

<https://doi.org/10.33878/2073-7556-2022-21-1-71-82>



КТ признаки деструкции дивертикула при воспалительных осложнениях дивертикулярной болезни ободочной кишки

Белов Д.М., Зароднюк И.В., Москалев А.И., Майновская О.А.

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

РЕЗЮМЕ *ЦЕЛЬ:* оценить диагностические возможности компьютерной томографии в выявлении деструкции стенки дивертикула при воспалительных осложнениях дивертикулярной болезни ободочной кишки (ДБОК). *ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ:* в исследование включено 70 пациентов (38 женщин и 32 мужчины; средний возраст — 57 ± 13 лет), оперированных по поводу воспалительных осложнений ДБОК. Данные КТ исследований, выполненных на дооперационном этапе, сопоставлены с результатами морфологических исследований препаратов резецированных участков ободочной кишки. *РЕЗУЛЬТАТЫ:* чувствительность и специфичность КТ составили при выявлении абсцессов 96,8% и 97,4%, свищей ободочной кишки 95% и 100%, паракишечных инфильтратов 100% и 97%, соответственно. По результатам морфологического исследования препаратов удаленной кишки, были выделены две группы пациентов: с макроперфорацией (абсцессы и свищи) и микроперфорацией (паракишечные инфильтраты). Согласно данным проведенного ROC-анализа, толщина кишечной стенки, протяженность воспалительных изменений стенки кишки и протяженность воспалительной инфильтрации клетчатки, оцениваемые при КТ, обеспечивают возможность выявления как микро-, так и макроперфорации. Каждый из указанных КТ признаков позволил найти такое пороговое значение параметра, при котором можно с высокой степенью достоверности прогнозировать наличие микроперфорации. *ЗАКЛЮЧЕНИЕ:* КТ параметры утолщения кишечной стенки, протяженности воспалительных изменений стенки кишки и протяженности инфильтрации клетчатки представляются значимыми для возможности прогнозирования наличия микроперфорации. Целесообразно проведение дальнейшего исследования с целью определения возможностей КТ в прогностической оценке выраженности воспалительных изменений, что обеспечит более дифференцированный подход при выборе тактики лечения больных с воспалительными осложнениями ДБОК.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: воспалительные осложнения дивертикулярной болезни, компьютерная томография.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ: Авторы не имеют финансовых или имущественных интересов в материале, обсуждаемом в этой статье.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Белов Д.М., Зароднюк И.В., Москалев А.И., Майновская О.А. КТ признаки деструкции дивертикула при воспалительных осложнениях дивертикулярной болезни ободочной кишки. *Колопроктология*. 2022; т. 21, № 1, с. 71–82. <https://doi.org/10.33878/2073-7556-2022-21-1-71-82>

CT signs of diverticulum destruction in inflammatory complications of diverticular disease

Denis M. Belov, Irina V. Zarodnyuk, Olga A. Maynovskaya, Alexey I. Moskalev

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

ABSTRACT *AIM:* to evaluate diagnostic capabilities of computed tomography in identifying the destruction of the diverticulum wall in complicated diverticular disease. *PATIENTS AND METHODS:* the prospective cohort study included 70 patients (38 female and 32 male median age - 57 ± 13), which underwent elective surgery for complicated diverticular disease. The following assessment criteria for CT were used: signs of diverticulum destruction, thickness of the bowel wall, length of inflammatory changes of colonic wall, length of pericolonic inflammation. The data of preoperative CT were compared with the morphology of removed bowel specimen. *RESULTS:* the sensitivity and specificity of CT were 96.8% and 97.4% in the detection of abscesses, 95% and 100% of colonic fistulas, and 100% and 97% pericolonic inflammation, respectively. Based on results of morphological studies of resected colon segment, two groups of patients were identified: with macroperforation (abscesses and

fistulas) and microperforation (pericolonic inflammatory mass). According to the ROC-analysis, colon wall thickness ≥ 0.7 cm, length of inflammatory changes of colonic wall ≥ 9.2 cm and the length of pericolonic inflammation ≥ 3.1 cm highly likely show microperforation.

CONCLUSION: CT parameters of thickening of colon wall, length of inflammatory changes of colonic wall and the length of pericolonic inflammation seem to be significant for the possibility of predicting the presence of microperforation. New studies with a larger number of clinical cases are required.

KEYWORDS: inflammatory complications of diverticular disease, computed tomography.

CONFLICT OF INTEREST: The authors declare no conflict of interest.

FINANCIAL INTERESTS: The authors have no financial or proprietary interests in any material discussed in this article.

FOR CITATION: Belov D.M., Zarodnyuk I.V., Maynovskaya O.A., Moskalev A.I. CT signs of diverticulum destruction in inflammatory complications of diverticular disease. *Koloproktologia*. 2022;21(1):71–82. (in Russ.). <https://doi.org/10.33878/2073-7556-2022-21-1-71-82>

АДРЕС ДЛЯ ПЕРЕПИСКИ: Белов Д.М., ФГБУ «НМИЦ колопроктологии имени А.Н.Рыжих» Минздрава России, ул. Салая Адиля, д. 2, Москва, 123423, Россия; e-mail: denbelman@gmail.com

ADDRESS FOR CORRESPONDENCE: Belov D.M., Ryzhikh National Medical Research Center of Coloproctology, Salama Adilya str. 2, Moscow, 123423, Russia; e-mail: denbelman@gmail.com

Дата поступления — 14.12.2021

Received — 14.12.2021

После доработки — 19.01.2022

Revised — 19.01.2022

Принято к публикации — 08.03.2022

Accepted for publication — 08.03.2022

ВВЕДЕНИЕ

Диагностике воспалительных осложнений дивертикулярной болезни ободочной кишки (ДБОК) уделяется всё большее внимание. Это обусловлено тем, что выбор оптимальной лечебной тактики напрямую зависит от точности информации, получаемой в процессе обследования пациента.

Основными методами диагностики воспалительных осложнений дивертикулярной болезни являются компьютерная томография (КТ) и ультразвуковое исследование (УЗИ), которые позволяют оценивать характер воспалительного процесса (острый или хронический), его выраженность и распространенность. КТ брюшной полости и органов малого таза у данной категории пациентов имеет ряд преимуществ. Среди них следует отметить скорость выполнения исследования, отсутствие болевых ощущений у пациента (возникающих при компрессии ультразвуковым датчиком при УЗИ), больших возможностей для исключения перитонита, меньшей оператор-зависимостью, возможность повторного просмотра полученных изображений, что особенно важно в условиях оказания неотложной помощи при острых состояниях и необходимости быстрого выбора метода лечения [1,2]. Несомненным достоинством метода является и его высокая диагностическая эффективность. Так метаанализ, проведенный Laméris W. и соавторами (2008), включавший 684 пациента с подозрением на острые воспалительные осложнения дивертикулярной болезни, продемонстрировал высокую чувствительность — 94% (95% CI: 87–97%) и высокую специфичность компьютерной томографии — 99% (95% CI:

90–100%) [3]. Систематический обзор Andeweg C.S. и соавторов (2014), в который вошло 588 больных с острым дивертикулитом, выявил сходные диагностические показатели — чувствительность и специфичность КТ составили 95% (95% CI: 91–97%) и 96% (95% CI: 90–100%), соответственно [4].

Крайне важной диагностической задачей является определение сохранности целостности стенки воспаленного дивертикула, что позволяет установить или исключить диагноз перфоративного дивертикулита при остром воспалительном процессе. В зависимости от этого критерия принимается решение об условиях лечения (амбулаторное или стационарное), специализацию лечащего врача (терапевт или хирург), характер лечения (консервативное, малоинвазивное, экстренное хирургическое). Консервативное лечение эффективно в 100% случаев при остром дивертикулите, остром паракишечном инфильтрате и периколическом абсцессе размером до 4 см. Периколические абсцессы большего размера и отдаленные абсцессы хорошо излечиваются методом пункции (или пункции и дренирования) под контролем УЗИ или КТ в 85% [5].

