

<https://doi.org/10.31146/1682-8658-ecg-237-5-118-126>

Контрастно-усиленное ультразвуковое исследование в диагностике воспалительных заболеваний кишечника

Мухаметова Д.Д., Исмаилова Л.Р., Абдулганиева Д.И.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, (ул. Бутлерова, д. 49, г. Казань, 420012, Республика Татарстан, Россия)

Для цитирования: Мухаметова Д.Д., Исмаилова Л.Р., Абдулганиева Д.И. Контрастно-усиленное ультразвуковое исследование в диагностике воспалительных заболеваний кишечника. Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. 2025;(5): 118–126 doi: 10.31146/1682-8658-ecg-237-5-118-126

✉ *Для переписки:*

Мухаметова

Диляра Дамировна

muhdilyara

@gmail.com

Мухаметова Диляра Дамировна, к.м.н., ассистент кафедры госпитальной терапии

Исмаилова Лилия Рафаэлевна, студентка лечебного факультета

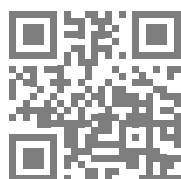
Абдулганиева Диана Ильдаровна, д.м.н., профессор, заведующая кафедрой госпитальной терапии; главный специалист по терапии

Резюме

Ультразвуковое исследование (УЗИ) кишечника с использованием эхоконтрастных препаратов (ЭКП) или контрастно-усиленное ультразвуковое исследование (КУУЗИ), является перспективным методом, который позволяет качественно и количественно оценить основные критерии воспаления: утолщение кишечной стенки, изменение ее структуры и патологическую васкуляризацию в стенке кишечника и паракишечной клетчатке. Данные изменения коррелируют с выраженностью воспаления, также помогают выявить такие осложнения заболевания, как абсцессы, стриктуры, свищи при болезни Крона. Доказана высокая чувствительность и умеренная специфичность метода для выявления активной стадии болезни. Воспалительные заболевания кишечника (ВЗК) являются пожизненными хроническими заболеваниями, и для оценки эффективности проводимой терапии требуется частая визуализация, которая должна быть безопасной, легкодоступной, недорогой и эффективной. КУУЗИ соответствует этим требованиям и, как показано в метаанализах, не уступает компьютерной томографии и магнитно-резонансной томографии для этих показаний.

Ключевые слова: воспалительные заболевания кишечника, язвенный колит, болезнь Крона, контрастно-усиленное ультразвуковое исследование, УЗИ

EDN: XXXKVC



Финансирование: работа выполнена за счет гранта Академии наук Республики Татарстан, предоставленного молодым кандидатам наук (постдокторантам) с целью защиты докторской диссертации, выполнения научно-исследовательских работ, а также выполнения трудовых функций в научных и образовательных организациях Республики Татарстан “Научно-техническое развитие Республики Татарстан”.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.



Contrast-enhanced bowel ultrasound in the diagnosis of inflammatory bowel disease: a literature review

D.D. Mukhametova, L.R. Ismailova, D.I. Abdulganieva

Kazan State Medical University, (49, Butlerov St., Kazan, 420012, Russia)

For citation: Mukhametova D.D., Ismailova L.R., Abdulganieva D.I. Contrast-enhanced bowel ultrasound in the diagnosis of inflammatory bowel disease: a literature review. *Experimental and Clinical Gastroenterology*. 2025;(5): 118–126. (In Russ.) doi: 10.31146/1682-8658-ecg-237-5-118-126

✉ *Corresponding author:*

Dilyara D. Mukhametova
muhdilyara@gmail.com

Dilyara D. Mukhametova, Ph.D (medicine), assistant of the department of hospital therapy; ORCID: 0000-0003-2102-0142
Liliya R. Ismailova, student of general medicine faculty; ORCID: 0009-0007-7955-6376
Diana I. Abdulganieva, doctor of Medical Sciences, professor, head of the department of hospital therapy; chief therapy specialist; ORCID: 0000-0001-7069-2725

Summary

Intestinal ultrasound using microbubble contrast agents or contrast-enhanced ultrasound (CEUS), is promising investigation allowing to perform quantitative and qualitative assessment of inflammatory changes of the intestinal wall such as its thickening, changes of the structure and abnormal microcirculation. This changes correlate with inflammation intensity and help to reveal complications including abscesses, strictures and fistulas in patients with Crohn's disease. There has been established high sensitivity and moderate specificity of the method in diagnosis of active Inflammatory bowel disease (IBD). Because IBD is a chronic condition requiring frequent visualization to control treatment efficacy which should be safe, not expensive and accurate. CEUS fits these requirements and is not inferior to Computed Tomography and Magnetic Resonance Imaging.

Keywords: inflammatory bowel disease, ulcerative colitis, Crohn's disease, contrast-enhanced ultrasound, ultrasound

Funding: the work was carried out by granting from the Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan, provided to young candidates of science (postdoctoral students) for the purpose of defending a doctoral dissertation, carrying out research work, and also performing work functions in scientific and educational organizations of the Republic of Tatarstan "Scientific and Technical Development of the Republic of Tatarstan".

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interest.

Актуальность воспалительных заболеваний кишечника (ВЗК) высока и продолжает расти в связи увеличением распространенности язвенного колита (ЯК) и болезни Крона (БК), с повышением затрат на диагностику и терапию, а также из-за высокого уровня инвалидизации [1]. На сегодняшний день эндоскопические методы визуализации кишечника играют ключевую роль, на основании результатов которого делается вывод о степени активности, протяженности воспалительного процесса, а также о наличии осложнений [2].

