

# НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ СОВРЕМЕННОЙ ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКИ ГЕПАТОЦЕЛЛЮЛЯРНОЙ КАРЦИНОМЫ: ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

**Б.К. ИСАМАТОВ<sup>1</sup>, С.Д. ДУРСУНОВ<sup>1</sup>, А.С. АЙНАКУЛОВА<sup>1,2</sup>, А.А. МУСТАПАЕВА<sup>1</sup>,  
Ж.М. АМАНКУЛОВ<sup>1,2</sup>, Ж.Ж. ЖОЛДЫБАЙ<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>НАО «Казахский национальный медицинский университет имени С.Д.Асфендиярова», Алматы, Республика Казахстан;

<sup>2</sup>АО «Казахский научно-исследовательский институт онкологии и радиологии», Алматы, Республика Казахстан

## АННОТАЦИЯ

**Актуальность:** Гепатоцеллюлярная карцинома (ГЦК) – самая распространённая первичная злокачественная опухоль печени (80-90%), занимающая 6-е место в структуре злокачественных новообразований и является 3-й наиболее частой причиной онкологической смертности во всем мире. Несмотря на достижения в области локорегионарной терапии, таргетной терапии и иммунотерапии, медиана выживаемости при прогрессирующей ГЦК не превышает 2-х лет, а 5-летняя выживаемость составляет 18%. Диагностика опухоли на ранних стадиях позволяет использовать резекцию и трансплантацию печени, способными повысить пятилетнюю выживаемость в 1,5-2 раза. Возможности биопсии ограничены чувствительностью и потенциальными осложнениями для пациента. В подавляющем большинстве случаев ГЦК может быть верифицирована методами неинвазивной лучевой диагностики.

**Цель исследования** – оценка эффективности современных методов лучевой диагностики гепатоцеллюлярной карциномы.

**Методы:** В данный литературный обзор включены статьи и литературные обзоры, посвященные возможностям современных методов лучевой диагностики ГЦК. Поиск данных проводился в базах данных PubMed, BMC Medicine, Google Scholar с использованием ключевых слов «гепатоцеллюлярная карцинома», «ультразвуковое исследование», «компьютерная томография», «магнитно-резонансная томография», «радиомика». Всего было найдено 123 публикации, из них 49 источников включены в данный обзор.

**Результаты:** В обзорной статье рассматриваются актуальные вопросы эпидемиологии, генетики, этиологии и лучевой диагностики гепатоцеллюлярной карциномы. Представлены обновленные данные об эффективности CEUS и MFI, НДКТ и ДЭКТ, с-MPT. Описаны перспективы МРТ-радиомики, решающей проблему субъективности в радиологии и предлагающей новые возможности в неинвазивной диагностике ГЦК. В настоящее время изучение возможностей лучевых методов исследования в диагностике гепатоцеллюлярной карциномы продолжают.

**Заключение:** CEUS высоко эффективна для визуализации опухолевой васкуляризации. НДКТ превосходит УЗИ в чувствительности и специфичности. с-MPT показывает лучшие результаты в качестве скринингового метода в группах риска по сравнению с УЗИ. МРТ-радиомика позволяет определить гистологическую классификацию и радиогеномику опухоли, спрогнозировать рецидив после хирургической резекции, оценить МВИ и ответ на трансартериальную химиоэмболизацию и системную терапию.

**Ключевые слова:** гепатоцеллюлярная карцинома (ГЦК), ультразвуковое исследование (УЗИ), компьютерная томография (КТ), магнитно-резонансная томография (МРТ), радиомика.

**Введение:** Гепатоцеллюлярная карцинома (гепатоцеллюлярный рак, печеночно-клеточный рак) – самая распространённая первичная злокачественная опухоль печени (80-90%), образующаяся в результате злокачественной трансформации гепатоцитов [1].

По статистическим данным за 2022 г. гепатоцеллюлярная карцинома (ГЦК) занимает 6-е место в структуре злокачественных новообразований (866 136 случаев) и является 3-й наиболее частой причиной онкологической смертности во всем мире (758 725 случаев). Страны Азии, эндемичные по гепатитам, лидируют по показателям заболеваемости: в 2020 году число новых случаев составило 656 992 человек, что составляет 72,5% от общемирового показателя. Также отдельно выделяют страны Восточной Азии, Северной Африки и Юго-Восточной Азии, где регистрируются наиболее высокие показатели заболеваемости и смертности [2].

Отмечается рост показателей заболеваемости и смертности от ГЦК во всем мире. По прогнозам, в период с 2020 по 2040 год число новых случаев в год увеличится на 55,0%, а в 2040 году ГЦК могут диагностировать у 1,4 миллиона человек. Прогнозируется, что в 2040 году от рака печени могут умереть 1,3 миллиона человек (на 56,4% больше, чем в 2020 году) [3].

Самая высокая возрастная заболеваемость зарегистрирована у лиц >70 лет [4]. В большинстве регионов показатели заболеваемости и смертности среди мужчин в 2-3 раза превышают таковые среди женщин, особенно в странах с переходной экономикой [5].

В то время как 5-летняя выживаемость при всех видах рака, в совокупности, улучшается до 67%, пациенты с ГЦК по-прежнему имеют 5-летнюю выживаемость около 18%. Более того, несмотря на до-

стижения в области локорегионарной терапии, таргетной терапии и иммунотерапии, медиана выживаемости при прогрессирующей ГЦК остается менее 2 лет [6].

Выживаемость при раке печени остается низкой даже в странах с высоким уровнем дохода. Недавнее исследование, проведенное в семи странах с высоким уровнем дохода, показало, что самая высокая 3-летняя чистая выживаемость при раке печени была зафиксирована в Австралии (28%), а самая низкая – в Дании (17%) в 2012-2014 годах [7]. Результаты другого исследования показали, что 5-летняя выживаемость в течение 2010-2014 годов варьировалась от менее чем 10% в нескольких европейских странах до 30% в Японии, и очень мало изменилась за 20-летний период времени [8].

В последние годы (2020-2022 гг.) в Республике Казахстан рак печени стабильно занимает 14 место по заболеваемости и 10 место по смертности от общего числа онкологических заболеваний. Отмечается тенденция к росту числа новых случаев заболеваемости и смертности, составивших в 2022 году 1012 и 563 новых случаев соответственно. В 2019-2022 гг. рак печени стабильно занимал 1-е место среди всех злокачественных заболеваний, установленных посмертно [9].

Более чем в 90% случаев ГЦК развивается на фоне хронических заболеваний печени, среди которых главным предиктором риска является цирроз печени [10]. Вместе с тем ГЦК является основной причиной смерти пациентов с циррозом печени. Ежегодная заболеваемость ГЦК в этих группах колеблется в диапазоне 1-6% [11]. Недавние исследования показывают, что примерно 56% случаев рака печени связаны с гепатитом В и 20% – с гепатитом С [12]. Коинфекция ВГВ/ВГД связана с повышенным риском развития ГЦК по сравнению с инфекцией только ВГВ. В одном из крупнейших на сегодняшний день исследований риск развития ГЦК был значительно выше среди пациентов с острой инфекцией ВГД (ОР 6,1, 95%ДИ 2,8-11,7) или хронической инфекцией ВГД (ОР 3,9, 95%ДИ 1,6-7,2), чем среди лиц только с инфекцией ВГВ [13]. Еще 18% от общего числа случаев может быть связано с курением табака [14]. По оценкам, около 17% случаев могут быть связаны с употреблением алкоголя [15]. Другими факторами риска развития ГЦК являются афлатоксин В1 и жировая болезнь печени (алкогольная и неалкогольная) [16].

