



© Ю.А. Соловьева<sup>1</sup>, Н.А. Рубцова<sup>2</sup>, В.М. Хомяков<sup>2</sup>, Д.О. Кабанов<sup>2</sup>

## Возможности компьютерной томографии в предоперационной оценке перитонеального карциноматоза у больных раком желудка\*

<sup>1</sup>Государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Калужский областной клинический онкологический диспансер», г. Калуга, Российская Федерация

<sup>2</sup>Московский научно-исследовательский онкологический институт имени П.А. Герцена — филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр радиологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Российская Федерация

© Yulia A. Solovyova<sup>1</sup>, Natalia A. Rubtsova<sup>2</sup>, Vladimir M. Khomyakov<sup>2</sup>, Dmitry O. Kabanov<sup>2</sup>

## Diagnostic Performance of Computed Tomography in the Preoperative Assessment of Peritoneal Carcinomatosis in Gastric Cancer Patients\*\*

<sup>1</sup>Kaluga Regional Clinical Oncology Dispensary, Kaluga, the Russian Federation

<sup>2</sup>P.A. Herzen Medical and Research Institute — branch of National Medical Research Radiological Centre, Ministry of Health of Russia, Moscow, the Russian Federation

**Введение.** Карциноматоз брюшины относится к наиболее частым и неблагоприятным вариантам отдаленного метастазирования при раке желудка, нередко являясь единственным проявлением диссеминированного процесса. Стратификация пациентов в зависимости от распространенности поражения брюшины важна для выбора лечебной стратегии, зависящей от результатов предоперационного обследования.

**Цель.** Изучить диагностическую эффективность компьютерной томографии для предоперационной оценки распространенности перитонеального карциноматоза у больных раком желудка в сопоставлении с результатами диагностической лапароскопии и хирургической ревизии с послеоперационным гистологическим исследованием.

**Материалы и методы.** В исследование включены 42 пациента с верифицированным раком желудка и перитонеальным карциноматозом (средний возраст —  $61,1 \pm 9,9$  года), получавшие лечение в ГБУЗ «Калужский областной клинический онкологический диспансер» с 2019 по 2023 г. Для оценки распространенности процесса, включая поражение производных брюшины, всем пациентам были выполнены диагностическая лапароскопия, компьютерная томография с внутривенным контрастированием и с расчетом индекса перитонеального карциноматоза. Результаты диагностической лапароскопии и компьютерной томографии сопоставлены с данными хирургической ревизии и гистологическим заключением. Использованы критерии  $\chi^2$  Пирсона, Манна — Уитни и *post-hoc*-анализ.

**Результаты.** Диагностическая эффективность лапароскопии для оценки перитонеального карциноматоза при раке желудка была выше по сравнению с компьютерной томографией: чувствительность составила 97,81 против 80,05 %, специфичность — 66,9 против 63,38 %, Диагностическое значение отрицательного и положительного тестов: ДЗОТ — 92,23 против 54,87 %, ДЗПТ — 87,96 против 82,23 % соответственно. При анализе ROC-кривых площади под ними (AUC) для диагностической лапароско-

**Introduction.** Peritoneal carcinomatosis (PC) is one of the most common and prognostically unfavorable patterns of metastasis in gastric cancer (GC), often representing the sole manifestation of disseminated disease. Stratification of patients based on the extent of peritoneal involvement is crucial for determining the treatment strategy, which depends on preoperative imaging findings.

**Aim.** To evaluate the diagnostic performance of contrast-enhanced computed tomography (CT) for the preoperative assessment of PC extent, measured by the Peritoneal Carcinomatosis Index (PCI), in patients with GC, in comparison with diagnostic laparoscopy (DL) and surgical/histopathological findings.

**Materials and Methods.** The study included 42 patients with verified GC and PC (mean age  $61.1 \pm 9.9$  years) treated at the Kaluga Regional Clinical Oncology Dispensary between 2019 and 2023. To assess the extent of the disease, including involvement of peritoneal structures, all patients underwent DL, contrast-enhanced CT with PCI calculation. The results of DL and CT were compared against surgical and histological data. Statistical analysis employed Pearson's  $\chi^2$ , Mann-Whitney U, and *post-hoc* tests.

**Results.** DL demonstrated superior diagnostic accuracy in assessing peritoneal carcinomatosis in GC compared to CT. The sensitivity, specificity, negative predictive value (NPV), and positive predictive value (PPV) for DL were 97.81, 66.9, 92.23 %, and 87.96 %, respectively, versus 80.05, 63.38, 54.87, and 82.23 % for CT. The area under the ROC curve (AUC) was 0.8431 for DL and 0.733 for CT. Post-hoc analysis revealed that CT agreement with histology was highest (93–98 %) in PCI regions 4, 5, and 8, and lowest (52–64 %)

\* Статья содержит онлайн-приложение, в котором размещены дополнительные материалы.

\*\*The article contains an online supplement, which provides additional materials.

пии и компьютерной томографии составили 0,8431 и 0,733 соответственно. По данным *post-hoc*-анализа, наибольшая согласованность результатов компьютерной томографии с результатами гистологического исследования была отмечена в регионах 4, 5 и 8 — 93–98 %, наименьшая — 52–64 % — в регионах 1, 9, 10, 11, 12. Диагностическая лапароскопия демонстрировала стабильно высокую согласованность с гистологическими данными (71–100 %), достигая 100 % в регионах 6 и 8. Основным ограничением компьютерной томографии явилась низкая чувствительность при выявлении очагов  $\leq 0,5$  см.

**Заключение.** Компьютерная томография не позволяет достоверно исключить перитонеальный карциноматоз при раке желудка из-за высокой частоты ложноотрицательных результатов в отношении мелких ( $< 0,5$  см) метастазов в области тонкой кишки. Поэтому основная роль компьютерной томографии смещается от «скринингового» исключения перитонеального карциноматоза к подтверждению экстраабдоминальных метастазов, что влияет на выбор тактики лечения и предотвращает неоправданные лапаротомии.

**Ключевые слова:** рак желудка; карциноматоз брюшины; индекс перитонеального карциноматоза; компьютерная томография

**Для цитирования:** Соловьева Ю.А., Рубцова Н.А., Хомяков В.М., Кабанов Д.О. Возможности компьютерной томографии в предоперационной оценке перитонеального карциноматоза у больных раком желудка. *Вопросы онкологии*. 2026; 72(4): 780–789. -DOI: <https://doi.org/10.37469/0507-3758-2026-72-4-OF-2530>

in regions 1, 9, 10, 11, and 12. DL showed consistently high agreement (71–100 %) across all regions, reaching 100 % in regions 6 and 8. A key limitation of CT was its low sensitivity in detecting metastatic lesions  $\leq 0.5$  cm.

**Conclusion.** CT is unreliable for definitively excluding PC in GC due to its high false-negative rate for small ( $< 0.5$  cm) metastases, particularly in the small intestine region. Therefore, the primary role of CT should shift from attempting to “screen out” PC to confirming the presence of extra-abdominal metastases, guiding treatment strategy and preventing unnecessary laparotomies.

