



## Видеокапсульная эндоскопия в диагностике заболеваний желудочно-кишечного тракта

Усачева Е. В.<sup>1</sup>, Друк И. В.<sup>1</sup>, Надей Е. В.<sup>1</sup>, Усачев Н. А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, (Россия, 644099, Омская область, г. Омск, ул. Ленина, д. 12.)

<sup>2</sup> Бюджетное учреждение здравоохранения Омской области «Городская поликлиника № 4», (пр-т Академика Королёва, д. 10/2, г. Омск, 644099, Россия)

**Для цитирования:** Усачева Е. В., Друк И. В., Надей Е. В., Усачев Н. А. Видеокапсульная эндоскопия в диагностике заболеваний желудочно-кишечного тракта. Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. 2023;211(3): 61–68. DOI: 10.31146/1682-8658-ecg-211-3-61-68

✉ Для переписки:

**Усачева**

**Елена**

**Владимировна**

Elena.V.Usacheva

@yandex.ru

**Усачева Елена Владимировна**, к.м.н., доцент, доцент кафедры внутренних болезней и семейной медицины ДПО

**Друк Инна Викторовна**, д.м.н., доцент, заведующий кафедрой внутренних болезней и семейной медицины ДПО

**Надей Елена Витальевна**, к.м.н., доцент, доцент кафедры внутренних болезней и семейной медицины ДПО

**Усачев Никита Андреевич**, врач-терапевт

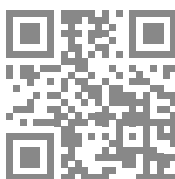
### Резюме

Увеличение частоты применения видеокапсульной эндоскопии желудочно-кишечного тракта (ВКЭ) и прогрессивное совершенствование данной технологии в течение последнего десятилетия определяют актуальность описания преимуществ данного метода перед традиционными эндоскопическими методами исследования, недостатков метода и вектора последующего развития. ВКЭ — метод, при котором обнаруживаются заболевания, выявляемые ранее только посмертно. ВКЭ является более информативным, чем рентгенологические контрастные методы исследования или магнитно-резонансная томография желудочно-кишечного тракта, методом диагностики новообразований малого размера, что объективно улучшает качество диагностики и позволяет начать своевременное лечение. Капсульная эндоскопия редко является первым в ряду выбора способа визуализации и наиболее полезна для выявления поверхностных или скрытых поражений и лучше всего используется в сочетании с другими методами визуализации желудочно-кишечного тракта. Экономическая эффективность этого исследования еще предстоит определить. Ограничивает применение ВКЭ высокая стоимость исследования, но, в ближайшие годы, благодаря развитию технологий, удешевлению процесса производства, ВКЭ, вероятно, станет доступным для многих клиник и пациентов методом исследования.

**Ключевые слова:** видеокапсульная эндоскопия, заболевания желудочно-кишечного тракта, тонкая кишка, исследование желудочно-кишечного тракта.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

EDN: UMHFDW



<https://doi.org/10.31146/1682-8658-ecg-211-3-61-68>

## Videocapsular endoscopy in the diagnosis of gastrointestinal diseases

E. V. Usacheva<sup>1</sup>, I. V. Druk<sup>1</sup>, E. V. Nadey<sup>1</sup>, N. A. Usachev<sup>2</sup><sup>1</sup> Omsk State Medical University, (12. st. Lenina, Omsk, 644099, Russia)<sup>2</sup> City polyclinic № 4, (10/2, Akademika Koroleva Ave., Omsk, 644099, Russia)

**For citation:** Usacheva E. V., Druk I. V., Nadey E. V., Usachev N. A. Videocapsular endoscopy in the diagnosis of gastrointestinal diseases. *Experimental and Clinical Gastroenterology*. 2023;211(3): 61–68. (In Russ.) DOI: 10.31146/1682-8658-ecg-211-3-61-68

✉ **Corresponding author:**

**Elena V. Usacheva**  
ElenaV.Usacheva  
@yandex.ru

**Elena V. Usacheva**, PhD in Medical sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Internal Diseases and Family Medicine, DPO; ORCID 0000–0002–6134–1533, Researcher ID: I-4077–2017, Scopus Author ID: 56380398700

**Inna V. Druk**, Doctor of Sciences in Medicine, доцент, Head of the Department of Internal Diseases and Family Medicine, DPO; ORCID: 0000–0001–8317–7765

**Elena V. Nadey**, PhD in Medical sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Internal Diseases and Family Medicine, DPO; ORCID: 0000–0003–0440–7118

**Nikita A. Usachev**, General practitioner; ORCID: 0000–0001–6051–1089

### Summary

The increase in the frequency of the use of video capsule endoscopy (VCE) in the study of the gastrointestinal tract, the improvement of this technology over the past decade determine the relevance of describing the advantages of this method over traditional endoscopic methods, as well as the disadvantages of the method and directions of development. VCE is a method in which diseases that were previously detected only posthumously are detected. VCE is more informative than X-ray contrast examination methods or magnetic resonance imaging of the gastrointestinal tract. VCE better detects small neoplasms, which improves the quality of diagnosis and allows you to start timely treatment. VCE is rarely the first choice of imaging method. It is most useful for detecting superficial or hidden lesions and is best used in combination with other endoscopic methods. The cost-effectiveness of this study has yet to be determined. The use of video capsule endoscopy is limited by the high cost of research, but in the coming years, thanks to the development of technologies, the cheaper production process, it will become available to many clinics and patients as a research method.

