

## Сравнение качества одноэтапной и двухэтапной маркировки остаточного кишечного содержимого йогексом при компьютерной томографической колонографии

А.И. Мещеряков<sup>1</sup>, Н.Ю. Гурова<sup>1</sup>, О.Г. Пугачёва<sup>1</sup>, А.В. Яковлева<sup>1</sup>, И.Н. Киева<sup>2</sup>, Е.А. Курмышова<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Поликлиника № 3 Управления делами Президента Российской Федерации, Москва, Россия;

<sup>2</sup> Московский научно-исследовательский онкологический институт имени П.А. Герцена — филиал Национального медицинского исследовательского центра радиологии, Москва, Россия;

<sup>3</sup> Центральная государственная медицинская академия Управления делами Президента Российской Федерации, Москва, Россия

### АННОТАЦИЯ

**Обоснование.** Маркировка остаточного кишечного содержимого играет решающую роль в обеспечении высокого качества компьютерной томографической колонографии. Однако не существует единой схемы её маркировки. В связи с этим целесообразно изучить влияние схемы приёма контрастного препарата на качество маркировки остаточного кишечного содержимого.

**Цель исследования.** Сравнение качества одноэтапной и двухэтапной маркировки остаточного кишечного содержимого йогексом при компьютерной томографической колонографии и оценка их влияния на переносимость подготовки у пациентов.

**Методы.** Проведено ретроспективное выборочное одноцентровое исследование. Сформировано две группы пациентов: с двухэтапной (1-я группа) и одноэтапной (2-я группа) маркировкой остаточного кишечного содержимого. В обеих группах применяли йодсодержащий контрастный препарат йогексол в дозе 50 мл (концентрация йода 350 мг/мл). Оценку плотности остаточной жидкости проводили по трём показателям: максимальному, минимальному и среднему значению. Гомогенность резидуальной жидкости определяли как среднее арифметическое значение стандартного отклонения в регионе интереса. Переносимость подготовки оценивали по 10-балльной визуально-аналоговой шкале.

**Результаты.** В конечную выборку включили 338 пациентов: 1-я группа ( $n=116$ ); 2-я группа ( $n=222$ ). Значения средней, минимальной и максимальной плотности во 2-й группе были статически значимо выше, чем в 1-й группе: 943 [722; 1245], 753 [525; 1082] и 1079 HU [801; 1456] против 681 [420; 907], 570 [374; 820] и 825 HU [496; 1154] соответственно,  $p < 0,001$ . Остаточная жидкость во 2-й группе была статистически значимо более гомогенная, чем в 1-й группе: 59 [46; 78] против 67 HU [54; 81],  $p=0,012$ . Субъективное ощущение тяжести подготовки было статистически значимо меньше во 2-й группе по сравнению с 1-й группой: 4 [2; 6] и 5 баллов [4; 7] соответственно ( $p=0,004$ ).

**Заключение.** Однократный приём йогексола в дозе 50 мл (концентрация йода 350 мг/мл) обеспечивает более высокое качество маркировки остаточного кишечного содержимого и жидкости по сравнению с его двукратным приёмом, что обусловлено повышением плотностных характеристик остаточной жидкости при сохранении её гомогенности. Кроме того, одноэтапная маркировка характеризуется лучшей переносимостью пациентами.

**Ключевые слова:** компьютерная томографическая колонография; компьютерная томография; йогексол; колоректальный рак.

### КАК ЦИТИРОВАТЬ:

Мещеряков А.И., Гурова Н.Ю., Пугачёва О.Г., Яковлева А.В., Киева И.Н., Курмышова Е.А. Сравнение качества одноэтапной и двухэтапной маркировки остаточного кишечного содержимого йогексом при компьютерной томографической колонографии // Digital Diagnostics. 2025. Т. 6, № 3. С. XXX–XXX. DOI: [10.17816/DD632355](https://doi.org/10.17816/DD632355) EDN: UOZUUT

Рукопись одобрена: 09.04.2025

Опубликована online: 12.09.2025

Статья доступна по лицензии CC BY-NC-ND 4.0 International  
© Эко-Вектор, 2025

## Comparison of the Quality of a Single Versus Split Dose of Iohexol for Fecal Tagging at CT Colonography

Andrey I. Meshcheryakov<sup>1</sup>, Nadezhda Yu. Gurova<sup>1</sup>, Olga G. Pugacheva<sup>1</sup>, Alina V. Yakovleva<sup>1</sup>, Irina N. Kieva<sup>2</sup>, Ekaterina A. Kurmyshova<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Polyclinic No. 3 General Management Department for the President of Russian Federation, Moscow, Russia;

<sup>2</sup> P.A. Herten Moscow Research Institute of Oncology, National Medical Research Radiological Center, Moscow, Russia;

<sup>3</sup> Central State Medical Academy of the Presidential Executive Office of the Russian Federation, Moscow, Russia

### ABSTRACT

**BACKGROUND:** Fecal and fluid tagging plays a critical role in ensuring high-quality CT colonography (CTC). To date, there is no unified fecal tagging scheme. In this regard, it is necessary to study the effect of contrast drug administration regimen on tagging quality.

**AIM:** comparison of the effectiveness of a single versus split dose of Iohexol for fecal tagging at CT colonography, as well as studying the effect of changing the fecal tagging scheme on the patient tolerability of bowel preparation.

**METHODS:** This retrospective study included two groups of patients: those who underwent split dose (SpD) fecal tagging and single dose (SiD) fecal tagging. In both groups, 50 ml of iodinated contrast agent Iohexol at a concentration of 350 mg/ml was used for fecal tagging. The residual fluid density was assessed using three indicators: maximum, minimum and average value. A quantitative assessment of the residual fluid homogeneity was carried out as arithmetic mean of standard deviation values in the region of interest. The severity of the bowel preparation was assessed using a 10-point visual analogue scale (VAS).

**RESULTS:** The final sample included 338 patients: 116 patients in the SpD group and 222 in the SiD group. The values of average, minimum and maximum density in the SiD group were statistically significantly higher than in the SpD group: the values of average, maximum and minimum density in the SiD group were 943 HU (Q1-Q3: 722-1245 HU), 943 HU (Q1-Q3: 722-1245 HU), 1079 HU (Q1-Q3: 801-1456 HU), while in the SpD group 681 HU (Q1-Q3: 420-907 HU), 825 HU (Q1-Q3: 496-1154 HU), 570 HU (Q1-Q3: 347-820 HU), respectively,  $p < 0.001$ . The residual fluid in the SiD group was statistically significantly more homogeneous than in the SpD group: homogeneity values in the SiD group were 59 HU (Q1-Q3: 46-78 HU), and in the SpD group 67 HU (Q1-Q3: 54-81 HU),  $p=0.012$ . The subjective feeling of the severity of bowel preparation was statistically significantly lower in the SiD group compared to the SpD group: the median subjective feeling of the severity of bowel preparation was 4 (Q1-Q3: 2-6) in the SiD group and 5 (Q1-Q3: 4-7) in the SpD group ( $p=0.004$ ).

**CONCLUSIONS:** A single dose of Iohexol with an iodine concentration of 350 mg/ml improves the quality of fecal and fluid tagging compared to split dose administration of the same dose of Iohexol by increasing the residual fluid density without deteriorating homogeneity parameters. Single dose fecal tagging is better tolerated by patients compared to split dose tagging.