**Keywords:** gastric cancer; peritoneal carcinomatosis; Peritoneal Carcinomatosis Index (PCI); computed tomography

**For Citation:** Yulia A. Solovyova, Natalia A. Rubtsova, Vladimir M. Khomyakov, Dmitry O. Kabanov. Diagnostic performance of computed tomography in the preoperative assessment of peritoneal carcinomatosis in gastric cancer patients. *Voprosy Onkologii = Problems in Oncology*. 2026; 72(4): 780–789. -DOI: <https://doi.org/10.37469/0507-3758-2026-72-4-OF-2530>

✉ Контакты: Соловьева Юлия Алексеевна, [albussik@yandex.ru](mailto:albussik@yandex.ru)

## Введение

В 2023 г. в Российской Федерации на долю рака желудка (РЖ) приходилось 5,0 % от общего числа выявленных случаев злокачественных новообразований (ЗНО) [1]. Согласно данным международного агентства GLOBOCAN, в 2020 г. в 185 странах мира было выявлено почти 1,1 млн новых случаев РЖ, и около 770 тыс. человек умерли от данного заболевания (Morgan E., 2022), пятилетняя выживаемость больных РЖ при всех стадиях не превышает 25 % [2]. Наиболее неблагоприятный прогноз отмечается у пациентов с перитонеальным карциноматозом (ПК), при котором пятилетний рубеж переживает менее 5 % пациентов [3]. Карциноматоз брюшины является одним из наиболее частых и неблагоприятных вариантов отдаленного метастазирования при РЖ. В 12–40 % случаев ПК может быть единственным проявлением диссеминированного РЖ [4; 5]. Частота синхронного ПК по результатам стадирующих лапароскопий варьирует от 13 до 40 % [6; 7].

В настоящее время основным методом лечения больных диссеминированным РЖ остается системная химиотерапия, при этом частота объективного терапевтического ответа при ПК ниже, чем при висцеральных метастазах, и не превышает 14–25 % с медианой выживаемости 8–10 мес. [8].

По литературным данным, использование системной химиотерапии в сочетании с внутрибрюшной аэрозольной химиотерапии под давлением (PIPAC — Pressurized IntraPeritoneal Aerosol Chemotherapy), в качестве индукционной терапии при планировании циторедуктивных операций и при паллиативном лечении больных РЖ с ПК, демонстрирует более высокую эффективность по сравнению со стандартной системной химиотерапией [9]. В опубликованных российских и мировых исследованиях получены доказательства значительного улучшения выживаемости больных РЖ при выполнении циторедуктивных операций после индукционной терапии у больных с ограниченным карциноматозом (PCI  $< 7$ , CY+) [10, 11, 12]. В связи с этим важным условием при выборе лечебной тактики (операция, системная химиотерапия, внутрибрюшная химиотерапия и их комбинации) у больных РЖ с ПК, наряду с оценкой первичной опухоли, является определение распространенности карциноматоза брюшины с подсчетом индекса перитонеального карциноматоза (ИПК) [13].

«Золотым стандартом» оценки распространенности ПК при РЖ на сегодняшний день остается диагностическая лапароскопия (ДЛ). Однако ДЛ часто бывает технически сложной и недостаточно информативной из-за спаечного процесса после ранее перенесенных вмешательств, которые затрудняют обзор поверхности

брюшины (при метастатическом карциноматозе). Кроме того, ДЛ бывает сопряжена с рисками развития осложнений как любая инвазивная манипуляция [10; 14].

Благодаря широкой доступности, возможности проведения одновременного исследования органов грудной полости и всех этажей брюшной полости, выполнению сканирования тонкими срезами (менее 1 мм) и построению мультипланарных реконструкций, компьютерная томография (КТ) с внутривенным контрастным усилением является методом выбора в оценке отдаленного метастазирования. С помощью КТ еще на дооперационном этапе возможно получение диагностической информации, позволяющей оценить резектабельность опухолевого процесса. Однако информативность КТ в диагностике метастатического поражения брюшины зависит не только от органной принадлежности первичной опухоли, но и от ее гистологической структуры, размеров диссеминатов и их локализации [15]. Установлен ряд ограничений КТ в обнаружении небольших (менее 1 см) или изоденсивных метастазов по брюшине, особенно локализованных в сложных анатомических областях (малый сальник, серозная оболочка тонкой кишки, левое поддиафрагмальное пространство, корень брыжейки). Авторы отмечают недостаточную тканевую и пространственную визуализацию КТ у пациентов с кахексией, при малой толщине опухолевого поражения брюшины, особенно в условиях отсутствия асцита [16]. Ограничения КТ требуют анализа возможностей предоперационного алгоритма обследования больных РЖ при подозрении на ПК. Согласно клиническим рекомендациям, КТ является методом выбора для стадирования РЖ, позволяя оценить перитонеальное распространение (с подсчетом ИПК), отдаленные метастазы и вовлечение критических структур, что определяет резектабельность и тактику циторедукции.

Учитывая показатели заболеваемости РЖ и частоту синхронного ПК, неоднородность результатов по информативности КТ в зависимости от размеров и локализации перитонеальных метастазов, было предпринято исследование, направленное на изучение возможностей предоперационной КТ в сравнении с результатами ДЛ как «золотого стандарта» при оценке брюшины в рамках планирования циторедуктивного хирургического лечения. Цель исследования — изучить диагностическую эффективность КТ для предоперационной оценки распространенности опухолевого поражения брюшины с расчетом ИПК у больных РЖ в сопоставлении с результатами диагностической лапароскопии и хирургической ревизии с послеоперационным гистологическим исследованием.

## Материалы и методы

Данное исследование построено на основе ретроспективного анализа результатов предоперационной оценки распространенности ПК у больных РЖ. В исследование были включены 42 пациента с верифицированным РЖ с метастатическим поражением брюшины, проходившие обследование и лечение в ГБУЗ «Калужский областной клинический онкологический диспансер» в период с 2019 по 2023 г. Средний возраст пациентов составил  $61,1 \pm 9,9$  года. Соотношение пациентов по полу: 15 (35,7 %) женщин и 27 (64,3 %) мужчин. По гистологической структуре преобладал перстневидноклеточный рак и низкодифференцированная аденокарцинома (*low grade*) — встречались в 12 (28,5 %) и в 11 (26,2 %) случаях соответственно. У трех (7,1 %) пациентов диагностирована высокодифференцированная аденокарцинома (*high grade*); у двух (4,7 %) выявлен веретенноклеточный рак; смешанная аденокарцинома — у семи (16,7 %) пациентов; тубулярная аденокарцинома — у пяти (12 %); высокодифференцированная аденокарцинома — у трех (7,1 %), и веретенноклеточный рак — у двух человек (4,7 %).

Всем пациентам в рамках предоперационного стадирования была выполнена КТ органов грудной и брюшной полостей, малого таза с внутривенным мультифазным контрастированием. По результатам предоперационной КТ проводилась оценка распространенности опухолевого процесса, включая детализацию состояния производных брюшины с обязательным расчетом ИПК. Для каждого пациента формировался оценочный лист с указанием размера и локализации выявленных очагов, с заполнением таблицы, содержащей информацию о результатах КТ.

