

ISSN 1607-0763 (Print); ISSN 2408-9516 (Online)

<https://doi.org/10.24835/1607-0763-1129>

## Методические аспекты выполнения МР-энтерографии по поводу болезни Крона: что важно для диагноста?

© Оточкин В.В.<sup>1,2\*</sup>, Розенгауз Е.В.<sup>1,3</sup>, Чернышев М.Д.<sup>1,2</sup>, Шевкунова Л.Г.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «СевероЗападный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России; 191015 Санкт-Петербург, ул. Кирочная, д. 41, Российская Федерация

<sup>2</sup> ГБУЗ «Ленинградская областная клиническая больница»; 194291 Санкт-Петербург, пр. Луначарского, 45, корп.2-А, Российская Федерация

<sup>3</sup> ФГБУ «Российский научный центр радиологии и хирургических технологий имени академика А.М. Гранова» Минздрава России; 197758 Санкт-Петербург, пос. Песочный, ул. Ленинградская, д. 70, Российская Федерация

**Цель исследования:** определить влияние разных аспектов методики МР-энтерографии на качество полученных изображений.

**Материал и методы.** МР-энтерография была выполнена у 634 пациентов по поводу верифицированной болезни Крона и по подозрению на воспалительные и опухолевые заболевания тонкой кишки. В качестве перорального контрастного агента использовались: препараты, содержащие полиэтиленгликоль (ПЭГ), – у 573 пациентов, маннитол – у 32 пациентов, ананасовый сок – у 16 пациентов, вода – у 11 пациентов, молоко – у 2 пациентов. Пероральный прием 1500 мл контрастного агента производился дробно в течение часа в 3 этапа по 15 мин с интервалом 10 мин. У каждого пациента выполнялись программы в режиме T2-FIESTA в трех взаимно перпендикулярных плоскостях, диффузионно-взвешенные изображения с толщиной среза 5 мм через 1 мм.

**Результаты.** Существенных различий в выраженности наполнения петель тонкой и толстой кишки у пациентов, принимавших в качестве перорального агента ПЭГ (n = 573) и маннитол (n = 32), не отмечено. Адекватное растяжение петель тонкой кишки достигнуто у 94% пациентов, расширение петель считалось умеренным или неудовлетворительным у 11 (4%) пациентов, что связано с плохой переносимостью контрастного препарата или индивидуальными особенностями перистальтики. После колопроктэктомии у 14 пациентов объем контрастного препарата уменьшали до 1000 мл и время его приема до 30–40 мин из-за быстрого пассажа. МР-энтерографию не удалось выполнить у 27 пациентов из-за непереносимости препаратов ПЭГ и маннитола, вызывавших выраженный рвотный рефлекс. В этих случаях мы прибегали к альтернативным вариантам в виде воды (n = 11) и ананасового сока (n = 16).

**Заключение.** Качественная оценка состояния тонкой кишки возможна только при точном соблюдении всех аспектов методики исследования в виде: интервала между последним приемом пищи и МР-энтерографией не менее 8 ч, объемом перорального контрастного агента (маннитол или препараты ПЭГ) 1200–1500 мл, принятым за 60 мин до исследования. При выполнении МР-энтерографии у пациентов после колопроктэктомии мы рекомендуем уменьшать объем перорального контрастного агента до 1000 мл и время подготовки к исследованию до 30–40 мин.

**Ключевые слова:** магнитно-резонансная энтерография, болезнь Крона, опухоль тонкой кишки

**Авторы подтверждают отсутствие конфликтов интересов.**

**Для цитирования:** 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): 105–113. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-1129>

**Поступила в редакцию:** 02.02.2022. **Принята к печати:** 30.03.2022. **Опубликована online:** 11.07.2022.



# Methodological aspects of performing MR-enterography for Crohn's disease: what is important for a diagnostician?

© Vladimir V. Otochkin<sup>1, 2\*</sup>, Evgeniy V. Rozengauz<sup>1, 3</sup>, Michael D. Chernyshev<sup>1, 2</sup>, Larisa G. Shevkunova<sup>2</sup>

<sup>1</sup> I.I. Mechnikov NorthWestern State Medical University; 41, Kirochnaya str., St. Petersburg 191015, Russian Federation

<sup>2</sup> Leningrad Regional Clinical Hospital; 45, bld. 2-A, Lunacharskogo prosp., St. Petersburg 194291, Russian Federation

<sup>3</sup> A.M. Granov Russian Scientific Center of Radiology and Surgical Technologies; 70, Leningradskaya str., Pesochny, St. Petersburg 197758, Russian Federation

**The purpose:** to determine the influence of various aspects of the MR-enterography technique on the quality of the obtained images.

**Materials and methods.** MR-enterography was performed in 634 patients for verified Crohn's disease and suspected inflammatory and tumor diseases of the small intestine. The following drugs containing polyethylene glycol (PEG) were used as an oral contrast agent in 573 patients, mannitol in 32 patients, pineapple juice in 16 patients, water in 11 patients, milk in 2 patients. Oral administration of 1500 ml of contrast agent was carried out fractional for an hour in 3 stages of 15 minutes with an interval of 10 minutes. Each patient underwent programs: T2-FIESTA mode in three planes, diffusion-weighted images with a slice thickness of 5 mm through 1 mm.

**Results.** There were no significant differences in the severity of filling of the loops of the small and large intestine in patients taking polyethylene glycol (n = 573) and mannitol (n = 32) as an oral agent. Adequate stretching of the loops of the small intestine was achieved in 94% of patients, the expansion of the loops was considered moderate or unsatisfactory in 11 patients (4%), which is associated with poor tolerance of the contrast agent or individual characteristics of peristalsis. After colectomy in 14 patients, the volume of the contrast agent was reduced to 1000 ml and the time of its administration to 30–40 minutes due to the rapid passage. MR-enterography could not be performed in 27 patients due to intolerance to PEG and mannitol drugs, which caused a pronounced gag reflex. In these cases, we resorted to alternative options in the form of water (n = 11) and pineapple juice (n = 16).

