

Систематический обзор методов подготовки кишечника к лучевым исследованиям

Морозов С.П., Владзимирский А.В.*, Ветшева Н.Н., Трофименко И.А., Кузьмина Е.С.

ГБУЗ «Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения г. Москвы»
ул. Средняя Калитниковская, 28, стр. 1, Москва, 109029, Российская Федерация

Резюме

Проведен систематический обзор для обобщения данных о подходах и методах подготовки кишечника к проведению лучевых исследований. В обзор включены 15 статей о компьютерной томографии (КТ), 30 статей о магнитно-резонансной томографии (МРТ). В силу ограниченной доказательности исследования о рентгенографии и ультразвуковых исследованиях (УЗИ) в обзор не включены; по этим модальностям суммированы основные положения. Подготовка кишечника обязательно проводится перед КТ колонографией (диета, очищение кишечника в течение не более 24 часов, маркировка резидуального содержимого). Для очищения чаще применяют растворы малообъемного полиэтиленгликоля (ПЭГ) / макрогола с аскорбатным комплексом и электролитами (2 литра), бисакодил. Выбор конкретной медикаментозной схемы очищения кишечника должен базироваться на персонализированном подходе к пациенту, сбалансированности, учете цели и причин исследования. Подготовка кишечника обязательно проводится перед МРТ кишечника (два пути: полное очищение (чаще всего с применением растворов малообъемного ПЭГ / макрогола с аскорбатным комплексом и электролитами (2 литра)) или диета с последующим контрастированием резидуального содержимого). Нет достоверных сведений о преимуществах того или иного подхода. Недостаточная доказательность связана с практически полным отсутствием сравнительных исследований. При выполнении МРТ органов малого таза у мужчин применяются спазмолитические средства, у женщин – диета, механическое очищение, суппозитории с бисакодилом или магнезия с последующей регидратацией в день исследования. Достоверных данных о необходимости подготовки кишечника к проведению следующих исследований в настоящее время нет: КТ органов брюшной полости и малого таза (за исключением толстого кишечника), экскреторная урография, метро(гистеро)сальпингография, УЗИ толстого кишечника. Растворы ПЭГ с электролитами имеют относительные преимущества при подготовке кишечника к лучевым исследованиям (возможность применения в тех ситуациях, когда назначение иных слабительных средств противопоказано).

Ключевые слова: лучевая диагностика, подготовка кишечника, виртуальная колоноскопия, компьютерная томография, рентгенография, магнитно-резонансная томография, полиэтиленгликоль, макрогол

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

Для цитирования: Морозов С.П., Владзимирский А.В., Ветшева Н.Н., Трофименко И.А., Кузьмина Е.С. Систематический обзор методов подготовки кишечника к лучевым исследованиям. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2019; 100(1): 40–57. <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2019-100-1-40-57>

Статья поступила 03.12.2018 После доработки 15.01.2019 Принята к печати 29.01.2019

Bowel Preparation for Imaging Studies: Systematic Review

Sergey P. Morozov, Anton V. Vladzimirsky*, Natalia N. Vetsheva, Irina A. Trofimenko,
Ekaterina S. Kuz'mina

Research and Practical Clinical Center of Diagnostics and Telemedicine Technologies,
Department of Health Care of Moscow
ul. Srednyaya Kalitnikovskaya, 28/1, Moscow, 109029, Russian Federation

Abstract

The authors performed a systematic review to summarize data on the approaches and methods of bowels preparation for radiography, radiology and ultrasound studies. The review included 15 articles on computed tomography (CT) and 30 articles on magnetic resonance imaging (MRI). Due to the limited evidence, researches on X-ray and ultrasound (US) studies are not included in the review; the authors just summarized the main provisions for these modalities. The bowels preparation must be completed before making the CT colonography (diet, bowel cleansing within max. 24 hours, marking the residual content). For purification, solutions of low-volume polyethylene glycol (PEG) 2 L with ascorbate complex and electrolytes, bisacodyl and other medications were used. The choice of a specific drug regimen of bowels cleansing should be based on a personalized approach to patient, balance, consideration of studies purpose and reasons. The bowels preparation must be completed before making the MRI (two ways: complete cleansing (most often with low-volume polyethylene glycol 2 L solutions with ascorbate complex and electrolytes or diet, followed by contrasting the residual content). There is no reliable information on the benefits of each particular approach. The insufficient evidence is due to the lack of comparative studies. When performing the MRI of men's small pelvic, doctors use antispasmodics, for women they prefer diet, mechanical cleansing, suppositories with bisacodyl or magnesia, followed by rehydration on the day of studies. There is currently no reliable data on the need in bowels preparation before making the following studies: CT of abdominal cavity and small pelvis (except for the large intestine), excretory urography, metro(hystero)salpingography, ultrasound of the large intestine. PEG solutions with electrolytes have relative advantages in preparing bowels for radiation studies (possibility of using in cases when the prescription of other laxatives is contraindicated).

Keywords: radiology, bowels preparation, virtual colonoscopy, computed tomography, radiography, magnetic resonance imaging, polyethylene glycol, macrogol

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

Funding: The study had no sponsorship.

For citation: Morozov S.P., Vladzimirsky A.V., Vetsheva N.N., Trofimenko I.A., Kuz'mina E.S. Bowel Preparation for Imaging Studies: Systematic Review. *Journal of Radiology and Nuclear Medicine*. 2019; 100(1): 40–57. (in Russ.). <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2019-100-1-40-57>

Received 03.12.2018 Revised 15.01.2019 Accepted 29.01.2019

Введение

Интенсивное развитие технологий и методологий лучевой диагностики обеспечивает постоянное расширение возможностей для ее применения в целях решения задач скрининга, ранней и дифференциальной диагностики, стадирования, мониторинга, оценки эффективности лечения самых разных патологических состояний. В ряде случаев лучевые методы начинают составлять серьезную конкуренцию инструментальным методикам, традиционно считавшимся «золотым стандартом». Наглядный пример — диагностика заболеваний полых органов желудочно-ки-

шечного тракта (ЖКТ), где параллельно с эндоскопическими методами все более широко и эффективно применяются компьютерная и магнитно-резонансная томографии [1]. Лучевые методы применяются для обследований тонкой и толстой кишки, органов малого таза у мужчин и женщин. При этом одной из ключевых методических проблем остается дискуссионность необходимости и способов подготовки кишечника. Для адекватной визуализации требуется предварительное очищение кишки, так как доброкачественные (полипы) и злокачественные новообразования могут скрываться под резидуальным

содержимым. При этом отсутствует возможность аспирации избыточной жидкости, как при эндоскопии. А твердые остаточные фекальные массы, особенно гомогенные и прилежащие к стенкам кишечника, могут симулировать опухолевидные образования. Выбор способа и режима очищения (от щадящей диеты с маркировкой резидуальных масс до лаважного промывания) неочевиден, в том числе для разных модальностей. Еще более затрудняет выбор развитие методик маркирования остаточных веществ в кишечнике, которые, возможно, минимизируют требования к степени очищения.

Цель исследования

Систематизировать данные о подходах и методах подготовки кишечника к проведению лучевых исследований.

Материалы и методы

Дизайн исследования: систематический обзор в соответствии с The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions.

Стратегия поиска отображена на рис. 1.

Критерии включения

1. Четкое соответствие теме систематического обзора по одной из четырех модальностей: компьютерная томография (КТ), магнитно-резонансная томография (МРТ), ультразвуковые исследования (УЗИ), рентгенография.
2. Оригинальное исследование, опубликованное в рецензируемом журнале.
3. Дизайн: рандомизированное контролируемое испытание, когортное исследование.

4. Приведены данные о методике подготовки кишечника и результатах последующего лучевого исследования.

5. Публикация посвящена лучевым методам исследований, проводимым в плановом порядке.

6. Исследования для лиц старше 18 лет (взрослые).

Критерии исключения

1. Исследования, предполагающие выполнение инвазивных вмешательств (в т. ч. биопсий).

2. Исследования, предполагающие внутривенное введение датчиков или зондирование.

3. Экспериментальные, фантомные, социологические, медико-экономические исследования.

4. Сравнительные исследования вопросов пост-процессинговой обработки изображений, эффективности программного обеспечения.

5. Исследования, в которых изучаются возможности радиотерапии.

6. Исследования для лиц моложе 18 лет (дети).

Поиск релевантных научных публикаций осуществлен в электронных базах данных Научной электронной библиотеки РФ (elibrary.ru) и Национальной медицинской библиотеки США (pubmed.org) на русском и английском языках.

Проанализированы наименования статей, полученные в ходе поиска; часть публикаций была исключена как не соответствующая критериям включения. Далее проанализированы рефераты отобранных работ, произведено второе исключение. Затем из каждой публикации, включенной в обзор, отобраны следующие сведения: автор(ы), год публикации, страна; цель и дизайн исследования; проверка статистической гипотезы; описание методологии подготовки кишечника; результаты.

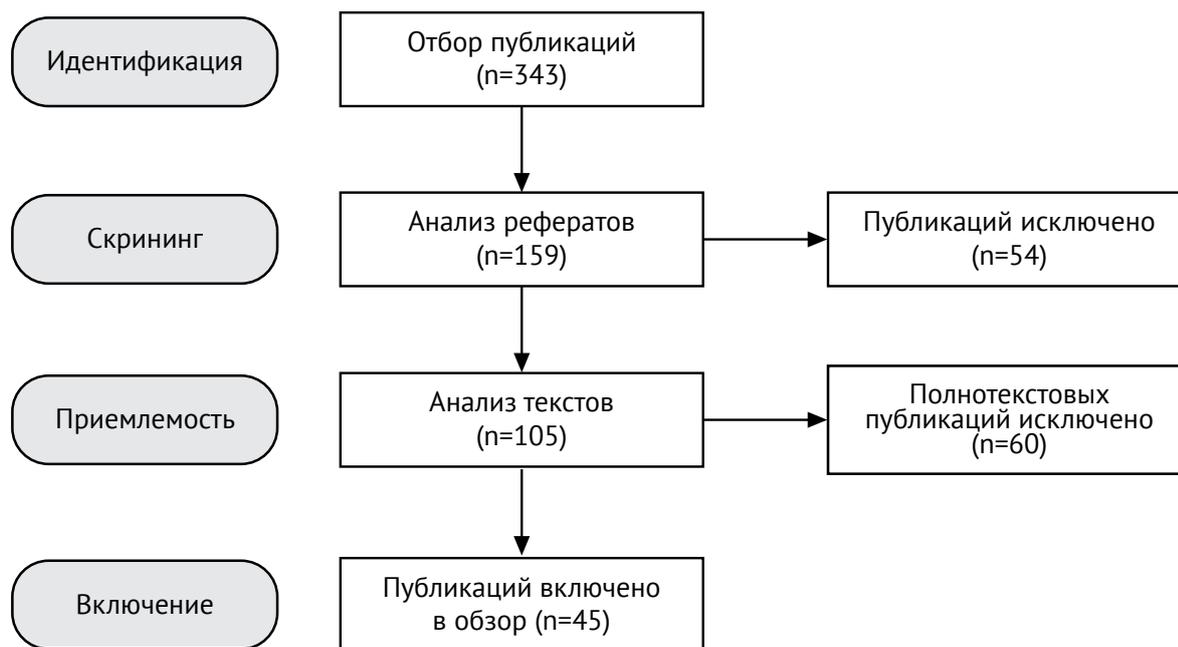


Рис. 1. Стратегия отбора и включения публикаций в систематический обзор

Все полученные таким образом данные используются для анализа, систематизации и синтеза результатов.