**Keywords:** CT colonography; computed tomographic; Iohexol; colorectal cancer.

### TO CITE THIS ARTICLE:

Meshcheryakov AI, Gurova NYu, Pugacheva OG, Yakovleva AV, Kieva IN, Kurmyshova EA. Comparison of the Quality of a Single Versus Split Dose of Iohexol for Fecal Tagging at CT

Submitted: 21.05.2024

Accepted: 09.04.2025

Published online: 12.09.2025

The article can be used under the CC BY-NC-ND 4.0 International License  
© Eco-Vector, 2025

## ОБОСНОВАНИЕ

Маркировка остаточного кишечного содержимого и жидкости играет решающую роль в обеспечении высокого качества компьютерной томографической колонографии (КТ-колонографии) [1,2]. По данным ранее опубликованного исследования, использование маркировки остаточного кишечного содержимого значительно повышает выявляемость колоректальных новообразований размером 6 мм и более при КТ-колонографии [3]. Её применение, наряду с использованием слабительных средств и соблюдением бесшлаковой диеты, является обязательным компонентом подготовки к КТ-колонографии [2, 4]. Кроме того, адекватная маркировка необходима для работы алгоритмов виртуальной (Electronic Cleansing) очистки кишки — программного обеспечения, которое в цифровом виде методом субтракции вычитает маркированное остаточное кишечное содержимое из просвета толстой кишки, что позволяет провести её непрерывную внутриспросветную оценку на всём протяжении на 3D изображениях [5].

Водорастворимые йодсодержащие контрастные препараты превосходят препараты сульфата бария в отношении достижения гомогенной маркировки и не влияют на качество колоноскопии, выполняемой в тот же день [6]. В связи с этим в мировой практике для маркировки остаточного кишечного содержимого и жидкости наиболее часто используют йодсодержащие контрастные препараты, например меглюмина диатризоат, натрия диатризоат и йогексол [1]. Маркировка неионным йогексом обладает определёнными преимуществами по сравнению с ионным меглюмином диатризоатом: йогексол более приятный на вкус, менее дорогостоящий во многих странах и более безопасный [7]. В свою очередь, диатризоат имеет неприятный вкус, может вызывать тошноту, спазмы в животе и диарею вследствие своей высокой осмолярности [8]. Кроме того, при маркировке йогексом описан феномен поверхностного покрытия слизистой полипа контрастным препаратом, что повышает чувствительность КТ-колонографии в выявлении плоских полипов [9].

Несмотря на большое количество предложенных способов маркировки остаточного кишечного содержимого, не существует её единой схемы [10]. Некоторые авторы применяют одноэтапную маркировку [4, 7, 8, 11], тогда как другие — рекомендуют двухэтапную [10–13]. Однако отсутствуют единые критерии для определения качественной маркировки. Оптимальной плотностью резидуальной жидкости обычно считают значения выше 400–500 HU [7, 14], минимально допустимой — 200 HU [14]. Современные алгоритмы виртуальной очистки кишки работают при плотности остаточной жидкости свыше 250 HU [15]. Для оценки качества подготовки также используют показатели гомогенности маркировки остаточного кишечного содержимого и объёма остаточной жидкости [4]. В связи с этим важно исследовать влияние схемы приёма контрастного препарата на качество маркировки, включая минимальные, максимальные и средние значения плотности остаточной жидкости, их сопоставление с оптимальными показателями для проведения КТ-колонографии и с минимальной плотностью для работы алгоритмов виртуальной очистки, а также оценить её гомогенность и объём. Кроме того, необходимо проанализировать влияние схем маркировки на переносимость подготовки, поскольку, по данным D. Bellini и соавт. [16], именно подготовительный этап считают наиболее обременительным для пациентов.

В нашем учреждении последовательно использовали две схемы маркировки остаточного кишечного содержимого с применением 50 мл йодсодержащего контрастного препарата йогексол (концентрация йода 350 мг/мл): до сентября 2020 г. — двухэтапная, а после указанной даты — одноэтапная.

## Цель

Сравнение качества одноэтапной и двухэтапной маркировки остаточного кишечного содержимого йогексолом при КТ-колонографии и оценка их влияния на переносимость подготовки у пациентов.

## Методы

### Дизайн исследования

Проведено ретроспективное выборочное одноцентровое исследование.

### Условия проведения исследования

В исследование включены пациенты, проходившие КТ-колонографию базе ФГБУ «Поликлиника №3» Управления делами Президента Российской Федерации в период с августа 2017 г. по май 2023 г.

### Критерии соответствия

#### Критерии включения:

- полностью выполненная подготовка к исследованию (диета, применение слабительного препарата и маркировки кишечного содержимого);
- наличие заполненной анкеты.

#### Критерии не включения

Пациенты с операциями по поводу колоректального рака в анамнезе.

### Продолжительность исследования

Исследование проведено в период с августа 2017 г по июнь 2024 г.

### Анализ в группах

Исследование включало две группы пациентов:

- 1-я группа — пациенты, выполнявшие двухэтапную маркировку и проходившие КТ-колонографию с августа 2017 г. до сентября 2020 г., когда на клинической базе применяли двухэтапную маркировку йогексолом.
- 2-я группа — пациенты, выполнявшие одноэтапную маркировку и проходившие КТ-колонографию с сентября 2020 г. по май 2023 г., когда на клинической базе была изменена схема маркировки остаточного кишечного содержимого на одноэтапную.

### Компьютерная томографическая колонография

#### Подготовка к компьютерной томографической колонографии

Подготовка к исследованию включала:

- соблюдение диеты;
- применение слабительного препарата;
- маркировку остаточного кишечного содержимого.

Для маркировки использовали йодсодержащий контрастный препарат йогексол в дозе 50 мл (концентрация йода 350 мг/мл). Пациенты принимали препарат внутрь. При двухэтапной маркировке йогексол разводили в 500 мл воды. Первую порцию (1/2 объема полученного раствора) пациенты выпивали накануне исследования в 17 ч, после начала подготовки слабительным препаратом. Вторую порцию (оставшиеся 1/2 объема раствора) выпивали в 21–22 ч (после завершения подготовки слабительным препаратом). При одноэтапной маркировке йогексол разводили в 250 мл воды и пациент принимал весь объем полученного раствора в 21–22 ч (после завершения подготовки слабительным препаратом) накануне исследования.

В остальном подготовка между группами не различалась и включала соблюдение бесшлаковой диеты, а также применение слабительного препарата накануне исследования (полиэтиленгликоль в сочетании с аскорбиновой кислотой, 2 л). В день исследования рекомендовали отказаться от приема твердой пищи. Всем пациентам выполняли КТ-колонографию между 8:00 и 11:00 ч утра на следующий день после завершения подготовки. Спазмолитики при подготовке к исследованию не применяли.

## Методика компьютерной томографической колонографии

Все исследования проводили согласно консенсусу Европейского общества гастроинтестинальной и абдоминальной радиологии (The European Society of Gastrointestinal and Abdominal Radiology, ESGAR) по КТ-колонографии [2]. Перед КТ-сканированием пациентам рекомендовали опорожнить кишку до тех пор, пока не исчезнет жидкий стул. Растяжение толстой кишки осуществляли с помощью комнатного воздуха, вводимого в неё в ручном режиме. Сканирование выполняли в двух положениях: на спине и на животе. Если адекватное растяжение кишки не достигали в двух положениях, то проводили третье сканирование в положении на боку после дополнительной инсuffляции воздуха.

## Использованное оборудование

КТ-колонографию выполняли на двух компьютерных томографах — GE Lightspeed® 16 и GE Lightspeed® VCT 64 [GE Healthcare, Соединённые Штаты Америки (США)] — с использованием одинаковых параметров низкодозного сканирования: 120 кВ (для пациентов с избыточной массой тела — 140 кВ), 50–75 мАс, с модуляцией тока по оси Z. Коллимация детектора — 64×0,625 мм, время ротации трубки — 0,6 с, питч — 1,375, толщина реконструируемых срезов — 1,25 мм. Распределение между томографами осуществляли случайным образом, в зависимости от загруженности аппарата. Реконструкцию изображений проводили с помощью алгоритма адаптивной статистической итеративной реконструкции ASiR® (GE Healthcare, США).

