

Гречушкина Н. А.¹, Старшинин А. В.², Турзин П. С.¹, Дербенев Д. П.¹

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СТРАТЕГИЙ СКРИНИНГА НА КОЛОРЕКТАЛЬНЫЙ РАК: ОБЗОР АКТУАЛЬНЫХ НАУЧНЫХ ДАННЫХ

¹ГБУ «Научно-исследовательский институт организации здравоохранения и медицинского менеджмента Департамента здравоохранения города Москвы», 115088, Москва, Россия;²Департамент здравоохранения города Москвы, 127006, Москва, Россия

Колоректальный рак (КРР) является одним из наиболее распространённых злокачественных новообразований в мире. Снижение заболеваемости и смертности от этого вида рака можно обеспечить за счёт реализации мер первичной профилактики, которые подразумевают ведение здорового образа жизни и избегание факторов риска, а также раннего выявления заболевания с помощью скрининга (вторичная профилактика). Понимание сильных и слабых сторон тех или иных стратегий скрининга КРР входит в круг интересов различных специалистов здравоохранения, поэтому целью настоящего обзора стало обобщение актуальных научных данных, касающихся вопросов эффективности различных программ популяционного скрининга на КРР, а также новых методов его ранней диагностики.

Ключевые слова: колоректальный рак; эффективность; скрининг рака; вторичная профилактика; колоноскопия; фекальные тесты; обзор литературы

Для цитирования: Гречушкина Н. А., Старшинин А. В., Турзин П. С., Дербенев Д. П. Эффективность стратегий скрининга на колоректальный рак: обзор актуальных научных данных. Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. 2024;32(спецвыпуск 2):1100—1105. DOI: <http://dx.doi.org/10.32687/0869-866X-2024-32-s2-1100-1105>

Для корреспонденции: Гречушкина Наталья Александровна; e-mail: grenat2014@gmail.com

Grechushkina N. A.¹, Starshinin A. V.², Turzin P. S.¹, Derbenev D. P.¹

EFFECTIVENESS OF COLORECTAL CANCER SCREENING STRATEGIES: A REVIEW OF CURRENT SCIENTIFIC EVIDENCE

¹Research Institute of Health Care Organization and Medical Management of the Moscow Health Care Department, 115088, Moscow, Russia;²Moscow Health Care Department, 127006, Moscow, Russia

Colorectal cancer is one of the most common malignancies in the world. Its incidence and mortality could be reduced through primary prevention activities, which include healthy lifestyle behavior and avoidance of risk factors, and through screening (secondary prevention). Understanding the strengths and weaknesses of different colorectal cancer screening strategies is within the scope of interest of different health professionals. Therefore, the aim of this review is to synthesize the current scientific evidence that addresses the issues of effectiveness of population-based colorectal cancer screening programs and new methods for its early diagnosis.

Key words: colorectal cancer; efficacy; cancer screening; secondary prevention; colonoscopy; fecal tests; literature review

For citation: Grechushkina N. A., Starshinin A. V., Turzin P. S., Derbenev D. P. Effectiveness of colorectal cancer screening strategies: a review of current scientific evidence. *Problemy socialnoi gigieni, zdravookhraneniya i istorii meditsiny*. 2024;32(Special Issue 2):1100–1105 (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.32687/0869-866X-2024-32-s2-1100-1105>

For correspondence: Natalia A. Grechushkina; e-mail: grenat2014@gmail.com

Source of funding. This study was not supported by any external sources of funding.

Conflict of interest. The authors declare no apparent or potential conflicts of interest related to the publication of this article.

Received 15.05.2024

Accepted 03.09.2024

Введение

Колоректальный рак (КРР) является одним из наиболее распространённых злокачественных новообразований в мире, на долю которого приходится около 10% всех случаев рака (рис. 1). В 2022 г. на глобальном уровне было зарегистрировано свыше 900 тыс. смертей от КРР¹. В России смертность от этого заболевания составляет порядка 39—40 тыс. случаев в год².

¹Ferlay J., Ervik M., Lam F. et al. Global Cancer Observatory: Cancer Today. Lyon, France: International Agency for Research on Cancer. URL: <https://gco.iarc.who.int/today> (дата обращения: 04.04.2024).

²WHO Mortality Database: Colon and rectum cancers. URL: <https://platform.who.int/mortality/themes/theme-details/topics/indicator-groups/indicator-group-details/MDB/colon-and-rectum-cancers> (дата обращения: 03.04.2024).

