

УДК 616-006.6

DOI: <https://doi.org/10.17816/brmma.70384>

ДИАГНОСТИКА И Т-СТАДИРОВАНИЕ РАКА ЖЕЛУДКА: СРАВНЕНИЕ СТАНДАРТНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ И КОМПЬЮТЕРНО-ТОМОГРАФИЧЕСКОЙ ПНЕВМОГАСТРОГРАФИИ

© И.Д. Амелина¹, Л.Н. Шевкунов¹, А.М. Карачун^{1,2}, А.Е. Михнин^{1,2}, Д.В. Нестеров^{1,2,3}¹ Национальный медицинский исследовательский центр онкологии имени Н.Н. Петрова, Санкт-Петербург, Россия² Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова, Санкт-Петербург, Россия³ Российский научный центр радиологии и хирургических технологий имени академика А.М. Гранова, Санкт-Петербург, Россия

Резюме. Рассматриваются преимущества компьютерно-томографической пневмогастрографии с возможностью трехмерной визуализации и виртуальной гастроскопией в диагностировании рака желудка. В исследование вошли 479 пациентов, с гистологически установленным диагнозом рак желудка, проходившие лечение в Национальном медицинском исследовательском центре онкологии имени Н.Н. Петрова с 2011 по 2018 г. Из них 232 пациента получили предоперационную химиотерапию. Все пациенты были прооперированы: 70 — в объеме эндоскопической диссекции, 40 была выполнена проксимальная субтотальная резекция, 166 — дистальная субтотальная резекция, 203 — гастрэктомия. Всем пациентам на дооперационном этапе была проведена стадирующая компьютерная томография на 64-срезовом рентгеновском компьютерном томографе: 208 больным — компьютерная томография по стандартному протоколу без прицельной подготовки желудка к исследованию, 271 больному — с прицельной подготовкой желудка к исследованию по протоколу компьютерно-томографической пневмогастрографии. Чувствительность компьютерной томографии в оценке Т-стадии оценивались путем сравнения с патоморфологическими данными. Из 208 пациентов, которым была выполнена компьютерная томография по стандартному протоколу, опухоль желудка выявлена у 111 (53,4%), из 271 пациента, которым была выполнена компьютерно-томографическая пневмогастрография, опухоль желудка выявлена у 267 (98,52%), что является статистически значимым различием в сравнении методов компьютерной томографии (Pearson, χ^2 — 144,223, df = 1; p < 0,001). Выявлены статистически значимые различия при сравнении компьютерной томографии по стандартному протоколу и компьютерно-томографической пневмогастрографии в диагностировании рака желудка для всех категорий опухолей: T/yT1 — 8,2 и 94,4% (Pearson, χ^2 — 99,205, df = 1; p < 0,001), T/yT2 — 47,8 и 100% (Pearson, χ^2 — 24,681, df = 1; p < 0,001), T/yT3 — 72,3 и 100% (Pearson, χ^2 — 33,114, df = 1; p < 0,001), T/yT4 — 90 и 100% (Pearson, χ^2 — 4,789, df = 1; p = 0,029) соответственно. Также имеются статистически значимые различия при сравнении чувствительности компьютерной томографии по стандартному протоколу и компьютерно-томографической пневмогастрографии в определении опухолевой инвазии для всех категорий опухолей: T/yT1 — 0 и 69,4% (Pearson, χ^2 — 67,880, df = 1; p < 0,001), T/yT2 — 26,1 и 71,1% (Pearson, χ^2 — 11,666, df = 1; p < 0,001), T/yT3 — 32,9 и 84,6% (Pearson, χ^2 — 54,900, df = 1; p < 0,001), T/yT4 — 73,3 и 95,7% (Pearson, χ^2 — 7,916, df = 1; p = 0,005) соответственно. В целом чувствительность компьютерной томографии по стандартному протоколу в отношении определения Т-стадии рака желудка составила 28,4%, компьютерно-томографической пневмогастрографии — 77,1% (Pearson, χ^2 — 113,505, df = 1; p < 0,001). Компьютерно-томографическая пневмогастрография с возможностью трехмерной визуализации и виртуальной гастроскопией значительно повышает показатели эффективности диагностирования рака желудка — как ранних форм (категории T1), так и с более глубокой инвазией (категории T2–T4), демонстрирует высокие показатели чувствительности в определении T/yT-стадии.

Ключевые слова: рак желудка; ранний рак желудка; протокол сканирования; компьютерная томография; компьютерно-томографическая пневмогастрография; виртуальная гастроскопия; Т-стадия; yT-стадия.

Как цитировать:

Амелина И.Д., Шевкунов Л.Н., Карачун А.М., Михнин А.Е., Нестеров Д.В. Диагностика и Т-стадирование рака желудка: сравнение стандартной компьютерной томографии и компьютерно-томографической пневмогастрографии // Вестник Российской военно-медицинской академии. 2021. Т. 23, № 2. С. 99–106. DOI: <https://doi.org/10.17816/brmma.70384>

DOI: <https://doi.org/10.17816/brmma.70384>

DIAGNOSIS AND T-STAGING OF GASTRIC CANCER: COMPARISON OF STANDARD COMPUTED TOMOGRAPHY AND COMPUTED-TOMOGRAPHIC PNEUMOGASTROGRAPHY

