



## Брюшная полость | Abdomen

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

<https://doi.org/10.24835/1607-0763-979>

# Сравнение слабительных препаратов для подготовки к КТ-колонографии при использовании схемы с полным очищением толстой кишки

© Мещеряков А.И.<sup>1,2\*</sup>, Гурова Н.Ю.<sup>2</sup>, Пугачева О.Г.<sup>2</sup>, Барыков М.Р.<sup>3</sup>, Сергеев В.А.<sup>3</sup>, Морозов С.П.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения города Москвы; 109029 Москва, ул. Средняя Калитниковская, д.28, стр.1, Российская Федерация

<sup>2</sup> ФГБУ "Поликлиника № 3" Управления делами Президента Российской Федерации; 129090 Москва, Грохольский пер., 31, Российская Федерация

<sup>3</sup> ФГБУ ДПО "Центральная государственная медицинская академия" Управления делами Президента Российской Федерации. 121359 Москва, ул. Маршала Тимошенко, д. 19, стр. 1А, Российская Федерация

**Цель исследования:** выявить оптимальную схему подготовки слабительным препаратом с полным очищением кишки для пациентов, проходящих КТ-колонографию (КТК).

**Материал и методы.** В финальную выборку включено 118 пациентов: женщин – 81 (68,6%); медиана возраста составила 75 лет (Q1–Q3: 67,5–80 лет). 39 (33,1%) проходили подготовку слабительным препаратом натрия пикосульфатом, магния оксидом, лимонной кислотой (НП+МО+ЛК), 36 (30,5%) пациентов – 2 л полиэтиленгликоля в сочетании с аскорбиновой кислотой (2 л ПЭГ+АК), 19 (16,1%) – 3 л ПЭГ, 24 (20,3%) – 4 л ПЭГ. В остальном подготовка не отличалась во всех четырех группах. Визуальная оценка остаточного содержимого, остаточной жидкости и степени растяжения проводилась с использованием 4-балльной шкалы Лайкерта. Оценка субъективной переносимости подготовки осуществлялась по 5-балльной шкале Лайкерта.

**Результаты.** Статистически значимой разницы качества подготовки выявлено не было при всех вариантах подготовки. Среднее значение суммарного балла остаточного кишечного содержимого составило  $46,2 \pm 2,87$  для группы НП+МО+ЛК;  $46,9 \pm 2,34$  для группы ПЭГ+АК;  $46,5 \pm 1,98$  для группы 3 л ПЭГ;  $45,9 \pm 3,18$  для группы 4 л ПЭГ ( $p > 0,05$ ). Медиана суммарного балла остаточной жидкости составила 36 (33–38) для группы НП+МО+ЛК; 36,5 (34–39) для группы ПЭГ+АК; 37 (36–39) для группы 3 л ПЭГ; 36 (34–40) для группы 4 л ПЭГ ( $p > 0,05$ ). Среднее значение суммарного балла степени растяжения составила  $43 \pm 4,34$  для группы НП+МО+ЛК;  $44,6 \pm 3,13$  для группы ПЭГ+АК;  $44,2 \pm 3,98$  для группы 3 л ПЭГ;  $43,5 \pm 4,9$  для группы 4 л ПЭГ ( $p > 0,05$ ). Была выявлена статистически значимая разница в суммарном балле переносимости подготовки у исследуемых в зависимости от вида слабительного препарата ( $p = 0,001$ ). Суммарный балл подготовки был значительно ниже при подготовке НП+МО+ЛК при сравнении с ПЭГ+АК ( $p = 0,021$ ), 3 л ПЭГ ( $p = 0,001$ ) и 4 л ПЭГ ( $p = 0,043$ ).

**Заключение.** Использование НП+МО+ЛК повышает переносимость подготовки к КТК с полным очищением толстой кишки и может быть рекомендовано в качестве безопасного препарата выбора, в том числе у пациентов старшей возрастной группы.

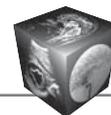
**Ключевые слова:** КТ-колонография, виртуальная колоноскопия, колоректальный рак, скрининг колоректального рака

**Авторы подтверждают отсутствие конфликтов интересов.**

**Для цитирования:** Мещеряков А.И., Гурова Н.Ю., Пугачева О.Г., Барыков М.Р., Сергеев В.А., Морозов С.П. Сравнение слабительных препаратов для подготовки к КТ-колонографии при использовании схемы с полным очищением толстой кишки. *Медицинская визуализация*. 2021; 25 (1): 54–72.

<https://doi.org/10.24835/1607-0763-979>

Поступила в редакцию: 14.12.2020. Принята к печати: 11.02.2021. Опубликовано online: 22.03.2021.



# Comparison of laxatives used in CT colonography with full bowel preparation

© **Andrey I. Meshcheryakov<sup>1, 2\*</sup>, Nadezhda Yu. Gurova<sup>2</sup>, Olga G. Pugacheva<sup>2</sup>, Mingiyar R. Barykov<sup>3</sup>, Vladislav A. Sergeev<sup>3</sup>, Sergey P. Morozov<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> State Budget-Funded Health Care Institution of the City of Moscow “Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies of Moscow Health Care Department”; 28-1, Srednyaya Kalitnikovskaya str., Moscow, 109029, Russian Federation

<sup>2</sup> Polyclinic № 3 of the Department of Presidential Affairs of the Russian Federation; 31, Grokhol'skiy pereulok, Moscow, 129090, Russian Federation

<sup>3</sup> Central State Medical Academy, Management Department of the President of the Russian Federation; 19-1A, Marshala Timoshenko str., Moscow, 121359, Russian Federation

**Purpose.** Our study aimed to identify an optimal full-cleanse bowel preparation scheme for patients undergoing CT colonography.

**Material and methods.** The final sample included 118 patients: 81 females (68.6%), with the median age being 75 years (IQR 67.5–80 years). For bowel preparation 39 (33.1%) patients used PM/Ca, 36 (30.5%) – 2 L PEG + Asc, 19 (16.1%) – 3 L PEG, 24 (20.3%) – 4 L PEG. Otherwise, the preparation did not differ in all four groups. Visual assessment of residual stool, residual fluid, and distension degree was performed using a 4-point Likert scale. The patient's subjective tolerance assessment was executed according to the survey results using a 5-point Likert scale.

**Results.** There were no statistically significant differences in quality of bowel preparation in all four groups. Mean value of the total residual stool score in groups was  $46.2 \pm 2.87$  for PM/Ca;  $46.9 \pm 2.34$  for 2 L PEG + Asc;  $46.5 \pm 1.98$  for 3 L PEG;  $45.9 \pm 3.18$  for 4 L PEG ( $p > 0.05$ ). The median of the total residual fluid score in groups was 36 (33–38) for PM/Ca; 36.5 (34–39) for 2 L PEG + Asc; 37 (36–39) for 3 L PEG; 36 (34–40) for 4 L PEG ( $p > 0.05$ ). Mean value of the total distention degree score in groups was  $43 \pm 4.34$  for PM/Ca;  $44.6 \pm 3.13$  for 2 L PEG + Asc;  $44.2 \pm 3.98$  for 3 L PEG;  $43.5 \pm 4.9$  for 4 L PEG ( $p > 0.05$ ). There was a statistically significant difference in the patient tolerance total score, depending on the laxative ( $p = 0.001$ ). The total preparation score was significantly lower for PM/Ca when compared with 2 L PEG + Asc. ( $p = 0.021$ ), 3 L PEG ( $p = 0.001$ ), and 4 L PEG ( $p = 0.043$ ).

**Conclusion.** Use of PM/Ca in CTC preparation lowers the burden of full cleanse exam preparation and can be recommended as a safe laxative choice, including senior age patients.

**Keywords:** CT colonography, virtual colonoscopy, colorectal cancer, colorectal cancer screening

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

**For citation:** Meshcheryakov A.I., Gurova N.Yu., Pugacheva O.G., Barykov M.R., Sergeev V.A., Morozov S.P. Comparison of laxatives used in CT colonography with full bowel preparation. *Medical Visualization*. 2021; 25 (1): 54–72. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-979>

**Received:** 14.12.2020.

**Accepted for publication:** 11.02.2021.

**Published online:** 22.03.2021.

## Введение

Колоректальный рак (КРР) занимает 2-е место по частоте смертности и 3-е место по частоте заболеваемости среди онкологических заболеваний во всем мире [1]. Скрининг КРР с последующей полипэктомией снижает заболеваемость и смертность (на 53%) [2]. КТ-колонография (КТК) рекомендована в качестве рентгенологического метода выбора диагностики колоректальных новообразований [3] и метода скрининга КРР в группе среднего риска [4].

Одним из основных преимуществ КТК по сравнению с оптической колоноскопией (ОК) является более высокий комплайнс пациентов [5–7]. Тем не менее КТК требует специальной подготовки толстой кишки, которая из всей процедуры, согласно

проведенным ранее исследованиям, является наиболее обременительной для пациента [8, 9].

Подготовка к КТК включает в себя соблюдение диеты, применение слабительного препарата, а также выполнение маркировки остаточного кишечного содержимого (ОКС) [10, 11]. При КТК используется диета, аналогичная таковой при подготовке к ОК, и подразумевает исключение продуктов, богатых пищевыми волокнами [12]. В качестве маркировки (ОКС) используются препараты бария и йодконтрастные препараты [11]. Маркировка повышает чувствительность и специфичность КТК и является обязательным компонентом в подготовке к КТК [10, 13]. Слабительные препараты, используемые для подготовки к КТК, можно подразделить на “влажные” и “сухие”.



К первым относятся препараты на основе полиэтиленгликоля (ПЭГ), тогда как ко вторым относятся солевые слабительные препараты (на основе пикосульфата натрия, цитрата магния, фосфата натрия) [14].

Все схемы подготовки слабительным препаратом можно подразделить на подготовку с полным очищением толстой кишки и облегченную подготовку [15]. Схемы с облегченной подготовкой лучше переносятся пациентами и повышают compliance [16, 17]. Однако использование подобных схем может снижать специфичность методики [18]. Более того, выполнение колоноскопии с целью полипэктомии в тот же день (без необходимости в повторной подготовке) возможно только при использовании схем с полным очищением толстой кишки [3].

Помимо этого в настоящее время для полного очищения толстой кишки получены хорошие результаты при использовании средств с уменьшенным объемом слабительного препарата, а именно 2 л ПЭГ в сочетании с аскорбиновой кислотой (ПЭГ+АК) [19, 20] и комбинированным препаратом (натрия пикосульфат, магния оксид, лимонная кислота (НП+МО+ЛК)) [21].

В нашем учреждении в качестве стандартной схемы использовалось 4 варианта подготовки слабительным препаратом с полным очищением: 4 л ПЭГ, 3 л ПЭГ, 2 л ПЭГ+АК и комбинированным препаратом (НП+МО+ЛК). По нашим данным, на момент написания данной статьи не проводилось исследования, сравнивающего данные схемы подготовки, а также нет ни одного исследования, посвященного применению НП+МО+ЛК при КТК. Цель данного исследования – выявление оптимальной схемы подготовки слабительным

препаратом с полным очищением толстой кишки для пациентов, проходящих КТК в амбулаторных условиях.

## Цель исследования

Выявить оптимальную схему подготовки слабительным препаратом с полным очищением кишки для пациентов, проходящих КТК в амбулаторных условиях.