Расчет ИПК для каждого пациента производился согласно шкале, предложенной Р. Sugarbaker [10; 15]. Для вычисления ИПК брюшная полость подразделяется на 13 условных областей (рис. 1) каждая из которых оценивается по четырехбалльной шкале от 0 до 3 в зависимости от размеров выявленных узлов: 0 баллов — опухолевый узел не определяется; 1 балл — опухолевый узел менее 5 мм в максимальном диаметре; 2 балла — опухолевый узел от 5 мм до 5 см в максимальном диаметре; 3 балла — опухолевый узел более 5 см в максимальном диаметре (или опухолевая инфильтрация).

Брюшная полость подразделена на 13 областей, границы которых определяются в соответствии с анатомическими ориентирами: серповидная связка, желудочно-селезеночная связка, поперечная ободочная кишка и ее брыжейка, ости крыльев подвздошных костей, вход в малый таз. Распределение анатомических структур

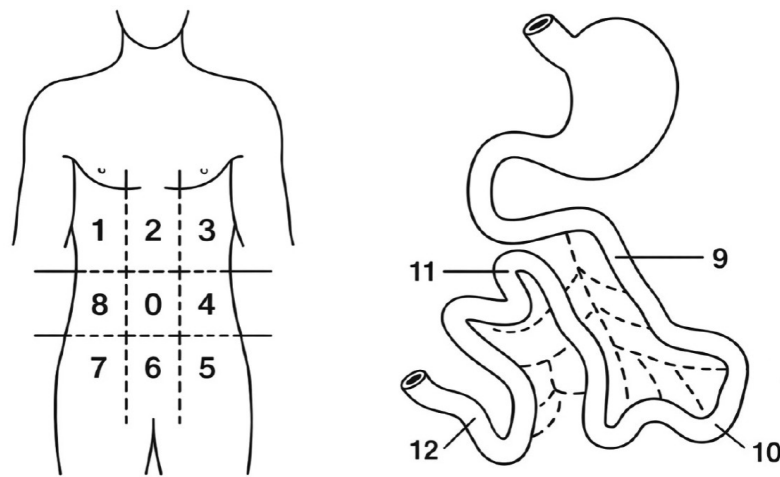


Рис. 1. Схема деления брюшной полости для расчета индекса перитонеального карциноматоза (P. Sugarbaker)  
Fig. 1. Diagram of the abdominal cavity subdivision for calculating the Peritoneal Carcinomatosis Index (PCI) (P. Sugarbaker)

по областям представлено в табл. 1 (см. приложение онлайн).

Измерения опухолевых узлов проводились по наибольшему диаметру. Первичные опухоли или местные рецидивы в зоне первичной локализации исключались из оценки. При наличии инфильтрации брюшины автоматически выставилось 3 балла, несмотря на размеры. Максимальное значение ИПК составляло 39 баллов ( $13 \times 3$ ), когда размеры узлов во всех 13 выделяемых областях превышали 5 см в диаметре либо сливались в инфильтраты.

#### Компьютерная томография

КТ была выполнена на 64-срезовом компьютерном томографе Magnetom Definition (Siemens). Протокол проведения КТ в рамках предоперационного стадирования у больных РЖ представлен в табл. 2 (см. приложение онлайн).

Для внутривенного контрастирования использовалось неионное низкоосмолярное йодсодержащее рентгеноконтрастное средство (РКС) с содержанием йода 350 и 370 мг/мл из расчета вводимой дозы 1 мл на 1 кг массы тела со скоростью введения 3–3,5 мл/с. Постпроцессинговая обработка и анализ изображений выполнялся с использованием рабочей станции SyngoVia (VB60A\_HF07). Всем 42 (100 %) пациентам проводилось сканирование в непрерывном режиме «все тело» (грудная, брюшная полость и малый таз) в положении пациента «лежа на спине», с задержкой дыхания после внутривенного болюсного введения РКС путем непрерывного сканирования на всем протяжении указанных анатомических областей.

Оценка ПК выполнялась на серии изображений, полученных в венозную фазу контрастирования, при величине задержки 60–80 с от начала введения РКС. Применение других фаз контрастирования (бесконтрастной, артериальной,

портальной, отсроченной) использовалось для уточнения характера выявляемых изменений в печени и оценки состояния мочевыделительной системы при первичном стадировании опухолевого процесса. Для улучшения визуализации стенок тонкой и ободочной кишки их просвет расправляли путем дробного перорального контрастирования водой температурой 30–35 °C в объеме 1000 мл либо применялось позитивное контрастирование водорастворимым контрастом (йопромидом, йогексолом) в разведении с водой в пропорции 1: 4, за 30–40 мин до исследования.

С полной версией раздела «Диагностическая лапароскопия и другие этапы хирургического лечения» можно ознакомиться в онлайн-приложении.

*Статистическая обработка.* Содержание раздела вынесено в онлайн-приложение.

#### Результаты

По результатам предоперационной КТ, перитонеальные метастазы (ПМ) у 15 (35,7 %) пациентов выявлялись в виде очагового поражения большого сальника, у 11 (26,2 %) пациентов — в виде узлов и инфильтрации в производных малого сальника, у восьми (19,0 %) были выявлены очаги по париетальной брюшине правого латерального канала и правой подвздошной области, у шести (14,3 %) — по париетальной брюшине в дугласовом пространстве, у 12 (28,6 %) отмечались милиарно-инфильтративные проявления ПМ по серозной оболочке тощей и подвздошной кишки, у 11 (26,2 %) ПК затрагивал брыжейку тонкой кишки.

По данным предоперационной КТ, у 25 (59,52 %) пациентов ПК определялся в виде очагов размерами  $\leq 1,0$  см. Очаги размерами  $\leq 0,5$  см были выявлены в 15 (35,7 %) случаях

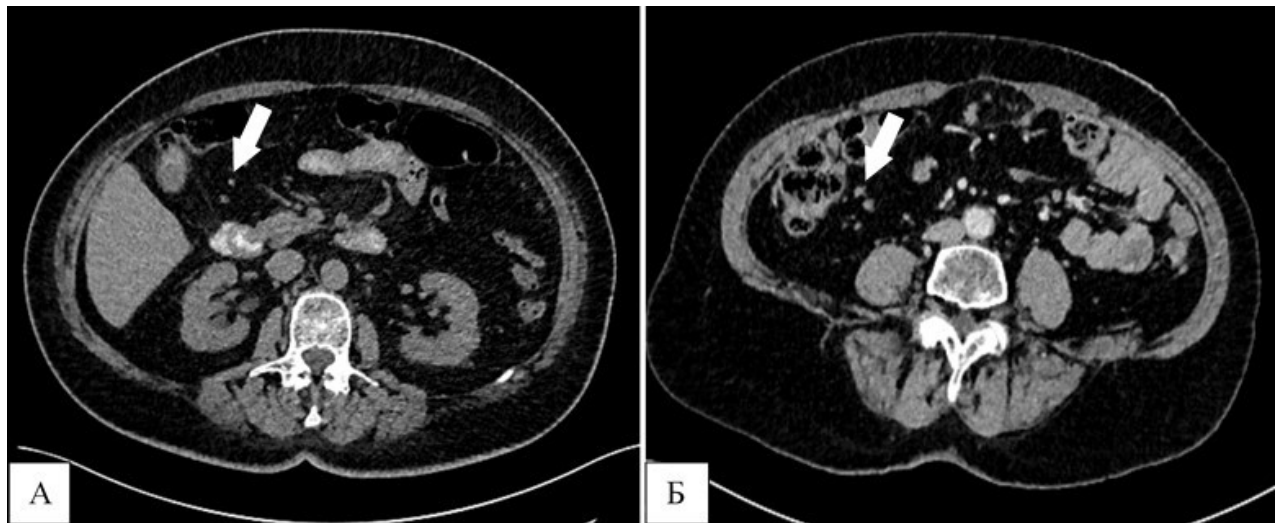


Рис. 2. КТ-томограммы органов брюшной полости в аксиальной проекции у пациента с муцинозной аденокарциномой желудка: А — в нативную фазу, Б — в порто-венозную фазу контрастирования. Стрелками указаны мелкоочаговые диссемины (5 мм) в проекции брыжейки восходящей ободочной кишки. Нативная фаза демонстрирует наличие фрагментарного кальцинирования очагов

