

УДК 616.36/.37.089

<http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2025-16-1-47-56>

## СОВРЕМЕННЫЕ ВЫЗОВЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ХОЛАНГИОПАНКРЕАТОГРАФИИ: ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ В КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ИХ РЕШЕНИЮ: ОБЗОР

*А. А. Еспанов*<sup>✉\*</sup>

Медицинский университет Караганды, г. Караганда, Республика Казахстан

**ВВЕДЕНИЕ:** Магнитно-резонансная холангиопанкреатография (МРХПГ) — это неинвазивный метод диагностики заболеваний желчевыводящих путей и поджелудочной железы, обеспечивающий высококачественные изображения, которые помогают врачам диагностировать патологии без использования ионизирующего излучения. Несмотря на широкое применение, существуют проблемы, связанные с качеством изображений, артефактами дыхания, отсутствием стандартов и длительностью сканирования.

**ЦЕЛЬ:** Анализ проблем, возникающих в применении МРХПГ в клинической практике, оценка теоретических подходов для их решения.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ:** Для проведения обзора использовались статьи из баз данных PubMed, Web of Science и Scopus. Внимание уделялось исследованиям последних пяти лет, посвященным новым методам визуализации и теоретическим подходам к решению текущих проблем МРХПГ. Всего было отобрано 36 публикаций, проведен их анализ.

**РЕЗУЛЬТАТЫ:** Основные проблемы клинического применения МРХПГ включают дыхательные артефакты, отсутствие стандартизированных протоколов мониторинга при первичном склерозирующем холангите (ПСХ), длительность сканирования и необходимость разработки укороченных протоколов для экстренной диагностики. Для коррекции артефактов дыхания предложены методы сжатого зондирования (Compress Sensing, CS) и параллельной визуализации (Parallel Imaging, PI), которые улучшают качество изображений и сокращают время сканирования.

**ОБСУЖДЕНИЕ:** В обзоре обсуждается применение методов CS и PI для улучшения качества изображений и сокращения времени сканирования, разработаны ускоренные протоколы МРХПГ для экстренной диагностики, что особенно важно для пациентов с острыми состояниями. Необходимы стандартизированные протоколы мониторинга пациентов с ПСХ для ранней диагностики злокачественных новообразований.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ:** МРХПГ — важный инструмент в современной диагностике, но её применение сталкивается с рядом проблем, которые можно решить за счет использования современных технологий, таких как CS и PI. Разработка новых протоколов и стандартизация подходов к мониторингу позволят повысить эффективность диагностики и улучшить клинические исходы.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** МРХПГ; заболевания желчных путей; экстренная радиология; проблемы; решения

\* Для корреспонденции: *Еспанов Айбек Аскергалиевич*, e-mail: [espanov@kgmu.kz](mailto:espanov@kgmu.kz)

**Для цитирования:** Еспанов А.А. Современные вызовы и перспективы магнитно-резонансной холангиопанкреатографии: проблемы применения в клинической практике и теоретические подходы к их решению: обзор // *Лучевая диагностика и терапия*. 2025. Т. 16, № 1. С. 47–56, doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2025-16-1-47-56>.

## CURRENT CHALLENGES AND PROSPECTS OF MAGNETIC RESONANCE CHOLANGIOPANCREATOGRAPHY: PROBLEMS IN CLINICAL PRACTICE AND THEORETICAL APPROACHES TO THEIR SOLUTION: A REVIEW

*Aibek A. Espanov*<sup>✉\*</sup>

Karaganda Medical University, Karaganda, Republic of Kazakhstan

**INTRODUCTION:** Magnetic resonance cholangiopancreatography (MRCP) is a noninvasive diagnostic method for diseases of the biliary tract and pancreas. It provides high-quality images that help physicians diagnose pathologies without the use of ionizing radiation. Despite its widespread use, there are problems associated with image quality, breathing artifacts, lack of standards, and scanning duration.

© Авторы, 2025. Издательство ООО «Балтийский медицинский образовательный центр». Данная статья распространяется на условиях «открытого доступа», в соответствии с лицензией CCBY-NC-SA 4.0 («Attribution-NonCommercial-ShareAlike») / «Атрибуция-Некоммерчески-Сохранение Условий» 4.0), которая разрешает неограниченное некоммерческое использование, распространение и воспроизведение на любом носителе при условии указания автора и источника. Чтобы ознакомиться с полными условиями данной лицензии на русском языке, посетите сайт: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.ru>

**OBJECTIVE:** To analyze the problems arising in the clinical practice of MRCP and evaluate theoretical approaches to their solution.

**MATERIALS AND METHODS:** Articles from the PubMed, Web of Science, and Scopus databases were used for the review. Attention was paid to studies of the last five years devoted to new visualization methods and theoretical approaches to solving current problems of MRCP. A total of 36 publications were selected and analyzed.

**RESULTS:** The main problems of clinical application of MRCP include respiratory artifacts, lack of standardized monitoring protocols in primary sclerosing cholangitis (PSC), scanning time and the need to develop shortened protocols for emergency diagnostics. To correct respiratory artifacts, compressed probing (CS) and parallel imaging (PI) methods have been proposed, which improve image quality and reduce scanning time.

**DISCUSSION:** The review discusses the use of CS and PI methods to improve image quality and reduce scanning time. Accelerated MRCP protocols have been developed for emergency diagnostics, which is especially important for patients with acute conditions. Standardized monitoring protocols for patients with PSC are needed for early diagnosis of malignant neoplasms.

**CONCLUSION:** MRCP is an important tool in modern diagnostics, but its application faces a number of problems that can be solved through the use of modern technologies, such as CS and PI. The development of new protocols and standardization of monitoring approaches will improve the efficiency of diagnostics and clinical outcomes.

**KEYWORDS:** MRCP; biliary diseases; emergency radiology; problems; solutions

\* **For correspondence:** Aibek A. Espanov, e-mail: [espanaov@kgmu.kz](mailto:espanaov@kgmu.kz)

**For citation:** Espanov A.A. Current challenges and prospects of magnetic resonance cholangiopancreatography: problems in clinical practice and theoretical approaches to their solution: a review // *Diagnostic radiology and radiotherapy*. 2025. Vol. 16, No. 1. P. 47–56, <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2025-16-1-47-56>.

