

<https://doi.org/10.33878/2073-7556-2024-23-2-28-34>



Эффективность эндоскопической диагностики новообразований толстой кишки с использованием искусственного интеллекта: результаты проспективного тандемного исследования

Ачкасов С.И.^{1,2}, Шельгин Ю.А.^{1,2}, Ликотов А.А.^{1,2}, Шахматов Д.Г.^{1,2}, Югай О.М.¹, Назаров И.В.¹, Савицкая Т.А.¹, Мингазов А.Ф.¹

¹ФГБУ «НМИЦ колопроктологии имени А.Н. Рыжих» Минздрава России (ул. Саяма Адилы, д. 2, г. Москва, 123423, Россия)

²ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России (ул. Баррикадная, д. 2/1, стр. 1, г. Москва, 125993, Россия)

РЕЗЮМЕ

ЦЕЛЬ: оценить эффективность системы поддержки принятия врачебного решения на основе искусственного интеллекта (ИИ) в эндоскопической диагностике доброкачественных новообразований при тандемном исследовании.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ: в период с октября по декабрь 2023 года проведено одноцентровое сравнительное тандемное исследование диагностического метода — системы поддержки принятия врачебного решения на основе искусственного интеллекта «ArtInCol». Первым этапом выполнялась традиционная колоноскопия под седацией, вторым — колоноскопия с применением ИИ. Производилось парное сравнение основных показателей эффективности колоноскопии.

РЕЗУЛЬТАТЫ: при сравнительном анализе первичной конечной точки частота выявления новообразований толстой кишки (PDR) в группе традиционной колоноскопии составила 40,6%, против 56,4% в группе с ИИ, $p = 0,0001$ (OR = 1,39; 95% ДИ: 1,04–1,87). Среднее значение количества выявленных образований (MPP) составило 1,63 ($\pm 1,2$) против 2,47 ($\pm 1,8$) — в группе ИИ (разница средних = 0,84; (95% ДИ: 1,07–0,61).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: продемонстрирована эффективность отечественной системы поддержки принятия врачебного решения на основе искусственного интеллекта для диагностики доброкачественных новообразований толстой кишки в реальной клинической практике. Результаты проделанной работы послужат основанием для проведения дальнейшего этапа — многоцентрового рандомизированного исследования.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: колоноскопия, аденома, полипы, искусственный интеллект

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ: финансирование из средств гранта Фонда «Сколково»

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Ачкасов С.И., Шельгин Ю.А., Ликотов А.А., Шахматов Д.Г., Югай О.М., Назаров И.В., Савицкая Т.А., Мингазов А.Ф. Эффективность эндоскопической диагностики новообразований толстой кишки с использованием искусственного интеллекта: результаты проспективного тандемного исследования. *Колопроктология*. 2024; т. 23, № 2, с. 28–34. <https://doi.org/10.33878/2073-7556-2024-23-2-28-34>

The effectiveness of endoscopic diagnostics of colon tumors using artificial intelligence: prospective tandem study

Sergey I. Achkasov^{1,2}, Yuri A. Shelygin^{1,2}, Alexey A. Likotov^{1,2}, Dmitry G. Shakhmatov^{1,2}, Oleg M. Yugai¹, Ilya V. Nazarov¹, Tatiana A. Savitskaya¹, Airat F. Mingazov¹

¹Ryzhikh National Medical Research Center of Coloproctology (Salyama Adilya st., 2, Moscow, 123423, Russia)

²Russian Medical Academy of Postgraduate Education (Barrikadnaya st., 2/1, p. 1, Moscow, 125993, Russia)

ABSTRACT

AIM: to estimate the effectiveness of a medical decision support system based on artificial intelligence in the endoscopic diagnosis of benign tumors during tandem study.

PATIENTS AND METHODS: from October to December 2023, a single-center comparative tandem study of medical decision support system based on artificial intelligence “ArtInCol” was done. The first stage was a traditional colonoscopy under sedation, the second one — colonoscopy using AI. A pairwise comparison of the main indicators of the effectiveness was made.

RESULTS: in the primary endpoint, the polyp detection rate (PDR) in the traditional colonoscopy group was 40.6% vs 56.4% in the AI group, $p = 0.0001$ ($RR = 1.39$; 95% CI: 1.04–1.87). The mean number of lesions detected (MPP) was 1.63 (± 1.2) vs 2.47 (± 1.8) in the AI group (mean difference = 0.84; (95% CI: 1.07–0.61).

