

Предоперационное планирование – неинвазивная лучевая диагностика Pre-operative planning – non-invasive radiology

ISSN 1995-5464 (Print); ISSN 2408-9524 (Online)

<https://doi.org/10.16931/1995-5464.2021134-47>

КТ и МРТ в оценке резектабельных и условно резектабельных опухолей поджелудочной железы

Кудрявцева А.В.¹, Багненко С.С.^{1,2,3*}, Дзидзава И.И.¹, Железняк И.С.¹, Труфанов Г.Е.^{1,4}, Рязанов В.В.^{1,3}, Красовская В.А.¹, Котив А.Б.¹, Казаков А.Д.¹

¹ ФГБВОУ ВО “Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова” Минобороны России, 194044, г. Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6, Российская Федерация

² ФГБУ “Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Петрова” Минздрава России, 197758, г. Санкт-Петербург, пос. Песочный, ул. Ленинградская, д. 68, Российская Федерация

³ ФГБОУ ВО “Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет” Минздрава России, 194100, г. Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 2, Российская Федерация

⁴ ФГБУ “Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова” Минздрава России, 197341, г. Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, д. 2, Российская Федерация

Цель. Оценить возможности КТ и МРТ в диагностике резектабельных и условно резектабельных опухолей поджелудочной железы.

Материал и методы. С 2015 по 2020 г. комплексное лучевое исследование живота выполнили 220 пациентам с протоковой аденокарциномой поджелудочной железы. Средний возраст больных составил $54,6 \pm 9,9$ года. В 198 (90%) наблюдениях выявлена опухоль головки поджелудочной железы, в 22 (10%) – опухоль тела или хвоста органа. Неоперабельными признаны 110 (50%) больных. Углубленно изучили результаты обследования 88 (40%) больных.

Результаты. У 88 пациентов оценивали резектабельность опухоли. В 36 (40,9%) наблюдениях новообразование было резектабельным, выполнена резекция в стандартном варианте. В 52 (59,1%) наблюдениях опухоль была погранично резектабельной, выполнена расширенная гастропанкреатодуоденальная резекция. Показана высокая информативность КТ в оценке особенностей вариативной анатомии и ангиоархитектоники гепатопанкреатобилиарной зоны, определении характера вовлечения ключевых сосудов в патологический процесс и поражения поджелудочной железы в целом. Продемонстрирована и особо подчеркнута важность применения многофазного сканирования. Приведены достоинства МРТ, в том числе представлены примеры эффективного применения диффузионно-взвешенных изображений.

Заключение. Многофазная спиральная КТ и МРТ с динамическим контрастным усилением являются ведущими методами лучевой диагностики пациентов со злокачественными опухолями поджелудочной железы и эффективно дополняют друг друга.

Ключевые слова: поджелудочная железа, рак, КТ, МРТ, многофазное сканирование, диффузионно-взвешенные изображения, сосудистая инвазия, резектабельность.

Ссылка для цитирования: Кудрявцева А.В., Багненко С.С., Дзидзава И.И., Железняк И.С., Труфанов Г.Е., Рязанов В.В., Красовская В.А., Котив А.Б., Казаков А.Д. КТ и МРТ в оценке резектабельных и условно резектабельных опухолей поджелудочной железы. *Анналы хирургической гепатологии.* 2021; 26 (1): 34–47.

<https://doi.org/10.16931/1995-5464.2021134-47>

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CT and MRI in the assessment of resectable and borderline resectable pancreatic tumors

Kudryavtseva A.V.¹, Bagnenko S.S.^{1,2,3*}, Dzidzawa I.I.¹, Zheleznyak I.S.¹, Trufanov G.E.^{1,4}, Ryazanov V.V.^{1,3}, Krasovskaya V.A.¹, Kotiv A.B.¹, Kazakov A.D.¹

¹ Kirov Military Medical Academy of the Ministry of Defence of the Russian Federation; 6, Lebedeva str., Saint-Petersburg, 194044, Russian Federation

² Petrov National Medical Research Center of Oncology of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation; 68, Leningradskaya str., Pesochny, Saint-Petersburg, 197758, Russian Federation

³ St. Petersburg State Pediatric Medical University of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation; 2, Litovskaya str., Saint-Petersburg, 194100, Russian Federation

⁴ Almazov National Medical Research Center of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation; 2, Akkuratova str., Saint-Petersburg, 197341, Russian Federation

Aim. To evaluate the capabilities of CT and MRI in the assessment of resectable and potentially resectable pancreatic tumors.

Materials and methods. From 2015 to 2020 CT and MRI examination of the abdomen was performed in 220 patients with pancreatic ductal adenocarcinoma. The average age of the patients was 54.6 ± 9.9 years. 198 (90%) patients had a tumor of the pancreas head, 22 (10%) patients had a tumor of the body or tail of the organ. 110 (50%) people were recognized as inoperable. The results of examination of 88 (40%) patients were subjected to in-depth analysis.

Results. Eighty eight patients were assessed for tumor resectability. In 36 (40.9%) cases, the neoplasm was recognized as resectable, and the standard resection was performed. In 52 (59.1%) cases, the tumor was determined as borderline resectable; extended gastropancreatoduodenal resection was performed. The usefulness of CT was shown in assessing the features of the variable vascular anatomy of the hepatopancreatobiliary area, determining the nature of the involvement of key vessels in the pathological process and lesions of the pancreas as a whole. The importance of using multiphase CT scanning is demonstrated and emphasized. The advantages of the MRI are indicated, including examples of the effective use of diffusion-weighted images.

Conclusion. Multiphase MDCT and MRI with dynamic contrast enhancement are the leading methods of radiological diagnosis of malignant tumors of the pancreas and effectively complement each other.

Keywords: pancreas, cancer, CT, MRI, multiphase scanning, DWI, vascular invasion, resectability assessment.

For citation: Kudryavtseva A.V., Bagnenko S.S., Dzidzawa I.I., Zheleznyak I.S., Trufanov G.E., Ryazanov V.V. Krasovskaya V.A., Kotiv A.B., Kazakov A.D. CT and MRI in the assessment of resectable and borderline resectable pancreatic tumors. *Annaly khirurgicheskoy gepatologii = Annals of HPB surgery*. 2021; 26 (1): 34–47. (In Russian). <https://doi.org/10.16931/1995-5464.2021134-47>.

There is no conflict of interests.

● Введение

Опухоли поджелудочной железы (ПЖ) являются актуальной проблемой современной хирургии и онкологии, нередко предполагающей решение непростых диагностических задач, а выбор тактики лечения соответствующих пациентов, как правило, подразумевает необходимость комплексного мультидисциплинарного подхода. В 2018 г. в России число больных с впервые выявленной злокачественной опухолью ПЖ составило 19 165 (9 361 мужчина и 9 804 женщины), число умерших от этого заболевания — 9 328. За 10 лет (2008–2018) динамика заболеваемости (оба пола, стандартизованные показатели на 100 000 населения, мировой стандарт) показала прирост 16,62%. В общей структуре смертности опухоли ПЖ занимают 5-е место (6,3%), уступая лишь опухолям органов дыхания, желудка, ободочной кишки и молочной железы [1]. Протоковая аденокарцинома — наиболее распространенная опухоль ПЖ (80–95% от всех экзокринных опухолей органа) [2].

Агрессивное течение и высокий уровень смертности позволяют говорить о раке ПЖ как об одном из наиболее сложных профессиональных вызовов в онкологической практике [3]. Пятилетняя выживаемость таких пациентов во всем мире составляет менее 5–6% [4]. Резекция — единственный потенциально излечивающий вариант вмешательства, однако выполнить его можно к моменту постановки диагноза лишь в 15–25% наблюдений [3, 5–7]. Продолжительное

латентное течение заболевания сопровождается поздней диагностикой [8, 9]. На момент обращения больного за помощью нередко уже присутствуют признаки желчной обструкции, дуоденальной непроходимости и обширный метастатический процесс, а потому проведение радикального хирургического вмешательства невозможно [10]. Выполнение гастропанкреато-дуоденальной резекции (ГПДР) с пластикой сосудов воротной системы способствует расширению границ резектабельности [11–13], однако даже у оперированных больных пятилетняя общая выживаемость составляет только 18–25%, а госпитальная летальность достигает 4,6–7,8% [3, 6, 7]. Эти факты подчеркивают необходимость взвешенного подхода при планировании оперативного вмешательства с целью исключения неэффективных процедур, уменьшения смертности в стационаре, улучшения качества жизни и долгосрочной выживаемости [3].

В настоящее время КТ с многофазным болюсным контрастным усилением стала фактически стандартом обследования пациентов с клиническим подозрением на рак ПЖ [3, 14, 15]. Другие методы лучевой диагностики, такие как МРТ или эндоскопическое УЗИ, также широко применяются, и в решении отдельных диагностических задач они могут оказаться даже более информативными [16–18].

Рак ПЖ на нативных компьютерных томограммах обычно представлен изо- или изо-гиподенсным образованием, демонстрирующим при-

знаки умеренной или несколько сниженной васкуляризации при многофазном контрастном усилении [15]. Низкодифференцированные опухоли характеризуются наличием десмопластической реакции, что приводит к выраженному отсроченному их контрастированию [19]. Высокодифференцированные опухоли нередко контрастируются практически изоинтенсивно интактной паренхиме органа, что затрудняет диагностику при малых размерах опухоли [15]. Общая чувствительность КТ при раке ПЖ, по некоторым данным, составляет 86–97% и несколько уменьшается (до 77%) при небольших опухолях (<2 см) [20–22]. При недостаточной чувствительности КТ в выявлении патологических изменений помощь может оказать МРТ, обладающая более высокой тканевой контрастностью изображений, а также позволяющая оценивать целлюлярность тканей [15, 23].