**Conclusions.** A qualitative assessment of the condition of the small intestine is possible only with the exact observance of all aspects of the research methodology in the form of: an interval between the last meal and MR-enterography of at least 8 hours, the volume of oral contrast agent (mannitol or PEG) 1200–1500 ml, taken 60 minutes before the study. When performing MR-enterography in patients after colectomy, we recommend reducing the volume of oral contrast agent to 1000 ml and the preparation time for the study to 30–40 minutes.

**Keywords:** magnetic resonance enterography, Crohn's disease, small intestine tumor

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest. The study had no sponsorship.

**For citation:** 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? *Medical Visualization*. 2022; 26 (3): 105–113. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-1129>

**Received:** 02.02.2022.

**Accepted for publication:** 30.03.2022.

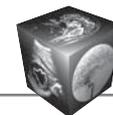
**Published online:** 11.07.2022.

## Введение

Болезнь Крона – это хроническое рецидивирующее воспалительное заболевание желудочно-кишечного тракта (ЖКТ), которое может локализоваться в любом его отделе – от ротовой полости до анального канала. Наиболее часто поражаются илеоцекальный переход (39%), толстая кишка (35%) и терминальный отдел подвздошной кишки (24%). На долю других отделов ЖКТ приходится 2% [1].

Наиболее трудной зоной для оценки методами медицинской визуализации является тонкая кишка. Фиброколоноскопия (ФКС) позволяет оценить

только 10 см дистального отдела подвздошной кишки и технически не может быть выполнена у пациентов со стриктурирующей формой болезни Крона. Рентгенография и рентгеноскопия широко доступны, но имеют малую информативность и высокую лучевую нагрузку. КТ-энтерография – активно развивающийся современный метод лучевой диагностики, который создал достойную конкуренцию МРТ в визуализации патологии тонкой кишки, но, помимо лучевой нагрузки, он из-за низкого тканевого разрешения не позволяет оценивать структуру пораженных стенок и дифференцировать отек и фиброзные изменения [2].



Капсульная эндоскопия – современный высокоинформативный неинвазивный метод исследования ЖКТ, в результате которого можно получить серии снимков, отражающих состояние слизистой тонкой и толстой кишки [3]. Главный недостаток метода – высокая стоимость и ограниченная доступность. МР-энтерография – относительно молодой, но уже широко распространенный метод. Главным его достоинством является возможность визуализировать тонкую кишку с высоким тканевым разрешением на всем протяжении на фоне растяжения петель пероральным контрастным агентом. Метод позволяет не только выявлять изменения стенок и слизистой, но и проводить дифференциальную диагностику болезни Крона с другими заболеваниями [4].

МРТ с контрастированием кишечника включена в клинические рекомендации Российской гастроэнтерологической ассоциации и Ассоциации колопроктологов России по диагностике и лечению болезни Крона как метод первичного обследования и динамического наблюдения пациентов с воспалительными заболеваниями кишечника [5].

Эффективность МР-энтерографии в высокой степени зависит от скрупулезного соблюдения методики исследования, включающей в себя подготовку, укладку, выполнение необходимых последовательностей в определенных плоскостях.

### Цель исследования

Определение влияния разных аспектов методики МР-энтерографии на качество полученных изображений.

### Материал и методы

МР-энтерография была выполнена у 634 пациентов по поводу верифицированной болезни Крона и по подозрению на воспалительные и опухолевые заболевания тонкой кишки.

Индукция магнитного поля МР-томографа составила 1,5 Тл.

### Контрастные агенты и методика перорального контрастирования

В качестве перорального контрастного агента использовались: препараты, содержащие полиэтиленгликоль (ПЭГ), – у 573 пациентов, маннитол – у 32 пациентов, ананасовый сок – у 16 пациентов, вода – у 11 пациентов, молоко – у 2 пациентов. Обычно 1 пакет препарата, содержащего ПЭГ, растворялся в 1200–1500 мл негазированной воды, за исключением расфасовки от тех производителей, у которых 1 пакет ПЭГ растворяется в 200 мл воды. В последнем случае использовали 6–7 пакетов на 1,5 л воды. Пероральный прием контрастного

агента производился дробно в течение часа в 3 этапа по 15 мин с интервалом 10 мин. В случае использования воды и сока в качестве контрастных агентов у больных, не переносящих ПЭГ и маннитол, мы увеличивали объем раствора до 1800–2000 мл и разбивали его на 3 порции.

### Подготовка

Практика показала удобство однократной подготовки кишечника для МР-энтерографии и последующей ФКС. Для большинства пациентов была выбрана следующая ее схема: до начала приема перорального агента пациенту назначается голод в течение 8 ч, затем он выпивает дробно в течение часа первые 1,5 л из 4 л ПЭГ, приготовленных для очистки кишечника перед ФКС, и помещается в МР-томограф для выполнения МР-энтерографии. После нее пациент продолжает подготовку к ФКС и допивает оставшееся необходимое количество раствора.

Через 4 ч после последнего приема пищи исследование проведено у 18, через 6 ч – у 21 пациента.

Дополнительное очищение кишечника накануне исследования препаратами, содержащими ПЭГ, выполнено у 25 пациентов.

### Позиционирование

Для проведения МР-энтерографии мы использовали укладку пациента лежа на животе, потому что в таком положении петли тонкой кишки смещаются выше, располагаются ближе друг к другу и компримируются собственным весом, что делает их наполнение более тугим [6] (рис. 1).

Беременным ( $n = 9$ ) и пациентам с колоидной илеостомой ( $n = 14$ ) исследование выполняли в положении лежа на спине или на боку, как предлагают в своей работе M.D. Stern и соавт. [7].



