

УДК 611.36

<http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2021-12-1-80-86>

© Трофимова Т.Н., Беликова М.Я., Яковлева Д.М., Друзина М.М., 2021 г.

ВОЗМОЖНОСТИ КТ-ПЕРФУЗИИ В ДИАГНОСТИКЕ ОПУХОЛЕЙ ПЕРИАМПУЛЯРНОЙ ЗОНЫ

¹Т. Н. Трофимова*, ^{2,3}М. Я. Беликова, ²Д. М. Яковлева, ²М. М. Друзина¹Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова, Санкт-Петербург, Россия²Госпиталь для ветеранов войн, Санкт-Петербург, Россия³Северо-Западный государственный медицинский университет им. И. И. Мечникова, Санкт-Петербург, Россия

Цель. Изучить возможности перфузионной компьютерной томографии в выявлении опухолей периапулярной зоны в зависимости от анатомической локализации, сравнить диагностическую эффективность со стандартным протоколом компьютерной томографии. **Материалы и методы.** КТ органов брюшной полости по стандартному протоколу и КТ-перфузия проведены 229 пациентам с опухолями периапулярной зоны. **Результаты.** При аденокарциноме поджелудочной железы в сравнении с аденокарциномой большого сосочка двенадцатиперстной кишки статистически достоверно были ниже показатели BF, BV, MSI ($p < 0,005$), различия в MTT, TTP и PS отсутствовали ($p > 0,005$). При дистальной холангиокарциноме в сравнении с аденокарциномами поджелудочной железы и фатерова сосочка статистически достоверно были выше показатели BF, BV и MSI, ниже TTP ($p < 0,005$), различия в показателях MTT и PS отсутствовали ($p > 0,005$). **Заключение.** Перфузионная компьютерная томография — высокоинформативный метод выявления и определения анатомической принадлежности опухолей периапулярной зоны с чувствительностью 98,7%, специфичностью 98%, диагностической точностью 98,4%.

Ключевые слова: КТ-перфузия, опухоли периапулярной зоны, показатели перфузии

*Контакт: Трофимова Татьяна Николаевна, trofimova-tn@avaclinic.ru

© Trofimova T.N., Belikova M.Ya., Yakovleva D.M., Druzina M.M., 2021

POSSIBILITIES OF CT PERFUSION IN DIAGNOSTICS OF PERIAMPULLARY TUMORS

¹Tatyana N. Trofimova*, ^{2,3}Mariya Ya. Belikova, ²Diana M. Yakovleva, ²Mariya M. Druzina¹Pavlov First St. Petersburg State Medical University, St. Petersburg, Russia²Hospital for War Veterans, St. Petersburg, Russia³North-Western State Medical University named after I. I. Mechnikov, St. Petersburg, Russia

Purpose. To study the possibilities of CT perfusion (CTP) in detecting periampullary tumors depending on the anatomical localization, to compare the diagnostic efficiency with the standard CT protocol. **Materials and methods.** CT scan of the abdominal organs according to the standard protocol and CTP were performed in 229 patients with periampullary tumors. **Results.** In adenocarcinoma of the pancreas, compared with adenocarcinoma of the major duodenal papilla, BF, BV, MSI ($p < 0,005$) were statistically significantly lower, there were no differences in MTT, TTP, and PS ($p > 0,005$). In distal cholangiocarcinoma, compared with adenocarcinomas of the pancreas and the major duodenal papilla (MDP), the BF, BV and MSI values were statistically significantly higher, the TTP values were lower ($p < 0,005$), there were no differences in the MTT and PS values ($p > 0,005$). **Conclusion.** CT perfusion is a highly informative method for detecting and determining the anatomical affiliation of periampullary tumors with a sensitivity of 98,7%, a specificity of 98%, and a diagnostic accuracy of 98,4%.