Формирование ГЦК связывают с накоплением генетических ошибок различного генеза в зрелых гепатоцитах и их предшественниках. Последние исследования продемонстрировали наиболее частые мутации в TERT (40–65%), TP53 (12-48%), CTNNB1 (11-37%), AXIN1 (5-15%), а также белках, регулирующих ремоделирование хроматина, таких как ARID1A (4-17%) и ARID2 (3-18 [17]. Наиболее часто мутировавшими генами у 165 китайских пациентов с ГЦК были TP53 (56,5%), TERT (45,2%), CTNNB1 (22,6%), AXIN1 (13,7%), RB1 (11,9%), TSC2 (10,7%), CCND1 (10,7%),

ARID1A (9,5 %) и FGF19 (9,5%). Ко-мутация TP53 и TERT выявлена у 54 (32,1%) пациентов [18]. В ходе исследования 413 случаев в Японии и 90 случаев в США было выявлено 30 генов-драйверов, среди которых наиболее частыми (>50%) были мутации промотора теломеразы (TERT), а мутации TP53 и CTNNB1 были обнаружены примерно в 30% всех случаев [19].

Пациенты с прогрессирующей ГЦК на момент постановки диагноза имеют неблагоприятные исходы, при этом медиана выживаемости составляет 10-20 месяцев среди тех, кто получает системную терапию [6].

Диагностика ГЦК на ранней стадии позволяет использовать хирургическую резекцию или трансплантацию печени, после которых 5-летняя выживаемость превышает 70% [20]. В то же время существуют сложности идентификации ГЦК: чувствительность биопсии составляет около 70%, а при размерах опухоли менее 2 см этот показатель ещё ниже, что связано с возможностью пропуска поражений, а также с трудностью дифференцирования хорошо дифференцированной ГЦК от диспластических узелков. Вместе с тем, биопсия, грозящая такими осложнениями, как кровотечение, сепсис, карциноидный кризис и распространение опухоли, довольно часто является ненужной, что в первую очередь связывают с вариабельностью результатов визуальной диагностики [21]. В то же время, в отличие от большинства других опухолей, ГЦК можно диагностировать и лечить только на основе данных неинвазивной визуализации [22].

В настоящее время основными методами неинвазивной диагностики ГЦК являются ультразвуковое исследование (УЗИ), компьютерная томография (КТ) и магнитно-резонансная томография (МРТ) [23]. Однако, всё ещё не решены проблемы дифференциальной диагностики цирротических узлов, аденомы и ГЦК, а также в выявлении новообразований печени на фоне жирового гепатоза. Усовершенствование стандартных неинвазивных методик и их модификации перспективны в решении перечисленных и других проблем диагностики.

Таким образом, проблемы своевременной и уточняющей диагностики ГЦК остаются актуальными.

**Цель исследования** – оценка эффективности современных методов лучевой диагностики гепатоцеллюлярной карциномы.

**Материалы и методы:** В данный литературный обзор включены статьи и литературные обзоры, посвященные возможностям современных методов лучевой диагностики гепатоцеллюлярной карциномы. Поиск данных проводился в базах данных PubMed, BMC Medicine, Google Scholar с использованием ключевых слов «гепатоцеллюлярная карцинома», «ультразвуковое исследование», «компьютерная томография», «магнитно-резонансная томография», «радиомика». Всего было найдено 123 публикации, из них 49 источников включены в данный обзор (рисунок 1).



Рисунок 1 – Алгоритм отбора источников

**Результаты:** УЗИ остаётся одним из самых распространённых методов исследования печени, особенно в первичной диагностике и скрининге, в силу своей относительной дешевизны, широкой доступности, неинвазивности и отсутствия ионизирующего излучения [24].

Однако чувствительность УЗИ в выявлении ГЦК на ранних стадиях колеблется в диапазоне 27,9-63% [25]. Помимо оператор-зависимости данного метода, визуализацию ограничивают как изменения в печени (цирроз, диффузный жировой гепатоз), так и особенности самой опухоли (локализация, характер роста, экзогенность). По некоторым данным, обнаружение ГЦК размером менее 2 см представляется возможным не более чем в 65% случаях, в то время как при размерах более 2 см эта цифра достигает 80% [23, 26].

Широкое внедрение в клиническую практику получили цветное доплеровское картирование (ЦДК) и импульсная волновая доплерография (ИВД), позволившие вывести возможности ультразвуковой диагностики на иной уровень. Учитывая особенность ГЦК, связанную с повышенной васкуляризацией по печёночной артерии, весьма ценной видится возможность оценки гемодинамики при очаговых поражениях печени [23]. В последнее время показана роль УЗИ с контрастным усилением (CEUS), который демонстрирует опухолевую васкуляризацию у 98,0% (50 из 51) пациентов. Чувствительность и специфичность данного метода составляют до 90,2% и 80,8% соответственно, диагностическая точность ГЦК около 89,3% при размерах опухоли менее 2 см и 100% – при размерах более 2 см [27]. Также перспективной является микроволновая визуализация (MicroFlow Imaging -MFI), которая демонстрирует бо-

лее высокую чувствительность (58,0%, 29 из 50), чем ЦДК (14,0%, 7 из 50) или ИВД (14,0%, 7 из 50 ( $p < 0,001$  для обоих)) в выявлении опухолевой васкуляризации, при условии правильного отображения сосудистой картины [28].

Характеристики ГЦК на УЗИ имеют свои особенности. Так, экзогенность варьируется в зависимости от размеров опухоли: в 12-38% случаев опухоль гиперэхогенна, в 23-54% - гипоехогенна. В целом опухоли размерами менее 10 мм чаще гипоехогенны или изоэхогенны. Структура также вариабельна: жировые изменения встречаются в 36,4% случаев, а при размерах образования более 3 см могут выявляться кальцификация, некроз и кровоизлияния, которые выглядят гиперэхогенными. ГЦК более 20 мм могут проявляться типичными УЗИ паттернами вроде "гало", "мозаичного рисунка", "боковой тени" и "дорсального усиления", частота выявления которых коррелирует с размерами опухоли. «Гало» в 90,1% случаев соответствует тонкой фиброзной капсуле ГЦК [24]. Симптом «боковой тени» представляет собой рефракцию, возникающую при прохождении ультразвука с разной скоростью через образование и окружающие ткани. Эффект «дорсального усиления» не специфичен для ГЦК, так как возникает позади любого поражения, которое ослабляет звук в меньшей степени, нежели окружающие ткани, в связи с чем интенсивность проходящего сквозь него ультразвукового луча сохраняется дистальнее очага поражения (например, при кистах и гемангиомах). Характерную для ГЦК сосудистую инвазию можно регистрировать благодаря ЦДК [29].

УЗИ с исследованием альфа-фетопротейна (АФП) или без него рекомендуется проводить раз в полго-

да в качестве скрининга ГЦК у больных в группах риска. Использование интервала в 6 месяцев связано с особенностями роста опухоли: как правило, до увеличения опухоли вдвое проходит 80-117 дней [24].