Результаты и обсуждение

В целом существуют два принципиальных подхода: выполнять лучевые исследования с подготовкой и без подготовки кишечника. При отсутствии какой-либо подготовки применяется контрастирование пероральными препаратами и расширение толстого кишечника путем инфляции газов. Для подготовки кишечника используются диета, механическая очистка (клизмы), медикаментозная очистка в различных сочетаниях и различной интенсивности. В более современных исследованиях механическая очистка практически не выполняется, а в целом программу подготовки завершает маркирование резидуальных веществ. Программы подготовки разнятся для модальностей (с методологической точки зрения и в зависимости от научной обоснованности). Далее изложим систематизированные результаты для КТ, МРТ, УЗИ и рентгенографии. В результате отбора в систематический обзор включены 15 статей о КТ, 30 статей о МРТ. В силу минимального числа публикаций и крайне ограниченной доказательности исследования о рентгенографии и УЗИ в систематический обзор не включены. Тем не менее по указанным модальностям суммированы основные положения, касающиеся подготовки кишечника (при этом использованы данные из статей, соответствующих критериям включения).

Методическая проблема, возникшая при систематизации результатов исследований, — это отсутствие общепринятых валидизированных шкал для оценки степени очищения кишечника для лучевых исследований с учетом модальности. Например, существуют такие инструменты для сферы эндоскопии: Aronchick Scale, Boston Bowel Preparation Scale, Ottawa Scale, Harefield Cleansing Scale и т. д. Применение шкал объективизирует результаты исследований и делает их сопоставимыми, например, для анализа эффективности эндоскопической колоноскопии. При изучении лучевых методов диагностики подобный подход не используется, что является серьезным недостатком.

Компьютерная томография

Виртуальная колонография

Компьютерная томография толстого кишечника — известный метод скрининга и диагностики заболеваний толстого кишечника. В сравнении с эндоскопической колоноскопией, КТ обеспечивает чувствительность 73–98% и специфичность 89–91% при выявлении полипов ≥ 6 мм (по данным суммарного анализа независимых исследований) [2–9].

Проведение компьютерной томографии толстого кишечника включает подготовку к исследова-

нию, инфляцию (как правило), сканирование в двух положениях, обязательную постобработку полученных данных с применением специализированного программного обеспечения. Инфляция различных газов и жидкостей, возможности разнообразных компьютерных средств постпроцессинга, протоколы исследований являются предметами научных исследований и дискуссий.

Однако подготовка кишечника является обязательным компонентом программы КТ-исследования, ее основные этапы следующие [8–14].

1. Диета.
2. Очищение.
3. Маркировка резидуального содержимого.

1. Диета. Подготовка к исследованию начинается с контроля питания: пища с низким содержанием клетчатки за 72 часа до исследования, исключение твердой пищи минимум за 24 часа, жидкая диета (прозрачные жидкости — бульоны, отвары, чай или кофе без сливок; недопустимо употребление газированных напитков, соков, любых жидкостей с интенсивной окраской) минимум за 12 часов до исследования.

Достоверных сведений о точных режимах, длительности диеты нет; особенно на фоне приема слабительных препаратов (бисакодил, сенна) и маркировки кишечного содержимого сульфатом бария [15]. Более того, в рандомизированном одноцентровом исследовании ($n=95$) показано, что соблюдение диеты не оказывает достоверного влияния на качество очищения кишечника и объем резидуальных масс; при этом повышается приверженность пациентов. Очищение осуществлялось путем применения ПЭГ, а маркировка — препаратом на основе диатризоата натрия [16]. Тем не менее подавляющее большинство исследователей и официальных позиций профессиональных сообществ указывают на необходимость диеты.

2. Очищение. В целом схема очищения кишечника должна быть простой и не отягощающей для пациента. Выполняется в двух видах — т.н. «влажное» и «сухое». «Влажное» очищение подразумевает применение растворов полиэтиленгликоля (ПЭГ) / макрогола с электролитами в объеме около 4 литров или 2 литров малообъемного полиэтиленгликоля / макрогола с аскорбатным комплексом. «Сухое» очищение — это малые объемы солевых слабительных (фосфат натрия и т. д.). Последнее имеет свои ограничения у пациентов с риском нарушений со стороны почек и сердечно-сосудистой системы. Риски развития острой фосфатной нефропатии настолько велики, что препараты на основе солей фосфорной кислоты выводятся из употребления и исчезают с рынка. По наиболее актуальным данным, активное очищение кишечника (с применением слабительных средств) должно быть ограничено 24 часами [11]. Отметим, что применение специализированного программного обеспечения для

постпроцессинга – обязательный компонент виртуальной колонографии вне зависимости от избранной тактики очищения кишечника.

3. Маркировка. Это обязательный компонент КТ колонографии [2, 11, 17, 18]. Для маркирования резидуальных фекальных масс и жидкости используют пероральные препараты на основе йода и бария. При этом отсутствуют достоверные сведения о преимуществе какой-либо конкретной группы [3–5, 8–11, 19]. Следует учитывать, что препараты на основе йода могут обладать слабительными свойствами, что следует учитывать при планировании программы подготовки [11].

В отдельных исследованиях описаны подходы к проведению КТ колонографии без двух первых этапов подготовки кишечника. Однако подобные сокращенные режимы изучены недостаточно, крайне поверхностно [3–5, 20–23]. Известно, что они снижают диагностическую точность исследований, даже при проведении маркировки [7]. Такой подход отчасти оправдан лишь у лиц пожилого и старческого возраста, у крайне ослабленных пациентов, когда речь идет о высокой вероятности выявления злокачественного новообразования; также он возможен при категоричном отказе пациента, однако требуется тщательное разъяснение ограниченных возможностей исследования [11, 24–26].

Подчеркнем, что в настоящее время отсутствует доказательная база для широкого отказа от очищения кишечника перед проведением КТ колонографии.

В таблице 1 систематизированы данные о сравнении схем и способов подготовки кишечника к проведению КТ колонографии. Отметим, что оценка качества подготовки кишечника проводится по очевидному принципу «оптимальная интерпретация требует очищенного кишечника с маркировкой всей резидуальной жидкости и фекальных масс» [3–5, 8]. Единственный общепринятый критерий, характеризующий подготовку как некачествен-

ную – это наличие недостаточно маркированных резидуальных веществ, делающих невозможной визуализацию полипов ≥ 6 мм или ≥ 1 см [8].

За истекшие 20 лет предложено значительное количество различных схем и протоколов подготовки кишечника, при этом отсутствуют достоверные данные о весомом преимуществе тех или иных методов. Большинство исследователей указывают на отсутствие достоверных различий с позиций обеспечения качества диагностики [28, 30, 34, 35, 37, 38, 40].

Довольно типичны следующие публикации.

В рандомизированном исследовании, охватившем 2531 пациента, сравнивали подготовку кишечника с использованием ПЭГ 4 л, гидрофосфата натрия (90 мл) и магнезии (300 мл); в каждом случае в качестве дополнения назначался бисакодил, а также проводилась маркировка препаратами на основе бария и йода. В результате установлено, что наибольший объем резидуальных фекальных масс был у пациентов, использовавших ПЭГ; резидуальной жидкости – при применении магнезии. Однако чувствительность и специфичность для выявления полипов ≥ 6 мм и ≥ 1 см не различались между группами. Единственным значимым критерием была большая приверженность пациентов к приему гидрофосфата натрия [34].

В 2012–2014 гг. в Италии проведена программа скрининга колоректального рака SAVE, в рамках которой осуществлялась рандомизация по способу подготовки кишечника (n=1286). В обеих группах обследуемым назначались:

- диета с низким содержанием клетчатки;
- препараты с действующим веществом макрогол 3350 (два коммерческих препарата различных производителей, один из них – с аскорбатным комплексом и электролитами) в дозировках 1 и 2 литра;
- натрия амидотризоат для маркировки остаточного содержимого.

Таблица 1. Систематизированные данные о сравнении способов подготовки кишечника к проведению КТ колонографии

| Авторы, год | Вариант подготовки | Применяемые вещества (в первой группе сравнения / во второй группе сравнения) | Количество пациентов | Результат |
|------------------------------------|---|---|----------------------|--|
| Ginnerup Pedersen et al, 2002 [27] | Диета + полное очищение | ПЭГ 2 л + бисакодил / Фосфат натрия + бисакодил | 50 | Результат для второй группы достоверно лучше |
| Forbes GM et al., 2005 [28] | Диета + полное очищение | Магнезия, бисакодил, пикосульфат натрия / ПЭГ 1 л, пикосульфат натрия | 176 | Нет достоверных различий. Первая схема вызывает синкопальные состояния и неприменима |
| Dachman AH et al., 2007 [29] | Диета + маркировка / Диета + полное очищение + маркировка | Специальный диетический набор / Магнезия + препарат бария | 14 | Результат для второй группы достоверно лучше |

| Авторы, год | Вариант подготовки | Применяемые вещества (в первой группе сравнения / во второй группе сравнения) | Количество пациентов | Результат |
|--------------------------------|---|---|----------------------|---|
| Kim DH et al., 2007 [30] | Диета + полное очищение | 1 или 2 дозы фосфата натрия | 100 | Нет достоверных различий |
| Yoon SH et al., 2009 [31] | Диета + полное очищение + маркировка | Фосфат натрия / Магnezия + различные дозы сульфата бария | 69 | Лучший результат для группы с магnezией и более высокой концентрацией препарата бария |
| Nagata K et al., 2009 [32] | Диета + полное очищение + маркировка | ПЭГ 2 л / Натрия пикосульфат + натрия диатризоат | 101 | В первой группе достоверно выше чувствительность, во второй – специфичность |
| Campanella D et al., 2010 [33] | Диета + полное очищение + маркировка / Диета + маркировка | Фосфат натрия / ПЭГ 2 л / Только маркировка + препарат йода | 604 | В первой группе зафиксирована лучшая очистка. Во второй группе – лучший баланс между качеством подготовки и приверженностью пациентов |
| Hara AK et al., 2011 [34] | Диета + полное очищение + маркировка | ПЭГ 4 л / Гидрофосфат натрия / Магnezия, бисакодил + препараты йода и бария | 2531 | Нет достоверных различий |
| Faccioli N et al., 2011 [35] | Диета + полное очищение + маркировка | ПЭГ (два препарата: макрогол 4000 по 1,5 л 2 дня, макрогол 3350 по 2 л 2 дня) + меглюмина амидотризоат | 40 | Нет достоверных различий |
| Keedy AW et al., 2011 [36] | Диета + полное очищение + маркировка | ПЭГ (макрогол 3350) 2 л с электролитами и аскорбатным комплексом / Магnezия, бисакодил + контрастное вещество | 50 | Лучше показатели маркировки, времени интерпретации для первой группы. Нет разницы в объеме резидуальных веществ |
| Chen ZY et al., 2013 [37] | Диета + полное очищение + маркировка | ПЭГ 2 л с электролитами + бисакодил / Уменьшенная доза бисакодила / Без бисакодила + бария сульфат, меглюмина диатризоат | 60 | Нет достоверных различий |
| Sali et al., 2015 [38] | Диета + полное очищение + маркировка | ПЭГ (два препарата макрогол 3350 (в т. ч. с электролитами и аскорбатным комплексом) по разным схемам 1 и 2 л) + натрия амидотризоат | 1286 | Нет достоверных различий |
| Bannas P. et al., 2015 [39] | Диета + полное очищение + маркировка | Сульфаты натрия, калия и магния / Натрия фосфат / Магnezия / ПЭГ 4 л | 263 | Наименьшее количество резидуальных масс зафиксировано для первой схемы |
| Iafrate F. et al., 2015 [40] | Диета + полное очищение + маркировка / Диета + маркировка | ПЭГ 1 л + бисакодил + препарат йода / Только диета + препарат йода | 52 | Оптимальное качество очищения в первой группе у 76,9% пациентов, во второй – у 84,6% без достоверных различий между группами |
| Nagata K. et al., 2017* [41] | Полное очищение + маркировка | ПЭГ 2 л + диатризоат натрия | 1257 | - |

* Мультицентровое обсервационное исследование.