CONCLUSION: the study demonstrated the effectiveness of the original medical decision support system for benign colon tumors detection in real clinical practice. The further stage, a multicenter randomized trial is needed.

KEYWORDS: colonoscopy, adenoma, polyps, artificial intelligence

CONFLICT OF INTEREST: financing from the Skolkovo grant

FOR CITATION: Achkasov S.I., Shelygin Y.A., Likutov A.A., Shakhmatov D.G., Yugaï O.M., Nazarov I.V., Savitskaya T.A., Mingazov A.F. The effectiveness of endoscopic diagnostics of colon tumors using artificial intelligence: prospective tandem study. *Koloproktologia*. 2024;23(2):28–34. (in Russ.). <https://doi.org/10.33878/2073-7556-2024-23-2-28-34>

АДРЕС ДЛЯ ПЕРЕПИСКИ: Мингазов Айрат Фанилевич, ФГБУ «НМИЦ имени А.Н. Рыжих» Минздрава России, ул. Саяма Адилы, д. 2, Москва, 123423, тел.: +7 (927) 695-17-52; e-mail: ajr.mingazov@gmail.com

ADDRESS FOR CORRESPONDENCE: Mingazov Airat Fanilevich, Ryzhikh National Medical Research Center of Coloproctology, Salyama Adilya st., 2, Moscow, 123423, phone number: +7 (927) 695-17-52; e-mail: ajr.mingazov@gmail.com

Дата поступления — 13.03.2024

После доработки — 21.03.2024

Принято к публикации — 24.04.2024

Received — 13.03.2024

Revised — 21.03.2024

Accepted for publication — 24.04.2024

ВВЕДЕНИЕ

Колоноскопия до настоящего времени остается ключевым методом диагностики новообразований толстой кишки, что имеет важное значение для профилактики колоректального рака. Известно, что раннее обнаружение и удаление полипов существенно снижает риск развития рака толстой кишки: по данным крупного американского популяционного исследования — на 53% [1]. Важно отметить, что колоректальный рак является одним из наиболее частых злокачественных заболеваний во всем мире, тем самым определяя высокую актуальность задач по его профилактике [2].

С развитием цифровых технологий, в том числе искусственного интеллекта (ИИ), открываются новые перспективы для улучшения методов диагностики новообразований толстой кишки и, следовательно, вторичной профилактики колоректального рака. Результаты множества зарубежных научных работ показали, что использование ИИ в колоноскопии может способствовать увеличению количества обнаруживаемых полипов, улучшению качества и точности исследования [3,4].

В 2022 году на базе ФГБУ «НМИЦ колопроктологии имени А.Н. Рыжих» Минздрава России компанией «Алнисофт» был разработан алгоритм на основе искусственного интеллекта в качестве компонента системы поддержки принятия врачебного решения (СППВР) при колоноскопии («ArtInCol»). Проведенная внутренняя валидация алгоритма на архивном материале видеозаписей колоноскопий продемонстрировала многообещающие результаты в виде точности обнаружения новообразований 83,2% [5]. Стоит обратить внимание, что проведенная

работа основана на ретроспективном анализе архива эндоскопических исследований и не включает известные критерии эффективности колоноскопии, такие как частота выявления аденом (в англоязычной литературе ADR — adenoma detection rate) и полипов (в англоязычной литературе PDR — polyp detection rate).

Таким образом, в связи с необходимостью клинической валидации разработанной системы проведено представленное сравнительное нерандомизированное исследование.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

В ФГБУ «НМИЦ колопроктологии имени А.Н. Рыжих» Минздрава России в период с октября по декабрь 2023 года проведено сравнительное тандемное исследование диагностического метода. Тандемное исследование представляет собой метод подтверждения эффективности диагностического обследования, при котором проводится последовательное применение контрольного и экспериментального методов.

В исследование включались взрослые пациенты, которым была назначена скрининговая колоноскопия, подписавшие информированное добровольное согласие.

Критерии не включения:

1. Установленный диагноз доброкачественных или злокачественных новообразований толстой кишки.
2. Воспалительные заболевания кишечника.
3. Резекция толстой кишки в анамнезе.
4. Противопоказания к выполнению колоноскопии под внутривенной седацией.