## ОСНОВНОЙ ИСХОД ИССЛЕДОВАНИЯ

Сравнение качества одноэтапной и двухэтапной маркировки остаточного кишечного содержимого йогексолом при КТ-колонографии

## ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ИСХОД ИССЛЕДОВАНИЯ

Сравнение переносимости подготовки пациентов к КТК при использовании различных схем маркировки остаточного кишечного содержимого

## МЕТОДЫ РЕГИСТРАЦИИ ИСХОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

### Оценка изображений компьютерной томографической колонографии и качества маркировки

Качество маркировки остаточного кишечного содержимого оценивали по совокупности показателей:

- плотность остаточной жидкости;
- гомогенность резидуальной жидкости;
- процент исследований со средней плотностью остаточной жидкости менее 250 HU (наименьшая плотность позволяющая работать алгоритмам виртуальной очистки);
- частота средней плотности остаточной жидкости менее 400 HU (наименьшая оптимальная плотность);
- объём остаточной жидкости и остаточного стула в каждом из шести сегментов толстой кишки (прямой, сигмовидной, нисходящей, поперечной и восходящей ободочной, а также слепой кишке).

Изображения представлены в анонимизированном виде для оценки на рабочей станции компьютерного томографа Advantage Workstation® 4.5, (GE Healthcare, США), оснащённой специальным программным обеспечением для обработки результатов КТ-колонографии [Colon VCAR®, (GE Healthcare, США)]. Изображения оценивали два рентгенолога с опытом интерпретации результатов КТ-колонографии 2 года и 11 лет. Оценку плотности остаточной жидкости проводили по трём показателям: максимальное, минимальное и среднее значение, которые рассчитывали как среднее арифметическое измерений в трёх наиболее репрезентативных участках толстой кишки. Области интереса для измерения плотности корректировали таким образом, чтобы они включали как можно большие участки маркированной жидкости без вовлечения других структур [8]. Количественную оценку гомогенности резидуальной жидкости проводили согласно ранее разработанному способу, как среднее арифметическое значений стандартного отклонения в регионе интереса в трёх наиболее репрезентативных участках [17]. Объём остаточной жидкости и остаточного стула в каждом из шести сегментов толстой кишки (прямой, сигмовидной, нисходящей, поперечной и восходящей

ободочной, а также слепой кишке) оценивали по ранее разработанной 4-балльной визуальной шкале: 4 балла — отсутствие жидкости или стула; 1 — наибольшее количество остаточного содержимого и жидкости; 2–3 — промежуточные показатели [18]. После этого рассчитывали суммарный балл остаточного содержимого и остаточной жидкости за счёт сложения баллов всех сегментов толстой кишки. Визуальную оценку проводили по двумерным изображениям с рекомендуемой для КТ-колонографии установкой окна (ширина и уровень 2000 и 0 HU соответственно).

### Субъективная оценка тяжести подготовки

Дополнительно оценивали влияние изменения варианта маркировки на субъективную тяжесть подготовки к КТ-колонографии. Для субъективной оценки тяжести подготовки использовали стандартную анкету, которую предлагали заполнить пациентам перед прохождением КТ-колонографии. Её оценивали по 10-балльной визуально-аналоговой шкале. Кроме того, анкета включала вопросы о побочных эффектах подготовки, таких как тошнота, рвота, боль в животе, слабость и головокружение, нарушение сна. Дополнительно оценивали два параметра: кратность стула и готовность пациентов к повторению процедуры в будущем. Пациенты, проходившие ранее колоноскопию, отмечали какая из подготовок для них была легче: подготовка к КТ-колонографии, колоноскопии или разница отсутствовала.

### ЭТИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА

Проведение исследования одобрено локальным этическим комитетом ФГБУ «Поликлиника № 3» (протокол заседания № 1-06-2017 от 29.06.2017).

### СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

#### Принципы расчёта размера выборки

Требуемый размер выборки рассчитывали по формуле Лера (при заданной мощности исследования 80%).

#### Методы статистического анализа данных

Сравнение групп после проверки на нормальность распределения осуществляли с помощью U-критерия Манна–Уитни для количественных переменных и с помощью критерия  $\chi^2$  Пирсона для категориальных данных. Результаты количественных данных представлены в виде  $Me [Q1; Q3]$ , где  $Me$  — медиана, а  $Q1$  и  $Q3$  — 1-й и 3-й квартиль соответственно, качественных — в виде абсолютного и относительного значений. Различия считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ . Для оценки согласованности между исследователями проведён к-анализ Коэна. Согласованность считали удовлетворительной или хорошей при значениях коэффициента к Коэна от 0,4 до 0,75, и отличной — при  $k > 0,75$ . Все расчёты проводили с использованием программного обеспечения для статистической обработки Jamovi® версия 2.3.28 (The Jamovi Project, Австралия).

## РЕЗУЛЬТАТЫ

### ФОРМИРОВАНИЕ ВЫБОРКИ

Последовательность формирования выборки исследования продемонстрирована на **рис. 1**.

### ХАРАКТЕРИСТИКА ВЫБОРКИ

В конечную выборку включили 338 пациентов, среди которых было 137 мужчин (40,5%) и 201 женщина (59,5%). Медиана возраста пациентов составила 73 года [60; 80]. В 1-ю группу включены пациенты, выполнившие двухэтапную маркировку остаточного содержимого ( $n=116$ ), во 2-ю группу — пациенты, выполнившие одноэтапную маркировку ( $n=222$ ) (см. **рис. 1**). У пациентов всей выборки выявлено 38 полипов размером 6–9 мм, 13 полипов —  $\geq 10$  мм, а также 4 случая колоректального рака. Следует отметить, что не выявлено статистически значимых различий в частоте обнаружения колоректальных новообразований между группами ( $p > 0,05$ ). Частота выявления полипов составила 15%. Дивертикулярная болезнь выявлена в 241 случае (71,3%), из них множественные дивертикулы — у 161 пациента (47,6%) (**табл. 1**).

## ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Показатели качества маркировки остаточной жидкости в группах представлены в табл. 2. Значения средней, минимальной и максимальной плотности остаточной жидкости во 2-й группе были статистически значимо выше, чем в 1-й группе,  $p < 0,001$  (см. табл. 2). Распределение показателей качества маркировки остаточной жидкости в зависимости от варианта маркировки продемонстрировано в виде ящичных диаграмм на рис. 2. Кроме того, остаточная жидкость во 2-й группе была статистически значимо более гомогенная, чем в 1-й группе,  $p = 0,012$  (см. табл. 2). Распределение показателей гомогенности остаточной жидкости в зависимости от варианта маркировки продемонстрировано в виде ящичной диаграммы на рис. 3. Частота встречаемости среднего значения плотности  $\leq 400$  HU было статистически значимо ниже во 2-й группе по сравнению с 1-й группой,  $p < 0,001$  (рис. 4). Оба исследователя показали хорошую согласованность при оценке плотностных показателей остаточной жидкости,  $\kappa = 0,72$  (95% доверительный интервал 0,67–0,76).

### ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Субъективное ощущение тяжести подготовки по 10-балльной визуально-аналоговой шкале было статистически значимо меньше во 2-й группе по сравнению с 1-й группой,  $p = 0,004$  (рис. 5). Статистически значимых различий в готовности повторить процедуру в будущем, а также в кратности стула выявлено не было. Кроме того, не выявлено статистически значимых различий между группами в частоте болей в животе, тошноты и рвоты, слабости и головокружения, чувства вздутия при подготовке к исследованию (табл. 3).

### ОБСУЖДЕНИЕ

#### РЕЗЮМЕ ОСНОВНОГО РЕЗУЛЬТАТА ИССЛЕДОВАНИЯ

Наше ретроспективное исследование продемонстрировало преимущество одноэтапной схемы маркировки остаточного кишечного содержимого и жидкости по сравнению с двухэтапной. Основным преимуществом одноэтапной маркировки было повышение плотности остаточной жидкости и статистически значимое уменьшение количества исследований с плотностью ниже оптимальной (400 HU) (рис. 6, 7). Ни у одного пациента во 2-й группе плотность остаточной жидкости не была ниже 250 HU, что позволило применить инструменты виртуальной очистки во всех случаях. Другим преимуществом было снижение субъективной оценки тяжести подготовки по визуально-аналоговой шкале во 2-й группе по сравнению с 1-й группой.