Fig. 2. Axial CT images of the abdomen in a patient with mucinous gastric adenocarcinoma: (A) Native (non-contrast) phase, (B) Portal venous (contrast) phase. Arrows indicate 5-mm metastatic deposits within the mesentery of the ascending colon. Focal calcifications are visible within the lesions on the non-contrast image

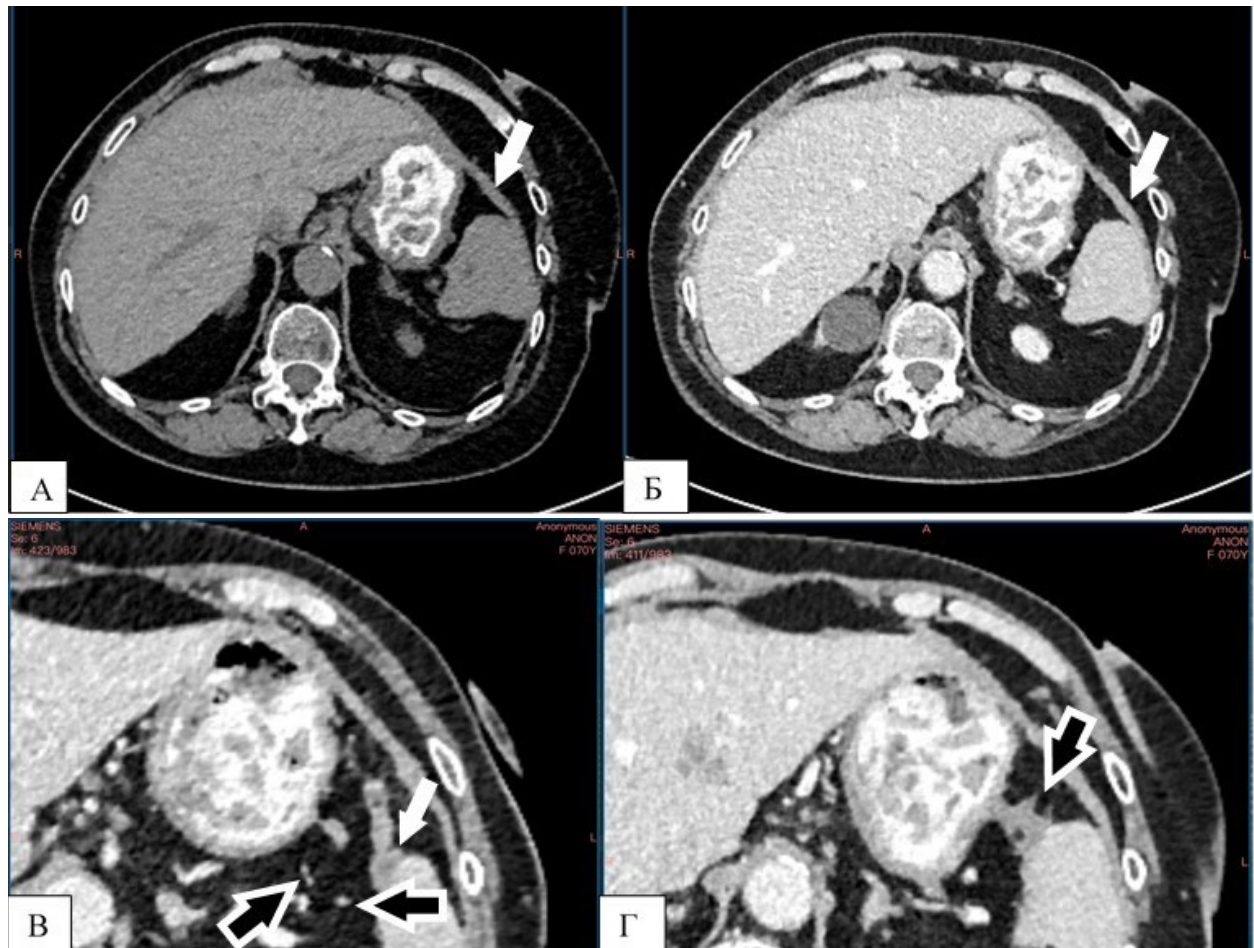


Рис. 3. КТ-томограммы органов брюшной полости в аксиальной проекции у пациентки с муцинозной аденокарциномой желудка: А — в нативную фазу; Б, В, Г — в порто-венозную фазу. Белыми стрелками показано неравномерное утолщение парietальной брюшины левого поддиафрагмального пространства с повышенным контрастным усилением. В, Г — черные стрелки с белым контуром указывают на мелкоочаговые диссемины и очаг в проекции желудочно-селезеночной связки

Fig. 3. Axial CT images of the abdomen in a patient with gastric mucinous adenocarcinoma: (A) Native (non-contrast) phase; (B, B, Г) Portal venous (contrast) phase. White arrows indicate irregular thickening and contrast enhancement of the parietal peritoneum in the left subphrenic space; (B, Г) Black arrows with white outlines point to small metastatic deposits and a lesion in the region of the gastro-splenic ligament

(рис. 2), очаги размерами от 0,5 до 1,0 см — в 10 (23,8 %) случаях. ПМ, превышающие 1,0 см — в четырех (9,5 %) случаях. Распределение очагов в зависимости от локализации и размеров приведено в табл. 3 (в приложении онлайн).

У 25 больных (59,52 %) поражение брюшины по КТ проявлялось в виде «инфильтративно-милиарного» неравномерного утолщения брюшины до 3–5 мм, что сопровождалось диффузным или мелкоочаговым накоплением контраста, сочетающимся в ряде случаев с «нежной» тягистостью окружающей клетчатки (рис. 3). У семи (16,7 %) больных отмечалась диффузная инфильтрация жировой ткани большого сальника с мелкими очаговыми изменениями в сочетании с асцитом (рис. 4). В четырех (9,5 %) наблюдениях асцит являлся единственным проявлением

ПК. Распределение асцита было ограниченным (верхние или нижние отделы брюшной полости) у 17 (40,4 %) пациентов, в то время как тотальное распространение по всем анатомическим зонам отмечалось у 18 (42,8 %) человек.