**Keywords:** video capsule endoscopy, diseases of the gastrointestinal tract, small bowel, small intestine, examination of the gastrointestinal tract

**Conflict of interest.** Authors declare no conflict of interest.

### Введение

Видеокапсульная эндоскопия (ВКЭ), появившаяся более 20 лет назад, зарекомендовала себя как хорошо переносимый, мало инвазивный диагностический метод визуализации пищеварительного тракта [1, 2]. К настоящему времени опубликовано много работ, посвященных методике проведения, безопасности и интерпретации результатов ВКЭ при различных заболеваниях желудочно-кишечного

тракта (ЖКТ). Увеличение частоты применения ВКЭ, ее дальнейшее развитие в части улучшения визуализации и продвижения капсулы по ЖКТ, определяют актуальность описания преимуществ данного метода перед традиционными эндоскопическими методами исследования, выделить ее недостатки, а также определить вектор последующего развития данной технологии.

### Актуальность применения эндоскопических методов в диагностике заболеваний ЖКТ

В Российской Федерации (РФ) распространенность злокачественных новообразований (ЗНО) ежегодно увеличивается на 1,5%. В течение последних 5 лет она выросла на 12%. При этом смертность от онкологических заболеваний находится на втором месте после болезней системы кровообращения. В 2021 г.

впервые выявлено 580 415 случаев злокачественных новообразований, что на 4,4% выше, чем в 2020 г. [3].

Проблема своевременной диагностики злокачественных новообразований ЖКТ определяется высокой распространенностью в популяции и агрессивностью течения опухолей этой локализации

[4–8]. Самым агрессивным ЗНО ЖКТ в РФ является рак пищевода, который занимает восьмое место в структуре смертности в мире. В России в 2018 г. было диагностировано 7750 новых случаев рака пищевода, из которых III и IV стадии составили 33,6 и 30,9% соответственно, а 1-годовая летальность – 59% [9]. По данным А. Д. Каприна в России распространенность злокачественных новообразований в 2021 г. составила для пищевода – 9,5, желудка – 91,2, ободочной кишки – 161,0, прямой кишки – 121,1 случаев на 100 тыс. населения. При этом, следует отметить, что статистические данные по прижизненной верификации опухолей тонкой кишки отсутствуют [3]. Основными гистологическими типами ЗНО тонкой кишки являются аденокарциномы, нейроэндокринные опухоли, саркомы, стромальные опухоли ЖКТ и лимфомы [10]. Во всех странах мира в последние 30 лет наблюдается увеличение заболеваемости ЗНО тонкой кишки [11, 12]: в США заболеваемость раком тонкой кишки увеличилась с 1,18 в 1973 году до 2,27 на 100 000 в 2004 году, во Франции с 0,37 до 0,51 на 100 000 в период 2011–2015 гг, в Нидерландах с 0,5 в 1999 году до 0,7 на 100 000 в 2013 году. Число новых случаев опухолей тонкой кишки в Европе составляет 3595 случаев в год [13]. Несмотря на увеличение заболеваемости, рак тонкой кишки является редкой патологией. Так, на долю рака тонкой кишки в США приходится 0,6% всех новых случаев рака [14]. В мире новообразования тонкой кишки составляют 3–6% всех новообразований ЖКТ [15]. Из-за редкости и неоднородной клинической картины рак тонкой кишки часто диагностируется на более поздних стадиях, что зачастую определяет негативный результат лечения. Так, пятилетняя выживаемость пациентов с опухолями тонкой кишки во всем мире крайне низкая и составляет 28,3% [13].

Поскольку рак тонкой кишки встречается редко, а его причины в значительной степени неизвестны, рутинный популяционный скрининг бессимптомных пациентов для выявления предвестников или ранних стадий неэффективен. Наиболее целесообразно обследование пациентов группы риска. Для диагностики новообразований тонкой кишки решающее значение имеет дифференциация нормальной ткани кишечника от опухоли, которая зависит от способа визуализации и методов сканирования. Тонкая кишка является самой длинной частью пищеварительной системы, она составляет около 75% длины кишечника и около 90% поверхности кишечника. В связи с этим визуализация тонкой кишки является очень сложной технической задачей [16].

В настоящее время невозможно представить проведение эндоскопического исследования без техники, позволяющей не только визуализировать патологический участок, но и получить видеозапись для дальнейшего динамического наблюдения [17]. Эндоскопическое исследование – наиболее информативный метод исследования для диагностики рака пищевода, желудка, двенадцатиперстной и толстой кишки, позволяющий не только выявить опухоль, определить ее размеры, локализацию и макроскопический тип, оценить угрозу осложнений (кровотечение, перфорация), но

и получить биоптат [18–20]. В то время, как фиброгастроудоденоскопия и колоноскопия являются высокоинформативными и доступными методами инструментальной диагностики заболеваний верхних и нижних отделов ЖКТ на ранней стадии, диагностика заболеваний тонкой кишки (тонкокишечных кровотечений, опухолевых, воспалительных поражений и т.д.) всегда была и остается сложной задачей вследствие целого ряда технических причин [21].