Изменение схемы маркировки с двухэтапной на одноэтапную не привело к ухудшению показателей гомогенности остаточного содержимого и жидкости, а также к изменению их количества. Статистически значимых различий в частоте побочных явлений также не выявлено.

#### ОБСУЖДЕНИЕ ОСНОВНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

Несмотря на то что изменение схемы маркировки с двухэтапной на одноэтапную привело к снижению субъективной оценки тяжести подготовки к исследованию, различия в частоте готовности повторить его в будущем между группами не достигло статистически значимой разницы. Это может быть связано с недостаточным объёмом выборки, поскольку оценка данного показателя не являлась первичной целью исследования. Тем не менее изменение схемы маркировки, которая улучшила показатели переносимости подготовки в целом, может привести к увеличению охвата обследуемых при проведении скрининга [19].

Важной особенностью нашего исследования являлось применение минимального объёма контрастного препарата для маркировки, а именно 50 мл йогексола, в отличие от других работ, в которых применяли больший объём [10, 12]. Так, S. Wilson и соавт. [10] использовали для маркировки 100 мл меглюмина диатризоата по схеме 50:50 и 75:25 мл за 24 и 12 ч до исследования. K. Nagata и соавт. [12] проводили КТ-колонографию с использованием контрастного препарата йогексол с концентрацией йода 300 мг/мл 7 раз по 10 мл во время приёма пищи в течение 48 ч перед исследованием и без изменения диеты. За 3 ч до обследования пациенты принимали ещё 30 мл неионного йодсодержащего контрастного вещества, разведённого в 700 мл воды. И только K. Utano и соавт. [13] для двухэтапной маркировки применяли сопоставимый объём контрастного препарата (20 мл диатризоата натрия после вечернего приёма пищи). Вторую дозу контрастного препарата (20 мл диатризоата натрия) пациенты принимали утром в день исследования, что повышало риск неполной маркировки

левых отделов толстой кишки, поскольку её оптимальное время составляет не менее 4–4,5 ч [14, 20].

## ОГРАНИЧЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Представленное исследование имеет определённые ограничения. Во-первых, это ретроспективный дизайн исследования. Во-вторых, не проведена непосредственная оценка работы инструментов виртуальной очистки при каждом из вариантов маркировки. Тем не менее превышение порога 250 HU является надёжным критерием работы этих алгоритмов, поскольку соответствует техническим характеристикам, заявленным производителем [15]. В-третьих, для измерения плотностных показателей остаточной жидкости использовали три наиболее репрезентативных участка толстой кишки без конкретной привязки к анатомическим структурам. Однако возможность значительного влияния такого способа измерения на конечный результат маловероятна, поскольку измерение проводили независимо два рентгенолога, имеющие опыт интерпретации результатов КТ-колонографии, с хорошей согласованностью в оценке плотностных показателей. Наконец, мы не оценивали непосредственно влияние предложенной схемы маркировки на точность диагностики. Однако эффективность диагностики зависит от качества подготовки кишечника, поэтому можно предположить, что адекватная подготовка не должна снижать точность исследования.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Однократный приём йогексола с концентрацией йода 350 мг/мл улучшает качество маркировки остаточного кишечного содержимого и жидкости по сравнению с двукратным его приёмом за счёт повышения плотностных показателей без ухудшения параметров гомогенности. Одноэтапная маркировка лучше переносится пациентами по сравнению с двухэтапной. Таким образом, наше исследование имеет большое практическое значение, поскольку повышение качества маркировки облегчает интерпретацию результатов КТ-колонографии и обеспечивает более надёжную работу алгоритмов виртуальной очистки кишки. Кроме того, лучшая переносимость одноэтапной маркировки может приводить к увеличению числа пациентов, вовлечённых в скрининг колоректального рака.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Вклад авторов.** А.И. Мещеряков — концепция и дизайн исследования, сбор и анализ литературных данных, написание и редактирование текста рукописи, визуализация данных, статистическая обработка данных; Н.Ю. Гурова, О.Г. Пугачёва — концепция и дизайн исследования, написание и редактирование текста рукописи; И.Н. Киева, А.В. Яковлева, Е.А. Курмышова — сбор и анализ данных, статистическая обработка данных. Все авторы одобрили рукопись (версию для публикации), а также согласились нести ответственность за все аспекты работы, гарантируя надлежащее рассмотрение и решение вопросов, связанных с точностью и добросовестностью любой её части.

**Этическая экспертиза.** Проведение исследования одобрено локальным этическим комитетом ФГБУ «Поликлиника №3» (протокол заседания № 1-06-2017 от 29.06.2017).

**Источники финансирования.** Отсутствуют.

**Раскрытие интересов.** Авторы заявляют об отсутствии отношений, деятельности и интересов за последние три года, связанных с третьими лицами (коммерческими и некоммерческими), интересы которых могут быть затронуты содержанием статьи.

**Оригинальность.** При создании настоящей работы авторы не использовали ранее опубликованные сведения (текст, иллюстрации, данные).

**Доступ к данным.** Редакционная политика в отношении совместного использования данных к настоящей работе не применима.

**Генеративный искусственный интеллект.** При создании настоящей статьи технологии генеративного искусственного интеллекта не использовали.

**Рассмотрение и рецензирование.** Настоящая работа подана в журнал в инициативном порядке и рассмотрена по обычной процедуре. В рецензировании участвовали два внешних рецензента и член редакционной коллегии журнала.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | REFERENCES