Критерии исключения:

1. Неудовлетворительная подготовка кишечника (менее 6 баллов, согласно Бостонской шкале подготовки кишечника).
2. Отказ пациента от продолжения участия в исследовании на любом этапе.

Колоноскопия выполнялась стандартным методом с помощью аппарата «Pentax 7010» (Япония) и Olympus Exera-III (Япония) с разрешением высокой четкости (HD — high definition) как в белом свете, так и в режимах узкого спектра. Все исследования выполнялись под внутривенной седацией.

В соответствии с разработанным дизайном тандемное исследование проводилось последовательно двумя разными эндоскопистами с сопоставимым предыдущим опытом выполнения колоноскопий — более 1000 у каждого. Первым этапом врач-эндоскопист выполнял стандартное исследование с временем выведения аппарата в диапазоне от 6 до 8 минут. Вторым этапом, другой врач-эндоскопист, ослепленный о результатах ранее проведенного исследования, выполнял повторную колоноскопию в том же временном диапазоне, но при этом использовал систему искусственного интеллекта «ArtInCol». При выполнении исследования с использованием ИИ-ассистента регистрация выявленного образования производилась при устойчивой фиксации цифровой рамки в области полипа и последующей верификации образования врачом-эндоскопистом, проводившим диагностическую процедуру (Рис. 1).

По результатам выполненных исследований производилась фиксация всех выявленных новообразований, группируя их в зависимости от типа (гиперпластический полип, аденома, зубчатое образование) и размеров (≤ 1 см и > 1 см).

Выполнялась фиксация ложных срабатываний ИИ-ассистента, за которые понималось выделение машинным зрением на 3 секунды и более области, не содержащей новообразований.

Первичная конечная точка:

- частота выявления новообразований всех типов (показатель PDR)

Вторичные конечные точки:

- частота выявления аденом (показатель ADR);
- среднее количество аденом у одного пациента с новообразованиями (в англоязычной литературе MAP — mean polyps per patient);
- среднее количество выявленных новообразований всех типов (в англоязычной литературе MPP — mean polyps per patient);
- частота и среднее количество выявленных новообразований в зависимости от различных типов.

При анализе информации первым этапом выполнена описательная статистика с установлением процентных соотношений для категориальных данных и вычислением среднего значения и среднеквадратичного отклонения для числовых переменных с предварительно установленным нормальным распределением. Сравнительный анализ по первичной и вторичным конечным точкам производился с использованием теста МакНемара для парных категориальных переменных. Сравнение числовых переменных осуществлялось с использованием парного Т-критерия или теста Уилкоксона. Статистическая значимость принималась при $p < 0,05$. С целью демонстрации величины эффекта (разницы между группами) дополнительно вычислялись показатели относительного риска и разницы средних с указанием 95% доверительного интервала.

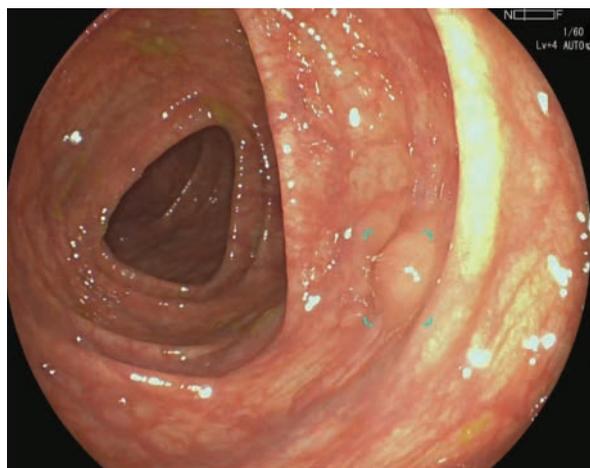
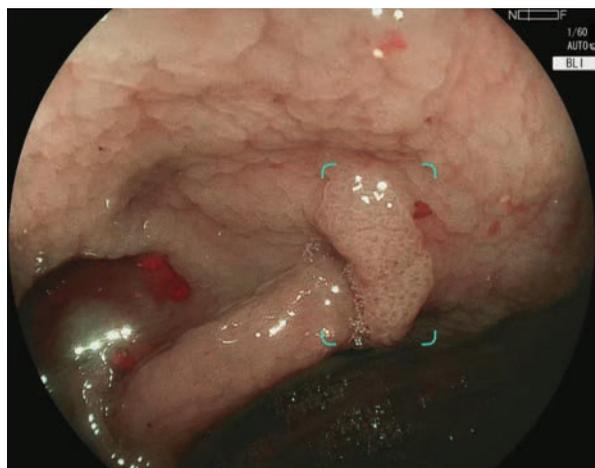