Key words: CT perfusion, periampullary tumors, perfusion indices

*Contact: Trofimova Tatiana Nikolaevna, trofimova-tn@avaclinic.ru

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Трофимова Т.Н., Беликова М.Я., Яковлева Д.М., Друзина М.М. Возможности КТ-перфузии в диагностике опухолей периапулярной зоны // *Лучевая диагностика и терапия*. 2021. Т. 12, № 1. С. 80–86. <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2021-12-1-80-86>.

Conflict of interests: the author stated that there is no potential conflict of interests.

For citation: Trofimova T.N., Belikova M.Ya., Yakovleva D.M., Druzina M.M. CT perfusion and MR-elastography of the pancreas in predicting the risk of pancreatic fistula after pancreatoduodenectomy // *Diagnostic radiology and radiotherapy*. 2021. Vol. 12, No. 1. P. 80–86. <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2021-12-1-80-86>.

Введение. Периапулярные опухоли составляют 7–10% среди всех злокачественных новообразований желудочно-кишечного тракта (ЖКТ), занимают

лидирующие позиции (4–5-е место) среди причин смертности у онкологических больных. Наиболее частой локализацией опухоли является головка под-

желудочной железы (60%), опухоли большого дуоденального сосочка (БДС) и дистальные холангиокарциномы (ДХКЦ) составляют 10–20%. Первичные злокачественные опухоли двенадцатиперстной кишки встречаются редко, составляют 3–7% всех злокачественных новообразований ЖКТ [1, с. 17; 2, с. 764].

Несмотря на развитие технологий визуализации, диагностика опухолей периампулярной зоны (ПАЗ), особенно малых размеров, по-прежнему является проблемой как в отношении выявления, так и дифференциального диагноза. Во многом это связано со сложностью организации и визуализации ПАЗ, схожестью лучевой семиотики и сложностями дифференциальной диагностики воспалительных и опухолевых заболеваний.

Перфузионная компьютерная томография (ПКТ) — разновидность КТ, которая путем динамического сканирования в зоне интереса позволяет отследить движение контрастного препарата по артериям, капиллярному руслу и венам и на основании изменения плотности во времени с помощью специальных математических алгоритмов рассчитать числовые значения показателей тканевой перфузии с автоматическим построением цветных параметрических карт для качественного анализа [3, с. 69].

Существуют немногочисленные статьи отечественных и зарубежных авторов, посвященные методике ПКТ и лучевой семиотике отдельных патологических состояний поджелудочной железы,

Optima 660. Всем пациентам выполнена КТ органов брюшной полости на компьютерном томографе GE 64 Optima 660 по стандартному протоколу и с применением перфузионной программы. Стандартный протокол включал нативное исследование, трехфазное сканирование органов брюшной полости после внутривенного болюсного введения контрастного вещества (КВ) с концентрацией йода 350 мг/мл со скоростью 4–4,5 мл/с из расчета 1,5 мл/кг массы тела пациента, со сканированием в артериальную (на 25 с), панкреатическую (на 45 с) и портовенозную (на 75 с) фазы. ПКТ выполнена вторым этапом на дополнительном внутривенном болюсном введении 40 мл КВ с концентрацией йода 350 мг/мл со скоростью 4,5 мл/с и динамическим исследованием в течение 60 с на уровне ПАЗ с шириной рамки сканирования 8 см. Постпроцессорная обработка данных проведена на рабочей станции Advantage Workstation VS5 с использованием программного пакета CT Perfusion 4D Multi-Organ, заключалась в расчете показателей перфузии с использованием алгоритмов математической наклонной и деконволюции и построении цветных параметрических карт.