В исследовании проанализированы результаты оценки ИПК, полученной по данным предоперационной КТ, в сопоставлении с хирургической ревизией и послеоперационным гистологическим исследованием. В результате исследования установлено, что ДЛ имела более высокую информативность в оценке поражения брюшины по сравнению с предоперационной КТ (табл. 4, табл. 5, рис. 5). Сопоставление суммарных значений ИПК, рассчитанных по данным ДЛ и КТ у 42 больных распространенным РЖ, проведено в табл. 4 в приложении онлайн.

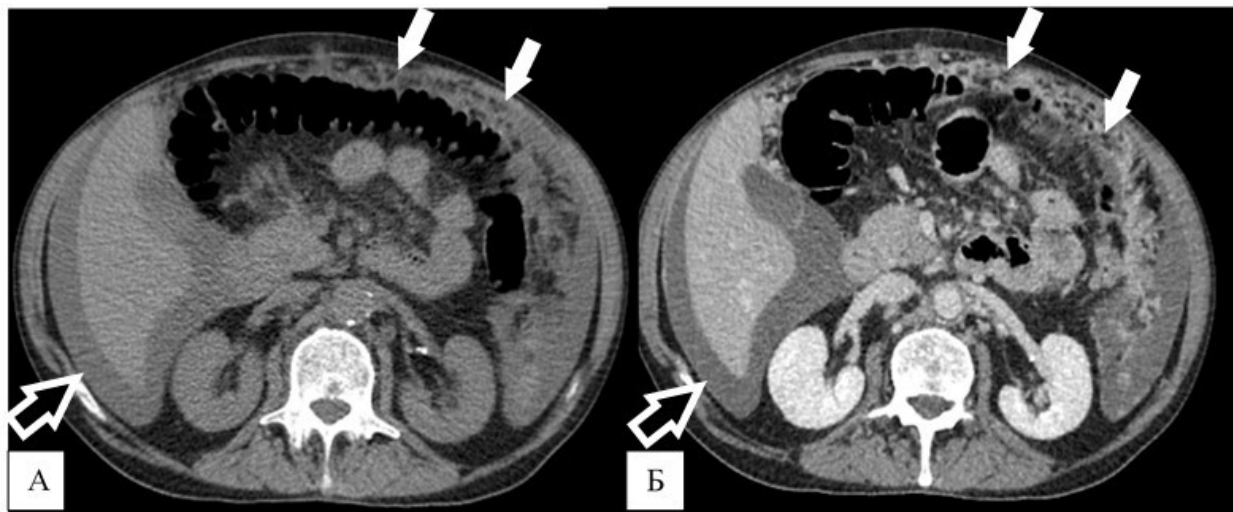


Рис. 4. КТ-томограммы органов брюшной полости в аксиальной проекции у с муцинозной аденокарциномой желудка: А — в нативную фазу, Б — в порто-венозную фазу контрастирования. Белыми стрелками показана диффузная инфильтрация жировой ткани большого сальника с наличием мелкоочаговых диссеминатов. Асцит в околопечечном пространстве и левом боковом канале брюшины указан черной стрелкой с белым контуром

Fig. 4. Axial CT images of the abdomen in a patient with gastric mucinous adenocarcinoma: (A) Native (non-contrast) phase; (B) Portal venous (contrast) phase. White arrows indicate diffuse infiltration of the greater omentum by small metastatic deposits. A black arrow with a white outline points to ascites in the perihepatic space and left paracolic gutter

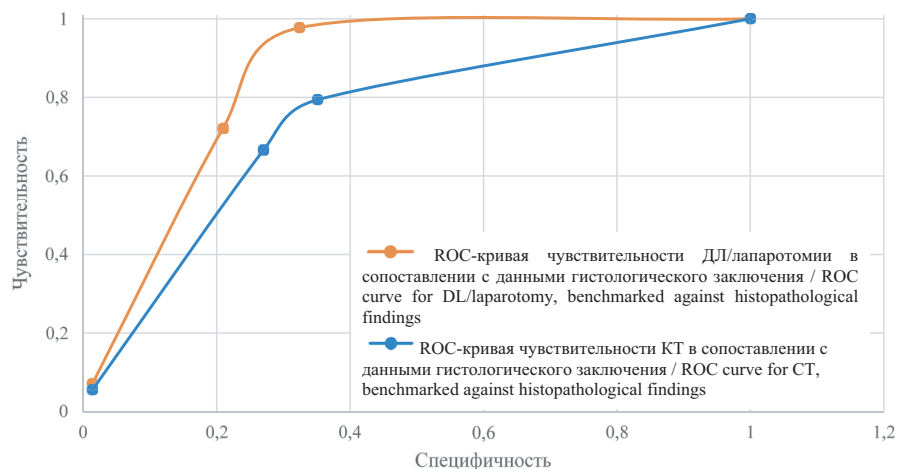


Рис. 5. ROC-кривая, график зависимости чувствительности от специфичности у больных РЖ, сопоставление результатов КТ и ДЛ с данными хирургической ревизии при лапаротомии и послеоперационной гистологии

Fig. 5. ROC curves comparing the diagnostic performance of CT and DL in GC patients. The results of CT and DL are benchmarked against surgical exploration during laparotomy and definitive postoperative histology

Сравнительный анализ результатов предоперационного обследования с данными хирургической ревизии и послеоперационным гистологическим исследованием показал статистически значимое преимущество ДЛ перед КТ. Значения площади под ROC-кривой для ДЛ и КТ составили:  $AUC = 0,8431$  и  $AUC = 0,7336$  соответственно.

По результатам исследования, КТ продемонстрировала общую чувствительность на уровне 80,05 % и специфичность — 63,38 %. Диагностическое значение отрицательного и положительного тестов (ДЗОТ и ДЗПТ) для КТ составило 54,87 и 82,23 % соответственно. В то же время ДЛ показала значительно более высокую

чувствительность (97,81 %) и несколько более высокую специфичность (66,90 %). Диагностическая ценность ДЛ также была выше: 92,23 % для отрицательного и 87,96 % для положительного теста.

Показатели чувствительности и специфичности методов КТ и ДЛ, а также согласованность данных относительно гистологии, рассчитанные для каждого из 13 анализируемых регионов брюшной полости, приведены в табл. 5. Согласованность КТ с результатами гистологического исследования варьировала от 52–64 % в наиболее трудных для визуализации отделах (зоны 1, 9–12) до 93–98 % в зонах с более выраженными морфологическими проявлениями