**Рис. 1.** Позиционирование пациента при выполнении МР-энтерографии.

**Fig. 1.** Positioning of the patient during MR-enterography.



Важно при позиционировании пациента учитывать, что радиочастотная катушка должна полностью покрывать таз без захвата промежности и печень до уровня ворот. Окно (FOV) должно включать средний, нижний этажи брюшной полости и таз [6].

### Программы

У каждого пациента выполнялись программы в режиме T2-FIESTA в трех взаимно перпендикулярных плоскостях, диффузионно-взвешенные изображения (ДВИ) с толщиной среза 5 мм через 1 мм. Мы дополняли каждое МРТ-исследование мультифазным сканированием в T2-режиме во фронтальной плоскости.

Постконтрастные изображения выполняли во фронтальной плоскости в артериальную (25 с) и портальную (45 с) фазы, а затем в отсроченные на 90 и 120 с.

Общая продолжительность исследования, включающего нативные и постконтрастные изображения, составила 40 мин.

### Оценка качества

Качество томограмм оценивали по протяженности контрастированной кишки и по степени ее растяжения. Адекватным наполнением по протяженности мы считали полное заполнение тонкой кишки и илеоцекального перехода. Адекватным растяжением считали отсутствие складок подвздошной кишки.

## Результаты и их обсуждение

### Подготовка

Е. Amzallag-Bellenger и соавт. [1] предложили выполнять сканирование через 4 ч после последнего приема пищи. В нашем исследовании ни в одном из 18 случаев не удалось получить хорошего наполнения тонкой кишки – весь контрастный препарат располагался в расширенном и переполненном желудке.

По мнению К.А. Herrman и соавт. [8], достаточно 6 ч для адекватного продвижения перорального контрастного агента. В нашем исследовании такой интервал мы применили у 21 пациента, из них у 6 (28%) растяжение петель тонкой кишки было неадекватным.

В нашем исследовании 8-часовая пауза после последнего приема пищи использована у 619 пациентов, как рекомендуют R. Sinha и соавт. [16] и S. Mazziotti [9]. Неадекватное растяжение петель кишечника было только у пациентов (n = 27), которые не смогли выпить полный объем раствора.

Дополнительное очищение кишечника накануне исследования препаратами ПЭГ выполнено

у 25 пациентов. У всех 25 было отмечено быстрое наполнение толстой кишки пероральным контрастным агентом, но менее тугое наполнение тонкой кишки. S. Mazziotti и соавт. [9] считают нецелесообразной очистку кишечника накануне исследования, так как очищенный кишечник способствует более быстрому прохождению перорального контрастного агента и неудовлетворительному наполнению тонкой кишки. Кишечное содержимое в толстой кишке замедляет проход контрастного агента и делает наполнение тонкой кишки лучше. Мы согласны с авторами, которые считают более важным получение качественных изображений тонкой кишки, чем толстой, которая может быть оценена с помощью эндоскопических методов [6, 8, 10].

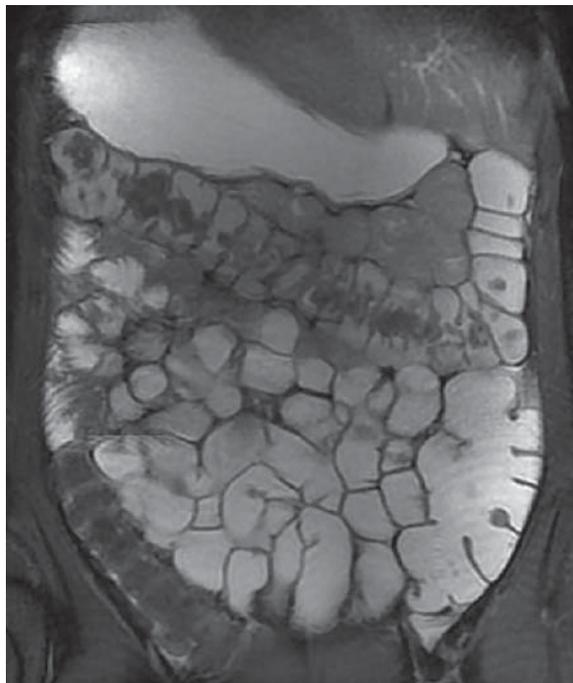
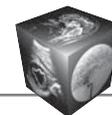
### Контрастные агенты

Вопрос о лучшем пероральном контрастном агенте остается актуальным до сих пор [11]. Среди контрастных агентов, используемых в отечественных и зарубежных клиниках, выделяют: позитивные (ананасовый и черничный сок, молоко, желаты гадолиния), негативные (суспензия железа, супермагнетики) и бифазные (маннитол, ПЭГ, сорбитол, сульфат бария, вода). Каждый препарат имеет свои преимущества и недостатки. При выборе препарата в своей работе мы руководствовались следующими параметрами: стоимость, доступность, переносимость, диагностическая эффективность.

У наших пациентов использовались растворы, содержащие ПЭГ (n = 573) и маннитол (n = 32). Именно этим препаратам отдают предпочтение многие клиники [11]. Существенных различий в выраженности наполнения петель тонкой и толстой кишки у двух групп пациентов не наблюдали, однако пациенты отметили менее навязчивый вкус маннитола (рис. 2).

Адекватное растяжение петель тонкой кишки достигнуто у 94% пациентов, расширение петель считалось умеренным или неудовлетворительным у 11 (4%) пациентов, что связано с плохой переносимостью контрастного препарата или индивидуальными особенностями перистальтики. Трудности дифференциальной диагностики локального утолщения стенки за счет ее недостаточного растяжения и истинного, патологического ее утолщения возникают, так как в обоих случаях этот участок имеет гиперинтенсивный МР-сигнал на ДВИ.