Рассчитывались следующие показатели перфузии: скорость кровотока (BF — blood flow, мл/100 г в минуту), объемный кровоток (BV — blood volume, мл/100 г), среднее время прохождения контрастного вещества (MTT — mean transit time, с), время достижения максимальной плотности контрастного вещества в ткани (TTP — time to peak, с),

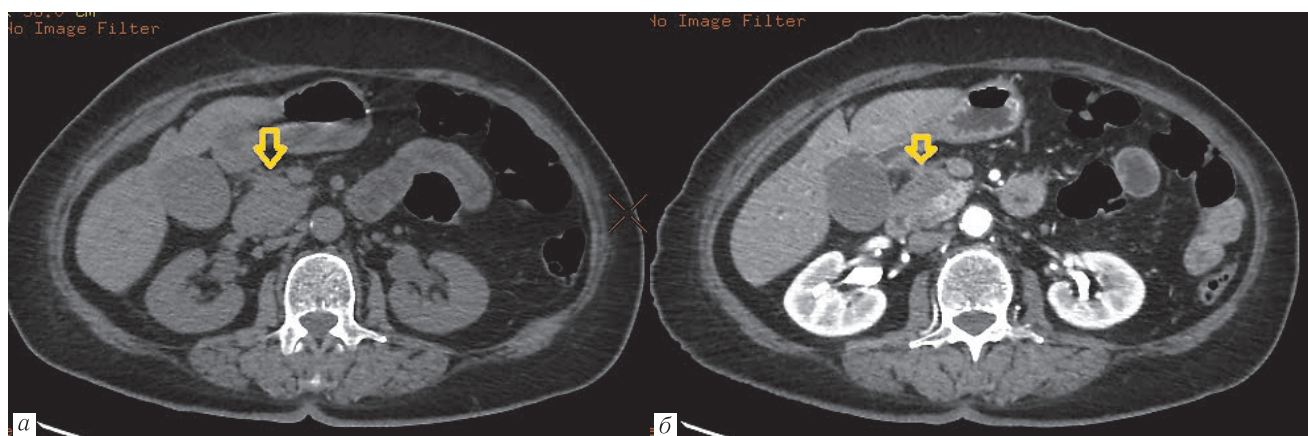


Рис. 1. Аденокарцинома головки поджелудочной железы. Компьютерная томография. Аксиальная проекция: *а* — нативная фаза. Головка поджелудочной железы однородная (стрелка); *б* — панкреатическая фаза. Очаг сниженного накопления контрастного вещества в головке (стрелка), соответствует опухоли

Fig. 1. Pancreatic head adenocarcinoma. CT. Axial view: *a* — native phase. Pancreatic head has homogeneous structure (arrow); *b* — pancreatic phase. Weak enhancing focus (arrow) with indistinct contours corresponds to the tumor

изучению показателей в аденокарциномах поджелудочной железы [3, с. 68–74; 4, с. 1–8; 5, с. 1084; 6, с. 62]. Возможности ПКТ в выявлении и дифференциации опухолей периампулярной локализации требуют дальнейшего изучения.

Материалы и методы. КТ органов брюшной полости по стандартному протоколу и ПКТ выполнены 229 пациентам с опухолями ПАЗ. Все исследования проведены на компьютерном томографе GE 64

проницаемость стенок капилляров в интерстициальную фазу (PS — permeability solution, мл/100 г в минуту). Все наблюдения верифицированы при гистологическом исследовании. Статистическая обработка данных проведена с применением многомерных статистических методов.

Результаты и их обсуждение. Обследованные пациенты всех групп оказались сопоставимы по возрасту: средний возраст при аденокарциноме ПЖ составил

71,8±12,4 года, при аденокарциноме БДС — 74,5±11,9 года, при ДХКЦ — 72,06±14,53 года. В группах с аденокарциномой ПЖ и ДХКЦ преобладали мужчины, в группе с аденокарциномой БДС — женщины.

При стандартном протоколе КТ аденокарцинома ПЖ при нативном сканировании была гиподенсна относительно окружающей паренхимы у 37 (22,9%) пациентов, изоденсна — у 124 (77%), при сканировании в панкреатическую фазу гиподенсна у 123 (76,4%) пациентов (рис. 1), не отличалась по интенсивности накопления КВ — у 38 (24%) (рис. 2).