Американская ассоциация по изучению заболеваний печени (American Association for the Study of Liver Disease, AASLD) и Европейская ассоциация исследований печени (Association for the Study of Liver, EASL) рекомендуют применять КТ с 4х-фазным внутривенным контрастированием и МРТ для корректной диагностики ГЦК, что обусловлено в первую очередь особенностями кровоснабжения печени. В частности, кровоснабжение печени на 4/5 обеспечивается воротной веной и лишь на 1/5 печёночной артерией, в то время как васкуляризация узлов ГЦК осуществляется преимущественно за счёт печёночной артерии. Таким образом, удаётся выявить значимые для диагностики отличия в контрастировании. Также, ГЦК характеризуется наличием большого числа сосудистых аномалий с аберрантной микроциркуляторностью, обусловленной артериогенезом и капилляризацией. Вышеперечисленное обуславливает гетерогенное контрастирование опухоли в артериальную фазу (АФ) и быстрое вымывание контраста в более поздние фазы [30]. Также отмечаются и другие особенности ГЦК: в 30-67% случаях встречается изо-гиподенсивный ободок «капсулы», которая характеризуется персистирующим накоплением контраста в более поздних фазах; может наблюдаться центральный рубец в виде линейной или лучистой структуры [31].

Анализ исследований продемонстрировал высокие показатели чувствительности и специфичности динамической КТ в диагностике ГЦК, которые составили 70-81% и 79-94% соответственно [32]. Несмотря на превосходство над УЗИ по данным показателям, КТ не рекомендована для скрининга ГЦК из-за дороговизны и лучевой нагрузки [33-34].

В последнее время широко используются некоторые модификации КТ для снижения дозы облучения, включая автоматическую модуляцию тока, автоматический выбор пикового килонапряжения и алгоритмы итерационной реконструкции, что способствовало снижению лучевой нагрузки без ущерба для качества изображения и диагностических характеристик. Новые возможности открывает низкодозная двухфазная КТ (НДКТ). По результатам проспективного исследования НДКТ показала достоверно более высокую чувствительность (83,3% против 29,2%,  $p < 0,001$ ) и специфичность (95,6% против 87,7%,  $p = 0,03$ ), чем УЗИ. Ложноположительный результат был зарегистрирован у 14 участников УЗИ и у 5 участников НДКТ [35].

Двухэнергетическая компьютерная томография (ДЭКТ), использующая два различных спектра рентгеновского излучения, повышает диагностическую ценность КТ, за счёт дополнительной информации о химическом составе тканей [36]. Чувствительность ДЭКТ к небольшим поражениям печени (<1 см) составляет около 69%, а диагностическая специфичность для ГЦК и метастазов составила около 60% [37].

Количественное определение йода на основе ДЭКТ помогает обнаружить опухолевые тромбы воротной вены. Поглощение йода на ДЭКТ рассматривается в качестве маркера ответа опухоли на радиоэмболизацию и антиангиогенную терапию [38]. Y. Nagayama с соавторами определили, что снижение вдвое дозировки контрастного вещества при ДЭКТ значительно не повлияло на качество изображений [39]. Хотя усовершенствованные методики КТ позволяют значительно снизить лучевую нагрузку, эта проблема всё ещё остаётся актуальной в скрининге групп с повышенным риском формирования ГЦК.

МРТ не только успешно решает вопросы лучевой безопасности пациентов, не обладая ионизирующим излучением, но и демонстрирует отличные результаты в визуализации и дифференциальной диагностике опухолей печени. Чувствительность МРТ в диагностике ГЦК колеблется в диапазоне 69-94%, специфичность – 87-94%. Однако, показатели чувствительности, как и в случае с УЗИ и КТ, зависят от размеров опухоли, и в случае с очагами диаметром более 2 см достигают 86%, при очагах диаметром менее 2 см – 69% [40].

В отличие от КТ, МРТ располагает арсеналом специальных гепатотропных контрастных препаратов (мангафодипир, гадобенатадимерглюмин, гадокетовая кислота и др.), которые селективно накапливаются неизменёнными гепатоцитами. Однако результаты мета-анализа, проведенного D.W. Kim с соавторами, показали, что объединенная чувствительность и специфичность достоверно не различались между МРТ с применением обычных (экстрацеллюлярных) контрастных препаратов (72% и 92%) и гепатоспецифичных (76% и 92%). Анализ в подгруппах не выявил различий в диагностической эффективности между гепатоспецифичными и обычными контрастными веществами в зависимости от дизайна исследования ( $p \geq 0,11$ ), основного заболевания ( $p \geq 0,09$ ), размера поражения ( $\leq 2$  см,  $p = 0,97$ ), эталонного стандарта ( $p = 0,70$ ) или критериев визуализации ( $p = 0,33$ ) [41].

Важной вехой в развитии лучевой диагностики ГЦК стало использование диффузионных взвешенных изображений (ДВИ) и карт измеряемого коэффициента диффузии (ИКД), которые отражают клеточный компонент ткани, целостность мембран клеток и перфузию в микрокапиллярах. ДВИ-МРТ был более чувствительным (90,3% против 74,9%) и точным (91,9% против 76,9%) в диагностике ГЦК по сравнению с обычным МРТ. С помощью контрастных веществ ДВИ-МРТ имела 90,0% специфичность для выявления небольших ГЦК (менее 1 см). Кроме того, ДВИ-МРТ предоставила ценную информацию о гистологической классификации с точностью 78% для всех доброкачественных поражений и 71% для солидных поражений [42].

В последнее время активно обсуждается вопрос об использовании МРТ для скрининга ГЦК, в связи с невысокой чувствительностью УЗИ. Новейший мета-обзор и систематический анализ данных с 1 ноября 2017 года по 25 ноября 2022 года продемонстриро-

вал умеренные и тяжёлые ограничения в визуализации при УЗИ: чувствительность составила при баллах визуализации А – 56,7%, В – 30,3%, С – 6,9% [43]. Вместе с тем другой систематический обзор и мета-анализ сообщает о высокой чувствительности (86%) и специфичности (94%) сокращённого МРТ (с-МРТ) для скрининга ГЦК. При этом на эффективность с-МРТ не повлияли тип исследования, условия скрининга, референтный стандарт, наличие или отсутствие цирроза, а также этиология цирроза. Вместе с тем чувствительность с-МРТ для выявления ГЦК размером <2 см была ниже, чем для ГЦК размером ≥2 см (69% против 86%). Чувствительность и специфичность безконтрастного с-МРТ были сопоставимы с контрастным с-МРТ (86% и 94% против 87% и 94% соответственно). Но чувствительность УЗИ гораздо ниже, чем у с-МРТ (53% против 82%) [39].

По результатам исследования D.Q. Huang с соавторами, сравнивающего эффективность УЗИ и с-МРТ для скрининга ГЦК у больных с циррозом печени, ассоциированным с неалкогольной жировой болезнью 19 участников (35%) имели серьёзные ограничения визуализации при УЗИ, по сравнению с 10 (19%) на с-МРТ ( $p < 0,0001$ ); более 10% объёма печени не визуализировалось у 9 (17%) участников УЗИ по сравнению с 1 (2%) участником на с-МРТ ( $p < 0,0001$ ); ожирение было сильным и независимым предиктором тяжёлого ограничения визуализации при УЗИ (ОШ 5,1, ДИ 1,1-23,1,  $p = 0,03$ ) после поправки на возраст, пол и этническую принадлежность [44].