МР-энтерографию не удалось выполнить у 27 пациентов из-за непереносимости препаратов ПЭГ и маннитола, вызывавших выраженный рвотный рефлекс. В этих случаях мы, как и некоторые авторы [12], прибегали к альтернативным



**Рис. 2.** МР-энтерография. Подготовка препаратом, содержащим полиэтиленгликоль. T2-Fiesta с подавлением жира, фронтальная плоскость в положении пациента на животе. На изображении адекватное наполнение петель тонкой кишки, позволяющее оценивать ее состояние на всем протяжении.

**Fig. 2.** MR-enterography. Preparation with a drug containing polyethylene glycol. T2-Fiesta with fat suppression, frontal plane in prone position. The image shows an adequate filling of the loops of the small intestine, which allows you to assess its condition throughout.

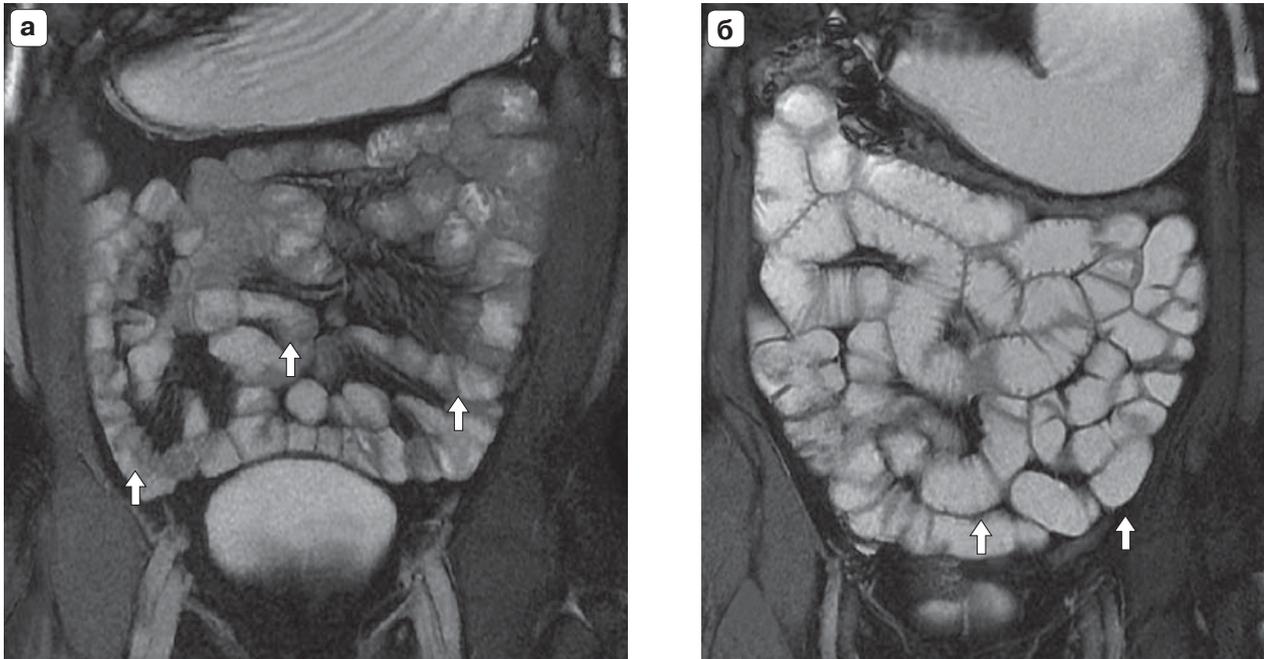
вариантам в виде воды ( $n = 11$ ) и ананасового сока ( $n = 16$ ). При использовании воды в качестве контрастного агента не удалось получить адекватное расширение петель тонкой кишки ни у одного из пациентов. Вода быстро всасывается в кишечнике и растяжение петель диагностически неэффективно. Увеличение объема воды не улучшало наполнение кишки, но даже эти МР-изображения давали дополнительную информацию о состоянии кишечника. Подобные наблюдения описаны также у других авторов [13]. Молоко мы использовали у 2 пациентов и не получили диагностически адекватного расширения петель, так как оно створаживалось в желудке. Ананасовый сок мы применили у 16 пациентов, но он не переходил через баугиниеву заслонку в просвет слепой кишки, поэтому оценка толстой кишки, если это было необходимо, была невозможна (рис. 3).

В зарубежной практике используют коммерческие препараты для МР-энтерографии, один из которых производится в Великобритании [14]

и представляет собой ароматизированный раствор из сорбитола и маннитола, другой используется в США [6] и представляет собой бариевую суспензию, содержащую сорбит. Эти препараты хорошо переносятся и подходят для МР-энтерографии [14, 15].

Некоторые исследователи считают, что адекватное расширение петель иногда можно получить при приеме 500–600 мл раствора, а увеличение объема раствора больше 1350 мл не улучшает степень расширения петель [9]. J. Leyendecker и соавт. считают, что целесообразно стремиться в максимальному объему перорального контрастного агента 1 л, что уменьшает побочные явления, такие как диарея и рвота [6]. Разработка методики МР-энтерографии обычно проводилась на здоровых добровольцах, которые в большинстве случаев могут выпить требуемое количество раствора. Больные с жалобами на тошноту, рвоту, боли в животе реже могут выпить большой объем раствора. В нашей работе 27 пациентов не смогли выпить весь объем раствора перорального контрастного агента, его количество не превышало 1000 мл. Лишь у 19 пациентов наполнение петель было неудовлетворительным. Мы опытным путем, как и многие другие исследователи [12, 13, 16], пришли к пониманию, что должен быть стандартный объем для всех неоперированных пациентов 1500 мл в случае приема препаратов, содержащих ПЭГ, и 1200 мл, если использовать маннитол. Наполнение петель зависит от многих факторов: масса тела, пол, особенности перистальтики ЖКТ, скорость принятия препарата. Стандартизация подготовки позволяет в большинстве случаев получить адекватное расширение петель тонкой кишки.