1. Ricci ZJ, Mazzariol FS, Kobi M, et al. CT Colonography: Improving Interpretive Skill by Avoiding Pitfalls. *Radiographics*. 2020;40(1):98–119. doi: [10.1148/rg.2020190078](https://doi.org/10.1148/rg.2020190078) EDN: [FLBFDT](#)
2. Neri E, Halligan S, Hellström M, et al; ESGAR CT Colonography Working Group. The Second ESGAR Consensus Statement on CT Colonography. *European Radiology*. 2012;23(3):720–729. doi: [10.1007/s00330-012-2632-x](https://doi.org/10.1007/s00330-012-2632-x) EDN: [ABYSZW](#)
3. Meshcheryakov AI, Gurova NYu, Burkov SG, et al. Comparison of Computed Tomographic Colonography (Virtual Colonoscopy) Efficacy in Detecting Colorectal Lesions Using Two Schemes of Preparation: With Fecal Tagging and Without it. *Russian Journal of Surgery*. 2018;23(1):33–41. doi: [10.18821/1560-9502-2018-23-1-33-41](https://doi.org/10.18821/1560-9502-2018-23-1-33-41) EDN: [LAOQCL](#)
4. Rengo M, Tiberia F, Vicini S, et al. CT Colonography: Can We Achieve an Adequate Bowel Preparation Without Diet Restriction? *European Radiology*. 2023;33(7):5184–5192. doi: [10.1007/s00330-023-09471-w](https://doi.org/10.1007/s00330-023-09471-w) EDN: [HPIKLM](#)
5. Mang T, Bräuer C, Gryspeerdt S, et al. Electronic Cleansing of Tagged Residue in CT Colonography: What Radiologists Need to Know. *Insights into Imaging*. 2020;11(1):1–12. doi: [10.1186/s13244-020-00848-9](https://doi.org/10.1186/s13244-020-00848-9) EDN: [LLKFPO](#)
6. Zalis ME, Perumpillichira JJ, Magee C, et al. Tagging-based, Electronically Cleansed CT Colonography: Evaluation of Patient Comfort and Image Readability. *Radiology*. 2006;239(1):149–159. doi: [10.1148/radiol.2383041308](https://doi.org/10.1148/radiol.2383041308)
7. Johnson B, Hinshaw JL, Robbins JB, Pickhardt PJ. Objective and Subjective Inpatient Comparison of Iohexol Versus Diatrizoate for Bowel Preparation Quality at CT Colonography. *American Journal of Roentgenology*. 2016;206(6):1202–1207. doi: [10.2214/AJR.15.15373](https://doi.org/10.2214/AJR.15.15373)
8. Kim B, Park SH, Hong GS, et al. Iohexol Versus Diatrizoate for Fecal/Fluid Tagging During CT Colonography Performed with Cathartic Preparation: Comparison of Examination Quality. *European Radiology*. 2015;25(6):1561–1569. doi: [10.1007/s00330-014-3568-0](https://doi.org/10.1007/s00330-014-3568-0) EDN: [AIBULN](#)
9. Kim DH, Lubner MG, Cahoon AR, et al. Flat Serrated Polyps at CT Colonography: Relevance, Appearance, and Optimizing Interpretation. *Radiographics*. 2018;38(1):60–74. doi: [10.1148/rg.2018170110](https://doi.org/10.1148/rg.2018170110)
10. Wilson S, Thompson JD. Comparison of two Meglumine-Diatrizoate based bowel preparations for computed tomography colonography: Comparison of patient symptoms and bowel preparation quality. *Radiography*. 2020;26(4):e290–e296. doi: [10.1016/j.radi.2020.04.007](https://doi.org/10.1016/j.radi.2020.04.007) EDN: [RPQQFU](#)
11. Mistretta F, Damiani N, Campanella D, et al. Effect of Dose Splitting of a Low-Volume Bowel Preparation Macrogol-Based Solution on CT Colonography Tagging Quality. *La radiologia medica*. 2022;127(8):809–818. doi: [10.1007/s11547-022-01514-4](https://doi.org/10.1007/s11547-022-01514-4) EDN: [WUFXSE](#)
12. Nagata K, Singh AK, Sangwaiya MJ, et al. Comparative Evaluation of the Fecal-Tagging Quality in CT Colonography. *Academic Radiology*. 2009;16(11):1393–1399. doi: [10.1016/j.acra.2009.05.003](https://doi.org/10.1016/j.acra.2009.05.003)
13. Utano K, Takayanagi D, Nagata K, et al. A Novel Volume-Reduced CT Colonography Regimen Using Hypertonic Laxative (Polyethylene Glycol With Ascorbic Acid): Randomized Controlled Trial. *European Radiology*. 2019;29(10):5236–5246. doi: [10.1007/s00330-019-06127-6](https://doi.org/10.1007/s00330-019-06127-6) EDN: [PNGVGZ](#)
14. O’Shea A, Foran AT, Murray TE, et al. Quality of same-day CT Colonography Following Incomplete Optical Colonoscopy. *European Radiology*. 2020;30(12):6508–6516. doi: [10.1007/s00330-020-06979-3](https://doi.org/10.1007/s00330-020-06979-3) EDN: [AAWKY](#)
15. *Instructions for Use IntelliSpace Portal Version 12.1.10*. Philips; 2023. Available from: [https://www.documents.philips.com/assets/Instruction for Use/](https://www.documents.philips.com/assets/Instruction%20for%20Use/)
16. Bellini D, De Santis D, Caruso D, et al. Bowel preparation in CT colonography: Is diet restriction necessary? A randomised trial (DIETSAN). *European Radiology*. 2017;28(1):382–389. doi: [10.1007/s00330-017-4997-3](https://doi.org/10.1007/s00330-017-4997-3) EDN: [XAKKCU](#)
17. Liedenbaum MH, de Vries AH, Gouw CIBF, et al. CT Colonography With Minimal Bowel Preparation: Evaluation of Tagging Quality, Patient Acceptance and Diagnostic Accuracy in Two Iodine-Based Preparation Schemes. *European Radiology*. 2009;20(2):367–376. doi: [10.1007/s00330-009-1570-8](https://doi.org/10.1007/s00330-009-1570-8) EDN: [OWLWFK](#)
18. Meshcheryakov AI, Gurova NY, Pugacheva OG, et al. Comparison of Laxatives Used in CT Colonography With Full Bowel Preparation. *Medical Visualization*. 2021;25(1):54–72. doi: [10.24835/1607-0763-979](https://doi.org/10.24835/1607-0763-979) EDN: [VGQWAL](#)

19. Harewood GC, Wiersema MJ, Melton JL. A Prospective, Controlled Assessment of Factors Influencing Acceptance of Screening Colonoscopy. *American Journal of Gastroenterology*. 2002;97(12):3186–3194. doi: [10.1111/j.1572-0241.2002.07129.x](https://doi.org/10.1111/j.1572-0241.2002.07129.x) EDN: [BDKMPX](#)

20. Saluja S, Gaikstas G, Sapundzieski M. Optimal Timing for Faecal Tagging in Same Day CT Colonography for Patients With Failed Colonoscopy. *Radiography*. 2017;23(2):e47–e49. doi: [10.1016/j.radi.2016.10.006](https://doi.org/10.1016/j.radi.2016.10.006)

#### ОБ АВТОРАХ/ AUTHORS' INFO

Автор, ответственный за переписку:	
<b>* Мещеряков Андрей Иванович;</b> адрес: Россия, 127540, Москва, ул. Дубинская, д. 14, к. 1; ORCID: 0000-0002-6609-0614; eLibrary SPIN: 6119-7999; e-mail: <a href="mailto:aim.radiologist@gmail.com">aim.radiologist@gmail.com</a>	<b>* Andrey I. Meshcheryakov, MD;</b> address: 14 Dubninskaya st, unit 1, Moscow, Russia, 127540; ORCID: 0000-0002-6609-0614; eLibrary SPIN: 6119-7999; e-mail: <a href="mailto:aim.radiologist@gmail.com">aim.radiologist@gmail.com</a>
Соавторы:	
<b>Гурова Надежда Юрьевна,</b> канд. мед. наук; ORCID: 0000-0003-1351-4193; eLibrary SPIN: 1612-0855; e-mail: <a href="mailto:gurova@pudp.ru">gurova@pudp.ru</a>	<b>Nadezhda Yu. Gurova,</b> MD, Cand. Sci. (Medicine); ORCID: 0000-0003-1351-4193; eLibrary SPIN: 1612-0855; e-mail: <a href="mailto:gurova@pudp.ru">gurova@pudp.ru</a>
<b>Пугачева Ольга Геннадиевна;</b> ORCID: 0000-0001-9297-3341; eLibrary SPIN: 4942-8093; e-mail: <a href="mailto:pugachovaolga@yandex.ru">pugachovaolga@yandex.ru</a>	<b>Olga G. Pugacheva,</b> MD; ORCID: 0000-0001-9297-3341; eLibrary SPIN: 4942-8093; e-mail: <a href="mailto:pugachovaolga@yandex.ru">pugachovaolga@yandex.ru</a>
<b>Яковлева Алина Викторовна;</b> ORCID: 0009-0008-2257-1513; eLibrary SPIN: 8938-4323; e-mail: <a href="mailto:samolina@yandex.ru">samolina@yandex.ru</a>	<b>Alina V. Yakovleva,</b> MD; ORCID: 0009-0008-2257-1513; eLibrary SPIN: 8938-4323; e-mail: <a href="mailto:samolina@yandex.ru">samolina@yandex.ru</a>
<b>Киева Ирина Николаевна;</b> ORCID: 0000-0002-4060-5966; eLibrary SPIN: 2279-9141; e-mail: <a href="mailto:miamodiaz@gmail.com">miamodiaz@gmail.com</a>	<b>Irina N. Kieva,</b> MD; ORCID: 0000-0002-4060-5966; eLibrary SPIN: 2279-9141; e-mail: <a href="mailto:miamodiaz@gmail.com">miamodiaz@gmail.com</a>
<b>Курмышова Екатерина Андреевна;</b> ORCID: 0009-0008-5852-2932; e-mail: <a href="mailto:kurмышca@gmail.com">kurмышca@gmail.com</a>	<b>Ekaterina A. Kurмышova,</b> MD; ORCID: 0009-0008-5852-2932; e-mail: <a href="mailto:kurмышca@gmail.com">kurмышca@gmail.com</a>

## ТАБЛИЦЫ

**Таблица 1.** Основные характеристики пациентов и выявленных изменений в группах

Характеристики	1-я группа, n=116	2-я группа, n=222	p
Возраст, лет	75 [68; 80]	71 [55; 80]	0,003*
Соотношение мужчин/женщин, n	38/78	99/123	0,035
Полипы 6–9 мм, n (%)	15 (12,9)	23 (10,4)	>0,05
Полипы ≥ 10 мм, n (%)	7 (6)	6 (2,7)	>0,05
Колоректальный рак, n (%)	1 (0,9)	3 (1,4)	>0,05
Дивертикулярная болезнь, n (%)	96 (82,8)	145 (65,3)	<0,001*
Множественные дивертикулы, n (%)	71 (61,2)	90 (40,5)	<0,001*

*Примечание.* Результаты количественных данных представлены в виде Me [Q1; Q3], где Me — медиана, а Q1 и Q3 — 1-й и 3-й квартиль соответственно. Количественные данные сравнивали с помощью U-критерия Манна–Уитни, качественные — с помощью χ<sup>2</sup> Пирсона. \* — различия статистически значимы.