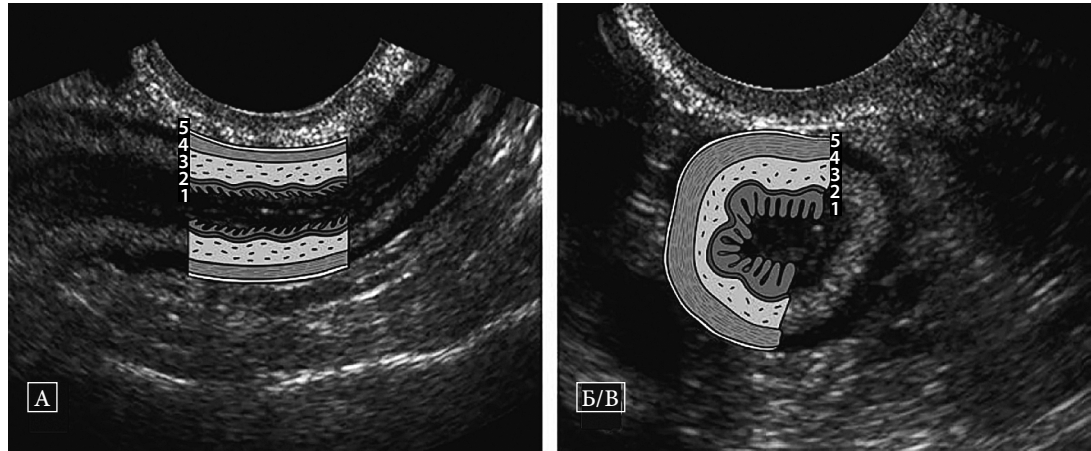
Однако инвазивность, необходимость предварительной подготовки, лимитированная доступность ограничивают их применение и обуславливают внедрение новых перспективных методов диагностики. Ультразвуковое исследование (УЗИ) кишечника обладает рядом преимуществ: доступность, неинвазивность, быстрота исследования, возможность мониторинга [3].

Всем пациентам с ВЗК, согласно Российским клиническим рекомендациям по ведению пациентов

с ЯК и БК, рекомендовано проведение трансабдоминального УЗИ кишечника для оценки толщины кишечной стенки, наличия дефектов в зоне поражения, определения степени васкуляризации [4, 5]. УЗИ кишечника включен и в методические рекомендации ESGAR (European Society of Gastrointestinal and Abdominal Radiology) и ECCO (European Crohn's and Colitis Organization) по диагностике ВЗК [6]. Согласно последним метаанализам, сравнивающим эффективность УЗИ, КТ и МРТ в диагностике ВЗК, существенных различий в диагностической точности между этими методами визуализации выявлено не было [7, 8]. Поскольку пациенты с ВЗК нуждаются в частом мониторинге состояния болезни, предпочтительным является метод без лучевой нагрузки [9]. С помощью УЗИ можно получить изображение стенки кишки в продольном и поперечном сечении, которое в норме имеет пятислойную структуру (рис. 1), оценить толщину стенки и васкуляризацию.

Рисунок 1.
Пятислойная кишечная стенка в продольном (А) и поперечном сечении (Б).

Figure 1.
A five-layered intestinal wall in longitudinal (A) and cross-section (B).



1 – гиперэхогенный слой границы содержимого кишечника и слизистой оболочки, 2 – гипохэогенный, мышечная пластинка слизистой оболочки, 3 – гиперэхогенный, подслизистый слой, 4 – гипохэогенный, мышечный слой, 5 – гиперэхогенный, граница серозной оболочки и окружающей клетчатки

1 -hyperechoic layer of the border of the contents of the intestine and mucous, 2 – hypoechoic, muscularis mucosae, 3 – hyperechoic, submucosa, 4 – hypoechoic, muscularis propria, 5 – hyperechoic, border of the serosa and surrounding fiber

Стандартное трансабдоминальное УЗИ кишечника

В соответствии с рекомендациями EFSUMB (European Federation of Societies for Ultrasound in Medicine and Biology) стандартное УЗИ кишечника проводится с целью оценки состояния всех отделов кишечника. Исследование начинается с тщательного изучения состояния паренхиматозных органов. Затем датчик перемещается левую подвздошную область для оценки илеоцекального перехода (рис. 2) и продолжает движение вдоль кишечника, охватывая его толстый и тонкий отделы [10]. Поскольку кишечник локализован поверхностно в брюшной полости, наиболее детальная оценка патологических изменений достигается с использованием высокочастотного линейного датчика (5–17 МГц) с глубиной сканирования до 11 см. Однако для ультразвуковой оценки состояния прямой кишки и у лиц с избыточной массой тела целесообразно использовать конвексный датчик (3,5–5 МГц), глубина сканирования которого достигает 30 см [11, 12]. За исключением экстренных случаев УЗИ проводится пациентам натощак или как минимум после четырехчасового голодания для уменьшения перистальтики и наличия воздуха в просвете кишечника [13]. Зная анатомическую особенность того или иного сегмента тонкой

и толстой кишки возможность точной диагностики ВЗК увеличивается в несколько раз. Исследование илеоцекальной области является важной задачей, в частности оценка терминального отдела подвздошной кишки, где наиболее часто локализуется воспалительный процесс при БК [14]. При визуализации правого и левого изгибов ободочной кишки возникают определенные трудности ввиду наличия связочного аппарата, что требует дополнительной постоянной компрессии при сканировании [15, 16].

Был определен ряд критериев, характеризующих наличие и степень активности воспалительного процесса (рис. 3). Условием правильной оценки этих критериев является полная визуализация всех слоев кишечной стенки [17]. Утолщение кишечной стенки более 3 мм следует использовать в качестве порогового значения для выявления ВЗК, при утолщении более 4 мм специфичность данного параметра будет нарастать [10]. Изменение толщины коррелирует с клиническими индексами активности, такими как Harvey-Bradshaw и CDAI при БК и Truelove-Witts при ЯК [18]. Другим важным критерием является нарушение дифференциации слоев кишечной стенки, которое указывает на выраженность и распространение воспалительного

Рисунок 2.
Илеоцекальный переход с нормальной толщиной кишечной стенки слепой кишки и терминального отдела подвздошной кишки (ТОПК) с сохранением дифференцировки слоев

Figure 2.
Ileocecal transition with normal thickness of the intestinal wall of the cecum and terminal ileum with maintaining layer differentiation