В результате между группами с разными схемами подготовки кишечника не зафиксировано достоверных различий в точности выявления аденом ≥ 10 мм. Меньший объем препарата ассоциировался с большей приверженностью пациентов [38, 42].

В крупном мультицентровом исследовании ($n=1257$), проведенном в Японии и посвященном выявлению полипов и новообразований, для КТ толстого кишечника была достигнута чувствительность 0,9, специфичность 0,93, прогностическая ценность положительного и отрицательного результата 0,83 и 0,96 соответственно (при выявлении неоплазм ≥ 6 мм). При этом использовался метод полного очищения кишечника раствором ПЭГ 1,62 л с последующим принятием смеси ПЭГ 0,38 л и диатризоата натрия 0,2 л для маркировки остаточного содержимого. Такой подход обеспечил минимальное количество резидуальных фекальных масс, их качественную маркировку, а также сохранил возможность для проведения эндоскопической колоноскопии при выявлении показаний в тот же день (без повторной подготовки кишечника). Необходимо подчеркнуть, что качество подготовки кишечника в исследовании объективизировали по 4-балльной шкале. Оценка проводилась как пациентом, так и медицинским персоналом. При недостаточном качестве очищения назначались дополнительные дозы растворов ПЭГ и ПЭГ с контрастным веществом [32]. Таким образом, в условиях мультицентрового исследования ($n=1257$) показана высокая диагностическая точность КТ колонографии, выполняемой после очищения кишечника раствором полиэтиленгликоля в объеме 2 л с маркировкой резидуальных фекальных масс диатризоатом натрия.

Дополнительно отметим, что, в соответствии с официальной позицией European Society of Gastrointestinal and Abdominal Radiology (ESGAR), при подготовке к КТ-исследованию тонкого кишечника слабительные средства не применяются; за 4–6 часов исключают прием твердой пищи и жидкости (за исключением негазированной воды). Если исследование планируется расширить на толстый кишечник, то рекомендуется водная клизма и применение пероральных контрастных средств [43].

В публикациях отечественных авторов не проводилось сравнительное изучение программ и схем подготовки кишечника в части, касающейся диеты, средств очищения и маркировки.

Встречаются отдельные упоминания о применении очистительных клизм «до чистой воды» в день перед исследованием [20, 44, 46, 47]. Однако широкого применения эта методика не имеет. При явлениях нарушений кишечной проходимости применяют диету с исключением растительной клетчатки, дробный прием 15% раствора сульфата магнезии и вазелинового масла [47].

Можно констатировать, что большинство исследователей применяет диету (соблюдение питьевого режима, исключение продуктов, вызывающих газообразование) и программу полного очищения с использованием растворов малообъемного полиэтиленгликоля / макрогола 2 л с аскорбатным комплексом и электролитами; реже применяют бисакодил, фосфат натрия, магнезию.

Можно констатировать, что в настоящее время отсутствует консенсус по вопросу выбора конкретных фармацевтических препаратов и схем их применения для подготовки кишечника к КТ колонографии.

Преимущества и недостатки определенных фармацевтических препаратов должны определяться в специальных исследованиях, базирующихся на персонализированном подходе. В настоящее время единственным весомым подходом является позиция *European Society of Gastrointestinal and Abdominal Radiology* [11]:

а) фосфат натрия – требуется строгий контроль дозы из-за возможных нарушений электролитного баланса и развития нефропатии (дополним: противопоказания к применению этого вещества – почечная, сердечная недостаточность, прием мочегонных препаратов, асцит, непроходимость кишечника [53]);

б) магнезия – отличается меньшим количеством побочных эффектов, ее применение более предпочтительно по сравнению с фосфатом натрия;

в) при применении ПЭГ практически отсутствует вероятность развития нарушений электролитного баланса, однако возможно наличие большего объема резидуальной жидкости (особенно при применении высокообъемных препаратов ПЭГ (4 л)) [3–5]. Возможным решением данной проблемы является применение малообъемных препаратов на основе ПЭГ в объеме 2 л с аскорбатным комплексом и электролитами либо сканирование пациента в 2-х позициях [51]).

Дополнительно укажем, что с фармакологической точки зрения выбор малообъемного препарата на основе ПЭГ (2 л с аскорбатным комплексом и электролитами) достаточно обоснован. В отличие от солевых слабительных, препараты на основе молекулы макрогола (размером более 3000 дальтон) практически не поступают в системный кровоток и действуют исключительно местно. Действие ПЭГ «уравновешивается» электролитами, а солевых слабительных – нет.

При выборе конкретной схемы очищения кишечника (включая фармацевтические препараты) необходимо соблюдение баланса между достигаемой диагностической точностью и комфортом схемы для пациента [11, 32]. Например, в исследовании [32] проводили тщательные беседы с пациентами, разъясняя влияние программы очищения на качество и скорость диагностики; при этом достигался требуемый оптимальный баланс.

Полагаем, что необходим персонализированный подход, учитывающий психологический статус, состояние здоровья, наличие сопутствующих патологий, взвешенные риски побочных эффектов и т. д. Примером может служить исследование [28], в ходе которого одна из схем очищения кишечника с применением солевых слабительных (магнезии, бисакодила, пикосульфата натрия последовательно) вызвала у пациентов синкопальные и пресинкопальные состояния.

Особое внимание следует уделять индивидуальной работе с пациентом во время подготовки к исследованию. Рекомендуется разрабатывать программы информационного сопровождения, обучения, этапного контроля и напоминаний, обязательно снабжать пациентов детальными инструкциями [8–11].

Также должна учитываться цель и причины для исследования:

- скрининг – простой, щадящий режим подготовки;
- наличие жалоб, симптомов – тщательная, персонализированная подготовка;
- дифференциальная диагностика, высокая вероятность выполнения эндоскопической колоноскопии – максимально тщательное очищение;
- особые группы пациентов (пациенты с патологией со стороны почек и сердечно-сосудистой системы) – только маркировка (крайне нежелательный вариант).

Таким образом, данные официальных позиций ряда профессиональных сообществ [11–13], а также результаты данного систематического обзора позволяют утверждать, что в настоящее время подготовка кишечника является обязательным компонентом при проведении КТ колонографии для корректного выявления полипов и новообразований как при наличии, так и при отсутствии симптомов. Влияние диеты на качество подготовки кишечника является сомнительным. Выбор конкретной медикаментозной схемы очищения кишечника должен базироваться на персонализированном подходе к пациенту, сбалансированности, учете цели и причин исследования. Растворы малообъемного полиэтиленгликоля / макрогола 2 л с аскорбатным комплексом и электролитами обеспечивают лучшую приверженность пациентов за счет комфорта процедуры подготовки кишечника к лучевым исследованиям. Отмечается лучшая переносимость препарата пациентами за счет меньшего объема жидкости, которую необходимо принять (два литра раствора препарата, а не четыре).

Компьютерная томография органов брюшной полости и малого таза

Рекомендации о подготовке кишечника иногда содержатся в информационных материалах для пациентов. В частности, зафиксированы 2 варианта:

1. Соблюдение диеты с исключением продуктов, вызывающих газообразование, за 2–3 дня. Исключе-

ние приема пищи за 5–8 часов до исследования. При избыточном газообразовании – прием активированного угля, симетикона.

2. Соблюдение диеты за 24 часа до исследования (исключение вызывающих газообразование продуктов), очищение кишечника ПЭГ (накануне) и/или клизмой (в день исследования).

Однако в научных публикациях нами не обнаружено исследований, посвященных обоснованию или оценке значимости процедуры очищения кишечника перед данным обследованием.

Таким образом, вопрос целесообразности подготовки кишечника к компьютерной томографии органов брюшной полости и малого таза требует дальнейшего изучения; минимальная согласованная позиция по нему отсутствует.

Магнитно-резонансная томография

МРТ толстого кишечника

Магнитно-резонансная томография – относительно новый метод исследования толстого кишечника, методология и многие технические аспекты которого еще находятся на стадии активной научной разработки. Основным преимуществом МРТ полагают отсутствие ионизирующего излучения, что делает возможным неинвазивное исследование желудочно-кишечного тракта для особых групп пациентов (например, для беременных). Аналогично КТ, проведение магнитно-резонансной томографии толстого кишечника включает подготовку к исследованию, инсуффляцию, сканирование в двух положениях, обработку полученных данных [54–56].

В таблице 2 систематизированы данные о способах подготовки кишечника к обследованию методом магнитно-резонансной томографии.

Как следует из данных таблицы, подготовка кишечника – обязательный этап исследования, который может быть реализован 2 путями: полным очищением с применением слабительных средств или выполнением короткой программы с маркировкой кишечного содержимого контрастными препаратами.

Первый вариант базируется на применении различных фармацевтических препаратов; чаще всего это растворы малообъемного полиэтиленгликоля / макрогола с аскорбатным комплексом или растворы фосфата натрия.

Известно, что необходимость полного очищения кишечника значительно снижает приверженность пациентов к прохождению диагностического исследования (особенно в скрининге). Тем не менее в большинстве публикаций, посвященных оценке диагностической точности МРТ, фигурирует именно этот метод. В большинстве случаев это объясняется тем, что авторы статей в обязательном порядке проводили своим пациентам эндоскопическую колоноскопию вслед за лучевым обследованием в качестве референсного метода.

Короткая программа подготовки включает:

- диету с низким содержанием клетчатки за 1–2 дня до исследования;
- жидкую диету в день исследования;
- контрастирование (например, йокситаламовой кислотой, препаратами на основе бария, йода, гадолинием).

Такой подход обеспечивает лучшую приверженность пациентов. Выбор оптимального препарата и режима контрастирования, вкпе с применением программных средств постобработки, остается предметом научной дискуссии, которая выходит за рамки данного исследования. В любом случае, независимо от выбранной тактики маркировки кишечного содержимого, короткая программа базируется на диете с низким содержанием клетчатки (содержащиеся в пище волокна плохо перевариваются и создают препятствия при маркировке).

Относительно сокращенных программ подготовки обобщенным мнением можно считать следующий подход. Короткая программа позволяет достичь достаточной диагностической точности, повышения приверженности пациентов (особенно в программах скрининга). Ограничением короткой программы является невозможность немедленного проведения эндоскопической колоноскопии при выявлении показаний к этому исследованию на МРТ (из-за недостаточной очистки кишечника). С определенной уверенностью можно рекомендовать использование короткой программы при проведении массовых скрининговых исследований, полного очищения — при назначении МРТ на фоне симптомов, т.е. в условиях клинического обследования.