Несмотря на эффективность консервативного и малоинвазивного лечения, рецидивные эпизоды острого воспаления развиваются у 11,2–25,5% пациентов [6,7], в зависимости от клинического варианта острых воспалительных осложнений [1]. Несмотря на меньшую опасность для жизни повторных атак, они крайне негативно влияют на её качество [8]. Многие из таких пациентов нуждаются в плановых хирургических вмешательствах. Точный прогноз течения заболевания позволит избежать длительного периода наблюдения и консервативного лечения у этой категории

больных, если своевременно будут установлены показания к плановой лапароскопической резекции толстой кишки в благоприятных условиях.

Известно, что неэффективность консервативного лечения и высокая вероятность развития повторных обострений выше в группах пациентов, у которых во время острой атаки имело место разрушение дивертикула [9]. Если при многих острых осложнениях, таких как свободная перфорация ободочной кишки с развитием перитонита, абсцессах, свищах и периколической флегмоне имеются прямые признаки разрушения дивертикула, то при остром дивертикулите или остром паракишечном инфильтрате эти симптомы отсутствуют. При хронических воспалительных осложнениях выявить признаки разрушения дивертикула ещё сложнее по ряду причин, среди которых необходимо указать малые размеры дивертикулов, их тонкую стенку, наличие рубцовых изменений в параколической клетчатке.

Таким образом, разрешающие возможности применяемых методов на сегодняшний день зачастую не позволяют визуализировать собственно разрушенный дивертикул. Вследствие этого существует необходимость опираться на косвенные признаки, то есть последствия деструкции дивертикула.

Целью нашей работы была оценка диагностических возможностей КТ в выявлении деструкции стенки дивертикула при воспалительных осложнениях ДБОК на основании сопоставлений с данными морфологического исследования.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

В исследование включено 70 пациентов, находившихся на лечении по поводу воспалительных осложнений дивертикулярной болезни ободочной кишки в период с февраля 2018 по июль 2019 гг. Критериями включения пациентов в исследование являлись: клиническая картина воспалительных осложнений дивертикулярной болезни; возможность проведения КТ с внутривенным контрастированием; наличие письменного согласия пациента на участие в исследовании; проведение резекции измененного отдела ободочной кишки с последующей морфологической верификацией. Критерием невключения — больные с диагнозом ВЗК. Критериями исключения из исследования были выявленные при КТ опухолевые заболевания желудочно-кишечного тракта, воспалительные изменения толстой кишки другой этиологии. Среди больных было 38 (54,0%) женщин и 32 (46,0%) мужчины в возрасте от 44 до 70 лет. Средний возраст составил 57 ± 13 лет. У 64 (91,%) пациентов в анамнезе отмечалось более одной атаки острого воспалительного процесса. При поступлении в центр

у 67 (95,%) больных были зафиксированы жалобы на диарею или неустойчивый стул, повышение температуры до 37,5–38,0°C, у 61 (87,0%) — повышение уровня С-реактивного белка более 50 мг/л. У 32 (43,0%) пациентов при пальпации выявлялся болезненный инфильтрат в левой подвздошной области.

Исследование проводилось на томографе «CT Philips Brilliance 64» и включало сканирование с толщиной среза 2 мм органов брюшной полости и малого таза после болюсного введения неионного контрастного препарата объемом 70–100 мл со скоростью 2,5–3 мл/с. Исследование проводилось без подготовки или после назначения бесшлаковой диеты в течение 2 дней.

При анализе полученных данных оценивали следующие качественные и количественные параметры: 1) наличие дивертикулов и их состояние (утолщение стенки, косвенные признаки разрушения дивертикула); 2) утолщение кишечной стенки (толщина в см, характер накопления контрастного вещества, структура, спазм); 3) протяженность воспалительных изменений стенки кишки; 4) протяженность инфильтрации параколической клетчатки; 5) наличие абсцессов (размеры, количество, локализация); 6) наличие свободного газа и свободной жидкости в брюшной полости; 7) наличие свищей (протяженность, локализация); 8) вовлечение прилежащих органов и структур в воспалительный процесс.

Формулировка заключения проводилась в соответствии с классификацией дивертикулярной болезни, принятой Российской гастроэнтерологической ассоциацией и Ассоциацией колопроктологов России [1]. Всем включенным в исследование пациентам выполнена резекция измененных отделов ободочной кишки. Результаты КТ исследований сопоставлены с данными морфологического исследования препаратов резецированных участков ободочной кишки.

Статистическая обработка полученных данных проводилась с применением программного пакета Microsoft Office Excel 2019, Statistica 12.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Во всех случаях выявленные при КТ воспалительные осложнения ДБОК локализовались в сигмовидной кишке, в пяти из них распространяясь на дистальную треть нисходящей ободочной кишки, что совпадало с данными интраоперационной ревизии. Основными и общими для всех описываемых осложнений КТ признаками воспалительного процесса были утолщение кишечной стенки от 0,4 до 1,5 см протяженностью от 6,8 см до 15,3 см и облаковидное или тяжистое уплотнение параколической клетчатки (Табл. 1).

Таблица 1. Выраженность КТ-признаков воспаления при различных осложнениях ДБОК ($n = 70$)
Table 1. The severity of CT symptoms of inflammation in various complications of diverticular disease ($n = 70$)

КТ-признак воспаления*	Вид осложнения		
	Абсцесс ($n = 31$)**	Свищ ($n = 23$)	Инфильтрат ($n = 16$)***
Утолщение кишечной стенки	От 0,5 до 1,5 см $\Delta 0,9 \text{ см} \pm 0,4 \text{ см}$	От 0,4 до 0,9 см $\Delta 0,7 \text{ см} \pm 0,2 \text{ см}$	От 0,5 до 0,7 см $\Delta 0,6 \text{ см} \pm 0,1 \text{ см}$
Протяженность изменений кишечной стенки	От 10,7 до 15,3 см $\Delta 12,6 \text{ см} \pm 0,9 \text{ см}$	От 9,4 до 12,5 см $\Delta 11,42 \text{ см} \pm 1,6 \text{ см}$	От 6,8 до 9,2 см $\Delta 7,3 \text{ см} \pm 2,1 \text{ см}$
Протяженность инфильтрации клетчатки:			
– до 4 см	16	17	13
– более 4 см	15	6	0
Вовлечение:			
– органов малого таза	5	19	8
– брюшины	16		6
Наличие жидкости в периколической клетчатке	7	5	2
Наличие воздуха в периколической клетчатке			2
Симптом «сороконожки» (выраженное кровенаполнение vasa recta брыжейки сигмовидной кишки)	18	3	5

Примечание: * — абсцессы/полости и свищи рассматриваются в данном случае как виды осложнений и не включены в список признаков;
 ** — абсцесс/полость на фоне хронического паракишечного инфильтрата; *** — хронический паракишечный инфильтрат

Таблица 2. Диагностическая эффективность КТ при различных воспалительных осложнениях ДБОК ($n = 70$)
Table 2. Diagnostic efficiency of CT in various inflammatory complications of diverticular disease ($n = 70$)

Вид осложнения	ИП	ЛП	ИО	ЛО	n	Чувств.	Спец.	ППЦ	ОПЦ	Точность
Хронический паракишечный инфильтрат	16	1	53	0	70	100%	97%	94,1%	100%	98,5%
Хронический паракишечный инфильтрат с абсцессом/полостью	30	1	38	1	70	96,8%	97,4%	96,7%	97,4%	97,1%
Свищ ободочной кишки	22	0	47	1	70	95%	100%	100%	97,9%	98,5%

Примечание: ИП — истинно положительные результаты, ИО — истинно отрицательные, ЛП — ложно положительные, ЛО — ложно отрицательные, ППЦ — положительная прогностическая ценность, ОПЦ — отрицательная прогностическая ценность.

Абсцессы/полости на фоне хронического паракишечного инфильтрата при КТ исследовании диагностированы у 31 (42,3%) пациента, при этом в 25 (80,6%) случаях диаметр их не превышал 4 см, а в 6 (19,3%) наблюдениях был более 4 см, достигая у одного больного 6,5 см (Рис. 1, 2). В большинстве случаев (29/93,5%) полость абсцесса была заполнена жидкостным содержимым и пузырьками газа (с формированием уровня жидкости и газа) и в 2 (6,4%) наблюдениях содержала только воздух. Патологические полости были отграничены капсулой толщиной от 2 до 4 мм (накапливающей контрастное вещество) с наличием инфильтративных и фиброзных изменений в окружающей клетчатке. В 5 (16,1%) случаях границами стенок абсцесса являлись органы таза (матка, левый яичник, мочевого пузырь) и/или боковые стенки таза с вовлечением тазовой брюшины в 16 (51,6%) наблюдениях.