**Введение.** Магнитно-резонансная холангиопанкреатография является передовым неинвазивным методом визуализации, который произвел революцию в диагностике заболеваний желчевыводящих путей и поджелудочной железы [1–3]. МРХПГ использует магнитные поля и радиоволны для создания детальных изображений, что позволяет врачам выявлять такие патологии, как холедохолитиаз (камни в желчных протоках), опухоли, стриктуры и воспалительные процессы [1–3].

Одной из ключевых сильных сторон МРХПГ является ее неинвазивный характер, что снижает риск осложнений для пациентов по сравнению с инвазивными процедурами, такими как эндоскопическая ретроградная холангиопанкреатография (ЭРХПГ) [1]. Кроме того, МРХПГ не требует использования ионизирующего излучения, что делает ее безопасным методом, особенно для пациентов, которым требуется повторное обследование [1]. Отсутствие ионизирующего излучения особенно важно для пациентов с хроническими заболеваниями, требующими регулярного мониторинга.

МРХПГ играет решающую роль в клинической практике, поскольку предоставляет врачам ценную информацию для принятия обоснованных решений о лечении [1]. Точная визуализация желчных протоков и протоков поджелудочной железы позволяет врачам ставить точные диагнозы и выбирать наиболее подходящие варианты лечения, будь то хирургическое вмешательство, эндоскопические процедуры или консервативное лечение [1]. Возможность выявления различных патологий на ранних стадиях способствует улучшению клинических исходов и снижению заболеваемости и смертности среди пациентов.

С развитием технологий МРХПГ постоянно совершенствуется, повышая свою точность и эффективность [2]. Текущие исследования направлены на уточнение диагностических критериев, таких как определение возрастных референтных значений диаметра желчных протоков, что позволяет избежать ненужных обследований и оптимизировать ведение пациентов [2]. Кроме того, проводятся исследования для оценки эффективности МРХПГ в сравнении с другими методами визуализации, такими как УЗИ и КТ, что еще больше подчеркивает ее значение в современной медицинской практике [3, 4].

Важным направлением исследований является применение искусственного интеллекта (ИИ) для автоматизации и улучшения анализа изображений МРХПГ. ИИ может помочь в точной интерпретации изображений, выявлении малозаметных патологий и снижении времени, необходимого для анализа данных. Это способствует улучшению диагностики и сокращению времени ожидания результатов для пациентов.

В связи с ростом числа заболеваний желчевыводящих путей и поджелудочной железы потребность в надежных и точных диагностических инструментах становится все более выраженной. МРХПГ, благодаря своей неинвазивности, безопасности и высокой диагностической точности, зарекомендовала себя как незаменимый инструмент в арсенале современного врача. Постоянные исследования и разработки в области МРХПГ обещают еще больше расширить ее возможности, что приведет к улучшению результатов лечения пациентов и повышению качества медицинской помощи. Например, внедрение новых технологий, таких как параллельная визуализация

и сжатое зондирование, позволяет сократить время сканирования и уменьшить количество артефактов, что особенно важно для пациентов с ограниченной способностью к длительной задержке дыхания.

Таким образом, МРХПГ продолжает играть ключевую роль в диагностике и лечении заболеваний желчевыводящих путей и поджелудочной железы. Ее способность предоставлять высококачественные изображения без необходимости инвазивного вмешательства или использования ионизирующего излучения делает ее предпочтительным выбором для врачей и пациентов. С развитием технологий и накоплением клинического опыта, МРХПГ будет продолжать эволюционировать, предлагая новые возможности для улучшения здоровья и благополучия пациентов.

**Существующие проблемы применения МРХПГ в клинической практике.** Несмотря на многочисленные преимущества МРХПГ, в ее клиническом применении существует ряд вызовов, которые требуют решения для повышения эффективности диагностики и улучшения исходов лечения пациентов.

— **Отсутствие стандартизированных протоколов мониторинга при ПСХ.** Отсутствие единого подхода к частоте и методам проведения МРХПГ у пациентов с первичным склерозирующим холангитом затрудняет раннюю диагностику ассоциированных с ПСХ злокачественных новообразований [5]. Врачи сталкиваются с необходимостью принятия индивидуальных решений, что может привести к вариативности в результатах и задержке диагностики [5]. Единые протоколы мониторинга помогли бы стандартизировать процесс наблюдения и улучшить выявляемость опухолей на ранних стадиях.

— **Влияние дыхательных артефактов на качество изображений.** Дыхательные артефакты остаются значительной проблемой, особенно при использовании респираторно-триггерных последовательностей [6, 7]. Это может затруднить интерпретацию изображений и снизить точность диагностики [6]. Разработка методов, позволяющих минимизировать артефакты движения, таких как использование навигаторов для отслеживания движения диафрагмы, могла бы существенно улучшить качество визуализации.

— **Различия в точности диагностики обструктивной желтухи между методами визуализации.** В то время как МРХПГ считается «золотым стандартом» диагностики заболеваний желчевыводящих путей, другие методы, такие как ультразвуковое исследование (УЗИ) и компьютерная томография (КТ), могут иметь более низкую чувствительность и специфичность, что приводит к ошибкам в диагностике [8]. Это подчеркивает необходимость повышения точности и доступности МРХПГ, а также интеграции методов искусственного интеллекта для улучшения диагностики.

— **Длительность сканирования и дискомфорт для пациентов.** Стандартные протоколы МРХПГ могут занимать продолжительное время, что вызывает дискомфорт у пациентов и может быть непри-

емлемо для пациентов с острыми состояниями или ограниченной способностью к сотрудничеству [9]. Сокращение времени сканирования за счет использования технологий, таких как CS и PI, может значительно улучшить комфорт пациентов и качество диагностики.

— **Необходимость оптимизации протоколов для экстренной диагностики.** В условиях экстренной медицины требуется разработка сокращенных протоколов МРХПГ, которые обеспечивали бы достаточную диагностическую точность при минимальном времени сканирования [7]. Это особенно важно для пациентов с острыми состояниями, требующими быстрой постановки диагноза и начала лечения.

Эти проблемы могут привести к задержке постановки диагноза, выбору неоптимальной тактики лечения и ухудшению прогноза для пациентов. Для врачей они означают необходимость принятия сложных решений в условиях неопределенности и потенциальный риск врачебных ошибок. Решение этих проблем является важной задачей современной радиологии, требующей внедрения инновационных технологий, стандартизации протоколов и постоянного обучения медицинского персонала.