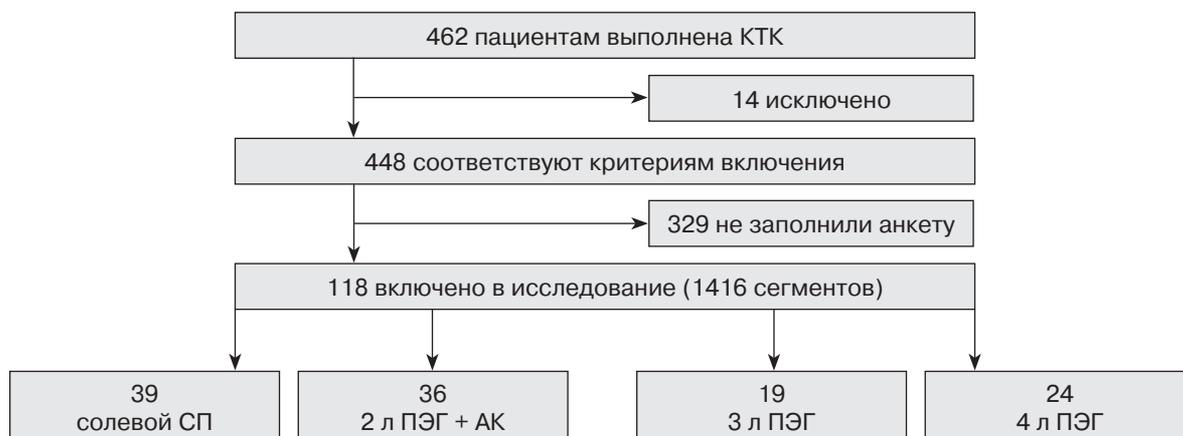
## Материал и методы

### Дизайн исследования

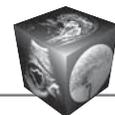
Наше ретроспективное исследование было одобрено локальным этическим комитетом. Как было сказано выше, в нашем учреждении использовалось 4 схемы подготовки слабительным препаратом с полным очищением толстой кишки, а именно 4 л ПЭГ, 3 л ПЭГ, 2 л ПЭГ+АК и комбинированным препаратом (НП+МО+ЛК). В остальном подготовка не отличалась во всех схемах и описана далее.

В исследование включены пациенты, которые прошли КТК в период с августа 2017 г. по март 2020 г. с целью скрининга КРР. Критериями включения являлись: подготовка одним из изучаемых слабительных препаратов, выполненная маркировка ОКС и наличие заполненной анкеты по результатам исследования.

Критериями исключения являлись: наличие у пациента симптомов, подозрительных на КРР, клинического диагноза наследственного полипоза толстой кишки, наследственного непוליпозного КРР, воспалительных заболеваний толстой кишки, хирургического лечения по поводу КРР, аллергии на один из препаратов подготовки, йодконтрастные препараты, а также гиосцина бутилбромид (рис. 1).



**Рис. 1.** Схема включения пациентов в исследование. НП+МО+ЛК – натрия пикосульфат, магния оксид, лимонная кислота; 2 л ПЭГ+АК – полиэтиленгликоль (макрогол 3350) 2 л в сочетании с аскорбиновой кислотой; 3 л ПЭГ – полиэтиленгликоль (макрогол 4000) 3 л; 4 л ПЭГ – полиэтиленгликоль (макрогол 4000) 4 л.



### Подготовка к исследованию

Подготовка пациентов к исследованию включала в себя диету, подготовку слабительным препаратом, маркировку ОКС. Пациентам была рекомендована бесшлаковая диета в течение трех дней до исследования, которая подразумевала исключение из рациона всей богатой пищевыми волокнами пищи (в том числе фрукты, овощи, цельнозерновой хлеб, цельнозерновые каши и пр.). Накануне исследования рекомендовался отказ от приема твердой пищи и прием прозрачных жидкостей.

Подготовка слабительным препаратом осуществлялась накануне исследования одним из четырех исследуемых препаратов: 4 л ПЭГ, 3 л ПЭГ, 2 л ПЭГ+АК и НП+МО+ЛК, согласно инструкциям (табл. 1).

Маркировка кишечного содержимого выполнялась водным раствором йодконтрастного препарата йогексол с концентрацией йода 350 мг/мл в объеме 50 мл, разведенного в 500 мл воды. Раствор принимался в два приема накануне исследования (в 17 ч и на ночь).

### Растяжение кишки и параметры сканирования

Все пациенты проходили КТК между 9:00 и 11:00 утра. За час до исследования пациенты принимали спазмолитический препарат: гиосцина бутилбромид в дозе 10 мг. Растяжение толстой кишки производилось комнатным воздухом. Контроль степени растяжения осуществлялся в соответствии с переносимостью пациента и изображениями локализатора. Исследования выполнялись без внутривенного контрастного усиления. Сканирование проводилось в двух положениях – лежа на спине и на

животе. При отсутствии адекватного растяжения в двух положениях проводилось дополнительное сканирование в положении лежа на боку. Исследования выполнялись на двух компьютерных томографах (GE Lightspeed 16 и GE Lightspeed VCT 64, GE Healthcare, Waukesha, WI, USA) с применением протокола низкодозного сканирования: 120 кВ (140 кВ для тучных пациентов), 50–75 мАс, с модуляцией тока по оси Z. Коллимация детектора 64 × 0,625 мм, время ротации трубки 0,6 с, шаг 1,375, толщина реконструируемых срезов 1,25 мм.

### Оценка качества подготовки и интерпретация результатов КТК

Изображения обрабатывались рентгенологами с опытом интерпретации КТК 2–10 лет на рабочей станции КТ (Advantage Workstation 4.5 GE Healthcare, Waukesha, WI, USA) с помощью специального программного обеспечения для обработки КТК (ColonVicar).

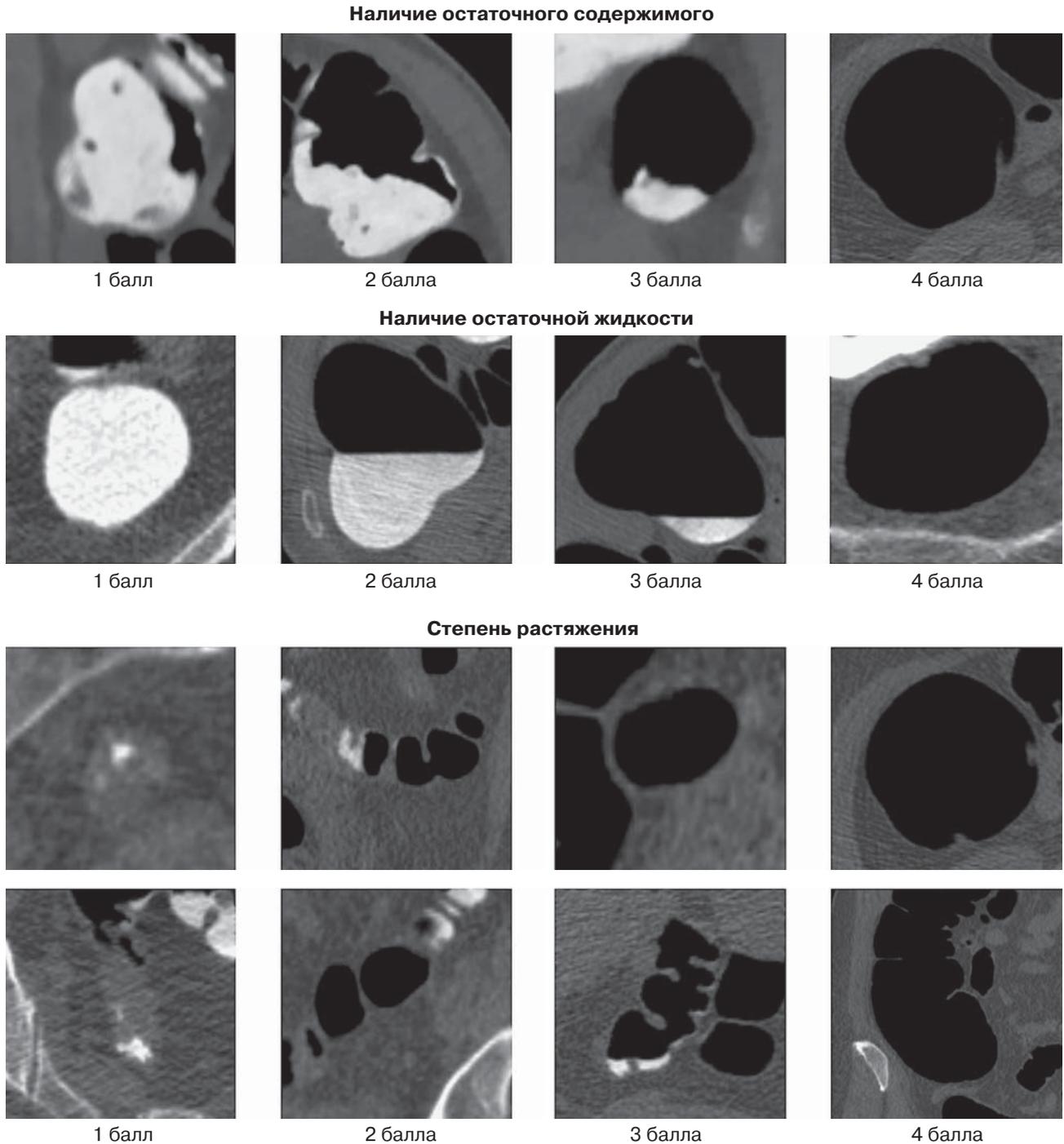
Оценка качества подготовки проводилась на двухмерных реконструкциях при широкой (ширина 2000 HU, уровень 0 HU) и узкой (ширина 400 HU, уровень 40 HU) установке окна.

Качество подготовки оценивалось визуально по следующим критериям: наличие и объем ОКС, наличие и объем остаточной жидкости, степень растяжения. Дополнительно оценивалась плотность маркировки остаточного содержимого в единицах Хаунсфилда. Также проводилась субъективная оценка качества подготовки.

Визуальная оценка остаточного содержимого, остаточной жидкости и степени растяжения проводилась по модифицированной, ранее предложенной схеме [22, 23] с использованием 4-балль-

**Таблица 1.** Схемы подготовки слабительными препаратами

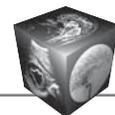
Слабительный препарат	Схема подготовки
Натрия пикосульфат, магния оксид, лимонная кислота (НП+МО+ЛК)	Содержимое одного пакетика растворяют в 150 мл воды. Содержимое первого пакетика принимают между 16 и 18 ч, запивая не менее 5 стаканами по 250 мл воды или прозрачной жидкости. Содержимое второго пакетика принимают на ночь (22–24 ч), запивая не менее 3 стаканами (250 мл) воды или прозрачной жидкости
Полиэтиленгликоль (макрогол 3350) 2 л в сочетании с аскорбиновой кислотой (2 л ПЭГ+АК)	Содержимое пакетиков А и Б разводят в 1 воды. Первый литр раствора препарата принимают между 19 и 20 ч; второй литр между 21 и 22 ч. После каждого принятого литра препарата выпивают 500 мл воды или прозрачной жидкости
Полиэтиленгликоль (макрогол 4000) 3 л (3 л ПЭГ)	Содержимое пакета растворяют в 200 мл воды непосредственно перед применением. Раствор применяют из расчета 15 пакетов с интервалом 20 мин. Рекомендуемые часы приема препарата с 17 до 22 ч
Полиэтиленгликоль (макрогол 4000) 4 л (4 л ПЭГ)	Перед применением содержимое 1 пакета растворяют в 1 л воды. 4 л раствора принимают вечером, накануне исследования



**Рис. 2.** Шкала Лайкерта для визуальной оценки качества подготовки.

ной шкалы Лайкерта, где 1 балл соответствовал большому количеству остаточного содержимого, полному заполнению просвета кишки остаточной жидкостью и полному отсутствию растяжения кишки соответственно, 4 балла – полному отсутствию содержимого и жидкости, максимальному растяжению просвета кишки соответственно

(рис. 2). Все параметры оценивались для каждого сегмента кишки: слепой, восходящей ободочной, поперечной ободочной, нисходящей ободочной, сигмовидной и прямой в двух положениях сканирования (на спине и на животе). Далее вычислялся суммарный балл качества подготовки для каждого пациента. Максимальный возможный балл 48 соот-



ветствовал наилучшей возможной подготовке, минимальный возможный балл 12 – наихудшей подготовке. Для каждого из параметров оценка 1 балл соответствовала некачественной подготовке.

