

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2025

УДК 616-073.756.8+616.344-002-031.84

Горелова Е.С.<sup>1</sup>, Аникин А.В.<sup>1</sup>, Усольцева О.В.<sup>1</sup>, Потапов А.С.<sup>1,2</sup>

## Диагностические возможности магнитно-резонансной томографии при воспалительных заболеваниях кишечника у детей

<sup>1</sup>ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей» Минздрава России, 119991, Москва, Россия;<sup>2</sup>ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), 119991, Москва, Россия

### Резюме

**Введение.** Магнитно-резонансная томография (МРТ) является современным методом диагностики, направленным на выявление патологических изменений в тканях и внутренних органах. МРТ имеет значимый диагностический потенциал при воспалительных заболеваниях кишечника (ВЗК) у детей. Альтернативой эндоскопическому обследованию является МР-энтерография — неинвазивная методика, не связанная с ионизирующим излучением, которая позволяет определить не только состояние стенки кишки на всём протяжении, включая толщину и изменения просвета, но и выявить внекишечные осложнения, а также ответ на лечение. **Цель работы** — определить диагностические возможности МРТ при ВЗК. Для анализа литературы был проведён поиск в базах данных PubMed, MedLine, Google Scholar, eLIBRARY.RU за последние 10 лет. Важнейшим достоинством МРТ является её неинвазивность, что приветствуется при обследовании детей разного возраста. Для улучшения качества изображения при МРТ применяют контрастирование, а также используют различные режимы без контрастного агента. Индексы оценки воспалительной активности кишечника и перианальных осложнений при МРТ тесно коррелируют с эталонными эндоскопическими данными. МРТ широко применяют не только как инструмент диагностики ВЗК у детей, но и как метод динамического наблюдения за больными для оценки эффективности проводимой терапии.

**Заключение.** МРТ является одним из наиболее точных и информативных методов диагностики наряду с эндоскопическим исследованием. Преимуществом метода является неинвазивность, что делает его более доступным к применению в клинической практике, особенно у детей, а также возможность оценки состояния трудно доступных для эндоскопа анатомических структур.

**Ключевые слова:** воспалительные заболевания кишечника; дети; методы визуализации; магнитно-резонансная томография; магнитно-резонансная энтерография; трансмуральное заживление

**Для цитирования:** Горелова Е.С., Аникин А.В., Усольцева О.В., Потапов А.С. Диагностические возможности магнитно-резонансной томографии при воспалительных заболеваниях кишечника у детей. *Российский педиатрический журнал*. 2025; 28(3): 231–236. <https://doi.org/10.46563/1560-9561-2025-28-3-231-236> <https://elibrary.ru/wlxanu>

**Для корреспонденции:** Горелова Елена Сергеевна, ординатор 2-го года обучения по специальности «педиатрия» ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России, [kozminysha@yandex.ru](mailto:kozminysha@yandex.ru)

**Участие авторов:** Горелова Е.С., Аникин А.В., Усольцева О.В., Потапов А.С. — концепция и дизайн исследования; Горелова Е.С. — сбор и обработка материала; Горелова Е.С., Аникин А.В. — написание текста; Горелова Е.С., Усольцева О.В., Аникин А.В., Потапов А.С. — редактирование. Все соавторы — утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

**Финансирование.** Исследование не имело финансовой поддержки.

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

Поступила 22.04.2025  
Принята к печати 20.05.2025  
Опубликована 27.06.2025

Elena S. Gorelova<sup>1</sup>, Anatoly V. Anikin<sup>1</sup>, Olga V. Usoltseva<sup>1</sup>, Alexander S. Potapov<sup>1,2</sup>

## Diagnostic possibilities of magnetic resonance imaging in inflammatory bowel diseases in children

<sup>1</sup>National Medical Research Center for Children's Health, Moscow, 119991, Russian Federation;<sup>2</sup>Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, 119991, Russian Federation

### Summary

**Introduction.** Magnetic resonance imaging (MRI) is a modern diagnostic method aimed at detecting pathological changes in tissues and internal organs. MRI possesses of significant diagnostic potential in inflammatory bowel diseases (IBD) in children. An alternative to endoscopic examination is MR enterography, a non-invasive technique that is not associated with ionizing radiation, which allows determining not only the condition of the intestinal wall throughout, including thickness and changes in the lumen, but also identifying extra-intestinal complications, as well as the response to treatment.

**The aim** of the work is to determine the diagnostic capabilities of magnetic resonance imaging in IBD in children. To analyze the literature, a search was conducted in the databases PubMed, MedLine, Google Scholar, and RSCI over the past 10 years. The most important advantage of MRI is its non-invasiveness, which is welcome when examining children of different ages. To improve the image quality during MRI, contrast is used, and various modes are used without a contrast agent. The indices for assessing intestinal inflammatory activity and perinatal complications on MRI closely correlate with the reference endoscopic data. MRI is widely used not only as a diagnostic tool for IBD in children, but also as a method of dynamic patient monitoring to evaluate the effectiveness of therapy.