Снижение заболеваемости и смертности от КРР можно обеспечить за счёт реализации мер первичной профилактики, которые подразумевают ведение здорового образа жизни и избегание факторов риска, а также раннего выявления заболевания с помощью скрининга (вторичная профилактика) [1—3]. Традиционные скрининговые исследования на КРР включают фекальные тесты на обнаружение скрытой крови, которые проводятся на основе гваяковой пробы (guaiac fecal occult blood test, gFOBT) или иммунохимического теста (fecal immunochemical test, FIT), а также гибкую сигмоидоскопию и колоноскопию. К относительно новым методам скрининга относятся анализ фекальной ДНК, виртуальная колоноскопия, системы диагностики на основе искусственного интеллекта и др.

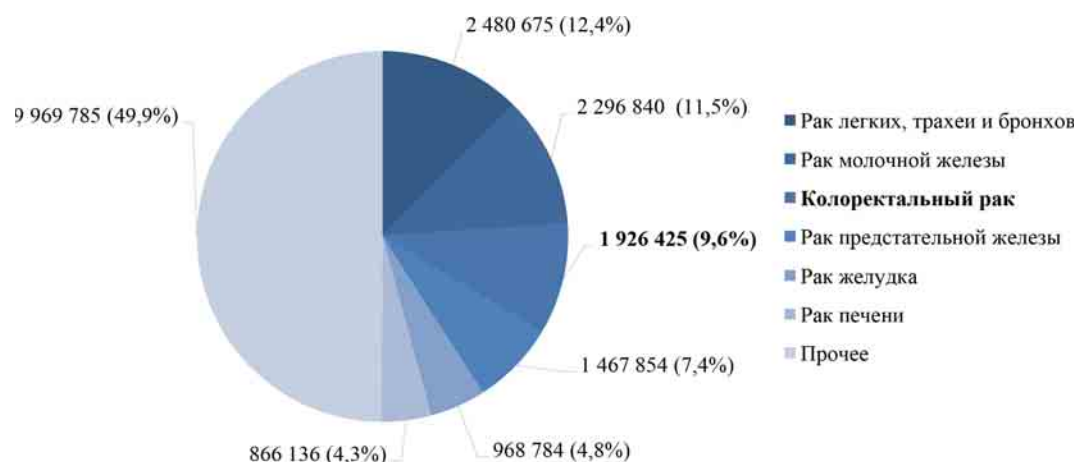


Рис. 1. Заболеваемость раком в мире в 2022 г. (абсолютное число случаев и доля вклада нозологии в общую заболеваемость раком).

Составлено на основе данных [1].

Понимание сильных и слабых сторон тех или иных стратегий скрининга КРР входит в круг интересов различных специалистов здравоохранения, поэтому целью настоящего обзора стало обобщение актуальных научных данных, касающихся вопросов эффективности зарубежных программ организованного скрининга на КРР, а также инновационных методов ранней диагностики этого заболевания.

Материалы и методы

Проведён поиск систематических обзоров (в том числе систематических обзоров с метаанализом), опубликованных за последние 3 года в библиографической базе PubMed, в которых представлены данные об эффективности (социальной, медицинской, экономической) тех или иных программ организованного скрининга на КРР, а также новых методов ранней диагностики КРР. Начальный этап поиска включал запрос «effectiveness» AND «cancer screening» при следующих условиях: опубликовано в 2022—2024 гг.; открытый полнотекстовый доступ.

Результаты

На первом этапе поиска обнаружено 645 публикаций, из которых отобрана 61 работа, содержащая в своем названии или аннотации слово «colorectal». Из дальнейшего анализа в режиме «ручного» просмотра исключены 43 статьи, которые не касались вопросов эффективности реализуемых программ скрининга КРР или новых диагностических методов для раннего выявления КРР. Кроме того, в целях соблюдения целесообразности здесь не рассматриваются результаты 9 систематических обзоров, посвящённых оценке диагностической точности FIT [4], индексного теста на КРР, используемого врачами общей практики [5], сравнению диагностической эффективности некоторых фекальных онкомаркеров (FIT, опухолевой M2-пируваткиназы и фекального калпротектина) [6], эффективности FIT для скрининга КРР у лиц в возрасте 40—49 лет (сравнение с возрастной группой ≥ 50 лет) [7], а

также работ, описывающих эффективные стратегии и компоненты программ, улучшающие доступ к скринингу на КРР [8] и охват им населения [9—11]. Остальные 9 публикаций и одно дополнительное исследование легли в основу настоящего обзора [12—21].