Чтобы обеспечить максимальную объективность и воспроизводимость интерпретации, критерии качества изображения были представлены на специальном тренинге. Тренинг состоял из пяти репрезентативных случаев для каждого из параметров.

#### Оценка субъективной переносимости подготовки

Всем пациентам, проходившим КТК, предлагалось заполнить анкету на 3–7-й день после процедуры. Такой интервал был выбран с целью минимизации влияния самой процедуры на ответы, касающиеся тяжести подготовки. Анкета включала вопросы по подготовке к исследованию и самой процедуре исследования и была составлена согласно рекомендованному опроснику для оценки переносимости подготовки [24]. Тяжесть подготовки оценивалась по следующим параметрам: субъективная тяжесть подготовки в целом, боль в животе, тошнота и рвота, головная боль и головокружение, чувство вздутия, нарушение сна, а также частота стула. Оценка всех параметров осуществлялась с помощью 5-балльной шкалы Лайкерта, где 1 балл соответствовал наименее выраженным ощущениям, а 5 баллов – максимальным. Далее вычислялся суммарный балл субъективной переносимости для каждого пациента. Минимально возможная сумма баллов переносимости 9 соответствовала наиболее легкой подготовке, максимально возможная 45 – наиболее тяжелой подготовке. Также отдельно оценивалась субъективная тяжесть подготовки к исследованию.

#### Статистический анализ

Необходимый размер выборки был рассчитан по формуле Лера (при заданной мощности исследования 80%). Сравнение демографических данных и общих характеристик пациентов в группах проводилось с помощью непараметрического критерия Краскела–Уоллиса после подтверждения отличного от нормального распределения и с помощью критерия  $\chi$  Пирсона для категориальных данных. В качестве методики сравнения суммарного балла степени растяжения и ОКС применялся F-критерий Фишера, а для суммарного балла остаточной жидкости и суммарного балла тяжести подготовки – непараметрический критерий Краскела–Уоллиса и апостериорные тесты к нему. Для выявления разницы в субъективной тяжести подготовки после подтверждения нормальности распределения использовался F-критерий Уэлча и post-hoc тест Геймса–Хауэлла. Значение  $p < 0,05$  считалось статистически значимым. Все расчеты проводились с использованием программного обеспечения для статистики Jamovi, версия 1.2.27.

#### Результаты

В финальную выборку включено 118 пациентов: женщин – 81 (68,6%), мужчин – 37 (31,4%); медиана возраста составила 75 лет ( $Q_1$ – $Q_3$ : 67,5–80 лет). 39 (33,1%) пациентов проходили подготовку слабительным препаратом НП+МО+ЛК, 36 (30,5%) пациентов – 2 л ПЭГ+АК, 19 (16,1%) – 3 л ПЭГ, 24 (20,3%) – 4 л ПЭГ. Статистически значимых различий между группами не было выявлено (табл. 2).

В группе подготовки НП+МО+ЛК крупные полипы и КРР были выявлены у 2 (5,1%) пациентов, дивертикулярная болезнь – у 16 (41%). В группе подготовки 2 л ПЭГ+АК крупные полипы и КРР так-

**Таблица 2.** Основные характеристики включенных в исследование пациентов

Параметр	Группа НП+МО+ЛК	Группа 2 л ПЭГ+АК	Группа 3 л ПЭГ	Группа 4 л ПЭГ	p
Характеристики пациентов					
Соотношение мужчин и женщин	12:27	9:27	6:13	6:11	>0,05
Возраст Me ( $Q_1$ – $Q_3$ ), годы	76 (67–79,5)	74,5(70–79,5)	75 (67–79,5)	75 (68–81)	>0,05
<65 лет	8 (20,5%)	4 (11,1%)	3 (15,8%)	4 (16,7%)	>0,05
≥65 лет	31 (79,5%)	32 (88,9%)	16 (84,2%)	20 (83,3%)	>0,05
Ранее выполнялась колоноскопия (%)	26 (66,7%)	26 (72,2%)	19 (47,4%)	16 (66,7%)	>0,05
Выявленная при КТК патология					
Мелкие полипы (6–9 мм)	5	6	2	2	>0,05
Крупные полипы (≥10 мм)	2	2	1	2	>0,05
КРР	0	0	0	1	>0,05
Дивертикулы	16	14	11	8	>0,05



же были обнаружены у 2 пациентов (5,9%), тогда как дивертикулярная болезнь – у 14 (38,9%). Среди пациентов, проходивших подготовку 3 л ПЭГ, крупные полипы и КРР также были обнаружены у 1 (9,6%), а дивертикулярная болезнь – у 11 (57,9%) пациентов. Наконец, при подготовке 4 л ПЭГ крупные полипы и КРР были обнаружены у 3 (8,7%) пациентов, дивертикулярная болезнь – у 8 (34,8%). Данные о последующей колоноскопии не собирались, так как это выходило за рамки исследования.

77 пациентов уже проходили колоноскопию в прошлом. Статистически значимых различий для этого показателя также не было выявлено ( $p > 0,05$ ). В группе с подготовкой НП+МО+ЛК колоноскопия ранее выполнялась у 26 (66,7%) пациентов, в группе с подготовкой 2 л ПЭГ+АК также у 26 (72,2%), в группе с подготовкой 3 л ПЭГ – у 19 (47,4%), в группе с подготовкой 4 л ПЭГ – у 16 (66,7%) пациентов.

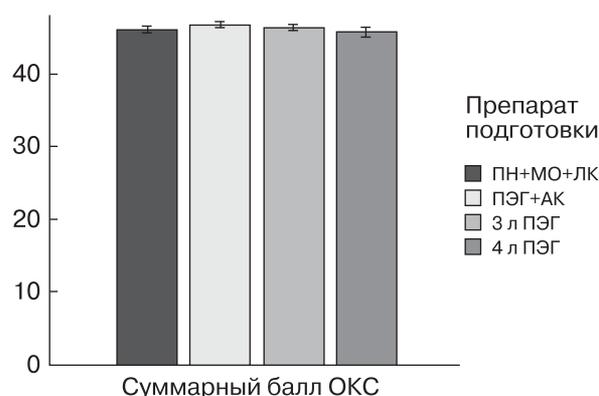
Ни одного побочного явления при подготовке и при проведении КТК зафиксировано не было.

#### Качество подготовки

Статистически значимой разницы качества подготовки при визуальной оценке не было выявлено ни при одном из вариантов подготовки слабительными препаратами. В частности, не было выявлено разницы в оценке остаточного содержимого: среднее значение суммарного балла ОКС составило  $46,2 \pm 2,87$  для группы НП+МО+ЛК;  $46,9 \pm 2,34$  для группы 2 л ПЭГ+АК;  $46,5 \pm 1,98$  для группы 3 л ПЭГ;  $45,9 \pm 3,18$  для группы 4 л ПЭГ ( $p > 0,05$ ) (рис. 3). Также не было выявлено статистической разницы в объеме остаточной жидкости и степени растяжения. Медиана суммарного балла остаточной жидкости составила 36 (33–38) для группы НП+МО+ЛК; 36,5 (34–39) для группы 2 л

ПЭГ+АК; 37 (36–39) для группы 3 л ПЭГ; 36 (34–40) для группы 4 л ПЭГ ( $p > 0,05$ ). Среднее значение суммарного балла степени растяжения составило  $43 \pm 4,34$  для группы НП+МО+ЛК;  $44,6 \pm 3,13$  для группы 2 л ПЭГ+АК;  $44,2 \pm 3,98$  для группы 3 л ПЭГ;  $43,5 \pm 4,9$  для группы 4 л ПЭГ ( $p > 0,05$ ) (табл. 3).

Были получены статистически значимые различия плотности маркировки остаточной жидкости у исследуемых в зависимости от варианта подготовки слабительным препаратом ( $p < 0,005$ ). При сравнении групп попарно было установлено, что плотность остаточной жидкости ниже при использовании 4 л ПЭГ, чем при использовании НП+МО+ЛК ( $p = 0,012$ ). В остальных группах различия в результатах плотности остаточной жидкости получились статистически незначимы ( $p > 0,05$ ).

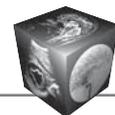


**Рис. 3.** Линейная диаграмма качества подготовки на основе суммарного балла остаточного кишечного содержимого. Не было выявлено статистически значимых различий между подготовкой натрия пикосульфат, магния оксид, лимонная кислота (НП+МО+ЛК), 2 л в сочетании с аскорбиновой кислотой (ПЭГ+АК), полиэтиленгликоль 3 л (3 л ПЭГ) и полиэтиленгликоль 4 л (4 л ПЭГ) ( $p > 0,05$ ).

**Таблица 3.** Сравнение параметров качества подготовки

Параметр	Группа НП+МО+ЛК	Группа 2 л ПЭГ+АК	Группа 3 л ПЭГ	Группа 4 л ПЭГ	p
Суммарный балл ОКС (M ± SD)	46,2 ± 2,87	46,9 ± 2,34	46,5 ± 1,98	45,9 ± 3,18	>0,05
Суммарный балл остаточной жидкости (Me Q1–Q3)	36 (33–38)	36,5 (34–39)	37 (36–39)	36 (34–40)	>0,05
Суммарный балл степени растяжения (M ± SD)	43 ± 4,34	44,6 ± 3,13	44,2 ± 3,98	43,5 ± 4,9	>0,05
Плотность остаточной жидкости (Me Q1–Q3)	505 (371–746)	724 (488–831)	1038 (716–1272)	816 (619–985)	<0,005* $p_{1-4} = 0,012^*$

\* – различия показателей статистически значимы ( $p < 0,05$ ).

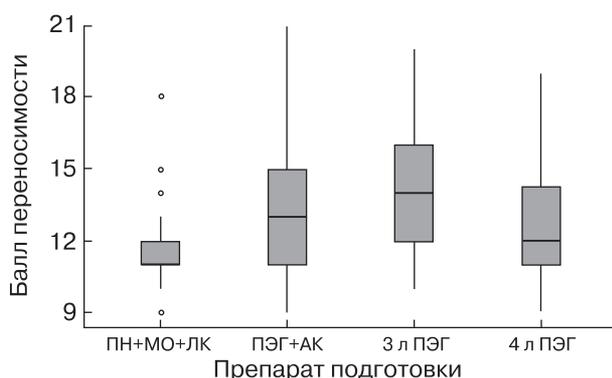


### Переносимость подготовки

Была выявлена статистически значимая разница в суммарном балле переносимости подготовки у исследуемых в зависимости от вида слабительного препарата ( $p = 0,001$ ). Суммарный балл подготовки был значительно ниже при подготовке НП+МО+ЛК при сравнении с 2 л ПЭГ+АК ( $p = 0,021$ ), 3 л ПЭГ ( $p = 0,001$ ) и 4 л ПЭГ ( $p = 0,043$ ) (рис. 4).