При планировании операции большое значение имеет оценка топографо-анатомических особенностей портальной системы, диагностика опухолевой инвазии, а также вовлечения в патологический процесс сосудов [24, 25]. Современные методы лучевой диагностики, такие как КТ и МРТ с динамическим контрастным усилением, позволяют провести детальный анализ характера васкуляризации зоны интереса, изучить морфометрические характеристики вен воротной системы, разработать и обосновать варианты сосудистой пластики для выполнения оптимальной расширенной ГПДР. Совершенствование диагностики опухолевого распространения с поражением сосудов воротной системы и оценка различных вариантов хирургической тактики у больных раком головки ПЖ должны способствовать улучшению результатов лечения.

Цель исследования — оценить возможности КТ и МРТ в диагностике резектабельных и условно резектабельных опухолей ПЖ.

● **Материал и методы**

Для достижения поставленной цели выполнено комплексное лучевое исследование живота 220 пациентам с опухолью ПЖ, госпитализированным в клинику госпитальной хирургии ФГБВОУ ВО “Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова” Минобороны России с 2015 по 2020 г. Во всех наблюдениях диагностирована протоковая аденокарцинома. Средний возраст больных составил $54,6 \pm 9,9$ года. Мужчин было 104 (47,3%), женщин — 116 (52,7%). На момент поступления в 152 (69%) наблюдениях отмечена механическая желтуха. Для устранения гипербилирубинемии и билиарной гипертензии применяли чрескожное чреспеченочное или транспиллярное дренирование желчных протоков, часть пациентов обследована после дренирования желчевыводящих путей. На основании по-

лученных результатов диагностики 22 (10%) пациента исключены из исследования, 110 (50%) больных признаны неоперабельными ввиду инвазии артерий и наличия отдаленных метастазов. Углубленному анализу подвергнуты результаты обследования 88 (40%) больных.

Сканирование осуществляли на компьютерных томографах Toshiba Aquilion 64, Philips Ingenuity 128, GE Revolution 512 и высокопольных МР-томографах Siemens Magnetom Symphony, Toshiba Titan с напряженностью магнитного поля 1,5 Тл и применением поверхностной катушки для тела.

При КТ выполняли многофазное сканирование: нативное исследование и сканирование после введения контрастного вещества в артериальную, раннюю портальную (40–45 с) и венозную (90 с) фазы. В ряде наблюдений исследование дополняли отсроченными томограммами. Артериальную фазу выполняли при достижении порогового контрастирования аорты 130–150 HU (программный пакет bolus tracking). Время сканирования в каждой фазе варьировало от 4 до 16 с в зависимости от модификации томографа. Для контрастного усиления применяли неионные низкомолекулярные контрастные препараты с концентрацией йода 350 и 370 мг/мл. Контрастное вещество вводили автоматическим одноколбовым или двухколбовым инъектором, для создания плато контрастирования сосудистого русла контрастное вещество вводили в две фазы. При использовании двухколбовых инъекторов перед контрастным веществом вводили физиологический раствор в объеме 10 мл и после контрастного вещества вводили физиологический раствор в объеме 40 мл в качестве “преследователя болюса”. В артериальную фазу оценивали артериальное русло: вариантную анатомию и признаки инвазии опухоли. В портальную и венозную фазы оценивали сосуды портального бассейна, их синтопию с опухолью. Постпроцессинговую обработку данных осуществляли на рабочих станциях соответствующих томографов с построением MPR-, MIP- и VRT-реконструкций.

Стандартный протокол МРТ включал получение T1 и T2 взвешенных изображений (ВИ), в том числе с применением методик подавления сигнала от жировой ткани. Все импульсные последовательности выполняли на задержке дыхания. Наименьшее число респираторных и других артефактов было получено при сканировании на выдохе, однако тяжелое состояние пациентов или необходимость существенного расширения области исследования иногда приводили к необходимости сканирования на вдохе, которое субъективно пациенты воспринимали более комфортно. Контрастное вещество вводили внутривенно, преимущественно вручную со скоростью 1,5–2,5 мл/с. Постконтрастные томограм-

мы получали в артериальную, портально-венозную и отсроченные фазы. Для построения диффузионно-взвешенных изображений (ДВИ) использовали импульсную последовательность с тремя значениями фактора взвешенности $b = 50, 300, 800$ с/мм ($TR - 2700$ мс, $TE - 84$ мс, $FA - 90^\circ$, $FoV - 316$ мм, толщина среза $- 5,5$ мм, матрица $- 128 \times 88$).

● Результаты и обсуждение

Основным симптомом, указывающим на опухолевое поражение ПЖ, оказалось обнаружение округлого гиподенсного при КТ (изо-гиперинтенсивного на T2 ВИ и изо-гипоинтенсивного на T1 ВИ при МРТ) образования с нечеткими контурами в структуре органа при локализации его в головке железы или участка неправильной формы при расположении в теле или хвосте, слабо накапливающего контрастное вещество. Косвенными признаками новообразования считали расширение протока ПЖ (ППЖ) до патологически измененного участка паренхимы. Вокруг расширенного ППЖ паренхима со временем могла атрофироваться и в итоге в ряде наблюдений представляла тонкую линейную структуру вдоль расширенного протока. При обнаружении новообразования указывали его расположение и размер.

По результатам исследования в большинстве ситуаций диагностировано новообразование головки ПЖ $- 198$ (90%) пациентов. В 15 (6,8%) наблюдениях верифицировано новообразование тела ПЖ (рис. 1), в 7 (3,2%) $-$ хвоста (рис. 2). Пациенты с новообразованием тела и хвоста ПЖ в дальнейшем были исключены из исследования. В 104 (52,5%) наблюдениях опухоль локализовалась в головке ПЖ, в 84 (42,5%) патологический процесс распространялся на крючковидный отросток, у 10 (5%) пациентов отмечено изолированное поражение крючковидного отростка ПЖ. Размеры опухоли значительно варьировали. В 59 (29,8%) наблюдениях выявлена опухоль 2–3 см, в 55 (27,8%) $-$ 3–4 см, в 15 (7,6%) $-$ 4–5 см, в 39 (19,7%) $-$ >5 см. Лишь у 30 (15,1%) больных диагностирована опухоль небольших размеров (1–2 см). В подавляющем большинстве наблюдений (76,8%) выявлены признаки билиарной гипертензии.

При проведении границы опухолевого узла по данным нативной МРТ, а также при выявлении признаков структурного изменения ткани ПЖ при малых новообразованиях (<2 см) в целом МРТ оказалась более информативной, чем при КТ до внутривенного усиления (20 и 15 очагов соответственно). При динамическом контрастном усилении (многофазном сканировании) разница была незначительной: 29 (96,7%) очагов $-$ МРТ, 28 (93,3%) новообразований $-$ КТ. Зоны отека как в пределах органа, так и в окру-

жающей его жировой клетчатке также лучше дифференцировали при МРТ (на T2 ВИ с подавлением жира). В то же время локальные обызвествления в ПЖ значительно лучше определяли при КТ. Магнитно-резонансная холангиопанкреатикография (МРХПГ) безусловно приводила к лучшему отображению состояния протоковой системы органа, однако в настоящем исследовании эта информация на оценку резектабельности опухоли (в сравнении с данными КТ) не повлияла.

Особого внимания заслуживает методика получения ДВИ, которая позволяла сразу обращать внимание на увеличенные лимфатические узлы в зоне интереса, а также мелкие метастазы в печени за счет изменения показателей их целлюлярности. Не все зоны ограничения диффузии при их последующем прицельном изучении оказались признаками онкологического поражения, однако характер подачи информации на ДВИ (ярко “подсвеченные” подозрительные зоны на темном фоне подавленного сигнала от окружающих органов и тканей) резко уменьшал риск ложноотрицательной диагностики возможного злокачественного процесса. Некоторые авторы указывают на возможность оценить по данным ДВИ истинное распространение опухоли в перипанкреатическую жировую клетчатку [2, 15]. В нашем исследовании выявленные размеры поражения ткани ПЖ на ДВИ также нередко оказывались больше, чем при использовании других импульсных последовательностей, что может указывать на данные изменения. Поэтому подобный подход также рассматриваем как весьма перспективный и считаем дальнейшие исследования в этом направлении необходимыми (рис. 3).

Отдельного упоминания достойно применение гепатотропных контрастных препаратов для выявления (подтверждения) мелких вторичных изменений печени. Методика показала высокую эффективность при вычленении группы неоперабельных пациентов, однако в основной массив анализируемой информации они по понятным причинам не вошли.

Несмотря на высокую информативность МРТ в выявлении патологических изменений ПЖ, продемонстрированную в исследовании, следует признать, что многофазная КТ в большинстве ситуаций технически была более удобной. Скорость сканирования и высокая разрешающая способность полученных данных по-прежнему позволяют утверждать, что метод, хотя и предполагает лучевую нагрузку, предпочтителен для оценки состояния сосудов рассматриваемой области и предоперационного планирования.

Радикальным методом лечения рассматриваемых больных является ГПДР. В связи с этим пациенты были разделены на три группы соглас-

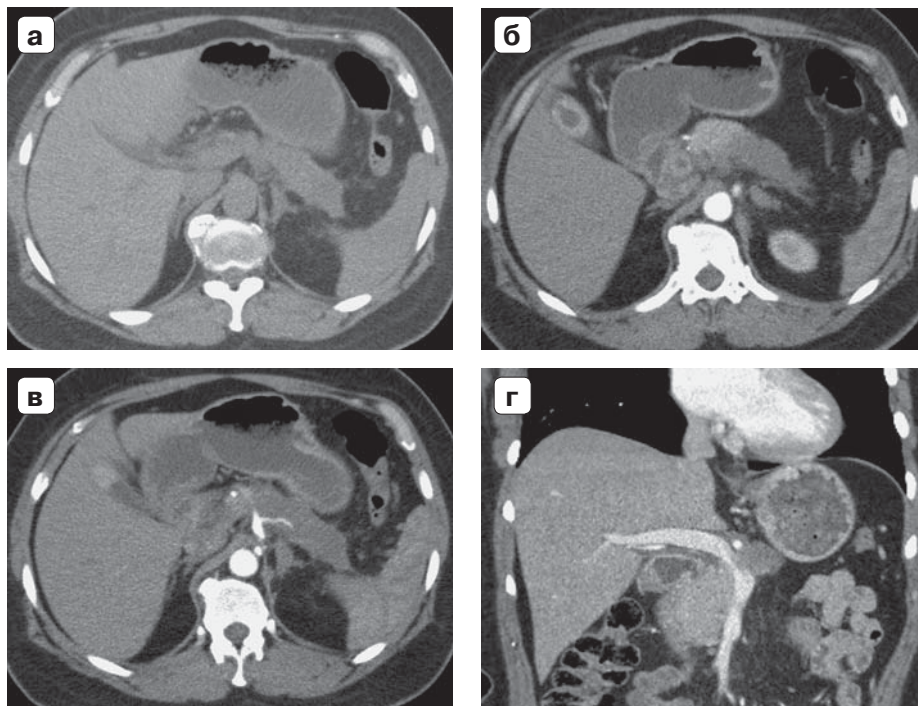


Рис. 1. Компьютерные томограммы. Новообразование тела и хвоста ПЖ: **а** – нативное изображение; **б, в** – артериальная фаза; **г** – портальная фаза. Гиподенсная опухоль, слабо накапливающая контрастное вещество, окутывает селезеночную артерию. Селезеночная вена на фоне образования не прослеживается (инвазия), воротная и верхняя брыжеечная вены деформированы, сужены.