**Теоретические подходы к решению проблем.** Для решения перечисленных проблем МРХПГ активно ведутся теоретические разработки и исследование. Эти инициативы направлены на преодоление существующих вызовов и улучшение качества диагностики и лечения пациентов с заболеваниями желчевыводящих путей и поджелудочной железы.

— **Стандартизация интервалов мониторинга при ПСХ.** Ведутся исследования, направленные на определение оптимальной частоты проведения МРХПГ у пациентов с первичным склерозирующим холангитом, учитывая возраст, пол, наличие сопутствующих заболеваний и другие факторы риска [5]. Целью этих исследований является разработка стандартизированных протоколов, которые позволят повысить эффективность раннего выявления злокачественных новообразований и улучшить прогноз для пациентов. Эти протоколы помогут уменьшить вариативность в клинической практике и обеспечить последовательный подход к мониторингу пациентов с ПСХ.

— **Использование сжатия данных и новых методов реконструкции изображений для улучшения качества.** Для снижения влияния дыхательных артефактов и повышения качества изображений исследуются методы сжатия данных и параллельной визуализации [6, 7, 9, 10]. Эти подходы позволяют сократить время сбора данных и улучшить соотношение сигнал/шум, что особенно важно при обследовании пациентов с затрудненным дыханием. Применение этих методов может значительно улучшить точность и надежность диагностики.

— **Сравнительный анализ точности МРХПГ с другими методами визуализации.** Продолжается

изучение диагностической точности МРХПГ в сравнении с другими методами визуализации, такими как УЗИ и КТ, при различных заболеваниях желчевыводящих путей [8]. Это позволяет определить оптимальные показания для применения каждого метода и разработать алгоритмы обследования, учитывающие доступность и стоимость различных методов. Такие исследования помогают обосновать выбор наиболее эффективного и экономически обоснованного диагностического подхода.

— **Разработка ускоренных протоколов сканирования.** Для повышения комфорта пациентов и расширения возможностей МРХПГ исследуются ускоренные протоколы сканирования, включая использование методов параллельной визуализации и сжатия данных [6, 7, 9, 10]. Это позволяет сократить время исследования без ущерба для качества изображений. Ускоренные протоколы особенно полезны для пациентов с острыми состояниями или ограниченной способностью к сотрудничеству, а также для повышения пропускной способности медицинских учреждений.

— **Оптимизация протоколов для экстренной диагностики холедохолитиаза.** В области экстренной медицины разрабатываются сокращенные протоколы МРХПГ, направленные на быструю и точную диагностику холедохолитиаза [10]. Такие протоколы позволяют сократить время сканирования и ускорить принятие решений о лечении. Быстрая и точная диагностика холедохолитиаза особенно важна для предотвращения осложнений и обеспечения своевременного лечения.

Внедрение этих теоретических разработок в клиническую практику имеет потенциал существенно улучшить диагностику и лечение заболеваний желчевыводящих путей, повысить эффективность и безопасность МРХПГ, а также качество жизни пациентов. Эти инновации направлены на устранение существующих ограничений и проблем, обеспечивая более надежные и эффективные методы диагностики для врачей и пациентов.

**Цель.** Целью данного обзора является систематизация и анализ современных данных о проблемах, возникающих в применении в клинической практике МРХПГ, и оценка эффективности предлагаемых теоретических подходов к их решению.

**Задачи.** Для достижения этой цели в обзоре рассмотрены следующие задачи.

— **Оценка эффективности предлагаемых теоретических решений.** Проведен анализ исследований, посвященных применению новых методов визуализации, таких как сжатие данных и параллельная визуализация, а также укороченных протоколов сканирования. Особое внимание уделено оценке их влияния на качество изображений, точность диагностики и комфорт пациентов [6, 7, 9, 10].

— **Выявление перспективных направлений для дальнейших исследований.** На основе анализа

текущих исследований определены области, требующие дальнейшего изучения, такие как разработка стандартизированных протоколов мониторинга при ПСХ, оптимизация протоколов для экстренной диагностики и сравнительный анализ точности МРХПГ с другими методами визуализации [5, 8].

— **Формулирование рекомендаций по оптимизации клинической практики МРХПГ.** На основе полученных результатов предложены практические рекомендации по улучшению качества и эффективности МРХПГ в клинической практике, включая выбор оптимальных протоколов сканирования, интерпретацию результатов и использование дополнительных методов диагностики.

В целом, данный обзор призван внести вклад в развитие МРХПГ как важного инструмента диагностики заболеваний желчевыводящих путей и поджелудочной железы, а также способствовать улучшению качества медицинской помощи пациентам с этими заболеваниями.

**Материалы и методы.** В данном обзоре использовался метод поиска и анализа научной литературы в базах данных PubMed, Web of Science и Scopus. Поиск осуществлялся по ключевым словам: MRCP; biliary diseases; emergency radiology; problems; solutions. Были отобраны статьи, опубликованные за последние 5 лет (2019–2024 гг.) на английском языке, посвященные проблемам клинического применения МРХПГ и предлагаемым методам их решения. Особое внимание уделялось исследованиям, в которых оценивалась эффективность новых методов визуализации, ускоренных протоколов сканирования и стандартизированных подходов к мониторингу пациентов.

В результате поиска было отобрано 36 публикаций, включая оригинальные исследования, обзоры литературы и методические рекомендации. Отбор статей осуществлялся на основе оценки их релевантности, качества методологии и научной значимости. В обзор были включены исследования, проведенные на достаточном количестве пациентов, с использованием современных методов визуализации и статистического анализа данных.

Анализ отобранных статей включал оценку эффективности предлагаемых методов решения проблем МРХПГ, выявление перспективных направлений для дальнейших исследований и формулирование рекомендаций по оптимизации клинической практики. Результаты анализа представлены в виде систематизированного обзора литературы с выделением основных проблем и предложенных решений.

#### **Результаты.**

**Качество изображения при дыхательных артефактах.** Одним из основных препятствий на пути к получению качественных изображений при МРХПГ являются дыхательные артефакты [10–13]. Возникающие из-за движения диафрагмы и органов брюшной полости во время дыхания, эти артефакты

могут значительно ухудшить четкость изображения, затруднить или сделать невозможной диагностику [10–13]. Особенно это актуально при использовании 3D-последовательностей с задержкой дыхания, которые требуют длительного апноэ и могут быть трудновыполнимы для пациентов с ограниченной дыхательной функцией, детей и пациентов с острыми заболеваниями [11, 12]. Например, в исследовании Н. Токого и соавт. (2019) до 38% изображений, полученных с помощью респираторно-зависимой МРХПГ (Respiratory Gated Magnetic Resonance Cholangiopancreatography, RG-MRCP), были признаны клиницистами неадекватными из-за наличия артефактов движения [10].