Рисунок 1. Эндофото. Фиксация системы ИИ на аденоме слева, на полипе — справа
Figure 1. Endophoto. Detection of the AI on the adenoma on the left, on the polyp on the right

Таблица 1. *Описательная характеристика пациентов*
Table 1. *Descriptive statistics*

Переменная	Значение
Мужской пол	32 (32%)
Женский пол	68 (68%)
Возраст (лет)	54,8 (± 12,3)
Прямые показания к колоноскопии	80 (80%)
Качество подготовки (баллы)	9 (7–9)

РЕЗУЛЬТАТЫ

В исследование в общей сложности включено 100 пациентов. Описательная характеристика обследованных пациентов представлена в таблице 1.

Перед сравнением основных показателей эффективности было установлено, что по длительности извлечения колоноскопа из толстой кишки группы не различались ($p = 0,1$). При сравнительном анализе параметра первичной конечной точки частота выявления новообразований толстой кишки (PDR) в группе традиционной колоноскопии составила 40,6%, что статистически значимо меньше, чем в группе пациентов, обследованных с ИИ-ассистенцией — 56,4%, $p = 0,0001$ (OR = 1,39; 95% ДИ: 1,04–1,87). При этом среднее значение количества выявленных образований в группе традиционной колоноскопии также было статистически значимо меньше — 1,63 (± 1,2) против 2,47 (± 1,8), чем в группе с ИИ (разница средних = 0,84; (95% ДИ: 1,07–0,61) (Табл. 2).

По частоте выявления аденом (ADR) группы различались в пользу колоноскопии с применением ИИ: 34,7%, против 40,6%, $p = 0,031$. Также группа колоноскопии с системой ИИ превосходила традиционную колоноскопию по количеству выявляемых

новообразований всех типов ≤ 1 см. Стоит отдельно отметить, что новообразования более 1 см в диаметре выявлялись в обеих группах с примерно равной частотой.

Среди пациентов с выявленными полипами различных типов ($n = 55$) одномоментное удаление полипов с морфологической верификацией проведено у 32 (58%) пациентов. Остальные больные направлены на эндоскопическую полипэктомию в плановом порядке.

Среднее значение ложных срабатываний составило 2,5 (± 1) на исследование.

С учетом тандемного дизайна исследования произведен расчет показателя пропущенных новообразований всех типов. Всего выявлено 138 образований с использованием ИИ, при этом зарегистрировано 48 пропущенных полипов. Таким образом, частота пропущенных новообразований всех типов (PMR) составила 35%.

ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе планирования научной работы по оценке эффективности СППВР на основе ИИ одной из нетривиальных задач является выбор дизайна исследования. Сложность заключается в выборе клинически значимых конечных точек, оценке отдаленных результатов, а также методов верификации. В случае с СППВР при колоноскопии одним из самых частых дизайнов, встречающихся в литературе, является рандомизированное исследование, и в качестве первичной конечной точки авторы выбирают ADR [6]. При этом даже при достижении статистической разницы в частоте