Подготовка была названа как очень сложная в 1 (2,6%) случае при применении НП+МО+ЛК, в 5 (13,9%) случаях при подготовке 2 л ПЭГ+АК, в 6 (31,6%) случаях при 3 л ПЭГ и в 5 (20,8%) случаях при использовании 4 л ПЭГ.

Разница субъективной сложности подготовки была статистически значимой между изучаемыми слабительными препаратами ( $p < 0,001$ ). При сравнении групп попарно было установлено, что субъективная сложность подготовки существенно ниже при подготовке НП+МО+ЛК, чем при подготовке 2 л ПЭГ+АК ( $p = 0,016$ ) (табл. 4).



**Рис. 4.** Диаграмма суммарного балла переносимости. Переносимость подготовки натрия пикосульфат, магния оксид, лимонная кислота (НП+МО+ЛК) значительно лучше, чем подготовки полиэтиленгликоль 2 л в сочетании с аскорбиновой кислотой (2 л ПЭГ+АК), полиэтиленгликоль 3 л (3 л ПЭГ) и полиэтиленгликоль 4 л (4 л ПЭГ) ( $p = 0,001$ ).

### Обсуждение

В нашем исследовании наилучшие показатели переносимости были получены для исследуемых, проходивших подготовку комбинированным солевым слабительным препаратом (НП+МО+ЛК) по сравнению с остальными слабительными средствами (2 л ПЭГ+АК, 4 л ПЭГ и 3 л ПЭГ).

По нашим данным, настоящее исследование первое, изучающее применение НП+МО+ЛК при КТК, а также сравнивающее данные 4 схем подготовки.

В данном исследовании мы провели сравнение четырех слабительных препаратов для подготовки КТК с полным очищением толстой кишки, два из которых представляли классические схемы подготовки (4 л ПЭГ и 3 л ПЭГ), один препарат с уменьшенным объемом на основе макрогола (2 л ПЭГ+АК) и один осмотический комбинированный слабительный препарат (НП+МО+ЛК). За исключением слабительного препарата, схема подготовки была идентичная во всех группах.

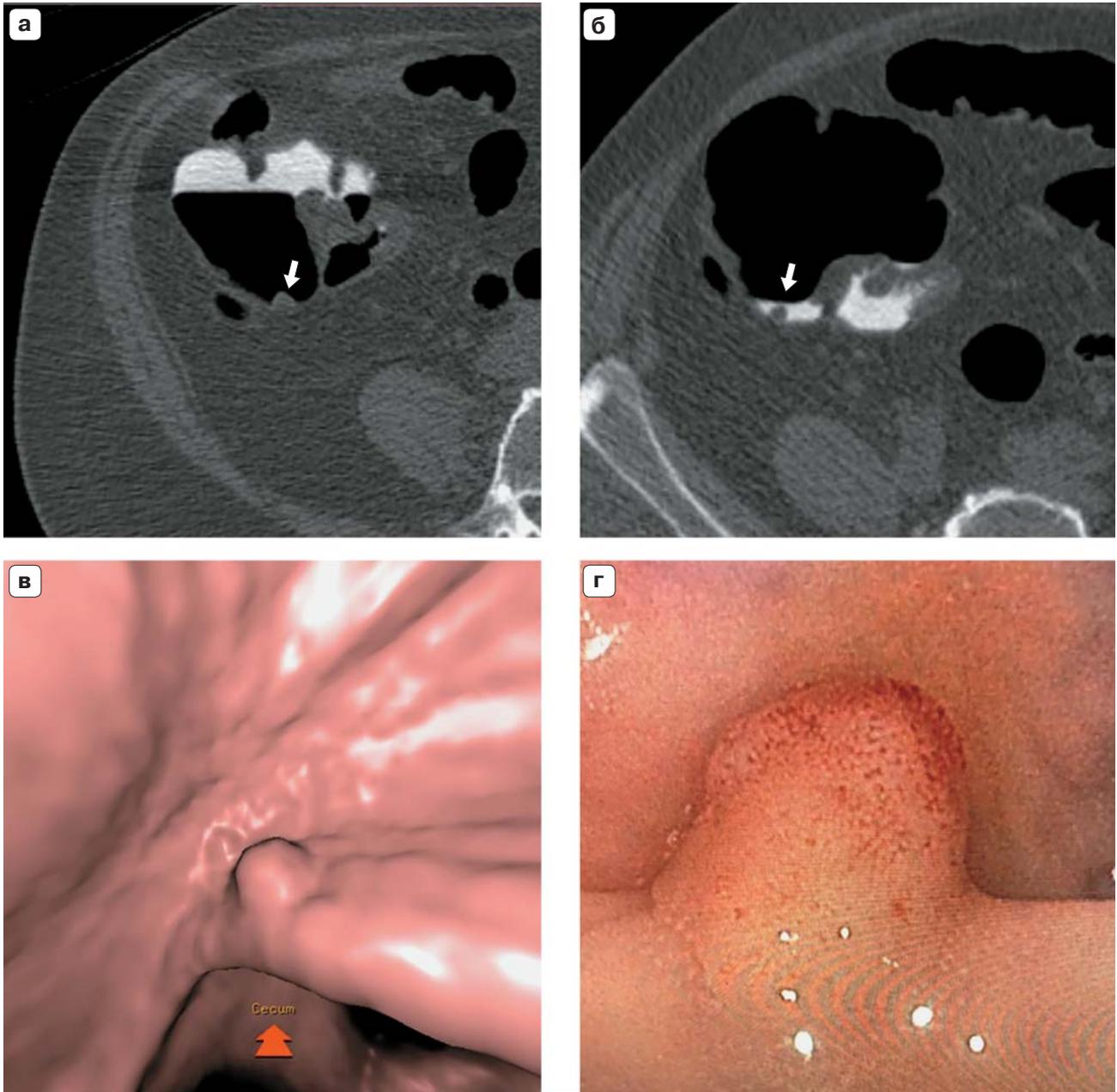
При всех вариантах качество подготовки оставалось на одинаково высоком уровне: суммарный балл ОКС, остаточной жидкости и степени растяжения располагался в диапазоне между 36 и 47 баллами из 48 возможных при всех схемах подготовки и не различался статистически между группами. Качество подготовки соответствовало полному очищению толстой кишки, что позволяло провести при необходимости колоноскопию в тот же день (рис. 5).

Предыдущие исследования показали лучшую переносимость НП+МО+ЛК по сравнению с препаратами на основе ПЭГ при подготовке к колоноскопии [21, 25, 26]. Наше исследование подтверждает эти данные: лучшая переносимость НП+МО+ЛК при подготовке к КТК. При этом переносимость была лучше как по сравнению с классическими схемами подготовки (3 л ПЭГ и 4 л ПЭГ ( $p = 0,001$ ,  $p = 0,043$  соответственно)), так и со схемой с уменьшенным объемом слабительного препарата (2 л ПЭГ+АК ( $p = 0,021$ )).

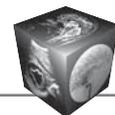
**Таблица 4.** Сравнение параметров субъективной переносимости подготовки

Параметр	Группа НП+МО+ЛК	Группа 2 л ПЭГ+АК	Группа 3 л ПЭГ	Группа 4 л ПЭГ	p
Суммарный балл переносимости (Me Q <sub>1</sub> -Q <sub>3</sub> )	11 (11-12)	13 (11-15)	14 (12-16)	12 (11-14,3)	0,001* p <sub>1-2</sub> = 0,021* p <sub>1-3</sub> = 0,001* p <sub>1-4</sub> = 0,043*
Субъективная сложность подготовки (M ± SD)	1,28 ± 0,51	1,72 ± 0,7	2,11 ± 0,86	1,75 ± 0,99	<0,001* p <sub>1-2</sub> = 0,016*

\* – различия показателей статистически значимы ( $p < 0,05$ ).



**Рис. 5.** Эндоскопическая колоноскопия и КТК, выполненные в один и тот же день у пациента, проходившего подготовку препаратом полиэтиленгликоль в сочетании с аскорбиновой кислотой в объеме 2 л с полным очищением толстой кишки. Аксиальный срез в положении пациента лежа на животе (а): визуализируется полип восходящей кишки, расположенный рядом с баугиниевой заслонкой, размером 8 мм (стрелка). При сканировании в положении лежа на спине (б) полип скрыт под слоем маркированной жидкости (стрелка). При изменении положения тела смещаемость полипа отсутствует. VRT-реконструкция в режиме эндоскопического окна (в). Красной стрелкой указывается направление движения виртуального эндоскопа в сторону слепой кишки. Полип был подтвержден при эндоскопической колоноскопии (г) с последующей полипэктомией в тот же день. Гистологическая верификация: аденома.



Помимо этого в нашем исследовании было выявлено, что вид слабительного препарата влияет на плотность маркировки остаточной жидкости. Несмотря на то что средняя плотность маркировки превышала рекомендованные 500 HU при всех вариантах подготовки, при использовании слабительного НП+МО+ЛК плотность была статистически значимо ниже, чем при 4 л ПЭГ ( $p = 0,012$ ). Плотность остаточной жидкости была также выше при использовании 3 л ПЭГ и 2 л ПЭГ+АК по сравнению с НП+МО+ЛК, однако статистически значимых различий получено не было. Данный факт необходимо учитывать при подготовке препаратом НП+МО+ЛК и, вероятно, необходимо оптимизировать схему маркировки ОКС. Одним из возможных решений данной проблемы является замена двукратного приема контрастного препарата на однократный, другим – увеличение объема контрастного препарата, однако последнее приведет к увеличению стоимости подготовки. Гипотеза преимуществ однократного приема контрастного препарата над двукратным требует подтверждения в дальнейших экспериментах.

В нашем исследовании не было получено статистически значимых различий между подготовкой 2 л ПЭГ+АК по сравнению с 3 л ПЭГ и 4 л ПЭГ, в отличие от ранее опубликованных [19, 20]. Данный факт, вероятно, связан с объемом выборки, однако это также может косвенно служить подтверждением лучшей переносимости НП+МО+ЛК.

## Introduction

Colorectal cancer (CRC) is the second leading cause of cancer-related death and takes the third place of incidence among all human cancers in the world [1]. CRC screening, followed by polypectomy, decreases the risk of morbidity and mortality by 53% [2]. Computed-tomographic colonography (CTC) is a recommended radiological examination of choice for the diagnosis of colorectal neoplasia [3] and a method for CRC screening in the intermediate-risk group [4].

One of CTC's primary advantages compared with optical colonoscopy (OC) is the higher patient compliance [5–7]. Nevertheless, according to previous research, CTC requires a special bowel preparation, which is the most burdensome part of the whole procedure for patients [8, 9].

CTC preparation includes following a special diet, cathartics, and fecal tagging (FT) [10, 11]. CTC requires the same diet as in OC preparation and means

Работа T.G. Gweon и соавт. доказала безопасность приема НП+МО+ЛК в отношении нарушения электролитного баланса и гемодинамических показателей при подготовке к колоноскопии [21]. В нашем исследовании 31 (79,5%) пациент из группы НП+МО+ЛК был в возрастной группе 65 лет и старше. Ни одного побочного явления отмечено не было, что может свидетельствовать о безопасности применения данного препарата в старшей возрастной группе.

