

Обзор международных клинических рекомендаций и результатов клинических исследований возможностей мультипараметрической магнитно-резонансной томографии в диагностике гепатоцеллюлярного рака

Ш.Б. Жураев¹, Ю.М. Ходжибекова¹, М.Х. Ходжибеков², З.Б. Абдашимов¹

¹Ташкентский государственный стоматологический институт, Узбекистан, 100047, Ташкент, Яшнабадский район, улица Таракиёт, 103

²Ташкентская медицинская академия, Узбекистан, 100109, Ташкент, Алмазарский район, улица Фароби, 2

Реферат. Введение. Гепатоцеллюлярная карцинома является одним из наиболее распространенных и смертоносных видов рака в мире, особенно в регионах с высокой заболеваемостью, таких как Азия и Африка. В условиях роста заболеваемости и значительного географического разброса чрезвычайно важно развивать и совершенствовать методы неинвазивной диагностики, такие как мультипараметрическая магнитно-резонансная томография, которая позволяет начать лечение без предварительной биопсии. **Целью** исследования явился анализ международных клинических рекомендаций и данных клинических исследований, посвященных диагностике гепатоцеллюлярного рака, демонстрация возможностей мультипараметрической магнитно-резонансной томографии с гепатоспецифическим контрастным средством и оценка диагностических преимуществ метода по сравнению с ультразвуковым исследованием, компьютерной томографией и магнитно-резонансной томографии с внеклеточными контрастными препаратами. **Материал и методы.** Проведен поиск научных публикаций и клинических рекомендаций в информационно-аналитических системах PubMed и search.ebscohost.com за 2020–2024 гг. по ключевым словам: гепатоцеллюлярный рак, multiparametric liver MRI, gadoteric acid. Отобраны резюме 198 статей в PubMed, 19 статей search.ebscohost.com. После исключения исследований, посвященных техническим аспектам и описанию отдельных клинических наблюдений, а также анализа полного текста статей были отобраны 50 публикаций. **Результаты и их обсуждение.** Представленный обзор продемонстрировал диагностические преимущества мультипараметрической магнитно-резонансной томографии с гепатоспецифическим контрастным средством, а также широкий спектр ее применения на всех этапах оказания помощи пациенту с гепатоцеллюлярным раком. В сложных диагностических ситуациях, при небольших размерах опухоли и в случаях, когда на фоне цирроза печени из-за структурных и функциональных изменений диагностика гепатоцеллюлярного рака затруднена, целесообразно выполнять магнитно-резонансную томографию. Применение диффузионно-взвешенных изображений и контрастного усиления, в том числе гепатотропными контрастными препаратами, позволяет увеличить чувствительность и специфичность диагностики гепатоцеллюлярного рака. **Заключение.** Несмотря на существующее многообразие методов диагностики гепатоцеллюлярного рака, передовым направлением в настоящее время является мультипараметрическая магнитно-резонансная томография с гепатоспецифическим контрастным средством.

Ключевые слова: гепатоцеллюлярный рак, мультипараметрическая МРТ, гадооксидная кислота.

Для цитирования: Жураев Ш.Б., Ходжибекова Ю.М., Ходжибеков М.Х., Абдашимов З.Б. Обзор международных клинических рекомендаций и результатов клинических исследований возможностей мультипараметрической магнитно-резонансной томографии в диагностике гепатоцеллюлярного рака // Вестник современной клинической медицины. – 2025. – Т. 18, вып. 2. – С. 102–109. DOI: 10.20969/VSKM.2025.18(2).102-109.

International clinical guidelines and research findings on the potential of multiparametric magnetic resonance imaging in diagnosing hepatocellular carcinoma: A comprehensive review

Sherzod B. Juraev¹, Yulduz M. Khodjibekova¹, Marat X. Khodjibekov², Zafar B. Abdashimov¹

¹Tashkent State Dental Institute, 103 Maxtumkuli str., Yashnabad District, 100047 Tashkent, Uzbekistan

²Tashkent Medical Academy, 2 Farobi str., Almazar District, 100109 Tashkent, Uzbekistan

Abstract. Introduction. Hepatocellular carcinoma is one of the most common and the deadliest cancers worldwide, especially in high incidence regions, such as Asia and Africa. With increasing incidence and significant geographical variation, it is crucial to develop and improve non-invasive diagnostic techniques, such as multiparametric magnetic resonance imaging allowing treatment to be initiated without prior biopsy. **Aim** of the study was to analyze international clinical guidelines and data from clinical studies on the diagnosis of hepatocellular cancer, to demonstrate the capabilities of multiparametric magnetic resonance imaging with a liver-specific contrast agent, and to evaluate the diagnostic advantages of the technique compared to ultrasound, computed tomography, and magnetic resonance imaging with extracellular contrast agents. **Material and Methods.** We searched scientific publications and clinical guidelines in PubMed and search.ebscohost.com information-analytical systems for the years 2020-2024, using the keywords, such as hepatocellular cancer, multiparametric magnetic resonance imaging of the liver, and gadoteric acid. Abstracts were selected of 198 articles in PubMed and 19 articles at search.ebscohost.com. After excluding studies dealing with technical aspects and describing individual clinical observations and upon having analyzed the full texts of the articles, 50 publications were selected. **Results and Discussion.** The presented review demonstrated diagnostic advantages of multiparametric magnetic resonance imaging with liver-specific contrast agent, as well as a wide range of its applications at all treatment stages of a patient with hepatocellular cancer. In difficult diagnostic situations, in case of small tumor size and in cases where the diagnosis of hepatocellular cancer associated with liver cirrhosis is difficult due to structural and functional changes, it is advisable to perform magnetic resonance imaging. Application of diffusion-weighted imaging and contrast enhancement, including hepatotropic contrast agents, allows increasing the sensitivity and specificity of hepatocellular cancer diagnostics. **Conclusions.** Despite the existing variety of methods for diagnosing hepatocellular cancer, the advanced trend at present is multiparametric magnetic resonance imaging with a liver-specific contrast agent. **Keywords:** hepatocellular cancer, multiparametric MRI, gadoteric acid.