Все абсцессы располагались вблизи измененной кишки (на расстоянии не более 5 см) и почти две трети 19 (61,0%) из них — в брыжейке сигмовидной кишки. При морфологическом исследовании в брыжейке сигмовидной кишки при наличии абсцесса обнаруживался разрушенный дивертикул, фрагменты стенки полости с признаками перипроцесса и фиброзных изменений по границам полости. Вместе с тем, по данным морфологического исследования,

отмечен в одном наблюдении ложноотрицательный, а в другом — ложноположительный результат (Табл. 2). В первом случае при морфологическом исследовании между воспалительно-измененной стенкой сигмовидной кишки и левым яичником был выявлен небольшой (0,9 × 0,4 см) абсцесс линейной формы, визуализация которого при компьютерной томографии на фоне воспалительной инфильтрации клетчатки была затруднена. Ложноположительный результат был связан с фрагментом частично облитерированного свищевого хода, ошибочно принятого за небольшой абсцесс.

Осложнения в виде свищей выявлены при КТ у 22 (31,4%) больных: 20 сигмо-везикальных и 2 свища сигмовидной кишки, открывающихся наружным отверстием на коже передней брюшной стенки. При сигмо-везикальных свищах в области предполагаемого сообщения с кишкой отмечалось утолщение стенки мочевого пузыря от 0,6 до 1,1 см, с наличием в 21 случае пузырьков воздуха в его просвете (Рис. 2). У 4 (18,1%) пациентов сигмо-везикальные свищи сопровождалась формированием небольших (до 2–2,5 см) абсцессов, вовлекающих стенку мочевого пузыря. Морфологическая верификация свища включала визуализацию свищевого хода и внутреннего свищевого отверстия (область разрушенного дивертикула) в сигмовидной кишке.

У 17 больных компьютерная томография выявила утолщение кишечной стенки от 0,5 см до 0,7 см протяженностью от 6,8 см до 9,2 см с облаковидным или тяжистым уплотнением параколической клетчатки без КТ признаков абсцессов или свищей. Лишь в двух наблюдениях по брыжеечному краю кишки на фоне воспалительной инфильтрации параколической

клетчатки были обнаружены единичные пузырьки воздуха (КТ-симптом микроперфорации дивертикула) (Рис. 3). Изменения в данной группе пациентов были расценены нами как паракишечный инфильтрат. В 8 наблюдениях в воспалительный процесс были вовлечены соседние органы (матка, левый яичник) и в 6 случаях — тазовая брюшина. Морфологическое

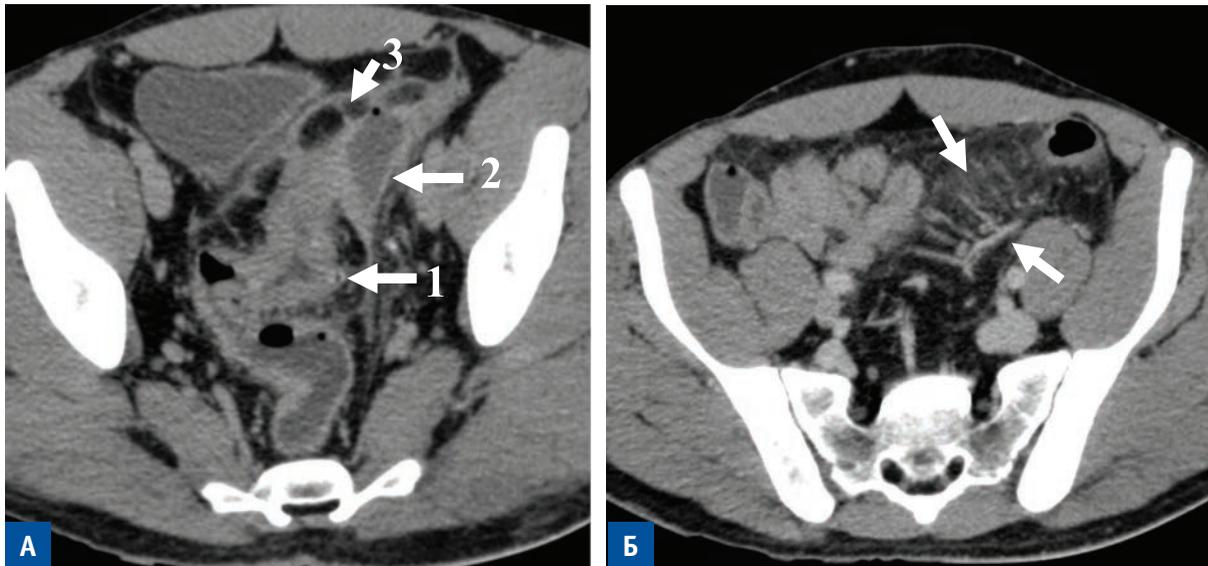


Рисунок 1. А. КТ с внутривенным контрастированием, аксиальная проекция. Утолщение стенки сигмовидной кишки до 1,1 см (стрелка 1); абсцесс размером до 4,2 см с пузырьком газа и неравномерно утолщенными стенками (стрелка 2); воспалительная инфильтрация клетчатки (стрелка 3); Б. Симптом «сороконожки» — выраженное кровенаполнение vasa recta брыжейки сигмовидной кишки (стрелки).

Figure 1. А. CT with intravenous contrast, axial projection. Thickening of the sigmoid colon wall up to 1.1 cm (arrow 1); an abscess up to 4.2 cm in size with a gas bubble and unevenly thickened walls (arrow 2); inflammatory infiltration of pericolic fat (arrow 3); Б. The «centipede» symptom is a pronounced blood filling of the vasa recta of the mesentery of the sigmoid colon (arrows).

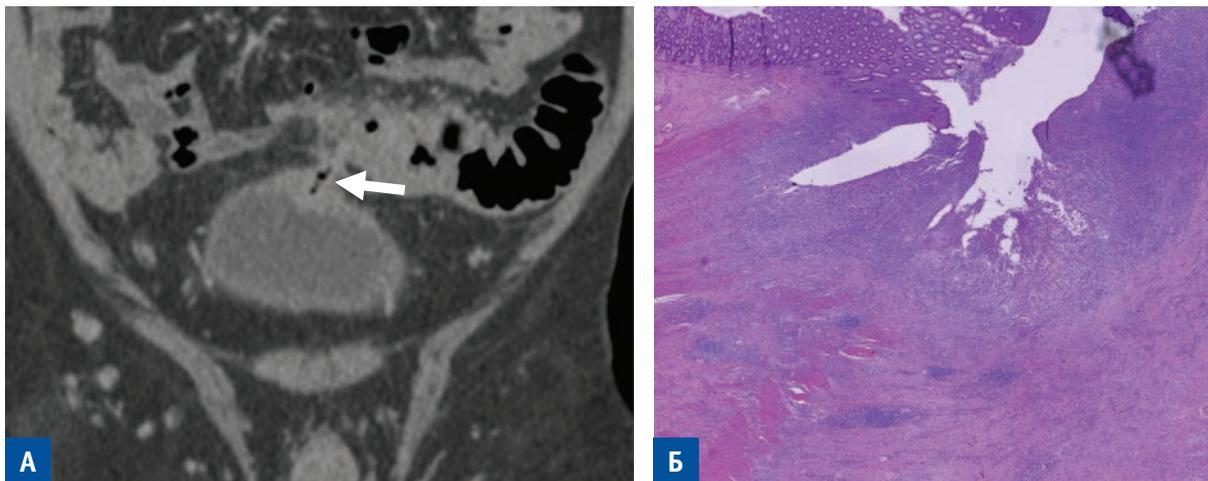


Рисунок 2. А. КТ с внутривенным контрастированием, коронарная проекция. На фоне воспалительного утолщения стенки сигмовидной кишки и воспалительной инфильтрации клетчатки визуализируется сигмовезикальный свищевой ход с пузырьками газа в просвете (стрелка); Б. Дивертикул с выраженной воспалительной инфильтрацией, полным разрушением стенки и наличием свищевых ходов. Микропрепарат $\times 40$, окраска гематоксилин и эозин.