© I.D. Amelina¹, L.N. Shevkunov¹, A.M. Karachun^{1, 2}, A.E. Mikhnin^{1, 2}, D.V. Nesterov^{1, 2, 3}¹ National Medical Research Center of Oncology named after N.N. Petrov, Saint Petersburg, Russia² North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint Petersburg, Russia³ Russian Scientific Center for Radiology and Surgical Technologies named after Academician A.M. Granova, Saint Petersburg, Russia

ABSTRACT: The advantages of computed tomographic pneumogastrography with the possibility of three-dimensional visualization and virtual gastroscopy in diagnosing gastric cancer are considered. The study included 479 patients with histologically diagnosed gastric cancer who were treated at the National Medical Research Center of Oncology named after N.N. Petrov from 2011 to 2018. 232 patients received preoperative chemotherapy. All patients underwent surgery: 70 — in the volume of endoscopic dissection, 40 — proximal subtotal resection, 166 — distal subtotal resection, 203 — gastrectomy. All patients at the preoperative stage underwent staging computed tomography on a 64-slice X-ray computed tomograph: 208 patients underwent computed tomography according to the standard protocol without targeted preparation of the stomach for the study, 271 patients with targeted preparation of the stomach for the study according to the computed tomographic pneumogastrography protocol. The sensitivity of the computed tomography in assessing the T-stage was assessed by comparison with pathomorphological data. Of the 208 patients who underwent computed tomography according to the standard protocol, a gastric cancer was detected in 111 (53.4%), out of 271 patients who underwent computed tomography pneumogastrography, a gastric cancer was detected in 267 (98.52%), which is a statistically significant difference in comparing computed tomography methods (Pearson, χ^2 — 144.223, df = 1; p < 0.001). There are statistically significant differences when comparing computed tomography according to the standard protocol and computed tomographic pneumogastrography in detecting gastric cancer for all tumor categories: T/yT1 — 8.2 and 94.4% (Pearson, χ^2 — 99.205, df = 1; p < 0.001), T/yT2 — 47.8 and 100% (Pearson, χ^2 — 24.681, df = 1; p < 0.001), T/yT3 — 72.3 and 100% (Pearson, χ^2 — 33.114, df = 1; p < 0.001), T/yT4 — 90.0 and 100% (Pearson, χ^2 — 4.789, df = 1; p = 0.029) respectively. There are also statistically significant differences when comparing the sensitivity of computed tomography according to the standard protocol and computed tomographic pneumogastrography in determining tumor invasion for all tumor categories: T/yT1 — 0 and 69.4% (Pearson, χ^2 — 67.880, df = 1; p < 0.001), T/yT2 — 26.1 and 71.1% (Pearson, χ^2 — 11.666, df = 1; p < 0.001), T/yT3 — 32.9 and 84.6% (Pearson, χ^2 — 54.900, df = 1; p < 0.001), T/yT4 — 73.3 and 95.7% (Pearson, χ^2 — 7.916, df = 1; p = 0.005) respectively. In general, the sensitivity of the computed tomography according to the standard protocol for determining the T-stage of gastric cancer was 28.4%, computed tomographic pneumogastrography — 77.1% (Pearson, χ^2 — 113.505, df = 1; p < 0.001). Computed tomographic pneumogastrography with the possibility of three-dimensional visualization and virtual gastroscopy significantly increases the indicators of the effectiveness of diagnosing gastric cancer — both early forms (category T1) and with deeper invasion (categories T2–T4), demonstrates high sensitivity in determining T/yT-stages.

Keywords: gastric cancer; early gastric cancer; scanning protocol; computed tomography; computed tomography pneumogastrography; virtual gastroscopy; T-stage; yT-stage.

To cite this article:

Amelina ID, Shevkunov LN, Karachun AM, Mikhnin AE, Nesterov DV. Diagnosis and T-staging of gastric cancer: comparison of standard computed tomography and computed-tomographic pneumogastrography. *Bulletin of the Russian Military Medical Academy*. 2021;23(2):99–106. DOI: <https://doi.org/10.17816/brmma.70384>

ВВЕДЕНИЕ

В России в 2019 г. было зарегистрировано 30 662 больных раком желудка (РЖ), из которых у 60,9% была выявлена III–IV стадия заболевания. Несмотря на проводимое лечение, летальность на первом году с момента постановки диагноза составила 45,8% [1]. Неудовлетворительные результаты лечения РЖ связаны не только с его поздней диагностикой, но и с неверным стадированием на начальном этапе, что влечет за собой выбор неправильной тактики лечения. Наиболее важным аспектом стадирования с последующим выбором оптимального подхода к лечению является достоверная и качественная визуализация, в частности с использованием лучевых методов диагностики.

Компьютерная томография (КТ) с внутривенным болюсным контрастированием и многофазным сканированием рассматривается как один из основных методов оценки местного распространения опухолевого процесса и исключения отдаленных метастазов. Однако в настоящее время отсутствует стандартизованный протокол КТ-сканирования при РЖ, и, как показывает практика, проведение КТ без прицельной подготовки желудка к исследованию недостаточно.

Для адекватной визуализации любого полого органа желудочно-кишечного тракта необходимо его растяжение, для оценки желудка используют контрастные агенты: газ или жидкость, чаще всего используют обычную воду. Но с использованием воды или раствора контрастного препарата как контрастного агента ранние РЖ зачастую не визуализируются. Jeong-Sik Yu, et al. [4] провели исследование с участием больных ранним РЖ, которым проводилась гидро-КТ, и в 98% ранний РЖ не был обнаружен.