Анализ публикаций [12, 15, 22—24] показал, что на национальном и региональном уровнях организованный скрининг на КРР проводится в большинстве европейских стран, а также в США, Канаде, Японии, Китае, Южной Корее, Казахстане, Сингапуре, Израиле, Австралии и др. Среди стран, достаточно давно реализующих программы скрининга на КРР, Бельгия (регионы Валлония и Брюссель), Великобритания, Израиль, Испания, Канада (Альберта), Португалия, Финляндия, Франция, Швеция и Чехия изменили gFOBT на FIT для использования в качестве основного исследования. Некоторые провинции Канады по-прежнему используют gFOBT. В Польше и австрийском регионе Форарльберг в настоящее время для проведения первичного скрининга принята колоноскопия, а в итальянском регионе Пьемонт — гибкая сигмоидоскопия. В Чехии, Германии и Израиле колоноскопия применяется в качестве альтернативного метода наряду с фекальными тестами (табл. 1).

Скрининг на КРР, как правило, ориентирован на население в возрасте от 50—55 до 69—75 лет. В Японии и австрийском Бургерланде, а также в ряде провинций Китая, где пилотируется скрининговая программа на основе опроса, нижний возрастной ценз целевой группы составляет 40 лет, в Англии, Ирландии, Финляндии и Швеции — 60 лет. Верхняя возрастная граница скрининговых групп в ряде стран отсутствует или превышает 75-летний возраст.

В большинстве стран скрининг на основе FIT проводится каждые 2 года. Исключение составляют США, Сингапур, Южная Корея, Австрия (Бургерланд), где приняты ежегодные исследования. В Германии и Чехии ежегодно тестируются лица в возрасте 50—54 лет, после 54-летнего рубежа проба FIT

Т а б л и ц а 1

Характеристики зарубежных программ организованного скрининга на КРР¹

Страна	Год начала программы скрининга ²	Первичный тест (те- кущая программа)	Периодичность исследования	Возраст целевой группы, лет
Австралия	2006	FIT	1 раз в 2 года	50—74
Австрия (Бургенланд)	2003	FIT	Ежегодно	40—80
Австрия (Форарльберг)	2007	CS	Каждые 10 лет	> 50
Бельгия (Валлония и Брюссель)	2009 (FIT с 2016 г.)	FIT	1 раз в 2 года	50—74
Бельгия (Фландрия)	2013	FIT	1 раз в 2 года	50—74
Великобритания (Англия)	2006 (FS 2013—2021, FIT с 2018 г.)	FIT	1 раз в 2 года	60—74
Германия	1971 (CS с 2002 г.)	FIT, CS	FIT ежегодно или 1 раз в 2 года ⁴ , CS каждые 10 лет	≥ 50 мужчины ⁵ , ≥ 55 женщины
Дания	2014	FIT	1 раз в 2 года	50—74
Израиль	2004 (FIT с 2012 г.)	FIT, CS — лица с высо- ким риском	FIT ежегодно, CS каждые 10 лет	50—74
Ирландия	2012	FIT	1 раз в 2 года	60—69
Испания	2000 (FIT с 2010 г.)	FIT	1 раз в 2 года	50—69
Италия	1982 (в регионе Пьемонт FS с 2003 г.)	FIT, FS (регион Пье- монт)	FIT 2 раза в год, FS однократно	50—69
Канада (Альберта)	2007 (FIT с 2013 г.)	FIT	Ежегодно или 1 раз в 2 года	50—74
Канада (Онтарио), 2007 (Манитоба)	2008 (Онтарио), 2007 (Манитоба)	gFOBT	1 раз в 2 года	50—74
Казахстан ³	2011	FIT	1 раз в 2 года	50—70
Китай (16 провинций) ³	2012	Опрос		40—69
Китай (Гонконг)	2016	FIT	1 раз в 2 года	56—75
Китай (Тайвань)	2012	FIT	1 раз в 2 года	50—69
Нидерланды	2014	FIT	1 раз в 2 года	55—74
Польша ³	2012	CS	Каждые 10 лет	55—64
Португалия	2009 (FIT с 2012 г.)	FIT	1 раз в 2 года	50—74
Сингапур	2011	FIT	Ежегодно	≥ 50
США (Калифорния)	2007	FIT	Ежегодно	51—75
Финляндия ³	2004 (FIT с 2017 г.)	FIT	1 раз в 2 года	60—69
Франция	2002 (FIT с 2015 г.)	FIT	1 раз в 2 года	50—74
Чехия	2000 (FIT, CS с 2009 г.)	FIT, CS	FIT ежегодно или 1 раз в 2 года ⁴ , CS каждые 10 лет	≥ 50
Швеция	2008 (FIT с 2015 г.)	FIT	1 раз в 2 года	60—69
Южная Корея	2004	FIT	Ежегодно	≥ 50
Япония	1992	FIT		40—69