Figure 2. А. CT with intravenous contrast, frontal projection. On the background of inflammatory thickening of the sigmoid colon wall and inflammatory infiltration pericolic fat, a sigmoidovesical fistulous tract with gas bubbles in the lumen is visualized (arrow); Б. Diverticulum with pronounced inflammatory infiltration, complete destruction of the wall and the presence of fistulous passages. Micropreparation $\times 40$, staining with hematoxylin and eosin

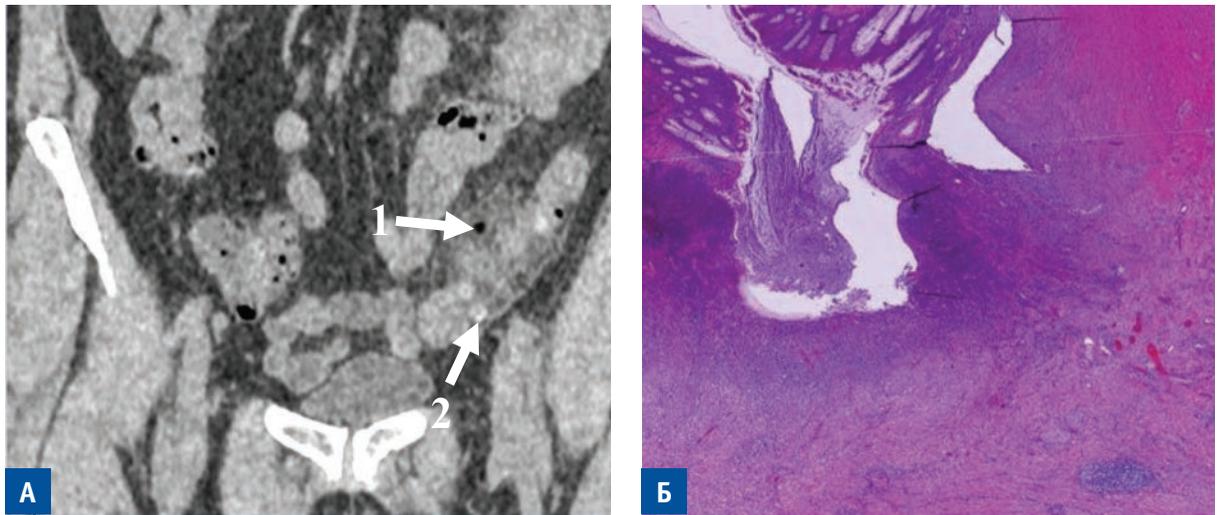


Рисунок 3. А. КТ с внутривенным контрастированием, фронтальная проекция. Визуализируется ограниченная инфильтрация клетчатки с наличием на этом фоне одиночного пузырька газа (стрелка 1). Определяются дивертикулы с контрастным содержимым (стрелка 2); Б. Дивертикул с выраженной воспалительной инфильтрацией и разрушением стенки. Микропрепарат $\times 40$, окраска гематоксилин и эозин

Figure 3. A. CT with intravenous contrast, frontal projection. Limited infiltration of pericolic fat with the presence of a single gas bubble on this background is visualized (arrow 1). Diverticula with contrasting content are identified (arrow 2); Б. Diverticulum with severe inflammatory infiltration and wall destruction. Micropreparation $\times 40$, staining with hematoxylin and eosin

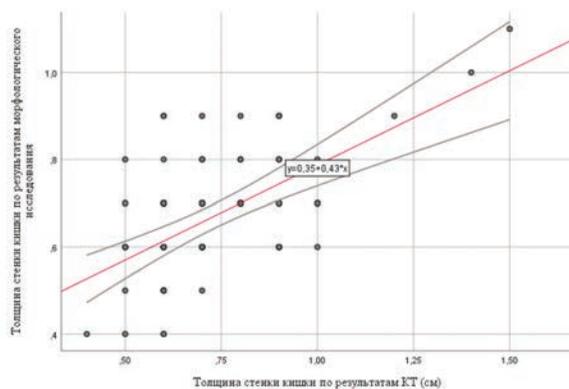


Рисунок 4. График регрессионной функции (толщина кишечной стенки)

Figure 4. Regression function graph (colon wall thickness)

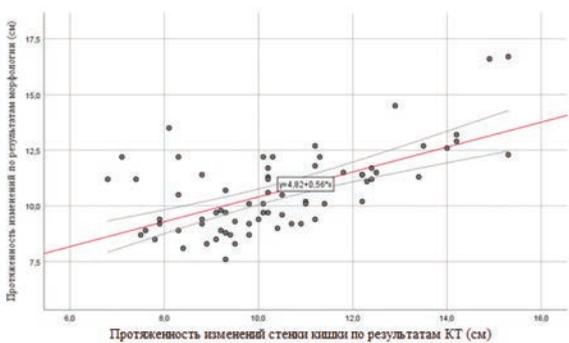


Рисунок 5. График регрессионной функции (протяженность кишечной стенки)

Figure 5. Regression function graph (length of the colon wall)

изучение препаратов удаленной кишки позволило в 16 случаях выявить разрушение дивертикула в виде микроперфорации только при микроскопическом исследовании. И лишь в одном наблюдении деструкция дивертикула была отмечена как при макро-, так и при микроскопическом исследовании, и сопровождалась формированием небольшой гнойной полости, не выявленной при КТ (этот пациент был отнесен в группу осложнений с абсцессами). Чувствительность КТ признака микроперфорации (газ в периколической клетчатке) в нашем исследовании составила всего 12,5% при высокой специфичности симптома (100%). Был проведен сравнительный анализ численных значений толщины кишечной стенки и протяженности воспалительных изменений кишечной стенки, полученных при КТ и морфологическом исследовании. По результатам анализа были получены данные, свидетельствующие о статистически значимой прямой корреляционной связи, оцененной с помощью коэффициента корреляции Спирмена, как в отношении утолщения кишечной стенки ($r_{xy} = 0,486$; $p < 0,001$), так и в отношении протяженности изменений кишечной стенки ($r_{xy} = 0,555$; $p < 0,001$) (Рис. 4,5). Был проведен анализ согласованности численных значений толщины стенки кишки и протяженности воспалительных изменений стенки кишки, полученных при КТ и морфологическом исследовании с помощью метода Blend-Altman. Результаты анализа демонстрируют высокую согласованность данных, полученных разными методами диагностики (Рис. 6, 7).

Таблица 3. Разбиение объектов выборки на два кластера и их сравнение*
Table 3. Splitting the sample objects into two clusters and comparing them*

КТ-параметр/признак	Первый кластер** (n = 16)	Второй кластер*** (n = 54)	Пороговое значение	p
Толщина стенки кишки, КТ (см) Me (Q ₁ -Q ₃)	0,60 (0,50-0,70)	0,70 (0,60-0,90)	0,80	0,002****
Протяженность изменений кишечной стенки, КТ (см) M ± SD Me (Q ₁ -Q ₃)	8,11 ± 0,72	10,5 (9,80-12,23)	9,20	< 0,001****
Протяженность инфильтрации клетчатки, КТ(см) Me (Q ₁ -Q ₃)	2,50 (2,30-2,75)	4,18 (2,9-5,73)	3,30	< 0,001****
Симптом «сороконожки»	5 (19,2%)	21 (80,8%)	–	0,579
Вовлечение соседних органов	8 (23,5%)	24 (76,5%)	–	0,826
Вовлечение тазовой брюшины	6 (21,2%)	16 (78,8%)	–	0,564

Примечание: * — Силуэтная мера связности и разделения составила 0,4, что соответствует среднему качеству кластеров; ** — микроперфорация; *** — макроперфорация; **** — различия показателей статистически значимы (p < 0,05, используемый метод: χ²-квадрат Пирсона)

По данным морфологического анализа препаратов удаленной кишки, разрушение дивертикула в виде макроперфорации (абсцессы и свищи) обнаружено у 54 больных (группа пациентов с макроперфорацией) и в виде микроперфорации (паракишечные инфильтраты) — в 16 наблюдениях (группа пациентов с микроперфорацией). Мы провели статистический анализ данных компьютерной томографии в каждой

из этих групп для выявления КТ-симптомов, которые, во-первых, могли бы с высокой долей вероятности позволить судить о наличии деструкции дивертикула в отсутствие явных КТ-признаков его разрушения (абсцессы, свищи, воздух в параколической клетчатке); во-вторых, обеспечили бы лучшую дифференциацию больных с макро- и микроперфорацией при КТ исследовании. В приведенном анализе не были использованы данные об абсцессах и свищах для достижения необходимой кросс-валидации.