Точность выявления первичной опухоли в зависимости от протокола КТ-сканирования по литературным данным варьирует от 36–48% до 73–96% [3]. A.Y. Kim, et al. [5] говорят о преимуществе 3D КТ-визуализации с использованием объемного рендеринга и виртуальной гастроскопии над 2D-изображениями с обычной осевой двумерной КТ.

Виртуальная КТ-гастроскопия с мультипланарной реконструкцией (Multi-Planar Reconstruction, MPR) является полезной модальностью в оценке РЖ [6, 7]. Изображения, полученные с использованием данного метода, могут помочь в планировании объема хирургического вмешательства, демонстрируя достоверную локализацию и границы опухоли [8, 9]. Hye Jin Kim, et al. [10] показали более высокие диагностические показатели — до 98% в отношении оценки РЖ при проведении КТ-гастроскопии, тогда как без КТ-гастроскопии показатели составили 87%. MPR-реконструкции и объемное отображение (volume rendering, VR) помогают в оценке распространения опухоли и имеют высокую прогностическую ценность, что делает КТ предпочтительным

для диагностики РЖ. Показатели диагностической точности при Т-стадировании РЖ методом КТ также достаточно вариабельны и могут составлять 20–95,5% [2, 11]. Роль компьютерной томографии в диагностировании и оценке глубины инвазии РЖ, даже если спорна, может иметь фундаментальное значение в определении тактики лечения, как при ранних формах, так и при местно распространенном процессе.

Цель исследования — продемонстрировать преимущества КТ-пневмогастрографии с возможностью трехмерной визуализации и виртуальной гастроскопией в диагностировании РЖ: как ранних форм в пределах слизистого и подслизистого слоев (категории T1), так и с более глубокой инвазией (категории T2–T4) в сравнении с протоколом КТ-сканирования с внутривенным болюсным усилением и многофазным сканированием без прицельной подготовки желудка к исследованию.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследование вошли 479 пациентов, с гистологически установленным диагнозом РЖ, проходивших лечение в Национальном медицинском исследовательском центре онкологии имени Н.Н. Петрова с 2011 по 2018 г. Из них 232 пациента получили предоперационную химиотерапию. Все пациенты были прооперированы: 40 — в объеме проксимальной субтотальной резекции, 166 — в объеме дистальной субтотальной резекции, 203 — в объеме гастрэктомии, 70 — в объеме эндоскопической диссекции. Всем пациентам на дооперационном этапе была проведена стадирующая компьютерная томография на 64-срезовом рентгеновском компьютерном томографе: 208 больным — КТ по стандартному протоколу без прицельной подготовки желудка к исследованию (КТ-СТ), 271 больному — с прицельной подготовкой желудка к исследованию по протоколу КТ-пневмогастрография (КТ-ПГГ). Оценка глубины инвазии РЖ методом КТ-СТ и КТ-ПГГ была определена с учетом международной классификации стадий злокачественных новообразований (TNM-классификации) на основании опыта визуализации. Т-стадия оценивалась анализом аксиальных, коронарных, сагиттальных КТ-изображений, а также трехмерных реконструкций. Показатели чувствительности были рассчитаны для пациентов, которым выполнялась КТ-СТ и КТ-ПГГ, с учетом соответствия патоморфологических данных.

Протокол КТ по стандартной методике. Прицельной подготовки пациента к исследованию при приведении КТ по стандартному протоколу не требуется. За 10–15 мин до начала исследования пациент принимает *per os* 5% водный раствор контрастного препарата в объеме 150–200 мл. Сканирование проводится на спине. Непосредственно перед исследованием выполняется сканограмма с определением зоны сканирования — от бифуркации трахеи до уровня подвздошных костей. Параметры

сканограммы: kV — 120, mAs — 50, длина — 800 мм. Сканирование проводится сначала в артериальную, затем в портальную фазы. Параметры артериальной фазы: kV — 120, mAs — 250, толщина среза — 2 мм, интервал реконструкции — 1 мм, Pitch — 1, задержка сканирования — Bolus tracking, позиция ROI — брюшная аорта, значение ROI — 150 HU. Параметры портальной фазы: kV — 120, mAs — 250, толщина среза — 2 мм, интервал реконструкции — 1 мм, Pitch — 1, задержка сканирования — Gate Bolus + 50–60 с. При данном протоколе нет прицельной

подготовки желудка к исследованию, т. е. желудок находится в спавшемся состоянии либо заполнен пищевыми массами, что может скрыть заболевание или, напротив, имитировать патологическое состояние (рис. 1. *a, b*).

Реконструкция и анализ изображений должны проводиться в соответствии из полученных исходных данных при КТ-сканировании.

Протокол КТ-пневмогастрографии. На исследование пациент приходит натощак (не менее 6 ч голодания). Непосредственно перед исследованием в положении