**Conclusion.** MRI is one of the most accurate and informative diagnostic methods along with endoscopic examination. The advantage of the method is its non-invasiveness, which makes it more accessible for use in clinical practice, especially in children, as well as the ability to assess the condition of anatomical structures that are difficult to reach with an endoscope.

**Keywords:** *inflammatory bowel diseases; children; imaging methods; magnetic resonance imaging; MR enterography; transmural healing*

**For citation:** Gorelova E.S., Anikin A.V., Usoltseva O.V., Potapov A.S. Diagnostic possibilities of magnetic resonance imaging in inflammatory bowel diseases in children. *Rossiyskiy Pediatricheskiy Zhurnal (Russian Pediatric Journal)*. 2025; 28(3): 231–236. (in Russian). <https://doi.org/10.46563/1560-9561-2025-28-3-231-236> <https://elibrary.ru/wlxanu>

**For correspondence:** *Elena S. Gorelova*, resident for second year of study on specialties pediatrics, National Medical Research Center for Children's Health Federal state autonomous institution of the Russian Federation Ministry of Health, [kozminysha@yandex.ru](mailto:kozminysha@yandex.ru)

**Contribution:** Gorelova E.S., Anikin A.V., Usoltseva O.V., Potapov A.S. — concept and design of the study; Gorelova E.S. — collection and processing of the material; Gorelova E.S., Anikin A.V. — writing the text; Gorelova E.S., Usoltseva O.V., Anikin A.V., Potapov A.S. — editing the text. All co-authors — approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article.

**Information about the authors:**

Gorelova E.S., <https://orcid.org/0000-0002-5152-6681>

Anikin A.V., <https://orcid.org/0000-0003-0362-6511>

Usoltseva O.V., <https://orcid.org/0000-0003-0661-6976>

Potapov A.S., <https://orcid.org/0000-0003-4905-2373>

**Acknowledgment.** The study had no sponsorship.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

Received: April 22, 2025

Accepted: May 20, 2025

Published: June 27, 2025

## Введение

Магнитно-резонансная томография (МРТ) — метод получения томографических медицинских изображений при обследовании внутренних органов и тканей с использованием явления ядерного магнитного резонанса. Способ основан на измерении электромагнитного отклика атомных ядер, находящихся в сильном постоянном магнитном поле, в ответ на возбуждение их определённым сочетанием электромагнитных волн. В МРТ такими ядрами являются ядра атомов водорода, присутствующие в огромном количестве в человеческом теле в составе воды и других веществ [1]. МРТ не использует рентгеновские лучи или ионизирующее излучение, что отличает его от компьютерной (КТ) и позитронно-эмиссионной томографии. По сравнению с КТ проведение МРТ является более шумной процедурой и часто занимает больше времени, к тому же обычно требуется нахождение больного в узком тоннеле. При этом люди с некоторыми медицинскими имплантатами или другим несъёмным металлом внутри тела не могут безопасно пройти МРТ.

Воспалительные заболевания кишечника (ВЗК) представляют собой иммуноопосредованное поражение желудочно-кишечного тракта гетерогенной этиологии с хроническим рецидивирующим течением и характеризуются изменениями пищеварительного тракта различной глубины и локализации. Заболеваемость ими неуклонно растёт, а установление диагноза чаще всего происходит в детском или подростковом возрасте. Достаточно хорошо изучены язвенный колит (ЯК) и болезнь Крона (БК) [1]. ЯК характеризуется поражением толстой кишки, при котором патологический процесс ограничивается слизистой оболочкой кишки, в то время как для БК свойственно трансмуральное, сегментарное, гранулематозное воспаление на протяжении всего желудочно-кишечного тракта с развитием различных хирургических осложнений. Зачастую клиническая симптоматика дебюта ВЗК малоспецифична (абдоминальные боли, нарушения стула в виде диареи или запора, лихорадка, потеря массы тела), что создаёт трудности для

диагностического поиска, значительно его удлинняя [2]. Это нередко сопровождается прогрессированием болезни, неблагоприятными клиническими исходами и развитием осложнений, таких как абсцессы, свищи и стриктуры [3–5]. Тяжесть клинической симптоматики при ВЗК коррелирует с протяжённостью и глубиной повреждения стенки кишки, а также наличием осложнений, в том числе внекишечной локализации [6, 7].

Золотой стандарт диагностики ВЗК — эндоскопическая визуализация с возможностью гистопатологического исследования, однако этот метод не позволяет определить состояние слизистой оболочки на всём протяжении тонкой кишки, не выявляет возможные внекишечные проявления болезни и не может проводиться без анестезиологического обеспечения [7, 8].

Потребность в визуализации труднодоступных анатомических структур кишечника с возможностью динамического наблюдения, в том числе контроля терапевтического эффекта, ставит перед клиницистами задачу — поиск оптимального диагностического исследования. Европейской организацией по изучению БК и ЯК (European Crohn's and Colitis Organisation — ECCO) и Европейским обществом гастроэнтерологии и абдоминальной радиологии (European Society of Gastrointestinal and Abdominal Radiology — ESGAR) выделены три ведущих метода поперечной визуализации: УЗИ, КТ и МРТ [8, 9].