В результате двухэтапного кластерного анализа были выделены два оптимальных кластера (Табл. 3). Доля первого кластера в общей структуре составляла 22,9%, второго — 77,1%. Первый и второй кластеры статистически значимо разделялись.

Статистически значимые различия между группами с макро- и микроперфорацией не были установлены в отношении КТ признаков вовлечения органов (p = 0,826), вовлечения тазовой брюшины (p = 0,564) и симптома «сороконожки» (p = 0,579). Статистически значимые различия выявлены для трех КТ признаков: толщина кишечной стенки (p = 0,002), протяженность воспалительных изменений стенки кишки (p < 0,001) и протяженность воспалительной инфильтрации клетчатки (p < 0,001) (Табл. 3; Рис. 8, 9, 10). Данные КТ признаки были оценены с помощью ROC-анализа для определения пороговых значений, при которых можно с высокой степенью вероятности судить о наличии микроперфорации (Рис. 11).

Пороговые значения составили: для толщины кишечной стенки 0,7 см (чувствительность — 66,7%, специфичность — 68,8%), для протяженности изменений стенки кишки 9,2 (чувствительность — 92,6%, специфичность — 93,8%), для протяженности инфильтрата 3,1 (чувствительность — 96,3%, специфичность — 93,8%) (Рис. 11, 12, 13, 14).

ОБСУЖДЕНИЕ

Целесообразность применения КТ для выявления воспалительных осложнений ДБОК является

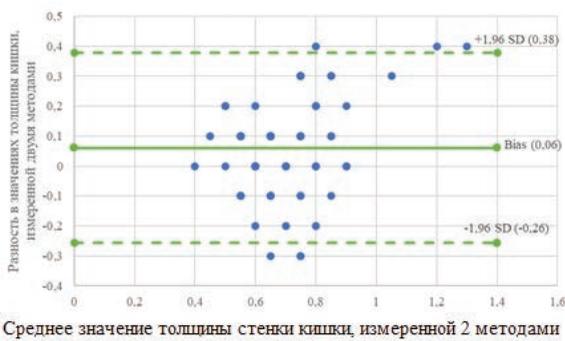


Рисунок 6. Диаграмма Blend-Altman в оценке согласованности значений толщины стенки кишки, измеренной при КТ и морфологическом исследовании

Figure 6. Blend-Altman diagram in assessing the consistency of the intestinal wall thickness measured by CT and morphological examination

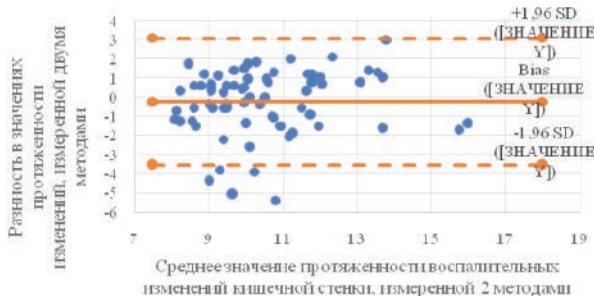


Рисунок 7. Диаграмма Blend-Altman в оценке согласованности значений протяженности воспалительных изменений кишечной стенки, измеренных при КТ и морфологическом исследовании

Figure 7. Blend-Altman diagram in assessing the consistency of the values of the extent of inflammatory changes in the intestinal wall, measured by CT and morphological examination

общепризнанным фактом, что обусловлено высокой диагностической эффективностью метода. По данным литературы, компьютерная томография обладает высокой чувствительностью (94–99,1%) и специфичностью (99–99,8%) в диагностике острого дивертикулита, таких осложнений как перфорация, абсцессы, свищи [3,10,11]. Показатели диагностической информативности КТ, полученные в нашем

исследовании, согласуются с данными публикаций других авторов. Так при сопоставлении с результатами морфологического исследования резецированных отделов ободочной кишки чувствительность и специфичность КТ составили при выявлении абсцессов 96,8% и 97,4%, соответственно; свищей ободочной кишки — 95% и 100%, паракишечных инфильтратов — 100% и 97%.

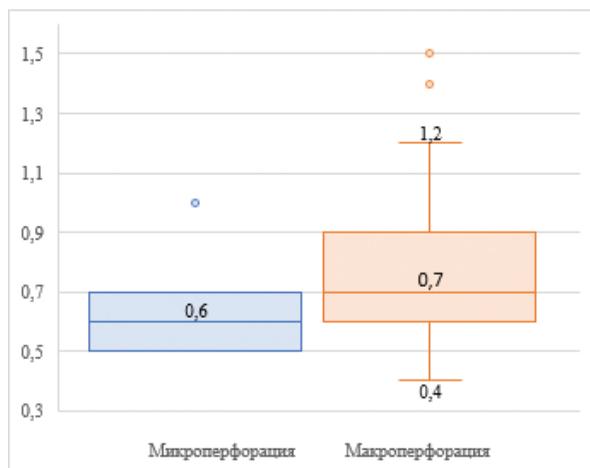


Рисунок 8. Распределение значений толщины кишечной стенки, измеренной при КТ, в группах пациентов с микроперфорацией и макроперфорацией (по результатам патоморфологического исследования)

Figure 8. Distribution of values of colon wall thickness measured by CT in groups of patients with microperforation and macroperforation (according to the results of pathomorphological examination)

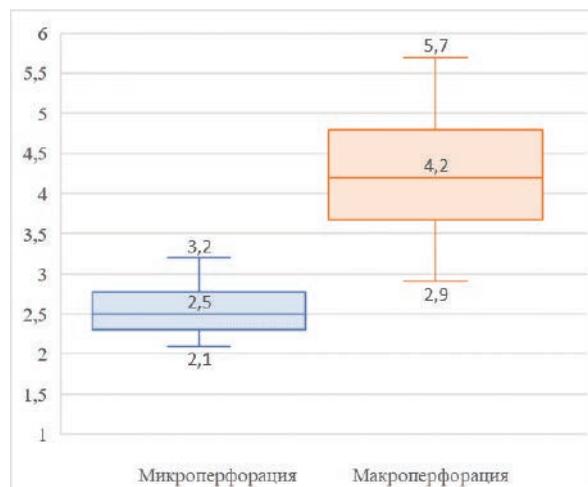


Рисунок 10. Распределение значений протяженности инфильтрата, измеренной при КТ, в группах пациентов с микроперфорацией и макроперфорацией (по результатам патоморфологического исследования)

Figure 10. Distribution of the length of the pericolic inflammation, measured by CT, in the groups of patients with microperforation and macroperforation (according to the results of pathomorphological examination)

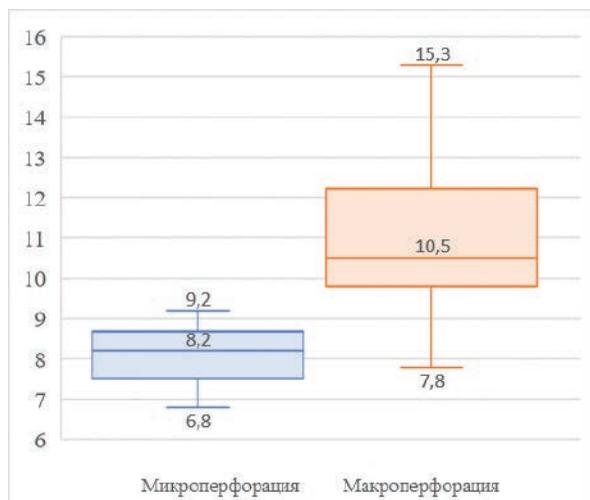


Рисунок 9. Распределение значений протяженности изменений кишечной стенки, измеренной при КТ, в группах пациентов с микроперфорацией и макроперфорацией (по результатам патоморфологического исследования)

Figure 9. Distribution of values of the extent of changes in the colon wall, measured by CT, in groups of patients with microperforation and macroperforation (according to the results of pathomorphological examination)