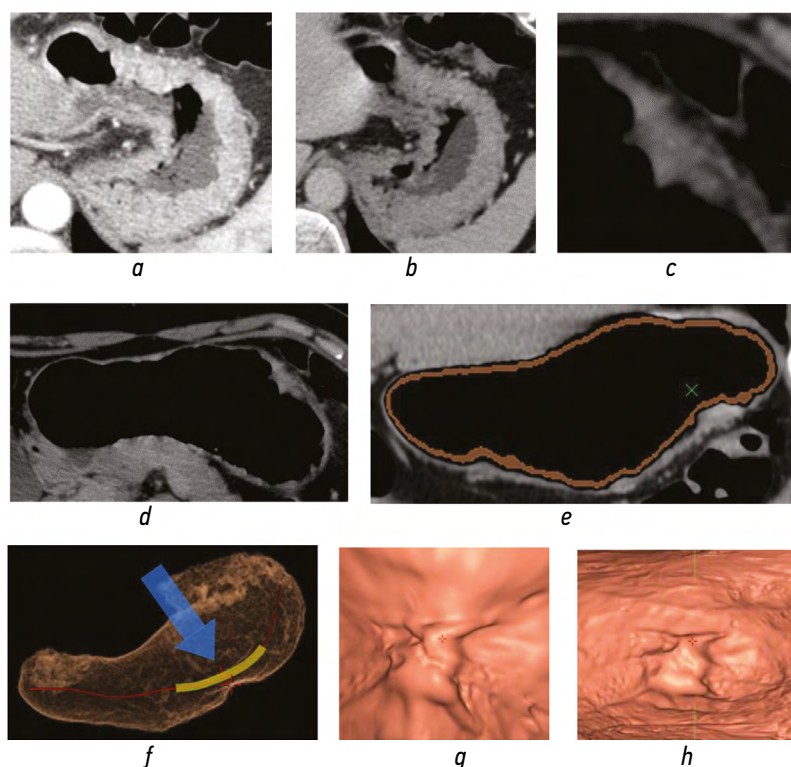


Рис. 1. Рак желудка категории T3. В артериальную и портальную фазы сканирования (*a, b*) при компьютерной томографии по стандартному протоколу без прицельной подготовки желудка к исследованию рака желудка категории T3 не визуализируется. Визуализация этого же случая рака желудка при проведении компьютерной томографии и пневмогастрографии с трехмерной реконструкцией и виртуальной гастроскопией (*c–h*)

Fig. 1. Gastric cancer category T3. In the arterial and portal scanning phases (*a, b*), gastric cancer of the T3 category is not visualized by computed tomography according to the standard protocol without targeted preparation of the stomach for examination. Visualization of the same case of gastric cancer during computed tomography and pneumogastrography with three-dimensional reconstruction and virtual gastroscopy (*c–h*)

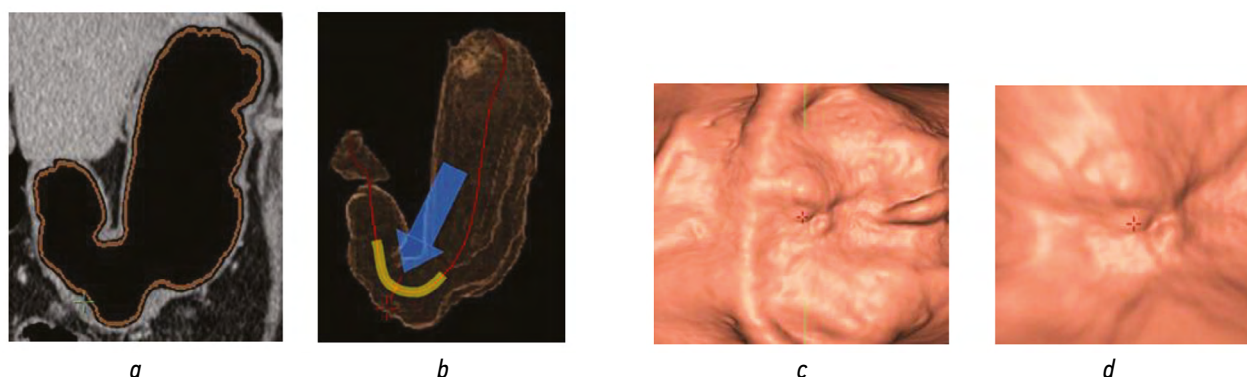


Рис. 2. Визуализация раннего рака желудка категории T1 методом компьютерной томографии и пневмогастрографии с трехмерной реконструкцией и виртуальной гастроскопией (*a–d*)

Fig. 2. Visualization of early gastric cancer category T1 by computed tomography and pneumogastrography with three-dimensional reconstruction and virtual gastroscopy (*a–d*)

на спине выполняется сканограмма с определением зоны сканирования — от бифуркации трахеи до уровня подвздошных костей. Параметры сканограммы: kV — 120, mAs — 50, длина — 800 мм. Сканирование проводится сначала в артериальную, затем в портальную фазы. Параметры артериальной фазы: kV — 120, mAs — 250, толщина среза — 2 мм, интервал реконструкции — 1 мм, Pitch — 1, задержка сканирования — Bolus tracking, позиция ROI — брюшная аорта, значение ROI — 150 HU. Параметры портальной фазы: kV — 120, mAs — 250, толщина среза — 2 мм, интервал реконструкции — 1 мм, Pitch — 1, задержка сканирования — Care Bolus + 50–60 с. После окончания портальной фазы сканирования пациент принимает per os газообразующую смесь в составе *Acidum Citricum* — $1 \pm 0,5$ г, растворенной в 5 ± 1 мл воды, и *Natrii Bicarbonati* — $2 \pm 0,5$ г, запивая небольшим количеством воды в объеме не более 30 мл. Затем снова выполняется сканограмма с прежними параметрами и проводится ранняя отсроченная фаза. Параметры ранней отсроченной фазы: kV — 120, mAs — 250, толщина среза — 2 мм, интервал реконструкции — 1 мм, Pitch — 1, задержка сканирования — Care Bolus + 240–300 с. При этом пациент удерживает образовавшийся газ до окончания сканирования. Для лучшей визуализации предпочтительно использовать полипозиционное сканирование в отсроченную фазу: при локализации опухоли в кардиальном отделе и своде желудка, в частности для оценки возможного распространения на пищевод, — на животе, в антральном отделе, для исключения распространения на двенадцатиперстную кишку — на левом боку, при локализации опухоли в теле желудка — на спине. Визуализация при полипозиционном сканировании помогает переместить содержимое желудка и расправить газом сокращенные отделы в месте локализации опухоли.