**Таблица 5. Сравнительный анализ региональной диагностической чувствительности и специфичности КТ и ДЛ по регионам брюшной полости**

| № региона в соответствии со схемой ИПК | Чувствительность |       | Специфичность |       | Согласованность результатов ДЛ/КТ с гистологическим заключением |        |
|----------------------------------------|------------------|-------|---------------|-------|-----------------------------------------------------------------|--------|
|                                        | ДЛ               | КТ    | ДЛ            | КТ    | ДЛ                                                              | КТ     |
| 0                                      | 91 %             | 91 %  | 88 %          | 38 %  | 90,5 %                                                          | 81 %   |
| 1                                      | 92 %             | 67 %  | 44 %          | 33 %  | 71,4 %                                                          | 52,4 % |
| 2                                      | 96 %             | 100 % | 25 %          | 0 %   | 69 %                                                            | 61,9 % |
| 3                                      | 97 %             | 70 %  | 67 %          | 75 %  | 88,1 %                                                          | 71,4 % |
| 4                                      | 100 %            | 94 %  | 86 %          | 86 %  | 97,6 %                                                          | 92,9 % |
| 5                                      | 100 %            | 100 % | 93 %          | 79 %  | 97,6 %                                                          | 92,9 % |
| 6                                      | 100 %            | 82 %  | 100 %         | 100 % | 100 %                                                           | 88,1 % |
| 7                                      | 100 %            | 90 %  | 92 %          | 92 %  | 97,6 %                                                          | 90,5 % |
| 8                                      | 100 %            | 82 %  | 68 %          | 79 %  | 100 %                                                           | 97,6 % |
| 9                                      | 100 %            | 62 %  | 54 %          | 69 %  | 85,7 %                                                          | 64,3 % |
| 10                                     | 100 %            | 55 %  | 38 %          | 54 %  | 81 %                                                            | 54,8 % |
| 11                                     | 100 %            | 65 %  | 63 %          | 88 %  | 92,9 %                                                          | 69 %   |
| 12                                     | 93 %             | 50 %  | 50 %          | 100 % | 92,9 %                                                          | 64,3 % |

**Table 5. Comparative analysis of regional diagnostic sensitivity and specificity of CT and DL across abdominal regions**

| PCI Region | Sensitivity |       | Specificity |       | Histological agreement between the results of DL/CT and histological findings |        |
|------------|-------------|-------|-------------|-------|-------------------------------------------------------------------------------|--------|
|            | DL          | CT    | DL          | CT    | DL                                                                            | CT     |
| 0          | 91 %        | 91 %  | 88 %        | 38 %  | 90.5 %                                                                        | 81 %   |
| 1          | 92 %        | 67 %  | 44 %        | 33 %  | 71.4 %                                                                        | 52.4 % |
| 2          | 96 %        | 100 % | 25 %        | 0 %   | 69 %                                                                          | 61.9 % |
| 3          | 97 %        | 70 %  | 67 %        | 75 %  | 88.1 %                                                                        | 71.4 % |
| 4          | 100 %       | 94 %  | 86 %        | 86 %  | 97.6 %                                                                        | 92.9 % |
| 5          | 100 %       | 100 % | 93 %        | 79 %  | 97.6 %                                                                        | 92.9 % |
| 6          | 100 %       | 82 %  | 100 %       | 100 % | 100 %                                                                         | 88.1 % |
| 7          | 100 %       | 90 %  | 92 %        | 92 %  | 97.6 %                                                                        | 90.5 % |
| 8          | 100 %       | 82 %  | 68 %        | 79 %  | 100 %                                                                         | 97.6 % |
| 9          | 100 %       | 62 %  | 54 %        | 69 %  | 85.7 %                                                                        | 64.3 % |
| 10         | 100 %       | 55 %  | 38 %        | 54 %  | 81 %                                                                          | 54.8 % |
| 11         | 100 %       | 65 %  | 63 %        | 88 %  | 92.9 %                                                                        | 69 %   |
| 12         | 93 %        | 50 %  | 50 %        | 100 % | 92.9 %                                                                        | 64.3 % |

карциноматоза (зоны 4–5 и 8). Диагностическая лапароскопия демонстрировала стабильно высокую согласованность с данными гистологического заключения (71–100 %), достигая 100 % в зонах малого таза и правого латерального канала.

У 29 (69 %) пациентов КТ хотя бы в одной из зон дала ложноотрицательный (ЛО) результат. По данным ДЛ, ЛО-результаты встречались у шести (14,28 %) пациентов и были обусловлены отсутствием адекватного доступа для взятия материала для патоморфологического исследования из-за развившегося спаечного процесса или на фоне прорастания опухоли. В этом случае операционный материал был получен при эксплоративной лапаротомии или паллиативном хирургическом вмешательстве. Ложноположительные (ЛП) случаи, по данным ДЛ, были обусловлены воспалительными и реактивными изменениями брюшины и клетчатки (гистологически лимфоидная инфильтрация) и регистрировались хотя бы в одной из зон у 26 (61,9 %) пациентов. ЛП-результаты по КТ были связаны с воспалительными и реактивными изменениями клетчатки, проявившимися тонкой тяжистостью и повышением плотности. Реактивно измененные лимфатические узлы большого сальника с синусовым гистиоцитозом и пролиферацией фолликулов были ложно интерпретированы по КТ-изображениям как признаки ПК. Распределение ложных результатов для каждого метода представлено в онлайн-приложении в табл. 6.

К категории ЛО-результатов для ДЛ были отнесены четыре (9,5 %) клинических случая, когда диагностическая процедура была расширена до эксплоративной (или паллиативной) лапаротомии с биопсией для морфологической верификации.

Анализ статистически значимых различий в зависимости от выставленных баллов при подсчете ИПК по данным КТ и ДЛ с применением критерия  $\chi^2$  Пирсона представлен в онлайн-приложении в табл. 7.

Сравнительный анализ межгрупповых различий результатов расчета ИПК для КТ и ДЛ/лапаротомии в зависимости от локализации и размеров перитонеальных метастазов представлен в приложении онлайн в табл. 8.

### Обсуждение

Несмотря на ограничения предоперационной КТ, метод включен в клинические рекомендации по стадированию РЖ как наиболее доступный и информативный для выявления отдаленного и лимфогенного метастазирования [18, 19]. КТ позволяет оценить резектабельность, однако ее точность ограничена при

мелких (< 1,0 см) имплантатах по брюшине, сложных анатомических локализациях (малый сальник, серозная оболочка тонкой кишки, левое поддиафрагмальное пространство, корень брыжейки), кахексии, малой толщине перитонеального поражения и асците [16]. Отрицательный результат КТ не исключает ПК: высокая частота ложноотрицательных заключений, особенно при очагах < 0,5 см на серозной оболочке тонкой кишки, что обусловлено недостаточной разрешающей способностью метода.

*Post-hoc*-анализ показал, что основные диагностические расхождения связаны с недооценкой мелкоочаговых и милиарных форм ПК с выставлением категории «0». В то же время категория «2 балла» для КТ демонстрирует диагностическую надежность и ассоциируется с истинным опухолевым поражением брюшины, подтверждая высокую информативность КТ при макроскопически выраженных очагах. Категории «1» и «3» не оказывают существенного влияния на общую структуру различий, что связано с диагностической неопределенностью первой и клинической очевидностью второй.

В опубликованных работах, посвященных изучению возможностей КТ в оценке распространенности ПК при РЖ, КТ показала высокую информативность при макроскопическом размере опухоли > 0,5 см, а точность достигала 100 % при размерах более 5,0 см [20, 21, 22].

Результаты представленного исследования согласуются с данными М. Kim и соавт. (2019). Сравнительный анализ диагностической информативности ДЛ и предоперационной КТ в прогнозировании ИПК у пациентов с распространенным РЖ показал более высокую диагностическую информативность ДЛ (общая диагностическая чувствительность (ДЧ) — 92,3 %, диагностическая специфичность (ДС) — 57,4 %, ДЗПТ — 62,6 %, ДЗОТ — 91 %, AUC — 0,903) против КТ (ДЧ — 73,1 %, ДС — 96 %, ДЗПТ — 90,5 %, ДЗОТ — 82,2 %, AUC — 0,647) [23]. Авторы отметили снижение ДЧ КТ до 43 % при милиарных диссеминатах  $\leq 0,5$  см, тогда как при очагах > 0,5 см ДЧ возрастала до 89 %, что при высоких значениях ДЗОТ (82,2 %) позволяет стратифицировать пациентов для циторедуктивной хирургии.