По результатам ретроспективного исследования данных 188 пациентов выяснилось, что для безконтрастной с-МРТ чувствительность составила 85% (95% ДИ 75-91%), что сопоставимо с УЗИ и МРТ с контрастным усилением гадоксетовой кислотой; специфичность достигала 93% (95% ДИ 90-95%), а отрицательная прогностическая ценность 97% (95% ДИ 95-98%). При этом указывалось на отсутствие влияния жирового гепатоза на эффективность с-МРТ, благодаря чему данный метод является ценной альтернативой УЗИ в случае неоптимального качества при жировом гепатозе [45].

За последние несколько лет множество исследований подтвердили практическую значимость МРТ не только в дифференциальной диагностике ГЦК, но и в его гистологической классификации, оценке микрососудистой инвазии (МВИ), радиогеномике, прогнозировании рецидива после хирургической резекции, в оценке ответа на трансартериальную химиоэмболизацию и эффективности системного лечения ГЦК.

Следует учитывать, что даже визуализация на столь эффективном методе диагностики, как МРТ, страдает от субъективности, так как радиологи имеют разный опыт и навыки. В связи с чем возрастает значение радиомики, использующей передовую технологию обработки изображений для извлечения высокопроизводительных данных и количественного анализа поведения и гетерогенности опухоли. Например, исследования показали прикладную ценность функциональной МРТ-радиомики на основе

IVIM-DWI в прогнозировании патологической степени ГЦК [46-47]. Так, наличие МВИ свидетельствует о высокой инвазивности опухоли, что повышает частоту рецидивов ГЦК более чем в 4 раза. H. Li с соавторами обнаружили, что анализ гистограммы интравоксельного некогерентного движения на МРТ на основе объёма опухоли может быть использован для прогнозирования МВИ и что пятый процентиль истинного коэффициента диффузии является наиболее полезным для прогнозирования МВИ ГЦК [46]. E. Segal с соавторами оценили корреляцию между радиогеномными особенностями и фенотипом гена рака печени и сообщили, что 78% профилей экспрессии генов рака печени могут быть реконструированы по этой комбинации признаков [47]. B. Taouli с соавторами обнаружили, что существует сильная связь между особенностями визуализации, такими как «инфильтративный рисунок», «мозаичный вид» и «наличие макроваскулярной инвазии», и агрессивной геномной сигнатурой, определенной ранее [48]. T.C.H. Hui с соавторами использовали предоперационную МРТ для извлечения 290 параметров текстуры для прогнозирования рецидива у пациентов с ГЦК в течение 730 дней после хирургической резекции. Результаты показали, что точность предсказания текстурных особенностей на основе динамической МРТ с контрастным усилением в фазе равновесия составила 84% [49].

**Обсуждение:** Несмотря на улучшение показателей пятилетней выживаемости, ГЦК остаётся одной из главных причин онкологической смертности во всём мире. Доминирующая роль в этиопатогенезе ГЦК сохраняется за циррозом печени, ассоциированным с вирусными гепатитами В и С. Диагностика опухоли на ранних стадиях позволяет использовать резекцию и трансплантацию печени, способными повысить пятилетнюю выживаемость в 1,5-2 раза. Возможности биопсии ограничены чувствительностью и потенциальными осложнениями для пациента. В подавляющем большинстве случаев ГЦК может быть верифицирована методами неинвазивной лучевой диагностики.

Несмотря на невысокие показатели чувствительности УЗИ в диагностике ГЦК, ультразвуковой скрининг в группах повышенного риска в комбинации с исследованием АФП улучшает своевременную диагностику и прогноз. УЗИ с контрастированием и микроволновая визуализация демонстрируют более высокие показатели чувствительности и специфичности. Однако диффузный жировой гепатоз и небольшой размер опухолевых поражений ограничивают возможности УЗИ.

4-х фазная КТ является эффективным и высокоточным методом визуализации ГЦК, в то же время её роль ограничена лучевой нагрузкой для пациента. НДКТ решает проблему ионизирующего излучения и превосходит УЗИ, даже с учётом снижения качества изображения. ДЭКТ позволяет получить дополнительную информацию о химическом составе тканей.

МРТ показывает лучшие показатели чувствительности и специфичности, особенно при использова-

нии ДВИ и ИКД-карт. Не создавая лучевой нагрузки, в отличие от КТ, МРТ может использоваться в скрининге ГЦК среди групп риска. Ряд исследований показывают превосходство даже сокращённой МРТ над УЗИ в скрининге ГЦК, особенно у пациентов с сопутствующим жировым гепатозом, который серьёзно ограничивает возможности ультразвукового метода.

Известные методы лучевой диагностики в своей оценке опираются на опыт и квалификацию радиологов. Проблему субъективности в радиологии в перспективе способны решить развивающиеся методы радиомики, в том числе МРТ-радиомика на основе IVIM-DWI.

В настоящее время изучение возможностей лучевых методов исследования в диагностике гепатоцеллюлярной карциномы продолжаются.

**Заключение:** Чувствительность УЗИ в выявлении ГЦК остаётся низкой, особенно при опухолях небольшого размера и у пациентов с диффузным жировым гепатозом. CEUS и MFI повышают чувствительность метода за счёт визуализации опухолевой васкуляризации. НДКТ сопряжена с меньшей лучевой нагрузкой на пациента по сравнению с КТ и демонстрирует лучшие показатели чувствительности и специфичности по сравнению с УЗИ. ДЭКТ улучшает обнаружение опухолевых тромбов воротной вены, а поглощение йода может использоваться в качестве маркера ответа опухоли на радиоэмболизацию и антиангиогенную терапию. Чувствительность и специфичность сокращённого МРТ не зависят от жирового гепатоза и использования контрастных препаратов, превосходя показатели УЗИ, в связи с чем данный метод перспективен для скрининга ГЦК в группах риска. МРТ-радиомика представляет прикладную значимость в гистологической классификации ГЦК, оценке МВИ, радиогеномике, прогнозировании рецидива после хирургической резекции и в оценке ответа на трансартериальную химиоэмболизацию и системную терапию.