С позиций эндоскопических технологий тонкая кишка является труднодоступным органом ЖКТ: для эндоскопической визуализации доступны лишь двенадцатиперстная кишка и терминальный отдел подвздошной кишки [22–24]. Внедрение новых специализированных диагностических методов визуализации тонкой кишки (капсульная эндоскопия, аппаратная энтероскопия, компьютерная томография и МРТ-энтерография) улучшает диагностику ЗНО и, тем самым, косвенно влияет на прогноз. В частности, появление капсульной эндоскопии тонкой кишки за последние 20 лет произвело революцию в исследовании и диагностике патологии тонкой кишки.

Капсульная эндоскопия, также известная как беспроводная капсульная эндоскопия или видеокapsульная эндоскопия, представляет собой исследование ЖКТ, при котором для получения изображений просвета кишечника используется таблеточная камера. Капсула проглатывается и передает изображения со скоростью от 2 до 6 кадров в секунду в течение 8–12 часов, пока не разрядится аккумулятор. Она генерирует изображения с высоким разрешением 512 на 512 пикселей, которые позволяют детально осмотреть слизистую оболочку желудочно-кишечного тракта. Затем квалифицированный гастроэнтеролог просматривает снимки. Капсульная эндоскопия может быть использована для оценки состояния пищевода, желудка, тонкой и толстой кишки [25].

Существует несколько различных видеокapsул [25, 26]. Большинство из них используются для диагностики поражений тонкой кишки и передают от 2 до 6 изображений в секунду. Некоторые капсулы специально используются для визуализации просвета пищевода. PillCam ESO имеет время автономной работы 20 минут и камеры на обоих концах капсулы, передает 18 изображений в секунду для оценки пищевода. PillCam COLON используется для визуализации просвета толстой кишки, а также имеет камеру на обоих концах. PillCam COLON активируется через 2 часа после приема, чтобы сэкономить время автономной работы и обеспечить полную оценку состояния толстой кишки. Капсулы различаются по размеру, но имеют размер примерно 1,1 на 1,6 см. Капсула толстой кишки больше и составляет 1,1 на 3,2 см [25]. Капсулы для ВКЭ тонкой кишки имеют некоторые различия в характеристиках между собой (табл. 1).

Недавно опубликованный систематический обзор и метаанализ эффективности различных моделей капсул для ВКЭ тонкой кишки не выявил существенных различий между ними [27].

Капсульная эндоскопия как диагностический метод имеет ряд важных преимуществ перед

**Таблица 1**  
Спецификация  
доступных в на-  
стоящее время  
систем капсульной  
эндоскопии тонкой  
кишки

Капсулы	PillCam SB3	EndoCapsule 10	MiroCam	OMOM Capsule2	CapsoCam SV-1
Производитель	Medtronic	Olympus	IntroMedic	Jinshan Science and Technology	Jinshan Science and Technology
Размеры, мм					
длина	26,2	26,0	24,5	25,4	31,0
диаметр	11,4	11,0	10,8	11,0	11,0
Масса, гр.	3,00	3,30	3,25–4,70	4,50	3,8
Длительность жизни батареи, ч	≥11	12	12	≥10	15
Скорость передачи изображения (кадров/с)	2–6	2	3	2–6	12–20 (3–5/камера)
Обзор (градусы)	156	160	170	165	360
Внешняя связь	радиосвязь	радиосвязь	проводник – тело человека	радиосвязь	нет

традиционной эндоскопией: ВКЭ не требует применения местных анестетиков и/или анестезиологического пособия; отсутствует риск механического повреждения стенки ЖКТ эндоскопом; нет необходимости в инсуффляции воздуха, формирующей неприятные ощущения; может применяться у пациентов с сердечной и дыхательной недостаточностью; позволяет обследовать весь пищеварительный тракт, в том числе важные переходные зоны (пищеводно-желудочный, гастродуоденальный, холедоходуоденальный, еюноилеальный, илеоцекальный, сигмоидальный переходы) [28]. Преимуществом ВКЭ является возможность осмотреть те участки ЖКТ, которые не доступны при исследовании классическими эндоскопическими методами [29, 30].

По данным Cheung D. Y. и соавторов при использовании ВКЭ, как метода визуализации тонкой кишки у пациентов с желудочно-кишечными кровотечениями и анемиями, опухоли были обнаружены у 4% больных [31].

По данным многоцентрового европейского исследования, опубликованного в 2008 году, во время ВКЭ опухоли тонкой кишки были обнаружены у 2,4% пациентов, из них 90% – первичных, 10% – метастатических. Основным типом первичной опухоли тонкой кишки была стромальная опухоль желудочно-кишечного тракта (32%), за которой следовали аденокарцинома (20%) и карциноид (15%); 66% вторичных опухолей тонкой кишки были меланомы. Поражения были единичными в 89,5% случаев и множественными в 10,5%. Из опухолей 80,6% были выявлены исключительно на основании результатов ВКЭ [32].

В течение всех лет применения ВКЭ формируется, изменяется, совершенствуется перечень показаний, абсолютных и относительных противопоказаний для проведения ВКЭ. Наиболее распространенным показанием для ВКЭ является желудочно-кишечное кровотечение неясной этиологии, которое предположительно локализуется в тонкой кишке [33]. Видеокапсула с вероятностью от 35% до 77% обнаруживает источник желудочно-кишечных кровотечений. Другими показаниями для ВКЭ тонкой кишки являются: диагностика и оценка активности болезни Крона, диагностика и оценка рефрактерной целиакии, наблюдение за полипами, опухолями тонкой кишки. ВКЭ показана для

скрининга варикозного расширения вен пищевода, пищевода Барретта и выявления эзофагита [25].