Эффект раздутого желудка газообразующей смесью — достаточно краткосрочный процесс, образовавшийся газ частично проходит в тонкую кишку, частично выходит через рот, что способствует активизации перистальтики, при этом отрыжка может явиться причиной развития артефактов. Тем самым артериальная или венозная фаза могут быть испорчены. Также необходимо учитывать, что операция проводится в условиях ненаполненного желудка, поэтому необходимо сопоставление информации, полученной во время одного исследования, без растяжения желудка и с растяжением. Проведение раздувания желудка в раннюю отсроченную фазу контрастирования явилось наиболее оптимальным: границы образования визуализируются на КТ-изображениях наиболее четко ввиду различий скорости вымывания контрастного вещества из неизмененных стенок желудка и опухоли [12]. Из трех видов пероральных агентов (положительных, нейтральных и отрицательных) именно отрицательные (газ) предпочтительнее при построении

трехмерных реконструкций с использованием опции виртуальной гастроскопии (см. рис. 1, с–h).

Перед интерпретацией полученных КТ-изображений необходимо оценить, адекватна ли подготовка пациента, достаточно ли растяжение просвета желудка. Если растяжение недостаточно, это может помешать выявлению патологических изменений, и этот факт необходимо учитывать при анализе полученных результатов. Для обнаружения и определения локализации опухоли необходимо проанализировать 2D- и 3D-изображения, виртуальную гастроскопию. Любое атипичное изменение структуры рельефа желудочных складок (истончение, гипертрофия, конвергенция, деформация с образованием площадки, ниши или неравномерных утолщений) должно обратить на себя внимание и быть сопоставлено со всеми фазами сканирования 2D- и 3D-изображений. При обнаружении патологических изменений необходимо определить точную локализацию с указанием отдела и стенки желудка, протяженности изменений, проксимальной и дистальной границ. Сопоставление всех фаз сканирования 2D- и 3D-изображений также дает информацию для определения морфологического типа опухоли. Затем определяется глубина инвазии опухоли с помощью 2D-изображений (рис. 2).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Группу пациентов, которым была выполнена КТ-СТ, составили 61 (29,3%) больной с патологической глубиной инвазии pT/ypT1, 23 (11,1%) — pT/ypT2, 94 (45,2%) — pT/ypT3, 30 (14,4%) — pT/ypT4. Из 208 пациентов, которым была выполнена КТ-СТ, опухоль желудка выявлена у 111 (53,4%), эту группу составили 5 (8,2%) случаев с глубиной инвазии pT/ypT1, 11 (47,8%) — pT/ypT2, 68 (72,3%) — pT/ypT3, 27 (90%) — pT/ypT4.

У 97 (46,6%) пациентов, которым была выполнена КТ-СТ, опухоль желудка не была диагностирована, эту группу составили 56 (91,8%) случаев с глубиной инвазии pT/ypT1, 12 (52,2%) — pT/ypT2, 26 (27,7%) — pT/ypT3 и 3 (10%) — pT/ypT4 (табл. 1).

Из табл. 1 видно, что при любой глубине инвазии опухоль желудка может быть обнаружена методом КТ-СТ, однако верно стадированы 59 (28,4%) пациентов из 208, а идентифицировать ранние раки с глубиной инвазии pT/ypT1 не представляется возможным. При глубине инвазии pT/ypT2 6 пациентов из 23 были стадированы верно (26,1%), при pT/ypT3 — 31 пациент из 94 (32,9%), при pT/ypT4 — 22 из 30 пациентов верно стадированы (73,3%) (табл. 2).

У 5 (2,4%) пациентов отмечалось занижение стадии (при T4 выставлялась T3), в остальных случаях (47 из 208 — 22,6%) неверного стадирования при визуализируемой опухоли отмечалось завышение стадии.

Чувствительность КТ-СТ в отношении определения глубины инвазии T/ypT1, T/ypT2, T/ypT3, T/ypT4 стадии РЖ

составила 0, 26,1, 32,9 и 73,3% соответственно. Группу пациентов, которым была выполнена КТ-ПГГ, составили 72 (26,6%) больных с патологической глубиной инвазии рТ/урТ1, 38 (14,0%) — рТ/урТ2, 104 (38,4%) — рТ/урТ3, 46 (16,9%) — рТ/урТ4 и 11 (4,1%) пациентов с полным патоморфологическим регрессом после проведения предоперационной химиотерапии (урТ0).

Из 271 пациентов, которым была выполнена КТ-ПГГ, опухоль желудка выявлена у 267 (98,5%), эту группу составили 68 (94,4%) случаев с глубиной инвазии рТ/урТ1, 38 (100%) — рТ/урТ2, 104 (100%) — рТ/урТ3, 46 (100%) — рТ/урТ4 и 11 (100%) — урТ0 (с полным патоморфологическим регрессом вследствие проведения предоперационной химиотерапии). У 4 (1,5%) пациентов, которым была выполнена КТ-ПГГ, опухоль желудка не была выявлена, эту группу составили только случаи с глубиной инвазии рТ1 (табл. 3).