Отдельно укажем два исследования. Есть сообщение об успешном применении диффузионно-взвешенной МРТ для выявления признаков воспаления кишечника у пациентов с язвенным колитом или болезнью Крона без проведения какой-либо подготовки кишечника. В группе из 96 пациентов была показана принципиальная возможность использования метода и отмечена лучшая диагностическая точность при обследованиях пациентов с язвенным колитом [87]. Для выяснения возможностей проведения МРТ толстого кишечника с постоянной автоматической инсуффляцией были сопоставлены 4 группы пациентов (n=14): А — короткая программа (лактолоза, гадолиний), В — ПЭГ 4 л, С — короткая программа (лактолоза, сульфат бария, диета с ограничением марганца), D — короткая программа (йокситаламовая кислота). В группах В и D при проведении МРТ зафиксировано меньшее количество резидуальных фекальных масс; наиболее интенсивный сигнал зафиксирован для группы А [88].

Таким образом, отсутствуют достоверные сведения об оптимальной программе подготовки кишечника к магнитно-резонансной томографии. Недостаточная доказательность связана с прак-

тически полным отсутствием в публикациях сведений о качестве различных способов подготовки с позиций обеспечения лучшей диагностической точности МР-исследований. Также отсутствуют значимые предпочтения к применению того или иного метода подготовки у пациентов различных целевых групп (например, скрининг, наличие симптомов обструкции, кровотечения, дифференциальная диагностика и т. д.). Порядка 60% авторов предпочитают проводить очищение кишечника с последующей маркировкой резидуального содержимого. Из этого числа 62% используют растворы полиэтиленгликоля, а в последние годы наметился переход на малообъемный полиэтиленгликоль / макрогол с аскорбатным комплексом [85].

МРТ органов малого таза

Данный вид исследований выполняется гораздо чаще, нежели подробно описанная колонография. Для МРТ органов малого таза требуется куда более упрощенная система подготовки, подробно описанная в официальных рекомендациях European Society of Urogenital Radiology.

При выполнении магнитно-резонансной томографии органов малого таза у женщин (в частности, для диагностики и стадирования злокачественных новообразований матки, яичников) выполняется подготовка кишечника:

- диета с исключением растительной клетчатки от 1 до 3 дней [89], полностью воздержаться от приема пищи за 3–6 часов до исследования [90];
- водная клизма, ректальный суппозиторий с бисакодилом или прием магнезии с последующей регидратацией в день исследования [89];
- прием антиперистальтических препаратов на основе скополамина гидробромида, гиосцина бутилбромида, глюкагона [91, 92].

В ряде случаев (например, для стадирования рака яичников) проводится маркировка резидуального содержимого сульфатом бария [93].

В соответствии с Prostate Imaging and Report and Data System: Version 2 при выполнении магнитно-резонансной томографии органов малого таза у мужчин (в частности, предстательной железы) решение о приеме спазмолитиков принимается индивидуально (с учетом выраженности перистальтики). Могут применяться препараты на основе скополамина гидробромида, гиосцина бутилбромида, глюкагона, гиосциамин сульфата. Возможно выполнение водной клизмы небольшого объема; обязательна рекомендация о самостоятельном опорожнении прямой кишки непосредственно перед исследованием.

Ультразвуковое исследование

Ультразвуковое исследование толстого кишечника — относительно новая методика, многие аспекты которой еще находятся в стадии научной разработки. Относительно подготовки кишечника есть лишь отдельные сообщения о применении

Таблица 2. Систематизированные данные о способах подготовки кишечника к проведению МРТ

| Авторы, год | Вариант подготовки | Метод подготовки | Количество пациентов |
|---------------------------------------|--------------------|--|----------------------|
| Luboldt et al., 1998 [57] | Очищение кишечника | ПЭГ | 23 |
| Pappalardo et al., 2000 [58] | Очищение кишечника | ПЭГ | 70 |
| Lauenstein et al., 2001 [59] | Диета + маркировка | Барий | 12 |
| Lauenstein et al., 2001 [60] | Диета + маркировка | Барий | 12 |
| Morrin et al., 2001 [61] | Очищение кишечника | Бисакодил / Раствор фосфата натрия | 7 |
| Lomas et al., 2001 [62] | Очищение кишечника | Пикосульфат натрия, магнезия, аскорбиновая кислота | 7 |
| Lauenstein et al., 2002 [63] | Диета + маркировка | Сульфат бария | 24 |
| Ajaj et al., 2003 [64] | Очищение кишечника | ПЭГ | 122 |
| Ajaj et al., 2004 [65] | Очищение кишечника | ПЭГ | 55 |
| Lam et al., 2004 [66] | Очищение кишечника | Раствор фосфата натрия | 34 |
| Leung et al., 2004 [67] | Очищение кишечника | Раствор фосфата натрия или ПЭГ | 156 |
| Ajaj et al., 2005 [68] | Очищение кишечника | ПЭГ | 37 |
| Goehde et al., 2005 [69] | Диета + маркировка | Сульфат бария | 42 |
| Hartmann et al., 2005 [70] | Очищение кишечника | ПЭГ | 32 |
| Hartmann et al., 2006 [71] | Очищение кишечника | ПЭГ | 92 |
| Florie et al., 2007 [72] | Диета + маркировка | Лактулоза, гадолиний | 200 |
| Kuehle et al., 2007 [73] | Диета + маркировка | Натрия амидотризоат, сульфат бария, камедь рожкового дерева | 315 |
| Saar et al., 2007 [74] | Очищение кишечника | ПЭГ | 120 |
| Saar et al., 2008 [75] | Очищение кишечника | ПЭГ | 34 |
| Rodriguez Gomez et al., 2008 [76] | Диета + маркировка | Сульфат бария | 83 |
| Achiam et al., 2009 [77] | Диета + маркировка | Сульфат бария / ферумоксил | 47 |
| Achiam et al., 2009 [78] | Очищение кишечника | Раствор фосфата натрия | 46 |
| Bakir et al., 2009 [79] | Очищение кишечника | Раствор фосфата натрия | 55 |
| Keeling et al., 2010 [80] | Очищение кишечника | Раствор фосфата натрия | 46 |
| Sambrook et al., 2012 [81] | Диета + маркировка | Сульфат бария | 29 |
| Graser et al., 2013 [82] | Очищение кишечника | Бисакодил, раствор фосфата натрия, ПЭГ | 286 |
| Acaу M.B. et al., 2014 [83] | Диета + маркировка | Гадолиний | 38 |
| van der Paardt M.P. et al., 2015 [84] | Диета + маркировка | Йокситаламовая кислота | 99 |
| Achiam M. et al., 2015 [85] | Очищение кишечника | ПЭГ (макрогол 3350 с электролитами и аскорбатным комплексом) | 75 |
| Boraschi P. et al., 2016 [86] | Диета + маркировка | Сульфат бария | 22 |

очистительных клизм [94], слабительных препаратов, жидкой диеты и ПЭГ 2 л [95–98]; в одном исследовании подготовка не проводилась вовсе [99]. Есть рекомендации по диете (исключение за 3 дня до исследования продуктов питания с высоким содержанием клетчатки) и по индивидуальному назначению препаратов пациентам, страдающим запорами и выраженным метеоризмом (отвары лекарственных трав, касторовое масло, карболен-активированный уголь) [100].

На момент подготовки обзора достоверные сведения о предпочтительной системе подготовки к ультразвуковым исследованиям толстого кишечника (включая целесообразность и степень очищения) отсутствуют.

Вопросы подготовки кишечника при проведении исследований с внутривидовым введением датчиков находятся вне границ данного обзора. Во многом это обусловлено превалированием проблем профилактики инфицирования в ходе выполнения программы подготовки, особенно при высокой вероятности выполнения инвазивных манипуляций (биопсий).

Рентгенография

Ирригоскопия

Сравнительные исследования, посвященные оценке разных способов очищения кишечника перед введением контрастных препаратов и выполнением рентгенологических обследований, проводились в 1980–1990-х гг., существенной разницы в подходах не выявлено [101–104]. Общепринятой методикой является соблюдение диеты с исключением растительной клетчатки, очистительные клизмы и назначение слабительных препаратов (растворы полиэтиленгликоля, бисакодил, магния, фосфат натрия, касторовое масло и т. д.) [100, 105–108].

В частности, при подготовке к ирригоскопии применяют такие программы (по данным классических учебников и рандомизированных исследований) с последующим контрастированием барием:

1. Накануне исследования очистительные клизмы «до чистой воды»; в день обследования за 2–3 часа — 2 клизмы объемом по 2 литра [109].
2. Накануне исследования пероральный прием растворов ПЭГ по схеме, указанной в инструкции к конкретному препарату; в день обследования — очистительная клизма [109].
3. Диета в течение 5 дней; пикосульфат натрия или растворы полиэтиленгликоля накануне обследования [110, 111].

Рентгенография пояснично-крестцового отдела позвоночника

Необходимость очищения кишечника перед проведением рентгенографии пояснично-крестцового отдела позвоночника рекомендуется опре-

делять индивидуально, с учетом персональных особенностей пациента.

Экскреторная урография

Обзор литературных источников на этапе идентификации позволил установить неактуальность вопроса подготовки кишечника к экскреторной урографии. В рандомизированных исследованиях, выполненных в 1993–2012 гг., доказано отсутствие значимых различий в качестве визуализации мочевого выводящей системы при подготовке кишечника и без таковой; рентгенологические исследования выполнялись с контрастированием [112–118].

Очищение кишечника рекомендуется в двух ситуациях:

- у пациентов с хроническим запором (диета минимум за 12 часов до исследования, слабительный препарат по схеме в соответствии с инструкцией) [113], при этом нет разницы в эффективности фармацевтических препаратов (касторовое масло, бисакодил, полиэтиленгликоль [110, 111, 118, 119];
- при необходимости особо тщательной визуализации правой почки (по данным одного рандомизированного исследования, данная область достоверно лучше визуализируется после предварительной очистки кишечника растворами малообъемного полиэтиленгликоля 2 л с электролитами [115]).

Метро(гистеро)сальпингография

Рекомендации о подготовке кишечника иногда содержатся в информационных материалах для пациентов. В частности, соблюдение диеты за 24 часа до исследования (исключение вызывающих газообразование продуктов), очищение кишечника слабительными препаратами (накануне) или клизмой (в день исследования). Однако в научных публикациях нами не обнаружено исследований, посвященных обоснованию или оценке значимости процедуры очищения кишечника перед данным обследованием. Более того, в некоторых статьях прямо указывается на отсутствие какой-либо подготовки [120, 121].

Таким образом, вопрос целесообразности подготовки кишечника к процедуре метро(гистеро)сальпингографии требует дальнейшего изучения; минимальная согласованная позиция по нему отсутствует.

Стоит отметить, что по результатам неопубликованных опросов врачей лучевой диагностики, многие специалисты видят необходимость очищения кишечника перед рентгенологическими исследованиями позвоночника, брюшной полости, забрюшинного пространства, органов малого таза. Отдельного изучения и систематизации требует вопрос подготовки кишечника к проведению трансректальных и трансвагинальных ультразвуковых исследований.