Несмотря на высокую диагностическую значимость традиционной колоноскопии в диагностике опухолей толстой кишки, ВКЭ в ряде случаев обладает дополнительными возможностями для диагностики заболеваний и этого отдела кишечника. Кроме того, в настоящее время, одной из наиболее актуальных, является проблема пропущенных при колоноскопии полипов [34]. Так, по данным R. Eliakimi C. Spada, при ВКЭ обнаруживались полипы, которые в последующем не удалось визуализировать при традиционной колоноскопии. Чувствительность ВКЭ в диагностике полипов толстой кишки (размером 0,5–1,0 см в диаметре) достаточно высока и составляет 75%, специфичность метода достигает 98% [35]. ВКЭ становится незаменимым эндоскопическим методом диагностики заболевания толстой кишки в ситуациях, ограничивающих применение традиционной колоноскопии. Например, невозможность проведения колоноскопии без обезболивания у пациентов с выраженным болевым синдромом или тяжелыми сопутствующими заболеваниями [36]. Таким образом, ВКЭ толстой кишки показана для скрининга рака толстой кишки у пациентов с предшествовавшей неполной колоноскопией, у пациентов, у которых есть серьезные риски для стандартной колоноскопии, и у пациентов, которые не переносят седативные препараты [25].

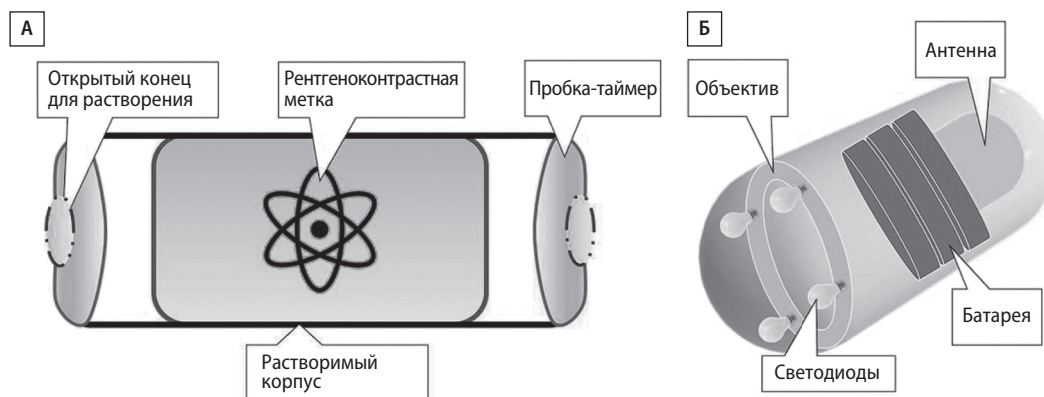
ВКЭ – метод, при котором в настоящее время обнаруживаются заболевания, выявляемые ранее только посмертно. Так, в 2021 году был описан клинический случай, когда у пациента при наличии клинической картины рецидивирующего желудочно-кишечного кровотечения и тяжелой анемии отклонений при выполнении традиционных эндоскопических методов исследования выявлено не было. При применении ВКЭ была выявлена эндоскопическая картина области с «угольно-черным» углублением в центре, что позволило заподозрить метастазирование меланомы. Проведено гистологическое исследование и иммуногистохимический анализ, которые подтвердили диагноз [37]. ВКЭ является более информативным, чем рентгенологические контрастные методы исследования или магнитно-резонансная томография ЖКТ, методом диагностики образований ЖКТ

**Рисунок 1.**

А – растворимый муляж видеокапсулы с рентгеноконтрастной меткой, Б – принципиальное устройство видеокапсулы.

Figure 1.

A – a soluble dummy of a video capsule with an X-ray contrast label, B – is the basic device of the video capsule.



малого размера [34]. В целом, применение ВКЭ для выявления ЗНО и полипов желудочно-кишечного тракта – как предраковых состояний, объективно улучшает диагностику и позволяет начать своевременное лечение [38–40].

Совершенствование ВКЭ движется в нескольких направлениях. Одно из них, это качество изображения, использование фильтров узкоспектрального освещения, снижение веса капсулы, появление удобных поясов, появление возможности отслеживать прохождение капсулы в онлайн-режиме, совершенствование системы позиционирования, позволяющей определить локализацию патологического процесса и размеры визуализируемых новообразований [34].

ВКЭ, безусловно, не является совершенным, и имеет ряд противопоказаний, к которым относятся наличие у пациента психических нарушений, существенных ограничений движений, дисфагии, стеноза/непроходимости любого отдела ЖКТ [34, 38, 39]. В течение всех лет применения ВКЭ перечень состояний, при которых проведение ВКЭ невозможно или нежелательно, уточнялся. Так, ранее были установлены такие абсолютные противопоказания, как состояния, препятствующие выходу капсулы из желудочно-кишечного тракта. К относительным противопоказаниям относят тяжелый гастропарез, беременность, известные или предполагаемые стриктуры или свищи, наличие кардиостимулятора/дефибрилятора или другого имплантированного электромедицинского устройства, дивертикулы тонкой кишки, дивертикулы Зенкера, обширный энтерит, предшествующая операция на органах малого таза или брюшной полости [39]. Исследования последних лет уточнили, что ВКЭ безопасна, и при соблюдении всех мер предосторожности ВКЭ можно использовать у детей старше 2 лет, при наличии кардиостимуляторов/дефибрилляторов и при беременности. При этом уточнено, что предполагаемый, известный или вероятный стеноз ЖКТ является противопоказанием

к ВКЭ, если только проходимость не была доказана, или операция не запланирована [39].