Помимо объема, важное значение имеет продолжительность и скорость приема раствора [20]. В большинстве случаев дистальные отделы тонкой кишки растягиваются адекватно, проксимальные (тощая кишка) вариабельно, поэтому пероральное контрастирование в течение 45–60 мин рекомендовано практически всеми авторами. Для лучшей визуализации тощей кишки лучше выполнять исследование через 20 мин после приема контрастного препарата, а через 45 мин повторно укладывать пациента для оценки подвздошной кишки. Мы, как и некоторые авторы [9, 17, 18], используем дробный прием препарата с разделением на 3 равные порции по 15 мин с перерывами на 10 мин. Это позволяет избежать спазма выходного отдела желудка из-за большого объема раствора. В начале освоения методики мы не применяли дробный прием, и некоторые пациенты ( $n = 6$ ) выпивали все 1500 мл раствора за 10–20 мин вместо



**Рис. 3.** МР-энтерография. T2-Fiesta с подавлением жира, фронтальная плоскость. В качестве перорального контрастного агента использованы: вода (**а**) и ананасовый сок (**б**). **а** – расширение петель тонкой кишки недостаточное, определяется умеренная складчатость подвздошной кишки (стрелки), при которой невозможно исключить патологию; **б** – расширение петель тонкой кишки достаточное, подвздошная кишка заполнена удовлетворительно (стрелки).

**Fig. 3.** MR-enterography. T2 Fiesta with fat suppression, frontal plane. As an oral contrast agent, water (**a**) and pineapple juice (**b**) were used. **a** – the expansion of the loops of the small intestine is insufficient, moderate folding of the ileum is determined (arrows), in which it is impossible to exclude pathology; **b** – the expansion of the loops of the small intestine is sufficient, the ileum is filled satisfactorily (arrows).

часа и на МР-изображениях можно было увидеть значительно расширенный и заполненный контрастным препаратом желудок и отсутствие заполнения тонкой кишки. М.Ю. Завьялова и соавт. [19] предлагают пить контрастный агент дробно по 4 мин, но, по нашему мнению, это технически сложно выполнимо. Особняком стоит исследование М. Stoll и соавт. [18], которые предлагают готовить пациентов в течение 2,5 ч с приемом 1250 мл раствора в четыре этапа дробно каждые 30 мин. В нашей практике были пациенты ( $n = 27$ ), которые по техническим причинам после окончания приема перорального контрастного агента ожидали МРТ 60 мин и более, и адекватность расширения петель сохранялась и интерпретация исследований была проведена. Полный объем (1500 мл) раствора не смогли выпить 27 пациентов, у них объем контрастного агента составил около 1000 мл.

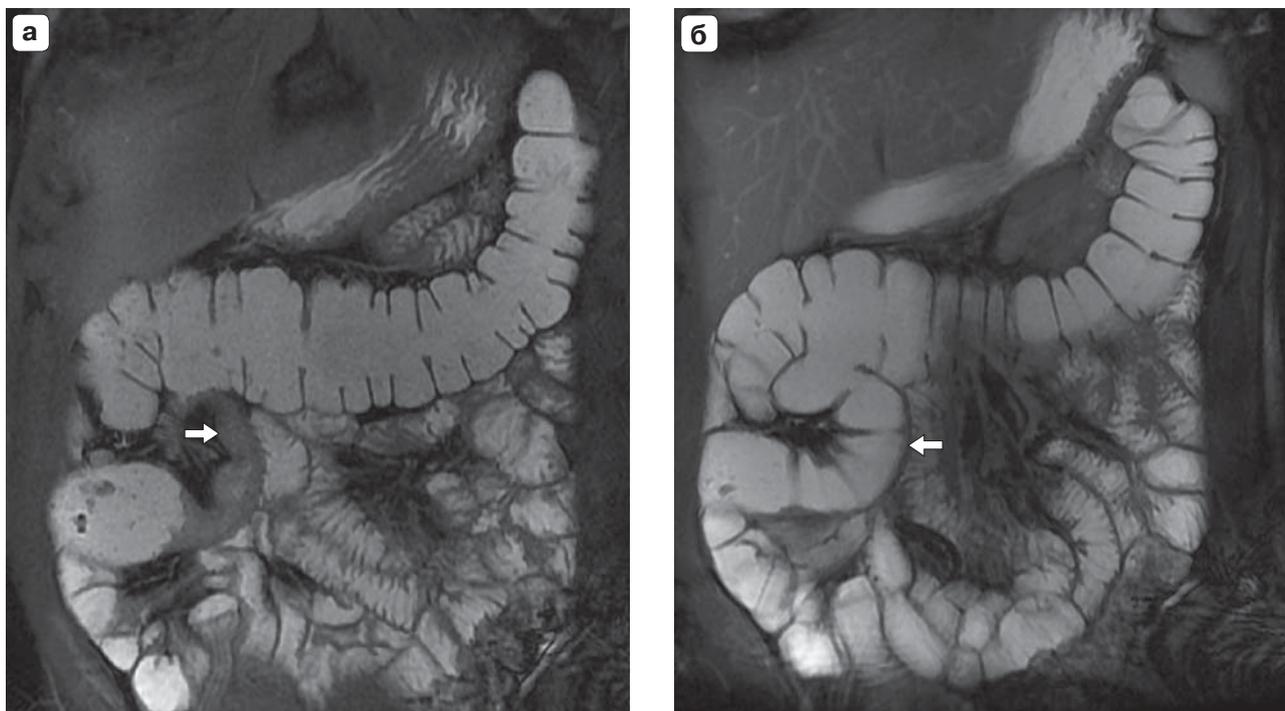
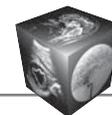
Контрастирование кишки у 62 пациентов, перенесших правостороннюю гемиколэктомию, не вызывало затруднений и не отличалось от стандартного приема контрастного вещества неоперированными пациентами.