Симптом «двух протоков» при изоденсных опухолях присутствовал у 31 (81,5%) пациента, у 7 (18,4%) отмечались только признаки билиарной гипертензии, что при стандартном протоколе затрудняло дифференциальную диагностику рака ПЖ с хроническим панкреатитом (рис. 3).

Показатели перфузии в аденокарциномах ПЖ, измеренные в центральных отделах составили: BF — 35,52±12,78 мл/100 г в минуту, BV — 5,21±3,15 мл/100 г, МТТ — 11,49±4,37 с, ТТР — 42,64±7,55 с, PS — 13,65±7,28 мл/100 г в минуту, в периферических отделах: BF — 47,10±12,47 мл/100 г

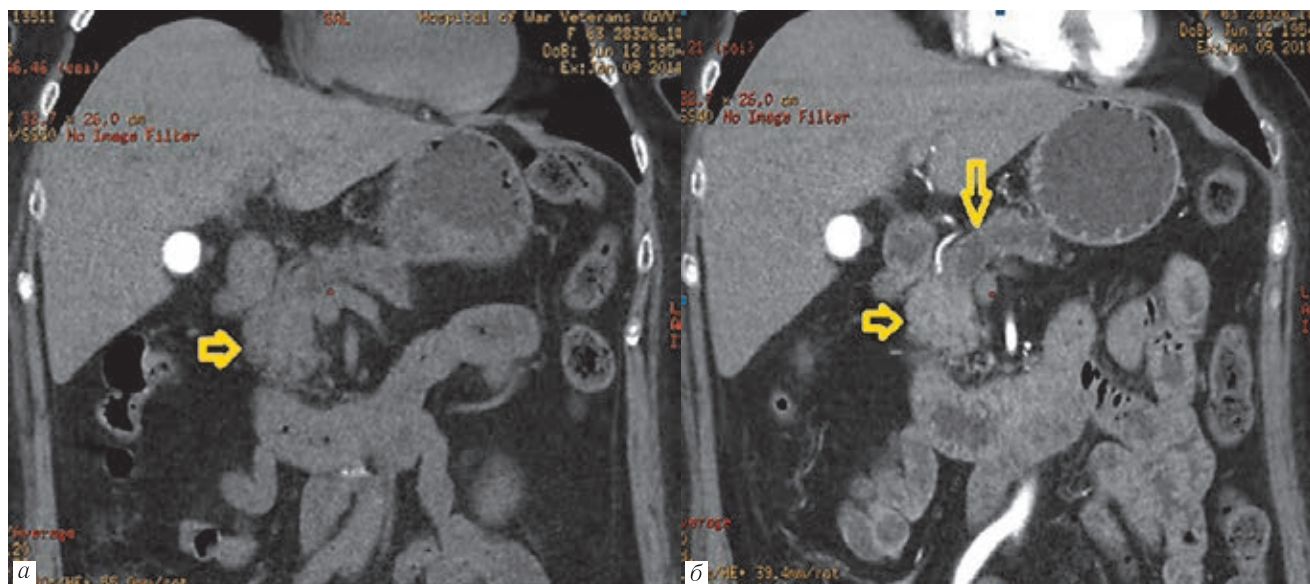


Рис. 2. Компьютерная томография гепатопанкреатодуоденальной зоны. Корональная проекция: *а* — нативная фаза. Головка поджелудочной железы однородная (стрелка), опухоль не видна; *б* — панкреатическая фаза. Головка поджелудочной железы умеренно равномерно накапливает контрастное вещество (короткая стрелка). В теле и хвосте от перешейка расширен главный панкреатический проток (длинная стрелка), косвенные признаки аденокарциномы головки поджелудочной железы

Fig. 2. Hepatopancreatoduodenal CT. Frontal plane: *a* — native phase. Pancreatic head (arrow) is homogeneous, no sign of the tumor; *b* — pancreatic phase. Moderate homogeneous enhancement in pancreatic head (short arrow). In the body and tail of the pancreas from the isthmus major pancreatic duct is dilated (long arrow), indirect signs of pancreatic head adenocarcinoma