Из табл. 3 видно, что при любой глубине инвазии опухоль желудка может быть выявлена методом КТ-ПГГ, ранние раки с глубиной инвазии в пределах слизистого и подслизистого слоев (Т1) не только визуализируются, но в 50 случаях из 72 верно стадированы (табл. 4). При глубине инвазии рТ/урТ2 27 пациентов из 38 были стадированы верно, при рТ/урТ3 88 пациентов из 104 стадированы верно, при рТ/урТ4 44 из 46 пациентов стадированы верно. В общей сложности методом КТ-ПГГ верно стадированы 209 (77,1%) пациентов из 271.

У 2 (0,74%) пациентов отмечалось занижение стадии (при Т4 выставялась Т3), в остальных случаях (56 из 271 — 20,66%) неверного стадирования при визуализируемой опухоли отмечалось завышение стадии. Чувствительность метода КТ-ПГГ в отношении определения Т/уТ1, Т/уТ2, Т/уТ3, Т/уТ4 стадии РЖ составила 69,4; 71,1; 84,6 и 95,7% соответственно.

Таблица 1. Выявление РЖ методом стандартной компьютерной томографии в соответствии с определенной рТ/урТ-стадией, $n = 208$
Table 1. Detection of gastric cancer by standard computed tomography in accordance with a definite pT / ypT-stage, $n = 208$

Выявление РЖ (КТ-СТ)	рТ1/урТ1, $n = 61$ (29,3%)	рТ2/урТ2, $n = 23$ (11,1%)	рТ3/урТ3, $n = 94$ (45,2%)	рТ4/урТ4, $n = 30$ (14,4%)
Выявлено, n (%)	5 (8,2)	11 (47,8)	68 (72,3)	27 (90)
Не выявлено, n (%)	56 (91,8)	12 (52,2)	26 (27,7)	3 (10)

Таблица 2. Сравнение клинической сТ/усТ-стадии, установленной методом стандартной компьютерной томографии, с патологической рТ/урТ стадией, $n = 208$
Table 2. Comparison of the clinical cT/ycT-stage, established by the standard computed tomography, with the pathological pT/ypT-stage, $n = 208$

Глубина инвазии клиническая (КТ-СТ)	Глубина инвазии патологическая			
	рТ1/урТ1	рТ2/урТ2	рТ3/урТ3	рТ4/урТ4
сТ/усТ0	56	12	26	3
сТ/усТ1	0	0	0	0
сТ/усТ2	3	6	0	0
сТ/усТ3	2	4	31	5
сТ/усТ4	0	1	37	22

Таблица 3. Выявление РЖ методом компьютерно-томографической пневмогастрографии в соответствии с определенной рТ/урТ-стадией, $n = 271$
Table 3. Detection of gastric cancer by computed tomography pneumogastrography in accordance with a definite pT/ypT-stage, $n = 271$

Выявление РЖ (КТ-ПГГ)	урТ0, $n = 11$ (4,1%)	рТ1/урТ1, $n = 72$ (26,6%)	рТ2/урТ2, $n = 38$ (14,0%)	рТ3/урТ3, $n = 104$ (38,4%)	рТ4/урТ4, $n = 46$ (16,9%)
Выявлено, n (%)	11 (100)	68 (94,4)	38 (100)	104 (100)	46 (100)
Не выявлено, n (%)	0	4 (5,6)	0	0	0

Таблица 4. Сравнение клинической сТ/усТ-стадии, установленной методом компьютерно-томографической пневмогастрографии, с патологической рТ/урТ-стадией, $n = 271$
Table 4. Comparison of the clinical cT/ycT stage, established by the computed tomography pneumogastrography, with the pathological pT/ypT-stage, $n = 271$

Глубина инвазии клиническая (КТ-ПГГ)	Глубина инвазии патологическая				
	урТ0	рТ1/урТ1	рТ2/урТ2	рТ3/урТ3	рТ4/урТ4
сТ/усТ0	0	4	0	0	0
сТ/усТ1	0	50	0	0	0
сТ/усТ2	3	14	27	0	0
сТ/усТ3	7	3	9	88	2
сТ/усТ4	1	1	2	16	44

Таблица 5. Сравнение и уровни статистической значимости различий стандартной компьютерной томографии и компьютерно-томографической пневмогастрографии в выявлении рака желудка**Table 5.** Comparison and levels of statistical significance of differences between standart computed tomography and computed tomography pneumogastrography in the detection of gastric cancer

T/yT-стадия	Выявление РЖ (КТ-СТ), n	Выявление РЖ (КТ-СТ), %	Выявление РЖ (КТ-ПГГ), n	Выявление РЖ (КТ-ПГГ), %	Pearson χ^2	p-level
T/yT1	5	8,2	68	94,4	99,205	< 0,001
T/yT2	11	47,8	38	100	24,681	< 0,001
T/yT3	68	72,3	104	100	33,114	< 0,001
T/yT4	27	90,0	46	100	4,789	= 0,029

Таблица 6. Сравнение стандартной компьютерной томографии и КТ-ПГГ в определении глубины опухолевой инвазии и уровни статистической значимости различий чувствительности в T-стадировании**Table 6.** Comparison of standart computed tomography and computed tomography pneumogastrography in determining the depth of tumor invasion and the levels of statistical significance of differences in sensitivity in T-staging

T/yT-стадия	Se оценки T/yT-стадии РЖ КТ-СТ, n	Se оценки T/yT-стадии РЖ КТ-ПГГ, n	Se КТ-СТ %	Se КТ-ПГГ %	Pearson χ^2	p-level
T/yT1	0	50	0	69,4	67,880	< 0,001
T/yT2	6	27	26,1	71,1	11,666	< 0,001
T/yT3	31	88	32,9	84,6	54,900	< 0,001
T/yT4	22	44	73,3	95,7	7,916	= 0,005

Примечание: Se (sensitivity) — чувствительность. РЖ — рак желудка.