**Таблица 2.** Показатели качества маркировки остаточной жидкости в группах

Показатели	1-я группа, n=116	2-я группа, n=222	p
Средняя плотность, HU	681 [420; 907]	943 [722; 1245]	<0,001*
Максимальная плотность, HU	825 [496; 1154]	1079 [801; 1456]	<0,001*
Минимальная плотность, HU	570 [347; 820]	753 [525; 1082]	<0,001*
Гомогенность, HU	67 [54; 81]	59 [46; 78]	0,012
Средняя плотность < 250 HU, n (%)	9 (7,8)	0 (0)	<0,001*
Средняя плотность ≤ 400 HU, n (%)	24 (20,7)	5 (2,3)	<0,001*

*Примечание.* Результаты количественных данных представлены в виде Me [Q1; Q3], где Me — медиана, а Q1 и Q3 — 1-й и 3-й квартиль соответственно. Количественные данные сравнивали с помощью U-критерия Манна–Уитни, качественные — с помощью χ<sup>2</sup> Пирсона. \* — различия статистически значимы.

**Таблица 3.** Показатели переносимости подготовки к компьютерной томографической колонографии в группах

Показатели	1-я группа, n=116	2-я группа, n=222	p
Субъективная тяжесть подготовки, баллы	5 [4; 7]	4 [2; 6]	0,004*
Готовность повторить процедуру в будущем, n (%)	85 (73,3%)	181 (81,5)	>0,05
Боль в животе, n (%)	24 (20,7)	61 (27,5)	>0,05
Тошнота и рвота, n (%)	17 (14,7)	36 (16,2)	>0,05
Слабость или головокружение, n (%)	17 (14,7)	48 (21,6)	>0,05
Чувство вздутия, n (%)	37 (31,9)	71 (32,3)	>0,05

*Примечание.* Результаты количественных данных представлены в виде Me [Q1; Q3], где Me — медиана, а Q1 и Q3 — 1-й и 3-й квартиль соответственно. \* — различия статистически значимы.

Accepted for Publication

Рисунки

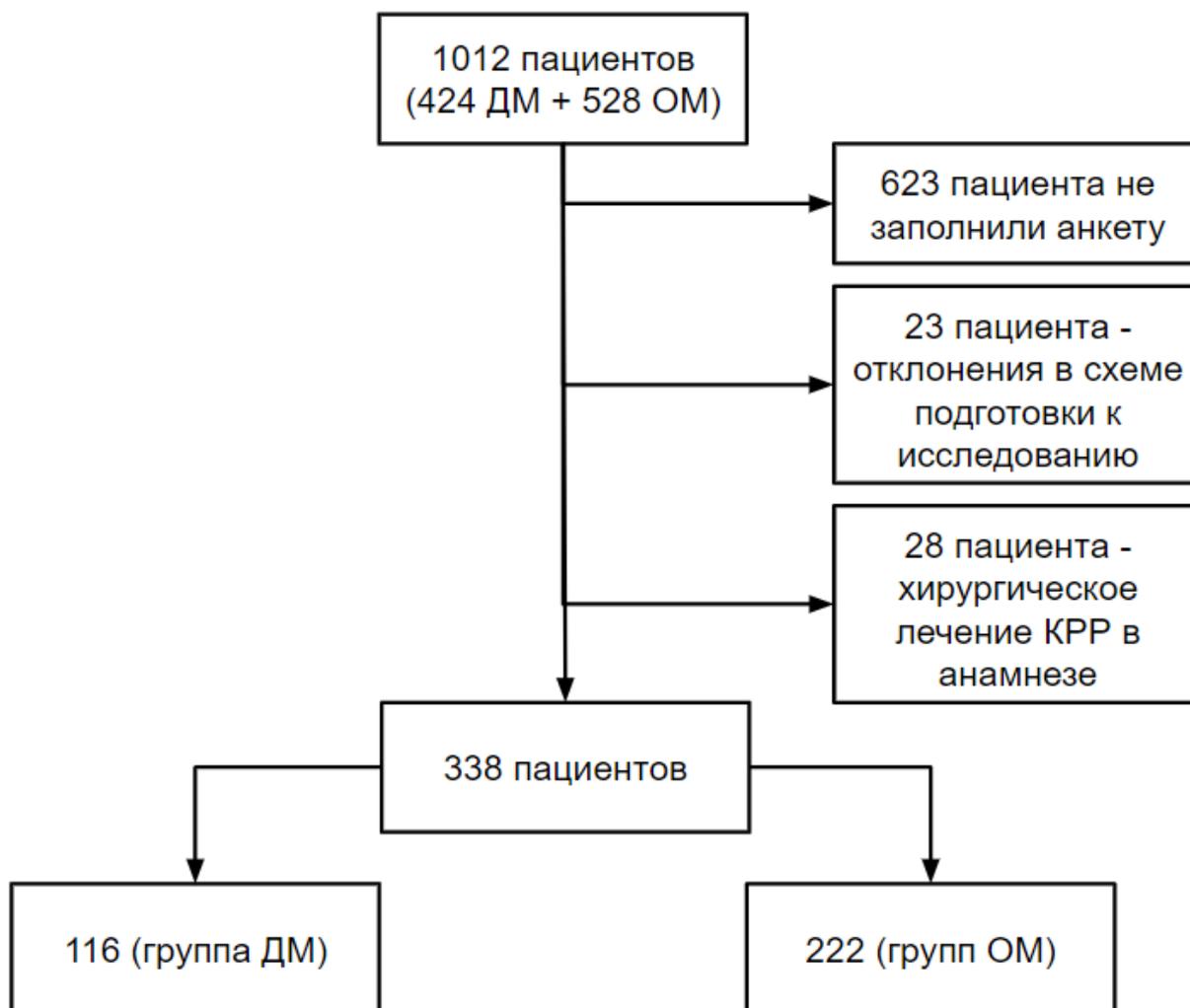


Рис. 1. Последовательность формирования выборки исследования. ОМ — одноэтапная маркировка; ДМ — двухэтапная маркировка; КРР — колоректальный рак.