Таблица 2. *Результаты сравнительного анализа*

Table 2. *Results of comparative analysis*

Переменная	Стандартная колоноскопия	Колоноскопия + ИИ	Значение p	Величина эффекта
ADR (Частота выявления аденом)	34 (34%)	40 (40%)	$p = 0,03^*$	–
PDR (Частота выявления полипов)	40 (40%)	56 (56%)	$p = 0,0001^*$	OR = 1,39 (1,04–1,87)
MPP (Среднее количество всех выявленных новообразований)	1,63 (± 1,41)	2,47 (± 2,07)	$p = 0,0001^*$	MD = 0,84 (1,07–0,61)
Новообразование ≤ 1 см в диаметре				
MPP (Среднее количество всех выявленных новообразований)	1,35 (± 1,13)	2,18 (± 1,56)	$p = 0,0001^*$	MD = 0,83 (1,06–0,59)
MAP (Среднее количество аденом)	1,47 (± 1,13)	2,19 (± 1,68)	$p = 0,0001^*$	MD = 0,72 (1,05–0,39)
Среднее количество зубчатых образований	0,88 (± 1,03)	1,61 (± 1,19)	$p = 0,0001^*$	MD = 0,72 (1,007–0,43)
Среднее количество гиперпластических полипов	0,42 (± 0,38)	1,42 (± 0,53)	$p = 0,018^*$	MD = 1,02 (1,75–0,24)
Новообразование более 1 см в диаметре				
MPP (Среднее количество всех выявленных новообразований)	1,5 (± 1,1)	1,64 (± 1,2)	$p = 0,16$	MD = 0,14 (0,35–0,06)
MAP (Среднее количество аденом)	1,18 (± 0,6)	1,36 (± 0,67)	$p = 0,34$	MD = 0,18 (0,58–0,22)
Среднее количество зубчатых образований	2 (± 2,2)	2,5 (± 3)	$p = 0,18$	MD = 0,5 (1,42–0,22)

Примечание: * Статистическая значимость — $p < 0,05$

обнаруживаемых аденом для оценки отдаленных результатов требуется проведение когортных исследований с длительным периодом наблюдения, что, в свою очередь, является неэтичным по причине развития интервального рака в пропущенных аденомах. Кроме того, важным ограничением в проведении исследований представляет собой непрерывное совершенствование алгоритма ИИ, что обуславливает потерю актуальности полученных результатов по причине дальнейшего развития ИИ.

Также весьма важна проблема верификации, поскольку не существует подходящего надежного подтверждающего метода выявления полипов толстой кишки [7]. Технически модель основана на том, что в ходе исследований в режиме реального времени ИИ производит расчет статистической вероятности наличия доброкачественного новообразования в конкретном кадре. При этом могут наблюдаться ложные детекции, связанные с наличием в кадре пузырьков газа, каловых масс или складок слизистой оболочки. Однозначным методом верификации является патоморфологическое изучение удаленного новообразования, однако этот способ также ограничен необходимостью проведения в этом случае значительно более трудоемкого исследования. Кроме того, данный метод верификации требует детальной маркировки новообразований с целью морфологического исследования, а также невозможностью верификации ложноположительных срабатываний. Экспертный уровень эндоскопического исследования с возможностью осмотра в узком спектре света близок к патоморфологическому исследованию, однако также не гарантирует абсолютной верификации, при этом является недоступным при скрининговом исследовании в реальной клинической практике [7].

Имея в своем распоряжении рабочую версию ИИ-ассистента, уже продемонстрировавшего диагностическую точность выше 82% на этапе внутренней валидации системы, мы избрали дизайн «тандемного» эндоскопического исследования. В данном случае производится анализ путем парного сравнения, что позволяет выявить технические преимущества детекции «дополнительных» новообразований при заведомо меньших затратах на исследование [6]. Выбранный дизайн позволил получить достаточно данных по эффективности системы на меньшем числе пациентов за счет применения метода парного сравнения. Стоит заметить, что глобальной целью проведенной работы являлась внешняя валидация системы ИИ в реальной клинической практике перед проведением крупного многоцентрового рандомизированного исследования, что позволит более детально и строго его спланировать.

Результаты исследования подчеркивают значительное улучшение эффективности обнаружения новообразований толстой кишки при использовании колоноскопии с системой ИИ (ArtInCol) по сравнению с традиционной методикой. Получена статистически значимая разница по основным параметрам эффективности скрининговой колоноскопии — ADR (разница — 6%) и PDR (разница — 16%). При этом полученные результаты согласуются с данными других исследований, которые также отмечают улучшение диагностической точности, благодаря применению системы ИИ. По данным крупнейшего систематического обзора, включившего 33 рандомизированных исследования, разница по показателю ADR составила 7,2% [3]. При этом важно учитывать влияние увеличения показателя ADR на риск развития колоректального рака. Так, увеличение частоты выявления аденом на каждый 1% снижает риск развития колоректального рака на 5% [8].