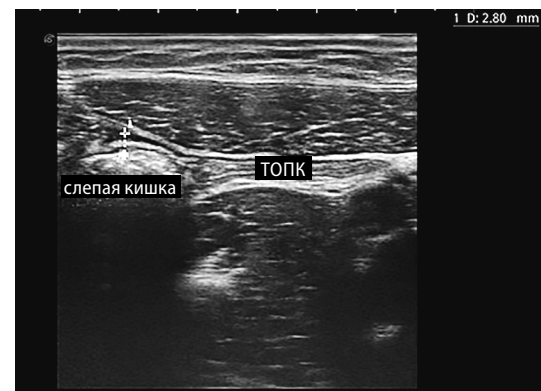
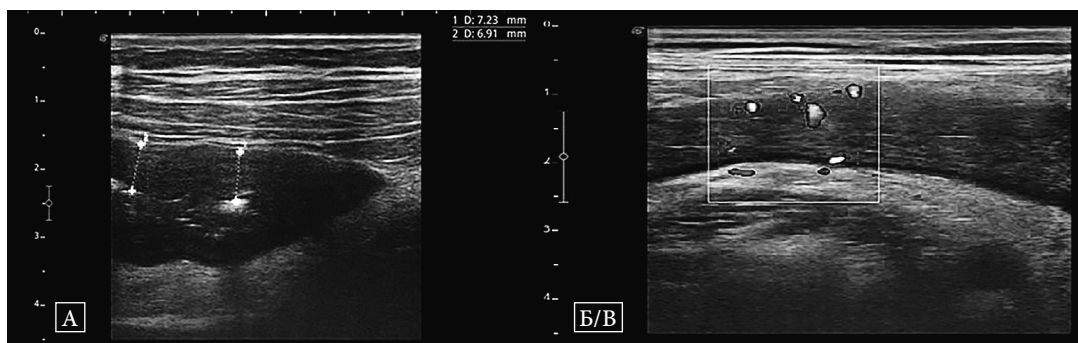


Рисунок 3.
Эхограммы
пациента 21 года
с язвенным коли-
том выраженной
активности.

Figure 3.
A 21-year-old pa-
tient with ulcerative
colitis of severe
activity.



А. Определяется утолщение кишечной стенки до 7 мм, слои которой четко не дифференцируются. Б. При доплерографии выявлена повышенная патологическая васкуляризация

A. Thickening of the intestinal wall to 7 mm, layers are not clearly differentiated. B. Color Doppler of the same region shows high hypervascularity

процесса. Также возможно вовлечение в патологический процесс окружающих тканей, увеличение брыжеечных лимфатических узлов [19]. Исследование кровотока в стенке кишечника с помощью метода доплеровского картирования позволяет получить важную информацию о степени выраженности воспаления. Также в период обострения заболевания наблюдается увеличение кровотока в верхней, нижней брыжеечных артериях и в портальной вене [20]. УЗИ кишечника может

быть полезен в диагностике таких осложнений БК, как формирование стриктур, свищей и абсцессов [3]. Трансабдоминальное УЗИ показало сопоставимую высокую чувствительность с магнитно-резонансной энтерографией при оценке воспаления кишечника и осложнений заболевания, как при БК, так при ЯК [21]. Диагностическая ценность УЗИ достаточно высокая: чувствительность и специфичность варьируют в диапазоне от 75% до 94% и от 67% до 97% соответственно [22].

Контрастно-усиленное УЗИ кишечника

В последнее десятилетие активно развивается и внедряется в клиническую практику ультразвуковая диагностика с контрастным усилением или контрастно-усиленное ультразвуковое исследование (КУУЗИ), которое обладает рядом преимуществ в диагностике ВЗК [23]. КУУЗИ кишечника позволяет оценить васкуляризацию кишечника

на микроциркуляторном уровне, детально оценить кровотоки в стенке кишечника и паракишечной клетчатке. Данные изменения коррелируют с выраженностью воспаления, а также помогает выявить такие осложнения заболевания, как абсцессы, стриктуры, свищи [24].

Эхоконтрастные препараты

Первые данные об использовании контрастного вещества с применением ультразвукового аппарата в диагностике датируются 1968 годом, когда кардиолог С. Жоупег обнаружил необычное усиление сигнала при проведении УЗИ аорты в М-режиме непосредственно в момент введения контрастного вещества. В ходе дальнейших исследований было установлено, что усиление сигнала может быть более выраженным, если перед введением в шприц набирается небольшое количество крови. Feinberg объяснил данное явление тем, что во вводимом растворе образуются пузырьки газа. При этом стабилизация этих пузырьков происходит благодаря взаимодействию с альбуминами плазмы крови пациента, что в конечном итоге и приводит к усилению эффекта [25].

С 1980-х годов УЗИ с контрастным усилением вновь стала вызывать интерес, как в клинической практике, так и в научных исследованиях. Разработка качественного контрастного препарата и введение его в практическую деятельность врачей были сопряжены с определенными трудностями, связанными с безопасностью препарата.

В 1984 году С. Фейнштейн успешно завершил работу над созданием контрастного препарата I поколения, представляющего собой устойчивые инкапсулированные микропузырьки, которые были получены с помощью ультразвуковой обработки раствора альбумина крови. В настоящее время разработаны эффективные ультразвуковые контрастные вещества II поколения [26]. В современных контрастных препаратах используются микропузырьки, содержащие высокомолекулярные газы, такие как перфторуглероды или гексафторид серы, ограниченные белковой или липидной оболочкой (табл. 1) [27]. За счет такой оболочки контраст действует в пределах сосудистого русла и не диффундирует в окружающие ткани [28].