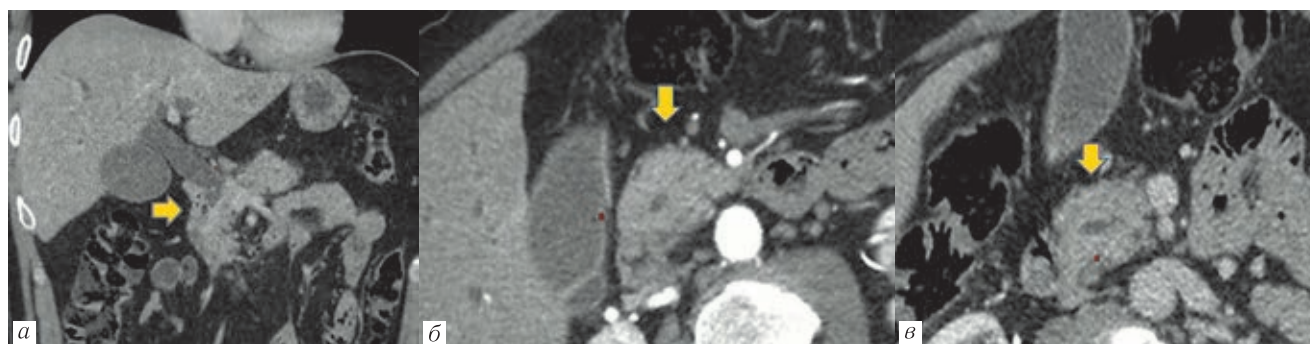


Рис. 3. Компьютерная томография поджелудочной железы: *а* — мультипланарная реформация в корональной проекции. Портальной фазе. Стриктура интрапанкреатической части гепатохоледоха (стрелка), рентгеноконтрастных конкрементов в желчных протоках не выявлено; *б* — аксиальная проекция. Панкреатическая фаза; *в* — аксиальная проекция. Портальной фазе. Головка поджелудочной железы однородной структуры во все фазы (стрелки). Опухоли не выявлено

Fig. 3. Pancreatic CT: *a* — frontal plane. Portal venous phase. The stricture of the intrapancreatic part of hepatoholedochus (arrow), no radiopaque calculi were detected; *b* — axial view. Pancreatic phase; *в* — axial view. Portal venous phase. Pancreatic head is homogeneous in all phases

в минуту, $BV = 6,19 \pm 3$ мл/100 г, $MTT = 11,36 \pm 4,57$ с, $TTP = 41,48 \pm 7,77$ с, $PS = 17,28 \pm 7,39$ мл/100 г в минуту. На цветных параметрических картах BF, BV, MTT, TTP у 159 (98,7%) пациентов аденокарцинома ПЖ проявилась очагом синего, на карте PS — красного окрашивания (рис. 4).