П р и м е ч а н и я : ¹Составлено на основе данных [12, 15, 22—24]. ²Метод исследования начальной программы скрининга может отличаться от метода текущей программы. ³Страны (регионы), в которых запущены пилотные программы скрининга. ⁴Лица в воз-
расте 50—54 лет — ежегодно, ≥ 55 лет — 2 раза в год⁵. В Германии с октября 2002 г. по март 2019 г. скрининговая колоноскопия
предлагалась лицам обоих полов в возрасте 55 лет и старше, в апреле 2019 г. возраст участия для мужчин был снижен до 50 лет, тогда
как предложение для женщин осталось неизменным. CS — колоноскопия; gFOBT — гваяковый тест; FIT — иммунохимический тест;
FS — гибкая сигмоидоскопия.

берётся 1 раз в 2 года. Скрининговая колоноскопия
обычно проводится каждые 10 лет, а гибкая сигмои-
доскопия, принятая в Пьемонте (Италия), — одно-
кратно [12, 15].

Обсуждение

Взаимосвязь стратегий скрининга с уровнем
смертности и заболеваемости КРР

Китайскими исследователями [12] была проана-
лизирована связь между стратегиями организо-
ванного скрининга на КРР и уровнем смертности от
этого заболевания среди лиц старше 50 лет на осно-
ве данных о более 2,7 млн случаев смерти и 58 на-
циональных и региональных скрининговых про-
грамм. Было выявлено, что там, где населению в ка-
честве первичного скрининга предлагается на вы-
бор фекальный тест (FIT/gFOBT) или колоноско-
пия, отмечается наибольшее снижение уровня
смертности от КРР (на 41,8%). Для сравнения: стра-
тегия первичного скрининга исключительно на ос-
нове gFOBT снижала уровень смертности на 4,4%,
а на базе FIT — на 16,7%. При наличии выбора меж-
ду двумя методами фекальных тестов смертность
снижалась на 16,2%. В случае имеющейся дополни-

тельной альтернативы между фекальными тестами
и гибкой сигмоидоскопией — на 16,7%. Эти резуль-
таты статистически значимы для длительных про-
грамм скрининга, проводимых на протяжении не
менее 5 лет.

Метаанализ рандомизированных контролируе-
мых исследований (РКИ), проведённый другими ав-
торами из Китая [13], продемонстрировал, что
скрининговые методы, включающие однократную
сигмоидоскопию или колоноскопию, приводят к
долгосрочному статистически значимому сниже-
нию смертности и заболеваемости от КРР в популя-
ции среднего риска. Так, обобщение данных 5 РКИ с
участием более 509 тыс. человек показало снижение
смертности на 26% в группе лиц, проходивших одно
из этих обследований (относительный риск (ОР) со-
ставил 0,74, 95% доверительный интервал (ДИ) —
0,69—0,80 по сравнению с контрольной группой³).
По данным 7 РКИ (более 663 тыс. участников) забо-
леваемость КРР в группе вмешательства снизилась
на 20% (ОР = 0,80; 95% ДИ = 0,77—0,83).

³ Анализ смертности: контрольная группа — участники без вме-
шательства; анализ заболеваемости: контрольная группа — участ-
ники без вмешательства или прошедшие FIT.

Экономическая эффективность скрининговых программ

Результаты сравнения экономической эффективности разных методов скрининга, опубликованные немецкими авторами [14], показали, что сигмоидоскопия, проводимая с периодичностью один раз в 5 лет, уступает колоноскопии и ежегодному FIT, но имеет более благоприятное соотношение затрат и эффективности по сравнению с низкочувствительными тестами gFOBT. А в сочетании с ежегодным фекальным тестом она может быть более эффективной и менее затратной, чем соответствующие единичные стратегии. Отмечено также, что гибкая сигмоидоскопия с 5-летним интервалом была связана с меньшей стоимостью, но и с меньшей эффективностью по сравнению с виртуальной колоноскопией (КТ-колонографией).