Транзит капсулы по ЖКТ длится 24–48 часов [40]. Задержка капсулы может возникнуть у 1,3–1,4% пациентов, проходящих капсульную эндоскопию, и является наиболее распространенным осложнением [25]. Факторами риска, при которых можно прогнозировать задержку капсулы, является длительное применение нестероидных противовоспалительных препаратов, предшествующая лучевая терапия абдоминально-тазовой области, резекция кишки в анамнезе, дивертикулярная болезнь, свищи ЖКТ и сахарный диабет [34, 41, 42]. Болезнь Крона увеличивает риск задержки капсулы у пациента до 2,6% [25]. Задержка капсулы обычно протекает бессимптомно и диагностируется через 2 недели после приема капсулы с помощью рентгенографии брюшной полости. О задержке капсулы говорят в том случае, когда капсула находится в ЖКТ пациента как минимум 14 дней или если для её извлечения требуется эндоскопическое вмешательство [40].

Для пациентов с высоким риском обструкции была разработана растворимая капсула с радиоактивной меткой (рис. 1). Эта капсула состоит из целлюлозы, по размерам полностью соответствует обычной видеокапсуле (11×26 мм). Если данная капсула задерживается в просвете ЖКТ, то в течение 42 часов она растворяется, а радиоактивная метка становится маркером стеноза. Отсутствие радиоактивной метки, и радиочастотного сигнала до 30 часов после проглатывания растворимой капсулы, свидетельствует, что ее в организме нет и проходимость кишечника позволяет провести реальную капсульную эндоскопию [43]. Альтернативой растворимой капсуле являются методы визуализации (КТ-энтерография и МР-энтерография), которые показывают примерно одинаковую специфичность и чувствительность в идентификации возможной задержки [40]. Благодаря успехам последних лет количество случаев с задержкой капсулы стало намного меньше – менее 1% случаев [2].

## Перспективы видеокапсульной эндоскопии

Капсулы последних поколений сделали возможным осуществлять панорамный обзор на 360°, что существенно удлинило время считывания

изображения. Это, в свою очередь, способствовало разработке новых программных средств, как для обеспечения более короткого времени считывания

капсулы при сохранении диагностической точности, так и для автоматического анализа большого количества изображений с помощью технологии нейронных сетей. Кроме программного анализа изображений были разработаны технологии определения локализации и оценки глубины поражения, 3D-картирование, автоматическая навигация и активный контроль положения и транзита капсулы [44].

Капсульная эндоскопия, по-видимому, идеально подходит для машинного обучения и искусственного интеллекта, поскольку в ее нынешнем виде она предполагает распознавание образов по неподвижным изображениям. По мере совершенствования технологии это позволяет ускорить время считывания за счет исключения обычных изображений, удаления почти идентичных изображений и, в будущем, распознавания и идентификации патологии. Использование машинного обучения для выявления множественной патологии и локализации также находится в стадии изучения, что существенным образом совершенствуют технологию [45].

Разработка видеокapsул с возможностью забора биологического материала требуемый временем этап в развитии ВКЭ. На сегодняшний день разработаны капсульные роботы, которые способны получать образцы биопсии только поверхностных тканей ЖКТ, что может привести к ложноотрицательным результатам диагностики, если пораженная ткань находится под поверхностью желудочно-кишечного тракта. D. Son и соавторами

разработана экспериментальная модель в виде капсульного робота с магнитным приводом, который берет образцы биопсии из глубоких тканей желудка с использованием метода тонкоигльной биопсии [35].

Преодолеть пассивное движение капсулы, которое ограничивает исследование ЖКТ позволяет новая технология ВКЭ – магнитно-ассистированная капсульная эндоскопия [36, 37, 39]. Следующая технология, требуемая временем, – «адресная доставка» лекарственных веществ, например, для применения красящих веществ с целью маркировки или гемостатических препаратов при тонкокишечном кровотечении. В рамках развития этой технологии М. С. Ноанг и соавторы представили капсулу, активно управляемую внешней системой, способную к маркировке места поражения кишечника методом впрыска «чернил», что оставляет видимый след для идентификации поражения и проведения последующего хирургического вмешательства [46]. F. R. Stewart и соавторы представили технологию использования сфокусированного ультразвука для маркировки участков патологии экзогенными флуоресцентными агентами, что позволяет проводить последующую терапию с помощью другого устройства [47]. Известным недостатком ВКЭ является отсутствие у нее терапевтических возможностей. Однако одним из последних технологических достижений экспериментального моделирования стала разработка капсулы для ВКЭ, способной доставить и ввести в стенку ЖКТ до 1 мл лекарственного вещества [48].