После колопроктэктомии у 14 пациентов объем контрастного препарата уменьшали до 1000 мл и время его приема до 30–40 мин из-за быстрого пассажа.

Иногда петли подвздошной кишки низко расположены и достигают задней стенки матки и, при неправильном позиционирования катушки относительно пациента, МР-изображения тонкой и толстой кишки, попавшие в край окна визуализации, могут быть плохого качества (“зернистые”). Интерпретация таких изображений затруднена, и в этом случае необходимо репозиционирование катушки относительно пациента. Расширение петель тонкой кишки у пациентов ( $n = 23$ ), которым МР-исследование было выполнено в положении лежа на спине, было неадекватным.

### Программы

Основной программой при выполнении МР-энтерографии в нашей работе была 2D-FIESTA с подавлением жира, которая выполнялась в трех взаимно перпендикулярных плоскостях. Именно на этой импульсной последовательности наполненные тонкая и толстая кишка визуализирова-



**Рис. 4.** МР-энтерография в режиме T2-Fiesta cine, фронтальная плоскость. Состояние после правосторонней гемиколэктомии по поводу болезни Крона. Область илеотрансверзоанастомоза: **а** – во время перистальтической волны (стрелка); **б** – в релаксации после прохождения перистальтической волны (стрелка). **а** – формальная картина стриктуры дистального отдела тонкой кишки; **б** – указанные изменения отсутствуют.

**Fig. 4.** MR-enterography in the T2 Fiesta cine mode, frontal plane. Condition after right-sided hemicolectomy for Crohn's disease. The area of ileotransversoanastomosis: **a** – during the peristaltic wave (arrow); **b** – in relaxation after the passage of the peristaltic wave (arrow). **a** – a formal picture of the stricture of the distal small intestine; **b** – these changes are absent.

лись четко. Дополнительно выполненные программы на основе рутинных T2ВИ с подавлением жира во всех случаях были не информативны из-за двигательных артефактов от перистальтики. Выполнение мультифазного сканирования в T2-режиме во фронтальной плоскости, как предлагают J. Leyendecker и соавт. [6], мы использовали, чтобы оценить перистальтику кишечника, исключить или подтвердить наличие стеноза, дилатации и спаечного процесса (рис. 4).

Дополнение перорального контрастирования внутривенным позволяло оценить активность заболевания, отдифференцировать фиброзные и воспалительные изменения, оценить васкуляризацию кишки, фистулы и абсцессы. Проведение внутривенного контрастирования, по нашему мнению, целесообразно только у пациентов с адекватным растяжением петель тонкой кишки.

### Заключение

Таким образом, качественная оценка состояния тонкой кишки возможна только при точном соблюдении всех аспектов методики исследования. Мы рекомендуем следующую подготовку: ин-

тервал между последним приемом пищи и МР-энтерографией не менее 8 ч, объем перорального контрастного агента (маннитол или препараты ПЭГ) 1200–1500 мл за 60 мин до исследования. Положение пациента должно быть лежа на животе, за исключением беременных и пациентов после илео- и колостомии. В протокол сканирования мы рекомендуем обязательно включать диффузионно-взвешенные изображения и мультифазное сканирование в режиме T2. При выполнении МР-энтерографии у пациентов после колопроктоэктомии мы рекомендуем уменьшать объем перорального контрастного агента до 1000 мл и время подготовки к исследованию до 30–40 мин.

### Участие авторов

Оточкин В.В. – написание текста, подготовка, создание опубликованной работы.

Розенгауз Е.В. – концепция и дизайн исследования, подготовка и редактирование текста.

Чернышев М.Д. – анализ и интерпретация полученных данных, сбор и обработка данных.

Шевкунова Л.Г. – проведение исследования, участие в научном дизайне.



### Authors' participation

Otochkin V.V. – writing text, preparation and creation of the published work.

Rozengauz E.V. – concept and design of the study, text preparation and editing.

Chernyshev M.D. – analysis and interpretation of the obtained data, collection and analysis of data.

Shevkunova L.G. – conducting research, participation in scientific design.

### Список литературы

1. Amzallag-Bellenger E., Oudjit A., Ruiz A. et al. Effectiveness of MR Enterography for the Assessment of Small-Bowel Disease beyond Crohn Disease. *Radiographcs.* 2012; 32 (5): 1423–1444. <http://doi.org/10.1148/rg.325115088>
2. Lee S.S., Kim A.Y., Yang S. et al. Crohn Disease of the Small Bowel: Comparison of CT Enterography, MR Enterography, and Small-Bowel Follow-Through as Diagnostic Techniques. *Radiology.* 2009; 251 (3): 751–761. <http://doi.org/10.1148/radiol.2513081184>
3. Kaushal P., Sonwaru A.S., Charbaty A., Levy A.D. MR Enterography of Inflammatory Bowel Disease with Endoscopic Correlation. *Radiographcs.* 2017; 37 (1): 116–131. <http://doi.org/10.1148/rg.2017160064>
4. Собко В.Ю., Карпенко А.К., Щукина О.Б., Деметьева Т.В., Богданова Е.О. МРТ семиотика болезни Крона. *Медицинская визуализация.* 2013; 4: 54–60.
5. Российская гастроэнтерологическая ассоциация и Ассоциация колопроктологов России. Клинические рекомендации по диагностике и лечению болезни Крона. *Колопроктология.* 2017; 2: 60.
6. Leyendecker J.R., Bloomferd R.S., DiSantis D.J. et al. MR enterography in the management of patients with Crohn disease. *Radiographcs.* 2009; 29 (6): 1827–1846. <http://doi.org/10.1148/rg.296095510>
7. Stern M.D., Kopylov U., Ben-Horin S. et al. Magnetic resonance enterography in pregnant women with Crohn's disease: case series and literature review. *BMC Gastroenterology.* 2014; 14: 146–154. <http://doi.org/10.1186/1471-230X-14-146>
8. Herrmann K.A., Zech C.J., Michaley H.J. et al. Comprehensive magnetic resonance imaging of the small and large bowel using intraluminal dual contrast technique with iron oxide solution and water in magnetic resonance enteroclysis. *Invest. Radiol.* 2005; 40: 621–629. <http://doi.org/10.1097/01.rli.0000175037.15022.85>
9. Mazziotti S., Blandino A. MR Enterography. Messina: Springer, 2014. 150 p. <http://doi.org/10.1007/978-88-470-5675-6>
10. Bekendam M.I.J., Puylaert C.A.J., Phoa S.K.S.S. et al. Shortened Oral Contrast Preparation for Improved Small Bowel Distension at MR Enterography. *Abdom. Radiol.* 2017; 42 (7): 1–8. <http://doi.org/10.1007/s00261-017-1133-4>
11. Masselli G., Gualdi G. MR Imaging of the Small Bowel. *Radiology.* 2012; 289 (2): 333–348. <http://doi.org/10.1148/radiol.12111658>
12. Mollard B.J., Smith E.A., Dillman J.R. Pediatric MR Enterography: Technique Approach to Interpretation – How we do it. *Radiology.* 2015; 274 (1): 29–43. <http://doi.org/10.1148/radiol.14122449>
13. Kuehle C.A., Ajaj W., Ladd S.C. et al. Hydro-MRI of the small bowel: effect of contrast volume, timing of contrast