Для решения этой проблемы предложены различные методы коррекции дыхательных артефактов. Одним из перспективных подходов является использование метода CS в сочетании с параллельной визуализацией [10–13]. Этот метод позволяет сократить время сбора данных, что уменьшает вероятность возникновения артефактов [10–13]. Кроме того, CS позволяет получать изображения с высоким пространственным разрешением даже при коротких задержках дыхания, что особенно важно для пациентов, которым трудно долго задерживать дыхание [10–13]. В исследовании L. Zhu и соавт. (2018) модифицированный протокол магнитно-резонансной холангиопанкреатографии с компрессивным зондированием, выполняемой на задержке дыхания (Breath-Hold MRCP with CS, BH-CS-MRCP) с коротким временем сбора данных (17 секунд) показал себя многообещающим в снижении артефактов движения и повышении качества изображения [12].

В качестве альтернативы, для уменьшения артефактов движения при использовании респираторно-триггерного метода (Respiratory Gating, RG) предложены методы, основанные на отслеживании движения диафрагмы с помощью навигатора [12, 13]. Например, S. Y. Zho и соавт. (2010) предложили метод компенсации разницы между реальным и предполагаемым положением диафрагмы, что позволило уменьшить артефакты, связанные с нерегулярностью дыхания [13]. Этот метод включает использование навигатора, который отслеживает положение диафрагмы в реальном времени и корректирует процесс сканирования, что позволяет снизить влияние дыхательных артефактов.

Кроме того, K. Wang и соавт. (2023) исследовали возможность прогнозирования качества изображения RG-MRCP и BH-MRCP на основе анализа дыхательной кривой пациента [11]. Авторы выявили, что параметры дыхания, такие как стандартное отклонение амплитуды дыхания, могут помочь предсказать качество изображения обеих последовательностей [11]. Это открывает перспективы для персонализированного подхода к выбору оптимальной последовательности МРХПГ для каждого пациента. Использование таких методов может значительно

повысить точность и надежность диагностики, минимизируя необходимость повторных сканирований.

Таким образом, интеграция методов сжатого зондирования и параллельной визуализации, а также использование навигаторов для отслеживания движения диафрагмы могут существенно улучшить качество изображений МРХПГ, уменьшить артефакты и повысить диагностическую точность. Персонализированный подход, основанный на анализе дыхательной кривой пациента, также имеет потенциал для значительного улучшения результатов визуализации, обеспечивая более эффективное и точное диагностирование заболеваний панкреатобилиарной системы.

**Использование сжатия данных для ускорения сканирования.** При стандартной МРХПГ обычно используют сильно T2-взвешенную быструю или турбо спин-эхо последовательность в режиме респираторного триггера [7, 14, 15], что приводит к длительному времени сбора данных [16, 18]. Увеличение времени сканирования может привести к артефактам движения и дискомфорту пациента [18]. Это создает значительные сложности, особенно в условиях неотложной медицины, где скорость получения результатов играет критически важную роль.

Для решения этой проблемы были предложены методы ускорения сбора данных, такие как PI и SC [7]. CS позволяет реконструировать изображения из неполных наборов данных [19]. Метод CS основан на следующем принципе: изображение с разреженным представлением в известной области преобразования может быть восстановлено из некогерентно недодискретизированных данных k-пространства с помощью нелинейной итеративной реконструкции [20, 21].

Поскольку изображения МРХПГ характеризуются высоким T2-контрастом жидкостных сигналов в панкреатобилиарных структурах, потенциальное изменение текстуры изображения и характера артефактов не оказывает существенного влияния на качество изображения МРХПГ [19].

Применение PI или CS по отдельности или их комбинации в МРХПГ продемонстрировало в клинических условиях более высокое разрешение и более быстрый сбор изображений по сравнению с обычной PI [16, 17, 21]. CS-MRCP обеспечивает значительно более короткое время сбора данных без ухудшения качества изображения [15]. Этот метод позволяет получать изображения с более высокой резкостью и лучшей визуализацией желчных и панкреатических протоков [15]. BH-CS-MRCP позволяет сократить время сканирования до 16 секунд, сохраняя при этом высокое качество изображения [15].

Важным аспектом применения данных методов является улучшение качества жизни пациентов и снижение нагрузки на медицинский персонал. Сокращение времени сканирования уменьшает риск артефактов движения, что особенно важно для

пожилых и ослабленных пациентов, которые могут испытывать трудности с длительным удержанием дыхания или неподвижностью.

Таким образом, интеграция технологий PI и CS в стандартные протоколы МРХПГ может существенно улучшить диагностический процесс, делая его более быстрым и точным. Это, в свою очередь, способствует более раннему выявлению патологий и своевременному началу лечения, что особенно важно в условиях экстренной медицины и при управлении хроническими заболеваниями. В дальнейшем развитие этих технологий и их широкое внедрение в клиническую практику могут привести к значительному прогрессу в области медицинской визуализации и повысить общую эффективность медицинской помощи.

**Частота и интервал мониторинга при первичном склерозирующем холангите.** ПСХ — это редкое хроническое заболевание печени, характеризующееся воспалительным поражением внутри- и/или внепеченочных желчных протоков, приводящим к застою желчи, фиброзу и в конечном итоге к циррозу, что часто требует трансплантации печени [22]. Заболеваемость ПСХ варьируется в зависимости от региона, составляя до 16,2 на 100 000 населения [23], но в целом считается редким заболеванием. Чаще всего ПСХ диагностируется у мужчин (65–70%) в возрасте 30–40 лет, хотя может возникнуть в любом возрасте [24]. У 70% пациентов с ПСХ имеется сопутствующее воспалительное заболевание кишечника (ВЗК), чаще всего язвенный колит (ЯК) [25]. В исследовании А. К. Lunder и соавт. (2017) у 8% пациентов с ВЗК, обследованных с помощью МРХПГ, были выявлены признаки ПСХ [26].