#### Список использованных источников:

- Llovet J.M., Kelley R.K., Villanueva A., Amit G.S., Eli P., Sasan R., Riccardi L., Kazuhiko K., Jessica Z.-R., Richard S. F. Hepatocellular carcinoma // *Nat Rev Dis Primers*. – 2021. – Vol. 7, no. 6. – P. 1-28. <https://doi.org/10.1038/s41572-020-00240-3>
- Bray F., Laversanne M., Sung H., Ferlay J., Siegel R.L., Soerjomataram I., Jemal A. Global cancer statistics 2022: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries // *CA Cancer J Clin*. – 2024. – Vol. 74, no. 3. – P. 229-263. <https://doi.org/10.3322/caac.21834>
- Rumgay H., Arnold M., Ferlay J., Lesi O., Cabasag C., Vignat J., Laversanne M., McGlynn K., Soerjomataram I. Global burden of primary liver cancer in 2020 and predictions to 2040 // *J. Hepatol*. – 2022. – Vol. 6. – P. 1598-1606. <https://doi.org/10.1016/j.jhep.2022.08.021>
- Hyuna S., Jacques F., Rebecca L., Mathieu L., Isabelle S., Ahmedin J., Freddie B. Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries // *CA Cancer J Clin*. – 2021. – Vol. 71, no. 3. – P. 209-249. <https://doi.org/10.3322/caac.21660>
- Rich N., Yopp A., Singal A., Murphy C. Hepatocellular Carcinoma Incidence Is Decreasing Among Younger Adults in the United States // *Clin. Gastroenterol. Hepatol*. – 2020. – Vol. 1. – P. 242-248. <https://doi.org/10.1016/j.cgh.2019.04.043>
- Rebecca L. Siegel M., Kimberly D., Ahmedin J. Cancer statistics, 2020 // *CA Cancer J. Clin*. – 2020. – Vol. 70, no. 1. – P. 7-30. <https://doi.org/10.3322/caac.21590>
- Rutherford M., Arnold M., Bardot A., Ferlay J., De P., Tervonen H., Little A., Bucher O., St. Jacques N., Gavin A., Engholm G., Møller B., O'Connell D., Merrett N., Parkin D., Bray F., Soerjomataram I. Comparison of liver cancer incidence and survival by subtypes across seven high-

income countries // *Int. J. Cancer*. – 2021. – Vol. 149, no. 12. – P. 2020-2031. <https://doi.org/10.1002/ijc.33767>

8. Allemanni C., Matsuda T., Di C., Harewood R., Matz M., Nikšić M., Bonaventure A., Valkov M., Johnson C., Estève J., Ogunbiyi O., Azevedo E., Chen W., Eser S., Engholm G., Stiller C., Monnereau A., Woods R., Visser O., Lim G., Aitken J., Weir H., Coleman M. Global surveillance of trends in cancer survival 2000-14 (CONCORD-3): analysis of individual records for 37 513 025 patients diagnosed with one of 18 cancers from 322 population-based registries in 71 countries // *Lancet*. – 2018. – Vol. 391, no. 10125. – P. 1023-1075. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)33326-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)33326-3)

9. Кайдарова Д.Р., Шатковская О.В., Онгарбаев Б.Т., Сейсенбаева Г.Т., Ажмагамбетова А.Е., Жылкайдарова А.Ж., Лаврентьева И.К., Саги М.С. Показатели онкологической службы Республики Казахстан за 2022 год (статистические и аналитические материалы). – Алматы: АО «KazNIIOnP», 2023. – 430 с. [Kaidarova D.R., Shatkovskaya O.V., Ongarbaev B.T., Seisenbaeva G.T., Azhmagambetova A.E., Zhylkaidarova A.Zh., Lavrent'eva I.K., Sagi M.S. Pokazateli onkologicheskoy sluzhby Respubliki Kazaxstan za 2022 god (statisticheskie i analiticheskie materialy). – Алматы: АО «KazNIIOnP», 2023. – 430 s. (in Russ.)]. <https://doi.org/10.52532/1-09-2023-1-430>

10. European Association for the Study of the Liver. EASL Clinical Practice Guidelines: Management of hepatocellular carcinoma // *J. Hepatol*. – 2018. – Vol. 69, no. 1. – P. 182-236. <https://doi.org/10.1016/j.jhep.2018.03.019>

11. Marrero J.A., Kulik L.M., Sirlin C.B., Zhu A.X., Finn, Richard S., Abecassis M.M., Roberts L.R., Heimbach J.K. Diagnosis, Staging, and Management of Hepatocellular Carcinoma: 2018 Practice Guidance by the American Association for the Study of Liver Diseases // *Hepatology*. – 2018. – Vol. 68, no. 2. – P. 723-750. <https://doi.org/10.1002/hep.29913>

12. Delphine M.-B., Catherine de M., Silvia F., Martyn P. Fraction and incidence of liver cancer attributable to hepatitis B and C viruses worldwide // *Int. J. Cancer*. – 2018. – Vol. 142, no. 12. – P. 2471-2477. <https://doi.org/10.1002/ijc.31280>

13. Puigvehi M., Moctezuma-Velazquez C., Villanueva A., Llovet J.M. The oncogenic role of hepatitis delta virus in hepatocellular carcinoma // *JHEP Rep*. – 2019. – Vol. 1, no. 2. – P. 120-130. <https://doi.org/10.1016/j.jhepr.2019.05.001>

14. GBD 2019 Risk Factors Collaborators. Global burden of 87 risk factors in 204 countries and territories, 1990-2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019 // *Lancet*. – 2020. – Vol. 396, no. 10258. – P. 1223-1249. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30752-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30752-2)

15. Rumgay H., Shield K., Charvat H., Ferrari P., Sornpaisarn B., Obot I., Islami F., Lemmens V., Rehm J., Soerjomataram I. Global burden of cancer in 2020 attributable to alcohol consumption: a population-based study // *Lancet Oncol*. – 2021. – Vol. 22, no. 8. – P. 1071-1080. [https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(21\)00279-5](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(21)00279-5)

16. McGlynn K.A., Petrick J.L., El-Serag H.B. Epidemiology of Hepatocellular Carcinoma // *Hepatology*. – 2021. – Vol. 73, no. 1. – P. 4-13. <https://doi.org/10.1002/hep.31288>

17. Dhanasekaran R., Nault J.C., Roberts L.R., Zucman-Rossi J. Genomic Medicine and Implications for Hepatocellular Carcinoma Prevention and Therapy // *Gastroenterology*. – 2019. – Vol. 156, no. 2. – P. 492-509. <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2018.11.001>

18. Wang S., Shi H., Liu T., Li M., Zhou S., Qiu X., Wang Z., Hu W., Guo W., Chen X., Guo H., Shi X., Shi J., Zang Y., Cao J., Wu L. Mutation profile and its correlation with clinicopathology in Chinese hepatocellular carcinoma patients // *Hepatobiliary Surg. Nutr*. – 2021. – Vol. 10, no. 2. – P. 172-179. <https://doi.org/10.21037/hbsn.2019.09.17>

19. Imamura T., Okamura Y. Genomic alterations in hepatocellular carcinoma and their clinical application to genomic medicine // *Hepatobiliary Surg. Nutr*. – 2022. – Vol. 11, no. 3. – P. 449-452. <https://doi.org/10.21037/hbsn-22-135>

20. Seehofer D., Öllinger R., Denecke T., Schmelzle M., Andreou A., Schott E., Pratschke J. Blood Transfusions and Tumor Biopsy May Increase HCC Recurrence Rates after Liver Transplantation // *J. Transplant*. – 2017. – Vol. 2017. – P. 1-9. <https://doi.org/10.1155/2017/9731095>

21. Ayuso C., Rimola J., Vilana R., Burrel M., Darnell A., Garcia-Criado A., Bianchi L., Belmonte E., Caparroz C., Barrufet M., Bruix J., Bru C. Diagnosis and staging of hepatocellular carcinoma (HCC): current guidelines // *Eur. J. Radiol*. – 2018. – Vol. 101. – P. 72-81. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2018.01.025>