Стандартным лучевым методом для оценки БК была рентгеноскопия с барием, но в начале 2000-х гг. ему на смену пришла КТ с её высокой информативностью и чувствительностью, в том числе к внекишечным осложнениям. Однако воздействие ионизирующего излучения значительно ограничивает возможности многократного применения КТ. Особенно опасно ионизирующее излучение при обследовании детей — ткани растущего организма более радиочувствительны, чем ткани взрослого человека, а динамическое наблюдение позволяет зарегистрировать проявления отдалённых эффектов облучения. Выявлено, что воздействие 4 и более КТ способствует 9-кратному увеличению риска развития внутричерепной опухоли, лейкемии и неходжкинской лимфомы [9].

УЗИ не связано с лучевой нагрузкой, является широко доступным и экономически выгодным методом в стационарах разного уровня, однако клиника ЯК и БК на начальных стадиях имеет много общего, в связи с чем дифференциальная диагностика с помощью ультразвукового метода информативна на поздних этапах заболевания [10].

**МР-энтерография.** С появлением в МРТ быстрых последовательностей получения T1- и T2-изображений (SSFSE и LAVA) этот метод стал конкурировать с КТ. МР-энтерография (МРЭ) входит в стандарт обследования больного. При этом МРЭ продемонстрировала высокую избирательность выявления утолщения стенки кишки, воспаления брыжейки, лимфаденопатии, свищей и абсцессов, со значениями чувствительности 85–100% [11]. Считается, что МРЭ может заменить КТ в качестве метода визуализации первой линии у детей с БК [12]. МР-исследование тонкого кишечника проводится на фоне перорального (энтерография) или зондового (энтероклизис) контрастирования. Тугое заполнение кишечника контрастным агентом исключает пневматизацию, позволяет адекватно визуализировать стенку кишки с выявлением её патологических утолщений (более 3 мм), а также оценить изменения просвета, исключить фибротические и стеногические изменения кишки [13]. МРТ также проводится с целью исключения стенозов перед видеокапсульной эндоскопией ввиду риска задержки капсулы [14, 15]. Возможность использования динамического изображения (видеорежим) помогает оценить перистальтику тонкой кишки, что недоступно при проведении КТ-энтерографии [16]. Объём энтерального контрастного агента, используемого для детей, составляет 20 мл/кг массы тела. Важным условием является безвредность и полное выведение контраста из организма. В качестве контрастных агентов обычно применяются маннитол и полиэтиленгликоль. В педиатрической практике относительно большие объёмы контрастного средства часто неблагоприятно переносятся больными, в том числе из-за вкусовых особенностей [17, 18]. Важно отметить, что при выполнении МРЭ предварительного очищения кишечника не требуется. Для улучшения визуализации при подготовке к обследованию иногда применяют средства, замедляющие моторику кишки, например, бутилбромид или глюкагон. Несмотря на гипоперистальтический эффект глюкагона, его введение требует времени, часто вызывает тошноту и нередко рвоту у больных, а также препарат может вызвать гипогликемию [19]. Второй вид контраста, используемый при МРЭ — парамагнитное вещество, которое применяется внутривенно. После его введения проводится динамическое сканирование с оценкой распределения парамагнитного вещества в органах брюшной полости на 1, 2 и 5 мин. Контрастное усиление позволяет значительно лучше дифференцировать активное воспаление от фиброзных изменений стенки кишки, а также обеспечивает визуализацию свищей и абсцессов.

**Диффузионно-взвешенное изображение (DWI).** Среди методик МРТ существует альтернатива внутривенному контрастированию — это DWI, основанное на броуновском движении молекул воды в биологических тканях. Повышенная интенсивность на T2-взвешенных изображениях и ограничение диффузии по DWI от стен-

ки кишечника соответствуют острому воспалительному процессу. При этом выявлена значимая корреляция между показателями DWI и эндоскопической активностью по данным Simple Endoscopic Score — Crohn's Disease (SES-CD) у больных, которым не проводилось хирургическое вмешательство [20]. Кроме определения активности воспалительного процесса, использование DWI-режима позволяет проводить оценку эффективности лечения, в частности биологической терапии ВЗК. Чувствительность комплексного обследования составляет 92%, а МРЭ без DWI — 79%. Показано, что DWI не уступает МРТ-тестам с внутривенным контрастированием для выявления активной формы болезни, а также повышает значимость диагностики в сочетании с протоколами внутривенного контрастирования [21].

**МРТ органов малого таза.** Периаанальные изменения при БК встречаются в 40–80% случаев [22]. Согласно рекомендациям ECCO-ESGAR, МРТ органов малого таза является передовым методом диагностики периаанальных проявлений ВЗК, позволяющей выявлять абсцессы, свищевые ходы, определять хирургическую тактику и эффективность проводимой терапии [23]. МРТ органов малого таза имеет большую точность при определении глубоких поражений и сложных свищей, а также рецидивов болезни по сравнению с эндоанальным УЗИ [24]. У детей предпочтение отдается T2-взвешенной визуализации, без или с подавлением жира. Всё чаще используется DWI для определения характеристик абсцессов и свищей и их дифференциации от кровеносных сосудов [25]. Уровень интенсивности T2 позволяет оценить степень активности свища: скопление жидкости или гноя определяются как гиперинтенсивность сигнала T2, фибротические изменения — низкий уровень сигнала T2 или полное его отсутствие. С помощью данного метода представляется возможным зафиксировать заживление свищевого хода по совокупности признаков (уменьшение количества и протяжённости свищевых ходов, а также наличия их разветвлений), что свидетельствует о положительной динамике на фоне проводимой терапии. Количественная T2-визуализация требует высокой квалификации специалиста, однако с помощью данного параметра возможно прогнозирование ответа на лечение, учитывая анамнестические данные (перенесённые оперативные вмешательства), клиническую картину болезни, результаты лабораторных и инструментальных исследований.