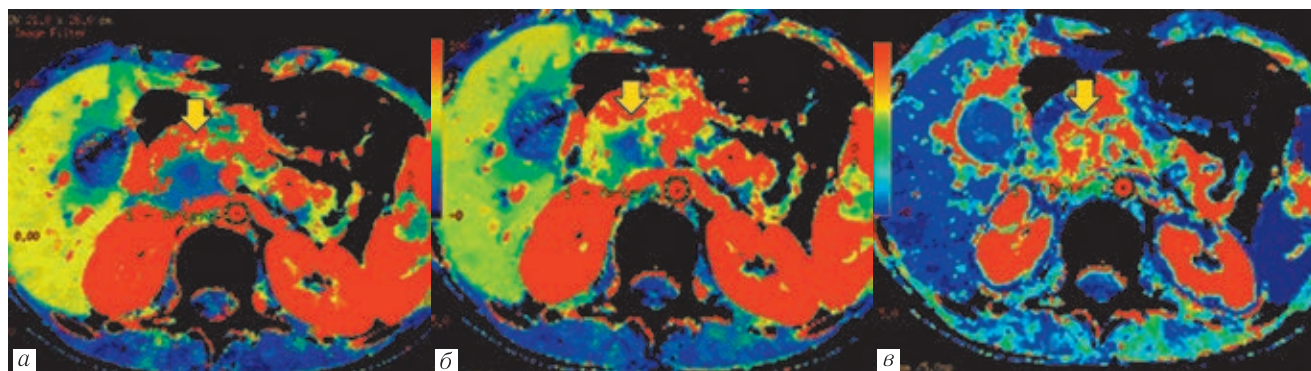


Рис. 4. Аденокарцинома головки поджелудочной железы. Перфузионная компьютерная томография: *а* — карта BF; *б* — карта BV; *в* — карта PS. Опухоль головки поджелудочной железы характеризуется синим окрашиванием на картах BF, BV, красным на карте PS

Fig. 4. Pancreatic head adenocarcinoma. Perfusion CT: *a* — BF map; *b* — BV map; *c* — PS map. Pancreatic head tumor is characterized by blue color on the BF, BV maps, and red color on the PS map

Кривая на графике зависимости «время — плотность» в опухоли характеризовалась отсутствием подъема, была представлена графиком, близким к прямой линии, в диапазоне плотности от «0» до «50» (рис. 5).

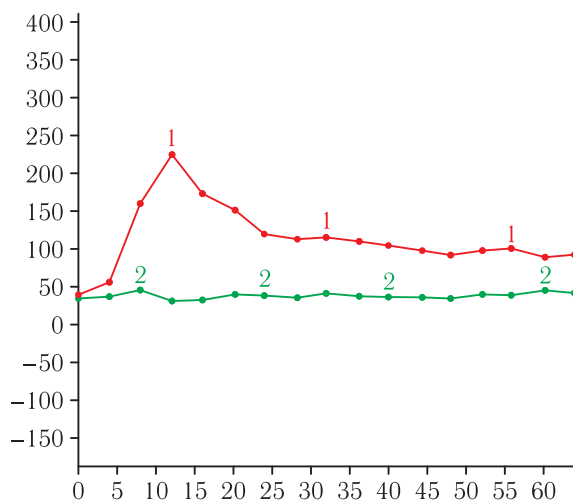


Рис. 5. Аденокарцинома головки поджелудочной железы. Перфузионная компьютерная томография. График зависимости «время-плотность» в брюшной аорте (№ 1), в опухоли головки поджелудочной железы (№ 2). Кривая в опухоли характеризуется крайне слабым накоплением контрастного вещества, имеет вид близкой к прямой линии с отсутствием подъема в диапазоне плотности от «0» до «50»

Fig. 5. Pancreatic head adenocarcinoma. Perfusion CT. Time-density graph for the abdominal aorta (№ 1), for the pancreatic head tumor (№ 2). The tumor curve is characterized by very weak enhancement, and looks like an almost straight line with no rise in the density range from «0» to «50»

В выявлении аденокарциномы ПЖ при стандартном протоколе КТ чувствительность составила 95,8%, специфичность — 98,7%, диагностическая точность — 94,7%; при ПКТ чувствительность составила 98,7%, специфичность — 99,3%, диагностическая точность — 99%.

У пациентов с аденокарциномами БДС во всех случаях присутствовали признаки билиарной и панкреатической гипертензии с блоком протоков на уровне фатерова сосочка. При стандартном протоколе опухоли были не видны у 6 (18,7%) пациентов, проявились локальным утолщением стенки у 8 (25%) больных; солидным образованием, умеренно накапливающим контрастный препарат, — у 18 (56,3%) (рис. 6).

Диагностическая эффективность стандартного протокола КТ в выявлении аденокарциномы БДС составила: чувствительность — 84,2%, специфичность — 94,1%, диагностическая точность — 88,9%.