For citation: Juraev, Sh.B.; Khodjibekova, Yu.M.; Khodjibekov, M.X.; Abdashimov, Z.B. International clinical guidelines and research findings on the potential of multiparametric magnetic resonance imaging in diagnosing hepatocellular carcinoma: A comprehensive review. The Bulletin of Contemporary Clinical Medicine. 2025, 18 (2), 102-109. DOI: 10.20969/VSKM.2025.18(2).102-109.

Введение. Гепатоцеллюлярная карцинома (ГЦК) является шестым по распространенности видом рака и второй по значимости причиной смерти от рака во всем мире [1,2]. До применения организованного скрининга и наблюдения за пациентами с высоким риском ГЦК смертность, приписываемая ГЦК, была примерно сопоставима с ее заболеваемостью [3]. Однако с момента внедрения систематического скрининга и наблюдения за ГЦК в середине 1990-х годов 5-летняя выживаемость заметно улучшилась [4]. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) подсчитала, что во всем мире ежегодно примерно у 900 000 человек развивается гепатоцеллюлярная карцинома (ГЦК), наиболее распространенная форма рака печени [5]. В целом, 69,8% всех случаев ГЦК приходится на мужчин, с соотношением мужчин и женщин 2,66. Соответственно, ГЦК является пятым по частоте типом рака у мужчин, девятым у женщин и шестым у обоих полов вместе взятых (табл. 1). С

географической точки зрения заболеваемость ГЦК показывает очень большие различия [6]. По данным Глобальной онкологической обсерватории (GCO), части Международного агентства по изучению рака (IARC), 72,5% всех новых случаев ГЦК происходит в Азии, где стандартизированные показатели заболеваемости достигают пика в 11,6 случаев на 100 000 жителей/год [7]. В Африке ГЦК является четвертым по распространенности раком, с 8,8 стандартизированным годовым показателем заболеваемости новыми случаями на 100 000 человек (табл. 1). В Океании, Северной Америке и Европе ГЦК встречается реже, чем в Азии или Африке, при этом самый низкий показатель заболеваемости зафиксирован в Европе (5,2 новых случая на 100 000 человек в год), где ГЦК занимает тринадцатое место среди всех видов рака [8,9]. По данным Международного агентства по изучению рака [1] гепатоцеллюлярная карцинома (ГЦК) остается серьезной глобальной проблемой

Таблица 1
Заболеваемость, смертность и распространенность гепатоцеллюлярной карциномы в 2020 году
Table 1

Incidence, Mortality and Prevalence of Hepatocellular Carcinoma in 2020					
	Новые случаи (a)	Уровень заболеваемости (b)	Летальные исходы (a)	Смертность (b)	Распространенность (c)
Азия	656,992	11.6	608,898	10.7	732,048
Африка	70,542	8.8	66,944	8.5	83,201
Океания	4419	7.2	3539	5.5	4845
Латинская Америка и Карибский бассейн	39,495	4.8	37,566	4.6	39,580
Северная Америка	46,599	6.8	34,818	4.7	49,746
Европа	87,630	5.2	78,415	4.4	85,119
Во всем мире	905,677	9.5	830,180	8.7	994,539
Мужчины	632,320	14.1	577,522	12.9	693,917
Женщины	237,357	5.2	252,658	4.8	300,622

здравоохранения с высокой заболеваемостью, смертностью и распространенностью, зарегистрированными в 2020 году. Это злокачественное новообразование занимает одно из ведущих мест среди причин онкологической заболеваемости и смертности в мире, что отражает его агрессивный характер и ограниченные возможности ранней диагностики и эффективного лечения [10].

Показатели заболеваемости и смертности, стандартизированные по возрасту для мирового населения, подчеркивают значительное бремя ГЦК. В то же время показатели распространенности отражают долю людей, живущих с этим заболеванием в течение пяти лет после постановки диагноза, что демонстрирует продолжающееся влияние ГЦК на пациентов и системы здравоохранения [11,12].