Оценивалась отдельно и экономическая эффективность европейских скрининговых программ на основе фекальных тестов, проводимых с разной периодичностью. Исследователи из Ирландии [15] пришли к выводу, что частота тестирования с интервалом 1 раз в 2 года, принятая во многих странах Европы, не является оптимальной. По их мнению, при использовании фекальных тестов целесообразнее был бы ежегодный скрининг.

Ранее в ходе поиска оптимальной схемы европейского скрининга на базе FIT в условиях ограниченных возможностей ирландскими учёными [16] в моделируемых условиях было определено, что ежегодный скрининг лиц в возрасте 50—80 лет на основе FIT с пороговым значением 10 мкг Hb/г влечет максимальную пользу для здоровья (92 QALY⁴ на 1 тыс. человек) при наибольших затратах (около

215 тыс. евро на 1 тыс. человек и 3,7 тыс. последующих колоноскопий на 1 тыс. человек; рис. 2).

К наибольшей экономии средств при максимальной возможной выгоде для здоровья среди заданных в симуляции параметрах приводит схема FIT (10 мкг Hb/г), проводимая 1 раз в 4 года для населения в возрасте 60—72 лет (41 QALY на 1 тыс. человек при затратах порядка 39,7 тыс. евро и 0,4 тыс. колоноскопий на 1 тыс. человек). Оптимальная схема скрининга с минимальным пороговым значением FIT при расширенных ресурсных возможностях предполагает обследование населения в возрасте 50—74 лет 1 раз в 4 года (58 QALY, около 95,3 тыс. евро и 0,7 тыс. колоноскопий на 1 тыс. человек) [16].

Эффективность инновационных методов скрининга КРР

В последнее время ученые сосредоточились на разработке неинвазивных и малоинвазивных биомаркерах, обладающих высокой чувствительностью и точностью для ранней диагностики КРР. Они включают маркеры мутации и метилирования ДНК, РНК опухолевого происхождения, анализ состава кишечных микробионтов и метаболитов, а также мультиомные панели с низкой пропускной способностью.

В систематическом обзоре китайских авторов [17], посвящённом этой теме, отмечено, что тесты, выявляющие маркеры метилирования фекальной ДНК, нацеленные на онкоген SDC2, позволяют выявить КРР на стадиях 0—IV и I—II с чувствительностью 68,6—90,2 и 87,0—89,1% соответственно со

⁴QALY — год жизни с поправкой на качество.



Рис. 2. Эффективность моделируемых стратегий скрининга КРР на базе FIT.
Составлено на основе данных [16].

специфичностью 90,2—98,1% (взрослые пациенты со средним риском). Результаты апробации тестов, определяющих метилирование ДНК гена *SEPT9* в периферической крови, показали, что этот анализ выявляет больше случаев КРР на поздних стадиях, чем на ранних (пациенты со средним риском в возрасте старше 50 лет). Однако сочетание *SEPT9* и FIT может повысить чувствительность тестирования до 94,4—98,0% при специфичности 69,0%.

К перспективным методам ранней диагностики КРР эти же авторы относят платформы на основе CRISPR/Cas13 для обнаружения опухолевой микроРНК, оценку кишечного микробиома и летучих органических соединений, выделяемых при дыхании, анализ профиля фрагмента циркулирующей бесклеточной ДНК (сфДНК), а также панкреатический скрининг, который может быть основан на выявлении метилирования сфДНК или иных технологиях.

Ещё одним инновационным направлением скрининга на КРР является колоноскопия с применением искусственного интеллекта (ИИ). Анализ 11 исследований, который проделала международная группа специалистов [20], показал, что колоноскопия с ИИ чаще выявляет предраковые заболевания и КРР, чем обычная колоноскопия, в том числе за счёт обнаружения аденом малого размера (эффективность обнаружения аденом 21,3—79,9 и 14,8—68,6% соответственно, полипов — 33,0—79,3 и 27,8—66,3%). Помимо того, этими же авторами было зафиксировано сообщение о более низких затратах при использовании диагностической системы с ИИ по сравнению с обычной колоноскопией (экономию составила 57 долл. США на человека; затраты на лечение КРР в среднем снизились на 8,2%), а также данные о более высоком относительном снижении смертности от КРР (на 6% по сравнению с традиционной колоноскопией). Отмечено, что в целом внедрение ИИ при скрининговой колоноскопии предотвратило около 7,2 тыс. дополнительных случаев КРР и порядка 2,1 тыс. связанных с ним смертей в год, сэкономя 290 млн долл. США в год.