Accepted

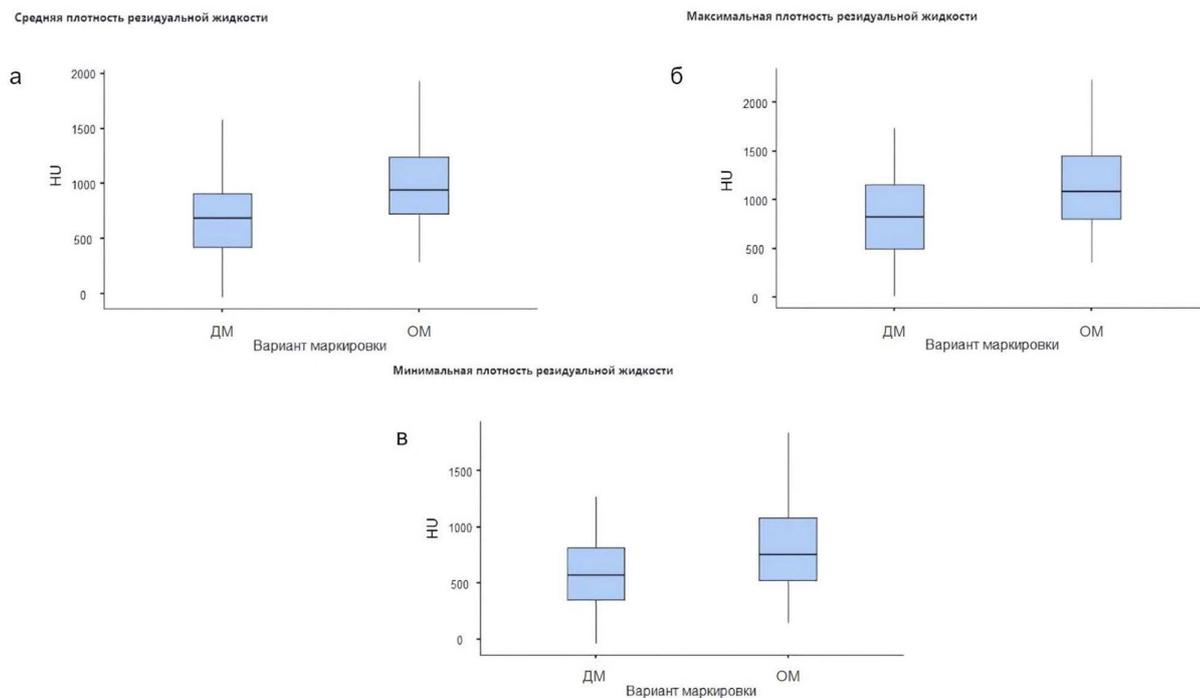
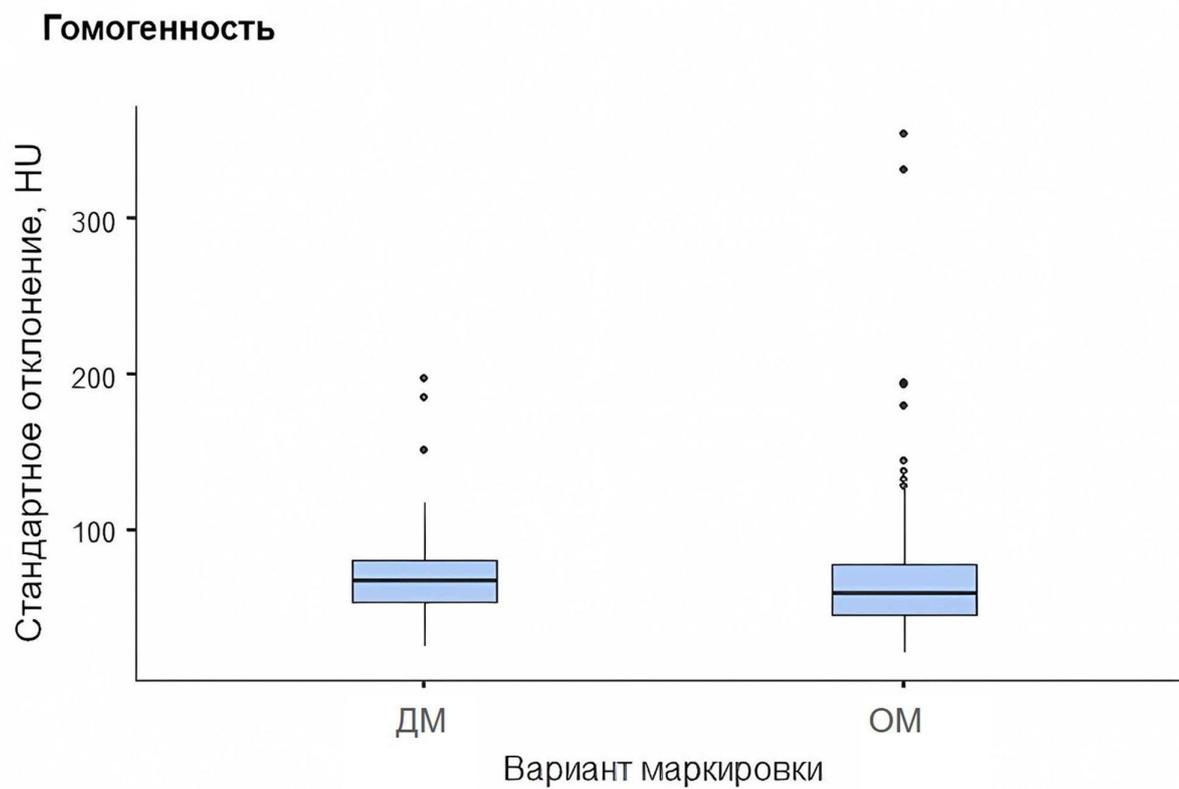


Рис. 2. Ящичные диаграммы распределения показателей качества маркировки остаточной жидкости: а — средняя плотность; б — максимальная плотность; в — минимальная плотность. OM — одноэтапная маркировка; DM — двухэтапная маркировка.

Accepted for publication



**Рис. 3.** Ящичная диаграмма распределения показателей гомогенности остаточной жидкости (значений стандартного отклонения в единицах Хаунсфилда в регионе интереса). ОМ — одноэтапная маркировка, ДМ — двухэтапная маркировка.

Accepted for

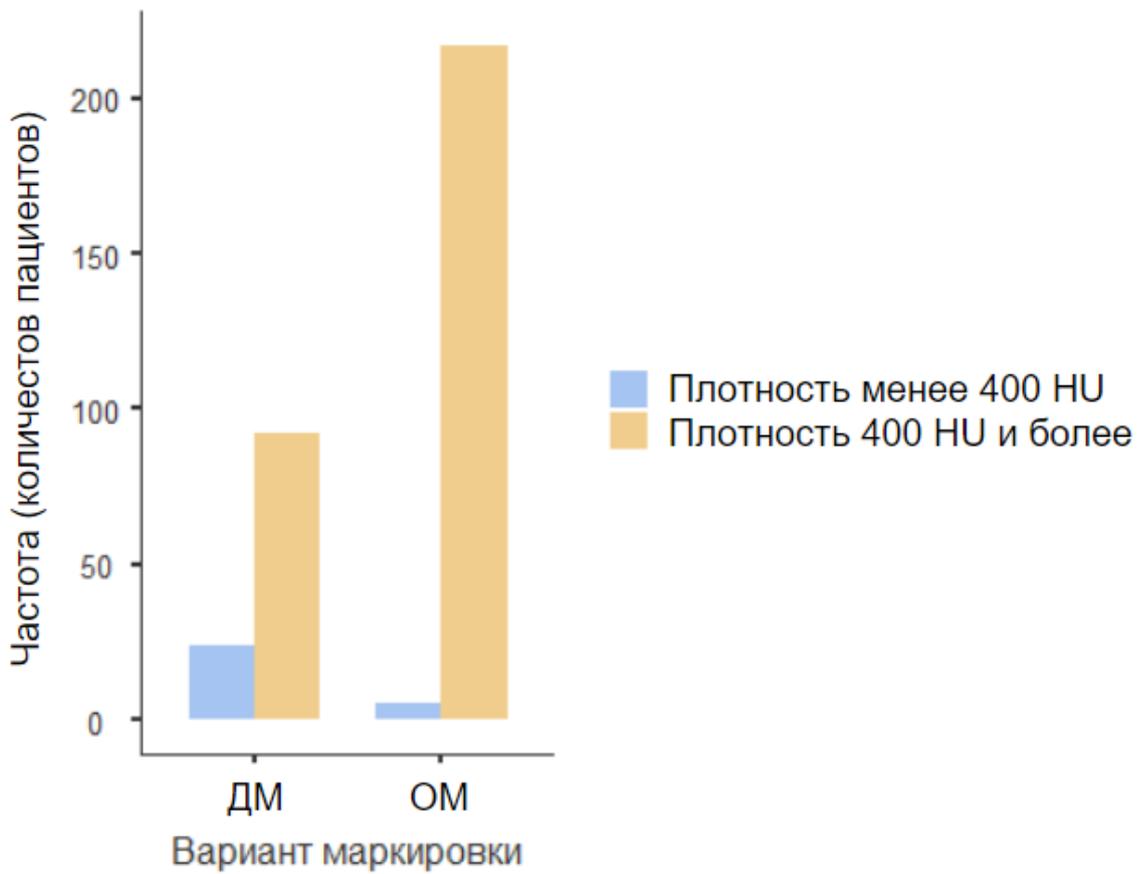


Рис. 4. Столбчатые диаграмма частоты встречаемости плотности остаточной жидкости менее и более 400 HU. DM — двухэтапная маркировка; OM — одноэтапная маркировка.