**МРТ с переносом намагничивания** — метод, позволяющий оценить степень фиброза, основан на определении доли крупных макромолекул или иммобилизованных фосфолипидных клеточных мембран в тканях, таких как коллаген, накапливающихся в стенке кишки [26]. Показано, что МТ-визуализация (МТ) превосходит методы с контрастным усилением и DWI [27].

**МРТ с холангиопанкреатографией.** Учитывая высокую частоту сочетания ВЗК с поражениями гепатобилиарной системы, в частности, с первичным склерозирующим холангитом, несомненно значимой является оценка структурных изменений паренхимы печени, а также визуализация состояния желчевыводящих путей, что возможно благодаря применению МРТ органов брюшной полости с холангиопанкреатографией [28].

**Индексы в МРТ: оценка воспалительной активности кишечника.** Объективизировать оценку воспа-

лительной активности кишки при ВЗК, в том числе при динамическом наблюдении, помогает применение индексов. При этом оцениваются следующие параметры: утолщение кишечной стенки, повышенное накопление контрастного вещества, отёк подслизистого слоя, инфильтрация окружающей клетчатки, наличие язв и др. [6, 26, 29]. Среди распространённых индексов выделяют: Magnetic Resonance Index of Activity (MaRIA), Clermont score (DWI-MaRIA scoring system), Crohn's Disease Magnetic Resonance Imaging Index (CDMI), Magnetic Resonance Enterography Global Score (MEGS) [26, 27]. Достаточно изученным является индекс MaRIA, который рассчитывается по формуле:  $1,5 \times \text{толщина стенки (мм)} + 0,02 \times \text{относительное повышение контрастности} + 5 \times \text{отёк} + 10 \times \text{язвы}$  и используется при МРЭ. Установлено, что MaRIA обладает лучшими рабочими характеристиками с точки зрения его общей точности [26]. Чувствительность индекса достигает 75% и специфичность до 95%, обеспечивая его высокую диагностическую значимость, однако является достаточно трудоёмкой для подсчёта. В 2019 г. был предложен упрощённый индекс MaRIAs (Simplified Magnetic Resonance Index of Activity), в котором сокращено число баллов для показателей [30]. Формула расчёта MaRIAs выглядит как:  $(1 \times \text{утолщение стенки} > 3 \text{ мм}) + (1 \times \text{наличие отёка кишечной стенки}) + (1 \times \text{инфильтрация клетчатки}) + (2 \times \text{наличие язв})$ . Данный индекс не требует контрастирования и допускает сопоставление с такими эндоскопическими стандартами, как эндоскопический индекс активности БК (Crohn's Disease Endoscopic Index of Severity) и простая эндоскопическая оценка для БК (SES-CD) [31]. Индекс Clermont, основанный на MaRIA, использует значения кажущегося коэффициента диффузии, полученные с помощью DWI [21].

**Индексы в МРТ: оценка активности перианальных изменений.** В 2021 г. был разработан и апробирован педиатрический индекс активности перианальных поражений, выявленных с помощью МРТ, при БК — Pediatric MRI-Based Perianal Crohn Disease (PEMPAC), позволяющий дифференцировать ремиссию, лёгкую и тяжёлую степень активности болезни. Индекс складывается из 5 показателей: число свищей; интенсивность их свечения в режиме T2; расположение в соответствии с классификацией Паркса; общая протяжённость всех свищей; наличие воспалительных образований размером более 3 мм. Оценка активности по данной шкале осуществляется от 0 до 41 балла. При этом установлена тесная корреляция ( $r = 0,92$ ;  $p < 0,001$ ) между PEMPAC и аналогичным индексом, разработанным для взрослых, — Van Assche Index [32].