J. Thomas и соавт., на основе анализа 13 РКИ с участием взрослых пациентов (от 18 лет и старше) также сделали вывод о том, что колоноскопия с ИИ превосходит обычную колоноскопию по частоте обнаружения аденом и полипов (особенно в отношении небольших и плоских образований) [21]. Однако они отметили, что если сегмент слизистой оболочки не визуализируется на экране, то данная методика может демонстрировать не самые лучшие результаты (поэтому для объективности необходимо провести и изучить исследования, которые бы включали различные уровни подготовки кишечника к колоноскопии). Кроме того, использование систем с ИИ при колоноскопии, наряду с улучшением выявления патологии, может приводить к увеличению продолжительности процедуры. Фактическое влияние методики на время процедуры может варьировать в зависимости от таких факторов, как знакомство врача-эндоскописта с системой компьютерной диагностики, сложность случая и кон-

кретная технология ИИ, используемая для колоноскопии.

Заключение

Анализ данных, содержащихся в рассмотренных публикациях, позволяет сделать вывод о том, что среди распространённых программ организованного скрининга наиболее эффективными с точки зрения снижения уровня смертности от колоректального рака являются те, которые предусматривают выбор между фекальными тестами и колоноскопией. При этом более целесообразной признается ежегодная периодичность проведения FIT.

Существуют факты, свидетельствующие о диагностическом преимуществе колоноскопии с использованием ИИ по сравнению с обычной колоноскопией, что обусловлено в том числе лучшей выявляемостью неоплазий малого размера. Однако скрининговая технология с ИИ, как правило, связана с увеличением времени проведения процедуры, что, в свою очередь, может быть оправдано дополнительной пользой от большего снижения смертности и экономии финансовых средств за счёт уменьшения текущих и будущих затрат. Для более объективной оценки разницы в эффективности этих двух диагностических систем требуются дополнительные исследования, в которых данные дифференцированы в зависимости от уровня подготовки пациентов к колоноскопии.

Среди инновационных методов скрининга к наиболее перспективным могут быть отнесены микроРНК плазмы, некоторые новые фекальные онкомаркеры на основе белков, а также биомаркерные панели. Последние демонстрируют более лучшие диагностические результаты, чем единичные маркеры.

Авторы заявляют об отсутствии внешних источников финансирования при проведении исследования.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Waluga M., Zorniak M., Fichna J. et al. Pharmacological and dietary factors in prevention of colorectal cancer // *J. Physiol. Pharmacol.* 2018. Vol. 69, N 3. DOI: 10.26402/jpp.2018.3.02
2. Song M. Global epidemiology and prevention of colorectal cancer // *Lancet Gastroenterol. Hepatol.* 2022. Vol. 7, N 7. P. 588—590.
3. López P. J.T., Albero J. S., Rodríguez-Montes J. A. Primary and secondary prevention of colorectal cancer // *Clin. Med. Insights: Gastroenterol.* 2014. Vol. 7. P. 33—46. DOI: 10.4137/CGast.S14039
4. Wang Z., Teng J., Wu W. et al. Diagnostic accuracy of risk assessment and fecal immunochemical test in colorectal cancer screening: results from a population-based program and meta-analysis // *Cancer Med.* 2023. Vol. 12, N 17. P. 18189—18200.
5. Yao M., Kaneko M., Watson J. et al. Gut feeling for the diagnosis of cancer in general practice: a diagnostic accuracy review // *BMJ Open.* 2023. Vol. 13, N 8. P. e068549.
6. Nasir Kansestani A., Zare M. E., Tong Q. et al. Comparison of faecal protein biomarkers' diagnostic accuracy for colorectal advanced neoplasms: a systematic review and meta-analysis // *Sci. Rep.* 2022. Vol. 12, N 1. P. 2623.
7. Yeh J. H., Tseng C. H., Wang W. L. et al. Performance of the fecal immunochemical test in detecting advanced colorectal neoplasms and colorectal cancers in people aged 40—49 years: a systematic review and meta-analysis // *Cancers (Basel).* 2023. Vol. 15, N 11. P. 3006.
8. Belon A. P., McKenzie E., Teare G. et al. Effective strategies for fecal immunochemical tests (FIT) programs to improve colorectal cancer