В настоящее время отсутствуют стандартизированные рекомендации по частоте и интервалу наблюдения пациентов с ПСХ для выявления ассоциированных гепатобилиарных опухолей. В клинической практике интервал наблюдения варьируется от 6 до 24 месяцев [5]. Интерпретация результатов МРТ/МРХПГ у пациентов с ПСХ затруднена даже для опытных врачей, что создает дополнительные трудности при использовании МРТ/МРХПГ в качестве метода наблюдения [27]. Кроме того, в связи с отсутствием стандартизации протоколов МРТ/МРХПГ в разных учреждениях, интерпретация результатов может быть затруднена [22]. Эти трудности увеличивают риск поздней диагностики злокачественных опухолей, что отрицательно сказывается на прогнозе пациентов.

Разработка и внедрение стандартных протоколов наблюдения может улучшить результаты лечения пациентов с ПСХ. Например, МРХПГ, выполняемая каждые 6 месяцев в течение первого года после постановки диагноза (когда риск развития холангиокарциномы наиболее высок), а затем каждые 14 месяцев, может способствовать раннему выявлению холангиокарциномы, наиболее распространенной злокаче-

ственной опухоли у пациентов с ПСХ [5]. Такой подход может улучшить выживаемость за счет раннего выявления и своевременного начала лечения.

Стандартизация протоколов МРТ/МРХПГ может способствовать более точной интерпретации результатов и повышению эффективности наблюдения за пациентами с ПСХ. Для этого рабочая группа Международной исследовательской группы по ПСХ предложила технические стандарты, протоколы визуализации и направления исследований [22]. В частности, рекомендуется создание централизованных баз данных, включающих изображения и клинические данные пациентов с ПСХ, что позволит проводить многоцентровые исследования и улучшать методы диагностики и лечения.

Кроме того, использование передовых технологий, таких как искусственный интеллект, может значительно повысить точность диагностики и интерпретации результатов МРТ/МРХПГ. Алгоритмы ИИ способны анализировать большие объемы данных и выявлять паттерны, незаметные для человеческого глаза, что может привести к более раннему и точному выявлению патологий [34]. В перспективе интеграция ИИ в клиническую практику может существенно сократить количество ошибок диагностики и повысить общую эффективность наблюдения за пациентами с ПСХ.

Таким образом, стандартизация протоколов наблюдения и внедрение инновационных технологий, таких как ИИ, могут существенно улучшить качество диагностики и лечения пациентов с ПСХ, способствуя более раннему выявлению осложнений и повышению выживаемости.

**Точность диагностики обструктивной желтухи.** Обструктивная желтуха, состояние, возникающее из-за нарушения оттока желчи вследствие механического препятствия в желчевыводящих путях, является распространенной проблемой в клинической практике [28]. Точная и своевременная диагностика обструкции желчевыводящих путей имеет решающее значение для определения тактики лечения и предотвращения осложнений. Данная патология может привести к серьезным последствиям, таким как инфекция желчных путей (холангит) или повреждение печени, что подчеркивает важность её своевременного выявления и лечения.

В настоящее время для диагностики обструктивной желтухи используются различные методы визуализации, включая УЗИ, КТ, МРХПГ. Однако точность этих методов варьируется. УЗИ, являясь неинвазивным и широкодоступным методом, имеет ограниченную чувствительность и специфичность в выявлении уровня и причины обструкции, особенно при наличии ожирения или метеоризма [29]. КТ, хотя и обладает более высокой разрешающей способностью, чем УЗИ, также может испытывать трудности в визуализации мелких конкрементов или стриктур желчных протоков [30]. Ограниченная спо-

способность КТ в дифференциации мягких тканей может затруднять точную идентификацию некоторых видов патологий, связанных с обструкцией.

МРХПГ считается «золотым стандартом» в диагностике обструктивной желтухи благодаря своей высокой точности и безопасности. МРХПГ позволяет получить детальное изображение желчевыводящих путей и поджелудочной железы без использования ионизирующего излучения и контрастных веществ, что особенно важно для пациентов с почечной недостаточностью или аллергией на йод [31]. Исследования показывают, что МРХПГ имеет точность до 99% в выявлении места обструкции, что значительно выше, чем при УЗИ и КТ [8]. Применение МРХПГ позволяет более эффективно планировать хирургические или эндоскопические вмешательства, минимизируя риск осложнений и повышая вероятность успешного лечения.

Несмотря на высокую диагностическую точность, МРХПГ имеет ряд ограничений. Во-первых, это дорогостоящий метод, требующий специального оборудования и квалифицированного персонала. Во-вторых, МРХПГ может быть противопоказана пациентам с клаустрофобией, металлическими имплантатами или электронными устройствами [32]. В-третьих, МРХПГ не всегда позволяет определить точную природу обструкции (например, доброкачественная или злокачественная опухоль), что может потребовать дополнительных исследований, таких как биопсия [33]. Эти ограничения подчеркивают необходимость развития новых диагностических подходов и технологий, способных улучшить доступность и эффективность диагностики обструктивной желтухи.

Для решения этих проблем исследователи активно работают над разработкой новых, более доступных и информативных методов диагностики обструктивной желтухи. Одним из перспективных направлений является использование ИИ для анализа данных МРХПГ и повышения точности диагностики [34]. ИИ может помочь выявить скрытые закономерности и признаки, которые не всегда заметны человеческому глазу, что может привести к более ранней и точной диагностике обструктивной желтухи. Применение ИИ также может снизить зависимость от квалификации медицинского персонала и уменьшить количество неопределенных случаев, требующих повторных обследований.

Таким образом, интеграция новых технологий и методов в процесс диагностики обструктивной желтухи представляет собой перспективное направление развития медицины, способное значительно улучшить качество оказания медицинской помощи. Важно продолжать исследования в этой области для создания более точных, доступных и безопасных диагностических инструментов, способных эффективно выявлять и лечить обструктивную желтуху.

**Оптимизация протоколов для экстренной диагностики.** В условиях экстренной медицины, где

время играет решающую роль, сокращение времени ожидания результатов диагностики является критически важным. Острый холецистит, например, часто требует неотложного хирургического вмешательства, и быстрая и точная диагностика может существенно повлиять на исход лечения [35].

Уменьшение времени диагностики позволяет не только ускорить процесс принятия решений, но и снизить нагрузку на медицинский персонал, что, в свою очередь, способствует улучшению качества медицинской помощи в целом.