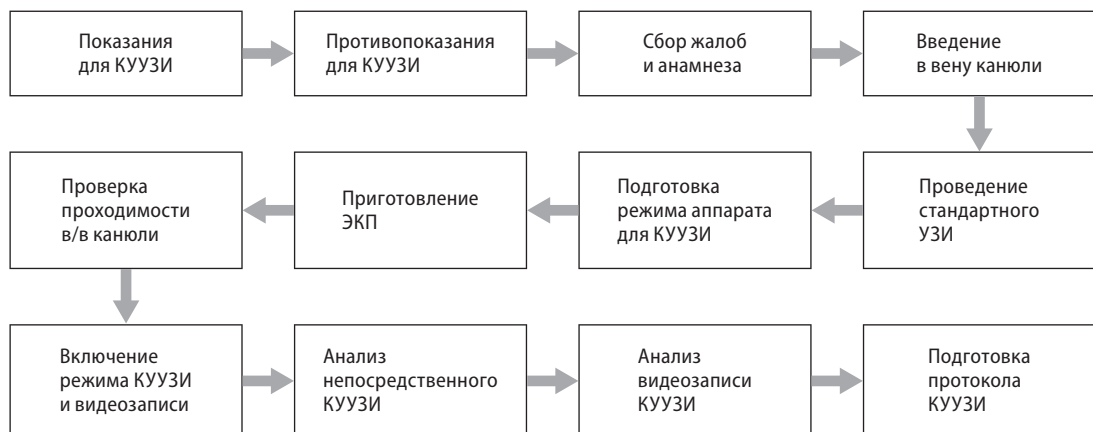
Физические явления, происходящие при взаимодействии микропузырьков и ультразвуковых колебаний, могут быть объяснены феноменом кавитации, при котором происходит изменение диаметра микропузырьков, что в свою очередь регистрируется ультразвуковым датчиком [29].

Алгоритм проведения исследования представлен на рис. 4.

Таблица 1.
Эхоконтрастные препараты [27].
Table 1.
Ultrasound contrast agents [27].

ЭКП	Год создания	Химическое строение	Описание, применение
Эховист	1991	Препарат на основе галактозы, внешняя оболочка – галактоза, ядро – воздух	Суспензия микропузырьков в водном растворе галактозы. Небольшая продолжительность действия, большой диаметр (5–15 мкм). Диагностика проходимости маточных труб и маточных аномалий
Альбунекс	1995	Альбумин-устойчивая микросфера, внешняя оболочка – альбумин, ядро – воздух	Микрочастицы устойчивого человеческого альбумина, диаметром 4 мкм. Диагностика пузырно-мочеточникового рефлюкса, венозных сосудов на наличие тромбов, исследование сосудов почек.
Левовист	1995	Препарат на основе галактозы, внешняя оболочка – галактоза с пальмитиновой кислотой, ядро – воздух	Суспензия микропузырьков в водном растворе галактозы. Направление использования – кардиология, контрастирование печени, оценка пузырно-мочеточникового рефлюкса.
Опtizон	1997	Альбумин-устойчивая микросфера, внешняя оболочка – альбумин, ядро – перфлутрен	Применяется для контрастирования левого желудочка и определения границ эндокарда.
Соноvue	2001	Препарат с гибкой оболочкой, внешняя оболочка – фосфолипиды, ядро – гексафторид серы	Используется для контрастирования левого желудочка, молочной железы, печени, воротной вены, экстракраниальных артерий.
Дефинити	2001	Препарат с гибкой оболочкой, внешняя оболочка – фосфолипиды, ядро – октафлорпропан	Применяется для контрастирования левого желудочка, печени, почек, селезенки, поджелудочной железы, мочевого пузыря, кишечника, яичников, яичков и матки.
Соназоид	2007	Препарат с гибкой оболочкой, внешняя оболочка – фосфотидилсерин, ядро – перфторбутан	Применяется для контрастирования поражения печени, молочной железы.

Рисунок 4.
Алгоритм проведения КУУЗИ [30, 32].
Figure 4.
The algorithm of CEUS [30, 32].



Показания и противопоказания для КУУЗИ кишечника при ВЗК

Оценка активности ЯК и БК играет одну из ключевых ролей в тактике ведения пациентов с ВЗК, выборе терапии и контроле ее эффективности. Контрастное усиление, как дополнение к стандартному УЗИ, позволяет оценить толщину стенки и с более высокой точностью степень патологической васкуляризации, которые являются основными показателями активности заболевания. КУУЗИ обладает преимуществом в сравнении с доплеровским картированием. Так, при введении контраста возможна количественная оценка кривой интенсивность-время, что является более надежным методом в отличие от качественной оценки кровотока в В-режиме. Кроме этого, артефакты, возникающие в ходе доплеровского сканирования, не характерны для исследований с ЭКП [31].

Согласно клиническим рекомендациям EFSUMB по КУУЗИ кишечника (CEUS) при ВЗК (2018), данное исследование позволяет количественно оценить васкуляризацию кишечной стенки у пациентов

с БК и используется для оценки как взрослых, так и детей с ВЗК. КУУЗИ может дополнять В-режим и доплеровское УЗИ при оценке активности ВЗК. Изменения при КУУЗИ во время противовоспалительной терапии могут быть информативны для клинического мониторинга активности БК. Особенно метод может быть полезен при осложнениях БК – для дифференциации фиброзных и воспалительных стриктур, выявления абсцессов и отслеживания путей свищевых ходов [32].

В настоящий момент единственным, разрешенным в применении в клинической практике ЭКП для УЗИ, зарегистрированным в Российской Федерации, является SonoVue [33]. Согласно инструкции данного препарата противопоказаниями для применения данного ЭКП является гиперчувствительность к компонентам препарата; острый коронарный синдром; клиническая нестабильная ишемическая болезнь сердца, включая инфаркт миокарда, типичную стенокардию покоя в последние

7 дней, значительное ухудшение течения заболевания сердца в последние 7 дней, недавнюю операцию на коронарных артериях или другие факторы, предполагающие клиническую нестабильность; острая сердечная недостаточность III–IV функционального класса по NYHA или тяжелая аритмия; тяжелая форма легочной гипертензии (легочное

артериальное давление выше 90 мм рт. ст.); неконтролируемая артериальная гипертензия и респираторный дистресс-синдром взрослых; пациенты, находящиеся на искусственной вентиляции легких; острый период неврологических заболеваний; беременность или период грудного вскармливания и детский возраст до 18 лет [34].

Технология проведения КУУЗИ

Введение контрастных веществ внутривенно может осуществляться двумя способами: болюсным или дозированной. Оба метода имеют свои преимущества и недостатки. Болюсное введение, которое обычно производится со скоростью 2–4 мл/с, обеспечивает быстрое и интенсивное контрастирование, но также быстрое удаление контраста из кровотока. Этот метод прост в использовании, не требует дополнительного оборудования и подходит для большинства диагностических задач. В то время как замедленное введение более сложное в выполнении, требует использования инфузоматов. Контрастирование при таком методе наступает позже [25].