## Заключение

Капсульная эндоскопия является важным средством оценки состояния ЖКТ, когда традиционные эндоскопические методы оказались неинформативны. Капсульная эндоскопия – современная, безопасная, высокоинформативная и перспективная диагностическая технология, обладающая широкими возможностями для изучения эндоскопической анатомии, физиологии и патологии ЖКТ. ВКЭ в настоящее время является бесценным инструментом для исследования тонкого кишечника, поскольку она превосходит многие другие методы исследования по качеству диагностики и безопасности для пациентов. Дальнейшее совершенствование капсульной эндоскопии позволит этому методу соперничать с традиционными методами эндоскопии не только в диагностике,

но и в лечении заболеваний ЖКТ. Капсульная эндоскопия действительно играет важную роль в выявлении некоторых желудочно-кишечных заболеваний, но она редко является первым тестом выбора. ВКЭ наиболее полезна для выявления поверхностных или скрытых поражений, которые не обнаруживаются при других исследованиях визуализации. Капсульная эндоскопия, вероятно, лучше всего используется в сочетании с другими методами визуализации. Экономическая эффективность этого исследования еще предстоит определить. Ограничивает применение ВКЭ высокая стоимость исследования, но, в ближайшие годы, благодаря развитию технологий, удешевлению процесса производства, ВКЭ, вероятно, станет доступным для многих клиник и пациентов методом исследования.

## Литература | References

1. Shcherbakov P. L. Progress in endoscopy-based diagnosis of small bowel diseases. *Therapeutic archive*. 2013;85(2):93–95. (In Russ.)  
Щербakov П. Л. Успехи эндоскопии в диагностике и лечении болезней тонкой кишки. *Терапевтический архив*. 2013;85(2):93–95.
2. Cortegoso Valdivia P., Skonieczna-Żydecka K., Elosua A., et al. Indications, Detection, Completion and Retention Rates of Capsule Endoscopy in Two Decades of Use:

*A Systematic Review and Meta-Analysis. Diagnostics (Basel)*. 2022;12(5):1105. doi: 10.3390/diagnostics12051105.

3. Kaprin A. D., Starinsky V. V., Shakhzadova A. O. The state of oncological care to the population of Russia in 2021. *MNIOI named after P. A. Herzen*. 2022:239. (In Russ.) ISBN 978–5–85502–275–9.

Каприн А. Д., Старинский В. В., Шахзадова А. О. Состояние онкологической помощи населению