Fig. 1. CT-scan. Pancreatic body and tail tumor: **a** – native image; **б, в** – arterial phase; **г** – portal phase. Hypodense mass that weakly accumulates contrast agent, the neoplasm envelops the splenic artery. The splenic vein cannot be traced against the background of the mass (invaded), the portal and superior mesenteric veins at the level of mass are deformed and narrowed.

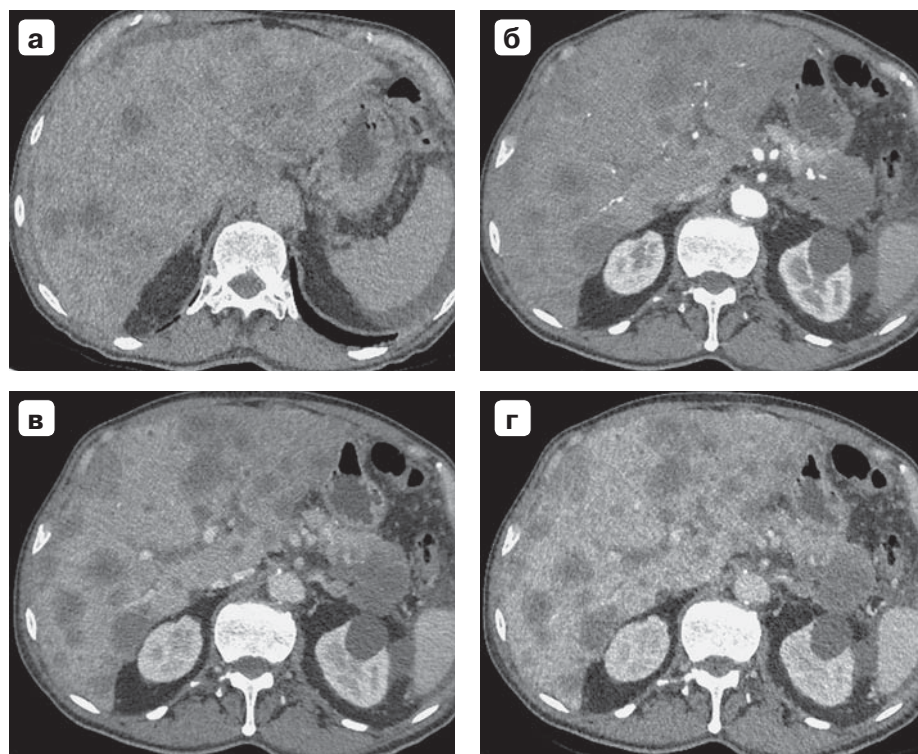
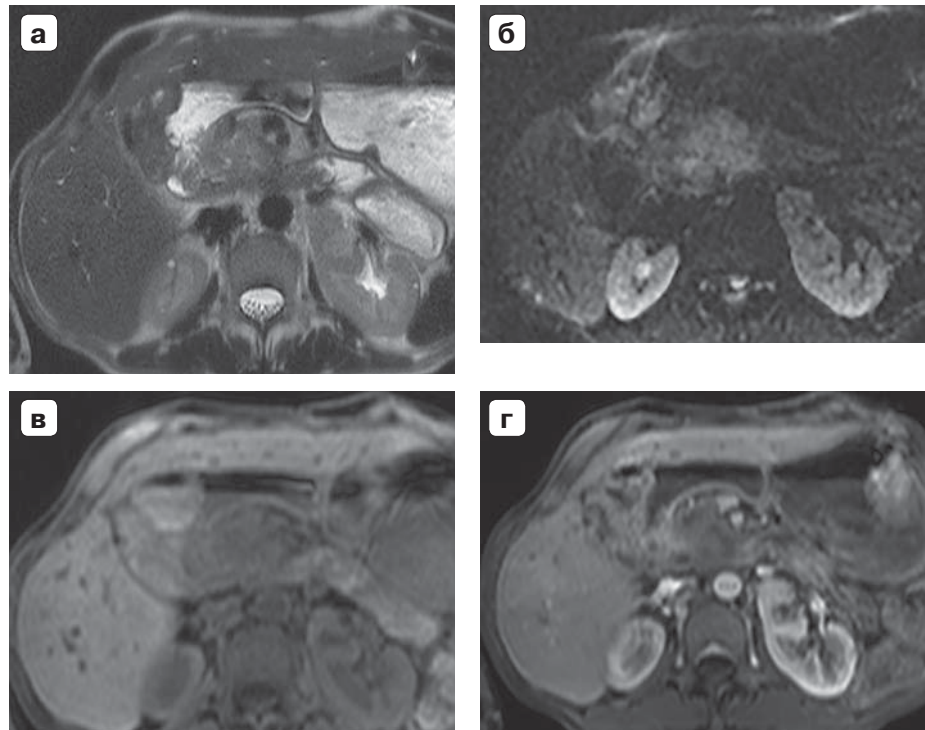


Рис. 2. Компьютерные томограммы. Новообразование хвоста ПЖ, метастазы в печени: **а** – нативное изображение; **б** – артериальная фаза; **в** – портальная фаза; **г** – венозная фаза. Опухоль представлена гиподенсным образованием, слабо накапливающим контрастное вещество. Метастазы в печени – многочисленные округлые гиподенсные фокусы с гиперденсным ободком периферического усиления в портальной и венозной фазах.

Fig. 2. CT-scan. Pancreatic tail tumor and metastases in the liver: **a** – native image; **б** – arterial phase; **в** – portal phase; **г** – venous phase. The tumor is represented by a hypodense mass that weakly accumulates contrast agent. Liver metastases are numerous rounded hypodense masses with a hyperdense rim of peripheral enhancement in the portal and venous phase.

Рис. 3. Магнитно-резонансные томограммы. Новообразование головки ПЖ, метастазы в печени: **а** – Т2 ВИ; **б** – ДВИ; **в** – Т1 ВИ с жироподавлением; **г** – артериальная фаза. На ДВИ размеры поражения ткани ПЖ максимальны. Отчетливо видны две мелкие вторичные опухоли по задней поверхности правой доли печени.

Fig. 3. MRI. Pancreatic head tumor and metastases in the liver: **a** – T2 WI; **б** – DWI; **в** – T1 WI with fat suppression; **г** – arterial phase. On DWI, the size of the lesion of the pancreatic tissue is maximal. Two small secondary foci on the posterior surface of the right lobe of the liver are clearly visualized.



но рекомендациям, разработанным Национальной онкологической сетью США (The National Comprehensive Cancer Network, NCCN) совместно с Международной исследовательской группой панкреатической хирургии (The International Study Group for Pancreatic Surgery, ISGPS). Выделяют три категории протоковой аденокарциномы ПЖ: резектабельную (resectable), погранично резектабельную (borderline resectable) и нерезектабельный рак (unresectable) [12, 26]. С учетом, как правило, скрытого клинического течения и поздней диагностики, в хирургической практике наибольшую долю составляют условно резектабельные и нерезектабельные опухоли [10, 27, 28]. Признаками резектабельности опухоли являются отсутствие контакта опухоли с перипанкреатическими сосудами, отсутствие инфильтрации стенок толстой кишки и желудка, брыжейки тонкой кишки и аортокавального пространства, отсутствие отдаленных метастазов и асцита. Опухоль считают условно или погранично резектабельной при непротяженном (<2 см) контакте опухоли со стенкой воротной или верхней брыжеечной вены при начинающейся деформации сосуда, незначительном контакте опухоли с чревным стволом (<1 см на протяжении и <1/2 окружности), деформации общей печеночной артерии на незначительном протяжении, “охвате” опухолью верхней брыжеечной артерии <1/2 окружности, инфильтрации брыжейки тонкой кишки на протяжении <3 см без явного вовлечения ее сосудов, небольшой опухоли хвоста ПЖ с опухолевым тромбом

селезеночной вены (большая вероятность микрометастазирования в печень), инфильтрации стенки желудка или толстой кишки. При большом распространении на соседние структуры опухоль считают нерезектабельной [12, 26].

На первом этапе отбирали нерезектабельных пациентов. Признаки такого образования – инвазия артерии в виде подрытого его контура или окутывания сосуда неопластической тканью >180°, инвазия вен портального русла и наличие протяженного тромба в портomesентериальном стволе, вторичное поражение печени. В нерезектабельную группу были включены 110 (55,6%) пациентов (рис. 4, 5).

Для определения показаний к оперативному вмешательству у остальных 88 пациентов оценивали резектабельность опухоли. У 36 (40,9%) больных новообразование признано резектабельным (рис. 6, 7), предпринята ГПДР в стандартном варианте. В 52 (59,1%) наблюдениях опухоль признана погранично резектабельной, выполнена расширенная ГПДР. Из них по результатам КТ у 29 (55,7%) больных выявлена опухолевая инвазия венозной стенки, по интраоперационным данным вмешательство включало резекцию мезентерико-портального венозного сегмента (рис. 8). В трех наблюдениях при КТ опухолевая инвазия верхней брыжеечной вены сочеталась с плотным контактом новообразования и артерий (верхней брыжеечной артерии – в 2 наблюдениях и общей печеночной артерии – в 1; рис. 9), что потребовало резекции верхней брыжеечной и печеночной артерий.