Особого внимания заслуживает то, что, по данным проведенного исследования, основная доля в разнице диагностики полипов (PDR) была достигнута за счет выявления системой ИИ новообразований малого диаметра (менее 1 см в диаметре). С одной стороны, последние достижения в области эндоскопии, например, осмотр в белом свете или узкоспектральная визуализация привели к улучшению диагностики новообразований и даже оптической биопсии с высокой диагностической ценностью [7]. С другой стороны, по данным различных наблюдательных исследований, частота пропуска полипов и аденом варьирует от 20 до 50% после первичной скрининговой колоноскопии [9,10].

При этом в многофакторной модели было продемонстрировано, что пропуск новообразований напрямую связан с переменными характеристиками пациентов, подготовкой кишечника, а также с расположением в правых отделах, малым размером (менее 1 см) и множественным характером выявляемых полипов [11]. В рандомизированном исследовании Zhao et al., авторы продемонстрировали статистически значимое снижение показателя пропуска аденом (в англоязычной литературе AMR — adenoma miss rate) с 36,6% до 14,6% при увеличении времени вывода колоноскопа с 6 до 9 минут [12]. Данные представленных исследований подтверждают оператор-зависимость скрининговой колоноскопии, что связано с ограничением возможностей оптической диагностики врачом-эндоскопистом. Стоит обратить внимание, что при применении системы ИИ в колоноскопии в проведенном нами исследовании частота выявления пропущенных новообразований всех типов (в англоязычной литературе PMR — polyp miss rate) составила 35%. Выполнение сравнительной оценки

по показателям пропущенных новообразований (AMR и PMR) не представлялось возможным при данном дизайне исследования.

Дополнительным параметром оценки эффективности диагностики новообразований является количество выявляемых полипов за 1 колоноскопию. В соответствии с полученными результатами проведенного нами исследования разработанная система ИИ позволяет выявлять статистически значимо больше новообразований всех типов. Так, среднее выявляемое количество полипов (МРР) составило 1,63 ($\pm 1,2$) в группе традиционной колоноскопии, против 2,47 ($\pm 1,8$) — при диагностике с использованием системы ИИ. При этом статистическая разница достигнута, преимущественно, за счет выявления образований малого диаметра (менее 1 см) (разница средних = 0,84; 95% ДИ: 1,06–0,59). Существенным моментом является то, что статистические расчеты данной группы показателей производились среди пациентов с выявленными полипами, а не из числа всех колоноскопий. Согласно метаанализу Lou et al., обобщившему данные рандомизированных исследований подобных систем ИИ из разных стран, показатель количества выявляемых новообразований также коррелирует с мировыми при расчете на общее число колоноскопий [3].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Принимая во внимание описанные ограничения, в исследовании продемонстрирована эффективность отечественной системы поддержки принятия врачебного решения ArtInCol для диагностики доброкачественных новообразований толстой кишки в реальной клинической практике. Результаты проделанной работы послужат основанием для проведения дальнейшего многоцентрового рандомизированного исследования с целью сравнительного анализа эффективности системы ИИ в реальной клинической практике.

ЛИТЕРАТУРА

1. Zauber AG, Winawer SJ, O'Brien MJ, et al. Colonoscopic polypectomy and long-term prevention of colorectal-cancer deaths. *N Engl J Med.* 2012 Feb 23;366(8):687–96. doi: [10.1056/NEJMoa1100370](https://doi.org/10.1056/NEJMoa1100370)
2. Sung H, Ferlay J, Siegel RL, et al. Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. *CA Cancer J Clin.* 2021 May;71(3):209–249. doi: [10.3322/caac.21660](https://doi.org/10.3322/caac.21660)
3. Lou S, Du F, Song W, et al. Artificial intelligence for colorectal neoplasia detection during colonoscopy: a systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *E Clinical Medicine.* 2023 Nov 30;66:102341. doi: [10.1016/j.eclinm.2023.102341](https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2023.102341)

УЧАСТИЕ АВТОРОВ

Концепция и дизайн исследования: Ачкасов С.И., Шельгин Ю.А., Шахматов Д.Г., Ликотов А.А., Мингазов А.Ф.

Сбор и обработка материала: Ликотов А.А., Назаров И.В., Югай О.М., Савицкая Т.А.

Статистическая обработка: Мингазов А.Ф.

Написание текста: Мингазов А.Ф., Шахматов Д.Г.

Редактирование: Ачкасов С.И., Шельгин Ю.А.