Наше исследование имеет ряд ограничений. Во-первых, это ретроспективный характер. Во-вторых, относительно небольшой объем выборок. Также в нашем исследовании не проводился анализ чувствительности и специфичности для выявления полипов и КРР, однако схема подготовки при настоящем исследовании не отличалась от опубликованной ранее [13], что может гарантировать ту же диагностическую точность.

## Заключение

Использование НП+МО+ЛК при подготовке к КТК повышает переносимость подготовки к исследованию с полным очищением толстой кишки и может быть рекомендовано в качестве безопасного препарата выбора, в том числе у пациентов старшей возрастной группы. Улучшение переносимости подготовки является важным достижением, так как может увеличить охват пациентов скринингом КРР.

excluding fiber-rich products [12]. Iodine and barium contrast agents are used for tagging in OC [11]. Fecal tagging increases CTC's sensitivity and specificity and is mandatory for CTC preparation [10, 13].

The laxatives used for CTC preparation can be classified as “wet” and “dry”, the former being based on polyethylene glycol (PEG), the latter being saline cathartics such as sodium picosulfate, magnesium citrate, and sodium phosphate [14].

All cathartic preparation schemes can be divided into full cleanse and limited bowel preparation [15]. Limited preparation schemes are less burdensome for patients and have a higher compliance rate [16, 17]. But using these schemes can decrease specificity [18]. Moreover, same-day colonoscopy for polypectomy with no need for a second cleansing can be performed only when using a full-preparation scheme [3].

Besides, currently, good results in full bowel cleansing have been achieved with low volume laxative prescription, such as 2 L PEG combined with



ascorbic acid (PEG + Asc) [19, 20] and a combined laxative (sodium picosulfate, magnesium oxide, citric acid (PM/Ca) [21].

We have used 4 variations of the full cathartic bowel cleaning as a standard scheme in our institution: 4 L PEG, 3 L PEG, 2 L PEG + Asc, and a combined laxative (PM/Ca).

To our knowledge, by the time of writing this article, there had been no research comparing those preparation schemes as well as no published data of using PM/Ca for CTC.

The purpose of this study was to identify an optimal full-cleanse bowel preparation scheme for patients undergoing CTC on an out-patient basis.

### Purpose

To identify an optimal full-cleanse bowel preparation scheme for patients undergoing CTC on an out-patient basis.

### Material and methods

The final sample included 118 patients: women – 81 (68.6%); men – 37 (31.4%); the median age was 75 years (IQR 67.5–80 years). 39 (33.1%) underwent laxative preparation with sodium picosulfate, magnesium oxide, citric acid (PM/Ca), 36 (30.5%) patients – 2 L polyethylene glycol in combination with ascorbic acid (2 L PEG + Asc), 19 (16.1%) – 3 L PEG, 24 (20.3%) – 4 L PEG. In other respects, the preparation did not differ in all four groups. Visual assessment of residual stool, residual fluid, and distension degree was performed using a 4-point Likert scale. The patient's subjective tolerance was assessed according to the results of the survey on days 3–7 after the procedure according to a 5-point Likert scale.

### Study design

The local ethics committee has approved our retrospective research. As mentioned above, we used 4 full bowel prep schemes in our institution, namely 4 L PEG, 3 L PEG, 2 L PEG + Asc, and a combined laxative (PM/Ca). The rest of the preparation was the same in all schemes and is described below.

Our study includes patients who have undergone CTC from August 2017 to March 2020 for CRC screening purposes. Inclusion criteria were: preparation using one of the studied laxatives, RF tagging, and a filled post-test questionnaire.

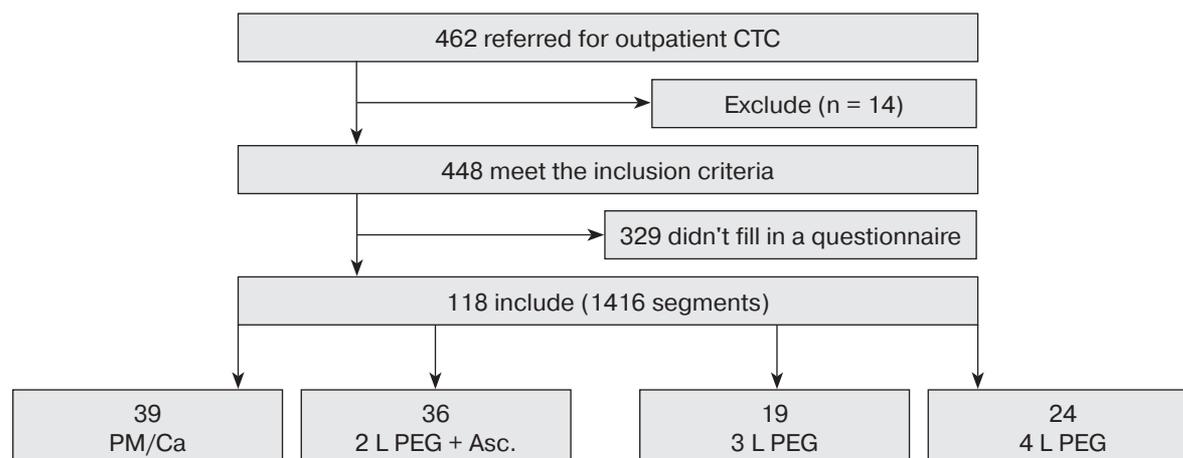
Exclusion criteria were: patients having symptoms suspicious for CRC, clinically diagnosed familial adenomatous polyposis, familial nonpolyposis CRC, inflammatory bowel disease, surgically treated CRC, previous allergic reaction to one of the preparation agents or iodine-containing contrast agent, and hyoscine butylbromide (Fig. 1).

### Bowel preparation

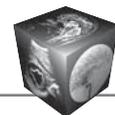
Participants were prepared with a diet, laxative, and residue fecal tagging. A low-residue diet was recommended 3 days before the study, meaning excluding fiber-rich products (including fruits, vegetables, wholewheat bread, cereal, etc.). Clear liquids intake and no solid food all day were recommended on the day before the examination.

One of 4 studied laxatives was prescribed for bowel preparation the day before the examination: 4 L PEG, 3 L PEG, 2 L PEG + Asc, and PM/Ca as instructed (Table 1).

A water solution of iohexol with 350 mg of iodine per mL (50 ml mixed with 500 ml of water) was used



**Fig. 1.** Scheme of study participants inclusion. PM/Ca – sodium picosulfate, magnesium oxide, citric acid; 2 L PEG + Asc – polyethylene glycol (macrogol 3350) 2 L plus ascorbic acid; 3 L PEG – polyethylene glycol (macrogol 4000) 3 L; 4 L PEG – polyethylene glycol (macrogol 4000) 4 L.

**Table 1.** Bowel preparation scheme

Laxative	Preparation scheme
Sodium picosulfate, magnesium oxide, citric acid (PM/Ca)	Contents of the 1st pack are mixed with 150 ml of water. This solution must be ingested between 4 PM and 6 PM with no less than 5 glasses (250 ml) of water or clear liquid taken after. The 2 <sup>nd</sup> pack's contents must be diluted the same way and ingested before sleep (10 PM – 00 AM) with no less than 3 glasses (250 ml) of water or clear liquid taken after
Polyethylene glycol (macrogol 3350) 2L plus ascorbic acid (2 L PEG + Asc)	Contents of pack A and B are mixed with 1 liter of water. This solution's first liter must be taken between 7 and 8 PM, second liter – between 9 PM and 10 PM. 500 ml of water or clear liquid must be taken after every ingested liter of this solution
Polyethylene glycol (macrogol 4000) 3L (3L PEG)	Contents of one pack are mixed with 200 ml of water before use. A total of 15 packs must be ingested with 20 min. interval from 5 PM to 10 PM
Polyethylene glycol (macrogol 4000) 4L (4L PEG)	Contents of one pack should be dissolved in 1 liter of water before ingestion. 4 L of this solution must be taken in the evening before the day of the examination

for residue stool tagging. The solution was ingested in two steps (at 5 PM and before sleep).

#### **Bowel distension and scan parameters**

All the patients have undergone CTC between 9 AM and 11 AM. An hour before the exam, a spasmolytic was prescribed: 10 mg of hyoscine butylbromide.

Room air was administered to achieve colonic distention. The rate of distension was controlled with regard to patient discomfort and scout radiographs. No intravenous contrast medium was injected. Both supine and prone position scans were obtained. In case of inadequate distension in those positions additional decubitus scans were added.

The studies were performed on two CT scanners: GE Lightspeed 16 and GE Lightspeed VCT 64, GE Healthcare, Waukesha, WI, USA) using the low-dose scan protocol: 120 kV (140 kV for obese patients), effective tube current of 50–75 mAs with Z-plane current modulation, detector collimation 64 × 0.625 mm, 0.6 s. tube rotation time, 1.375 pitch, 1.25 mm slice thickness images reconstruction.

#### **Assessment of bowel preparation and CTC data interpretation**

The scan data was interpreted by radiologists with 2 to 10 years of experience in CT abdominal imaging (Advantage Workstation 4.5 GE Healthcare, Waukesha, WI, USA) using dedicated CTC interpretation software (ColonVicar).

Evaluation of bowel preparation was accomplished using 2D multiplanar reconstructions with a wide (2000 HU width, 0 HU center) and narrow (400 HU, 40 HU center) window width.

We have used the following categories for bowel preparation evaluation: presence and volume of re-

sidual stool, presence, and volume of residual fluid, adequacy of distension. Additionally, we have evaluated the fecal tagging density in Hounsfield units, as well as having done the subjective bowel preparation evaluation.