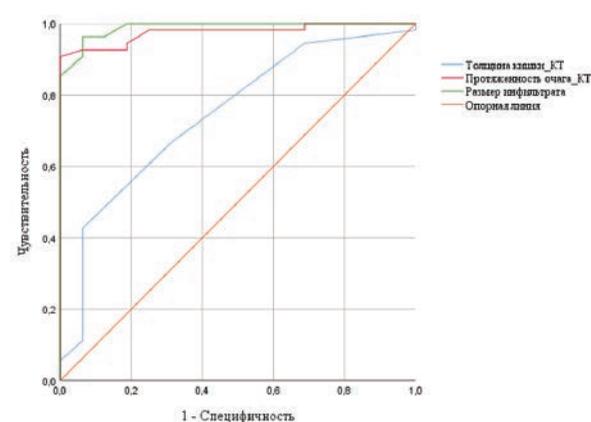
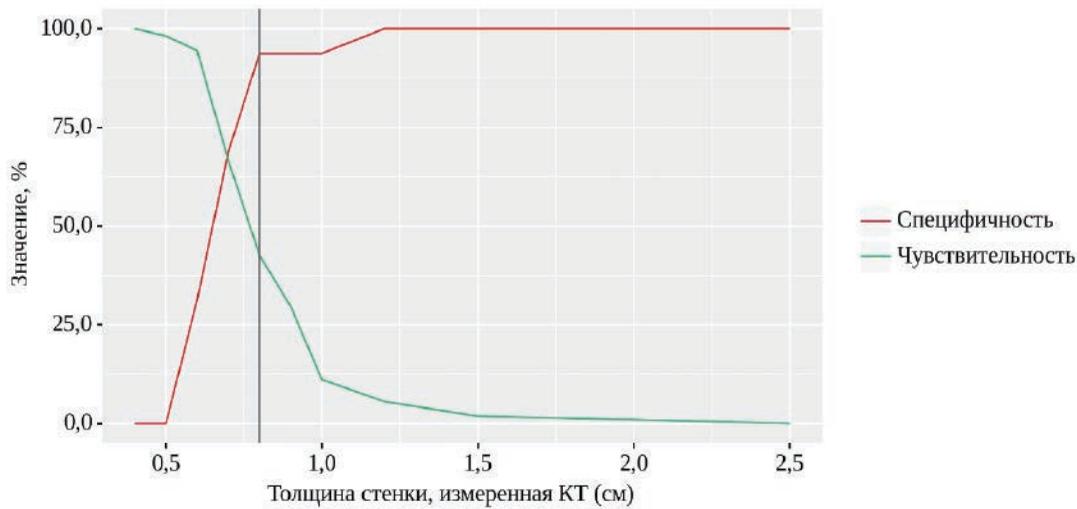


Рисунок 11. ROC-кривая, вероятность выявления микроперфорации в зависимости от толщины стенки кишки, протяженности изменений кишечной стенки, протяженности инфильтратов, выявленных при КТ.

Figure 11. ROC-curve, the probability of detecting microperforation depending on the thickness of the intestinal wall, the length of changes in the colon wall, the length of pericolic inflammation revealed by CT.

В последнее десятилетие авторы публикаций все большее внимание уделяют поиску КТ предикторов рецидива воспалительного процесса при ДБОК. Ambrosetti P. и соавт. предложили классификацию



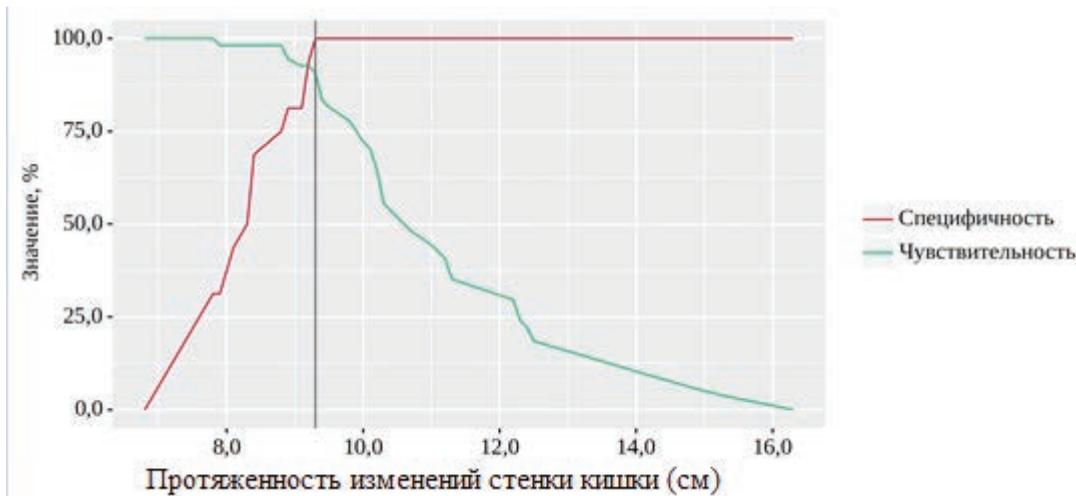
Пороговое значение при КТ, (см)	Чувствительность (Se), %	Специфичность (Sp), %
0,7	66,7	68,8

Пороговые значения толщины стенки (см) по результатам КТ. Микроперфорация прогнозировалась при значении толщины стенки, измеренной на КТ, выше данной величины или равном ей.

Threshold values of wall thickness (cm) based on CT results. Microperforation was predicted at CT wall thickness greater than or equal to this value.

Рисунок 12. Площадь под ROC-кривой толщины стенки кишки КТ составила $0,75 \pm 0,06$ с 95% ДИ: 0,62–0,87. Полученная модель была статистически значимой ($p = 0,002$).

Figure 12. The area under the ROC-curve of the CT colonic wall thickness was 0.75 ± 0.06 with 95% CI: 0.62–0.87. The resulting model was statistically significant ($p = 0.002$).



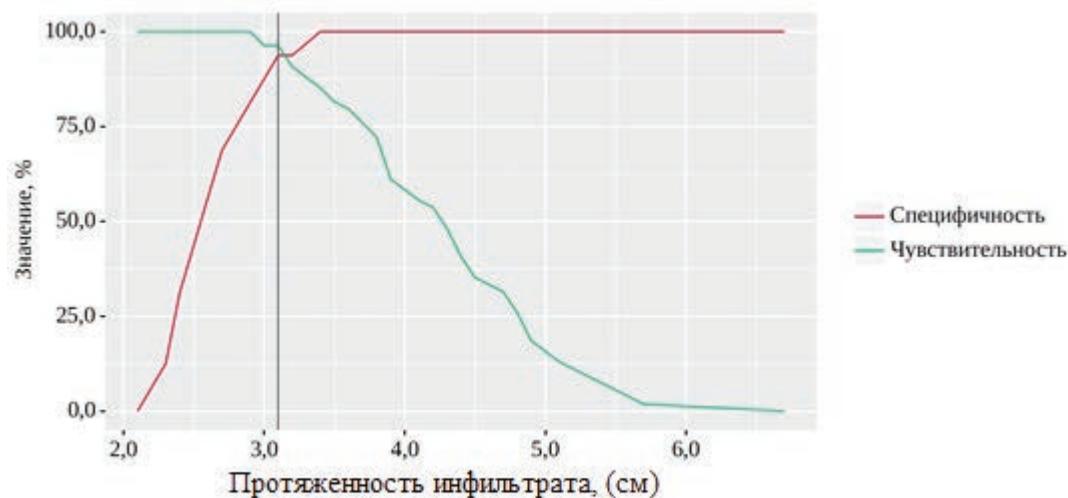
Пороговое значение при КТ, (см)	Чувствительность (Se), %	Специфичность (Sp), %
9,2	92,6	93,8

Пороговые значения протяженности изменений стенки кишки (см) по результатам КТ. Микроперфорация прогнозировалась при значении изменений стенки кишки, измеренной на КТ, выше данной величины или равном ей.

Threshold values of the extent of bowel wall changes (cm) based on CT results. Microperforation was predicted when the value of changes in the colonic wall, measured on CT, was greater than or equal to this value.

Рисунок 13. Площадь под ROC-кривой протяженности изменений стенки кишки по КТ составила $0,975 \pm 0,016$ с 95% ДИ: 0,943–1,000. Полученная модель была статистически значимой ($p < 0,001$).