Accepted for



### Тяжесть подготовки по десятибалльной шкале

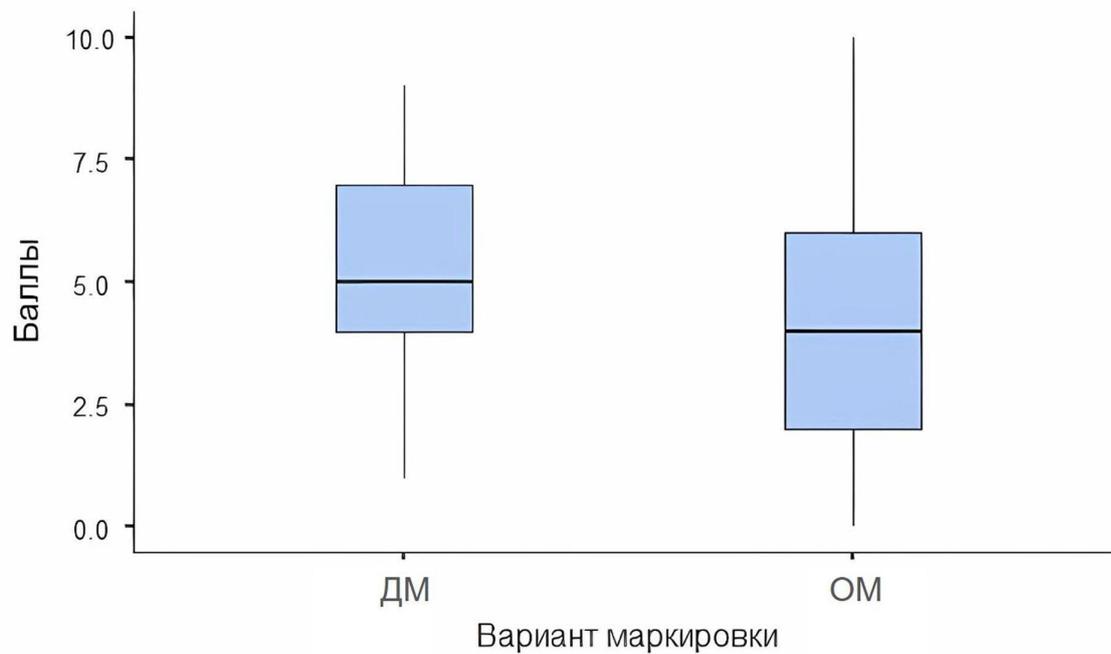


Рис. 5. Ящичная диаграмма распределения баллов субъективной оценки тяжести подготовки к исследованию в соответствии с визуально-аналоговой шкалой. OM — одноэтапная маркировка; DM — двухэтапная маркировка.

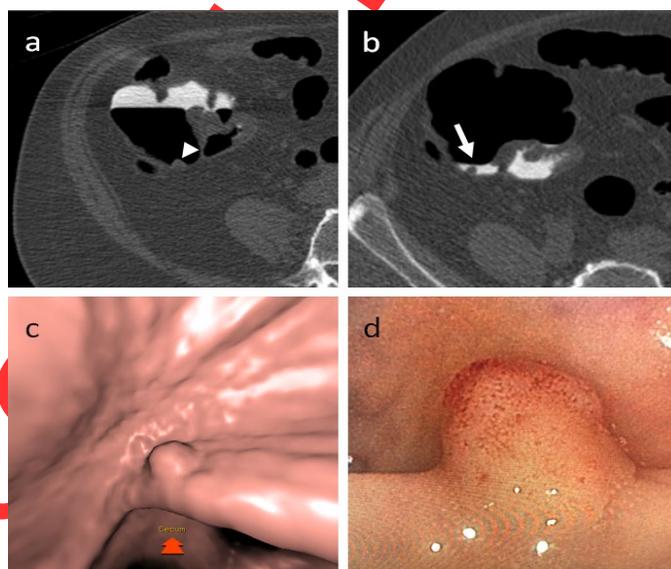
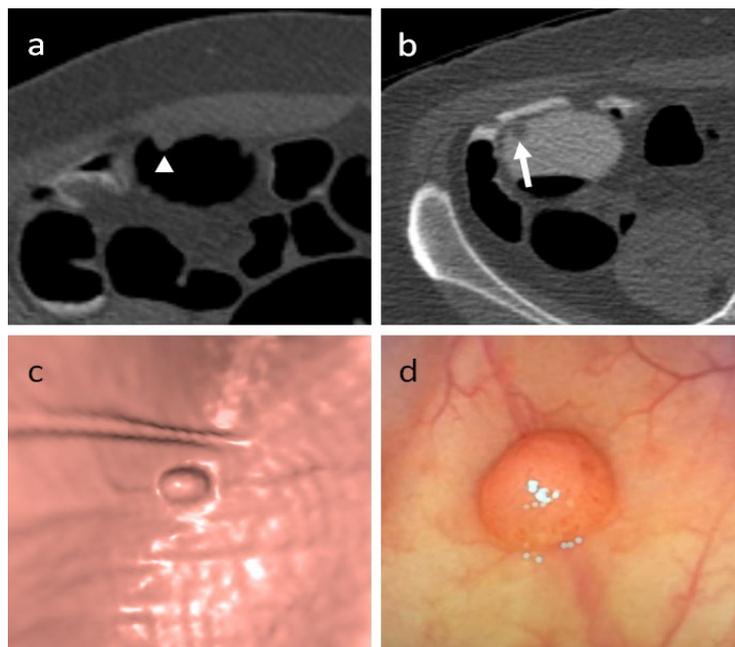


Рис. 6. Пример компьютерной томографической колонографии с одноэтапной маркировкой остаточного кишечного содержимого 50 мл йогексола (концентрация йода 350 мг/мл). Среднее значение плотности остаточной жидкости в толстой кишке составило 1228 HU: a — аксиальная плоскость в положении пациента на животе: полип восходящей ободочной кишки размером 8 мм (острие стрелки) вблизи илеоцекального клапана; b — в положении лёжа на животе полип скрыт под слоем маркированной остаточной жидкости (стрелка) и легко визуализируется; c — 3D реконструкция в эндоскопическом окне: красная стрелка показывает направление движения виртуального эндоскопа к слепой кишке; d — полип подтвержден по данным колоноскопии с последующей полипэктомией в тот же день (гистологически — аденома).



**Рис. 7.** Пример компьютерной томографической колонографии с двухэтапной маркировкой остаточного содержимого 50 мл йогексола (концентрация йода 350 мг/мл). Среднее значение плотности остаточной жидкости в толстой кишке составило 496 HU: а — аксиальная плоскость в положении пациента лёжа на спине: полип слепой кишки 6 мм (остриё стрелки); б — в положении лёжа на животе полип скрыт под слоем маркированной остаточной жидкости (стрелка), отмечена низкая плотность остаточной жидкости, что затрудняет визуализацию полипа; с — 3D реконструкция в эндоскопическом окне; д — полип подтверждён по данным колоноскопии с последующей полипэктомией в тот же день (гистологически — аденома).