При сравнении методов КТ в выявлении РЖ определяются статистически значимые различия для всех категорий опухолей: T/yT1, T/yT2 и T/yT3 $p < 0,001$, для T/yT4 $p < 0,05$ (табл. 5).

В определении чувствительности глубины опухолевой инвазии также имеются статистически значимые различия при КТ-СТ и КТ-ПГГ для всех категорий: T/yT1, T/yT2 и T/yT3 $p < 0,001$, для T/yT4 $p < 0,05$ (табл. 6).

Идентифицировать РЖ категории yT0 методом КТ затруднительно, так как сохраняется патологический «масс-эффект» с нарушением дифференцировки слоев стенки желудка, представляющий собой патоморфологически в большем своем объеме фиброзную ткань.

Таким образом, из 208 пациентов, которым была выполнена КТ-СТ, опухоль желудка выявлена у 111 (53,4%), из 271 пациента, которым была выполнена КТ-ПГГ, опухоль желудка выявлена у 267 (98,52%), что является статистически значимым различием в сравнении методов КТ-диагностики (Pearson, $\chi^2 = 144,223$; $df = 1$; $p < 0,001$). В целом, чувствительность метода КТ-СТ

в отношении определения T-стадии РЖ составила 28,4%, КТ-пневмогастрографии — 77,1% (Pearson, $\chi^2 = 113,505$; $df = 1$; $p < 0,001$).

ВЫВОДЫ

1. Выявление и адекватная оценка местного распространения РЖ с помощью КТ без прицельной подготовки желудка к исследованию затруднительна.

2. КТ-пневмогастрография позволяет диагностировать РЖ — как ранние формы (категории T1), так и с более глубокой инвазией (категории T2–T4).

3. КТ-пневмогастрография с возможностью трехмерной визуализации и виртуальной гастроскопией демонстрирует высокие показатели чувствительности в определении глубины инвазии раннего и местно распространенного РЖ.

4. Данные, полученные с помощью КТ-пневмогастрографии, помогают в определении оптимальной тактики лечения больного РЖ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Каприн А.Д., Старинский В.В., Петрова Г.В. Состояние онкологической помощи населению России в 2018 году. М.: МНИОИ им. П.А. Герцена — филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, 2019.
- Seevaratnam R., Cardoso R., McGregor C., et al. How useful is preoperative imaging for tumor, node, metastasis (TNM) staging of gastric cancer? A meta-analysis // Gastric Cancer. 2012. Vol. 15. No. 1. P. 3–18. DOI: 10.1007/s10120-011-0069-6
- Lee M., Choi D., Park M. Gastric cancer: Imaging and staging with MDCT based on the 7th AJCC guidelines // Abdom. Imaging. 2012. Vol. 37. P. 531–540. DOI: 10.1007/s00261-011-9780-3
- Yu J.-S., Choi S.H., Choi W.H., et al. Value of nonvisualized primary lesions of gastric cancer on preoperative MDCT // AJR. 2007. Vol. 189. P. 315–319. DOI: 10.2214/AJR.07.2672
- Kim A.Y., Kim H.J., Ha H.K. Gastric cancer by multidetector row CT: preoperative staging // Abdom. Imaging. 2005. Vol. 30. P. 465–472. DOI: 10.1007/s00261-004-0273-5

6. Almeida M.F.A., Verza L., Bitencourt A.G.V., et al. Computed tomography with a stomach protocol and virtual gastroscopy in the staging of gastric cancer: an initial experience // *Radiol. Bras.* 2018. Vol. 51. No. 4. P. 211–217. DOI: 10.1590/0100-3984.2017.0097
7. Zytoon A.A., El-Atfey S.I.B., Hassanein S.A.-H. Diagnosis of gastric cancer by MDCT gastrography: diagnostic characteristics and management potential // *Egypt. J. Radiol. Nucl. Med.* 2020. Vol. 51. No. 30. DOI: 10.1186/s43055-020-0148-y
8. Kim J.W., Shin S.S., Heo S.H., et al. The role of three-dimensional multidetector CT gastrography in the preoperative imaging of stomach cancer: emphasis on detection and localization of the tumor // *Korean J. Radiol.* 2015. Vol. 16. No. 1. P. 80–89. DOI: 10.3348/kjr.2015.16.1.80
9. Tsurumaru D., Nishimuta Y., Muraki T., et al. CT gastrography "wall-carving technique" of gastric cancer: impact of contrast

- enhancement based on layer depth // *Japanese Journal of Radiology.* 2019. Vol. 37. P. 597–604. DOI: 10.1007/s11604-019-00845-z
10. Kim H.J., Kim A.Y., Oh S.T., et al. Gastric cancer staging at multi-detector row CT gastrography: comparison of transverse and volumetric CT scanning // *Radiology.* 2005. Vol. 236. P. 879–885. DOI: 10.1148/radiol.2363041101
11. Kim A.Y., Kim H.J., Ha H.K. Gastric cancer by multidetector row CT: preoperative staging // *Abdom. Imaging.* 2005. Vol. 30. P. 465–472. DOI: 10.1007/s00261-004-0273-5
12. Патент РФ № 2621952 C1 РФ, МПК A61B 6/03 (2006.01), A61K 49/04 (2006.01). Способ компьютерно-томографического исследования желудка. Амелина И.Д., Мищенко А.В.; ФГБУ «НМИЦ онкологии имени Н.Н. Петрова» Минздрава РФ. № 2016112501; заявл. 01.04.2016; опубл. 08.06.2017, Бюл. № 16.