Figure 13. The area under the ROC-curve of the length of changes in the colonic wall according to CT was 0.975 ± 0.016 with 95% CI: 0.943–1.000. The resulting model was statistically significant ($p < 0.001$).



Пороговое значение при КТ (см)	Чувствительность (Se), %	Специфичность (Sp), %
3,1	96,3	93,8

Пороговые значения протяженности инфильтрата по результатам КТ. Микроперфорация прогнозировалась при значении протяженности инфильтрата выше данной величины или равном ей
 Threshold values of the extent of the infiltrate according to the results of CT. Microperforation was predicted when the length of the infiltrate was greater than or equal to this value.

Рисунок 14. Площадь под ROC-кривой протяженности инфильтрата по результатам КТ составила $0,989 \pm 0,011$ с 95% ДИ: 0,968–1,000. Полученная модель была статистически значимой ($p < 0,001$).

Figure 14. The area under the ROC-curve of pericolic inflammation length according to the CT results was 0.989 ± 0.011 with 95% CI: 0.968–1.000. The resulting model was statistically significant ($p < 0.001$).

острого дивертикулита, основанную на КТ семиотике, согласно которой выделяют умеренно выраженный дивертикулит (утолщение кишечной стенки до 5 мм и более с инфильтрацией параколической клетчатки) и значительно выраженный дивертикулит (перфорация, абсцесс, внекишечный газ) [12]. Как показало дальнейшее исследование, предложенная классификация позволяет оценить вероятность развития повторных осложнений после медикаментозного лечения первого эпизода воспаления. При наблюдении в течение 5 лет после консервативной терапии первой атаки острого дивертикулита у 429 пациентов рецидивы воспалительного процесса чаще всего (49,0%) возникали у больных с КТ признаками значительно выраженного дивертикулита и в два раза реже (22%) у пациентов с КТ картиной умеренно выраженного дивертикулита [13]. Исследование Hall J.F. и соавт. выявило, что выраженная протяженность воспалительных изменений кишечной стенки и наличие абсцесса увеличивают риск развития рецидива дивертикулита, а исследование Dickerson E.C. и соавт. продемонстрировало, что максимальная толщина кишечной стенки и степень выраженности воспалительных изменений в периколической клетчатке позволяют прогнозировать повторное развитие воспалительного процесса [2,14].

В нашей работе мы провели сопоставление данных КТ и морфологического исследования резецированных фрагментов ободочной кишки с целью поиска дополнительных возможностей компьютерной томографии в выявлении деструкции стенки дивертикула при воспалительных осложнениях ДБОК. Разрешающие возможности КТ на сегодняшний день не позволяют визуализировать сам разрушенный дивертикул, и о наличии перфорации мы можем судить только по изменениям, являющимся последствиями деструкции дивертикула (абсцессы, свищи, газ в периколической клетчатке, свободный газ в брюшной полости). Выявление абсцессов и свищей при КТ исследовании свидетельствует о разрушении дивертикула (макроперфорации), наличие пузырьков газа в периколической клетчатке рассматривается как КТ-симптом микроперфорации [15,16]. В нашем исследовании последний признак был выявлен только у двух из 16 пациентов с морфологическими признаками микроперфорации и при высокой специфичности (100%) продемонстрировал крайне низкую чувствительность (12,5%). Мы не встретили в литературе данных о чувствительности этого высокоспецифичного КТ симптома. Таким образом, у 14 (87,5%) из 16 больных с морфологическими признаками микроперфорации мы не смогли диагностировать

ее при КТ, опираясь на известные КТ симптомы. Как показал проведенный нами ROC-анализ, толщина кишечной стенки, протяженность воспалительных изменений стенки кишки и протяженность воспалительной инфильтрации клетчатки, оцениваемые при КТ, позволяют с большей долей вероятности судить о наличии микро- или макроперфорации дивертикула. Каждый из указанных КТ признаков позволил найти такое пороговое значение параметра, при котором можно с высокой степенью достоверности прогнозировать наличие микроперфорации. Можно предположить, что наличие не диагностированной микроперфорации дивертикула является одной из причин рецидивов воспалительного процесса при ДБОК. Применение предлагаемого комплекса КТ признаков расширит диагностические возможности компьютерной томографии в выявлении больных с микроперфорацией дивертикула и поможет в стратификации пациентов при планировании хирургического лечения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

КТ параметры утолщения кишечной стенки, протяженности воспалительных изменений стенки кишки и протяженности инфильтрации клетчатки представляются значимыми для возможности прогнозирования наличия микроперфорации. Целесообразно проведение дальнейшего исследования с целью определения возможностей КТ в прогностической оценке выраженности воспалительных изменений,

что обеспечит более дифференцированный подход при выборе тактики лечения больных с воспалительными осложнениями ДБОК.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ

Концепция и дизайн: Белов Д.М., Зароднюк И.В., Москалев А.И., Майновская О.А.

Сбор и обработка материала: Белов Д.М.

Написание текста: Белов Д.М., Зароднюк И.В., Москалев А.И.

Редактирование текста: Зароднюк И.В., Москалев А.И.

AUTHORS CONTRIBUTION

Concept and design of the study: Denis M. Belov, Irina V. Zarodnyuk, Olga A. Maynovskaya, Alexey I. Moskalev

Processing of the material: Denis M. Belov

Writing of the text: Denis M. Belov, Irina V. Zarodnyuk, Alexey I. Moskalev

Editing: Irina V. Zarodnyuk, Alexey I. Moskalev

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ (ORCID)

Белов Д.М. — 0000-0003-2545-7966

Зароднюк И.В. — 0000-0002-9442-7480

Москалев А.И. — 0000-0002-3038-1524

Майновская О.А. — 0000-0001-8189-3071

INFORMATION ABOUT AUTHORS (ORCID)

Denis M. Belov — 0000-0003-2545-7966

Irina V. Zarodnyuk — 0000-0002-9442-7480

Alexey I. Moskalev — 0000-0002-3038-1524

Olga A. Maynovskaya — 0000-0001-8189-3071

ЛИТЕРАТУРА

1. Ардатская М.Д., Ачкасов С.И., Веселов В.В., Зароднюк И.В., и соавт. Дивертикулярная болезнь. *Колопроктология*. 2021;20(3):10–27. DOI: 10.33878/2073-7556-2021-20-3-10-27
2. Dickerson EC, Chong ST, Ellis JH, Watcharotone K, et al. Recurrence of Colonic Diverticulitis: Identifying Predictive CT Findings—Retrospective Cohort Study. *Radiology*. 2017 Dec;285(3):850–858. DOI: 10.1148/radiol.2017161374. Epub 2017 Aug 24. PMID: 28837412.
3. Laméris W, van Randen A, Bipat S, Bossuyt PM, et al. Graded compression ultrasonography and computed tomography in acute colonic diverticulitis: meta-analysis of test accuracy. *Eur Radiol*. 2008 Nov;18(11):2498–511. DOI: 10.1007/s00330-008-1018-6. Epub 2008 Jun 4. PMID: 18523784.
4. Andeweg CS, Wegdam JA, Groenewoud J, van der Wilt GJ, et al. Toward an evidence-based step-up approach in diagnosing diverticulitis. *Scand J Gastroenterol*. 2014 Jul;49(7):775–84. DOI: 10.3109/0365521.2014.908475. Epub 2014 May 30. PMID: 24874087.
5. Fowler H, Gachabayov M, Vimalachandran D, Clifford R, et al. Failure of nonoperative management in patients with acute diverticulitis complicated by abscess: a systematic review. *Int J Colorectal Dis*. 2021 Jul;36(7):1367–1383. DOI: 10.1007/s00384-021-03899-6. Epub 2021 Mar 7. PMID: 33677750.
6. El-Sayed C, Radley S, Mytton J, Evison F, et al. Risk of Recurrent

Disease and Surgery Following an Admission for Acute Diverticulitis. *Dis Colon Rectum*. 2018 Mar;61(3):382–389. DOI: 10.1097/DCR.0000000000000939. PMID: 29420430.

7. Lee H, Gachabayov M, Rojas A, Felsenreich DM, et al. Systematic review of failure of nonoperative management in complicated sigmoid diverticulitis with abscess. *Langenbecks Arch Surg*. 2020 May;405(3):277–281. DOI: 10.1007/s00423-020-01872-5. Epub 2020 Apr 23. PMID: 32323008.