AUTHORS CONTRIBUTION

Concept and design of the study: Sergey I. Achkasov, Yuri A. Shelygin, Dmitry G. Shakhmatov, Airat F. Mingazov

Collection and processing of materials: Alexey A. Likotov, Ilya V. Nazarov, Oleg M. Yugai, Tatiana A. Savitskaya

Statistical processing: Airat F. Mingazov

Text writing: Airat F. Mingazov, Dmitriy G. Shakhmatov

Editing: Sergey I. Achkasov, Yuri A. Shelygin

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ (ORCID)

Ачкасов С.И. — 0000-0001-9294-5447

Шельгин Ю.А. — 0000-0002-8480-9362

Ликотов А.А. — 0000-0001-5848-4050

Шахматов Д.Г. — 0000-0001-7964-2126

Югай О.М. — 0000-0003-4679-5497

Назаров И.В. — 0000-0002-6876-4272

Савицкая Т.А. — 0009-0008-2420-2770

Мингазов А.Ф. — 0000-0002-4558-560X

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS (ORCID)

Sergey I. Achkasov — 0000-0001-9294-5447

Yuri A. Shelygin — 0000-0002-8480-9362

Alexey A. Likotov — 0000-0001-5848-4050

Dmitry G. Shakhmatov — 0000-0001-7964-2126

Oleg M. Yugai — 0000-0003-4679-5497

Ilya V. Nazarov — 0000-0002-6876-4272

Tatiana A. Savitskaya — 0009-0008-2420-2770

Airat F. Mingazov — 0000-0002-4558-560X

4. Wei MT, Fay S, Yung D, et al. Artificial intelligence-assisted colonoscopy in real-world clinical practice: A systematic review and meta-analysis. *Clin Transl Gastroenterol.* 2023 Dec 26. doi: [10.14309/ctg.0000000000000671](https://doi.org/10.14309/ctg.0000000000000671)

5. Мтвралашвили Д.А., Шахматов Д.Г., Ликотов А.А., и соавт. Алгоритм на основе искусственного интеллекта для системы поддержки принятия врачебного решения при колоноскопии. *Колопроктология.* 2023;22(2):92–102. doi: [10.33878/2073-7556-2023-22-2-92-102](https://doi.org/10.33878/2073-7556-2023-22-2-92-102)

6. Lee MC, Parker CH, Liu LW, et al. Impact of study design on adenoma detection in the evaluation of artificial intelligence-aided

colonoscopy: a systematic review and meta-analysis. *Gastrointest Endosc.* 2024 Jan 23;S0016-5107(24)00040-3. doi: [10.1016/j.gie.2024.01.021](https://doi.org/10.1016/j.gie.2024.01.021)

7. Vadhvana B, Tarazi M, Patel V. The Role of Artificial Intelligence in Prospective Real-Time Histological Prediction of Colorectal Lesions during Colonoscopy: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Diagnostics (Basel)*. 2023 Oct 20;13(20):3267. doi: [10.3390/diagnostics13203267](https://doi.org/10.3390/diagnostics13203267)

8. Corley DA, Jensen CD, Marks AR, et al. Adenoma detection rate and risk of colorectal cancer and death. *N Engl J Med.* 2014 Apr 3;370(14):1298–306. doi: [10.1056/NEJMoa1309086](https://doi.org/10.1056/NEJMoa1309086)

9. Seo JH, Lee BI, Lee K, et al. Adenoma miss rate of polypectomy-referring hospitals is high in Korea. *Korean J Intern Med.* 2020 Jul;35(4):881–888. doi: [10.3904/kjim.2018.099](https://doi.org/10.3904/kjim.2018.099) Epub 2019 Oct 17.

PMID: 31610632

10. Jiang W, Xin L, Zhu S, et al. Risk Factors Related to Polyp Miss Rate of Short-Term Repeated Colonoscopy. *Dig Dis Sci.* 2023 May;68(5):2040–2049. doi: [10.1007/s10620-023-07848-x](https://doi.org/10.1007/s10620-023-07848-x) Epub 2023 Apr 5.