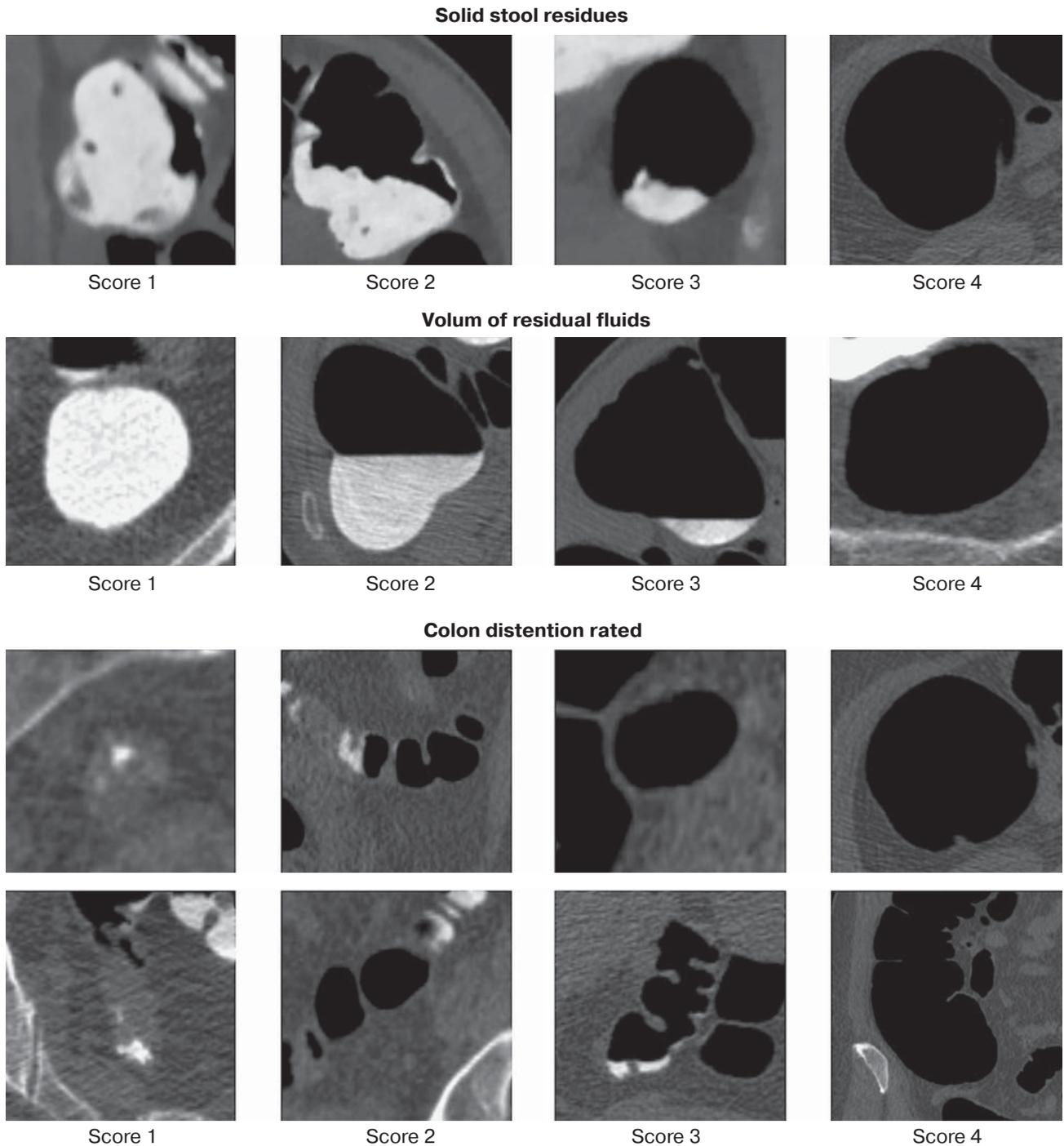
We have used a modified, former suggested scheme in the assessment of residual stool, fluid, and adequacy of distension [22, 23] following a 4-point Likert scale, where 1 point corresponded to the maximum volume of residual stool, full-filling of colon lumen with residual fluid and no colon distension, whereas 4 points corresponded to no residual stool and fluid and maximal colon distension respectively (Fig. 2).

Every colonic segment has been assessed with these parameters in both supine and prone positions: caecum, ascending, transverse, descending, sigmoid, and rectum. Next, a total score of preparation quality was calculated for every patient. The maximum score of 48 points corresponded to excellent preparation, a minimum score of 12 points – to inadequate preparation. A 1-point mark for every parameter corresponded to the least adequate preparation.

The criteria of image quality were presented on a special training in order to provide maximum objectivity and repeatability of assessment. The training consisted of five representative cases for each parameter.

#### **Patient tolerability of bowel preparation assessment**

All the patients who have undergone CTC were suggested to fill a questionnaire in 3 to 7 days after the examination. Such an interval had been chosen to minimize the influence of the examination itself on the answers related to the preparation burden. The questionnaire included questions concerning the exam

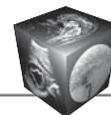


**Fig. 2.** Likert scale for visual assessment of preparation quality.

preparation and the examination and was composed according to the recommended bowel preparation tolerability questionnaire [24]. Preparation burden was assessed following the next parameters: subjective burden as a whole, abdominal pain, nausea and vomiting, headache and dizziness, bloating, sleep disturbances, and stool frequency. All of the parameters were assessed using a five-point Likert scale

with 1 point corresponding to the least burden and 5 point – maximum burden. Next, the points of personal tolerability were summarized for every patient.

A minimum possible sum of tolerability points of 9 corresponded to the least burdensome preparation, a maximum possible of 45 – to the most burdensome preparation. Likewise, the subjective burden of exam preparation was assessed.



### Statistical analysis

The necessary sample size was calculated using Lehr's formula (with study power set to 80%). Comparison of demographic data and common patients' characteristics in groups was made with Kruskal-Wallis nonparametric criterion after the differing from normal distribution has been confirmed and using Pearson's  $\chi$  criterion for categorical data.

Fisher's F-criterion was used as a method of comparison for the total score of distension ratio and residue stool points, and the Kruskal-Wallis nonparametric criterion with post-hoc tests was used for summarizing points of residue fluid and preparation burden.

Welch F-criterion and Games-Howell post-hoc test were used to determine the difference in subjective preparation burden evaluation after the normality of distribution has been confirmed. P-value <0.05 were considered statistically significant. All statistical analyses were performed using Jamovi statistical software (version 1.2.27).

### Results

The final sample included 118 patients: 81 females (68.6%), 37 males (31.4%) with median age being 75 years (IQR 67.5-80 years). For bowel preparation 39 (33.1%) patients had been prescribed PM/Ca, 36 (30.5%) patients – 2 L PEG + Asc, 19 (16.1%) – 3 L PEG, 24 (20.3%) – 4 L PEG. No statistically significant differences between groups were revealed (Table 2).

In the PM/Ca preparation group, large polyps and CRC were found in two cases (5.1%), a diverticular disease in 16 cases (41%). In the 2 L PEG + Asc group, large polyps and CRC also were found in two cases (5.9%), whereas diverticular disease in 14 cases

(38.9%). Among the patients prescribed 3 L PEG for preparation, large polyps and CRR were found in one case (9.6%), and diverticular disease in 11 cases (57.9%). Finally, in the 4 L PEG preparation group, large polyps and CRC were found in 3 cases, a diverticular disease in 8 (34.8%). No data on following colonoscopy was gathered as it exceeded this study's bounds.

77 patients had undergone colonoscopy sometime before the exam. No statistically significant difference for this rate has been found as well ( $p > 0.05$ ). In the PM/Ca preparation group 26 patients have undergone colonoscopy before (66.7%), in the 2 L PEG + Asc group – 26 patients (72.2%); in 3 L PEG preparation group – 19 patients (47.4%), in 4 L PEG preparation group – 16 patients (66.7%).

No adverse events occurred during the preparation and the CTC exam.

### Preparation quality

No statistically significant difference in preparation quality after using any of the prescribed laxatives was found during the evaluation. In particular, there was no difference in the evaluation of residual stool: the mean value of residual stool total score was  $46.2 \pm 2.87$  for PM/Ca group;  $46.9 \pm 2.34$  for 2 L PEG + Asc group;  $46.5 \pm 1.98$  for 3 L PEG group;  $45.9 \pm 3.18$  for 4 L PEG group ( $p > 0.05$ ). (Fig.3). Also, there was no statistical difference in the volume of residual fluid and bowel distension. The median of residual fluid total score was 36 (33–38) for PM/Ca group; 36.5 (34–39) for 2 L PEG + Asc group; 37 (36–39) for 3 L PEG group; 36 (34–40) for 4 L PEG group ( $p > 0.05$ ). The mean value of bowel distension total score was  $43 \pm 4.34$  for PM/Ca group;  $44.6 \pm 3.13$  for 2 L PEG + Asc group;  $44.2 \pm 3.98$  for 3 L PEG group;  $43.5 \pm 4.9$  for 4 L PEG group ( $p > 0.05$ ) (Table 3).

**Table 2.** Basic characteristics of patients included

Parameter	Group PM/Ca	Group 2 L PEG + Asc	Group 3 L PEG	Group 4 L PEG	p-value
Patients characteristics					
Male to female ratio	12:27	9:27	6:13	6:11	>0.05
Age (Me (IQR))	76 (67–79.5)	74.5(70–79.5)	75 (67–79.5)	75 (68–81)	>0.05
<65 years (%)	8 (20.5%)	4 (11.1%)	3 (15.8%)	4 (16.7%)	>0.05
≥65 years (%)	31 (79.5%)	32 (88.9%)	16 (84.2%)	20 (83.3%)	>0.05
Previously undergone colonoscopy (%)	26 (66.7%)	26 (72.2%)	19 (47.4%)	16 (66.7%)	>0.05
Reported CTC pathologic findings					
Small polyps (6-9 mm)	5	6	2	2	>0.05
Large polyps (≥10 mm)	2	2	1	2	>0.05
CRC	0	0	0	1	>0.05
Diverticula	16	14	11	8	>0.05

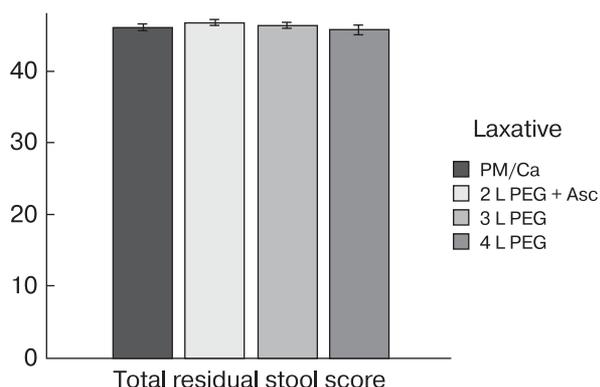
PM/Ca – sodium picosulfate, magnesium oxide, citric acid, PEG + Asc – polyethylene glycol plus ascorbic acid, PEG – polyethylene glycol.



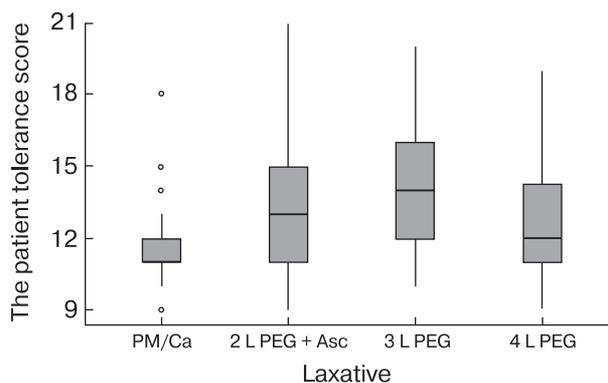
**Table 3.** Comparison of preparation quality parameters

Parameter	PM/Ca group	2 L PEG + Asc group	3 L PEG group	4 L PEG group	p-value
Residual stool total score (M ± SD)	46.2 ± 2.87	46.9 ± 2.34	46.5 ± 1.98	45.9 ± 3.18	>0.05
Residual fluid total score (Me (IQR))	36 (33–38)	36.5 (34–39)	37 (36–39)	36 (34–40)	>0.05
Bowel distension total score (M ± SD)	43 ± 4.34	44.6 ± 3.13	44.2 ± 3.98	43.5 ± 4.9	>0.05
Residual fluid density (Me (IQR))	505 (371–746)	724 (488–831)	1038 (716–1272)	816 (619–985)	<0.005* p <sub>1-4</sub> = 0.012*

\* statistically significant score difference (p < 0.05).



**Fig. 3.** Column chart showing preparation quality based on the total score of residue stool. No statistically significant differences were found between the preparation using sodium picosulfate, magnesium oxide, citric acid (PM/Ca), 2 L PEG combined with ascorbic acid (2 L PEG + Asc), 3 L of polyethylene glycol (3 L PEG), and 4 L of polyethylene glycol (4 L PEG) (p > 0.05).



**Fig. 4.** Box chart of the total tolerance score. The tolerance of sodium picosulfate, magnesium oxide, citric acid (PM/Ca) preparation is significantly less than in preparation with 2 L PEG combined with ascorbic acid (2 L PEG + Asc), 3 L of polyethylene glycol (3 L PEG), and 4 L of polyethylene glycol (4 L PEG) (p = 0.001).