Зависимость информативности КТ от размеров очагов и анатомической локализации подтверждена А. Laghi с соавт. (2017) — низкая диагностическая эффективность метода при выявлении диссеминатов размерами  $\leq 0,5$  см [24]. Сопоставимые данные Z.Y. Li и соавт. (2020) также свидетельствуют о преимуществе ДЛ над КТ в оценке ПК у больных РЖ и невозможности отказа от ДЛ в пользу предоперационной КТ [25].

## Заключение

Предоперационная КТ и ДЛ взаимно дополняют друг друга в выборе тактики лечения распространенного РЖ. Отсутствие отдаленных метастазов при КТ в сочетании с ИПК < 7 баллов являются надежными критериями при отборе пациентов для выполнения оптимальной циторедуктивной хирургии.

Высокая частота ложноотрицательных результатов при имплантатах размерами  $\leq 0,5$  см обусловлена недостаточным разрешением КТ, что существенно снижает ее диагностическую ценность. Роль предоперационной КТ смещается от «скринингового» исключения ПК к подтверждению явных (макроскопических) признаков распространенности опухолевого процесса.

Низкая чувствительность КТ при очагах размерами  $\leq 0,5$  не позволяет отказаться от ДЛ. Тем не менее, КТ остается методом выбора для оценки отдаленного метастазирования и оптимизации лечебной стратегии: она позволяет избежать неоправданной ДЛ при экстраабдоминальном распространении, выраженном асците или обширном поражении областей 9, 10, 11, 12 с вовлечением тонкой кишки и ее брыжейки, когда хирургическое лечение на первом этапе нецелесообразно, а риск послеоперационных осложнений остается значительным.

### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

### Финансирование

Исследование проведено без спонсорской поддержки.

### Funding

The study was performed without external funding.

### Соблюдение прав пациентов и правил биоэтики

Исследование выполнено в соответствии с Хельсинкской декларацией ВМА в редакции 2013 г. Все пациенты, включенные в исследование, проходили диагностическое обследование и получали лечение в рамках рутинной практики после подписания информированного согласия на обследование и лечение. Персональные данные пациентов не использовались при проведении исследования.

*Compliance with patient rights and principles of bioethics*

This trial was conducted in accordance with the ethical standards of the Declaration of Helsinki (2013 revision). All patients underwent diagnostic examinations and received treatment as part of standard clinical practice after providing informed consent. No personal patient data were used in the conduct of this study.

### Участие авторов:

Соловьева Ю.А. — подбор источников литературы, обзор международных данных, написание текста статьи, оформление рисунков;

Рубцова Н.А. — создание концепции научной работы; идея публикации, проверка текста статьи с внесением ценного интеллектуального содержания;

Хомяков В.М. — критический пересмотр с внесением ценного интеллектуального содержания;

Кабанов Д.О. — статистическая обработка данных.

### Authors' contributions

Solovyova Yu.A.: literature review, collection and analysis of international data, manuscript drafting, and figure preparation.

Rubtsova N.A.: study conception and design, manuscript concept, and critical review and revision of the manuscript with valuable intellectual input.

Khomyakov V.M.: critical revision of the manuscript with valuable intellectual input.

Kabanov D.O.: statistical processing.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Под ред. А.Д. Каприна, et al. Злокачественные новообразования в России в 2023 году (заболеваемость и смертность). М.: МНИОИ им. П.А. Герцена — филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России. 2024; 276 (ил.).-ISBN: 978-5-85502-298-8.-URL: <https://oncology-association.ru/wp-content/uploads/2024/08/zis-2023-elektronnaya-versiya.pdf> (10.07.2025). [Ed. by A.D. Kaprin, et al. Malignant neoplasms in Russia in 2023 (morbidity and mortality). Moscow: P.A. Herzen Moscow Oncology Research Institute — branch of the National Medical Research Center of Radiology of the Ministry of Health of the Russian Federation. 2024; 276 (il.).-ISBN: 978-5-85502-298-8.-URL: <https://oncology-association.ru/wp-content/uploads/2024/08/zis-2023-elektronnaya-versiya.pdf> (10.07.2025) (In Rus)].
2. Bray F., Ferlay J., Soerjomataram I., et al. Global cancer statistics 2018: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA Cancer J Clin.* 2018; 68(6): 394-424.-DOI: <https://doi.org/10.3322/caac.21492>.
3. Yamada N., Akai A., Nomura Y., Tanaka N. The impact and optimal indication of non-curative gastric resection for stage IV advanced gastric cancer diagnosed during surgery: 10 years of experience at a single institute. *World J Surg Oncol.* 2016; 14: 79.-DOI: <https://doi.org/10.1186/s12957-016-0790-z>.
4. Cotte E., Passot G., Gilly F.N., Glehen O. Selection of patients and staging of peritoneal surface malignancies. *World J Gastrointest Oncol.* 2010; 2(1): 31-5.-DOI: <https://doi.org/10.4251/wjgo.v2.i1.31>.
5. Thomassen I., van Gestel Y.R., van Ramshorst B., et al. Peritoneal carcinomatosis of gastric origin: a population-based study on incidence, survival and risk factors. *Int J Cancer.* 2014; 134(3): 622-8.-DOI: <https://doi.org/10.4251/wjgo.v2.i1.31>.
6. Allen C.J., Blumenthaler A.N., Das P., et al. Staging laparoscopy and peritoneal cytology in patients with early stage gastric adenocarcinoma. *World J Surg Oncol.* 2020; 18(1).-DOI: <https://doi.org/10.1186/s12957-020-01813-y>.
7. Halle-Smith J.M., Bage T., Kamarajah S.K., et al. A preoperative predictive tool to assess the need for staging laparoscopy in oesophagogastric cancer patients. *Ann R Coll Surg Engl.* 2024; 106(4): 369-376.-DOI: <https://doi.org/10.1308/rcsann.2022.0140>.
8. Seshadri R.A., Glehen O. Cytoreductive surgery and hyperthermic intraperitoneal chemotherapy in gastric cancer. *World J Gastroenterol.* 2016; 22(3): 1114-30.-DOI: <https://doi.org/10.3748/wjg.v22.i3.1114>.
9. Аксенов С.А., Хомяков В.М., Рябов А.Б., et al. Конверсионная хирургия при раке желудка с ограниченным перитонеальным карциноматозом. *Онкология. Жур-*