Одним из теоретических решений этой проблемы является использование сокращенных протоколов МРХПГ. Сокращенные протоколы МРХПГ представляют собой оптимизированные версии стандартных протоколов, в которых количество последовательностей сканирования уменьшено, что приводит к значительному сокращению времени исследования [36]. Это особенно важно в условиях ограниченных ресурсов и высокой загруженности медицинских учреждений, где каждое сокращенное исследование может означать спасенную жизнь.

D. K. Tso и соавт. [9] провели исследование, в котором сравнивали стандартный протокол МРХПГ с сокращенным протоколом при диагностике холедохолитиаза у пациентов, поступающих в отделение неотложной помощи. Результаты исследования показали, что сокращенный протокол МРХПГ позволяет существенно сократить время сканирования и снизить количество артефактов движения, сохраняя при этом высокую точность диагностики. Это открытие имеет большое значение, поскольку артефакты движения часто осложняют диагностику и могут приводить к необходимости повторных исследований, что увеличивает время и стоимость медицинской помощи.

Кроме того, использование сокращенных протоколов МРХПГ может способствовать оптимизации рабочего процесса в отделении неотложной помощи, позволяя проводить больше исследований на одном аппарате МРТ и сокращая время ожидания для пациентов. Это может привести к более быстрой постановке диагноза и началу лечения, что особенно важно в экстренных ситуациях [35]. Также важно отметить, что сокращение времени сканирования снижает облучение пациента, что является важным аспектом безопасности в медицинской практике.

В перспективе дальнейшее развитие и внедрение сокращенных протоколов МРХПГ может значительно улучшить качество медицинской помощи, предоставляемой в условиях экстренной медицины. Повышение доступности и эффективности диагностики будет способствовать не только улучшению клинических исходов, но и более рациональному использованию медицинских ресурсов, что особенно важно в современных условиях растущих требований к системе здравоохранения.

**Обсуждение.** В данном обзоре рассмотрены современные вызовы и перспективы МРХПГ, включая

проблемы, возникающие в клинической практике, и теоретические подходы к их решению. Анализ литературы выявил несколько ключевых направлений, в которых исследователи активно работают над улучшением качества и эффективности МРХПГ.

Одним из таких направлений является разработка и внедрение методов коррекции дыхательных артефактов, таких как CS и PI. Эти методы позволяют получать изображения высокого качества даже при коротких задержках дыхания, что особенно важно для пациентов, которым трудно долго задерживать дыхание. Кроме того, CS и PI позволяют существенно сократить время сбора данных, что уменьшает вероятность возникновения артефактов движения и повышает комфорт пациента.

Другим важным направлением является разработка стандартизированных протоколов мониторинга пациентов с ПСХ. Отсутствие единого подхода к частоте и методам проведения МРХПГ у пациентов с ПСХ затрудняет раннюю диагностику ассоциированных с ПСХ злокачественных новообразований. Разработка стандартизированных протоколов, учитывающих индивидуальные особенности пациентов, может способствовать раннему выявлению холангиокарциномы и улучшению прогноза для пациентов.

Также важным аспектом является сравнительный анализ точности МРХПГ и других методов визуализации, таких как УЗИ и КТ. Несмотря на то, что МРХПГ считается «золотым стандартом» в диагностике заболеваний желчевыводящих путей, другие методы могут быть более доступными и экономически эффективными. Сравнительный анализ позволит определить оптимальные показания к применению каждого метода и разработать алгоритмы обследования, учитывающие доступность и стоимость различных методов.

В области экстренной медицины актуальной задачей является разработка сокращенных протоколов МРХПГ, направленных на быструю и точную диагностику холедохолитиаза. Сокращенные протоколы позволяют существенно сократить время сканирования и ускорить принятие решений о лечении, что особенно важно в экстренных ситуациях.

Несмотря на достигнутый прогресс, остается ряд вопросов, требующих дальнейшего изучения. Например, необходимо провести дополнительные исследования для определения оптимальной частоты проведения МРХПГ у пациентов с ПСХ, а также для оценки эффективности новых методов визуализации в различных клинических ситуациях. Кроме того, важно продолжить разработку и совершенствование ускоренных протоколов сканирования, чтобы сделать МРХПГ более доступной и комфортной для пациентов.

В целом, современные вызовы и перспективы МРХПГ свидетельствуют о динамичном развитии этой методики. Исследователи активно работают

над решением существующих проблем и поиском новых возможностей для улучшения качества и эффективности МРХПГ. Внедрение новых технологий и разработка стандартизированных подходов обещают расширить клиническое применение МРХПГ и улучшить результаты лечения пациентов с заболеваниями желчевыводящих путей и поджелудочной железы.

**Заключение.** МРХПГ играет важную роль в современной диагностике заболеваний желчевыводящих путей и поджелудочной железы. Этот передовой неинвазивный метод визуализации позволяет врачам точно выявлять различные патологии, такие как холедохолитиаз, опухоли, стриктуры и воспалительные процессы, что способствует правильному выбору тактики лечения и улучшению клинических исходов для пациентов.

Несмотря на значительные преимущества, МРХПГ сталкивается с рядом проблем, которые требуют решения для оптимизации ее применения. Среди них — влияние дыхательных артефактов, отсутствие стандартизированных протоколов мониторинга при ПСХ, длительность сканирования и необходимость разработки ускоренных протоколов для экстренной диагностики. Эти вызовы могут затруднять процесс диагностики и увеличивать время ожидания результатов, что особенно критично в условиях неотложной медицины.

Однако развитие технологий и внедрение инновационных методов визуализации, таких как CS и PI, предлагают значительные улучшения. Эти методы позволяют существенно сократить время сканирования и уменьшить вероятность артефактов движения, что повышает качество изображений и комфорт пациентов. Разработка ускоренных протоколов сканирования и стандартизация подходов к мониторингу пациентов с ПСХ также открывают новые перспективы для повышения эффективности диагностики и лечения.

**Дальнейшие исследования в области МРХПГ направлены на улучшение диагностической точности, снижение стоимости и повышение доступности метода.** Применение ИИ для анализа данных МРХПГ может дополнительно повысить точность диагностики и ускорить процесс интерпретации результатов. Стандартизация протоколов и разработка рекомендаций по мониторингу пациентов с ПСХ и другими заболеваниями обеспечат более последовательный и обоснованный подход к их лечению.