**Table 4.** Comparison of subjective burden tolerance parameters

Parameter	PM/Ca group	2 L PEG + Asc group	3 L PEG group	4 L PEG group	p-value
Total tolerance score (Me (IQR))	11 (11–12)	13 (11–15)	14 (12–16)	12 (11–14.3)	0.001* p <sub>1-2</sub> = 0.021* p <sub>1-3</sub> = 0.001* p <sub>1-4</sub> = 0.043*
Subjective tolerance preparation score (M ± SD)	1.28 ± 0.51	1.72 ± 0.7	2.11 ± 0.86	1.75 ± 0.99	<0.001* p <sub>1-2</sub> = 0.016*

\* statistically significant score difference (p < 0.05). PM/Ca - sodium picosulfate, magnesium oxide, citric acid, PEG + Asc – polyethylene glycol plus ascorbic acid, PEG – polyethylene glycol.



Statistically different values of tagged residual fluid density were obtained in patients depending on the laxative used for preparation ( $p < 0.005$ ). A pair-wise comparison of groups showed that residual fluid density is lower after using 4 L PEG than after using PM/Ca ( $p = 0.012$ ). In other groups, the differences in residual fluid density were statistically insignificant ( $p > 0.05$ ).

### Preparation tolerance

A statistically significant difference was found in the total preparation tolerance score of the participants depending on the laxative used for preparation ( $p=0.001$ ). The total preparation tolerance score was significantly lower when using PM/Ca in comparison with 2 L PEG + Asc ( $p = 0.021$ ), 3L PEG ( $p = 0.001$ ) and 4 L PEG ( $p = 0.043$ ) (Fig. 4). In one case, the preparation using PM/Ca (2.6%) was named as the most burdensome, in 5 cases when using 2 L PEG + Asc (13.9%), in 6 cases when using 3 L PEG (31.6%), and in 5 cases when using 4 L PEG (20.8%). The difference in subjective burden tolerance was statistically significant between the studied laxatives ( $p < 0.001$ ). A pair-wise comparison of groups showed that subjective preparation tolerance was significantly higher when using PM/Ca than using 2 L PEG + Asc ( $p = 0.016$ ) (Table 4).

### Discussion

In our study, the best score was received for patients using the combined saline laxative preparation (PM/Ca) when compared to other laxatives (2 L PEG + Asc, 3 L PEG, and 4 L PEG). According to our findings, this study is the first one evaluating the use of PM/Ca in CTC and comparing the data of four bowel preparation schemes.

In our study, we have compared four laxatives used for CTC preparation with full colon preparation, two of those representing classic preparation schemes (3 L PEG and 4 L PEG), one laxative with lessened volume based on macrogol (2 L PEG + Asc) and one combined osmotic laxative (PM/Ca). Other than the laxative used, the preparation scheme was identical for every group.

In all variations, the preparation quality was equally high: total residue stool, fluid, and distension score were in the range between 36 and 47 points out of 48 possible in all preparation schemes, and there was no statistical difference between groups. Bowel preparation quality corresponded to a fully cleansed colon that allowed performing a colonoscopy on the same day (Fig. 5).

Previous studies have shown a better tolerance of PM/Ca than PEG-based laxatives in bowel preparation [21, 25, 26]. Our study confirms this data: PM/Ca had

the highest tolerability in CTC bowel preparation. Besides, the tolerability was higher as in comparison with classic preparation schemes (3 L PEG and 4 L PEG, ( $p = 0.001$ ,  $p = 0.043$ , respectively) so in the scheme with lesser laxative volume (2 L PEG + Asc) ( $p = 0.021$ ).

Along with that, our study showed that type of laxative used for preparation influences the density of a tagged residual fluid.

Despite that the mean tagging density exceeded the recommended 500 HU in all preparation schemes, the density had a statistically significant lower value when using PM/Ca than when using 4 L PEG ( $p = 0.012$ ).

Residual liquid density was also higher when using 3 L PEG and 2 L PEG + Asc than PM/Ca, but no statistically significant differences were found. This fact has to be considered during PM/Ca preparation, and possibly the scheme of residual stool tagging has to be optimized. One possible solution is to change the two-time ingestion of a contrast agent to a single ingestion; the other is to increase the amount of contrast agent, though the latter will increase the cost of preparation. The supposed advantage of a single contrast agent ingestion over the two-time ingestion needs to be confirmed in further experiments.

In our study, no statistically significant differences were found between the preparation with 2 L PEG + Asc and 3 L PEG and 4 L PEG, as opposed to previously published studies [19, 20].

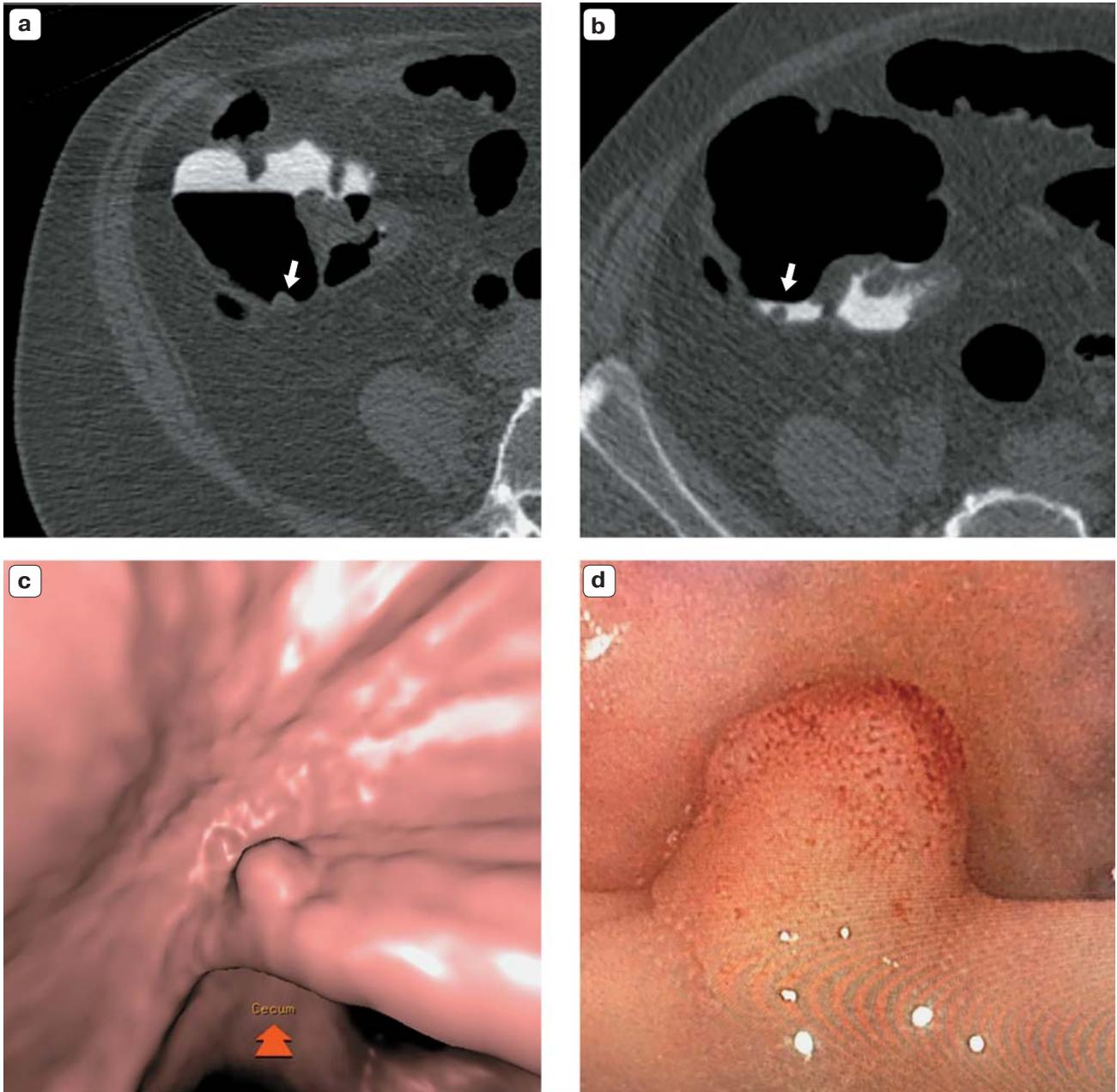
This fact may be connected to the sample size, but it also can indirectly confirm a better tolerance of PM/Ca.

The study done by Gweon TG and contributing authors have proven the safety of PM/Ca in regards to electrolyte imbalance and hemodynamic markers during the preparation for colonoscopy [21]. In our study, 31 (79.5%) patients of the PM/Ca group belonged to the 65+ age group. No adverse events occurred, indicating the safety of using this laxative in the senior age group.

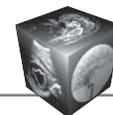
Our study has several limitations, the first being its retrospective nature. Next is a relatively small size of samples. We had not conducted the sensitivity and specificity analysis for polyps and CRC findings. Still, our study's bowel preparation scheme was the same as the one published before [13], which could guarantee the same diagnostic precision.

### Conclusion

Using PM/Ca in CTC preparation lowers the burden of exam preparation with a full colon cleanse. It can be recommended as a safe laxative choice, including senior age patients. A less burdensome preparation is a significant achievement, increasing the CRC screening coverage among patients.



**Fig. 5.** CTC and OC within the same day in patient with identified polyp on CTC with full bowel preparation (2 L PEG + ascorbic acid). **a** – axial view in patients' prone position: ascending colon polyp 8 mm (arrow) near the bauhinia valve; **b** – on supine position polyp is hidden under the layer of tagged residual fluid (arrow). When changing the position displacement of polyp is absent; **c** – VRT reconstruction in endoscopic window. Red arrow shows the direction of virtual endoscope movement towards caecum. Polyp had been confirmed on OC (**d**) followed by polypectomy on the same day. Histologically proven adenoma.