**Индексы в МРТ: оценка терапевтической эффективности.** У взрослых с БК была выявлена возможность прогнозировать заживление слизистых оболочек в терминальном отделе подвздошной кишки после лечения препаратом ингибитором фактора некроза опухоли- $\alpha$  при помощи МРЭ [33]. При этом была установлена положительная корреляция индексов MaRIA и Clermont со степенью изменений кишечного воспаления по данным эндоскопии ( $r = 0,676$  и  $r = 0,677$ ;  $p < 0,005$  соответственно), что указывает на возможности мониторинга активности течения болезни после индукционной терапии у детей с БК [34]. При сравнении показателей MaRIA и Clermont на 0 и 12 нед лечения выявлена очень сильная

связь (95% ДИ 0,97–0,99). Аналогичная связь была выявлена и при определении интервальных изменений в кишечнике между 0 и 12 нед терапии по вышеуказанным индексам. Корреляция по сегментам между индексами также оставалась достаточно тесной на протяжении от терминального отдела тонкой кишки до прямой кишки (95% ДИ 0,87–0,99). При этом была установлена высокая диагностическая точность sMARIA для определения ремиссии болезни, активного и тяжёлого течения в дистальных отделах кишечника у больных БК при использовании SES-CD в качестве эталона. В дистальных сегментах толстой кишки соответствие было ниже по сравнению с вышележащими сегментами, вероятно, из-за недостаточного растяжения кишки. Это также может объяснить снижение диагностической точности sMARIA при обследовании прямой кишки [35]. При этом индекс MaRIA имеет значимую положительную корреляцию с эндоскопическими и клиническими показателями тяжести, а также с уровнем С-реактивного белка [36].

**Перспективы МРТ** определяются физической сущностью метода и опытом применения искусственного интеллекта (ИИ) в клинико-инструментальных исследованиях больных. Это не только значимое уменьшение лучевой нагрузки на врачей лучевой диагностики. Показано, что ИИ способен выполнять длительную трудоёмкую работу — производить автоматизированную сегментацию кишечника для индексов оценки воспалительной активности ВЗК, в частности MaRIA [37]. При этом выявлено, что параметры, полученные автоматизированным способом радиомоделирования, являются более актуальными для прогнозирования операции на кишечнике, чем клинические данные [38]. Применение разнообразных опций ИИ в сочетании с достижениями робототехники на основе МРЭ позволяют прогнозировать результаты терапевтического эффекта ингибиторов фактора некроза опухоли- $\alpha$  при ВЗК [39].

**Ограничения метода.** МРТ имеет ряд абсолютных противопоказаний, связанных с воздействием магнитного поля и неионизирующего излучения: наличие кардиостимулятора либо других электронных имплантируемых устройств, ферромагнитных инородных тел, выраженной клаустрофобии. Благодаря техническому прогрессу, в настоящее время существуют аналоговые имплантаты, прошедшие испытание сильным магнитным полем, с которыми допустимо проведение МРТ-обследования. Относительными противопоказаниями к МРТ являются приступ бронхиальной астмы, нарушение функции почек с повышением уровня креатинина в крови, нарушение выделительной функции почек (при контрастном усилении), сердечно-сосудистые заболевания в стадии декомпенсации, состояние сильного обезвоживания. При наличии противопоказаний к проведению МРТ в качестве альтернативы используется КТ, однако чувствительность данного метода ниже и варьирует от 80 до 85% при БК и до 94,1% при ЯК.

### Заключение

Диагностические возможности МРТ при ВЗК в настоящее время многообразны и обладают высокой чувствительностью и специфичностью. С помощью данного метода визуализации возможно оценить состояние всех слоёв кишечной стенки, выявить стенозы и стриктуры

кишечника, диагностировать перианальные осложнения и внекишечные проявления ВЗК, а также оценить терапевтическую эффективность. МРЭ в последовательности DWI помогает выявить участки воспалительного отека кишки без необходимости контрастного усиления, а режим T2 — релаксометрии — оценить степень фиброзных изменений стенки кишки. Оценка степени воспалительной активности кишки проводится с применением индексов MaRIA и sMaRIA, показавших на практике высокий уровень значимости. Для перианальных поражений используют индекс РЕМРАС, позволяющий дифференцировать ремиссию, лёгкую и тяжёлую степень активности течения болезни у детей. Неинвазивность, безопасность, широкий спектр различных режимов, возможность применения контрастного усиления, а также отсутствие специфической подготовки к исследованию делают МРЭ достойной альтернативой эндоскопическому исследованию, особенно в педиатрической практике.

### Литература

(п.п. 1; 2; 4–9; 11–13; 16; 18–21; 23–27; 30–39 см. References)