- нал им. П.А. Герцена. 2024; 13(4): 510.-DOI: <https://doi.org/10.17116/onkolog2024130415>. [Aksenov S.A., Khomyakov V.M., Ryabov A.B., et al. Conversion surgery for gastric cancer with limited peritoneal carcinomatosis. *P.A. Herzen Journal of Oncology*. 2024; 13(4): 510.-DOI: <https://doi.org/10.17116/onkolog2024130415> (In Rus)].
10. Хомяков В.М., Рябов А.Б., Болотина Л.В., et al. Лечение больных раком желудка с канцероматозом брюшины. Современный взгляд и перспективы. *Онкология. Журнал им. П.А. Герцена*. 2017; 6(6): 413.-DOI: <https://doi.org/10.17116/onkolog2017664-13>. [Khomyakov V.M., Ryabov A.B., Bolotina L.V., et al. Treatment of patients with gastric cancer and peritoneal carcinomatosis: current views and perspectives. *P.A. Herzen Journal of Oncology*. 2017; 6(6): 413.-DOI: <https://doi.org/10.17116/onkolog2017664-13> (In Rus)].
  11. Koemans W.J., van der Kaaij R.T., Boot H., et al. Cytoreductive surgery and hyperthermic intraperitoneal chemotherapy versus palliative systemic chemotherapy in stomach cancer patients with peritoneal dissemination, the study protocol of a multicentre randomised controlled trial (PERISCOPE II). *BMC Cancer*. 2019; 19(1): 420.-DOI: <https://doi.org/10.1186/s12885-019-5640-2>.
  12. Ji Z.H., Yu Y., Liu G., et al. Peritoneal cancer index (PCI) based patient selecting strategy for complete cytoreductive surgery plus hyperthermic intraperitoneal chemotherapy in gastric cancer with peritoneal metastasis: A single-center retrospective analysis of 125 patients. *Eur J Surg Oncol*. 2021; 47(6): 1411-1419.-DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejso.2020.11.139>.
  13. Tonello M., Ortega-Perez G., Alonso-Casado O., et al. Peritoneal carcinomatosis arising from rectal or colonic adenocarcinoma treated with cytoreductive surgery (CRS) hyperthermic intraperitoneal chemotherapy (HIPEC): two different diseases. *Clin Transl Oncol*. 2018; 20(10): 1268-1273.-DOI: <https://doi.org/10.1007/s12094-018-1857-9>.
  14. Passot G., Dumont F., Goéré D., et al. BIG-RENAPE Surgery Working Group. Multicentre study of laparoscopic or open assessment of the peritoneal cancer index (BIG-RENAPE). *Br J Surg*. 2018; 105(6): 663-667.-DOI: <https://doi.org/10.1002/bjs.10723>.
  15. Zhao G., Wang X., Ji B., MD. Head-to-head comparison of 68Ga-FAPI PET/CT and FDG PET/CT for the detection of peritoneal metastases: systematic review and meta-analysis. *AJR Am J Roentgenol*. 2022; 220(4): 490-498.-DOI: <https://doi.org/10.2214/ajr.22.28402>.
  16. Van 't Sant I., Engbersen M.P., Bhairosing P.A., et al. Diagnostic performance of imaging for the detection of peritoneal metastases: a meta-analysis. *Eur Radiol*. 2020; 30(6): 3101-3112.-DOI: <https://doi.org/10.1007/s00330-019-06524-x>.
  17. Sammartino P., Biacchi D., Cornali T., et al. Computerized system for staging peritoneal surface malignancies. *Ann Surg Oncol*. 2016; 23(5): 1454-60.-DOI: <https://doi.org/10.1245/s10434-015-4966-5>.
  18. Бесова Н.С., Болотина Л.В., Гамаюнов С.В., et al. Практические рекомендации по лекарственному лечению рака желудка. Практические рекомендации RUSSCO, часть 1. Злокачественные опухоли. 2023; 13(3s2-1): 405-424.-DOI: <https://doi.org/10.18027/2224-5057-2023-13-3s2-1-405-424>. [Besova N.S., Bolotina L.V., Gamayunov S.V., et al. Practical guidelines for the drug treatment of gastric cancer. RUSSCO Practical Guidelines, Part 1. Malignant Tumors. 2023; 13(3s2-1): 405-424.-DOI: <https://doi.org/10.18027/2224-5057-2023-13-3s2-1-405-424> (In Rus)].
  19. Рак желудка. Клинические рекомендации. М.: Министерство здравоохранения Российской Федерации. 2023; 61.-URL: [http://disuria.ru/\\_ld/13/1336\\_kr20C16MZ.pdf](http://disuria.ru/_ld/13/1336_kr20C16MZ.pdf). [Gastric Cancer. Clinical Recommendations. Moscow. Ministry of Health of the Russian Federation. 2023; 61.-URL: [http://disuria.ru/\\_ld/13/1336\\_kr20C16MZ.pdf](http://disuria.ru/_ld/13/1336_kr20C16MZ.pdf) (In Rus)].
  20. Kim M., Jeong W.K., Lim S., et al. Gastric cancer: development and validation of a CT-based model to predict peritoneal metastasis. *Acta Radiologica*. 2020; 61(6): 732-742.-DOI: <https://doi.org/10.1177/0284185119882662>.
  21. Jiang Y., Liang X., Wang W., et al. Noninvasive prediction of occult peritoneal metastasis in gastric cancer using deep learning. *Clin Radiol*. 2018; 73(8): 756-756.-DOI: <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2020.32269>.
  22. Liu S., Shi H., Ji C., et al. Preoperative CT texture analysis of gastric cancer. *Clin Radiol*. 2018; 73(8): 756.e1-756.e9.-DOI: <https://doi.org/10.1016/j.crad.2018.03.00523>.
  23. Kim H.Y., Kim Y.H., Yun G., et al. Could texture features from preoperative CT image be used for predicting occult peritoneal carcinomatosis in patients with advanced gastric cancer? *PLoS One*. 2018; 13(3): e0194755.-DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0194755>.
  24. Laghi A., Bellini D., Rengo M., et al. Diagnostic performance of computed tomography and magnetic resonance imaging for detecting peritoneal metastases: systematic review and meta-analysis. *Radiol Med*. 2017; 122(1): 1-15.-DOI: <https://doi.org/10.1007/s11547-016-0682-x>.
  25. Li Z.Y., Tang L., Li Z.M., et al. Four-point computed tomography scores for evaluation of occult peritoneal metastasis in patients with gastric cancer: A region-to-region comparison with staging laparoscopy *Ann Surg Oncol*. 2020; 27(4): 1103-1109.-DOI: <https://doi.org/10.1245/s10434-019-07812-y>.

Поступила в редакцию / Received / 27.10.2025

Прошла рецензирование / Reviewed / 15.02.2026

Принята к печати / Accepted for publication / 19.03.2026

#### Сведения об авторах / Author information / ORCID

Юлия Алексеевна Соловьева / Iulia A. Solovyova / ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0000-1855-3429>; eLibrary SPIN: 7234-8884.

Наталья Алефтиновна Рубцова / Natalia A. Rubtsova / ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8378-4338>; eLibrary SPIN: 9712-9091; Author ID (Scopus): 15844343600.

Владимир Михайлович Хомяков / Vladimir M. Khomyakov / ORCID ID <https://orcid.org/0000-0001-8301-4528>; eLibrary SPIN: 4081-7701; Author ID (Scopus): 56740937000.

Дмитрий Олегович Кабанов / Dmitry O. Kabanov / ORCID ID <https://orcid.org/0000-0003-3550-0139>; eLibrary SPIN: 3464-9701; Author ID (Scopus): 57204831153.