## Список литературы [References]

1. Bray F, Ferlay J, Soerjomataram I, Siegel R.L., Torre L.A., Jemal A. Global cancer statistics 2018: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA Cancer J. Clin.* 2018; 68 (6): 394–424. <https://doi.org/10.3322/caac.21492>
2. Zauber A.G., Winawer S.J., O'Brien M.J., Lansdorp-Vogelaar I., van Ballegooijen M., Hankey B.F., Shi W., Bond J.H., Schapiro M., Panish J.F., Stewart E.T., Wayne J.D. Colonoscopic polypectomy and long-term prevention of colorectal-cancer deaths. *N. Engl. J. Med.* 2012; 366 (8): 687–696. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1100370>
3. Spada C., Stoker J., Alarcon O., Barbaro F., Bellini D., Bretthauer M., De Haan M.C., Dumonceau J.M., Ferlitsch M., Halligan S., Helbren E., Hellstrom M., Kuipers E.J., Lefere P., Mang T., Neri E., Petruzzello L., Plumb A., Regge D., Taylor S.A., Hassan C., Laghi A.; European Society of Gastrointestinal Endoscopy; European Society of Gastrointestinal and Abdominal Radiology. Clinical indications for computed tomographic colonography: European Society of Gastrointestinal Endoscopy (ESGE) and European Society of Gastrointestinal and Abdominal Radiology (ESGAR) Guideline. *Endoscopy.* 2014; 46 (10): 897–915. <https://doi.org/10.1055/s-0034-1378092>
4. US Preventive Services Task Force, Bibbins-Domingo K., Grossman D.C., Curry S.J., Davidson K.W., Epling J.W. Jr., García F.A.R., Gillman M.W., Harper D.M., Kemper A.R., Krist A.H., Kurth A.E., Landefeld C.S., Mangione C.M., Owens D.K., Phillips W.R., Phipps M.G., Pignone M.P., Siu A.L. Screening for Colorectal Cancer: US Preventive Services Task Force Recommendation Statement. *JAMA.* 2016; 315 (23): 2564–2575. <https://doi.org/10.1001/jama.2016.5989>
5. Von Wagner C., Halligan S., Atkin W.S., Lilford R.J., Morton D., Wardle J. Choosing between CT colonography and colonoscopy in the diagnostic context: a qualitative study of influences on patient preferences. *Health Expect.* 2009; 12 (1): 18–26. <https://doi.org/10.1111/j.1369-7625.2008.00520.x>
6. Ghanouni A., Smith S.G., Halligan S., Plumb A., Boone D., Magee M.S., Wardle J., von Wagner C. Public perceptions and preferences for CT colonography or colonoscopy in colorectal cancer screening. *Patient Educ. Couns.* 2012; 89(1): 116–121. <https://doi.org/10.1016/j.pec.2012.05.007>
7. Ghanouni A., Halligan S., Taylor S.A., Boone D., Plumb A., Stoffel S., Morris S., Yao G.L., Zhu S., Lilford R., Wardle J., von Wagner C. Quantifying public preferences for different bowel preparation options prior to screening CT colonography: a discrete choice experiment. *BMJ Open.* 2014; 4 (4): e004327. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2013-004327>
8. Harewood G.C., Wiersema M.J., Melton L.J. 3rd. A prospective, controlled assessment of factors influencing acceptance of screening colonoscopy. *Am. J. Gastroenterol.* 2002; 97 (12): 3186–3194. <https://doi.org/10.1111/j.1572-0241.2002.07129.x>
9. Beebe T.J., Johnson C.D., Stoner S.M., Anderson K.J., Limburg P.J. Assessing attitudes toward laxative preparation in colorectal cancer screening and effects on future testing: potential receptivity to computed tomographic colonography. *Mayo Clin. Proc.* 2007; 82 (6): 666–671. <https://doi.org/10.4065/82.6.666>
10. Neri E., Halligan S., Hellström M., Lefere P., Mang T., Regge D., Stoker J., Taylor S., Laghi A; ESGAR CT Colonography Working Group. The second ESGAR consensus statement on CT colonography. *Eur. Radiol.* 2013; 23 (3): 720–729. <https://doi.org/10.1007/s00330-012-2632-x>
11. Рогозина Н.Н., Морозов С.П., Башанкаев Б.Н. Виртуальная колоноскопия. *Онкология. Журнал им. П.А. Герцена.* 2014; 3 (6): 77–84. <https://doi.org/10.17116/oncolog2014677-84>  
Rogozina N.N., Morozov S.P., Bashankaev B.N. Virtual colonoscopy. *P.A. Herzen Journal of Oncology = Onkologiya. Zhurnal imeni P.A. Gertsena.* 2014; 3 (6): 77–84. <https://doi.org/10.17116/oncolog2014677-84>. (In Russian)
12. Wexner S.D., Beck D.E., Baron T.H., Fanelli R.D., Hyman N., Shen B., Wasco K.E.; American Society of Colon and Rectal Surgeons; American Society for Gastrointestinal Endoscopy; Society of American Gastrointestinal and Endoscopic Surgeons. A consensus document on bowel preparation before colonoscopy: prepared by a task force from the American Society of Colon and Rectal Surgeons (ASCRS), the American Society for Gastrointestinal Endoscopy (ASGE), and the Society of American Gastrointestinal and Endoscopic Surgeons (SAGES). *Gastrointest. Endosc.* 2006; 63 (7): 894–909. <https://doi.org/10.1016/j.gie.2006.03.918>
13. 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. <https://doi.org/10.18821/1560-9502-2018-23-1-33-41>  
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.* 2018; 23 (1): 33–41. <https://doi.org/10.18821/1560-9502-2018-23-1-33-41>. (In Russian)
14. Macari M., Lavelle M., Pedrosa I., Milano A., Dicker M., Megibow A.J., Xue X. Effect of different bowel preparations on residual fluid at CT colonography. *Radiology.* 2001; 218 (1): 274–277. <https://doi.org/10.1148/radiology.218.1.r01ja31274>
15. Scalise P., Mantarro A., Pancrazi F., Neri E. Computed tomography colonography for the practicing radiologist: A review of current recommendations on methodology and clinical indications. *Wld J. Radiol.* 2016; 8 (5): 472–483. <https://doi.org/10.4329/wjr.v8.i5.472>
16. Taylor S.A., Slater A., Burling D.N., Tam E., Greenhalgh R., Gartner L., Scarth J., Pearce R., Bassett P., Halligan S. CT colonography: optimisation, diagnostic performance and patient acceptability of reduced-laxative regimens using barium-based faecal tagging. *Eur. Radiol.* 2008; 18 (1): 32–42. <https://doi.org/10.1007/s00330-007-0631-0>
17. Campanella D., Morra L., Delsanto S., Tartaglia V., Asnagli R., Bert A., Neri E., Regge D. Comparison of three different iodine-based bowel regimens for CT colonography. *Eur. Radiol.* 2010; 20 (2): 348–358. <https://doi.org/10.1007/s00330-009-1553-9>



18. 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; 16 (7): 780–789. <https://doi.org/10.1016/j.acra.2008.12.027>
19. Parente F., Vailati C., Bargiggia S., Manes G., Fontana P., Masci E., Arena M., Spinzi G., Baccarin A., Mazzoleni G., Testoni P.A. 2-Litre polyethylene glycol-citrate-simethicone plus bisacodyl versus 4-litre polyethylene glycol as preparation for colonoscopy in chronic constipation. *Dig. Liver Dis.* 2015; 47 (10): 857–863. <https://doi.org/10.1016/j.dld.2015.06.008>
20. Téllez-Ávila F.I., Murcio-Pérez E., Saúl A., Herrera-Gómez S., Valdovinos-Andraca F., Acosta-Nava V., Barreto R., Elizondo-Rivera J. Efficacy and tolerability of low-volume (2L) versus single- (4L) versus split-dose (2L+2L) polyethylene glycol bowel preparation for colonoscopy: randomized clinical trial. *Dig. Endosc.* 2014; 26 (6): 731–736. <https://doi.org/10.1111/den.12265>
21. Gweon T.G., Kim S.W., Noh Y.S., Hwang S., Kim N.Y., Lee Y., Lee S.W., Lee S.W., Lee J.Y., Lim C.H., Hun Kim H., Kim J.S., Kyung Cho Y., Myung Park J., Seok Lee I., Myung-Gyu Choi. Prospective, randomized comparison of same-day dose of 2 different bowel cleanser for afternoon colonoscopy: picosulfate, magnesium oxide, and citric acid versus polyethylene glycol. *Medicine (Baltimore)*. 2015; 94 (13): e628. <https://doi.org/10.1097/MD.0000000000000628>
22. Borden Z.S., Pickhardt P.J., Kim D.H., Lubner M.G., Agriantoni D.J., Hinshaw J.L. Bowel preparation for CT colonography: blinded comparison of magnesium citrate and sodium phosphate for catharsis. *Radiology*. 2010; 254 (1): 138–144. <https://doi.org/10.1148/radiol.09090398>
23. Bellini D., De Santis D., Caruso D., Rengo M., Ferrari R., Biondi T., Laghi A. Bowel preparation in CT colonography: Is diet restriction necessary? A randomised trial (DIETSAN). *Eur. Radiol.* 2018; 28 (1): 382–389. <https://doi.org/10.1007/s00330-017-4997-3>
24. Lawrance I.C., Willert R.P., Murray K. A validated bowel-preparation tolerability questionnaire and assessment of three commonly used bowel-cleansing agents. *Dig. Dis. Sci.* 2013; 58 (4): 926–935. <https://doi.org/10.1007/s10620-012-2449-0>
25. Rex D.K., Katz P.O., Bertiger G., Vanner S., Hookey L.C., Alderfer V., Joseph R.E. Split-dose administration of a dual-action, low-volume bowel cleanser for colonoscopy: the SEE CLEAR I study. *Gastrointest. Endosc.* 2013; 78 (1): 132–141. <https://doi.org/10.1016/j.gie.2013.02.024>
26. Katz P.O., Rex D.K., Epstein M., Grandhi N.K., Vanner S., Hookey L.C., Alderfer V., Joseph R.E. A dual-action, low-volume bowel cleanser administered the day before colonoscopy: results from the SEE CLEAR II study. *Am. J. Gastroenterol.* 2013; 108 (3): 401–409. <https://doi.org/10.1038/ajg.2012.441>

**Для корреспонденции\***: Мещеряков Андрей Иванович – 109029 Москва, ул. Средняя Калитниковская, д. 28, стр.1. Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий ДЗ города Москвы. Тел.: +7-916-635-86-75. E-mail: aim.radiologist@gmail.com

**Мещеряков Андрей Иванович** – врач-рентгенолог, младший научный сотрудник Научно-практического клинического центра диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения города Москвы, Москва. <http://orcid.org/0000-0002-6609-0614>

**Гурова Надежда Юрьевна** – канд. мед. наук, заведующая рентгеновским отделением с томографией и лабораторией радиоизотопной диагностики ФГБУ «Поликлиника № 3» Управления делами Президента Российской Федерации, Москва. <http://orcid.org/0000-0003-1351-4193>

**Пугачева Ольга Геннадиевна** – врач-рентгенолог ФГБУ «Поликлиника № 3» Управления делами Президента Российской Федерации, Москва. <http://orcid.org/0000-0001-9297-3341>

**Барыков Мингиян Радиславович** – клинический ординатор ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» Управления делами Президента Российской Федерации, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-9679-6722>

**Сергеев Владислав Александрович** – клинический ординатор ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» Управления делами Президента Российской Федерации, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-9682-1369>

**Морозов Сергей Павлович** – доктор мед. наук, профессор Научно-практического клинического центра диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения города Москвы, Москва. <https://orcid.org/0000-0001-6545-6170>

**Contact\***: Andrey I. Meshcheryakov – 28-1, Srednyaya Kalitnikovskaya str., Moscow, 109029, Russian Federation. Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies of Moscow Health Care Department. Phone: +7-916-635-86-75. E-mail: aim.radiologist@gmail.com

**Andrey I. Meshcheryakov** – Radiologist, Junior Researcher of Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies of Moscow Health Care Department, Moscow. <http://orcid.org/0000-0002-6609-0614>

**Nadezhda Yu. Gurova** – Cand. of Sci. (Med.), Head of Roentgenologic Department with Tomography and Radionuclide Diagnostics Laboratory; Polyclinic № 3 of the Department of Presidential Affairs of the Russian Federation, Moscow. <http://orcid.org/0000-0003-1351-4193>

**Olga G. Pugacheva** – Radiologist; Polyclinic № 3 of the Department of Presidential Affairs of the Russian Federation, Moscow. <http://orcid.org/0000-0001-9297-3341>

**Mingiyang R. Barykov** – Resident of Central State Medical Academy, Management Department of the President of the Russian Federation, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-9679-6722>

**Vladislav A. Sergeev** – Resident of Central State Medical Academy, Management Department of the President of the Russian Federation, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-9682-1369>

**Sergey P. Morozov** – Doct. of Sci. (Med.), Professor, Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies of Moscow Health Care Department; Moscow. <https://orcid.org/0000-0001-6545-6170>