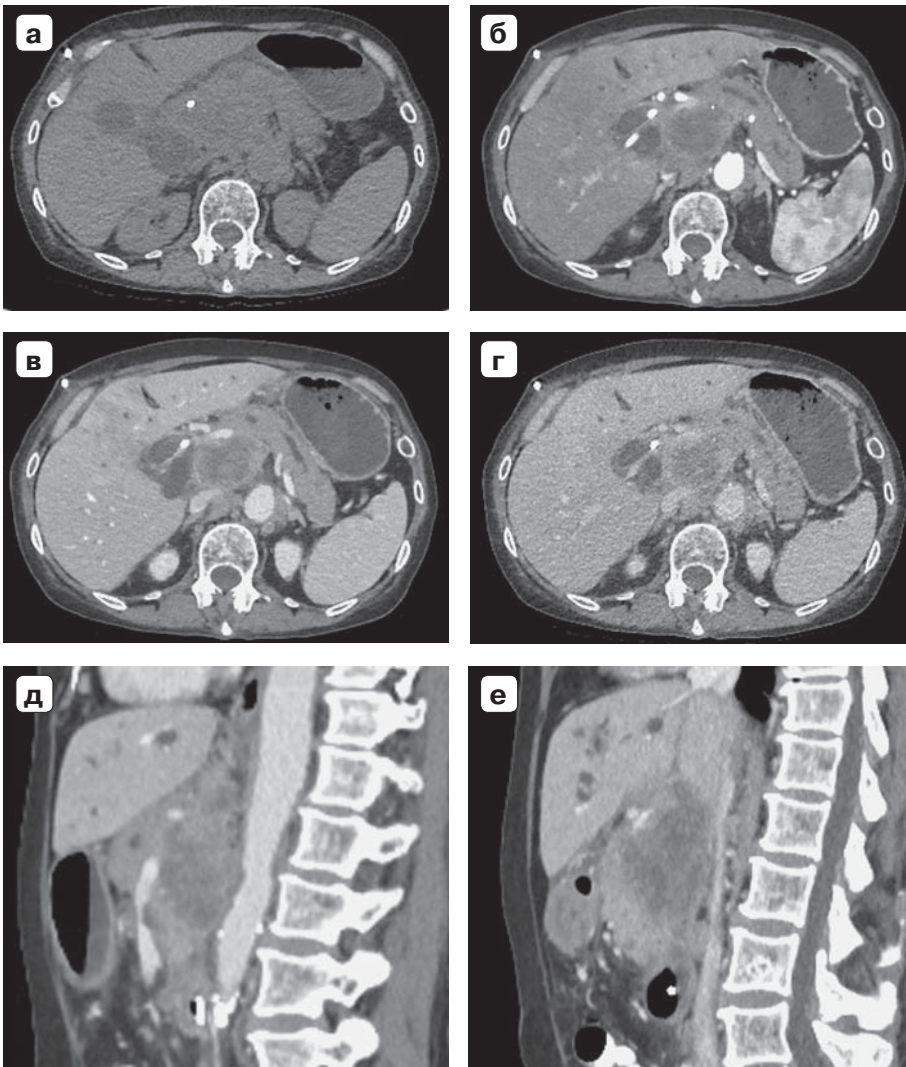


Рис. 4. Компьютерные томограммы. Новообразование головки ПЖ с инвазией артериальных и портальных сосудов, состояние после чрескожного дренирования общего желчного протока: **а** – нативное изображение; **б** – артериальная фаза; **в, д, е** – портальная фаза; **г** – венозная фаза. Видно округлое гиподенсное образование, слабо накапливающее контрастное вещество. В артериальной и портальной фазах вокруг внутрипеченочных желчных протоков присутствует гиперперфузия печени – признак холангита (осложнение билиарной гипертензии).

Fig. 4. CT-scan. Pancreatic head tumor with invasion of arterial and portal vessels, percutaneous bile duct drainage was performed: **a** – native image; **б** – arterial phase; **в, д, е** – portal phase; **г** – venous phase. A rounded hypodense mass is visible, weakly accumulating contrast agent. In the arterial and portal phase around the intrahepatic bile ducts, liver hyperperfusion is present – a sign of cholangitis (a complication of biliary hypertension).

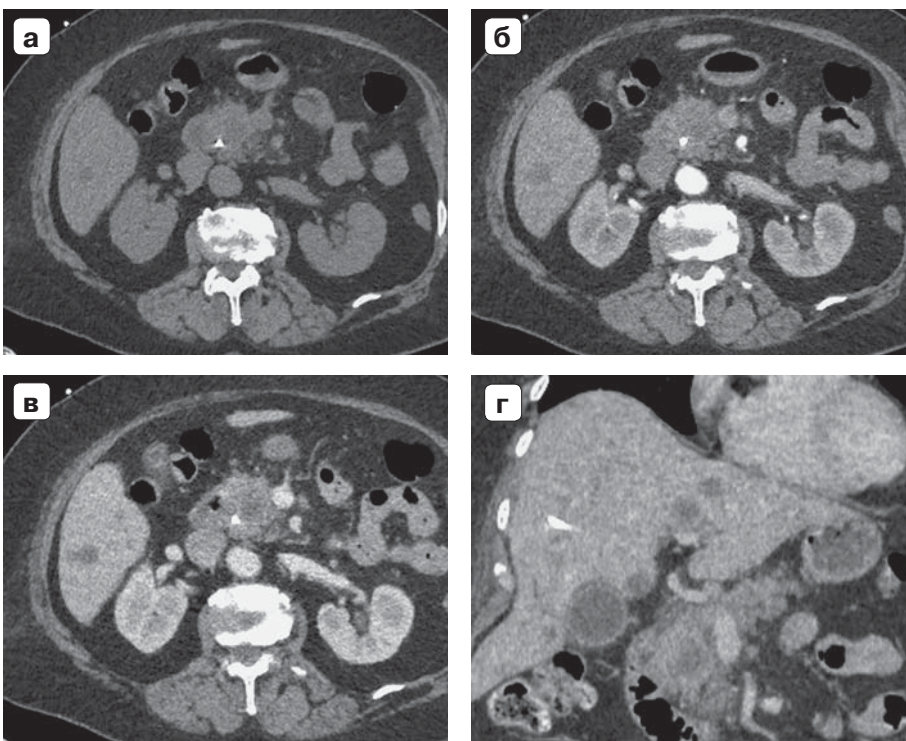


Рис. 5. Компьютерные томограммы. Новообразование головки ПЖ, метастазы в печени: **а** – нативное изображение; **б** – артериальная фаза; **в** – портальная фаза; **г** – венозная фаза. Во всех фазах в головке ПЖ видно округлое гиподенсное образование. В обеих долях печени округлые гиподенсные образования с гиперденсным ободком периферического усиления в портальной и венозной фазах контрастирования. Дренаж в ОЖП.

Fig. 5. CT-scan. Pancreatic head tumor with metastases to the liver: **a** – native image; **б** – arterial phase; **в** – portal phase; **г** – venous phase. In all phases, a rounded hypodense mass is visible in the pancreas head. In both lobes of the liver there are rounded hypodense masses with a hyperdense rim of peripheral enhancement in the portal and venous phases of contrasting. Drainage in the common bile duct.

Рис. 6. Компьютерные томограммы. Новообразование головки ПЖ: **а** – нативное изображение; **б, в** – артериальная фаза; **г, д** – портальная фаза; **е** – венозная фаза. Видна гиподенсная опухоль головки ПЖ, слабо накапливающая контрастный препарат. Сосуды интактны, вторичного поражения печени нет.

Fig. 6. CT-scan. Pancreatic head tumor: **a** – native image; **б, в** – arterial phase; **г, д** – portal phase; **е** – venous phase. A hypodense tumor of the pancreas head is visible, weakly accumulating contrast agent. The vessels are intact, there is no secondary liver damage.