Перспективными выглядят сообщения об успешном использовании сокращенных объемов растворов полиэтиленгликоля с аскорбатным комплексом и электролитами (0,4 л) [122].

Выводы

1. Лучевые методы все более интенсивно применяются для исследований полых и паренхиматозных органов брюшной полости. Особенно велика значимость компьютерной томографии (виртуальной колонографии) для скрининга злокачественных новообразований толстого кишечника.

2. Выполнению КТ колонографии обязательно предшествует подготовка кишечника, которая состоит из диеты, очищения кишечника и маркировки резидуального содержимого. Для очищения чаще всего применяют растворы малообъемного полиэтиленгликоля / макрогола 2 л с аскорбатным комплексом и электролитами; прочие слабительные средства используются относительно реже. Достоверные данные о преимуществах или недостатках тех или иных фармацевтических препаратов, позволяющие сформировать однозначную позицию по этому вопросу, отсутствуют. Можно лишь констатировать, что малообъемный полиэтиленгликоль / макрогол 2 л с аскорбатным комплексом и электролитами применяются большинством авторов. Фаза очищения длится не более 24 часов.

3. Маркировка резидуальных веществ – это обязательный компонент КТ колонографии, осуществляемый посредством пероральных препаратов на основе йода и бария. Достоверные сведения о преимуществе какой-либо конкретной группы препаратов отсутствуют.

4. Доказательная база для широкого отказа от очищения кишечника перед проведением КТ колонографии в настоящее время отсутствует. Выбор конкретной медикаментозной схемы очищения кишечника должен базироваться на персонализированном подходе к пациенту, сбалансированности, учете цели и причин исследования.

5. При подготовке к КТ-исследованию тонкого кишечника слабительные средства не применяются; за 4–6 часов исключают прием твердой пищи и

жидкости (допустимо употребление негазированной воды).

6. Подготовка – это обязательный этап МРТ кишечника, реализуемый двумя путями: полным очищением (в том числе с применением малообъемного полиэтиленгликоля / макрогола 2 л с аскорбатным комплексом и электролитами) или диетой с последующим контрастированием препаратами на основе бария, йода, гадолиния. Второй подход повышает приверженность пациентов, но делает невозможной проведение эндоскопической колоноскопии в тот же день. Достоверные сведения об оптимальной программе подготовки кишечника к магнитно-резонансной томографии отсутствуют. Недостаточная доказательность связана с практически полным отсутствием сравнительных исследований.

7. При выполнении МРТ органов малого таза у мужчин применяются спазмолитические средства, у женщин – диета, механическое очищение, суппозитории с бисакодилем или магнезия с последующей регидратацией в день исследования.

8. Информация о подготовке к ультразвуковым исследованиям толстого кишечника в научных публикациях встречается спорадически. Одиночные статьи содержат сообщения о применении очистительных клизм, «стандартных» слабительных препаратов, жидкой диеты и малообъемного полиэтиленгликоля 2 л; в одной публикации подготовка не проводилась вовсе.

9. Относительное преимущество перед солевыми слабительными и высокообъемными препаратами на основе ПЭГ (4 л) при подготовке кишечника к лучевым исследованиям есть у малообъемных растворов ПЭГ 2 л с аскорбатным комплексом и электролитами.

10. Необходима разработка и валидация инструментов (шкал) для объективной, в том числе сравнительной, оценки степени очищения кишечника для лучевых исследований с учетом модальности.

Долевое участие авторов

| | | |
|-------------------|---|-----|
| Морозов С.П. | Определение актуальности, постановка цели, обобщение результатов | 20% |
| Владимирский А.В. | Разработка дизайна исследования, идентификация источников | 20% |
| Ветшева Н.Н. | Скрининг и определение приемлемости источников (по модальностям), анализ данных | 20% |
| Трофименко И.А. | Скрининг и определение приемлемости источников (по модальностям), анализ данных | 20% |
| Кузьмина Е.С. | Статистическая обработка результатов | 20% |

Contribution

| | | |
|-------------------|--|-----|
| Morozov S.P. | Determination of relevance, aim setting, summary of results | 20% |
| Vladymyrskyy A.V. | Development of research design, studies identification | 20% |
| Vetsheva N.N. | Studies screening and approving (by modalities), data analysis | 20% |
| Trofimenko I.A. | Studies screening and approving (by modalities), data analysis | 20% |
| Kuz'mina E.S. | Statistical processing of results | 20% |

Литература / References

- Информативность методов лучевой диагностики при различных патологических состояниях организма. Раздел 2. Диагностика патологических состояний и заболеваний желудочно-кишечного тракта / Под ред. С.П. Морозова. Серия «Лучшие практики лучевой и инструментальной диагностики». Вып. 19. М., 2018. 20 с. [Informativeness of diagnostic visualization methods for different pathologies. Part 2. Diagnostic of pathologies and diseases of gastrointestinal tract / Best practices of visual and instrumental diagnostics. Ed. By S.P. Morozov. N19. Moscow, 2019. 20 p. (In Russ.)].
- Хомутова Е.Ю., Игнатьев Ю.Т., Филиппова Ю.Г. Возможности опции клинсинг при виртуальной колоноскопии. Медицинская визуализация. 2010; 2: 129–36. [Khomutova E.Yu., Ignatiev Yu.T., Filippova Yu.G. Prepress Virtual Colonoscopy: an Evaluation of Electronic Cleansing in Detecting Colorectal Lesions. Medicinskaya vizualizaciya (Medical Visualization). 2010; 2: 129–136 (In Russ.)].
- Рогозина Н.Н., Морозов С.П., Башанкаев Б.Н. Виртуальная колоноскопия. Онкология. Журнал им. П.А. Герцена. 2014; 2(6): 77–84. [Rogozina N.N., Morozov S.P., Bashankaev B.N. Virtual colonoscopy. Onkologiya. Zhurnal imeni P.A. Gertsena (P.A. Herzen Journal of Oncology). 2014; 2(6): 77–84 (In Russ.)].
- Рогозина Н.Н., Морозов С.П., Крючкова О.В., Нишитов С.П. Ошибки при выполнении и оценке результатов компьютерной томографической колонографии (виртуальной колоноскопии). Вестник рентгенологии и радиологии. 2014; 1: 63–9. [Rogozina N.N., Morozov S.P., Kryuchkova O.V., Nishitov S.P. Errors when performing computed tomographic colonography (virtual colonoscopy) and assessing its results. Vestnik rentgenologii i radiologii (Journal of Radiology and Nuclear Medicine). 2014; 1: 63–9 (In Russ.)].
- Рогозина Н.Н., Нешитов С.П., Морозов С.П. Возможности компьютерной томографической колонографии в выявлении новообразований толстой кишки. Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. 2014; 3: 37–42. [Rogozina N.N., Neshitov S.P., Morozov S.P. Opportunities of computed tomographic colonography in detecting of colon neoplasms. Khirurgiya. Zhurnal imeni N.I. Pirogova (Pirogov Russian Journal of Surgery). 2014; 3: 37–42 (In Russ.)].
- Трофимова Т.Н., Пиргулов С.Н. Ирригоскопия, КТ-колонография, МРТ прямой кишки: диагностика в колопроктологии на современном этапе развития. Лучевая диагностика и терапия. 2016; 4(7): 20–8. [Trofimova T.N., Piryulov S.N. Irrigoscopy, CT colonography, rectal MRI: diagnosis in coloproctology at the present stage of development. Luchevaya diagnostika i terapiya (Diagnostic radiology and radiotherapy). 2016; 4(7): 20–8 (In Russ.)].
- Lin J.S., Piper M.A., Perdue L.A., Rutter C.M. et al. Screening for Colorectal Cancer: Updated Evidence Report and Systematic Review for the US Preventive Services Task Force. JAMA. 2016 Jun 21; 315(23): 2576–94. DOI: 10.1001/jama.2016.3332
- Chang K.J., Kim D.H. CTC technique: methods to ensure an optimal exam. Abdom Radiol (NY). 2018 Mar; 43(3): 523–38. DOI: 10.1007/s00261-018-1499-y
- Woodbridge L., Wylie P. Current Issues in Computed Tomography Colonography. Semin Ultrasound CT MR. 2016 Aug; 37(4): 331–8. DOI: 10.1053/j.sult.2016.02.005
- Neri E., Lefere P., Gryspeerdt S., Bemis P. et al. Bowel preparation for CT colonography. Eur J Radiol. 2013 Aug; 82(8): 1137–43. DOI: 10.1016/j.ejrad.2012.11.006
- Neri E., Halligan S., Hellström M., Lefere P., Mang T., Regge D. et al. The second ESGAR consensus statement on CT colonography. Eur Radiol. 2013 Mar; 23(3): 720–9. DOI: 10.1007/s00330-012-2632-x
- ACR–SAR–SCBT–MR practice parameter for the performance of computed tomography (CT) colonography in adults. URL: https://www.acr.org/w/media/ACR/Documents/PGTS/guidelines/CT_Colonography.pdf (дата обращения: 25.11.2018).
- Moreno C., Kim D.H., Bartel T.B., Cash B.D., Chang K.J. et al. ACR Appropriateness Criteria Colorectal Cancer Screening. J Am Coll Radiol. 2018 May; 15(5S): S56–S68. DOI: 10.1016/j.jacr.2018.03.014
- Plumb A.A., Pathiraja F., Nickerson C., Wooldrage K. et al. Appearances of screen-detected versus symptomatic colorectal cancers at CT colonography. Eur Radiol. 2016 Dec; 26(12): 4313–22.
- Meric K., Bakal N., Şenates E., Aydın S. et al. Comparison of a 4-Day versus 2-Day Low Fiber Diet Regimen in Barium Tagging CT Colonography in Incomplete Colonoscopy Patients. Gastroenterol Res Pract. 2015; 2015:609150. DOI: 10.1155/2015/609150
- Bellini D., De Santis D., Caruso D., Rengo M., Ferrari R., Biondi T. et al. Bowel preparation in CT colonography: Is diet restriction necessary? A randomised trial (DIET-SAN). Eur Radiol. 2018 Jan; 28(1): 382–9. DOI: 10.1007/s00330-017-4997-3
- Мещеряков А.И., Гурова Н.Ю., Бурков С.Г., Пугачева О.Г., Балашов А.В., Золина А.С. Сравнительная эффективность компьютерной колонографии (виртуальной колоноскопии) в диагностике новообразований толстой кишки при использовании и без использования маркировки остаточного кишечного содержимого. Анналы хирургии. 2018; 23(1): 33–41. [Meshcheryakov A.I., Gurova N.YU., Burkov S.G., Pugacheva O.G., Balashov A.V., Zolina A.S. Comparison of computed tomographic colonography (virtual colonoscopy) efficacy in detecting colorectal lesions using two schemes of preparation: with fecal tagging and without it. Annaly khirurgii (Russian Journal of Surgery). 2018; 23(1): 33–41 (In Russ.)].
- Лейсле А.К., Завадовская В.Д., Ушаков А.В., Мошнегуч С.В. Оптимизация маркировки резидуального кишечного содержимого в подготовке пациентов к виртуальной колоноскопии. Лучевая диагностика и терапия. 2016; 4(7): 57–65. [Leisle A.K., Zavadovskaya V.D., Ushakov A.V., Moshneguch S.V. Fecal marking with the use of barium contrast medium as an