- России в 2021 году. МНИОИ им. П. А. Герцена. 2022;239. ISBN 978–5–85502–275–9.
4. Bottini A. C., Milanese J. G. Malignant tumors of the small intestine (jejuno-ileum). Apropos of 3 cases of resected tumors. *Bol Trab Soc Cir B Aires*. 1963;47:222–233. PMID: 14014298.
  5. Allende C. I., Manrique J. Apropos of tumors of the jejuno-ileum. *Bol Trab Soc Cir B Aires*. 1963;47:164–167. PMID: 14012149.
  6. Traverso J. P., Cabanne E. S. Adenocarcinoma of the jejuno-ileum. *Dia Med*. 1952;24(52):1362–1363. PMID: 13020727.
  7. Meerooff M., Ferreira J. A. Malignant tumors of the jejuno-ileum. *Sem Med*. 1954;105(27):1227–41. PMID: 14358815.
  8. Chanoine F. Contribution to the study of primitive malignant tumors of the jejuno-ileum. *Acta Gastroenterol Belg*. 1955;18(2):163–99. PMID: 14375693.
  9. Kaprin A. D., Starinsky V. V., Petrova G. V. The state of oncological care to the population of Russia in 2018. *MNIOI named after P. A. Herzen*. 2019;236. (In Russ.) ISBN 978–5–85502–250–6.  
Каприн А. Д., Старинский В. В., Петрова Г. В. Состояние онкологической помощи населению России в 2018 году. МНИОИ им. П. А. Герцена. 2019;236. ISBN 978–5–85502–250–6.
  10. Puccini A., Battaglin F., Lenz H. J. Management of Advanced Small Bowel Cancer. *Curr Treat Options Oncol*. 2018;19(12):69. doi: 10.1007/s11864–018–0592–3.
  11. Basheev V. H., Balaban V. V., Bondarenko N. V., et al. Epidemiology of malignant tumors of the small intestine. *Neoplasm*. 2016;2(15):78–83. (In Russ.)  
Башеев В. Х., Балабан В. В., Бондаренко Н. В. и соавт. Эпидемиология злокачественных опухолей тонкой кишки. *Новообразование*. 2016;2(15):78–83.
  12. Aparicio T., Pachev A., Laurent-Puig P., Svrcek M. Epidemiology, Risk Factors and Diagnosis of Small Bowel Adenocarcinoma. *Cancers (Basel)*. 2022;14(9):2268. doi: 10.3390/cancers14092268.
  13. Faivre J., Trama A., De Angelis R., et al. Incidence, prevalence and survival of patients with rare epithelial digestive cancers diagnosed in Europe in 1995–2002. *Eur J Cancer*. 2012;48(10):1417–1424. doi: 10.1016/j.ejca.2011.10.038.
  14. Surveillance, Epidemiology, and End Results (SEER) Program. *National Institutes of Health*. <https://seer.cancer.gov/statfacts/html/smint.html>.
  15. Shinya T. Malignant Small Bowel Neoplasms: a review of post-contrast multiphasic multidetector computed tomography. *J Med Invest*. 2022;69(1.2):19–24. doi: 10.2152/jmi.69.19.
  16. Jasti R., Carucci L. R. Small Bowel Neoplasms: A Pictorial Review. *Radiographics*. 2020;40(4):1020–1038. doi: 10.1148/rg.2020200011.
  17. Poddubny B. K., Kuvshinov Yu. P., Melikhova O. A., Frolova I. P. The importance of chromoscopy, endosonography and magnifying endoscopy in solving diagnostic problems of precancerous pathology and early cancer of the gastrointestinal tract. *Modern oncology*. 2005;7(3):104–111. (In Russ.)  
Поддубный Б. К., Кувшинов Ю. П., Малихова О. А., Фролова И. П. Значимость хромокопии, эндосонографии и увеличительной эндоскопии в решении диагностических проблем предопухоловой патологии и раннего рака желудочно-кишечного тракта. *Современная онкология*. 2005;7(3):104–111.
  18. Anlauf M., Sipos B., Boeck I., et al. Neuroendocrine neoplasms of the distal jejunum and ileum. *Pathologie*. 2014;35(3):283–293. doi: 10.1007/s00292–013–1888–5.
  19. Anderson T., Yuide P. J., Chua T. C. Beyond the Endoscope. *Gastroenterology*. 2020;158(8):9–10. doi: 10.1053/j.gastro.2019.12.043.
  20. Ciobotaru O., Ciobotaru O. R., Dragomir C. Stromal tumors of jejunum and ileum. *Rev Med Chir Soc Med Nat Iasi*. 2011;115(1):111–115. PMID: 21688567.
  21. Ivanova E. V., Fedorov E. D., Chernyakevich P. L., et al. Modern video endoscopic technologies in the diagnosis and treatment of diseases of the small intestine. *Kremlin medicine*. 2011;3:115–124. (In Russ.)  
Иванова Е. В., Федоров Е. Д., Черныкевич П. Л. и др. Современные видеоскопические технологии в диагностике и лечении заболеваний тонкой кишки. *Кремлевская медицина*. 2011;3:115–124.
  22. Lema I., Araújo J. R., Rolhion N., Demignot S. Jejunum: The understudied meeting place of dietary lipids and the microbiota. *Biochimie*. 2020;178:124–136. doi: 10.1016/j.biochi.2020.09.007.
  23. Nakabayashi T., Kudo M., Hirasawa T., Kuwano H. Arteriovenous malformation of the jejunum detected by arterial-phase enhanced helical CT, a case report. *Hepatogastroenterology*. 2004;51(58):1066–8. PMID: 15239248
  24. Farkas N., Wong J., Bethel J., et al. A systematic review of symptomatic small bowel lipomas of the jejunum and ileum. *Ann Med Surg (Lond)*. 2020;58:52–67. doi: 10.1016/j.amsu.2020.08.028.
  25. Robertson K. D., Singh R. Capsule Endoscopy. 2022 Aug 8. In: StatPearls [Internet]. *Treasure Island (FL): StatPearls Publishing*; 2022 Jan. PMID: 29493931.
  26. Hosoe N., Takabayashi K., Ogata H., Kanai T. Capsule endoscopy for small-intestinal disorders: Current status. *Dig Endosc*. 2019;31(5):498–507. doi: 10.1111/den.13346.
  27. Blanco-Velasco G., Hernández-Mondragón O. V., Solórzano-Pineda O. M., et al. Which model of small bowel capsule endoscopy has a better diagnostic yield? A systematic review and meta-analysis. *Acta Gastroenterol Belg*. 2022;85(3):509–517. doi: 10.51821/85.3.10322.
  28. Kagan I. I. Capsule endoscopy as a lifetime method of studying the clinical anatomy of the gastrointestinal tract. *Experimental and clinical gastroenterology*. 2021;5(189):70–73. (In Russ.) doi: 10.31146/1682–8658-ecg-189–5–70–73.  
Каган И. И. Капсульная эндоскопия как прижизненный метод изучения клинической анатомии желудочно-кишечного тракта. *Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология*. 2021;5(189):70–73. doi: 10.31146/1682–8658-ecg-189–5–70–73.
  29. Fadeev N. I. The device of videocapsular endoscopy with lateral and axial lenses. *Bulletin of young scientists and specialists of Samara University*. 2020;1(16):218–225. (In Russ.)  
Фадеев Н. И. Устройство видеокapsульной эндоскопии с латеральным и аксиальным объективами. *Вестник молодых ученых и специалистов Самарского университета*. 2020;1(16):218–225.
  30. Akimov V. P., Korovin A. Ya., Bochkareva I. V. Video-capsular endoscopy in the diagnosis of diseases of the small intestine. *Kuban Medical Bulletin*. 2013;7(142):138–142. (In Russ.)  
Акимов В. П., Коровин А. Я., Бочкарева И. В. Видеокapsульная эндоскопия в диагностике заболеваний тонкой кишки. *Кубанский медицинский вестник*. 2013;7(142):138–142.