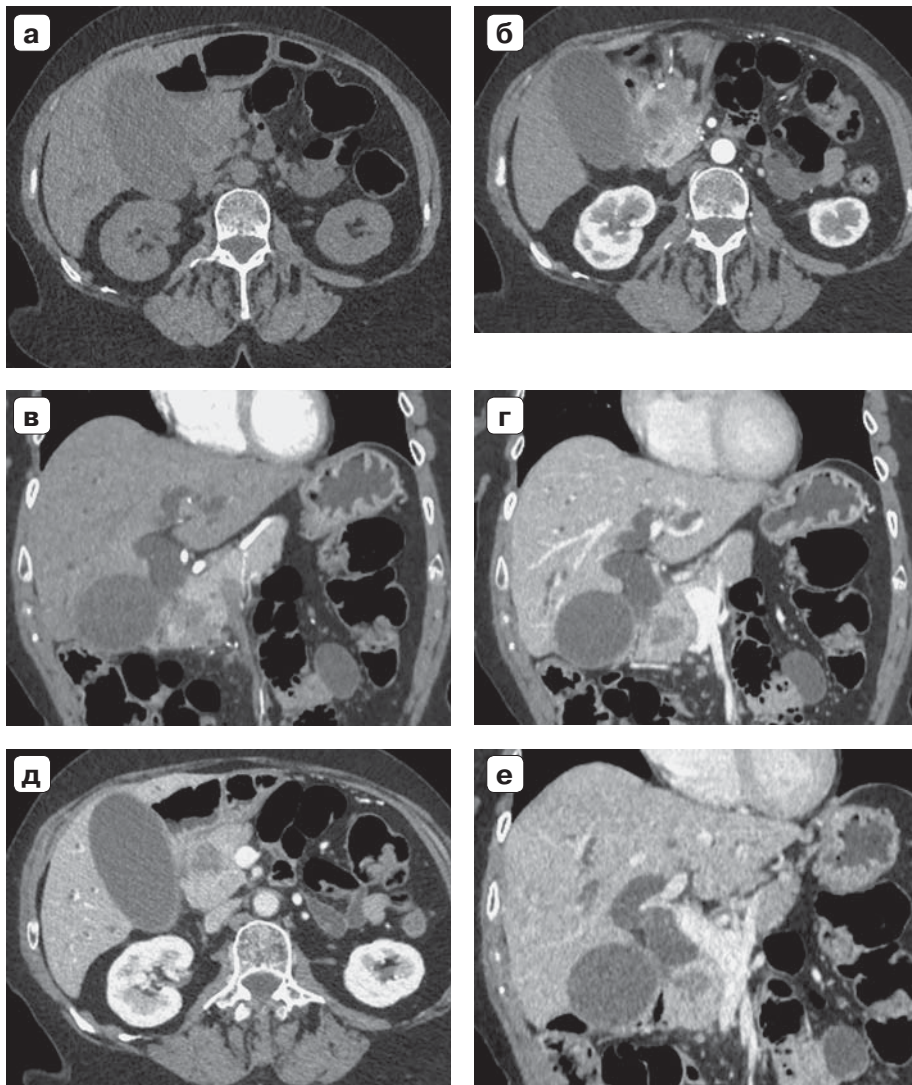
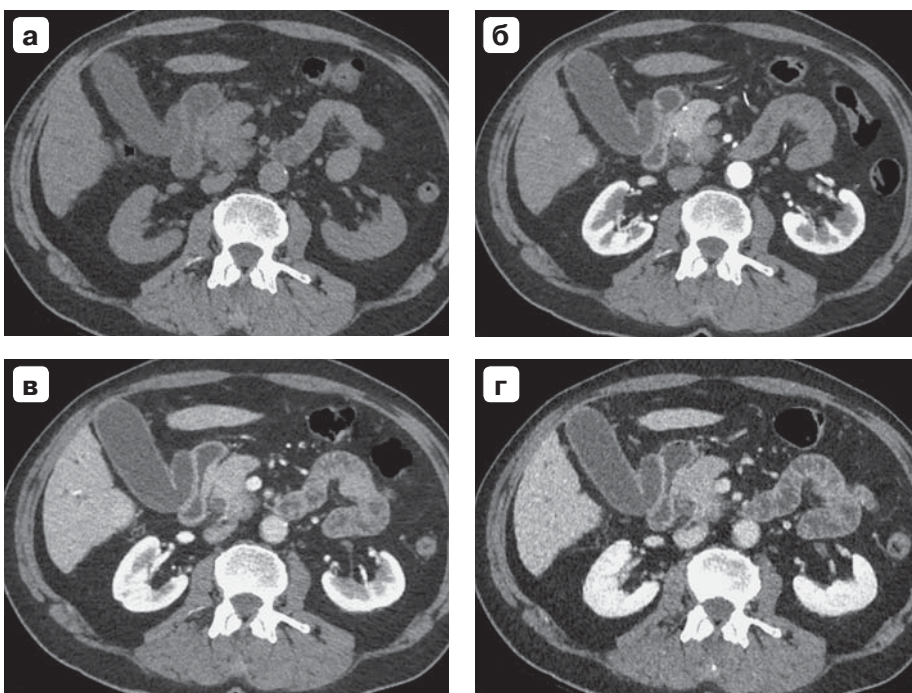


Рис. 7. Компьютерные томограммы. Новообразование крючковидного отростка ПЖ: **а** – нативное изображение; **б** – артериальная фаза; **в** – портальная фаза; **г** – венозная фаза. Неизменная жировая клетчатка между образованием и брыжеечной артерией, уплотненная жировая прослойка между образованием и брыжеечной веной.

Fig. 7. CT-scan. Tumor of the uncinate process of the pancreas: **a** – native image; **б** – arterial phase; **в** – portal phase; **г** – venous phase. Unchanged fatty tissue between the mass and the mesenteric artery, compacted fatty layer between the mass and the mesenteric vein.



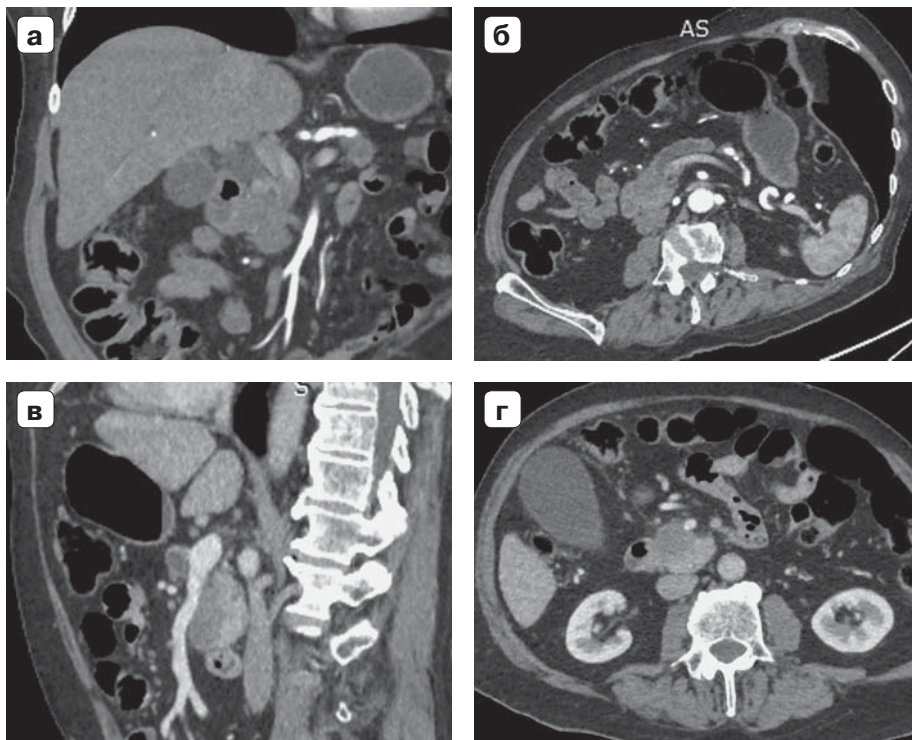


Рис. 8. Компьютерные томограммы. Новообразование головки ПЖ: **а, б** – артериальная фаза; **в, г** – портальная фаза. Опухоль представлена гиподенсным образованием, слабо накапливающим контрастное вещество. Неизменная жировая клетчатка между образованием и брыжеечной артерией, опухоль прилежит к брыжеечной вене на протяжении 2 см, окутывает ее на 1/3 диаметра.

Fig. 8. CT-scan. Pancreatic head tumor: **а, б** – arterial phase; **в, г** – portal phase. The tumor is represented by a hypodense mass that weakly accumulates contrast agent. Unchanged fatty tissue between the mass and the mesenteric artery, the tumor is adjacent to the mesenteric vein for 2 cm, envelops it by 1/3 of the diameter.

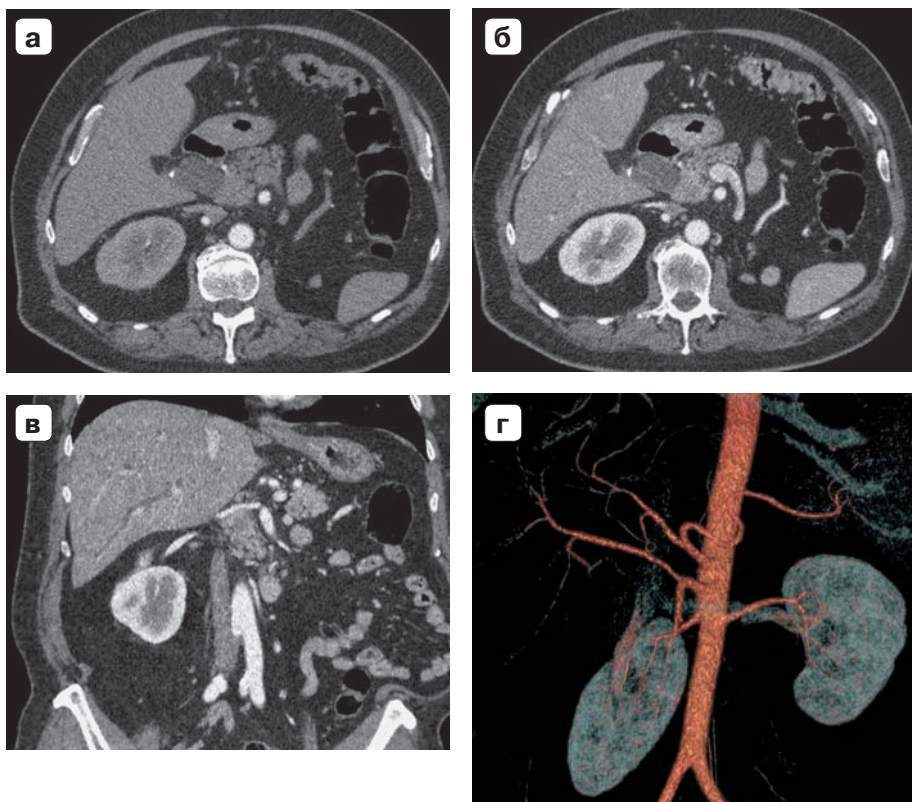


Рис. 9. Компьютерные томограммы. Новообразование головки ПЖ: **а** – артериальная фаза; **б, в** – портальная фаза; **г** – VRT-реконструкция. Опухоль без признаков инвазии верхней брыжеечной артерии и вены. Выявлена замещающая правая печеночная артерия от верхней брыжеечной артерии, располагающаяся краниальнее образования (по верхнему краю) с сохраненной жировой прослойкой между ним и сосудом.

Fig. 9. CT-scan. Pancreatic head tumor: **а** – arterial phase; **б, в** – portal phase; **г** – VRT reconstruction. Tumor without signs of invasion of the superior mesenteric artery and vein. A replacement right hepatic artery from the superior mesenteric artery was revealed, located cranial to the mass (along the upper edge) with a preserved fat layer between it and the vessel.