- optimization method of patients' preparation for the virtual colonoscopy. *Luhevaya diagnostika i terapiya* (Diagnostic radiology and radiotherapy). 2016; 4(7): 57–65 (In Russ)].
19. Kim B., Park S.H., Hong G.S., Lee J.H., Lee J.S., Kim H.J. et al. Iohexol versus diatrizoate for fecal/fluid tagging during CT colonography performed with cathartic preparation: comparison of examination quality. *Eur Radiol*. 2015 Jun; 25(6): 1561–9. DOI: 10.1007/s00330-014-3568-0
 20. Хомутова Е.Ю., Игнат'ев Ю.Т., Филиппова Ю.Г., Скрипкин Д.А. Возможности виртуальной колоноскопии в скрининге колоректального рака и аденоматозных полипов. *Медицинская визуализация*. 2009; 1: 67–75. [Homutova E.Yu., Ignat'ev Yu.T., Filippova Yu.G., Skripkin D.A. The accuracy of virtual colonoscopy (VC) in detecting of colorectal cancer and polyps. *Meditsinskaya vizualizaciya* (Medical Visualization). 2009; 1: 67–75 (In Russ)].
 21. Zalis M.E., Hahn P.F. Digital subtraction bowel cleansing in CT colonography. *Am J Roentgenol*. 2002; 176: 646–8.
 22. Kealey S.M., Dodd J.D., MacEneaney P.M., Gibney R.G., Malone D.E. Minimal preparation computed tomography instead of barium enema/colonoscopy for suspected colon cancer in frail elderly patients: an outcome analysis study. *Clin Radiol*. 2004 Jan; 59(1): 44–52.
 23. Romdhane H., Marzouk I., Mzoughi Z., Cheikh M. et al. Value of water enema computed tomography in elderly symptomatic patients. *Arab J Gastroenterol*. 2017 Dec; 18(4): 235–7. DOI: 10.1016/j.ajg.2017.11.006
 24. Fletcher J.G., Silva A.C., Fidler J.L., Cernigliaro J.G., Manduca A. et al. Noncathartic CT colonography: Image quality assessment and performance and in a screening cohort. *AJR Am J Roentgenol*. 2013 Oct; 201(4): 787–94. DOI: 10.2214/AJR.12.9225
 25. Meiklejohn D.J., Ridley L.J., Ngu M.C., Cowlshaw J.L., Duller A., Ridley W. Utility of minimal preparation ct colonography in detecting colorectal cancer in elderly and frail patients. *Intern Med J*. 2018 Jun 11. DOI: 10.1111/imj.13999
 26. Zalis M.E., Blake M.A., Cai W., Hahn P.F., Halpern E.F. et al. Diagnostic accuracy of laxative-free computed tomographic colonography for detection of adenomatous polyps in asymptomatic adults: a prospective evaluation. *Ann Intern Med*. 2012 May 15; 156(10): 692–702. DOI: 10.7326/0003-4819-156-10-201205150-00005
 27. Ginnerup Pedersen B., Møller Christiansen T.E., Viborg Mortensen F., Christensen H., Laurberg S. Bowel cleansing methods prior to CT colonography. *Acta Radiol*. 2002 May; 43(3): 306–11.
 28. Forbes G.M., Edwards J.T., Foster N.M., Wood C.J., Mendelson R.M. Randomized single blind trial of two low-volume bowel preparations for screening computed tomographic colonography. *Abdom Imaging*. 2005 Jan-Feb; 30(1): 48–52.
 29. Dachman A.H., Dawson D.O., Lefere P., Yoshida H., Khan N.U., Cipriani N., Rubin D.T. Comparison of routine and unprep CT colonography augmented by low fiber diet and stool tagging: a pilot study. *Abdom Imaging*. 2007 Jan-Feb; 32(1): 96–104.
 30. Kim D.H., Pickhardt P.J., Hinshaw J.L., Taylor A.J., Mukherjee R., Pfau P.R. Prospective blinded trial comparing 45-mL and 90-mL doses of oral sodium phosphate for bowel preparation before computed tomographic colonography. *J Comput Assist Tomogr*. 2007 Jan-Feb; 31(1): 53–8.
 31. Yoon S.H., Kim S.H., Kim S.G., Kim S.J. et al. Comparison study of different bowel preparation regimens and different fecal-tagging agents on tagging efficacy, patients' compliance, and diagnostic performance of computed tomographic colonography: preliminary study. *J Comput Assist Tomogr*. 2009 Sep-Oct; 33(5): 657–65. DOI: 10.1097/RCT.0b013e3181926570
 32. Nagata K., Okawa T., Honma A., Endo S., Kudo S.E., Yoshida H. Full-laxative versus minimum-laxative fecal-tagging CT colonography using 64-detector row CT: prospective blinded comparison of diagnostic performance, tagging quality, and patient acceptance. *Acad Radiol*. 2009 Jul; 16(7): 780–9. DOI: 10.1016/j.acra.2008.12.027
 33. Campanella D., Morra L., Delsanto S. et al. Comparison of three different iodine-based bowel regimens for CT colonography. *Eur Radiol*. 2010 Feb; 20(2): 348–58. DOI: 10.1007/s00330-009-1553-9
 34. Hara A.K., Kuo M.D., Blevins M., Chen M.H. et al. National CT colonography trial (ACRIN 6664): comparison of three full-laxative bowel preparations in more than 2500 average-risk patients. *AJR Am J Roentgenol*. 2011 May; 196(5): 1076–82. DOI: 10.2214/AJR.10.4334
 35. Faccioli N., Foti G., Barillari M., Zaccarella A., Camera L. et al. A simplified approach to virtual colonoscopy using different intestinal preparations: preliminary experience with regard to quality, accuracy and patient acceptability. *Radiol Med*. 2011 Aug; 116(5): 749–58. DOI: 10.1007/s11547-011-0661-1
 36. Keedy A.W., Yee J., Aslam R., Weinstein S., Landaras L.A. et al. Reduced cathartic bowel preparation for CT colonography: prospective comparison of 2-L polyethylene glycol and magnesium citrate. *Radiology*. 2011 Oct; 261(1): 156–64. DOI: 10.1148/radiol.11110217
 37. Chen Z.Y., Shen H.S., Luo M.Y., Duan C.J. et al. Pilot study on efficacy of reduced cathartic bowel preparation with polyethylene glycol and bisacodyl. *World J Gastroenterol*. 2013 Jan 28; 19(4): 561–8. DOI: 10.3748/wjg.v19.i4.561
 38. Sali L., Mascalchi M., Falchini M., Ventura L. et al. Reduced and Full-Preparation CT Colonography, Fecal Immunochemical Test, and Colonoscopy for Population Screening of Colorectal Cancer: A Randomized Trial. *J Natl Cancer Inst*. 2015 Dec 30; 108(2). PII: djv319. DOI: 10.1093/jnci/djv319
 39. Bannas P., Bakke J., Patrick J.L., Pickhardt P.J. Automated volumetric analysis for comparison of oral sulfate solution (SUPREP) with established cathartic agents at CT colonography. *Abdom Imaging*. 2015 Jan; 40(1): 11–8. DOI: 10.1007/s00261-014-0186-x

40. Iafate F., Iannitti M., Ciolina M., Baldassari P., Pichi A., Laghi A. Bowel cleansing before CT colonography: comparison between two minimal-preparation regimens. *Eur Radiol.* 2015 Jan; 25(1): 203–10. DOI: 10.1007/s00330-014-3345-0
41. Nagata K., Endo S., Honda T., Yasuda T., Hirayama M., Takahashi S. et al. Accuracy of CT Colonography for Detection of Polypoid and Nonpolypoid Neoplasia by Gastroenterologists and Radiologists: A Nationwide Multicenter Study in Japan. *Am J Gastroenterol.* 2017 Jan; 112(1): 163–71. DOI: 10.1038/ajg.2016.478
42. Sali L., Ventura L., Grazzini G., Borgheresi A. et al. Patients' experience of screening CT colonography with reduced and full bowel preparation in a randomised trial. *Eur Radiol.* 2018 Nov 6. DOI: 10.1007/s00330-018-5808-1
43. Taylor S.A., Avni F., Cronin C.G., Hoeffel C. et al. The first joint ESGAR/ESPR consensus statement on the technical performance of cross-sectional small bowel and colonic imaging. *Eur Radiol.* 2017 Jun; 27(6): 2570–82. DOI: 10.1007/s00330-016-4615-9
44. Хомутова Е.Ю., Игнатьев Ю.Т., Скрипкин Д.А., Филиппова Ю.Г. Виртуальная колоноскопия: методика проведения. *Радиология – практика.* 2009; 2: 21–7. [Homutova E.Yu., Ignat'ev Yu.T., Skripkin D.A., Filippova Yu.G. Technique of virtual colonoscopy. *Radiologiya – praktika (Radiology – Practice).* 2009; 2: 21–7 (In Russ.).]
45. Хомутова Е.Ю., Игнатьев Ю.Т., Филиппова Ю.Г., Скрипкин Д.А. Автоматическое обнаружение новообразований при виртуальной колоноскопии. *Медицинская визуализация.* 2010; 1: 111–6. [Homutova E.Yu., Ignat'ev Yu.T., Filippova Yu.G., Skripkin D.A. Computer-aided detection during virtual colonoscopy. *Medicinskaya vizualizaciya (Medical Visualization).* 2010; 1: 111–6 (In Russ.).]
46. Хомутова Е.Ю. Виртуальная колоноскопия в работе врача общей практики. *Бюллетень Сибирского отделения Российской академии медицинских наук.* 2011; 31(6): 74–80. [Homutova E.Yu. Virtual colonoscopy in physician practice. *Byulleten' Sibirskogo otdeleniya Rossijskoj akademii medicinskih nauk (Siberian Scientific Medical Journal).* 2011; 31(6): 74–80 (In Russ.).]
47. Шельгин Ю.А., Зароднюк И.В., Тихонов А.А., Веселов В.В., Маркова Е.В. Виртуальная колоноскопия при колоректальном раке и аденоматозе толстой кишки. *Медицинская визуализация.* 2011; 5: 41–7. [Shelygin Yu.A., Zardnyuk I.V., Tihonov A.A., Veselov V.V., Markova E.V. Virtual colonoscopy for colorectal cancer and familial adenomatous polyposis. *Medicinskaya vizualizaciya (Medical Visualization).* 2011; 5: 41–7 (In Russ.).]
48. Морозов С.П., Насникова И.Ю., Звездкина Е.А., Поспелов И.В. Современные рекомендации по выполнению компьютерной колонографии (виртуальной колоноскопии). *Лучевая диагностика и терапия.* 2011; 2(2): 92–6. [Morozov S.P., Nasnikova I.Yu., Zvezdkina E.A., Pospelov I.V. Current recommendations for implementation of computer colonography (virtual colonoscopy). *Lučevaya diagnostika i terapiya (Diagnostic radiology and radiotherapy).* 2011; 2(2): 92–6 (In Russ.).]
49. Тарасенко Т.Д., Зубарев А.Р. Возможности мультиспиральной компьютерной томографической колонографии (виртуальной колоноскопии) в диагностике новообразований толстой кишки. *Вестник Российского государственного медицинского университета.* 2009; 1: 52–6. [Tarasenko T.D., Zubarev A.R. Possibilities of multispiral computer tomographic colonography (virtual colonoscopy) in diagnostics of colon tumor. *Vestnik Rossijskogo gosudarstvennogo medicinskogo universiteta (Bulletin of RSMU).* 2009; 1: 52–6 (In Russ.).]
50. Яицкий Н.А., Амосов В.И., Сперанская А.А., Седнев А.В., Орлов В.Н., Васильева М.А. Возможности мультиспиральной компьютерной томографии в диагностике патологических изменений толстой кишки. *Вестник хирургии им. И.И. Грекова.* 2007; 166(5): 48–56. [Yaickij N.A., Amosov V.I., Speranskaya A.A., Sednev A.V., Orlov V.N., Vasil'eva M.A. Potentialities of multispiral computed tomography in the diagnostics of pathological alterations of the colon. *Vestnik khirurgii imeni I.I. Grekova (Grekov's Bulletin of Surgery).* 2007; 166(5): 48–56 (In Russ.).]
51. Примак Н.В., Гришков С.М., Цаллагова З.С., Котляров П.М., Солодкий В.А. МСКТ колонография в диагностике рака и полипов толстой кишки. *Вестник Российского научного центра рентгенорадиологии Минздрава России.* 2012; 12(4): 5. [Primak N.V., Grishkov S.M., Callagova Z.S., Kotlyarov P.M., Solodkij V.A. MSCT colonography in diagnostics of cancer and colon polyps. *Vestnik Rossijskogo nauchnogo centra rentgenoradiologii Minzdrava Rossii (Vestnik of the Russian Scientific Center of Roentgenoradiology of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation).* 2012; 12(4): 5 (In Russ.).]
52. Зароднюк И.В., Тихонов А.А., Кузьминов А.М., Веселов В.В., Маркова Е.В. Опыт применения виртуальной колоноскопии при семейном аденоматозе толстой кишки. *Колопроктология.* 2014; 2(48): 15–9. [Zardnyuk I.V., Tihonov A.A., Kuz'minov A.M., Veselov V.V., Markova E.V. Virtual colonoscopy for familial adenomatous polyposis – preliminary report. *Koloproktologiya (Coloproctology).* 2014; 2(48): 15–9 (In Russ.).]
53. Хомутова Е.Ю., Игнатьев Ю.Т. Мультиспиральная компьютерная виртуальная колоноскопия в диагностике патологии толстой кишки (обзор литературы). *Медицинская визуализация.* 2008; 6: 73–82. [Homutova E.Yu., Ignat'ev Yu.T. Multispiral CT colonoscopy in diagnostics of large bowel diseases. *Medicinskaya vizualizaciya (Medical Visualization).* 2008; 6: 73–82 (In Russ.).]
54. Дуброва С.Э., Шашук Г.А. Возможности лучевых методов в диагностике воспалительных заболеваний кишечника. *Альманах клинической медицины.* 2016; 44(6): 757–69. [Dubrova S.E., Stashuk G.A. The potential of radiologic procedures in the diagnosis of inflammatory bowel disease. *Al'manah klinicheskoy mediciny (Almanac of Clinical Medicine).* 2016; 44(6): 757–69 (In Russ.).]
55. Рубцова Н.А., Пузаков К.Б. Роль МРТ в диагностике, планировании и оценке эффективности лечения рака прямой кишки. *Российский онкологический журнал.* 2012; 3: 42–50. [Rubcova N.A., Puzakov K.B. Role of magnetic resonance imaging in the diagnosis of rectal cancer, the planning of and evaluation of the