3. Прохоренкова М.О., Носенко К.М., Орлова М.А., Винокурова А.В., Казакова В.А., Королева О.А. и др. Диагностическая задержка при воспалительных заболеваниях кишечника у детей. *Российский педиатрический журнал*. 2023; 26(6): 399–407. <https://doi.org/10.46563/1560-9561-2023-26-6-399-407> <https://elibrary.ru/nkdaxe>
10. Каркошка Т.А., Неласов Н.Ю. Роль ультразвукового и других визуализирующих диагностических методов в выявлении воспалительных заболеваний кишечника у детей. *Международный научно-исследовательский журнал*. 2021; (3-2): 86–91. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.105.3.039> <https://elibrary.ru/bhvbsx>
14. Морозова Т.Г., Гельт Т.Д., Ковалёв А.В. Возможности лучевых методов исследования при осложненном течении объемного образования кишечника. Клиническое наблюдение. *Радиология – практика*. 2025; (1): 77–87. <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2025-1-77-87> <https://elibrary.ru/pbohvt>
15. Лохматов М.М., Будкина Т.Н., Хавкин А.И., Тупыленко А.В., Олдаковский В.И. Клинические рекомендации по эндоскопической диагностике язвенного колита у детей (проект). *Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология*. 2022; (1): 87–98. <https://doi.org/10.31146/1682-8658-ecg-197-1-87-98> <https://elibrary.ru/ovkont>
17. Оточкин В.В., Розенгауз Е.В., Чернышев М.Д., Шевкунова Л.Г. Методические аспекты выполнения МР-энтерографии по поводу болезни Крона: что важно для диагноста? *Медицинская визуализация*. 2022; 26(3): 105–13. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-1129> <https://elibrary.ru/vunilr>
22. Шельгин Ю.А., Васильев С.В., Веселов А.В., Грошили В.С., Кашников В.Н., Королев В.Ю. и др. Свищ заднего прохода. *Коллопроктология*. 2020; 19(3): 10–25. <https://doi.org/10.33878/2073-7556-2020-19-3-10-25> <https://elibrary.ru/uzrgla>
28. Усольцева О.В., Сурков А.Н., Мовсисян Г.Б., Кулебина Е.А., Симерзина С.А., Потапов А.С. и др. Первичный склерозирующий холангит у детей с воспалительными заболеваниями кишечника. *Российский педиатрический журнал*. 2021; 24(6): 395–404. <https://elibrary.ru/nivztu>
29. Зароднюк И.В., Елигулашвили Р.Р., Веселов В.В., Михальченко В.А., Нанаева Б.А., Варданян А.В. и др. Магнитно-резонансная энтероколонография в оценке активности воспалительного процесса при болезни Крона с применением индексов CDMI и MEGS. *Коллопроктология*. 2022; 21(4): 39–48 <https://doi.org/10.33878/10.33878/2073-7556-2022-21-4-39-48> <https://elibrary.ru/emxldo>
2. Kuenzig M., Fung S., Marderfeld L., Mak J., Kaplan G., Ng S., et al. Twenty-first century trends in the global epidemiology of pediatric-onset inflammatory bowel disease: systematic review. *Gastroenterology*. 2022; 162(4): 1147–59.e4. <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2021.12.282>
3. Prokhorenkova M.O., Nosenko K.M., Orlova M.A., Vinokurova A.V., Kazakova V.A., Koroleva O.A., et al. Diagnostic delay in inflammatory bowel diseases in children. *Rossiyskiy pediatricheskiy zhurnal*. 2023; 26(6): 399–407. <https://doi.org/10.46563/1560-9561-2023-26-6-399-407> <https://elibrary.ru/nkdaxe> (in Russian)
4. Vernon-Roberts A., Aluzaitė K., Khalilipour B., Day A. Systematic review of diagnostic delay for children with inflammatory bowel disease. *J. Pediatr. Gastroenterol. Nutr.* 2023; 76(3): 304–12. <https://doi.org/10.1097/MPG.0000000000003670>
5. Yamamoto-Furusho J.K., Parra-Holguin N.N. Diagnostic delay of inflammatory bowel disease is significantly higher in public versus private health care system in Mexican patients. *Inflamm. Intest. Dis.* 2022; 7(2): 72–80. <https://doi.org/10.1159/000520522>