Таблица. Коэффициенты корреляции “золотого стандарта” с анализируемыми факторами риска
Table. Correlation coefficients of the “Gold standard” with the analyzed criteria

Фактор риска по данным КТ-ангиографии	Интраоперационные данные	
	Коэффициенты корреляции	<i>p</i>
Размер опухоли	–0,170	0,246
Локализация опухоли	0,08	0,592
Отсутствие ткани между опухолью и сосудом	–0,402	0,012
Смещение сосуда опухолью	0,475	0,003
Неровность сосудистой стенки	0,337	0,03
Стеноз сосуда	0,337	0,03
Тромбоз сосуда	0,553	0,001
Сосуд внутри опухоли	0,418	0,007
Протяженность контакта в мм	–0,414	0,01
Протяженность контакта в °	–0,302	0,05
Протяженность контакта в %	–0,245	0,127

Для определения факторов риска инвазии опухоли в сосуды портальной системы по данным КТ применяли многофакторный регрессионный анализ. Для этого были рассчитаны коэффициенты корреляции “золотого стандарта” с анализируемыми факторами. “Золотым стандартом” считали результаты интраоперационной ревизии и заключения морфологического исследования резецированных сосудов. Изученные факторы риска представлены в таблице. Для улучшения качества анализа предварительно выполнена их линеаризация. В результате обработки данных установлена статистически достоверная ассоциация целого ряда КТ-критериев с риском опухольевой инвазии в окружающие сосуды.

Кроме признаков сосудистой инвазии оценивали вариантную артериальную анатомию пациентов, которым планировали оперативное вмешательство. У 47 (53,4%) пациентов определили I тип артериального кровоснабжения по N.A. Michels, второй по частоте был III тип – 22 (25%) наблюдения, II тип выявлен в 17 (19,3%) наблюдениях. У 2 (2,3%) пациентов был неверифицированный тип. Выявленные типы ангиоархитектоники учитывались при планировании оперативного вмешательства (особенно III тип по Michels при ГПДР).

Подводя итог, следует отметить высокую информативность КТ и МРТ в оценке патологических изменений ПЖ при злокачественном ее поражении. МРТ не несет лучевой нагрузки и позволяет получать ценные сведения о тканевых характеристиках опухоли и окружающих структур, включая информацию о признаках ограничения диффузии в пределах всей области сканирования. Эти сведения имеют большое значение, в том числе для проведения дифференциальной диагностики и определения операбельности больных. Однако стандартом анализа топографо-анатомических особенностей сосудов рассматриваемой зоны, а также проведения

предоперационной подготовки по-прежнему остается многофазная КТ.

● Заключение

Многофазная КТ и МРТ с динамическим контрастным усилением являются ведущими методами лучевой диагностики злокачественных опухолей ПЖ. Эффективное их сочетание позволяет успешно выявить новообразование, детально оценить его характеристики, распространенность патологического процесса и особенности ангиоархитектоники гепатопанкреатодуоденальной зоны, а значит, способствовать эффективному планированию рационального объема оперативного вмешательства.

Участие авторов

Кудрявцева А.В. – концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, написание текста.

Багненко С.С. – концепция и дизайн исследования, написание текста, редактирование, утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Дзидзава И.И. – концепция и дизайн исследования, утверждение окончательного варианта статьи.

Железняк И.С. – концепция и дизайн исследования.

Труфанов Г.Е. – концепция и дизайн исследования.

Рязанов В.В. – концепция и дизайн исследования.

Красовская В.А. – сбор и обработка материала.

Котив А.Б. – сбор и обработка материала, статистическая обработка данных.

Казаков А.Д. – сбор и обработка материала, статистическая обработка данных.

Authors participation

Kudryavtseva A.V. – concept and design of the study, collection and analysis of data, writing text.

Bagenko S.S. – concept and design of the study, writing text, editing, approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article.

Dzidzawa I.I. — concept and design of the study, approval of the final version of the article.

Zheleznyak I.S. — concept and design of the study.

Trufanov G.E. — concept and design of the study.

Ryazanov V.V. — concept and design of the study.

Krasovskaya V.A. — collection and analysis of data.

Kotiv A.B. — collection and analysis of data, statistical analysis.

Kazakov A.D. — collection and analysis of data, statistical analysis.

● Список литературы

1. Злокачественные новообразования в России в 2018 году (заболеваемость и смертность). Под ред. Каприна А.Д., Старинского В.В., Петровой Г.В. М.: МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ “НМИЦ радиологии” Минздрава России, 2019. 250 с.
2. Кармазановский Г.Г. Опухоли поджелудочной железы солидной структуры: протоколы лучевых исследований, дифференциальная диагностика (лекция, часть 1). Медицинская визуализация. 2016; 4: 54–63.
3. Kim H.J., Park M.S., Lee J.Y., Han K., Chung Y.E., Choi J.Y., Kim M.J., Kang C.M. Incremental role of pancreatic magnetic resonance imaging after staging computed tomography to evaluate patients with pancreatic ductal adenocarcinoma. *Cancer Res. Treat.* 2019; 51 (1): 24–33. <http://doi.org/10.4143/crt.2017.404>
4. Gillen S., Schuster T., Meyer Zum Büschenfelde C., Friess H., Kleeff J. Preoperative/neoadjuvant therapy in pancreatic cancer: a systematic review and meta-analysis of response and resection percentages. *PLoS Med.* 2010; 7 (4): e1000267. <http://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000267>
5. Кригер А.Г., Кармазановский Г.Г., Смирнов А.В., Харазов А.Ф., Горин Д.С., Раевская М.Б., Галкин Г.В., Ревешвили А.Ш. Диагностика и лечение рака головки поджелудочной железы, прорастающего мезентерико-портальный сегмент вен. Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. 2018; 12: 21–29. <http://doi.org/10.17116/hirurgia201812121>
6. Siegel R., Ma J., Zou Z., Jemal A. Cancer statistics, 2014. *CA Cancer J. Clin.* 2014; 64 (1): 9–29. <http://doi.org/10.3322/caac.21208>
7. Kamisawa T., Wood L.D., Itoi T., Takaori K. Pancreatic cancer. *Lancet.* 2016; 388 (10039): 73–85. [http://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)00141-0](http://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)00141-0)
8. Патютко Ю.И., Кудашкин Н.Е., Котельников А.Г., Чистякова О.В. Тотальная панкреатэктомия при опухолевом поражении поджелудочной железы. Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. 2016; 9: 13–20.
9. Ревешвили А.Ш., Кригер А.Г., Вишневицкий В.А., Смирнов А.В., Берелавичус С.В., Горин Д.С., Ахтанян Е.А., Калдаров А.Р., Раевская М.Б., Захарова М.А. Актуальные вопросы хирургии поджелудочной железы. Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. 2018; 9: 5–14. <http://doi.org/10.17116/hirurgia20180915>
10. Состояние онкологической помощи населению России в 2015 году. Под ред. Каприна А.Д., Старинского В.В., Петровой Г.В. М.: РИИС ФИАН, 2016. 236 с.
11. Beltrame V., Gruppo M., Pedrazzoli S., Merigliano S., Pastorelli D., Sperti C. Mesenteric-portal vein resection during pancreatotomy for pancreatic cancer. *Gastroenterol. Res. Pract.* 2015; 2015: 659730. <http://doi.org/10.1155/2015/659730>
12. Bockhorn M., Uzunoglu F.G., Adham M., Imrie C., Milicevic M., Sandberg A.A., Asbun H.J., Bassi C., Büchler M., Charnley R.M., Conlon K., Cruz L.F., Dervenis C., Fingerhuth A., Friess H., Gouma D.J., Hartwig W., Lillemoe K.D., Montorsi M., Neoptolemos J.P., Shrikhande S.V., Takaori K., Traverso W., Vashist Y.K., Vollmer C., Yeo C.J., Izbicki J.R. Borderline resectable pancreatic cancer: a consensus statement by the International Study Group of Pancreatic Surgery (ISGPS). *Surgery.* 2014; 155 (6): 977–988. <http://doi.org/10.1016/j.surg.2014.02.001>
13. Zhou Y., Zhang Z., Liu Y., Li B., Xu D. Pancreatectomy combined with superior mesenteric vein-portal vein resection for pancreatic cancer: a meta-analysis. *World J. Surg.* 2012; 36 (4): 884–891. <http://doi.org/10.1007/s00268-012-1461-z>
14. Кармазановский Г.Г., Нерестюк Я.И., Кригер А.Г., Хайриева А.В. Диагностическая значимость трехмерных реконструкций КТ-изображений у пациентов с протоковой аденокарциномой поджелудочной железы. *Russian Electronic Journal of Radiology (REJR).* 2017; 7 (1): 69–76. <http://doi.org/10.21569/2222-7415-2017-7-1-69-76>
15. Кармазановский Г.Г. Дифференциальная диагностика и определение резектабельности рака поджелудочной железы с помощью МСКТ и МРТ. *Анналы хирургической гепатологии.* 2019; 24 (3): 22–35. <https://doi.org/10.16931/1995-5464.2019322-35>
16. Lee E.S., Lee J.M. Imaging diagnosis of pancreatic cancer: a state-of-the-art review. *World J. Gastroenterol.* 2014; 20 (24): 7864–7877. <http://doi.org/10.3748/wjg.v20.i24.7864>
17. Tamburrino D., Riviere D., Yaghoobi M., Davidson B.R., Gurusamy K.S. Diagnostic accuracy of different imaging modalities following computed tomography (CT) scanning for assessing the resectability with curative intent in pancreatic and periampullary cancer. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2016; 9 (9): CD011515. <http://doi.org/10.1002/14651858>
18. Raman S.P., Horton K.M., Fishman E.K. Multimodality imaging of pancreatic cancer-computed tomography, magnetic resonance imaging, and positron emission tomography. *Cancer J.* 2012; 18 (6): 511–522. <http://doi.org/10.1097/PPO.0b013e318274a461>
19. Ishigami K., Yoshimitsu K., Irie H., Tajima T., Asayama Y., Nishie A., Hirakawa M., Ushijima Y., Okamoto D., Nagata S., Nishihara Y., Yamaguchi K., Taketomi A., Honda H. Diagnostic value of the delayed phase image for iso-attenuating pancreatic carcinomas in the pancreatic parenchymal phase on multidetector computed tomography. *Eur. J. Radiol.* 2009; 69 (1): 139–146. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2007.09.012>
20. Agarwal B., Abu-Hamda E., Molke K.L., Correa A.M., Ho L. Endoscopic ultrasound-guided fine needle aspiration and multidetector spiral CT in the diagnosis of pancreatic cancer. *Am. J. Gastroenterol.* 2004; 99 (5): 844–850. <http://doi.org/10.1111/j.1572-0241.2004.04177.x>
21. Bronstein Y.L., Loyer E.M., Kaur H., Choi H., David C., DuBrow R.A., Broemeling L.D., Cleary K.R., Charnsangavej C. Detection of small pancreatic tumors with multiphasic helical CT. *AJR Am. J. Roentgenol.* 2004; 182 (3): 619–623. <http://doi.org/10.2214/ajr.182.3.1820619>
22. Tamm E.P., Loyer E.M., Faria S.C., Evans D.B., Wolff R.A., Charnsangavej C. Retrospective analysis of dual-phase MDCT and follow-up EUS/EUS-FNA in the diagnosis of pancreatic cancer. *Abdom. Imaging.* 2007; 32 (5): 660–667. <http://doi.org/10.1007/s00261-007-9298-x>
23. Chen F.M., Ni J.M., Zhang Z.Y., Zhang L., Li B., Jiang C.J. Presurgical evaluation of pancreatic cancer: a comprehensive