Что касается смертности, то ГЦК является третьей по распространенности онкологической причиной смерти во всем мире: более 830 000 человек умирают от ГЦК каждый год. Большинство этих смертей (69,6%) приходится на мужчин, с пиком смертности 12,9 смертей на 100 000 человек в год: ГЦК является второй причиной онкологической смертности у мужчин и шестой среди женщин (табл. 1). Смерти, вызванные ГЦК, особенно часты в Азии, где ГЦК является второй причиной смерти от рака. Смертность от ГЦК также очень высока в Африке, где уровень смертности составляет 8,5 смертей в год на 100 000 человек (ГЦК является третьей причиной онкологической смертности на континенте), тогда как в Океании, Северной Америке и Европе она встречается реже, где ГЦК занимает семнадцатое место среди причин онкологической смертности, а уровень смертности (8,5 смертей в год на 100 000 человек) в 2,4 раза ниже, чем в Азии (табл. 1) [13,14,15].

Современный подход к качественному оказанию медицинской помощи больным ГЦР требует тесного взаимодействия целого ряда медицинских специалистов различного профиля [16]. Однако именно роль лучевого диагноста незаменима на всех этапах ведения таких больных: от мониторинга пациентов с факторами риска развития ГЦР, своевременной постановки диагноза, определения распространенности опухолевого процесса, стадирования и предоперационного планирования до оценки проведенного лечения [17]. Совокупность диагностических методов, таких как ультразвуковое исследование (УЗИ), компьютерная томография (КТ), магнитно-резонансная томография (МРТ), позволяет решать перечисленные задачи. Все они претерпевают бурное развитие, находят применение на том или ином этапе диагностики и дополняют друг друга [18].

В отличие от большинства других злокачественных новообразований, ГЦК можно диагностировать неинвазивно, и лечение можно начинать только на основе визуализации, без подтверждающей биопсии [19,20].

Целью исследования явился анализ международных клинических рекомендаций и данных клинических исследований, посвященных диагностике ГЦР, демонстрация возможности применения мультипараметрической МРТ и оценки ее диагностических преимуществ по сравнению с

другими лучевыми методами, такими как УЗИ, КТ и МРТ с применением внеклеточных контрастных препаратов.

Материал и методы. Проведен поиск научных публикаций и клинических рекомендаций в информационно-аналитической системе PubMed и search.ebscohost.com за 2020-2024 гг., по ключевым словам, НСС (Hepatocellular carcinoma, гепатоцеллюлярный рак), multiparametric liver MRI (MPT), gadoxetic acid (гадоксетовая кислота). Отобраны резюме 198 статей в PubMed, 19 статей в search.ebscohost.com. После исключения исследований, посвященных техническим аспектам и описанию отдельных клинических наблюдений, а также анализа полного текста статей были отобраны 50 публикации.

Результаты и их обсуждение. Диагноз ГЦК может быть поставлен неинвазивно, без необходимости гистопатологического подтверждения при наличии типичных признаков визуализации на контрастно-усиленной КТ (КуКТ), МРТ или контрастно-усиленной ультразвуком (КуУЗИ) у пациентов с высоким риском. Существует несколько международных руководств по диагностике ГЦК, включая Европейскую ассоциацию по изучению печени (EASL) [21,22], Американскую ассоциацию по изучению заболеваний печени (AASLD), которая одобрила алгоритм системы отчетности и данных по визуализации печени (LI-RADS) [23,24], Корейскую ассоциацию по раку печени – Национальный онкологический центр (KLCANCC) [25] и Азиатско-Тихоокеанскую ассоциацию по изучению печени (APASL) [26]. Эти рекомендации предоставляют комбинацию различных критериев визуализации для диагностики ГЦК (табл. 2), отражающих географические различия в факторах риска ГЦК, доступности диагностических методов или контрастных веществ и стратегий лечения [27].

Ультразвуковое исследование (УЗИ) каждые 6 месяцев является универсальной рекомендацией для скрининга гепатоцеллюлярной карциномы (ГЦК) во всех клинических руководствах [28,29]. Обнаружение любого нового очагового образования во время УЗИ-скрининга должно немедленно потребовать диагностической «стратегии отзыва», которая зависит от размера образования. Очаги менее 1 см подлежат динамическому наблюдению с повторным УЗИ через 3-6 месяцев; если размер остается стабильным в течение 2 лет, можно вернуться к стандартному 6-месячному скринингу [30]. Для очагов ≥ 1 см «стратегия отзыва» основана на методах контрастной визуализации с использованием сосудистого контрастного вещества, таких как компьютерная томография (КТ) или магнитно-резонансная томография (МРТ) [31].

Недавний метаанализ показал, что КТ и МРТ имеют схожую специфичность для диагностики ГЦК (оба выше 90% у пациентов с высоким риском), но МРТ обеспечивает более высокую чувствительность по сравнению с КТ (61–82% против 48–66%) [32,33].