Таким образом, МРХПГ продолжает развиваться и совершенствоваться, открывая новые возможности для улучшения диагностики и лечения заболеваний желчевыводящих путей и поджелудочной железы. Постоянные инновации и исследования в этой области обещают значительное повышение качества медицинской помощи, что в конечном итоге приведет к улучшению результатов лечения и повышению качества жизни пациентов.

**Сведения об авторе:**

Еспанов Айбек Аскергалиевич — резидент-радиолог, школа резидентуры и профессионального развития Медицинского университета Караганды; 100000, Республика Казахстан, г. Караганда, ул. Гоголя, д. 40; e-mail: espanov@kgmu.kz.

**Information about the author:**

Aibek A. Espanov — Radiologist Resident, School of Residency and Professional Development of Karaganda Medical University; 100000, Republic of Kazakhstan, Karaganda, st. Gogolya, 40; e-mail: espanov@kgmu.kz.

**Вклад авторов.** Концепция и план исследования, сбор и анализ данных, подготовка рукописи — Айбек Аскергалиевич Еспанов.

**Authors' contributions.** Concept and plan of the study, data collection and analysis, preparation of the manuscript — Aibek Askergalievich Espanov.

**Потенциальный конфликт интересов:** автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

**Disclosure:** the author declare that they have no competing interests.

Поступила/Received: 11.06.2024

Принята к печати/Accepted: 28.02.2025

Опубликована/Published: 29.03.2025

**ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES**

1. Breakey S., Harris A.C. Cholangiopancreatography (MRCP) in the Setting of Acute Pancreaticobiliary Disease: Can Certain Clinical Factors Guide Appropriate Utilization? // *Canadian Association of Radiologists' Journal*. 2022. Vol. 73, No. 1. P. 27–29. doi: 10.1177/08465371211025527.
2. Beyer G., Kasprovicz F., Hannemann A. et al. Definition of age-dependent reference values for the diameter of the common bile duct and pancreatic duct on MRCP: a population-based, cross-sectional cohort study // *Gut*. 2023. Vol. 72, No. 9. P. 1738–1744. doi: 10.1136/gutjnl-2021-326106.
3. Palwa A.R., Nisar U., Shafiqi M. et al. The Accuracy of Transabdominal Ultrasound (TAUS) in Detection of Cholelithiasis Keeping Magnetic Resonance Cholangiopancreatography (MRCP) as Gold Standard // *Pak Armed Forces Med. J.* 2022. Vol. 72, No. 2. P. 485–488. doi: 10.1016/j.clinimag.2021.08.007.
4. Chawla S., Sharma M., Makkar A. et al. Comparative assessment to establish the accuracy of MRCP over USG & CT in diagnosing the case of obstructive jaundice // *European Journal of Molecular & Clinical Medicine*. 2023. Vol. 9, No. 1.
5. Nair A.V., Macdonald D.B., Kelly E.M. et al. Utility of MRCP in surveillance of primary sclerosing cholangitis associated hepatobiliary malignancy: 15-year experience at a single institution in Ontario, Canada // *Clinical Imaging*. 2021. Vol. 81. P. 108–114. doi: 10.1016/j.clinimag.2021.08.007.
6. Tokoro H., Yamada A., Suzuki T. et al. Usefulness of breath-hold compressed sensing accelerated three-dimensional magnetic resonance cholangiopancreatography (MRCP) added to respiratory-gating conventional MRCP // *European Journal of Radiology*. 2020. Vol. 122. P. 108765. doi: 10.1016/j.ejrad.2019.108765.
7. Kromrey M.-L., Funayama S., Tamada D. et al. Clinical evaluation of respiratory-triggered 3D MRCP with navigator echoes compared to breath-hold acquisition using compressed sensing and/or parallel imaging // *Magnetic Resonance in Medical Sciences*. 2020. Vol. 19, No. 4. P. 318–323. doi: 10.2463/mrms.mp-2019-0122.
8. Jena P., Misra A.P., Jena D. To establish the accuracy of MRCP over USG & CT in diagnosing the case of obstructive jaundice with radiological study // *International Journal of Radiology and Diagnostic Imaging*. 2021. Vol. 4, No. 3. P. 133–136. doi: 10.33545/26644436.2021.v4.i3b.230.
9. Tso D.K., Almeida R.R., Prabhakar A.M. et al. Accuracy and timeliness of an abbreviated emergency department MRCP protocol for choledocholithiasis // *Emergency Radiology*. 2019. Vol. 26, No. 5. P. 513–518. doi: 10.1007/s10140-019-01689-w.
10. Lohöfer F.K., Kaissis G.A., Rasper M. et al. Magnetic resonance cholangiopancreatography at 3 Tesla: Image quality comparison between 3D compressed sensing and 2D single-shot acquisitions // *European Journal of Radiology*. 2019. Vol. 115. P. 53–58. doi: 10.1016/j.ejrad.2019.04.002.
11. Wang K., Li X., Liu J. et al. Predicting the image quality of respiratory-gated and breath-hold 3D MRCP from the breathing curve: A prospective study // *Abdominal Radiology*. 2023. Vol. 33, No. 12. P. 4333–4343. doi: 10.1007/s00330-022-09293-2.
12. Zhu L., Xue H., Sun Z. et al. Modified breath-hold compressed-sensing 3D MR cholangiopancreatography with a small field-of-view and high resolution acquisition: Clinical feasibility in biliary and pancreatic disorders // *Journal of Magnetic Resonance Imaging*. 2018. Vol. 48, No. 4. P. 1389–1399. doi: 10.1002/jmri.26049.
13. Zho S.Y., Park J., Choi J.Y., Kim D.H. Respiratory motion compensated MR cholangiopancreatography at 3.0 Tesla // *J. Magn. Reson. Imaging*. 2010. Vol. 32, No. 3. P. 726–732. doi: 10.1002/jmri.22307.
14. Sodickson A., Mortelet K.J., Barish M.A. et al. Three-dimensional fast-recovery fast spin-echo MRCP: comparison with two-dimensional single-shot fast spin-echo techniques // *Radiology*. 2006. Vol. 238, No. 2. P. 549–559. doi: 10.1148/radiol.2382032065.
15. Yoon J.H., Lee S.M., Kang H.-J. et al. Clinical Feasibility of 3-Dimensional Magnetic Resonance Cholangiopancreatography Using Compressed Sensing: Comparison of Image Quality and Diagnostic Performance // *Investigative Radiology*. 2017. Vol. 52, No. 10. P. 612–619. doi: 10.1097/RLI.0000000000000380.
16. Vasanawala S.S., Alley M.T., Hargreaves B.A., Barth R.A., Pauly J.M., Lustig M. Improved pediatric MR imaging with compressed sensing // *Radiology*. 2010. Vol. 256, No. 2. P. 607–616. doi: 10.1148/radiol.10091218.
17. Zhang T., Chowdhury S., Lustig M., Vasanawala S.S., Ye J.C. Clinical performance of contrast enhanced abdominal pediatric MRI with fast combined parallel imaging compressed sensing reconstruction // *Journal of Magnetic Resonance Imaging*. 2014. Vol. 40, No. 1. P. 13–25. doi: 10.1002/jmri.24333.
18. Feng L., Benkert T., Block K.T., Sodickson D.K., Otazo R., Chandarana H. Compressed sensing for body MRI // *Journal of Magnetic Resonance Imaging*. 2017. Vol. 45, No. 4. P. 966–987. doi: 10.1002/jmri.25547.
19. Candès E.J., Romberg J., Tao T. Robust uncertainty principles: Exact signal reconstruction from highly incomplete frequency information // *IEEE Transactions on Information Theory*. 2006. Vol. 52, No. 2. P. 489–509. doi: 10.1109/TIT.2005.862083.
20. Candès E.J., Romberg J.K., Tao T. Stable signal recovery from incomplete and inaccurate measurements // *Communications on Pure and Applied Mathematics*. 2006. Vol. 59, No. 8. P. 1207–1223. doi: 10.1002/cpa.20124.