6. Kucharzik T., Tielbeek J., Carter D., Taylor S., Tolan D., Wilkens R., et al. ECCO-ESGAR topical review on optimizing reporting for cross-sectional imaging in inflammatory bowel disease. *J. Crohns Colitis*. 2022; 16(4): 523–43. <https://doi.org/10.1093/ecco-jcc/jjab180>
7. Tao Y., Li H., Xu H., Tang W., Fan G., Yang X. Can the simplified magnetic resonance index of activity be used to evaluate the degree of activity in Crohn's disease? *BMC Gastroenterology*. 2021; 21(1): 409. <https://doi.org/10.1186/s12876-021-01987-z>
8. Gordon H., Minozzi S., Kopylov U., Verstockt B., Chaparro M., Buskens C., et al. ECCO guidelines on therapeutics in Crohn's disease: medical treatment. *J. Crohns Colitis*. 2024; 18(10): 1531–55. <https://doi.org/10.1093/ecco-jcc/jjae091>
9. Wang W., Sung C., Wang S., Shao Y. Risks of leukemia, intracranial tumours and lymphomas in childhood and early adulthood after pediatric radiation exposure from computed tomography. *CMAJ*. 2023; 195(16): E575–83. <https://doi.org/10.1503/cmaj.221303>
10. Karkoshka T.A., Nelasov N.Yu. The role of ultrasound and another imaging diagnostic methods in the detection of inflammatory bowel diseases in children. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal*. 2021; (3-2): 86–91. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.105.3.039> <https://elibrary.ru/bhvbsx> (in Russian)
11. Gee M., Nimkin K., Hsu M., Israel E., Biller J., Katz A., et al. Prospective evaluation of MR enterography as the primary imaging modality for pediatric Crohn disease assessment. *AJR Am. J. Roentgenol.* 2011; 197(1): 224–31. <https://doi.org/10.2214/AJR.10.597>
12. Al-Ani A.H., Vaughan R., Christensen B., Bryant R.V., Novak K.L. Treat to transmural healing: how to incorporate intestinal ultrasound into the treatment of inflammatory bowel disease. *Br. J. Radiol.* 2022; 95(1137): 20211174. <https://doi.org/10.1259/bjr.20211174>
13. van Rheeën P.F., Aloï M., Assa A., Bronsky J., Escher J.C., Fagerberg U.L., et al. The medical management of paediatric Crohn's disease: an ECCO-ESPGHAN guideline update. *J. Crohns Colitis*. 2020; jjaal161. <https://doi.org/10.1093/ecco-jcc/jjaa161>
14. Morozova T.G., Gelt T.D., Kovaljov A.V. The possibilities of diagnostics radiology methods in the complicated course of the intestine tumor. Clinical Observation. *Radiologiya – praktika*. 2025; (1): 77–87. <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2025-1-77-87> <https://elibrary.ru/pbohvt> (in Russian)
15. Lokhmatov M.M., Budkina T.N., Khavkin A.I., Tupylenko A.V., Oldakovskiy V.I. Draft clinical guidelines for endoscopic diagnosis of ulcerative colitis in children. *Eksperimental'naya i klinicheskaya gastroenterologiya*. 2022; (1): 87–98. <https://doi.org/10.31146/1682-8658-ecg-197-1-87-98> <https://elibrary.ru/ovkont> (in Russian)
16. Chatterji M., Fidler J.L., Taylor S.A., Anupindi S.A., Yeh B.M., Guglielmo F.F. State of the Art MR enterography technique. *Top Magn. Reson. Imaging*. 2021; 30(1): 3–11. <https://doi.org/10.1097/RMR.0000000000000263>
17. Otochkin V.V., Rozengauz E.V., Chernyshev M.D., Shevkunova L.G. Methodological aspects of performing MR-enterography for Crohn's disease: what is important for a diagnostician? *Meditsinskaya vizualizatsiya*. 2022; 26(3): 105–13. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-1129> <https://elibrary.ru/vunilr> (in Russian)
18. Zulkiflė A.F., Siti Soraya A.R., Hamzaini A.H. Comparison of pineapple juice and mannitol as oral contrast agents for magnetic resonance enterography. *Med. J. Malaysia*. 2023; 78(6): 774–9.
19. Dillman J.R., Anupindi S.A., Dane B. Proposal of an abbreviated noncontrast MR enterography protocol for patients with Crohn