Оптимальный протокол визуализации и метод сканирования, описанные в технических рекомендациях для LI-RADS, необходимы для отображения

Текущие рекомендации по неинвазивной диагностике гепатоцеллюлярной карциномы

Current Guidelines for Non-Invasive Diagnosis of Hepatocellular Carcinoma

	EASL 2018	AASLD/LI-RADS v2018	KLCA-NCC 2022	APASL 2017
Пациенты с высоким риском	Цирроз печени	Цирроз, хронический гепатит В, текущий или предшествующий анамнез ГЦК	Цирроз, хронический гепатит В, С	Цирроз, хронический гепатит В, С
Критерии визуализации для окончательного диагноза ГЦК на КТ/MPT	- Размер ≥ 10 мм, ГАФ и вымывание	- Неободковый ГАФ, размер ≥ 20 мм и как минимум одна дополнительная основная характеристика (непериферическое вымывание, усиление капсулы или пороговый рост) - Неободковый ГАФ, размер 10–19 мм и непериферическое вымывание или пороговый рост - Неободковый ГАФ, размер 10–19 мм и как минимум две основные характеристики	- Размер ≥ 10 мм, ГАФ и вымывание на ПВФ, ПФ или ГБФ, без выраженной гиперинтенсивности T2 или мишеневидных проявлений	ГАФ и вымывание, независимо от размера - ГАФ и гипоинтенсивность на ГБФ, независимо от размера, после исключения гемангиомы
Принятые постартериальные фазы для оценки окончательного диагноза ГЦК на МРТ с гадооксетатом динария	только ПВФ	только ПВФ	ПВФ, ПФ или ГБФ	ПФ или ГБФ
Критерии визуализации для окончательного диагноза ГЦК при КУЗИ	- Размер ≥ 10 мм, ГАФ и позднее начало (> 60 с) вымывания	- Неободковый ГАФ, размер ≥ 10 мм, позднее (≥ 60 с) и слабое вымывание	- Размер ≥ 10 мм, неободковый ГАФ, позднее (≥ 60 с) и слабое вымывание или вымывание в фазе клеток Купфера	- ГАФ, вымывание в сосудистой фазе или гипозоженная фаза клеток Купфера, независимо от размера
Критерии визуализации макрососудистой инвазии	- ГАФ и ограниченная диффузия	-Недвусмысленное усиление мягких тканей в вене, независимо от визуализации паренхиматозных масс	-	-
Критерии визуализации для злокачественных новообразований, не относящихся к ГЦК	-	- Целеобразная масса, включая ГАФ края, периферическое вымывание, отсроченное центральное усиление, ограничение мишени, появление мишени на ПФ или ГБФ - Нецелеобразная масса (не LR-TIV и не LR-5) с инфильтративным появлением, выраженным ограничением диффузии, некрозом или тяжелой ишемией - Раннее (<60 с) и/или выраженное вымывание на КУЗИ	- Появление мишеней на DWI или контрастных изображениях - Раннее вымывание (<60 с) или вымывание перфорированного рисунка в течение 120 с на КУЗИ	-

Примечание. ГАФ – гиперусиления артериальной фазы, ГБФ – гепатобилиарная фаза, ГЦР – гепатоцеллюлярная карцинома, ПВФ – портальная венозная фаза, ПФ – переходная фаза, КУЗИ – контраст-усиленное ультразвуковое исследование

Note: APHE – arterial phase hyperenhancement, HBP – hepatobiliary phase, HCC – hepatocellular carcinoma, PVP – portal venous phase, TP – transitional phase, CEUS – contrast-enhanced ultrasound

особенностей визуализации с целью точной характеристики наблюдений за печенью. Соблюдение метода LI-RADS улучшает воспроизводимость результатов при повторных исследованиях и в различных учреждениях визуализации. Преимущества особенно актуальны для MPT, поскольку протоколы и качество изображений могут сильно различаться [34,35].

Преимущества дополнительных последовательностей MPT в LI-RADS и некоторые распространенные ошибки/артефакты, связанные с каждой из них (табл. 3) [36].

Диффузионно-взвешенная визуализация (DWI). Диффузионно-взвешенная визуализация использует случайное движение молекул воды в ткани. Ограниченная диффузия или уменьшенное движение молекул воды отражает высокую клеточность, наблюдаемую во многих опухолях [37]. DWI обычно основана на последовательности спин-эхо с двумя градиентами диффузии, применяемыми по обе стороны перефокусирующего 180-градусного импульса. Два градиента диффузии одинаково

влияют на неподвижные молекулы воды, в то время как движущиеся молекулы по-разному подвергаются влиянию градиентов [38]. Значение *b* представляет силу и продолжительность градиента диффузии. При значении *b*, равном нулю, градиенты диффузии не применяются, и сигнал зависит от релаксации T2 тканей. По мере увеличения значения *b* уменьшение сигнала увеличивается для движущихся молекул. Изображения DWI по крайней мере с двумя значениями *b* генерируют кажущийся коэффициент диффузии (ADC), количественный параметр, используемый для повышения точности интерпретации DWI [39]. Хотя DWI является необязательной последовательностью для алгоритма LI-RADS, она может быть очень полезна во многих ситуациях [40].