8. Andeweg CS, Berg R, Staal JB, ten Broek RP, et al. Patient-reported Outcomes After Conservative or Surgical Management of Recurrent and Chronic Complaints of Diverticulitis: Systematic Review and Meta-analysis. *Clin Gastroenterol Hepatol*. 2016 Feb;14(2):183–90. DOI: 10.1016/j.cgh.2015.08.020. Epub 2015 Aug 21. PMID: 26305068.

9. Ачкасов С.И., Москалев А.И., Трубачева Ю.Л., Филон А.Ф. Эффективность рифаксимины в лечении хронического рецидивирующего дивертикулита. *Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии*. 2012;22(2):71–76.

10. Ambrosetti P, Jenny A, Becker C, Terrier TF, et al. Acute left colonic diverticulitis—compared performance of computed tomography and water-soluble contrast enema: prospective evaluation of 420 patients. *Dis Colon Rectum*. 2000 Oct;43(10):1363–7. DOI: 10.1007/BF02236631. PMID: 11052512.

11. Weinrich JM, Bannas P, Avanesov M, Schlichting F, et al. MDCT in the Setting of Suspected Colonic Diverticulitis: Prevalence and Diagnostic Yield for Diverticulitis and Alternative Diagnoses. *AJR Am J Roentgenol.* 2020 Jul;215(1):39–49. DOI: 10.2214/AJR.19.21852. Epub 2020 Apr 22. PMID: 32319796.
12. Ambrosetti P, Becker C, Terrier F. Colonic diverticulitis: impact of imaging on surgical management — a prospective study of 542 patients. *Eur Radiol.* 2002 May;12(5):1145–9. DOI: 10.1007/s00330-001-1143-y. Epub 2001 Nov 8. PMID: 11976860.
13. Ambrosetti P. Value of CT for acute left-colonic diverticulitis: the surgeon's view. *Dig Dis.* 2012;30(1):51–5. DOI: 10.1159/000335717. Epub 2012 May 3. PMID: 22572685.
14. Hall JF, Roberts PL, Ricciardi R, Read T, et al. Long-term follow-up after an initial episode of diverticulitis: what are the predictors of recurrence? *Dis Colon Rectum.* 2011 Mar;54(3):283–8. DOI: 10.1007/DCR.0b013e3182028576. PMID: 21304297.
15. Minordi LM, Larosa L, Berte G, Pecere S, et al. CT of the acute colonic diverticulitis: a pictorial essay. *Diagn Interv Radiol.* 2020 Nov;26(6):546–551. DOI: 10.5152/dir.2020.19645. PMID: 33180020; PMCID: PMC7664754.
16. Sartelli M, Moore FA, Ansaloni L, et al. A proposal for a CT driven classification of left colon acute diverticulitis. *World J Emerg Surg.* 2015;10:3. Published 2015 Feb 19. DOI: 10.1186/1749-7922-10-3

REFERENCES

1. Ardatskaya M.D., Achkasov S.I., Veselov V.V., Zarodnyuk I.V. et al. Diverticular disease. *Koloproktologia.* 2021;20(3):10–27. (In Russ.). DOI: 10.33878/2073-7556-2021-20-3-10-27
2. Dickerson EC, Chong ST, Ellis JH, Watcharotone K, et al. Recurrence of Colonic Diverticulitis: Identifying Predictive CT Findings—Retrospective Cohort Study. *Radiology.* 2017 Dec;285(3):850–858. DOI: 10.1148/radiol.2017161374. Epub 2017 Aug 24. PMID: 28837412.
3. Laméris W, van Randen A, Bipat S, Bossuyt PM, et al. Graded compression ultrasonography and computed tomography in acute colonic diverticulitis: meta-analysis of test accuracy. *Eur Radiol.* 2008 Nov;18(11):2498–511. DOI: 10.1007/s00330-008-1018-6. Epub 2008 Jun 4. PMID: 18523784.
4. Andeweg CS, Wegdam JA, Groenewoud J, van der Wilt GJ, et al. Toward an evidence-based step-up approach in diagnosing diverticulitis. *Scand J Gastroenterol.* 2014 Jul;49(7):775–84. DOI: 10.3109/0365521.2014.908475. Epub 2014 May 30. PMID: 24874087.
5. Fowler H, Gachabayov M, Vimalachandran D, Clifford R, et al. Failure of nonoperative management in patients with acute diverticulitis complicated by abscess: a systematic review. *Int J Colorectal Dis.* 2021 Jul;36(7):1367–1383. DOI: 10.1007/s00384-021-03899-6. Epub 2021 Mar 7. PMID: 33677750.
6. El-Sayed C, Radley S, Mytton J, Evison F, et al. Risk of Recurrent Disease and Surgery Following an Admission for Acute Diverticulitis. *Dis Colon Rectum.* 2018 Mar;61(3):382–389. DOI: 10.1097/DCR.0000000000000939. PMID: 29420430.
7. Lee H, Gachabayov M, Rojas A, Felsenreich DM, et al. Systematic review of failure of nonoperative management in complicated sigmoid diverticulitis with abscess. *Langenbecks Arch Surg.* 2020 May;405(3):277–281. DOI: 10.1007/s00423-020-01872-5. Epub 2020 Apr 23. PMID: 32323008.
8. Andeweg CS, Berg R, Staal JB, ten Broek RP, et al. Patient-reported Outcomes After Conservative or Surgical Management of Recurrent and Chronic Complaints of Diverticulitis: Systematic Review and Meta-analysis. *Clin Gastroenterol Hepatol.* 2016 Feb;14(2):183–190. DOI: 10.1016/j.cgh.2015.08.020. Epub 2015 Aug 21. PMID: 26305068.
9. Achkasov S.I., Moskalev A.I., Trubacheva Yu.L., Filon A.F. et al. The effectiveness of rifaximin in the treatment of chronic recurrent diverticulitis. *Russian journal of gastroenterology, hepatology, coloproctology.* 2012;22(2):71–76. (In Russ.).
10. Ambrosetti P, Jenny A, Becker C, Terrier TF, et al. Acute left colonic diverticulitis—compared performance of computed tomography and water-soluble contrast enema: prospective evaluation of 420 patients. *Dis Colon Rectum.* 2000 Oct;43(10):1363–7. DOI: 10.1007/BF02236631. PMID: 11052512.
11. Weinrich JM, Bannas P, Avanesov M, Schlichting F, et al. MDCT in the Setting of Suspected Colonic Diverticulitis: Prevalence and Diagnostic Yield for Diverticulitis and Alternative Diagnoses. *AJR Am J Roentgenol.* 2020 Jul;215(1):39–49. DOI: 10.2214/AJR.19.21852. Epub 2020 Apr 22. PMID: 32319796.
12. Ambrosetti P, Becker C, Terrier F. Colonic diverticulitis: impact of imaging on surgical management — a prospective study of 542 patients. *Eur Radiol.* 2002 May;12(5):1145–9. DOI: 10.1007/s00330-001-1143-y. Epub 2001 Nov 8. PMID: 11976860.
13. Ambrosetti P. Value of CT for acute left-colonic diverticulitis: the surgeon's view. *Dig Dis.* 2012;30(1):51–5. DOI: 10.1159/000335717. Epub 2012 May 3. PMID: 22572685.
14. Hall JF, Roberts PL, Ricciardi R, Read T, et al. Long-term follow-up after an initial episode of diverticulitis: what are the predictors of recurrence? *Dis Colon Rectum.* 2011 Mar;54(3):283–8. DOI: 10.1007/DCR.0b013e3182028576. PMID: 21304297.
15. Minordi LM, Larosa L, Berte G, Pecere S, et al. CT of the acute colonic diverticulitis: a pictorial essay. *Diagn Interv Radiol.* 2020 Nov;26(6):546–551. DOI: 10.5152/dir.2020.19645. PMID: 33180020; PMCID: PMC7664754.
16. Sartelli M, Moore FA, Ansaloni L, et al. A proposal for a CT driven classification of left colon acute diverticulitis. *World J Emerg Surg.* 2015;10:3. Published 2015 Feb 19. DOI: 10.1186/1749-7922-10-3