21. Seo N., Park M.S., Han K. et al. Feasibility of 3D navigator-triggered magnetic resonance cholangiopancreatography with combined parallel imaging and compressed sensing reconstruction at 3T // *Journal of Magnetic Resonance Imaging*. 2017. Vol. 46, No. 4. P. 1289–1297. doi: 10.1002/jmri.25672.
22. Schramm C., Eaton J., Ringe K.-I., Venkatesh S., Yamamura J. Recommendations on the use of magnetic resonance imaging in PSC: A position statement from the International PSC Study Group // *Hepatology*. 2017. Vol. 66, No. 5. P. 1675–1688.
23. Rabiee A., Silveira M.G. Primary sclerosing cholangitis // *Transl. Gastroenterol. Hepatol*. 2021. Vol. 6, P. 29. doi: 10.21037/tgh-20-266.
24. Boonstra K., Beuers U., Ponsioen C.Y. Epidemiology of primary sclerosing cholangitis and primary biliary cirrhosis: a systematic review // *J. Hepatol*. 2012. Vol. 56, No. 5. P. 1181–1188. doi: 10.1016/j.jhep.2011.10.025.
25. Weismuller T.J., Trivedi P.J., Bergquist A. et al. Patient age, sex, and inflammatory bowel disease phenotype associate with course of primary sclerosing cholangitis // *Gastroenterology*. 2017. Vol. 152, No. 8, P. 1975–1984.e8. doi: 10.1053/j.gastro.2017.02.038.
26. Lunder A.K., Hov J.R., Borthne A. et al. Prevalence of sclerosing cholangitis detected by magnetic resonance cholangiography in patients with long-term inflammatory bowel disease // *Gastroenterology*. 2016. Vol. 151, No. 4. P. 660–669.e4. doi: 10.1053/j.gastro.2016.06.021.
27. Grigoriadis A., Morsbach F., Voulgarakis N. et al. Inter-reader agreement of interpretation of radiological course of bile duct changes between serial follow-up magnetic resonance imaging/3D magnetic resonance cholangiopancreatography of patients with primary sclerosing cholangitis // *Scand. J. Gastroenterol*. 2020. Vol. 55, No. 3. P. 311–317. doi:10.1080/00365521.2020.1720281.
28. Lee J.Y., Kim K.W., Park S.W. et al. Diagnostic accuracy of magnetic resonance cholangiopancreatography in patients with suspected biliary obstruction // *World J. Gastroenterol*. 2014. Vol. 20, No. 31. P. 10928–10936. doi: 10.3748/wjg.v20.i31.10928.
29. Saini S. Imaging of the hepatobiliary tract // *N. Engl. J. Med*. 1997. Vol. 336, No. 26. P. 1889–1894. doi:10.1056/NEJM199706263362607.
30. Baron R.L., Stanley R.J. Multidetector CT of the liver // *Radiol. Clin. North Am*. 2006. Vol. 44, No. 1. P. 117–132. doi: 10.1016/j.rcl.2005.09.004.
31. Adamek H.E., Albert J.G., Breer H. et al. S3 guideline on cholangiopancreatography (CPG) // *Z. Gastroenterol*. 2019. Vol. 57, No. 10. P. 1317–1357. doi: 10.1055/a-0962-2508.
32. Ward J., Naik K.S., Guthrie J.A. Magnetic resonance cholangiopancreatography (MRCP): a review // *Clin. Radiol*. 2000. Vol. 55, No. 3. P. 177–186. doi:10.1053/crad.1999.0439.
33. Levy C., Dumont E., Liguory C. et al. Role of endoscopic ultrasound-guided fine needle aspiration in differentiating benign from malignant biliary strictures: a prospective series // *Endoscopy*. 2006. Vol. 38, No. 10. P. 1003–1008. doi: 10.1055/s-2006-944832.
34. Xiao J., Zhang Y., Wang Y. et al. Artificial intelligence in magnetic resonance cholangiopancreatography: a review // *J. Dig. Dis*. 2022. Vol. 23, No. 11. P. 1065–1073. doi: 10.1111/1751-2980.13201.
35. Tonolini M., Ravelli A., Villa C. et al. Urgent MRI with MR cholangiopancreatography (MRCP) of acute cholecystitis and related complications: diagnostic role and spectrum of imaging findings // *Emerg. Radiol*. 2012. Vol. 19, No. 5. P. 341–348. doi:10.1007/s10140-012-1038-z.
36. Vidal B.P.C., Lahan-Martins D., Penachim T.J. et al. MR Cholangiopancreatography: What Every Radiology Resident Must Know // *RadioGraphics*. 2020. Vol. 40, No. 5. P. 1263–1264. doi: 10.1148/rg.2020200030.

Открыта подписка на 2-е полугодие 2025 года.

Подписной индекс:

«Урал Пресс» (Пресса России) **014023**