Препарат SonoVue представляет собой микропузырьки, заключенные в оболочку из фосфолипидов и наполненные безвредным газом – гексафторидом серы. Гексафторид серы был выбран в качестве газа для наполнения пузырьков неслучайно, так как в ходе лабораторных исследований было выявлено, что он обеспечивает хорошую устойчивость к перепадам давления, которые могут возникать в левом желудочке, легочных капиллярах или коронарном кровообращении. Концентрация пузырьков варьируется от 100 до 500 миллионов на миллилитр. Средний диаметр пузырьков составляет 2,5 мкм. Препарат вводится внутривенно болюсно в дозе 0,3 мг/кг массы тела, после чего происходит введение 10 мл физиологического раствора. Кривая концентрации вещества в крови после введения свидетельствует о периоде полураспада в течение одной минуты, выведении – 6 минут. Более 80% введенного газа удаляется из организма легкими спустя 11 минут [35].

Визуализация кишечной стенки при КУУЗИ требует более высокой дозы ЭКП, обычно 4,8 мл SonoVue, вследствие меньшего количества микропузырьков соответствующего размера для резонанса на более высоких частотах [32]. Хотя имеются работы, когда был успешно применен данный препарат в стандартной дозе 2,4 мл [36, 37]. Время накопления ЭКП в капиллярах кишечника обычно составляет 10–20 с после инъекции (преимущественно в подслизистом слое), с максимальной концентрацией (пиковой интенсивностью), достигаемой через 30–40 с. За артериальной фазой (0–30 с) следует венозная фаза, которая длится от 30 до 120 с [32].

Ультразвуковое исследование начинается с определения локализации воспалительного процесса, соответствующего критериям ВЗК при проведении стандартного УЗИ кишечника. При выборе

участка кишечника для исследования с помощью контрастного вещества необходимо учесть следующие ключевые факторы:

1. хорошая визуализация кишечной стенки в продольном срезе;
2. минимальная перистальтика петель или её отсутствие;
3. толщина кишечной стенки более 3 мм для тонкой кишки и более 4 мм для толстой кишки.

Соблюдение этих условий позволит получить данные для последующей количественной оценки [38].

В исследовании A. Medellin и соавт. рекомендуют использовать диагностику сегментов кишечника, расположенных в области гипогастрия – правая подвздошная область при илеите БК и левую подвздошную область для оценки сигмовидной кишки при ЯК, данные отделы меньше подвержены влиянию дыхания. В случае активной перистальтики и при отсутствии противопоказаний возможно внутривенное введение 20 мг гиосцина бутилбромида или 1 мг глюкагона [30].

Метод контрастной визуализации характеризуется рядом критериев, среди которых можно выделить низкий механический индекс и специфическое для контраста вычитание, позволяющее удалить фоновые эхо-сигналы тканей, оставляя изображение, получаемое только от микропузырьков. Стандартные настройки КУУЗИ включают: усиление контраста 50–60%, механический индекс 0,05, динамический диапазон 40 дБ и фокусная зона должна быть установлена на максимальную глубину. У пациентов с избыточной массой тела и ожирением, а также в случае исследования глубоко расположенных отделов кишечника значительно снижается интенсивность контраст усиленного сигнала и, как следствие, визуализация, поэтому важным остается корректная настройка серой шкалы [30].

Для получения качественного изображения необходимо оценивать пораженный сегмент кишечника в сагиттальной плоскости, что позволяет снизить влияния дыхательной экскурсии. Еще до появления первого пузырька газа начинается непрерывный сбор данных для дальнейшей количественной оценки [30]. При этом датчик остается в неподвижном положении в течение не менее двух минут [32]. В случае если получение данных при проведении исследования оказалось неэффективным, возможно повторное введение препарата через несколько минут [30].

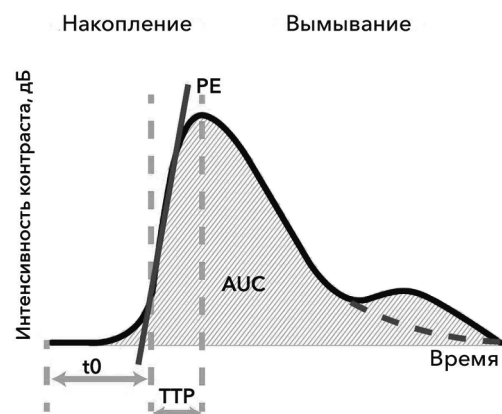
Интерпретация результатов КУУЗИ

Субъективная оценка результатов после введения контрастного вещества основывается на изучении степени и характера пристеночного

и мезентериального контрастирования [39]. До начала введения в ультразвуковом аппарате устанавливается соответствующий режим. Контраст

Рисунок 5. График кривой интенсивность–время, где PE – пиковая интенсивность, AUC – площадь под интенсивностью времени, TTP – время до пиковой интенсивности

Figure 5. Time–intensity curve, where PE is the peak intensity, AUC – area under the time intensity, TTP – time to peak intensity



достигает кишечной стенки через 15–20 секунд и позволяет оценить трансмуральное или подслизистое усиление сигнала. Кроме этого, использование контрастного вещества дает возможность провести анализ состояния брыжеечных сосудов и выявить «comb sing» (симптом «расчески»), который тесно коррелирует с активностью ВЗК. Ранее оценка данного симптома представлялась возможной только при использовании КТ.