- efficiency of its treatment. *Rossijskij onkologicheskij zhurnal (Russian Journal of Oncology)*. 2012; 3: 42–50 (In Russ.].
56. Van der Paardt M.P., Stoker J. Magnetic resonance colonography for screening and diagnosis of colorectal cancer. *Magn Reson Imaging Clin N Am*. 2014 Feb; 22(1): 67–83. DOI: 10.1016/j.mric.2013.07.006
 57. Luboldt W., Steiner P., Bauerfeind P. et al. Detection with of mass lesions colonography: preliminary report. *Radiology*. 1998; 207: 59–65.
 58. Pappalardo G., Poletti E., Frattaroli F.M. et al. Magnetic resonance colonography versus conventional colonoscopy for the detection of colonic endoluminal lesions. *Gastroenterology*. 2000; 119(2): 300–4.
 59. Lauenstein T.C., Herborn C.U., Vogt F.M. et al. Dark lumen MR-colonography: initial experience. *Rofo*. 2001; 173(9): 785–9.
 60. Lauenstein T., Holtmann G., Schoenfelder D. et al. MR colonography without colonic cleansing: a new strategy to improve patient acceptance. *AJR Am J Roentgenol*. 2001; 177: 823–7.
 61. Morrin M.M., Hochman M.G., Farrell R.J. et al. MR colonography using colonic distention with air as the contrast material: work in progress. *AJR Am J Roentgenol*. 2001; 176(1): 144–6.
 62. Lomas D.J., Sood R.R., Graves M.J. et al. Colon carcinoma: MR imaging with CO₂ enema – pilot study. *Radiology*. 2001; 219(2): 558–62.
 63. Lauenstein T.C., Debatin J.F. Magnetic resonance colonography with fecal tagging: an innovative approach without bowel cleansing. *Top Magn Reson Imaging*. 2002 Dec; 13(6): 435–44.
 64. Ajaj W. Dark lumen magnetic resonance colonography: comparison with conventional colonoscopy for the detection of colorectal pathology. *Gut*. 2003; 52(12): 1738–43.
 65. Ajaj W., Lauenstein T.C., Pelster G. et al. MR colonography: how does air compare to water for colonic distention? *J Magn Reson Imaging*. 2004; 19(2): 216–21.
 66. Lam W.W., Leung W.K., Wu J.K.L. et al. Screening of colonic tumors by air-inflated magnetic resonance (MR) colonography. *J Magn Reson Imaging*. 2004; 19(4): 447–52.
 67. Leung W.K., Lam W.W., Wu J.C. et al. Magnetic resonance colonography in the detection of colonic neoplasm in high-risk and average-risk individuals. *Am J Gastroenterol*. 2004; 99(1): 102–8.
 68. Ajaj W., Lauenstein T.C., Pelster G. et al. MR colonography in patients with incomplete conventional colonoscopy. *Radiology*. 2005; 234(9): 452–9.
 69. Goehde S.C., Descher E., Boekstegers A. et al. Dark lumen MR colonography based on fecal tagging for detection of colorectal masses: accuracy and patient acceptance. *Abdom Imaging*. 2005; 30(5): 576–83.
 70. Hartmann D., Bassler B., Schilling D. et al. Incomplete conventional colonoscopy: magnetic resonance colonography in the evaluation of the proximal colon. *Endoscopy*. 2005; 37(9): 816–20.
 71. Hartmann D., Bassler B., Schilling D. et al. Colorectal polyps: detection with dark lumen MRC versus conventional colonoscopy. *Radiology*. 2006; 238(1): 143–9.
 72. Florie J., van Gelder R.E., Haberkorn B., Birnie E., Lavini C., Reitsma J.B., Stoker J. Magnetic resonance colonography with limited bowel preparation: a comparison of three strategies. *J Magn Reson Imaging*. 2007 Apr; 25(4): 766–74.
 73. Kuehle C.A., Langhorst J., Ladd S.C. et al. Magnetic resonance colonography without bowel cleansing: a prospective cross sectional study in a screening population. *Gut*. 2007; 56(8): 1079–85.
 74. Saar B., Meining A., Beer A. et al. Prospective study on bright lumen magnetic resonance colonography in comparison with conventional colonoscopy. *Br J Rheumatol*. 2007; 80(952): 235–41.
 75. Saar B., Gschossmann J.M., Bonel H.M. et al. Evaluation of magnetic resonance colonography at 3.0 Tesla regarding diagnostic accuracy and image quality. *Invest Radiol*. 2008; 43(8): 580–6.
 76. Rodriguez Gomez S., Page's Llinas M., Castells Garrigou A. et al. Dark-lumen MR colonography with fecal tagging: a comparison of water enema and air methods of colonic distension for detecting colonic neoplasms. *Eur Radiol*. 2008; 18(7): 1396–405.
 77. Achiam M.P., Løgager V.B., Chabanova E. et al. Diagnostic accuracy of MR colonography with fecal tagging. *Abdom Imaging*. 2009; 34(4): 483–90.
 78. Achiam M.P., Holst Anderson L.P., Klein M. et al. Preoperative evaluation of synchronous colorectal cancer using MR colonography. *Acad Radiol*. 2009; 16(7): 790–7.
 79. Bakir B., Acunas B., Bugra D. et al. MR colonography after oral administration of polyethylene glycoelectrolyte solution. *Radiology*. 2009; 251(3): 901–9.
 80. Keeling A.N., Morrin M.M., McKenzie C. et al. Intravenous, contrast-enhanced MR colonography using air as endoluminal contrast agent: impact on colorectal polyp detection. *Eur J Radiol*. 2010; 81: 31–8.
 81. Sambrook A., Mcateer D., Yule S. et al. MR colonography without bowel cleansing or water enema: a pilot study. *Br J Radiol*. 2012; 85(1015): 921–4.
 82. Graser A., Melzer A., Lindner E., Nagel D., Herrmann K., Stieber P., Schirra J., Mansmann U., Reiser M.F., Göke B., Kolligs F.T. Magnetic resonance colonography for the detection of colorectal neoplasia in asymptomatic adults. *Gastroenterology*. 2013 Apr; 144(4): 743–50.e2. DOI: 10.1053/j.gastro.2012.12.041
 83. Acay M.B., Bayramoğlu S., Acay A. The sensitivity of MR colonography using dark lumen technique for detection of colonic lesions. *Turk J Gastroenterol*. 2014 Jun; 25(3): 271–8. DOI: 10.5152/tjg.2014.4850
 84. Van der Paardt M.P., Boellaard T.N., Zijta F.M. et al. Magnetic resonance colonography with a limited bowel preparation and automated carbon dioxide insufflation in comparison to conventional colonoscopy: patient burden and preferences. *Eur J Radiol*. 2015 Jan; 84(1): 19–25. DOI: 10.1016/j.ejrad.2014.10.006