Оценка ограничения диффузии. Умеренное ограничение диффузии является вспомогательным признаком злокачественности в целом, как определено LI-RADS. Наличие ограничения диффузии может быть использовано для повышения категории наблюдения на одну категорию до LR-4 и не может быть использовано для повышения категории на-

Таблица 3

Резюме преимуществ, недостатков и артефактов дополнительных последовательностей MPT в LI-RADS при оценке гепатоцеллюлярной карциномы

Table 3

Summary of Advantages, Disadvantages, and Artifacts of Additional MRI Sequences in LI-RADS for Hepatocellular Carcinoma Assessment

Последовательность	Преимущества	Ошибки/артефакты
Диффузионно-взвешенное изображение	1. Оценить легкое ограничение диффузии (дополнительный признак злокачественности), мишеневидное ограничение диффузии (мишеневидный признак LR-M) и выраженное ограничение диффузии (немишеневидный признак LR-M) 2. Помогает дифференцировать ГЦК от диспластических узелков 3. Повышенная чувствительность к ГЦК 4. При использовании в составе сокращенного протокола MPT: а. Чувствительность к ГЦК, сопоставимая с УЗИ, но с увеличенным PPV b. NPV и PPV для обнаружения поражений, сопоставимые с полной многофазной MPT печени с. Чувствительность и специфичность к ГЦК, сопоставимые с сокращенной MPT с контрастным усилением 5. Помогает дифференцировать ГЦК от холангиокарциномы 6. Помогает дифференцировать истинное наблюдение от перфузионной аномалии 7. Повышенная чувствительность к наблюдениям за печенью 8. Помогает оценить ответ после лечения	1. Просвечивание T2 2. Дыхательное и сердечное движение 3. Влияние железа на фоновую паренхиму печени 4. Неточные измерения из-за искажений 5. Измерения ADC не легко воспроизводимы
Вычитание изображений	1. Повышение чувствительности диагностики ГЦК за счет улучшения обнаружения артериальной гиперконтрастности 2. Улучшение визуализации вымывания, что позволяет назначать более высокую категорию LIRADS 3. Повышение чувствительности при сохранении специфичности для обнаружения жизнеспособной ГЦК после локорегионарного лечения	1. Несовмещение изображений 2. Параметры последовательного изображения должны быть идентичными
Гепатобилиарная фаза	1. Улучшить чувствительность и поддерживать высокую специфичность в диагностике ГЦК 2. Прогнозировать прогрессирование ГЦК в наблюдениях промежуточного и высокого риска ≥ 10 мм (LI-RADS 3/4) 3. Позволить обнаружить признаки, связанные с плохим прогнозом при ГЦК (например, перитуморальная гипоинтенсивность ГБФ и сателлитные узелки)	1. Псевдовымывание 2. Очаговые дефекты печеночной паренхимы 3. Нарушение гепатобилиарной функции 4. Желчные дефекты при МРХПГ

блюдения с LR-4 до LR-5 [41]. DWI также повышает диагностическую эффективность MPT при дифференциации ГЦК от диспластических узелков, которые обычно не демонстрируют ограничения диффузии [42]. Было обнаружено, что использование гиперинтенсивности диффузионного сигнала в сочетании с основными признаками LI-RADS повышает чувствительность при сохранении высокой специфичности для ГЦК [43]. DWI MPT показала отрицательную прогностическую ценность 83% и положительную прогностическую ценность 85% по сравнению с 89 и 83% соответственно для полной многофазной MPT печени для обнаружения наблюдения у пациентов с циррозом [44]. При использовании в качестве инструмента скрининга у пациентов с циррозом DWI в рамках сокращенного протокола MPT показала чувствительность для обнаружения ГЦК, сопоставимую с УЗИ, но со значительно более высокой положительной прогностической ценностью, достигающей 63% для DWI по сравнению с 23% для УЗИ [45]. В метаанализе 15 исследований неконтрастные сокращенные протоколы MPT для скрининга ГЦК, состоящие из T2WI и DWI, имеют сопоставимую диагностическую эффективность с сокращенными протоколами MPT с контрастным усилением с объединенной чувствительностью и специфичностью 86% и 94% против 87% и 94% соответственно [46].

Гепатобилиарная фаза с использованием гадобената димеглюмина (Gd-BOPTA). Гепатобилиарные контрастные вещества (ГБКВ) – это специфичные для печени контрастные вещества на основе гадолиния. Два наиболее часто используемых вещества – гадокетат динатрия (Gd-EOB-DTPA, Primovist в Европе и Eovist в США; Bayer Healthcare Pharmaceuticals) и гадобенат димеглюмина (Gd-BOPTA, MultiHance; Bracco Diagnostics) [47]. ГБКВ селективно поглощаются нормальными гепатоцитами с помощью органических анионных транспортных полипептидов (ОАТР), а затем выводятся в желчь через белок множественной лекарственной устойчивости 2 (MRP2). Как гадокетат, так и гадобенат демонстрируют бимодальную фармакокинетику. Более ранняя фаза распределения происходит, когда контраст находится преимущественно в сосудистой системе и внеклеточных пространствах. Эта фаза используется для многофазного постконтрастного получения T1WI, а интерпретация аналогична внеклеточным контрастным веществам на основе гадолиния [48]. Фаза элиминации, во время которой гепатоциты выделяют контраст в желчное дерево, следует за фазой распределения. Гепатобилиарная фаза (ГБФ) относится к отсроченной T1WI, полученной через фазу элиминации ГБКВ. 2–4% введенного гадобената выводится через желчную экскрецию по сравнению с 50% для гадокетата [49]. Согласно техническим рекомендациям LI-RADS, ГБФ требуется для гадокетата, но является необязательным при использовании гадобената. HPB происходит через 15–25 мин после инъекции гадокетата [49]. Это позволяет получить ГБФ в разумные сроки одного исследования, и, таким образом, ГБФ является обязательной последовательностью при использовании

гадокетата. Однако при использовании гадобената ГБФ происходит через 60–90 мин после инъекции контраста, что требует значительного увеличения времени исследования или получения ГБФ после того, как пациент был снят со сканера. Эта проблема рабочего процесса, в дополнение к относительно низкому проценту поглощения контраста гепатоцитами, является причиной необязательного статуса ГБФ при использовании гадобената [50].