Преимуществом использования контраста при объективной оценке данных исследования является построение кривой интенсивность–время (рис. 5) на основании характеристик начала накопления ЭКП (wash-in) и феномена вымывания (wash-out). Так, можно оценить степень васкуляризации стенки кишечника, используя градацию от 0 (пиксели черного цвета) до 255 (пиксели

белого цвета). Производится анализ интенсивности сигнала до введения ЭКП и после, фиксируется время наступления максимальной концентрации препарата, площадь под кривой [40, 41]. График кривой интенсивность–время может быть отображен в логарифмическом и линейном представлении. Чаще всего применяется логарифмическое представление, так как не так сильно выражен диапазон интенсивности контраста, в отличие от линейного. Мало того, по уровню пиковой интенсивности (PE) можно судить о выраженности воспаления в кишечной стенке. Так, при минимальной активности воспаления пиковая интенсивность составляет менее 15 дБ, у пациентов с выраженным активным воспалением – около 23 дБ или выше, при умеренном воспалении – в диапазоне 15–23 дБ [30].

Диагностическая ценность КУУЗИ кишечника

Согласно метаанализу Х. Ма и соавт. по исследованиям для оценки диагностической ценности КУУЗИ у 428 пациентов с БК, выявлена высокая точность данного метода в обнаружении активной стадии болезни. Объединенная чувствительность и специфичность КУУЗИ при активной БК составила 93% (95% доверительный интервал: 89%–95%) и 87% (81%–91%) соответственно. Суммарное диагностическое отношение шансов составило 80,35 (30,93–208,73), а площадь под кривой составила 0,9633.

Метаанализ Z. Serafin и соавт. по исследованиям, проведенным на 332 пациентах, показал объединенную чувствительность 0,94 (95% ДИ

0,87–0,97) и объединенную специфичность 0,79 (95% ДИ 0,67–0,88). Анализ подгрупп показал, что относительное усиление стенки кишечника имело наибольшую диагностическую ценность (AUC 94%), в то время как наличие усиления и анализ наклона были менее полезны (AUC 91 и 90% соответственно) [42].

Опубликованные данные исследования L. Romani и соавт. доказали эффективность использования КУУЗИ для оценки терапевтического эффекта назначенной терапии. Так специфичность в отношении оценки эффективности проводимой терапии составляет 94,5% [24].

Опыт КУУЗИ в диагностике ВЗК в Российской Федерации

Пилотное исследование В.В. Фомина и соавт. из Сеченовского университета о результатах применения УЗИ с использованием контрастного препарата SonoVue у 15 пациентов с ВЗК продемонстрировали возможность применения КУУЗИ для оценки активности ВЗК. При проведении ультразвукового контрастирования распределение контраста в микроциркуляторном русле кишечной стенки было различным: трансмуральное усиление наблюдалось при тяжелой и среднетяжелой активности ВЗК, только подслизистого слоя – при средней и легкой степени. Значение пиковой

интенсивности коррелировала с индексами, оценивающими степень активности болезни ($r=0,903$; $p<0,001$) [36].

Исследование И.Л. Халифа и соавт. оценки УЗИ с контрастным усилением у 20 пациентов с ЯК показала обнадеживающие результаты в оценке эффективности консервативной терапии. По результатам данного исследования наиболее информативным ультразвуковым параметром для оценки активности воспаления является площадь под кривой (AUC), которая коррелировала с эндоскопической активностью ЯК [37].

Заключение

Ультразвуковое исследование с контрастным усилением может быть эффективным инструментом для оценки патологических изменений кишечника при ВЗК. Данный метод ультразвуковой диагностики позволяет провести качественную и количественную оценку основных критериев воспаления: утолщение кишечной стенки, изменение

ее структуры, наличие и выраженность патологической васкуляризации. Результаты применения КУУЗИ сопоставимы с данными, получаемыми при применении других методов визуализации кишечника у пациентов с ВЗК, и могут быть использованы для оценки активности воспаления и эффективности проводимой терапии.