- screening uptake among populations with limited access to the healthcare system: a rapid review // *BMC Health Serv. Res.* 2024. Vol. 24, N 1. P. 128.
9. Richardson-Parry A., Silva M., Valderas J. M. et al. Interactive or tailored digital interventions to increase uptake in cervical, breast, and colorectal cancer screening to reduce health inequity: a systematic review // *Eur. J. Cancer Prev.* 2023. Vol. 32, N 4. P. 396—409.
10. Mosquera I., Todd A., Balaj M. et al. Components and effectiveness of patient navigation programmes to increase participation to breast, cervical and colorectal cancer screening: a systematic review // *Cancer Med.* 2023. Vol. 12, N 13. P. 14584—14611.
11. Ahadinezhad B., Maleki A., Akhondi A. et al. Are behavioral economics interventions effective in increasing colorectal cancer screening uptake: a systematic review of evidence and meta-analysis? // *PLoS One.* 2024. Vol. 19, N 2. P. e0290424.
12. Ding H., Lin J., Xu Z. et al. The association between organised colorectal cancer screening strategies and reduction of its related mortality: a systematic review and meta-analysis // *BMC Cancer.* 2024. Vol. 24, N 1. P. 365.
13. Han C., Wu F., Xu J. Effectiveness of sigmoidoscopy or colonoscopy screening on colorectal cancer incidence and mortality: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trial // *Front. Oncol.* 2024. Vol. 14. P. 1364923.
14. Diedrich L., Brinkmann M., Dreier M. et al. Is there a place for sigmoidoscopy in colorectal cancer screening? A systematic review and critical appraisal of cost-effectiveness models // *PLoS One.* 2023. Vol. 18, N 8. P. e0290353.
15. Pokharel R., Lin Y. S., McFerran E. et al. A systematic review of cost-effectiveness analyses of colorectal cancer screening in Europe: have studies included optimal screening intensities? // *Appl. Health Econ. Health Policy.* 2023. Vol. 21, N 5. P. 701—717.
16. McFerran E., O'Mahony J. F., Naber S. et al. Colorectal cancer screening within colonoscopy capacity constraints: can FIT-based programs save more lives by trading off more sensitive test cutoffs against longer screening intervals? // *MDM Policy Pract.* 2022. Vol. 7, N 1. P. 23814683221097064.
17. Song D., Wang F., Ju Y. et al. Application and development of non-invasive biomarkers for colorectal cancer screening: a systematic review // *Int. J. Surg.* 2023. Vol. 109, N 4. P. 925—935.
18. Stürzlinger H., Conrads-Frank A., Eisenmann A. et al. European Network for Health Technology Assessment (EUnetHTA). Stool DNA testing for early detection of colorectal cancer: systematic review using the HTA Core Model[®] for Rapid Relative Effectiveness Assessment // *Ger. Med. Sci.* 2023. Vol. 21. P. Doc06.
19. Chan F. K. L., Wong M. C. S., Chan A. T. et al. Joint Asian Pacific Association of Gastroenterology (APAGE)-Asian Pacific Society of Digestive Endoscopy (APSDE) clinical practice guidelines on the use of non-invasive biomarkers for diagnosis of colorectal neoplasia // *Gut.* 2023. Vol. 72, N 7. P. 1240—1254.
20. Mehta A., Kumar H., Yazji K. et al. Effectiveness of artificial intelligence-assisted colonoscopy in early diagnosis of colorectal cancer: a systematic review // *Int. J. Surg.* 2023. Vol. 109, N 4. P. 946—952.
21. Thomas J., Ravichandran R., Nag A. et al. Advancing colorectal cancer screening: a comprehensive systematic review of artificial intelligence (AI)-assisted versus routine colonoscopy // *Cureus.* 2023. Vol. 15, N 9. P. e45278.
5. Yao M., Kaneko M., Watson J., Irving G. Gut feeling for the diagnosis of cancer in general practice: a diagnostic accuracy review. *BMJ Open.* 2023;13(8):e068549. DOI: 10.1136/bmjopen-2022-068549
6. Nasir Kansestani A., Zare M. E., Tong Q., Zhang J. Comparison of faecal protein biomarkers' diagnostic accuracy for colorectal advanced neoplasms: a systematic review and meta-analysis. *Sci. Rep.* 2022;12(1):2623. DOI: 10.1038/s41598-022-06689-4