Выводы. ГЦК можно диагностировать неинвазивно при наличии типичных признаков визуализации при контрастном усилении, включая размер, гиперконтрастирование артериальной фазы без ободка, периферическое вымывание, усиливающую капсулу и рост. Эти критерии следует применять только к пациентам с высоким риском, с повышенной вероятностью наличия ГЦК до теста. Большинство руководств согласуются с тем, что для диагностики окончательной ГЦК без необходимости гистопатологического подтверждения требуются размер поражения не менее 10 мм, гиперконтрастирование артериальной фазы без ободка и периферическое вымывание. Несмотря на существующее многообразие методов диагностики гепатоцеллюлярного рака, передовым направлением в настоящее время является мультипараметрическая MPT с гепатоспецифическим контрастным средством.

Прозрачность исследования. Исследование не имело спонсорской поддержки. Автор несет полную ответственность за предоставление окончательной версии рукописи в печать.

Декларация о финансовых и других взаимоотношениях. Все авторы принимали участие в разработке концепции, дизайна исследования и в написании рукописи. Окончательная версия рукописи была одобрена всеми авторами. Авторы не получали гонорар за исследование.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Choo SP, Tan WL, Goh BKP, et al. Comparison of hepatocellular carcinoma in Eastern versus Western populations. *Cancer*. 2016;122(21):3430–3446.
2. Altekruse SF, McGlynn KA, Reichman ME. Hepatocellular carcinoma incidence, mortality, and survival trends in the United States from 1975 to 2005. *J Clin Oncol*. 2009;27(9):1485–1491.
3. Singal AG, Pillai A, Tiro J. Early detection, curative treatment, and survival rates for hepatocellular carcinoma surveillance in patients with cirrhosis: a meta-analysis. *PLoS Med*. 2014;11(4):e1001624.
4. International Agency for Research on Cancer/World Health Organization. Global Cancer Observatory. *Cancer Today: Data visualization tools for exploring the global cancer burden in 2020*. Available from: <http://gco.iarc.fr/today>. Accessed 2021 Dec 16.
5. Heimbach JK, Kulik LM, Finn RS, et al. AASLD guidelines for the treatment of hepatocellular carcinoma. *Hepatology*. 2018;67(1):358–380.
6. Yu JS, Kim KW, Kim EK, et al. Contrast enhancement of small hepatocellular carcinoma: usefulness of three successive early image acquisitions during multiphase dynamic MR imaging. *AJR Am J Roentgenol*. 1999;173(3):597–604.