31. Cheung D. Y., Kim J. S., Shim K. N., Choi M. G. Korean Gut Image Study Group. The Usefulness of Capsule Endoscopy for Small Bowel Tumors. *Clin Endosc.* 2016;49(1):21–5. doi: 10.5946/ce.2016.49.1.21.
32. Rondonotti E., Pennazio M., Toth E., et al. European Capsule Endoscopy Group; Italian Club for Capsule Endoscopy (CICE); Iberian Group for Capsule Endoscopy. Small-bowel neoplasms in patients undergoing video capsule endoscopy: a multicenter European study. *Endoscopy.* 2008;40(6):488–95. doi: 10.1055/s-2007-995783.
33. Pennazio M., Rondonotti E., Despott E. J., et al. Keuchel Small-bowel capsule endoscopy and device-assisted enteroscopy for diagnosis and treatment of small-bowel disorders: European Society of Gastrointestinal Endoscopy (ESGE) Guideline – Update 2022. *Endoscopy.* 2023;55(1):58–95. doi: 10.1055/a-1973–3796.
34. Shcherbakov P. L. Present and future of capsule endoscopy. *Ural Medical Journal.* 2019;11(179):148–156. (In Russ.) doi: 10.25694/URMJ.2019.11.11.  
Щербakov П. Л. Настоящее и будущее капсульной эндоскопии. *Уральский медицинский журнал.* 2019;11(179):148–156. doi: 10.25694/URMJ.2019.11.11.
35. Gulyaev A. V., Loskutov A. A., Arkhipova O. V. et al. Topical issues of preparing patients for videocapsular endoscopy. *Coloproctology.* 2018;1(63):21–26. (In Russ.) doi: 10.33878/2073–7556–2018–0–1–21–26.  
Галеев А. В., Ликотов А. А., Архипова О. В. и др. Актуальные вопросы подготовки пациентов к видеокапсульной эндоскопии. *Колонпроктология.* 2018;1(63):21–26. doi: 10.33878/2073–7556–2018–0–1–21–26.
36. Likutov A. A. Capsule endoscopy in the diagnosis of diseases of the small and large intestine. *Coloproctology.* 2016;2(56):75–82. (In Russ.) doi: 10.33878/2073–7556–2016–0–2–75–82.  
Ликотов А. А. Капсульная эндоскопия в диагностике заболеваний тонкой и толстой кишки. *Колонпроктология.* 2016;2(56):75–82. doi: 10.33878/2073–7556–2016–0–2–75–82.
37. Todeschini A., Loconte I., Contaldo A., et al. Small Bowel Metastatic Melanoma: An Emblematic “Coal-Black” Appearance at Videocapsule Endoscopy. *Medicina (Kaunas).* 2021;57(12):1313. doi: 10.3390/medicina57121313.
38. Bandorski D., Kurniawan N., Baltes P., et al. Contraindications for video capsule endoscopy. *World J Gastroenterol.* 2016;22(45):9898–9908. doi: 10.3748/wjg.v22.i45.9898.
39. Zhang Y., Zhang Y., Huang X. Development and Application of Magnetically Controlled Capsule Endoscopy in Detecting Gastric Lesions. *Gastroenterol Res Pract.* 2021;2021:2716559. doi: 10.1155/2021/2716559.
40. Kuprin A. S., Trusov V. A., Gomenyuk D. T., Kapkanets D. V. Intestinal obstruction as a complication of videocapsular endoscopy. *Bulletin of the Council of Young Scientists and Specialists of the Chelyabinsk region.* 2019;4(27):47–51. (In Russ.)  
Куперин А. С., Трусов В. А., Гоменюк Д. Т., Капканец Д. В. Кишечная непроходимость как осложнение видеокапсульной эндоскопии. *Вестник Совета молодых учёных и специалистов Челябинской области.* 2019;4(27):47–51.
41. Pourmand K., Itzkowitz S. H. Small Bowel Neoplasms and Polyps. *Curr Gastroenterol Rep.* 2016;18:23. doi: 10.1007/s11894–016–0497-x
42. Spada C., Hassan C., Bellini D., et al. Imaging alternatives to colonoscopy: CT colonography and colon capsule. *European Society of Gastrointestinal Endoscopy (ESGE) and European Society of Gastrointestinal and Abdominal Radiology (ESGAR) Guideline.* 2021;31(5):2967–2982. doi: 10.1007/s00330–020–07413–4.
43. Hassan C., Quintero E., Dumonceau J. M. et al. Post-polypectomy colonoscopy surveillance. *European Society of Gastrointestinal Endoscopy (ESGE) and European Society of Gastrointestinal and Abdominal Radiology (ESGAR) Guideline.* 2013;45(10):842–51. doi: 10.1055/s-0033–1344548.
44. Erzinkyan F. V., Krasny S. A., Abelskaya I. S., Rebeko I. V. Noninvasive methods of colorectal cancer screening. *Eurasian Journal of Oncology.* 2021;9(2):85–100. (In Russ.)  
Ерзинкян Ф. В., Красный С. А., Абельская И. С., Ребеко И. В. Неинвазивные методы скрининга колоректального рака. *Евразийский онкологический журнал.* 2021;9(2):85–100.
45. O'Hara F., McNamara D. Small-Bowel Capsule Endoscopy-Optimizing Capsule Endoscopy in Clinical Practice. *Diagnostics (Basel).* 2021;11(11):2139. doi: 10.3390/diagnostics11112139.
46. Hoang M. C., Le V. H., Kim J., et al. A wireless tattooing capsule endoscope using external electromagnetic actuation and chemical reaction pressure. *PLoS One.* 2019;14(7):e0219740. doi: 10.1371/journal.pone.0219740.
47. Stewart F. R., Qiu Y., Lay H. S., et al. Acoustic Sensing and Ultrasonic Drug Delivery in Multimodal Theranostic Capsule Endoscopy. *Sensors (Basel).* 2017;17(7):1553. doi: 10.3390/s17071553.
48. Woods S. P., Constandinou T. G. A compact targeted drug delivery mechanism for a next generation wireless capsule endoscope. *J Microbio Robot.* 2016;11(1):19–34. doi: 10.1007/s12213–016–0088–9.