22. Elmohr M., Elsayes K. M., Chernyak V. LI-RADS: Review and updates // *Clin. Liver Dis*. – 2021. – Vol. 17, no. 3. – P. 108-112. <https://doi.org/10.1002/cld.991>

23. Исаматов Б.К., Сатыбалды М.Б., Мукашева Н.М., Кенжебек А.Э., Куралбек А.О. Современные лучевые методы исследования в диагностике гепатоцеллюлярной карциномы // *Вестник КазНМУ*. – 2018. – № 3. – С. 7-14 [Isamatov B.K., Sатыбалды M.B., Mukasheva N.M., Kenzhebek A.E., Kuralbek A.O. Sovremennye lucheveye metody issledovaniya v diagnostike gepatocellyulyarnoy karcinomy // *Vestnik KazNМУ*. – 2018. – № 3. – С. 7-14 (in Russ.)]. <https://kaznmu.kz/press/wp-content/>

uploads/2018/12/СОВРЕМЕННЫЕ-ЛУЧЕВЫЕ-МЕТОДЫ-ИССЛЕДОВАНИЯ-В-ДИАГНОСТИКЕ-ГЕПАТОЦЕЛЛЮЛЯРНОЙ-КАРЦИНОМЫ.pdf

24. Tzartzeva K., Obi J., Rich N.E., Parikh N.D., Marrero J.A., Yopp A., Waljee A.K., Singal A.G. Surveillance Imaging and Alpha Fetoprotein for Early Detection of Hepatocellular Carcinoma in Patients With Cirrhosis: A Meta-analysis // *Gastroenterology*. – 2018. – Vol. 154, no. 6. – P. 1706-1718. <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2018.01.064>

25. Kim B.R., Lee J.M., Lee D.H., Yoon J.H., Hur B.Y., Suh K.S. Diagnostic Performance of Gadoteric Acid-enhanced Liver MR Imaging versus Multidetector CT in the Detection of Dysplastic Nodules and Early Hepatocellular Carcinoma // *Radiology*. – 2017. – Vol. 285, no. 1. – P. 134-146. <https://doi.org/10.1148/radiol.2017162080>

26. Shah S.C., Piazuolo M.B., Kuipers E.J., Li D. AGA Clinical Practice Update on the Diagnosis and Management of Atrophic Gastritis: Expert Review // *Gastroenterology*. – 2021. – Vol. 161, no. 4. – P. 1325-1332. <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2021.06.078>

27. Samoylova M.L., Mehta N., Roberts J.P., Yao F.Y. Predictors of Ultrasound Failure to Detect Hepatocellular Carcinoma // *Liver Transpl.* – 2018. – Vol. 24, no. 9. – P. 1171-1177. <https://doi.org/10.1002/lt.25202>

28. Eisenbrey J.R., Gabriel H., Savsani E., Lyshchik A. Contrast-enhanced ultrasound (CEUS) in HCC diagnosis and assessment of tumor response to locoregional therapies // *Abdom. Radiol. (NY)*. – 2021. – Vol. 46, no. 8. – P. 3579-3595. <https://doi.org/10.1007/s00261-021-03059-y>

29. Bae J.S., Lee J.M., Jeon S.K., Jang S. Comparison of MicroFlow Imaging with color and power Doppler imaging for detecting and characterizing blood flow signals in hepatocellular carcinoma // *Ultrasonography*. – 2020. – Vol. 39, no. 1. – P. 85-93. <https://doi.org/10.14366/usg.19033>

30. Tanaka H. Current role of ultrasound in the diagnosis of hepatocellular carcinoma // *J. Med. Ultrasonics*. – 2020. – Vol. 47. – P. 239-255. <https://doi.org/10.1007/s10396-020-01012-y>

31. Mossenta M., Busato D., Baboci L., Di Cintio F., Toffoli G., Dal Bo M. New Insight into Therapies Targeting Angiogenesis in Hepatocellular Carcinoma // *Cancers*. – 2019. – Vol. 11, no. 8. – P. 1086. <https://doi.org/10.3390/cancers11081086>

32. Haj-Mirzaian A., Kadivar A., Kamel I.R., Zaheer A. Updates on Imaging of Liver Tumors // *Curr. Oncol. Rep.* – 2020. – Vol. 22. – Art. no. 46. <https://doi.org/10.1007/s11912-020-00907-w>

33. Guo J., Seo Y., Ren S., Hong S., Lee D., Kim S., Jiang Y. Diagnostic performance of contrast-enhanced multidetector computed tomography and gadoteric acid disodium-enhanced magnetic resonance imaging in detecting hepatocellular carcinoma: direct comparison and a meta-analysis // *Abdom. Radiol. (NY)*. – 2016. – Vol. 41, no. 10. – P. 1960-1972. <https://doi.org/10.1007/s00261-016-0807-8>

34. Yang J.D., Mannalithara A., Piscitello A.J., Kisiel J.B., Gores G.J., Roberts L.R., Kim W.R. Impact of surveillance for hepatocellular carcinoma on survival in patients with compensated cirrhosis // *Hepatology*. – 2018. – Vol. 68, no. 1. – P. 78-88. <https://doi.org/10.1002/hep.29594>

35. Jeong H. Y., Jeong M. L., A Comparison of Biannual Two-Phase Low-Dose Liver CT and US for HCC Surveillance in a Group at High Risk of HCC Development // *Liver Cancer*. – 2020. – Vol. 9, no. 5. – P. 503-517. <https://doi.org/10.1159/000506834>

36. Li J., Zhao S., Ling Z., Li D., Jia G., Zhao C., Lin X., Dai Y., Jiang H., Wang S. Dual-Energy Computed Tomography Imaging in Early-Stage Hepatocellular Carcinoma: A Preliminary Study // *Contrast Media Mol. Imaging*. – 2022. – Art. No. 2146343. <https://doi.org/10.1155/2022/2146343>

37. Fan P.L., Chu J., Wang Q., Wang C. The clinical value of dual-energy computed tomography and diffusion-weighted imaging in the context of liver cancer: A narrative review // *J. Clin. Ultrasound*. – 2022. – Vol. 50, no. 6. – P. 862-868. <https://doi.org/10.1002/jcu.23197>

38. Ascenti G., Sofia C., Mazziotti S., Silipigni S., D'Angelo T., Pergolizzi S., Scribano E. Dual-energy CT with iodine quantification in distinguishing between bland and neoplastic portal vein thrombosis in patients with hepatocellular carcinoma // *Clin Radiol.* – 2016. – Vol. 71, no. 9. – P. 938.e1-938.e9. <https://doi.org/10.1016/j.crad.2016.05.002>

39. Nagayama Y., Nakaura T., Oda S., Utsunomiya D., Funama Y., Iyama Y., Taguchi N., Namimoto T., Yuki H., Kidoh M., Hirata K., Nakagawa M., Yamashita Y. Dual-layer DECT for multiphasic hepatic CT with 50 percent iodine load: a matched-pair comparison with a 120 kVp protocol // *Eur. Radiol.* – 2018. – Vol. 28, no. 4. – P. 1719-1730. <https://doi.org/10.1007/s00330-017-5114-3>