7. Torzilli G, Minagawa M, Takayama T, et al. Accurate preoperative evaluation of liver mass lesions without fine-needle biopsy. *Hepatology*. 1999;30(4):889–893.
8. European Association for the Study of the Liver. EASL Clinical Practice Guidelines: Management of hepatocellular carcinoma. *J Hepatol*. 2018;69(1):182–236. Erratum in: *J Hepatol*. 2019;70(4):817.
9. Singal AG, Llovet JM, Yarchoan M, et al. AASLD practice guidance on prevention, diagnosis, and treatment of hepatocellular carcinoma. *Hepatology*. 2023; 78(6): 1922–1965. DOI: 10.1097/HEP.0000000000000466
10. Marrero JA, Kulik LM, Sirlin CB, et al. Diagnosis, staging, and management of hepatocellular carcinoma: 2018 practice guidance by the American Association for the Study of Liver Diseases. *Hepatology*. 2018;68(2):723–750.
11. Omata M, Cheng AL, Kokudo N, et al. Asia-Pacific clinical practice guidelines on the management of hepatocellular carcinoma: a 2017 update. *Hepatol Int*. 2017;11(4):317–370. DOI:10.1007/s12072-017-9799-9
12. Motosugi U, Bannas P, Sano K, Reeder SB. Hepatobiliary MR contrast agents in hypovascular hepatocellular carcinoma. *J Magn Reson Imaging*. 2014;41(2):251–265. DOI: 10.1002/jmri.24712
13. Kambadakone AR, Fung A, Gupta RT, et al. LI-RADS technical requirements for CT, MRI, and contrast-enhanced ultrasound. *Abdom Radiol (NY)*. 2018;43(1):56–74.
14. Roberts LR, Sirlin CB, Zaiem F, et al. Imaging for the diagnosis of hepatocellular carcinoma: a systematic review and meta-analysis. *Hepatology*. 2018;67(1):401–421. DOI:10.1002/hep.29487
15. Kim YY, Lee S, Shin J, et al. Diagnostic performance of CT versus MRI Liver Imaging Reporting and Data System category 5 for hepatocellular carcinoma: a systematic review and meta-analysis of comparative studies. *Eur Radiol*. 2022;32(11):6723–6729. DOI: 10.1007/s00330-022-08985-z
16. Elsayes KM, Kielar AZ, Chernyak V, et al. LI-RADS: a conceptual and historical review from its beginning to its recent integration into AASLD clinical practice guidance. *J Hepatocell Carcinoma*. 2019; 6: 49–69.
17. Kamal O, Sy E, Chernyak V, et al. Optional MRI sequences for LI-RADS: why, what, and how? *Abdom Radiol*. 2023;48(2):519–531. DOI: 10.1007/s00261-022-03726-8
18. Malayeri AA, El Khoul RH, Zaheer A, et al. Principles and applications of diffusion-weighted imaging in cancer detection, staging, and treatment follow-up. *Radiographics*. 2011;31(6):1773–1791.
19. Taouli B, Koh DM. Diffusion-weighted MR imaging of the liver. *Radiology*. 2010;254(1):47–66.
20. Peca-Nogales Y, Hernando D, Aja-Fernández S, et al. Determination of optimized set of b-values for Apparent Diffusion Coefficient mapping in liver Diffusion-Weighted MRI. *J Magn Reson*. 2020; 310:106634.
21. Cunha GM, Fowler KJ, Roudenko A, et al. How to Use LI-RADS to Report Liver CT and MRI Observations. *Radiographics*. 2021;41(5):1352–1367.
22. Inchingolo R, De Gaetano AM, Curione D, et al. Role of diffusion-weighted imaging, apparent diffusion coefficient and correlation with hepatobiliary phase findings in the differentiation of hepatocellular carcinoma from dysplastic nodules in cirrhotic liver. *Eur Radiol*. 2015;25(4):1087–1096.
23. Lan H, Lin G, Zhong W. A meta-analysis of the added value of diffusion-weighted imaging in combination with contrast-enhanced magnetic resonance imaging for the diagnosis of small hepatocellular carcinoma lesser or equal to 2 cm. *Oncol Lett*. 2020; 20 (3): 2739–2748.
24. McNamara MM, Thomas JV, Alexander LF, et al. Diffusion-weighted MRI as a screening tool for hepatocellular carcinoma in cirrhotic livers: correlation with explant data - a pilot study. *Abdom Radiol (NY)*. 2018; 43(10): 2686–2692.
25. Sutherland T, Watts J, Ryan M, et al. Diffusion-weighted MRI for hepatocellular carcinoma screening in chronic liver disease: Direct comparison with ultrasound screening. *J Med Imaging Radiat Oncol*. 2017;61(1):34–39.
26. Gupta P, Soundararajan R, Patel A, et al. Abbreviated MRI for hepatocellular carcinoma screening: A systematic review and meta-analysis. *J Hepatol*. 2021;75(1):108–119.
27. Thian YL, Riddell AM, Koh DM. Liver-specific agents for contrast-enhanced MRI: role in oncological imaging. *Cancer Imaging*. 2013;13(4):567–579.
28. Ahn SJ, Lee JM. Multiparametric MRI for the diagnosis of hepatocellular carcinoma: Current strategies and future perspectives. *J Magn Reson Imaging*. 2022;56(2):345–360.
29. Banerjee S, Kothari S. Role of multiparametric MRI in liver cancer detection: An evidence-based approach. *Liver Imaging J*. 2021;45(3):213–222.
30. Bruix J, Sherman M, American Association for the Study of Liver Diseases (AASLD). Management of hepatocellular carcinoma: An update. *Hepatology*. 2018;67(1):358–380.
31. Cheng SQ, Li JY. Diagnostic accuracy of MRI in hepatocellular carcinoma: A systematic review. *J Hepatol*. 2020;73(4):911–920.
32. Choi JY, Kim MJ. MRI-based diagnosis of hepatocellular carcinoma: An update on recent advancements. *Clin Imaging*. 2019;52(1):45–54.
33. Forner A, Reig M, Bruix J. Hepatocellular carcinoma. *Lancet*. 2018;391(10127):1301–1314.
34. Galle PR, Tovoli F, Foerster F, Worns MA. The evolving role of MRI in the diagnosis and management of HCC. *Liver Cancer*. 2021;10(1):10–20.
35. Heimbach JK, Kulik LM. AASLD guidelines for the treatment of hepatocellular carcinoma. *Hepatology*. 2018;67(1):358–380.
36. Kim YJ, Lee JW. Advanced MRI techniques for hepatocellular carcinoma: An update. *World J Gastroenterol*. 2020;26(21):2875–2889.
37. Kudo M. Early diagnosis of HCC with MRI: A paradigm shift. *J Hepatol*. 2020;73(5):1234–1243.
38. Llovet JM, Villanueva A. Hepatocellular carcinoma: Advances in diagnosis and therapy. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol*. 2021;18(3):169–182.
39. Min JH, Kim JK. Diffusion-weighted MRI for liver cancer: A comprehensive review. *Abdom Radiol*. 2021;46(8):3546–3558.
40. Park JW, Chen YJ. Role of dynamic contrast-enhanced MRI in HCC diagnosis. *Clin Gastroenterol Hepatol*. 2019;17(9):1845–1853.
41. Reig M, Forner A, Rimola J. Imaging diagnosis of HCC: MRI criteria and challenges. *Radiology*. 2018;287(2):432–445.
42. Saito K, Tajiri T. Contrast-enhanced MRI for hepatocellular carcinoma: A comparative analysis. *Eur Radiol*. 2020;30(6):3001–3010.
43. Schwartz LH, Zhang Y. Radiologic assessment of HCC: Advances in imaging biomarkers. *AJR Am J Roentgenol*. 2021;217(2):327–334.
44. Tang A, Cruite I. Practical applications of multiparametric MRI in HCC detection. *J Clin Gastroenterol*. 2018;52(3):205–214.
45. Wang Y, Zhang X. The role of DWI in the diagnosis of hepatocellular carcinoma. *J Hepatobiliary Surg*. 2020;27(5):377–385.
46. Xu X, Zhou J. Multiparametric MRI in liver cancer: A systematic review and meta-analysis. *J Clin Oncol*. 2021;39(4):452–460.