7. Yeh J. H., Tseng C. H., Wang W. L. et al. Performance of the Faecal Immunochemical Test in detecting advanced colorectal neoplasms and colorectal cancers in people aged 40—49 years: a systematic review and meta-analysis. *Cancers (Basel).* 2023;15(11):3006. DOI: 10.3390/cancers15113006
8. Belon A. P., McKenzie E., Teare G. et al. Effective strategies for Faecal Immunochemical Tests (FIT) programs to improve colorectal cancer screening uptake among populations with limited access to the healthcare system: a rapid review. *BMC Health Serv. Res.* 2024;24(1):128. DOI: 10.1186/s12913-024-10573-4
9. Richardson-Parry A., Silva M., Valderas J. M. et al. Interactive or tailored digital interventions to increase uptake in cervical, breast, and colorectal cancer screening to reduce health inequity: a systematic review. *Eur. J. Cancer Prev.* 2023;32(4):396—409. DOI: 10.1097/CEJ.0000000000000796
10. Mosquera I., Todd A., Balaj M. et al. Components and effectiveness of patient navigation programmes to increase participation to breast, cervical and colorectal cancer screening: a systematic review. *Cancer Med.* 2023;12(13):14584—14611. DOI: 10.1002/cam4.6050
11. Ahadinezhad B., Maleki A., Akhondi A. et al. Are behavioral economics interventions effective in increasing colorectal cancer screening uptake: a systematic review of evidence and meta-analysis? *PLoS One.* 2024;19(2):e0290424. DOI: 10.1371/journal.pone.0290424
12. Ding H., Lin J., Xu Z. et al. The association between organised colorectal cancer screening strategies and reduction of its related mortality: a systematic review and meta-analysis. *BMC Cancer.* 2024;24(1):365. DOI: 10.1186/s12885-024-12054-7
13. Han C., Wu F., Xu J. Effectiveness of sigmoidoscopy or colonoscopy screening on colorectal cancer incidence and mortality: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trial. *Front. Oncol.* 2024;14:1364923. DOI: 10.3389/fonc.2024.1364923
14. Diedrich L., Brinkmann M., Dreier M. et al. Is there a place for sigmoidoscopy in colorectal cancer screening? A systematic review and critical appraisal of cost-effectiveness models. *PLoS One.* 2023;18(8):e0290353. DOI: 10.1371/journal.pone.0290353
15. Pokharel R., Lin Y. S., McFerran E., O'Mahony J. F. A systematic review of cost-effectiveness analyses of colorectal cancer screening in Europe: have studies included optimal screening intensities? *Appl. Health Econ. Health Policy.* 2023;21(5):701—717. DOI: 10.1007/s40258-023-00819-3
16. McFerran E., O'Mahony J. F., Naber S. et al. Colorectal cancer screening within colonoscopy capacity constraints: can FIT-based programs save more lives by trading off more sensitive test cutoffs against longer screening intervals? *MDM Policy Pract.* 2022;7(1):23814683221097064. DOI: 10.1177/23814683221097064
17. Song D., Wang F., Ju Y. et al. Application and development of non-invasive biomarkers for colorectal cancer screening: a systematic review. *Int. J. Surg.* 2023;109(4):925—935. DOI: 10.1097/JS9.0000000000000260
18. Stürzlinger H., Conrads-Frank A., Eisenmann A. et al. European Network for Health Technology Assessment (EUnetHTA). Stool DNA testing for early detection of colorectal cancer: systematic review using the HTA Core Model[®] for rapid relative effectiveness assessment. *Ger. Med. Sci.* 2023;21:Doc06. DOI: 10.3205/000320
19. Chan F. K. L., Wong M. C. S., Chan A. T. et al. Joint Asian Pacific Association of Gastroenterology (APAGE)-Asian Pacific Society of Digestive Endoscopy (APSDE) clinical practice guidelines on the use of non-invasive biomarkers for diagnosis of colorectal neoplasia. *Gut.* 2023;72(7):1240—1254. DOI: 10.1136/gutjnl-2023-329429
20. Mehta A., Kumar H., Yazji K. et al. Effectiveness of artificial intelligence-assisted colonoscopy in early diagnosis of colorectal cancer: a systematic review. *Int. J. Surg.* 2023;109(4):946—952. DOI: 10.1097/JS9.0000000000000285
21. Thomas J., Ravichandran R., Nag A. et al. Advancing colorectal cancer screening: a comprehensive systematic review of artificial intelligence (AI)-assisted versus routine colonoscopy. *Cureus.* 2023;15(9):e45278. DOI: 10.7759/cureus.45278

Поступила 15.05.2024
Принята в печать 03.09.2024

REFERENCES