### References

- disease. *AJR Am. J. Roentgenol.* 2024; 222(2): e2330422. <https://doi.org/10.2214/AJR.23.30422>
20. Cicero G., Alibrandi A., Blandino A., Ascenti V., Fries W., Viola A., et al. DWI ratios: New indexes for Crohn's disease activity at magnetic resonance enterography? *Radiol. Med.* 2022; 128(1): 16–26. <https://doi.org/10.1007/s11547-022-01573-7>
  21. Hameed M., Taylor S.A., Ahmed N., Chowdhury K., Patel A., Helbren E., et al. Diffusion-weighted imaging to predict longer-term response in Crohn's disease patients commencing biological therapy: results from the MOTILITY trial. *Br. J. Radiol.* 2025; 98(1168): 527–34. <https://doi.org/10.1093/bjr/tqaf013>
  22. Shelygin Yu.A., Vasiliev S.V., Veselov A.V., Groshilin V.S., Kashnikov V.N., Korolik V.U., et al. Anal fistula. *Koloproktologiya.* 2020; 19(3): 10–25. <https://doi.org/10.33878/2073-7556-2020-19-3-10-25> <https://elibrary.ru/uzrgla> (in Russian)
  23. Maino C., Mariani I., Drago S.G., Franco P.N., Giandola T.P., Donati F., et al. Computed tomography and magnetic resonance enterography: from protocols to diagnosis. *Diagnostics (Basel).* 2024; 14(22): 2584. <https://doi.org/10.3390/diagnostics14222584>
  24. Halligan S. Magnetic resonance imaging of fistula-in-ano. *Magn. Reson. Imaging. Clin. N. Am.* 2020; 28(1): 141–51. <https://doi.org/10.1016/j.mric.2019.09.006>
  25. Greer M.L.C., Taylor S.A. Perianal imaging in Crohn disease: current status with a focus on MRI, from the AJR special series on imaging of inflammation. *AJR Am. J. Roentgenol.* 2022; 218(5): 781–92. <https://doi.org/10.2214/AJR.21.26615>
  26. Rimola J., Torres J., Kumar S., Taylor S.A., Kucharzik T. Recent advances in clinical practice: advances in cross-sectional imaging in inflammatory bowel disease. *Gut.* 2022; 71(12): 2587–97. <https://doi.org/10.1136/gutjnl-2021-326562>
  27. Li X., Mao R., Huang S.Y., Sun C.H., Cao Q.H., Fang Z.N., et al. Characterization of degree of intestinal fibrosis in patients with Crohn disease by using magnetization transfer MR imaging. *Radiology.* 2018; 287(2): 494–503. <https://doi.org/10.1148/radiol.2017171221>
  28. Usoltseva O.V., Surkov A.N., Movsisyan G.B., Kulebina E.A., Simersina S.A., Potapov A.S., et al. Primary sclerosing cholangitis in children with inflammatory bowel disease. *Rossiyskiy Pediatricheskiy Zhurnal.* 2022; 24(6): 395–404. <https://elibrary.ru/nivztu> (in Russian)
  29. Zarodnyuk I.V., Eligulashvili R.R., Veselov V.V., Mikhanchenko V.A., Nanaeva B.A., Vardanyan A.V., et al. Assessment of inflammation activity in the small and large bowel using the MaRIAs index for Crohn's disease. *Koloproktologiya.* 2023; 22(4): 71–9. <https://doi.org/10.33878/10.33878/2073-7556-2022-21-4-39-48> <https://elibrary.ru/emxldo> (in Russian)
  30. Ordás I., Rimola J., Alfaro I., Rodríguez S., Castro-Poceiro J., Ramírez-Morros A., et al. Development and validation of a simplified magnetic resonance index of activity for Crohn's disease. *Gastroenterology.* 2019; 157(2): 432–9. <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2019.03.051>
  31. Na J.E., Kim H.S., Hong S.N., Song K.D., Kim J.E., Kim E.R., et al. Comparison of an endoscopic scoring system and the simplified magnetic resonance index of activity in patients with small bowel Crohn's disease. *Gut Liver.* 2024; 18(1): 97–105. <https://doi.org/10.5009/gnl220422>
  32. Choshen S., Turner D., Pratt L.T., Prezel R., Greer M.L., Castro D.A., et al. Development and validation of a pediatric MRI-Based perianal Crohn disease (PEMPAC) index – a report from the ImageKids Study. *Inflamm. Bowel. Dis.* 2022; 28(5): 700–9. <https://doi.org/10.1093/ibd/izab147>
  33. Gordic S., Bane O., Kihira S., Peti S., Hectors S., Torres J., et al. Evaluation of ileal Crohn's disease response to TNF antagonists: Validation of MR enterography for assessing response. Initial results. *Eur. J. Radiol. Open.* 2020; 7: 100217. <https://doi.org/10.1016/j.ejro.2020.01.006>
  34. Gladkikh M., Benchimol E.I., Mack D.R., Mojaverian N., Highmore K., Miller E., et al. MR enterography scores correlate with degree of mucosal healing in pediatric Crohn's disease: a pilot study. *J. Can. Assoc. Gastroenterol.* 2023; 6(3): 125–30. <https://doi.org/10.1093/jcag/gwad010>
  35. Roseira J., Ventosa A.R., de Sousa H.T., Brito J. The new simplified MARIA score applies beyond clinical trials: A suitable clinical practice tool for Crohn's disease that parallels a simple endoscopic index and fecal calprotectin. *United European Gastroenterol. J.* 2020; 8(10): 1208–16. <https://doi.org/10.1177/2050640620943089>
  36. Radiopaedia.org. Botz B., Knipe H., Foster T. Magnetic resonance index of activity (Crohn disease); 2021. Available at: <https://radiopaedia.org/articles/94209>
  37. Puylaert C., Nolthenius C., Tielbeek J., Makanyanga J., Rodriguez-Justo M., Brosens L., et al. Comparison of MRI activity scoring systems and features for the terminal ileum in patients with Crohn disease. *AJR Am. J. Roentgenol.* 2019; 212(2): W25–31. <https://doi.org/10.2214/AJR.18.19876>
  38. Yao J., Zhou J., Zhong Y., Zhang M., Peng X., Zhao J., et al. Computed tomography-based radiomics nomogram using machine learning for predicting 1-year surgical risk after diagnosis of Crohn's disease. *Med. Phys.* 2023; 50(6): 3862–72. <https://doi.org/10.1002/mp.16402>
  39. Ruiqing L., Jing Y., Shunli L., Jia K., Zhibo W., Hongping Z., et al. A novel radiomics model integrating luminal and mesenteric features to predict mucosal activity and surgery risk in Crohn's disease patients: A Multicenter Study. *Acad. Radiol.* 2023; 30(Suppl. 1): 207–19. <https://doi.org/10.1016/j.acra.2023.03.023>

**Сведения об авторах:**

**Горелова Елена Сергеевна**, ординатор 2 года обучения по специальности педиатрия ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России. [kozminysha@yandex.ru](mailto:kozminysha@yandex.ru); **Аникин Анатолий Владимирович**, канд. мед. наук, зав. отделом лучевой диагностики ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России. [anikin@nczd.ru](mailto:anikin@nczd.ru); **Усолицева Ольга Владимировна**, канд. мед. наук, мл. науч. сотр., врач-педиатр, врач-гастроэнтеролог гастроэнтерологического отд-ния ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России, [usoltseva.ov@nczd.ru](mailto:usoltseva.ov@nczd.ru); **Потапов Александр Сергеевич**, доктор мед. наук, проф., начальник центра воспалительных заболеваний кишечника у детей, зав. гастроэнтерологическим отд-ием ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России; проф. каф. педиатрии и детской ревматологии Клинического института детского здоровья им. Н.Ф. Филатова ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет). [potapov@nczd.ru](mailto:potapov@nczd.ru)