Литература | References

- Maev I.V., Bakulin I.G., Skalinskaya M.I., Skazyvaeva E.V. Inflammatory bowel diseases: Transformation of representations. A review. *Terapevticheskii Arkhiv (Ter. Arkh.)*. 2023;95(12):1064–1074. (In Russ.) doi: 10.26442/00403660.2023.12.202507.
Маев И.В., Бакулин И.Г., Скалинская М.И., Сказываева Е.В. Воспалительные заболевания кишечника: трансформация представлений. *Терапевтический архив*. 2023;95(12):1064–1074. doi: 10.26442/00403660.2023.12.202507.
- Lomakina E. Yu., Budzinskaya A.A., Belousova E.A., Tereschenko S.G. The role of clarifying endoscopic techniques in determining the degree of activity in patients with inflammatory bowel diseases. *Experimental and Clinical Gastroenterology*. 2024;225(5):43–50. (In Russ.) doi: 10.31146/1682–8658–ecg-225–5–43–50.
Ломакина Е.Ю., Будзинская А.А., Белоусова Е.А., Терещенко С.Г. Роль уточняющих эндоскопических методик в определении степени активности у пациентов с воспалительными заболеваниями кишечника. *Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология*. 2024;225(5):43–50. doi: 10.31146/1682–8658–ecg-225–5–43–50.
- Tagliamonte G., Santagata F., Fraquelli M. Current Developments and Role of Intestinal Ultrasound including the Advent of AI. *Diagnostics (Basel)*. 2024;14(7):759. doi: 10.3390/diagnostics14070759.
- Shelygin Y.A. et al. Clinical guidelines. Crohn's disease (K50), adults. *Koloproktologia*. 2023;22(3):10–49. (in Russ.) doi: 10.33878/2073–7556–2023–22–3–10–49.
Шельгин Ю.А. и соавт. Клинические рекомендации. Болезнь Крона (K50), взрослые. *Колопроктология*. 2023;22(3):10–49. doi: 10.33878/2073–7556–2023–22–3–10–49.
- Shelygin Y.A., Ivashkin V.T., Belousova E.A. et al. Clinical guidelines Ulcerative colitis (K51), adults. *Koloproktologia*. 2023;22(1):10–44. (in Russ.) doi: 10.33878/2073–7556–2023–22–1–10–44.
Шельгин Ю.А., Ивашкин В.Т., Белоусова Е.А. и соавт. Язвенный колит (K51), взрослые. *Колопроктология*. 2023;22(1):10–44. doi: 10.33878/2073–7556–2023–22–1–10–44.
- Sturm A., Maaser C., Calabrese E. et al. ECCO-ESGAR Guideline for Diagnostic Assessment in IBD Part 2: IBD scores and general principles and technical aspects. *Journal of Crohn's & Colitis*. 2019;13(3):273–284. doi:10.1093/ecco-jcc/jjy114.
- Horsthuis K., Bipat S., Bennink R.J. et al. Inflammatory bowel disease diagnosed with US, MR, scintigraphy, and CT: meta-analysis of prospective studies. *Radiology*. 2008;247(1):64–79. doi: 10.1148/radiol.2471070611.
- Panes J., Bouhnik Y., Reinisch W. et al. Imaging techniques for assessment of inflammatory bowel disease: joint ECCO and ESGAR evidence-based consensus guidelines. *J Crohns Colitis*. 2013;7:556–85. doi: 10.1016/j.crohns.2013.02.020.
- Sasaki T., Kunisaki R., Kinoshita H. et al. Use of color Doppler ultrasonography for evaluating vascularity of small intestinal lesions in Crohn's disease: correlation with endoscopic and surgical macroscopic findings. *Scand J Gastroenterol*. 2014;49:295–301. doi: 10.3109/00365521.2013.871744.
- Maconi G., Nylund K., Ripolles T. et al. EFSUMB Recommendations and Clinical Guidelines for Intestinal Ultrasound (GIUS) in Inflammatory Bowel Diseases. *Ultraschall Med*. 2018;39(3):304–317. doi:10.1055/s-0043–125329.
- Strobel D., Goertz R.S., Bernatik T. Diagnostics in inflammatory bowel disease: Ultrasound. *World J Gastroenterol*. 2011;17(27):3192–3197. doi: 10.3748/wjg.v17.i27.3192.
- Atkinson N.S.S., Bryant R.V., Dong Y. et al. How to perform gastrointestinal ultrasound: Anatomy and normal findings. *World J Gastroenterol*. 2017; 23(38): 6931–6941. doi: 10.3748/wjg.v23.i38.6931.
- Feliciani C., Trovati A., Franchi E. et al. Transabdominal Gastro-Intestinal UltraSound (GIUS): a visual approach to intestinal pathology. *Explor Dig Dis*. 2024;3:241–61. doi: 10.37349/edd. 2024.00050.
- Richard N., Savoye G., Leboutte M., Amamou A., Ghosh S., Marion-Letellier R. Crohn's disease: Why the ileum?. *World J Gastroenterol*. 2023;29(21):3222–3240. doi: 10.3748/wjg.v29.i21.3222.
- Jauregui-Amezaga A., Rimola J. Role of Intestinal Ultrasound in the Management of Patients with Inflammatory Bowel Disease. *Life*. 2021;11:603. doi: 10.3390/life11070603.
- Martínez Pérez M.J., Blanc García E., Merino Bonilla J.A. Bowel ultrasound: examination techniques and normal and pathologic patterns. *Radiologia (Engl Ed)*. 2020;62(6):517–527. doi: 10.1016/j.rx.2020.09.004.
- Kucharzik T., Kannengiesser K., Petersen F. The use of ultrasound in inflammatory bowel disease. *Ann Gastroenterol*. 2017;30(2):135–144. doi: 10.20524/aog.2016.0105.
- Calabrese E., Petruzzello C., Onali S. et al. Severity of postoperative recurrence in Crohn's disease: correlation between endoscopic and sonographic findings. *Inflamm Bowel Dis*. 2009;15:1635–1642. doi: 10.1002/ibd.20948.
- Furfaro F., Dal Buono A., Allocca M. et al. Bowel Ultrasound in Inflammatory Bowel Disease: How Far in the Grayscale? *Life*. 2021;11:649. doi: 10.3390/life11070649.
- Dubrova S.E., Stashuk G.A. The potential of radiologic procedures in the diagnosis of inflammatory bowel disease. *Almanac of Clinical Medicine*. 2016;44.6:757–769 (In Russ.) doi: 10.18786/2072–0505–2016–44–6–757–769.