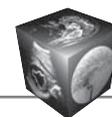
administration, and data acquisition on bowel distension. *Am. J. Roentgenol.* 2006; 187 (4): 375–385.

<http://doi.org/10.2214/AJR.051079>

14. Kolbe A.B., Haas L.A., Bartlett D. et al. Comparison of two small bowel distending agents for enterography in pediatric small bowel imaging. *Abdom. Radiol.* 2019; 44: 3252–3262. <http://doi.org/10.1007/s00261-019-02102-3>
15. Dillman J.R., Tobwin A.J., Imbus R. et al. Comparison of Two Neutral Oral Contrast Agents in Pediatric Patients: A Prospective Randomized Study. *Radiology.* 2018; 288 (1): 245–251. <http://doi.org/10.1148/radiol.2018173039>
16. Sinha R., Verma R., Verma S., Rajesh A. MR Enterography of Crohn Disease: Part 1, Rationale, Technique, and Pitfalls. *Am. J. Roentgenol.* 2011; 197 (1): 76–79. <http://doi.org/10.2214/AJR.10.7253>
17. Ninivaggi V., Misserre M., Restanio G. et al. MR-enterography with diffusion weighted imaging: ADC values in normal and pathological bowel loops, a possible threshold ADC value to differentiate active from inactive Crohn's disease. *Eur. Rev. Med. Pharmacol. Sci.* 2016; 20: 4540–4546. PMID: 27874943.
18. Stoll M.L., Patel A.S., Punaro M., Dempsey-Robertson M. MR-enterography to evaluate sub-clinical intestinal inflammation in children with spondyloarthritis. *Pediatr. Rheumatol.* 2016; 10 (6): 1–6. <http://doi.org/10.1186/1546-0096-10-6>
19. Завьялова М.Ю. МР-энтерография при Болезни Крона. *Вестник хирургии Казахстана.* 2015; 3: 25–28.
20. Яковлева Е.К., Трофимова Т.Н. Критерии анализа изображений при воспалительных заболеваниях тонкого кишечника. *Лучевая диагностика и терапия.* 2019; 4: 98–108. <https://doi.org/10.22328/2079-5343-2019-10-4-98-108>

### References

1. Amzallag-Bellenger E., Oudjit A., Ruiz A. et al. Effectiveness of MR Enterography for the Assessment of Small-Bowel Disease beyond Crohn Disease. *Radiographcs.* 2012; 32 (5): 1423–1444. <http://doi.org/10.1148/rg.325115088>
2. Lee S.S., Kim A.Y., Yang S. et al. Crohn Disease of the Small Bowel: Comparison of CT Enterography, MR Enterography, and Small-Bowel Follow-Through as Diagnostic Techniques. *Radiology.* 2009; 251 (3): 751–761. <http://doi.org/10.1148/radiol.2513081184>
3. Kaushal P., Sonwaru A.S., Charbaty A., Levy A.D. MR Enterography of Inflammatory Bowel Disease with Endoscopic Correlation. *Radiographcs.* 2017; 37 (1): 116–131. <http://doi.org/10.1148/rg.2017160064>
4. Sobko V.YU., Karpenko A.K., Schukina O.B., Demet'eva T.V., Bogdanova E.O. MRI semiotics of Crohn's disease. *Medical visualization = Meditsinskaya vizualizatsiya.* 2013; 4: 54–60. (In Russian)
5. Russian gastroenterological association and Russia's association of coloproctologists. Clinical recommendations for evaluation and treatment of Crohn's disease. *Coloproctology = Coloproctologiya.* 2017; 2: 60. (In Russian)
6. Leyendecker J.R., Bloomferd R.S., DiSantis D.J. et al. MR enterography in the management of patients with Crohn disease. *Radiographcs.* 2009; 29 (6): 1827–1846. <http://doi.org/10.1148/rg.296095510>
7. Stern M.D., Kopylov U., Ben-Horin S. et al. Magnetic resonance enterography in pregnant women with Crohn's disease: case series and literature review. *BMC*