- imaging comparison of CT versus MRI. *AJR Am. J. Roentgenol.* 2016; 206 (3): 526–535. <http://doi.org/10.2214/AJR.15.15236>
24. Сотников А.С. Морфофункциональное обоснование расширенной гастропанкреатодуоденальной резекции с коррекцией портального кровотока: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. СПб., 2012. 41 с.
 25. Manak E., Merkel S., Klein P., Papadopoulos T., Bautz W.A., Baum U. Resectability of pancreatic adenocarcinoma: assessment using multidetector-row computed tomography with multiplanar reformations. *Abdom. Imaging.* 2009; 34 (1): 75–80. <http://doi.org/10.1007/s00261-007-9285-2>
 26. Gilbert J.W., Wolpin B., Clancy T., Wang J., Mamon H., Shinagare A.B., Jagannathan J., Rosenthal M. Borderline resectable pancreatic cancer: conceptual evolution and current approach to image-based classification. *Ann. Oncol.* 2017; 28 (9): 2067–2076. Published online 2017 Apr. 12. <http://doi.org/10.1093/annonc/mdx180>
 27. Никулин М.П., Сельчук В.Ю., Чистяков С.С., Ибрагимов Т.Ф., Титова Г.В. Рак поджелудочной железы. Русский медицинский журнал. 2006; 14 (24): 1726–1736.
 28. Ferlay J., Soerjomataram I., Dikshit R., Eser S., Mathers C., Rebelo M., Parkin D.M., Forman D., Bray F. Cancer incidence and mortality worldwide: sources, methods and major patterns in GLOBOCAN 2012. *Int. J. Cancer.* 2015; 136 (5): E359–386. <http://doi.org/10.1002/ijc.29210>
- ## References
1. *Zlokachestvennye novoobrazovaniya v Rossii v 2018 godu (zabolevaemost' i smertnost')* [Malignant tumors in Russia in 2018 (morbidity and mortality)]. Ed. by Kaprin A.D., Starinskiy V.V., Petrova G.V. M.: MNIOI im. P.A. Gertsena – filial FGBU "NMITS radiologii" Minzdrava Rossii, 2019. 250 p. (In Russian)
 2. Karmazanovsky G.G. Solid pancreatic tumors: protocols of radiological examinations and differential diagnosis (lecture, part 1). *Medical Visualization.* 2016; 4: 54–63. (In Russian)
 3. Kim H.J., Park M.S., Lee J.Y., Han K., Chung Y.E., Choi J.Y., Kim M.J., Kang C.M. Incremental role of pancreatic magnetic resonance imaging after staging computed tomography to evaluate patients with pancreatic ductal adenocarcinoma. *Cancer Res. Treat.* 2019; 51 (1): 24–33. <http://doi.org/10.4143/crt.2017.404>
 4. Gillen S., Schuster T., Meyer Zum Büschenfelde C., Friess H., Kleeff J. Preoperative/neoadjuvant therapy in pancreatic cancer: a systematic review and meta-analysis of response and resection percentages. *PLoS Med.* 2010; 7 (4): e1000267. <http://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000267>
 5. Kriger A.G., Karmazanovsky G.G., Smirnov A.V., Kharazov A.F., Gorin D.S., Raevskaya M.B., Galkin G.V., Revishvili A.Sh. Diagnosis and treatment of pancreatic head cancer followed by mesenteric-portal vein invasion. *Pirogov Russian Journal of Surgery = Khirurgiya. Zhurnal imeni N.I. Pirogova.* 2018; 12: 21–29. <http://doi.org/10.17116/hirurgia201812121> (In Russian)
 6. Siegel R., Ma J., Zou Z., Jemal A. Cancer statistics, 2014. *CA Cancer J. Clin.* 2014; 64 (1): 9–29. <http://doi.org/10.3322/caac.21208>
 7. Kamisawa T., Wood L.D., Itoi T., Takaori K. Pancreatic cancer. *Lancet.* 2016; 388 (10039): 73–85. [http://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)00141-0](http://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)00141-0)
 8. Patyutko Yu.I., Kudashkin N.E., Kotel'nikov A.G., Chistyakova O.V. Total pancreatectomy for pancreatic cancer. *Pirogov Russian Journal of Surgery / Khirurgiya. Zhurnal imeni N.I. Pirogova.* 2016; 9: 13–20. (In Russian)
 9. Revishvili A.Sh., Kriger A.G., Vishnevskii V.A., Smirnov A.V., Berelavichus S.V., Gorin D.S., Akhtanin E.A., Kaldarov A.R., Raevskaya M.B., Zakharova M.A. Current issues in pancreatic surgery. *Pirogov Russian Journal of Surgery / Khirurgiya. Zhurnal imeni N.I. Pirogova.* 2018; 9: 5–14. <http://doi.org/10.17116/hirurgia20180915> (In Russian)
 10. *Sostojanie onkologicheskoy pomoshhi naseleniju Rossii v 2015 godu* [The state of cancer care for the population of Russia in 2015]. Ed. by Kaprin A.D., Starinskiy V.V., Petrova G.V. Moscow: RIIS FIAN; 2016. 236 p. (In Russian)
 11. Beltrame V., Gruppo M., Pedrazzoli S., Merigliano S., Pastorelli D., Sperti C. Mesenteric-portal vein resection during pancreatectomy for pancreatic cancer. *Gastroenterol. Res. Pract.* 2015; 2015: 659730. <http://doi.org/10.1155/2015/659730>
 12. Bockhorn M., Uzunoglu F.G., Adham M., Imrie C., Milicevic M., Sandberg A.A., Asbun H.J., Bassi C., Büchler M., Charnley R.M., Conlon K., Cruz L.F., Dervenis C., Fingerhut A., Friess H., Gouma D.J., Hartwig W., Lillemoe K.D., Montorsi M., Neoptolemos J.P., Shrikhande S.V., Takaori K., Traverso W., Vashist Y.K., Vollmer C., Yeo C.J., Izbicki J.R. Borderline resectable pancreatic cancer: a consensus statement by the International Study Group of Pancreatic Surgery (ISGPS). *Surgery.* 2014; 155 (6): 977–988. <http://doi.org/10.1016/j.surg.2014.02.001>
 13. Zhou Y., Zhang Z., Liu Y., Li B., Xu D. Pancreatectomy combined with superior mesenteric vein-portal vein resection for pancreatic cancer: a meta-analysis. *World J. Surg.* 2012; 36 (4): 884–891. <http://doi.org/10.1007/s00268-012-1461-z>
 14. Karmazanovsky G.G., Nerestyuk Ya.I., Kriger A.G., Khairieva A.V. Diagnostic value of three-dimensional reconstructions of CT images in patients with ductal pancreas adenocarcinoma. *Russian Electronic Journal of Radiology (REJR).* 2017; 7 (1): 69–76. <http://doi.org/10.21569/2222-7415-2017-7-1-69-76> (In Russian)
 15. Karmazanovsky G.G. Differential diagnosis and analysis of pancreatic cancer resectability using CT and MRI. *Annaly khirurgicheskoy gepatologii = Annals of HPB Surgery.* 2019; 24 (3): 22–35. <https://doi.org/10.16931/1995-5464.2019322-35> (In Russian)
 16. Lee E.S., Lee J.M. Imaging diagnosis of pancreatic cancer: a state-of-the-art review. *World J. Gastroenterol.* 2014; 20 (24): 7864–7877. <http://doi.org/10.3748/wjg.v20.i24.7864>
 17. Tamburrino D., Riviere D., Yaghoobi M., Davidson B.R., Gurusamy K.S. Diagnostic accuracy of different imaging modalities following computed tomography (CT) scanning for assessing the resectability with curative intent in pancreatic and periampullary cancer. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2016; 9 (9): CD011515. <http://doi.org/10.1002/14651858>
 18. Raman S.P., Horton K.M., Fishman E.K. Multimodality imaging of pancreatic cancer-computed tomography, magnetic resonance imaging, and positron emission tomography. *Cancer J.* 2012; 18 (6): 511–522. <http://doi.org/10.1097/PPO.0b013e318274a461>
 19. Ishigami K., Yoshimitsu K., Irie H., Tajima T., Asayama Y., Nishie A., Hirakawa M., Ushijima Y., Okamoto D., Nagata S., Nishihara Y., Yamaguchi K., Taketomi A., Honda H. Diagnostic value of the delayed phase image for iso-attenuating pancreatic carcinomas in the pancreatic parenchymal phase on multidetector computed tomography. *Eur. J. Radiol.* 2009; 69 (1): 139–146. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2007.09.012>
 20. Agarwal B., Abu-Hamda E., Molke K.L., Correa A.M., Ho L. Endoscopic ultrasound-guided fine needle aspiration and

