New York: Springer, 2006. 432 p.
8. Low R.N. Abdominal MRI advances in the detection of liver tumours and characterization. *Lancet oncology*. 2007; 8 (6): 525–535.
9. Общая и военная рентгенология: учебник. Под ред. Г.Е. Труфанова. СПб.: ВМедА, Медкнига ЭЛБИ-СПБ, 2008. 480 с.  
*Obshhaja i voennaja rentgenologija pod red. Trufanova G.E.* [General and military radiology. In Trufanov G.E. Eds Textbook]. St. Petersburg: VMedA, Medkniga ELBI-SPB, 2008. 480 p. (In Russian)
10. Golfieri R., Grazioli L., Orlando E., Dormi A., Lucidi V., Corcioni B., Dettori E., Romanini L., Renzulli M. Which is the best MRI marker of malignancy for atypical cirrhotic nodules: hypointensity in hepatobiliary phase alone or combined with other features? Classification after Gd EOB DTPA administration. *J. Magn. Reson. Imaging*. 2012; 36 (3): 648–657. doi: 10.1002/jmri.23685.
11. Adams R.B., Aloia T.A., Loyer E., Pawlik T.M., Taouli B., Vauthey J.N. Selection for hepatic resection of colorectal liver metastases: expert consensus statement. *HPB (Oxford)*. 2013; 15 (2): 91–103. doi: 10.1111/j.1477-2574.2012.00557.x.
12. Bartolozzi C., Battaglia V., Bargellini I., Bozzi E., Campani D., Pollina L.E., Filippini F. Contrast-enhanced magnetic resonance imaging of 102 nodules in cirrhosis: correlation with histological findings on explanted livers. *Abdom. Imaging*. 2013; 38 (2): 290–296. doi: 10.1007/s00261-012-9952-9.
13. Macera A., Lario C., Petracchini M., Gallo T., Regge D., Floriani I., Ribero D., Capussotti L., Cirillo S. Staging of colorectal liver metastases after preoperative chemotherapy. Diffusion-weighted imaging in combination with Gd EOB DTPA MRI sequences increases sensitivity and diagnostic accuracy. *Eur. Radiol*. 2013; 23 (3): 739–747. doi: 10.1007/s00330-012-2658-0.
14. Mannelli L., Kim S., Hajdu C.H., Babb J.S., Taouli B. Serial diffusion-weighted MRI in patients with hepatocellular carcinoma: prediction and assessment of response to transarterial chemoembolization: preliminary experience. *Eur. J. Radiol*. 2013; 82 (4): 577–582. doi: 10.1016/j.ejrad.2012.11.026.
15. Nakamura S., Nouse K., Kobayashi Y., Shiraha H., Ohnishi H., Toshimori J., Kuwaki K., Hagihara H., Takayama H., Yamamoto K. The diagnosis of hypovascular hepatic lesions showing hypointensity in the hepatobiliary phase of Gd EOB DTPA enhanced MR imaging in high-risk patients for hepatocellular carcinoma. *Acta Med. Okayama*. 2013; 67 (4): 239–244.
16. Багненко С.С. Комплексное магнитно-резонансное исследование в выявлении и дифференциальной диагностике очаговых поражений печени: дис. ... докт. мед. наук. СПб., 2014. 310 с.  
Bagnenko S.S. *Kompleksnoe magnitno-resonansnoe issledovanie v vyjavlenii i differentsialnoi diagnostike ochagovykh porazhenij pecheni* [Complex magnetic resonance imaging in the detection and differential diagnosis of focal liver lesions: dis. ... doct. med. sci.]. St. Petersburg, 2014. 310 p. (In Russian)

Статья поступила в редакцию журнала 11.02.2016.  
Received 11 February 2016