- Gastroenterology*. 2014; 14: 146–154. <http://doi.org/10.1186/1471-230X-14-146>
8. Herrmann K.A., Zech C.J., Michalek H.J. et al. Comprehensive magnetic resonance imaging of the small and large bowel using intraluminal dual contrast technique with iron oxide solution and water in magnetic resonance enteroclysis. *Invest. Radiol.* 2005; 40: 621–629. <http://doi.org/10.1097/01.rli.0000175037.15022.85>
  9. Mazziotti S., Blandino A. MR Enterography. Messina: Springer, 2014. 150 p. <http://doi.org/10.1007/978-88-470-5675-6>
  10. Bekendam M.I.J., Puylaert C.A.J., Phoa S.K.S.S. et al. Shortened Oral Contrast Preparation for Improved Small Bowel Distension at MR Enterography. *Abdom. Radiol.* 2017; 42 (7): 1–8. <http://doi.org/10.1007/s00261-017-1133-4>
  11. Masselli G., Gualdi G. MR Imaging of the Small Bowel. *Radiology*. 2012; 289 (2): 333–348. <http://doi.org/10.1148/radiol.12111658>
  12. Mollard B.J., Smith E.A., Dillman J.R. Pediatric MR Enterography: Technique Approach to Interpretation – How we do it. *Radiology*. 2015; 274 (1): 29–43. <http://doi.org/10.1148/radiol.14122449>
  13. Kuehle C.A., Ajaj W., Ladd S.C. et al. Hydro-MRI of the small bowel: effect of contrast volume, timing of contrast administration, and data acquisition on bowel distension. *Am. J. Roentgenol.* 2006; 187 (4): 375–385. <http://doi.org/10.2214/AJR.051079>
  14. Kolbe A.B., Haas L.A., Bartlett D. et al. Comparison of two small bowel distending agents for enterography in pediatric small bowel imaging. *Abdom. Radiol.* 2019; 44: 3252–3262. <http://doi.org/10.1007/s00261-019-02102-3>
  15. Dillman J.R., Tobwin A.J., Imbus R. et al. Comparison of Two Neutral Oral Contrast Agents in Pediatric Patients: A Prospective Randomized Study. *Radiology*. 2018; 288 (1): 245–251. <http://doi.org/10.1148/radiol.2018173039>
  16. Sinha R., Verma R., Verma S., Rajesh A. MR Enterography of Crohn Disease: Part 1, Rationale, Technique, and Pitfalls. *Am. J. Roentgenol.* 2011; 197 (1): 76–79. <http://doi.org/10.2214/AJR.10.7253>
  17. Ninivaggi V., Misserre M., Restanio G. et al. MR-enterography with diffusion weighted imaging: ADC values in normal and pathological bowel loops, a possible threshold ADC value to differentiate active from inactive Crohn's disease. *Eur. Rev. Med. Pharmacol. Sci.* 2016; 20: 4540–4546. PMID: 27874943.
  18. Stoll M.L., Patel A.S., Punaro M., Dempsey-Robertson M. MR-enterography to evaluate sub-clinical intestinal inflammation in children with spondyloarthritis. *Pediatr. Rheumatol.* 2016; 10 (6): 1–6. <http://doi.org/10.1186/1546-0096-10-6>
  19. Zav'yalova M.Yu. MR- enterography of Crohn's Disease. *Bulletin of Surgery in Kazakhstan*. 2015; 3: 25–28. (In Russian)
  20. Yakovleva E.K., Trofimova T.N. Criteria for image analysis in inflammatory diseases of small bowel. *Radiation diagnostics and therapy = Luchevaya diagnostica i terapiya*. 2019; 4: 98–108. <https://doi.org/10.22328/2079-5343-2019-10-4-98-108> (In Russian)

**Для корреспонденции\***: Оточкин Владимир Вячеславович – E-mail: [Otow@yandex.ru](mailto:Otow@yandex.ru)

**Оточкин Владимир Вячеславович** – канд. мед. наук, ассистент кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии Северо-Западного государственного медицинского университета им. И.И. Мечникова; заведующий кабинетом магнитно-резонансных томографических исследований Ленинградской областной клинической больницы, Санкт-Петербург. <https://orcid.org/0000-0002-2667-3612>

**Розенгауз Евгений Владимирович** – доктор мед. наук, профессор кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии Северо-Западного государственного медицинского университета им. И.И. Мечникова; главный научный сотрудник ФГБУ “Российский научный центр радиологии и хирургических технологий имени академика А.М. Гранова Минздрава России”, Санкт-Петербург. <https://orcid.org/0000-0003-1742-7783>

**Чернышев Михаил Дмитриевич** – медицинский брат кабинета магнитно-резонансных томографических исследований Ленинградской областной клинической больницы; студент VI курса Северо-Западного государственного медицинского университета им. И.И. Мечникова, Санкт-Петербург.

**Шевкунова Лариса Геннадьевна** – рентгенолаборант кабинета магнитно-резонансных томографических исследований Ленинградской областной клинической больницы, Санкт-Петербург.

**Contact\***: Vladimir V. Otochkin – E-mail: [Otow@yandex.ru](mailto:Otow@yandex.ru)

**Vladimir V. Otochkin** – Cand. of Sci. (Med.), assistant of the Radiology Department of I.I. Mechnikov North-West State Medical University, Saint Petersburg; head of the Department of magnetic resonance tomography of Leningrad Regional Clinical Hospital, Saint Petersburg. <https://orcid.org/0000-0002-2667-3612>

**Evgeniy V. Rozengauz** – Doct. of Sci. (Med.), Professor of the Radiology Department of I.I. Mechnikov North-West State Medical University, Saint Petersburg; radiologist of computer tomography department, main researcher of RSCRST named after A.M. Granov, Saint Petersburg. <https://orcid.org/0000-0003-1742-7783>

**Michael D. Chernyshev** – medical nurse of the Department of magnetic resonance tomography of Leningrad Regional Clinical Hospital, Saint Petersburg; 6st year student of I.I. Mechnikov North-West State Medical University, Saint Petersburg.

**Larisa G. Shevkunova** – X-ray technician of the Department of magnetic resonance tomography of Leningrad Regional Clinical Hospital, Saint Petersburg.