85. Achiam M.P., Løgager V., Lund Rasmussen V., Okholm C., Møllerup T., Thomsen H.S., Rosenberg J. Perioperative Colonic Evaluation in Patients with Rectal Cancer; MR Colonography Versus Standard Care. *Acad Radiol.* 2015 Dec; 22(12):1 522–8. DOI: 10.1016/j.acra.2015.08.019
86. Boraschi P., Donati F. MR colonography with a fecal tagging technique and water-based enema for the assessment of inflammatory bowel disease. *Jpn J Radiol.* 2016 Aug; 34(8): 585–94. DOI: 10.1007/s11604-016-0552-4
87. Oussalah A., Laurent V., Bruot O., Bressenot A., Bigard M.A., Régent D., Peyrin-Biroulet L. Diffusion-weighted magnetic resonance without bowel preparation for detecting colonic inflammation in inflammatory bowel disease. *Gut.* 2010 Aug; 59(8): 1056–65. DOI: 10.1136/gut.2009.197665
88. Zijta F.M., Nederveen A.J., Jensch S. et al. Feasibility of using automated insufflated carbon dioxide (CO₂) for luminal distension in 3.0T MR colonography. *Eur J Radiol.* 2013; 81(6): 1128–33.
89. Bazot M., Bharwani N., Huchon C., Kinkel K. et al. European society of urogenital radiology (ESUR) guidelines: MR imaging of pelvic endometriosis. *Eur Radiol.* 2017 Jul; 27(7): 2765–75. DOI: 10.1007/s00330-016-4673-z
90. Kinkel K., Forstner R., Danza F.M., Oleaga L. et al. Staging of endometrial cancer with MRI: guidelines of the European Society of Urogenital Imaging. *Eur Radiol.* 2009 Jul; 19(7): 1565–74. DOI: 10.1007/s00330-009-1309-6
91. Nougaret S., Horta M., Sala E., Lakhman Y., Thomassin-Naggara I. et al. Endometrial Cancer MRI staging: Updated Guidelines of the European Society of Urogenital Radiology. *Eur Radiol.* 2018 Jul 11. DOI: 10.1007/s00330-018-5515-y
92. Kubik-Huch R.A., Weston M., Nougaret S., Leonhardt H., Thomassin-Naggara I. et al. European Society of Urogenital Radiology (ESUR) Guidelines: MR Imaging of Leiomyomas. *Eur Radiol.* 2018 Aug; 28(8): 3125–37. DOI: 10.1007/s00330-017-5157-5
93. Forstner R., Sala E., Kinkel K., Spencer J.A. ESUR guidelines: ovarian cancer staging and follow-up. *Eur Radiol.* 2010 Dec; 20(12): 2773–80. DOI: 10.1007/s00330-010-1886-4
94. Limberg B. Diagnosis and staging of colonic tumors by conventional abdominal sonography as compared with hydrocolonic sonography. *N Engl J Med.* 1992 Jul 9; 327(2): 65–9.
95. Siripongsakun S., Charoenvisal L., Pantongrag-Brown L. et al. Hydrocolonic sonography: a complete colorectal evaluation technique with preliminary results. *J Clin Ultrasound.* 2013 Sep; 41(7): 402–7. DOI: 10.1002/jcu.22060
96. Fan X.P., Zhu Q., Zhou Y.J., Ma T., Xia C.X., Huang H.L. Comparative Study of Three Regimens of Bowel Preparation Before Transabdominal Ultrasonography of the Colon. *Ultrasound Med Biol.* 2016 Sep; 42(9): 2140–5. DOI: 10.1016/j.ultrasmedbio.2016.04.005
97. Liu J.Y., Chen L.D., Cai H.S., Liang J.Y. et al. Ultrasound virtual endoscopy: Polyp detection and reliability of measurement in an in vitro study with pig intestine specimens. *World J Gastroenterol.* 2016 Mar 28; 22(12): 3355–62. DOI: 10.3748/wjg.v22.i12.3355
98. Liu J.Y., Chen L.D., Xu J.B., Wu H. et al. Transabdominal Ultrasound Colonography for Detection of Colorectal Neoplasms: Initial Clinical Experience. *Ultrasound Med Biol.* 2017 Oct; 43(10): 2174–81. DOI: 10.1016/j.ultrasmedbio.2017.05.020
99. Kuzmich S., Harvey C.J., Kuzmich T., Tan K.L. Ultrasound detection of colonic polyps: perspective. *Br J Radiol.* 2012 Nov; 85(1019): e1155–64. DOI: 10.1259/bjr/60593124
100. Емельянов Д.Н., Мязин Р.Г., Гушул А.В., Стаценко И.Ю., Свириденко О.Ю. Фармакологические средства подготовки толстого кишечника к исследованиям. *Лекарственный вестник.* 2017; 11(2): 33–9. [Emel'yanov D.N., Myazin R.G., Gushul A.V., Stacenko I.Yu., Sviridenko O.Yu. Pharmacological bowel preparation for diagnostic studies. *Lekarstvennyj vestnik (Medicinal Herald).* 2017; 11(2): 33–9 (In Russ.)].
101. Mundinger A., Dengel H., Leibersperger H. A comparative study of methods of preparing the colon for a double-contrast study: Prepacol versus ricinus capsules with a cleansing enema. *Radiologe.* 1990 Jan; 30(1): 34–8.
102. Strates B.S., Hofmann L.M. A randomized study of two preparations for large bowel radiology. *Pharmatherapeutica.* 1987; 5(1): 57–61.
103. Jensen P.R., Hasselbalch H., Martens S. Cleansing of the colon for roentgen studies. *Ugeskr Laeger.* 1987 Oct 26; 149(44): 2979–80.
104. Buhl J., Jacobsen L. Evacuation of colon before X-ray investigation. Bisacodyl tablets and enema fluid (Dulcolax tube set) versus castor oil and Klyx enema. *Ugeskr Laeger.* 1980 Mar 31; 142(14): 877–8.
105. O'Donovan A.N., Somers S., Farrow R., Mernagh J., Rawlinson J., Stevenson G.W. A prospective blinded randomized trial comparing oral sodium phosphate and polyethylene glycol solutions for bowel preparation prior to barium enema. *Clin Radiol.* 1997 Oct; 52(10): 791–3.
106. Apisanthanarak P., Rotjanaaree B., Komoltri C. et al. Prospective, randomized comparison of castor oil and sodium phosphate preparation for barium enema. *J Med Assoc Thai.* 2009 Feb; 92(2): 243–9.
107. Bartram C.I. Bowel preparation — principles and practice. *Clin Radiol.* 1994 Jun; 49(6): 365–7.
108. Toledo T.K., DiPalma J.A. Review article: colon cleansing preparation for gastrointestinal procedures. *Aliment Pharmacol Ther.* 2001 May; 15(5): 605–11.
109. Королюк И.П., Линденбратен Л.Д. Лучевая диагностика: учебник. М.: Изд-во БИНОМ. 2013; 496. [Korolyuk I.P., Lindenbraten L.D. *Radiology: Handbook.* М.: Izd-vo BINOM. 2013; 496 (In Russ.)].
110. Chakraverty S., Hughes T., Keir M.J., Hall J.R., Rawlinson J. Preparation of the colon for double-contrast barium enema: comparison of Picolax, Picolax with cleansing enema and Citramag (2 sachets) — a randomized prospective trial. *Clin Radiol.* 1994 Aug; 49(8): 566–9.
111. Lai A.K., Kwok P.C., Man S.W., Lau R.S., Chan S.C. A blinded clinical trial comparing conventional cleansing enema, Pico-salax and Golytely for barium

- enema bowel preparation. *Clin Radiol.* 1996 Aug; 51(8): 566–9.
112. Bradley A.J., Taylor P.M. Does bowel preparation improve the quality of intravenous urography? *Br J Radiol.* 1996 Oct; 69(826): 906–9.
113. Dadkhah F., Safarinejad M.R., Amini E., Soleimani M., Lashay A.R. Is bowel preparation necessary before kidney-ureter-bladder radiography and intravenous urography? *Urol J.* 2012 Summer; 9(3): 600–5.
114. George C.D., Vinnicombe S.J., Balkissoon A.R., Heron C.W. Bowel preparation before intravenous urography: is it necessary? *Br J Radiol.* 1993 Jan; 66(781): 17–9.
115. Guo H., Huang Y., Xi Z., Song Y., Guo Y., Na Y. Is bowel preparation before excretory urography necessary? A prospective, randomized, controlled trial. *J Urol.* 2006 Feb; 175(2): 665–8; discussion 669.
116. Jansson M., Geijer H., Andersson T. Bowel preparation for excretory urography is not necessary: a randomized trial. *Br J Radiol.* 2007 Aug; 80(956): 617–24.
117. Subramonian K., McNaught J., Spencer N., Harrison S.C. Is bowel preparation useful before radiography of the renal tract in patients with spinal cord injury? *BJU Int.* 2000 Feb; 85(3): 224–6.
118. Thorstensen O., Davidsdottir S., Sigurjonsson K., Arnadottir E., Hallgrimsson P. Double blinded prospective study of usefulness of bowel preparation on outpatients before intravenous urography. *Laeknabladid.* 1998 Nov; 84(11): 829–32.
119. Yang H.C., Sheu M.H., Wang J.H., Chang C.Y. Bowel preparation of outpatients for intravenous urography: efficacy of castor oil versus bisacodyl. *Kaohsiung J Med Sci.* 2005 Apr; 21(4): 153–8.
120. Chalazonitis A., Tzovara I., Laspas F., Porfyridis P. et al. Hysterosalpingography: technique and applications. *Curr Probl Diagn Radiol.* 2009 Sep–Oct; 38(5): 199–205. DOI: 10.1067/j.cpradiol.2008.02.003
121. Simpson W.L.Jr., Beitia L.G., Mester J. Hysterosalpingography: a reemerging study. *Radiographics.* 2006 Mar–Apr; 26(2): 419–31.
122. Takayanagi D., Utano K., Isohata N., Aizawa M. et al. Super-Reduced-Laxative Volume for CT Colonography Using Moviprep™: A Randomized Controlled Trial. *Gastroenterology.* 2017; 152(5): S81. DOI: 10.1016/s0016-5085(17)30618-2

Сведения об авторах | Information about the authors

Морозов Сергей Павлович, д.м.н., профессор, директор Научно-практического клинического центра диагностики и телемедицинских технологий; orcid.org/0000-0001-6545-6170

Владзимирский Антон Вячеславович*, д.м.н., заместитель директора по научной работе Научно-практического клинического центра диагностики и телемедицинских технологий; orcid.org/0000-0002-2990-7736,

e-mail: a.vladzimirsky@npcmr.ru

Ветшева Наталья Николаевна, д.м.н., заместитель директора по медицинской части Научно-практического клинического центра диагностики и телемедицинских технологий; orcid.org/0000-0002-9017-9432

Трофименко Ирина Анатольевна, к.м.н., руководитель учебно-консультативного отдела Научно-практического клинического центра диагностики и телемедицинских технологий; orcid.org/0000-0003-1236-5384

Кузьмина Екатерина Сергеевна, заместитель директора Научно-практического клинического центра диагностики и телемедицинских технологий; orcid.org/0000-0003-0235-9386

Sergey P. Morozov, MD, Professor, Director, Research and Practical Clinical Center of Diagnostics and Telemedicine Technologies, Department of Health Care of Moscow; orcid.org/0000-0001-6545-6170

Anton V. Vladzimirsky*, MD, Deputy Director for Science, Research and Practical Clinical Center of Diagnostics and Telemedicine Technologies, Department of Health Care of Moscow; orcid.org/0000-0002-2990-7736,

e-mail: a.vladzimirsky@npcmr.ru

Natalia N. Vetsheva, MD, Deputy Director for Medical Affairs Research and Practical Clinical Center of Diagnostics and Telemedicine Technologies, Department of Health Care of Moscow; orcid.org/0000-0002-9017-9432

Irina A. Trofimenko, Head of Education and Consulting Department, Research and Practical Clinical Center of Diagnostics and Telemedicine Technologies, Department of Health Care of Moscow; orcid.org/0000-0003-1236-5384

Ekaterina S. Kuz'mina, Deputy-Director, Research and Practical Clinical Center of Diagnostics and Telemedicine Technologies, Department of Health Care of Moscow; orcid.org/0000-0003-0235-9386