- Дуброва С.Э., Сташук Г.А. Возможности лучевых методов в диагностике воспалительных заболеваний кишечника. *Альманах клинической медицины*. 2016;44.6:757–769. doi: 10.18786/2072–0505–2016–44–6–757–769.
21. Calavrezos L., Bannas P., Warncke M., Wiegand C., Huber S., Manthey C. Transabdominal Ultrasound and Magnetic Resonance Enterography in Inflammatory Bowel Disease: Results of an Observational Retrospective Single-Center Study. *Ultrasound Int Open*. 2022;8(1): E22–E28. doi: 10.1055/a-1781–4410.
 22. Kim N., Hausken T., Gilja O. Ultrasound and inflammatory bowel disease. *Ultrasound quarterly*. 2010; 3–15. doi: 10.1097/RUQ.0b013e3181ce0929.
 23. Jauregui-Amezaga A., Rimola J. Role of Intestinal Ultrasound in the Management of Patients with Inflammatory Bowel Disease. *Life (Basel)*. 2021;11(7):603. doi: 10.3390/life11070603.
 24. Romanini L., Passamonti M., Navarria M. et al. Quantitative analysis of contrast-enhanced ultrasonography of the bowel wall can predict disease activity in inflammatory bowel disease. *EurJRadiol*. 2014;83:1317–23. doi: 10.1016/j.ejrad.2014.05.012.
 25. Novikov N.E. Contrast-enhanced ultrasound. History and modern features. *REJR*. 2012;2(1): 20–28. (In Russ.)
Новиков Н.Е. Контрастно-усиленные ультразвуковые исследования. История развития и современные возможности. *REJR*. 2012;2(1):20–28.
 26. Mironova O. Iu., Isaikina M.A., Isaev G.O., Berdysheva M.V., Fomin V.V. Contrast-enhanced ultrasound: history, application and perspectives. *Terapevticheskii Arkhiv (Ter.Arkh.)*. 2023;95(4):354–358. (in Russ.) doi:10.26442/00403660.2023.04.202157.
Миронова О.Ю., Исайкина М.А., Исаев Г.О., Бердышева М.В., Фомин В.В. Ультразвуковые исследования с контрастированием: история, применение в практике и перспективы. *Терапевтический архив*. 2023;95(4):354–358. doi: 10.26442/00403660.2023.04.202157.
 27. Ignee A., Atkinson N.S.S., Schuessler G., Dietrich C.F. Ultrasound contrast agents. *Endosc Ultrasound*. 2016;5(6):355–362. doi: 10.4103/2303–9027.193594.
 28. Jakobsen J.A. Ultrasound contrast agents: clinical applications. *Eur Radiol*. 2001;11:1329–1337 doi: 10.1007/s003300100964.
 29. Fomina S.V., Zavadovskaya V.D., Yusubov M.S., Drygunova L.A., Filimonov V.D. Contrast agents for ultrasound examination. *Bulletin of Siberian Medicine*. 2011;10(6):137–141. (In Russ.) doi: 10.20538/1682–0363–2011–6–137–141.
Фомина С.В., Завадовская В.Д., Юсубов М.С., Дрыгунова, Л.А., Филимонов В.Д. Контрастные препараты для ультразвукового исследования. Бюллетень сибирской медицины. 2011;10(6):137–141. doi: 10.20538/1682–0363–2011–6–137–141.
 30. Medellin A., Merrill C., Wilson S.R. Role of contrast-enhanced ultrasound in evaluation of the bowel. *Abdom Radiol (NY)*. 2018;43(4):918–933. doi: 10.1007/s00261–017–1399–6.
 31. Ripollés T., Martínez-Pérez M.J., Blanc E. et al. Contrast-enhanced ultrasound (CEUS) in Crohn's disease: technique, image interpretation and clinical applications. *Insights Imaging*. 2011;2(6):639–652. doi: 10.1007/s13244–011–0124–1.
 32. Sidhu P.S., Cantisani V., Dietrich C.F. et al. The EFSUMB Guidelines and Recommendations for the Clinical Practice of Contrast-Enhanced Ultrasound (CEUS) in Non-Hepatic Applications: Update 2017 (Long Version). *Ultraschall Med*. 2018;39(2): e2–e44. doi: 10.1055/a-0586–1107.
 33. Zubarev A.V., Fedorova A.A., Chernishev V.V., Varlamov G.V., Sokolova N.A., Fedorova N.A. Application of Contrast Enhanced Ultrasound (Ceus) in the Clinic and Prospects of Synchronization Ultrasound, CT and MRI Images (Personal Experience and Literature Review). *Medical Visualization*. 2015;(1):94–114. (In Russ.)
Зубарев А.В., Фёдорова А.А., Чернышев В.В., Варламов Г.В., Соколова Н.А., Федорова Н.А. Применение эхоконтрастных препаратов в клинике и перспективы синхронизации УЗИ, КТ- и МРТ-изображений (собственный опыт и обзор литературы). *Медицинская визуализация*. 2015;(1):94–114.
 34. Description of the drug in the Vidal reference book [Electronic resource]. Vidal.ru: reference book of medicines. (in Russ.) Available at: https://www.vidal.ru/drugs/sonovue__40866 Accessed: 01/14/2025.
Описание препарата в справочнике Видаль [Электронный ресурс]. Vidal.ru: справочник лекарственных средств. URL https://www.vidal.ru/drugs/sonovue__40866 (дата обращения: 14.01.2025).
 35. Schneider M. Characteristics of SonoVue trade mark. *Echocardiography*. 1999;16(7/2):743–746. doi: 10.1111/j.1540–8175.1999.tb00144.x.
 36. Fomin V.V., Ternovoy S.K., Makhov V.M. et al. Ultrasound examination with contrast in the diagnosis of inflammatory bowel disease. The results of the pilot study. *Terapevticheskii arkhiv*. 2018;90(2):53–58. (in Russ.) doi: 10.26442/terarkh201890253–58.
Фомин В.В., Терновой С.К., Махов В.М. [и др.] Ультразвуковое исследование с контрастированием в диагностике воспалительных заболеваний кишечника. Результаты пилотного исследования. *Терапевтический архив*. 2018;2:53–58. doi: 10.26442/terarkh201890253–58
 37. Khalif I.L., Shapina M.V., Orlova L.P., Evgrafov P.G. Ulcerative colitis treatment efficiency assessed by ultrasonography with contrast enhancement. *Experimental and clinical gastroenterology*. 2018;(5):32–37. (in Russ.)
Халиф И.Л., Шапина М.В., Орлова Л.П., Евграфов П.Г. Ультразвуковое исследование с контрастным усилением в оценке эффективности консервативной терапии больных язвенным колитом. *Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология*. 2018;153(5): 32–37.
 38. Medellin-Kowalewski A., Wilkens R., Wilson A., Ruan J., Wilson S.R. Quantitative contrast-enhanced ultrasound parameters in Crohn disease: their role in disease activity determination with ultrasound. *AJR Am J Roentgenol*. 2016;206:64–73. doi: 10.2214/AJR.15.14506.
 39. Migaleddu V., Scanu A.M., Quaia E. et al. Contrast-enhanced ultrasonographic evaluation of inflammatory activity in Crohn's disease. *Gastroenterology*. 2009;137(1):43–52. doi: 10.1053/j.gastro.2009. 03.062.
 40. Ripollés T., Martínez-Pérez M.J., Blanc E. et al. Contrast-enhanced ultrasound (CEUS) in Crohn's disease: technique, image interpretation and clinical applications. *Insights Imaging*. 2011;2(6):639–652. doi: 10.1007/s13244–011–0124–1.
 41. Wilkens R., Pournazari P., Wilson S.R. CUS of the bowel in inflammatory bowel disease. In: Weskott HP (ed) *Contrast-enhanced ultrasound*, 2nd edn. Bremen: UNI-MED Verlag AG. 2013:222–236.
 42. Serafin Z., Białecki M., Białecka A., Sconfienza L.M., Kłopotcka M. Contrast-enhanced Ultrasound for Detection of Crohn's Disease Activity: Systematic Review and Meta-analysis. *J Crohns Colitis*. 2016;10(3):354–62. doi: 10.1093/ecco-jcc/jjv196.