REFERENCES

1. Caprin AD, Starinsky VV, Petrov GV. *The state of cancer care for the population of Russia in 2018*. M.: MNIOL them. P.A. Herzen — branch of the Federal State Budgetary Institution "National Medical Research Center of Radiology" of the Ministry of Health of Russia; 2019. (In Russ.).
2. Seevaratnam R, Cardoso R, McGregor C, et al. How useful is preoperative imaging for tumor, node, metastasis (TNM) staging of gastric cancer? A meta-analysis. *Gastric Cancer.* 2012;15(1):3–18. DOI: 10.1007/s10120-011-0069-6
3. Lee M, Choi D, Park M. Gastric cancer: Imaging and staging with MDCT based on the 7th AJCC guidelines. *Abdom Imaging.* 2012;37:531–540. DOI: 10.1007/s00261-011-9780-3
4. Yu J-S, Choi SH, Choi WH, et al. Value of nonvisualized primary lesions of gastric cancer on preoperative MDCT. *AJR.* 2007;189:315–319. DOI: 10.2214/AJR.07.2672
5. Kim AY, Kim HJ, Ha HK. Gastric cancer by multidetector row CT: preoperative staging. *Abdom Imaging.* 2005;30:465–472. DOI: 10.1007/s00261-004-0273-5
6. Almeida MFA, Verza L, Bitencourt AGV, et al. Computed tomography with a stomach protocol and virtual gastroscopy in the staging of gastric cancer: an initial experience. *Radiol Bras.* 2018;51(4):211–217. DOI: 10.1590/0100-3984.2017.0097
7. Zytoon AA, El-Atfey SIB, Hassanein SA-H. Diagnosis of gastric cancer by MDCT gastrography: diagnostic characteristics and

- management potential. *Egypt J Radiol Nucl Med.* 2020;51(30). DOI: 10.1186/s43055-020-0148-y
8. Kim JW, Shin SS, Heo SH, et al. The role of three-dimensional multidetector CT gastrography in the preoperative imaging of stomach cancer: emphasis on detection and localization of the tumor. *Korean J Radiol.* 2015;16(1):80–89. DOI: 10.3348/kjr.2015.16.1.80
9. Tsurumaru D, Nishimuta Y, Muraki T, et al. CT gastrography "wall-carving technique" of gastric cancer: impact of contrast enhancement based on layer depth. *Japanese Journal of Radiology.* 2019;37:597–604. DOI: 10.1007/s11604-019-00845-z
10. Kim HJ, Kim AY, Oh ST, et al. Gastric cancer staging at multi-detector row CT gastrography: comparison of transverse and volumetric CT scanning. *Radiology.* 2005;236:879–885. DOI: 10.1148/radiol.2363041101
11. Kim AY, Kim HJ, Ha HK. Gastric cancer by multidetector row CT: preoperative staging. *Abdom Imaging.* 2005;30:465–472. DOI: 10.1007/s00261-004-0273-5
12. Patent RUS No. 2621952 C1 RF, IPC A61B 6/03 (2006.01), A61K 49/04 (2006.01). *Method for computed tomographic examination of the stomach*. Amelina ID, Mishchenko AV; NN Petrov National Medical Research Center of Oncology of the Ministry of Health of the Russian Federation. No. 2016112501; declared 04.01.2016; publ. 06.08.2017, Bul. No. 16. (In Russ.).

ОБ АВТОРАХ

***Инна Дмитриевна Амелина**, младший научный сотрудник;
e-mail: dr.innamelina@gmail.com; ORCID: 0000-0002-5128-001X;
SPIN-код: 9055-6450

Лев Николаевич Шевкунов, кандидат медицинских наук;
e-mail: levka1978@mail.ru; ORCID: 0000-0003-4533-1658;
SPIN-код: 9559-7880

Алексей Михайлович Карачун, доктор медицинских наук,
доцент; e-mail: dr.a.karachun@gmail.com;
ORCID: 0000-0001-6641-7229; SPIN-код: 6088-9313;
SCOPUS: 6505903635; WOS RESEARCH: AAC-4011-2019 A

Александр Евгеньевич Михнин, доктор медицинских наук;
e-mail: dr-alex5@yandex.ru

Денис Валерьевич Нестеров, кандидат медицинских наук;
e-mail: cireto@gmail.com; ORCID: 0000-0002-8022-6864

AUTHORS INFO

***Inna D. Amelina**, candidate of sciences;
e-mail: dr.innamelina@gmail.com; ORCID: 0000-0002-5128-001X;
SPIN-code: 9055-6450

Lev N. Shevkunov, candidate of sciences in medicine; e-mail:
levka1978@mail.ru; ORCID: 0000-0003-4533-1658;
SPIN-code: 9559-7880

Aleksey M. Karachun, doctor of sciences in medicine; e-mail:
dr.a.karachun@gmail.com; ORCID: 0000-0001-6641-7229;
SPIN-code: 6088-9313; SCOPUS: 6505903635; WOS RESEARCH:
AAC-4011-2019

Alexander E. Mikhnin, doctor of sciences in medicine; e-mail:
dr-alex5@yandex.ru

Denis V. Nesterov, candidate of sciences in medicine; e-mail:
cireto@gmail.com; ORCID: 0000-0002-8022-6864