40. Altenbernd J., Wetter A., Forsting M., Umutlu L. Treatment response after radioembolisation in patients with hepatocellular carcinoma-An evaluation with dual energy computed-tomography // *Eur. J. Radiol. Open*. – 2016. – Vol. 25, no. 3. – P. 230-235. <https://doi.org/10.1016/j.ejro.2016.08.002>

41. Kim D.W., Choi S.H., Kim S.Y., Byun J.H., Lee S.S., Park S.H., Kim K.W. Diagnostic performance of MRI for HCC according to contrast agent type: a systematic review and meta-analysis // *Hepato. Int.* – 2020. – Vol. 14, no. 6. – P. 1009-1022. <https://doi.org/10.1007/s12072-020-10100-7>

42. Surov A., Pech M., Omari J., Fischbach F., Damm R., Fischbach K., Powerski M., Relja B., Wienke A. Diffusion-Weighted Imaging Reflects Tumor Grading and Microvascular Invasion in Hepatocellular Carcinoma // *Liver Cancer*. – 2021. – Vol. 10, no. 1. – P. 10-24. doi: 10.1159/000511384. Epub 2021 Jan 27. PMID: 33708636; PMCID: PMC7923880.

43. Elbanna K.Y., Mansoori B., Mileto A., Rogalla P., Guimaraes L. Dual-energy CT in diffuse liver disease: is there a role? // *Abdom. Radiol. (NY)*. – 2020. – Vol. 45, № 11. – P. 3413-3424. <https://doi.org/10.1007/s00261-020-02702-4>

44. Huang D.Q., Fowler K.J., Liao J., Cunha G.M., Louie A.L., An J.Y., Bettencourt R., Jung J., Gitto Z., Hernandez C., Lopez S.J., Gupta H., Sirlin C.B., Marks R.M., Loomba R. Comparative efficacy of an optimal exam between ultrasound versus abbreviated MRI for HCC screening in NAFLD cirrhosis: A prospective study // *Aliment. Pharmacol. Ther.* – 2022. – Vol. 55, no. 7. – P. 820-827. <https://doi.org/10.1111/apt.16844>

45. Chan M.V., McDonald S.J., Ong Y.Y., Mastrocostas K., Ho E., Huo Y.R., Santhakumar C., Lee A.U., Yang J. HCC screening: assessment of an abbreviated non-contrast MRI protocol // *Eur. Radiol. Exp.* – 2019. – Vol. 3. – Art. No. 49. <https://doi.org/10.1186/s41747-019-0126-1>

46. Li H., Zhang J., Zheng Z., Guo Y., Chen M., Xie C., Zhang Z., Mei Y., Feng Y., Xu Y. Preoperative histogram analysis of intravoxel incoherent motion (IVIM) for predicting microvascular invasion in patients with single hepatocellular carcinoma // *Eur. J. Radiol.* – 2018. – Vol. 105. – P. 65-71. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2018.05.032>

47. Segal E., Sirlin C.B., Ooi C., Adler A.S., Gollub J., Chen X., Chan B.K., Matcuk G.R., Barry C.T., Chang H.Y., Kuo M.D. Decoding global gene expression programs in liver cancer by noninvasive imaging // *Nat. Biotechnol.* – 2017. – Vol. 25, no. 6. – P. 675-680. <https://doi.org/10.1038/nbt1306>

48. Taouli B., Hoshida Y., Kakite S., Chen X., Tan P.S., Sun X., Kihira S., Kojima K., Toffanin S., Fiel M.I., Hirschfield H., Wagner M., Llovet J.M. Imaging-based surrogate markers of transcriptome subclasses and signatures in hepatocellular carcinoma: preliminary results // *Eur. Radiol.* – 2017. – Vol. 27, no. 11. – P. 4472-4481. <https://doi.org/10.1007/s00330-017-4844-6>

49. Hui T.C.H., Chuah T.K., Low H.M., Tan C.H. Predicting early recurrence of hepatocellular carcinoma with texture analysis of preoperative MRI: a radiomics study // *Clin. Radiol.* – 2018. – Vol. 73, no. 12. – P. 1056.e11-1056.e16. <https://doi.org/10.1016/j.crad.2018.07.109>

## АНДАТПА

# ГЕПАТОЦЕЛЛЮЛЯРЛЫ КАРЦИНОМАНЫҢ ЗАМАНАУИ СӘУЛЕЛІК ДИАГНОСТИКАСЫНЫҢ ЖАҢА МҮМКІНДІКТЕРІ: ӘДЕБИЕТКЕ ШОЛУ

мүмкіндіктері: әдебиеттерге шолу

Б.К. Исаматов<sup>1</sup>, С.Д. Дурсунов<sup>1</sup>, А.С. Айнақұлова<sup>1,2</sup>, А.А. Мустапаева<sup>1</sup>, Ж.М. Аманқұлов<sup>1,2</sup>, Ж.Ж. Жолдыбай<sup>1</sup>

<sup>1</sup>С.Д.Асфендияров атындағы Қазақ ұлттық медицина университеті) КЕАҚ, Алматы, Қазақстан Республикасы

<sup>2</sup>Қазақ онкология және радиология ғылыми-зерттеу институты) АҚ, Алматы, Қазақстан Республикасы

**Өзектілігі:** Гепатоцеллюлярлы карцинома (ГЦК) – бауырдың ең көп таралған бастапқы қатерлі ісігі (80-90%), қатерлі ісіктер құрылымында 6-шы орында және бүкіл әлем бойынша қатерлі ісікпен болатын өлімнің ең көп тараған 3-ші себебі болып табылады. Локорегионарлық терапия, мақсатты терапия және иммунотерапия саласындағы жетістіктерге қарамастан, прогрессивті НСС-де орташа өмір сүру деңгейі 2 жылдан аспайды, ал 5 жылдық өмір сүру деңгейі 18% құрайды. Ісіктің ерте сатысында диагноз қою бес жылдық өмір сүруді 1,5-2 есе арттыруға қабілетті резекция мен бауыр трансплантациясын қолдануға мүмкіндік береді. Биопсия мүмкіндіктері пациент үшін сезімталдықпен және ықтимал асқынулармен шектеледі. Жағдайлардың басым көпшілігінде НСС инвазивті емес сәулелік диагностика әдістерімен тексерілуі мүмкін.

**Зерттеудің мақсаты:** ГЦК сәулелі диагностикасының заманауи әдістерінің тиімділігін бағалау болып табылады  
**Әдістері:** Бұл әдеби шолуда гепатоцеллюлярлы карциноманы сәулелік диагностикалаудың заманауи әдістерінің мүмкіндіктері туралы мақалалар мен әдеби шолулар бар. Деректерді іздеу PubMed, BMC medicine, google scholar жүйелерінде гепатоцеллюлярлы карцинома, ультрадыбыстық зерттеу, компьютерлі томография, магнитті-резонанстық томография, мәліметтер базасындағы радиохирургия кілт сөздерін қолдана отырып жүргізілді. Барлығы 123 басылым табылды, оның 49 көзі осы шолуға енгізілген.