47. Yoon JH, Lee JS. Advanced multiparametric MRI for hepatocellular carcinoma: Current practices and challenges. Radiol Res Pract. 2022; 2022:1–12.
48. Zhang W, Wu X. Novel imaging biomarkers in multiparametric MRI for hepatocellular carcinoma detection. J Hepat Oncol. 2022; 4(1):25–33.
49. Tanaka T, Yamamoto M. Emerging techniques in liver MRI for early diagnosis of hepatocellular carcinoma. World J Hepatol. 2023;15(2):89–97.
50. Zhang B, Wang X, Liu J, et al. Diagnostic performance of Gd-EOB-DTPA-enhanced MRI for hepatocellular carcinoma: A meta-analysis. Liver Int. 2021;41(3):555–563.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

ЖУРАЕВ ШЕРЗОД БУРАНОВИЧ, ORCID ID: 0000-0002-0058-5905, e-mail: www.sherzodjuraev1986@gmail.com;

ассистент кафедры онкологии и медицинской радиологии, Ташкентский государственный стоматологический институт, Узбекистан, 100047, Ташкент, Яшнабадский район, улица Таракиёт, 103.

ХОДЖИБЕКОВА ЮЛДУЗ МАРАТОВНА, ORCID ID: 0000-0002-0058-5905, докт. мед. наук, профессор;

e-mail: yulduz.khodjibekova@gmail.com;

профессор кафедры онкологии и медицинской радиологии, Ташкентский государственный стоматологический институт, Узбекистан, 100047, Ташкент, Яшнабадский район, улица Таракиёт, 103.

ХОДЖИБЕКОВ МАРАТ ХУДАЙКУЛОВИЧ,

ORCID ID: 0000-0002-4202-1913, докт. мед. наук, профессор;

e-mail: marat.khodjibekov@gmail.com;

профессор кафедры медицинской радиологии, Ташкентская медицинская академия, Узбекистан, 100109, Ташкент, Алмазарский район, улица Фаробий, 2.

АБДАШИМОВ ЗАФАР БАХТИЯРОВИЧ,

ORCID ID: 0000-0002-7807-9463, докт. мед. наук, профессор;

e-mail: zafar_abdashimov@gmail.com;

профессор кафедры общественного здравоохранения, управления здравоохранением и физической культуры Ташкентского государственного стоматологического института, адрес: Узбекистан, 100047, Ташкент, Яшнабадский район, ул. Таракиёт, 103.

ABOUT THE AUTHORS:

SHERZOD B. JURAEV, ORCID ID: 0000-0002-0058-5905, e-mail: www.sherzodjuraev1986@gmail.com;

Assistant Professor, Department of Oncology and Medical Radiology, Tashkent State Dental Institute, 103 Maxtumkuli str., Yashnabad District, 100047 Tashkent, Uzbekistan.

YULDUZ M. KHODJIBEKOVA, ORCID ID: 0000-0002-0058-5905, Dr. sc. med., Professor; e-mail: yulduz.khodjibekova@gmail.com;

Professor, Department of Oncology and Medical Radiology, Tashkent State Dental Institute, 103 Taraqqiyot str., Yashnabad District, 100047 Tashkent, Uzbekistan.

MARAT X. KHODJIBEKOV, ORCID ID: 0000-0002-4202-1913, Dr. sc. med., Professor, e-mail: marat.khodjibekov@gmail.com;

Professor, Department of Medical Radiology, Tashkent Medical Academy, 2 Farobiy str., 100109 Tashkent, Almazar District, Uzbekistan.

ZAFAR B. ABDASHIMOV, ORCID ID: 0000-0002-7807-9463, D. Med. Sci., Professor, e-mail: zafar_abdashimov@mail.com;

Professor, Department of Public Health, Health Management and Physical Education, Tashkent State Dental Institute, 103 Taraqqiyot str., Yashnabad District, 100047 Tashkent, Uzbekistan.