11. Shin JG, Kim HW, Park SB, et al. Polyp missing rate and its associated risk factors of referring hospitals for endoscopic resection of advanced colorectal neoplasia. *Medicine (Baltimore)*. 2017 May;96(19):e6742. doi: [10.1097/MD.0000000000006742](https://doi.org/10.1097/MD.0000000000006742)

12. Zhao S, Song Y, Wang S, et al. Reduced adenoma miss rate with 9-minute vs 6-minute withdrawal time for screening colonoscopy: a multicenter randomized tandem trial. *Am J Gastroenterol.* 2022. doi: [10.14309/ajg.0000000000002055](https://doi.org/10.14309/ajg.0000000000002055)

REFERENCES

1. Zauber AG, Winawer SJ, O'Brien MJ, et al. Colonoscopic polypectomy and long-term prevention of colorectal-cancer deaths. *N Engl J Med.* 2012 Feb 23;366(8):687–96. doi: [10.1056/NEJMoa1100370](https://doi.org/10.1056/NEJMoa1100370)

2. Sung H, Ferlay J, Siegel RL, et al. Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. *CA Cancer J Clin.* 2021 May;71(3):209–249. doi: [10.3322/caac.21660](https://doi.org/10.3322/caac.21660)

3. Lou S, Du F, Song W, et al. Artificial intelligence for colorectal neoplasia detection during colonoscopy: a systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *E Clinical Medicine.* 2023 Nov 30;66:102341. doi: [10.1016/j.eclinm.2023.102341](https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2023.102341)

4. Wei MT, Fay S, Yung D, et al. Artificial intelligence-assisted colonoscopy in real-world clinical practice: A systematic review and meta-analysis. *Clin Transl Gastroenterol.* 2023 Dec 26. doi: [10.14309/ctg.0000000000000671](https://doi.org/10.14309/ctg.0000000000000671)

5. Mtvralashvili D.A., Shakhmatov D.G., Likutov A.A., et al. AI-based algorithm for clinical decision support system in colonoscopy. *Koloproktologia.* 2023;22(2):92–102. (in Russ.). doi: [10.33878/2073-7556-2023-22-2-92-102](https://doi.org/10.33878/2073-7556-2023-22-2-92-102)

6. Lee MC, Parker CH, Liu LW, et al. Impact of study design on adenoma detection in the evaluation of artificial intelligence-aided colonoscopy: a systematic review and meta-analysis. *Gastrointest Endosc.* 2024 Jan 23;S0016-5107(24)00040-3. doi: [10.1016/j.gie.2024.01.021](https://doi.org/10.1016/j.gie.2024.01.021)

7. Vadhvana B, Tarazi M, Patel V. The Role of Artificial Intelligence in Prospective Real-Time Histological Prediction of Colorectal Lesions during Colonoscopy: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Diagnostics (Basel)*. 2023 Oct 20;13(20):3267. doi: [10.3390/diagnostics13203267](https://doi.org/10.3390/diagnostics13203267)

8. Corley DA, Jensen CD, Marks AR, et al. Adenoma detection rate and risk of colorectal cancer and death. *N Engl J Med.* 2014 Apr 3;370(14):1298–306. doi: [10.1056/NEJMoa1309086](https://doi.org/10.1056/NEJMoa1309086)

9. Seo JH, Lee BI, Lee K, et al. Adenoma miss rate of polypectomy-referring hospitals is high in Korea. *Korean J Intern Med.* 2020 Jul;35(4):881–888. doi: [10.3904/kjim.2018.099](https://doi.org/10.3904/kjim.2018.099) Epub 2019 Oct 17. PMID: 31610632

10. Jiang W, Xin L, Zhu S, et al. Risk Factors Related to Polyp Miss Rate of Short-Term Repeated Colonoscopy. *Dig Dis Sci.* 2023 May;68(5):2040–2049. doi: [10.1007/s10620-023-07848-x](https://doi.org/10.1007/s10620-023-07848-x) Epub 2023 Apr 5.

11. Shin JG, Kim HW, Park SB, et al. Polyp missing rate and its associated risk factors of referring hospitals for endoscopic resection of advanced colorectal neoplasia. *Medicine (Baltimore)*. 2017 May;96(19):e6742. doi: [10.1097/MD.0000000000006742](https://doi.org/10.1097/MD.0000000000006742)

12. Zhao S, Song Y, Wang S, et al. Reduced adenoma miss rate with 9-minute vs 6-minute withdrawal time for screening colonoscopy: a multicenter randomized tandem trial. *Am J Gastroenterol.* 2022. doi: [10.14309/ajg.0000000000002055](https://doi.org/10.14309/ajg.0000000000002055)