**Нәтижелері:** Шолу мақаласы гепатоцеллюлярлы карциноманың эпидемиологиясының, генетикасының, этиологиясының және сәулелік диагностикасының өзекті мәселелерін қарастырады. CEUS және MFI, NDCT және DEKT, a-MRI тиімділігі туралы жаңартылған деректер ұсынылған. Радиологиядағы субъективтілік мәселесін шешетін және ГЦК инвазивті емес диагностикасында жаңа мүмкіндіктер ұсынатын MPT радиомикасының перспективалары сипатталған. Қазіргі уақытта гепатоцеллюлярлы карциноманы диагностикалауда сәулелік зерттеу әдістерінің мүмкіндіктерін зерттеу жалғасуда.

**Қорытынды:** CEUS ісік тамырларын визуализациялауда жоғары тиімді. NDCT сезімталдық пен ерекшелікте ультрадыбыстық зерттеуден асып түседі. A-MRI ультрадыбыспен салыстырғанда тәуекел топтарында скринингтік әдіс ретінде жақсы нәтижелерді көрсетеді. MPT радиомикасы ісіктің гистологиялық классификациясы мен радиогеномикасын анықтауға, хирургиялық резекциядан кейін қайталануды болжауға, МВИ-ді бағалауға және трансартериялық химиоэмболизация мен жүйелік терапияға жасауға беруге мүмкіндік береді.

**Түйінді сөздер:** гепатоцеллюлярлы карцинома (ГЦК), ультрадыбыстық зерттеу (УЗ), компьютерлі томография (КТ), магнитті-резонанстық томография (МРТ), радиомика.

## ABSTRACT

### NEW POSSIBILITIES OF MODERN RADIOLOGY DIAGNOSIS OF HEPATOCELLULAR CARCINOMA: A LITERATURE REVIEW

**B.K. Isamatov<sup>1</sup>, S.D. Dursunov<sup>1</sup>, A.S. Ainakulova<sup>1,2</sup>, A.A. Mustapaeva<sup>1</sup>, J.M. Amankulov<sup>1,2</sup>, Zh.Zh. Zholdybay<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>«Asfendiyarov Kazakh National Medical University» NpJSC, Almaty, the Republic of Kazakhstan;

<sup>2</sup>«Kazakh Institute of Oncology and Radiology» JSC, Almaty, the Republic of Kazakhstan

**Relevance:** Hepatocellular carcinoma (HCC) is the most common primary malignant liver tumor (80-90%), ranks 6th among malignant neoplasms and is the 3rd leading cause of cancer mortality worldwide. Despite advances in locoregional therapy, targeted therapy, and immunotherapy, the median survival for advanced HCC does not exceed 2 years, and the 5-year survival rate is 18%. Diagnosis of the tumor at an early stage allows for resection and liver transplantation, which can increase the 5-year survival rate by 1.5-2 times. The options for biopsy are limited by sensitivity and potential complications for the patient. In most cases, HCC can be detected by non-invasive radiology.

**The study aimed to** evaluate the effectiveness of modern methods of radiological diagnosis of HCC.

**Methods:** This literature review included published articles and studies on the capacity of modern methods of radiological diagnosis of hepatocellular carcinoma. Data were found in PubMed, BMC Medicine, and Google Scientific using the keywords 'hepatocellular carcinoma,' 'ultrasound examination,' 'computed tomography,' 'magnetic resonance imaging,' and 'radiomics.' A total of 123 publications were found; 49 sources were included in this review.

**Results:** The review article addresses current issues of HCC epidemiology, genetics, etiology, and radiology diagnosis. Updated data on the efficacy of CEUS and MFI, LDCT and DECT, and a-MRI are presented. The prospects of MRI-radiomics, which solves the problem of subjectivity in radiology and offers new possibilities in the non-invasive diagnosis of HCC, are described. The study of the possibilities of radiology methods in the diagnosis of HCC continues.

**Conclusion:** CEUS is highly effective for imaging tumor vascularization. LDCT is superior to ultrasound in sensitivity and specificity. A shortened MRI protocol delivers better results than an ultrasound as a screening tool for high-risk groups. MRI-radiomics can determine the tumor histological classification and radiogenomics, predict recurrence after surgical resection, and evaluate measurement methodology and response to transarterial chemoembolization and systemic therapy.

**Keywords:** hepatocellular carcinoma (HCC), ultrasound (US), computed tomography (CT), magnetic resonance imaging (MRI), radiomics.

**Прозрачность исследования:** Авторы несут полную ответственность за содержание данной статьи.

**Конфликт интересов:** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование:** Авторы заявляют об отсутствии финансирования исследования.

**Вклад авторов:** вклад в концепцию – Исаматов Б.К., Аманкулов Ж.М., Жолдыбай Ж.Ж.; научный дизайн – Исаматов Б.К., Айнаулова А.С., Мустапаева А.А.; исполнение заявленного научного исследования – Дурсунов С.Д., Айнаулова А.С., Аманкулов Ж.М.; интерпретация заявленного научного исследования – Исаматов Б.К., Айнаулова А.С., Мустапаева А.А., Жолдыбай Ж.Ж.; Дурсунов С.Д.; создание научной статьи – Исаматов Б.К., Дурсунов С.Д., Айнаулова А.С.

**Сведения об авторах:**

**Исаматов Б.К.** – ассистент кафедры «Визуальная диагностика» НАО «Казахский Национальный Медицинский Университет имени С. Д. Асфендиярова», Алматы, Республика Казахстан, тел. +77078288351, e-mail: b.isamatov@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-5515-8468;

**Дурсунов С.Д. (корреспондирующий автор)** – резидент кафедры «Визуальная диагностика», НАО «Казахский Национальный Медицинский Университет имени С. Д. Асфендиярова», Алматы, Республика Казахстан, тел. +77052490999, e-mail: sultandursunov@gmail.com, ORCID ID: 0009-0007-0638-7065;

**Айнакулова А.С.** – PhD, доцент кафедры «Визуальная диагностика», НАО «Казахский Национальный Медицинский Университет имени С. Д. Асфендиярова», врач лучевой диагностики отд. Радиологии и Ядерной медицины АО «Казахский научно-исследовательский институт онкологии и радиологии», Алматы, Республика Казахстан, тел. +77017242429, e-mail: ar89@list.ru, ORCID ID: 0000-0003-1773-5145;

**Мустапаева А.А.** – PhD, доцент кафедры «Визуальная диагностика», НАО «Казахский Национальный Медицинский Университет имени С. Д. Асфендиярова», Алматы, Республика Казахстан, тел. +77758555761, e-mail: mustapaeva\_aigerim@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-9738-5995;

**Аманкулов Ж.М.** – PhD, заведующий отделением радиологии и ядерной медицины АО «Казахский научно-исследовательский институт онкологии и радиологии», ассистент кафедры «Визуальная диагностика», «Казахский Национальный Медицинский Университет им. С.Д. Асфендиярова», Алматы, Республика Казахстан, тел. +77013514213, e-mail: zhandos.amankulov@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-7389-3119;

**Жолдыбай Ж.Ж.** – д.м.н., проф., зав. каф. «Визуальная диагностика», НАО «Казахский Национальный Медицинский Университет имени С. Д. Асфендиярова», Алматы, Республика Казахстан, тел. +7772101612, e-mail: joldybay.j@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-0553-9016.

**Адрес для корреспонденции:** Дурсунов С.Д., улица Феокистова 31, село Карасай, Енбекшиказахский район, Алматинская область 040432, Республика Казахстан.