- multidetector spiral CT in the diagnosis of pancreatic cancer. *Am. J. Gastroenterol.* 2004; 99 (5): 844–850. <http://doi.org/10.1111/j.1572-0241.2004.04177.x>
21. Bronstein Y.L., Loyer E.M., Kaur H., Choi H., David C., DuBrow R.A., Broemeling L.D., Cleary K.R., Charnsangavej C. Detection of small pancreatic tumors with multiphasic helical CT. *AJR Am. J. Roentgenol.* 2004; 182 (3): 619–623. <http://doi.org/10.2214/ajr.182.3.1820619>
22. Tamm E.P., Loyer E.M., Faria S.C., Evans D.B., Wolff R.A., Charnsangavej C. Retrospective analysis of dual-phase MDCT and follow-up EUS/EUS-FNA in the diagnosis of pancreatic cancer. *Abdom. Imaging.* 2007; 32 (5): 660–667. <http://doi.org/10.1007/s00261-007-9298-x>
23. Chen F.M., Ni J.M., Zhang Z.Y., Zhang L., Li B., Jiang C.J. Presurgical evaluation of pancreatic cancer: a comprehensive imaging comparison of CT versus MRI. *AJR Am. J. Roentgenol.* 2016; 206 (3): 526–535. <http://doi.org/10.2214/AJR.15.15236>
24. Sotnikov A.S. *Morfofunktsional'noe obosnovanie rasshirennoi gastropankreatoduodenal'noi rezektsii s korrektsiei portal'nogo krovotoka* [Morphological and functional justification of extended gastropancreatoduodenectomy with correction of portal blood flow: author's abstract of dis.... doct. med. sci.]. Saint-Petersburg, 2012. 41 p. (In Russian)
25. Manak E., Merkel S., Klein P., Papadopoulos T., Bautz W.A., Baum U. Resectability of pancreatic adenocarcinoma: assessment using multidetector-row computed tomography with multiplanar reformations. *Abdom. Imaging.* 2009; 34 (1): 75–80. <http://doi.org/10.1007/s00261-007-9285-2>
26. Gilbert J.W., Wolpin B., Clancy T., Wang J., Mamon H., Shinagare A.B., Jagannathan J., Rosenthal M. Borderline resectable pancreatic cancer: conceptual evolution and current approach to image-based classification. *Ann. Oncol.* 2017; 28 (9): 2067–2076. Published online 2017 Apr. 12. <http://doi.org/10.1093/annonc/mdx180>
27. Nikulin M.P., Sel'chuk V.Yu., Chistyakov S.S., Ibragimov T.F., Titova G.V. Pancreas cancer. *Russian Medical Journal.* 2006; 14 (24): 1726–1736. (In Russian)
28. Ferlay J., Soerjomataram I., Dikshit R., Eser S., Mathers C., Rebelo M., Parkin D.M., Forman D., Bray F. Cancer incidence and mortality worldwide: sources, methods and major patterns in GLOBOCAN 2012. *Int. J. Cancer.* 2015; 136 (5): E359–386. <http://doi.org/10.1002/ijc.29210>

Сведения об авторах [Authors info]

Кудрявцева Анна Владимировна – канд. мед. наук, заведующая отделением – врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики (амбулаторных пациентов) клиники рентгенодиагностики и ультразвуковой диагностики ФГБВОУ ВО “ВМА им. С.М. Кирова” Минобороны России, врач-рентгенолог СПбГБУЗ “ГМПБ № 2”. <https://orcid.org/0000-0002-1002-8758>. E-mail: avkydrjashka@yandex.ru

Багненко Сергей Сергеевич – доктор мед. наук, доцент, доцент кафедры рентгенологии и радиологии с курсом ультразвуковой диагностики ФГБВОУ ВО “ВМА им. С.М. Кирова” Минобороны России; ведущий научный сотрудник научного отделения диагностической и интервенционной радиологии ФГБУ “НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова” Минздрава России; профессор кафедры современных методов диагностики и радиолучевой терапии ФГБОУ ВО СПбГПМУ Минздрава России. <https://orcid.org/0000-0002-4131-6293>. E-mail: bagenko_ss@mail.ru

Дзидзава Илья Игоревич – доктор мед. наук, доцент, Заслуженный врач РФ, начальник кафедры госпитальной хирургии ФГБВОУ ВО “ВМА им. С.М. Кирова” Минобороны России. <https://orcid.org/0000-0002-5860-3053>. E-mail: dzidzava@mail.ru

Железняк Игорь Сергеевич – доктор мед. наук, доцент, начальник кафедры рентгенологии и радиологии с курсом ультразвуковой диагностики ФГБВОУ ВО “ВМА им. С.М. Кирова” Минобороны России. <https://orcid.org/0000-0001-7383-512X>. E-mail: igzh@bk.ru

Труфанов Геннадий Евгеньевич – доктор мед. наук, профессор, главный научный сотрудник НИО лучевой диагностики, заведующий кафедрой лучевой диагностики и медицинской визуализации ФГБУ “НМИЦ им. В.А. Алмазова” Минздрава России; профессор кафедры рентгенологии и радиологии с курсом ультразвуковой диагностики ФГБВОУ ВО “ВМА им. С.М. Кирова” Минобороны России. <https://orcid.org/0000-0002-1611-5000>. E-mail: trufanovge@mail.ru

Рязанов Владимир Викторович – доктор мед. наук, доцент, заведующий кафедрой современных методов диагностики и радиолучевой терапии ФГБОУ ВО СПбГПМУ Минздрава России; профессор кафедры рентгенологии и радиологии с курсом ультразвуковой диагностики ФГБВОУ ВО “ВМА им. С.М. Кирова” Минобороны России. <https://orcid.org/0000-0002-0037-2854>. E-mail: 79219501454@yandex.ru

Красовская Виктория Анатольевна – врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики (амбулаторных пациентов) кабинета компьютерной томографии клиники рентгенодиагностики и ультразвуковой диагностики ФГБВОУ ВО “ВМА им. С.М. Кирова” Минобороны России. <https://orcid.org/0000-0001-7879-3862>. E-mail: do_do@live.ru

Котив Андрей Богданович – клинический ординатор второй кафедры и клиники хирургии усовершенствования врачей ФГБВОУ ВО “ВМА им. С.М. Кирова” Минобороны России. E-mail: kotivab@gmail.com

Казак Александр Дмитриевич – ординатор кафедры госпитальной хирургии ФГБВОУ ВО “ВМА им. С.М. Кирова” Минобороны России. <https://orcid.org/0000-0003-2239-287X>. E-mail: kazakovad.97@mail.ru

Для корреспонденции *: Багненко Сергей Сергеевич – 194044, г. Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6, Российская Федерация. Тел.: 8-905-217-79-47. E-mail: bagenko_ss@mail.ru

Anna V. Kudryavtseva – Cand. of Sci. (Med.), Radiologist, Head of the Radiology Department (outpatients), Kirov Military Medical Academy; Radiologist of the City Multidisciplinary Hospital No.2. <https://orcid.org/0000-0002-1002-8758>. E-mail: avkydrjashka@yandex.ru

Sergey S. Bagnenko – Doct. of Sci. (Med.), Assistant Professor, Assistant Professor of the Radiology Department, Kirov Military Medical Academy; Leading Researcher of the Radiology Department of the Petrov National Medical Research Center of Oncology of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation; Professor of the Modern Methods of Diagnosis and Radiotherapy, St. Petersburg State Pediatric Medical University. <https://orcid.org/0000-0002-4131-6293>. E-mail: bagnenko_ss@mail.ru

И'ya I. Dzidzava – Doct. of Sci. (Med.), Assistant Professor, Honored Doctor of the Russian Federation, Head of the Department of Hospital Surgery, Kirov Military Medical Academy. <https://orcid.org/0000-0002-5860-3053>. E-mail: dzidzava@mail.ru

Igor S. Zheleznyak – Doct. of Sci. (Med.), Assistant Professor, Head of the Radiology Department, Kirov Military Medical Academy. <https://orcid.org/0000-0001-7383-512X>. E-mail: igzh@bk.ru

Gennadiy E. Trufanov – Doct. of Sci. (Med.), Professor, Chief Researcher of the Research Department of Radiology, Head of the Department of Radiology and Medical Imaging, Almazov National Medical Research Center; Professor of the Radiology Department, Kirov Military Medical Academy. <https://orcid.org/0000-0002-1611-5000>. E-mail: trufanovge@mail.ru

Vladimir V. Ryazanov – Doct. of Sci. (Med.), Assistant Professor, Head of the Department of Modern Methods of Diagnosis and Radiotherapy, St. Petersburg State Pediatric Medical University; Professor of the Radiology Department, Kirov Military Medical Academy. <https://orcid.org/0000-0002-0037-2854>. E-mail: 79219501454@yandex.ru

Viktoriya A. Krasovskaya – Radiologist of the Radiology Department (outpatients), Kirov Military Medical Academy. <https://orcid.org/0000-0001-7879-3862>. E-mail: do_do@live.ru

Andrey B. Kotiv – Clinical Resident of the 2-nd Department and Surgery Clinic for Continuing Medical Education, Kirov Military Medical Academy. E-mail: kotivab@gmail.com

Aleksandr D. Kazakov – Resident of the Department of Hospital Surgery, Kirov Military Medical Academy. <https://orcid.org/0000-0003-2239-287X>. E-mail: kazakovad.97@mail.ru

For correspondence*: Sergey S. Bagnenko – Radiology Department, Kirov Military Medical Academy, 194044, St. Petersburg, str. Acad. Lebedev, 6, Russian Federation. Phone: +7-905-217-79-47. E-mail: Bagnenko_ss@mail.ru

Статья поступила в редакцию журнала 16.11.2020.
Received 16 November 2020.

Принята к публикации 17.12.2020
Accepted for publication 17 December 2020