Показатели перфузии, измеренные в аденокарциномах БДС, составили: $BF = 44,97 \pm 14,11$ мл/100 г в минуту, $BV = 8,50 \pm 4,03$ мл/100 г, $MTT = 15,08 \pm 4,29$ с, $TTP = 39,33 \pm 8,87$ с, $PS = 12,74 \pm 6,54$ мл/100 г в минуту.

На цветных картах BF, BV, MTT, TTP опухоли БДС характеризовались синим окрашиванием, на карте PS — красным (рис. 7).

В случае локального утолщения стенки при стандартном протоколе КТ и на фоне артефактов от стентов в гепатикохоledохе, ПКТ позволяла выявлять опухоли БДС даже небольших размеров (рис. 8).

При стандартном протоколе ДХКЦ во всех случаях были изоденсны паренхиме поджелудочной железы в нативную фазу, на фоне контрастирования в артериальную фазу более интенсивно в сравнении с ПЖ накапливали КВ, в панкреатическую и порто-венозную фазы, как правило, были изоденсны паренхиме ПЖ (рис. 9).

Узловая форма ДХКЦ выявлена у 3 (8,3%) пациентов, инфильтративная с циркулярным утолщением стенок — у 33 (91,7%).

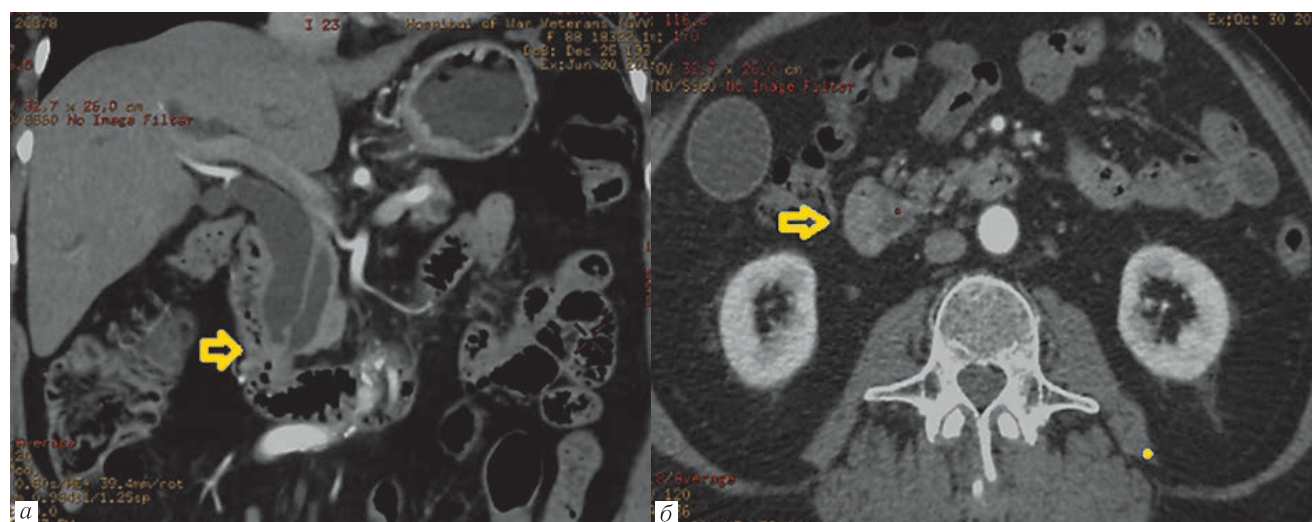


Рис. 6. Аденокарцинома большого дуоденального сосочка. Компьютерная томография гепатопанкреатодуоденальной зоны. Панкреатическая фаза: *a* — мультипланарная реконструкция в коронарной проекции в алгоритме MIP; *б* — аксиальная проекция. Сolidное образование в области большого дуоденального сосочка (стрелка), контуры образования видны нечетко

Fig. 6. MDP adenocarcinoma. Hepatopancreatoduodenal CT. Pancreatic phase: *a* — coronal plane, MIP algorithm; *б* — axial view. Solid lesion in MDP area (arrow), contours of the lesion appear indistinct

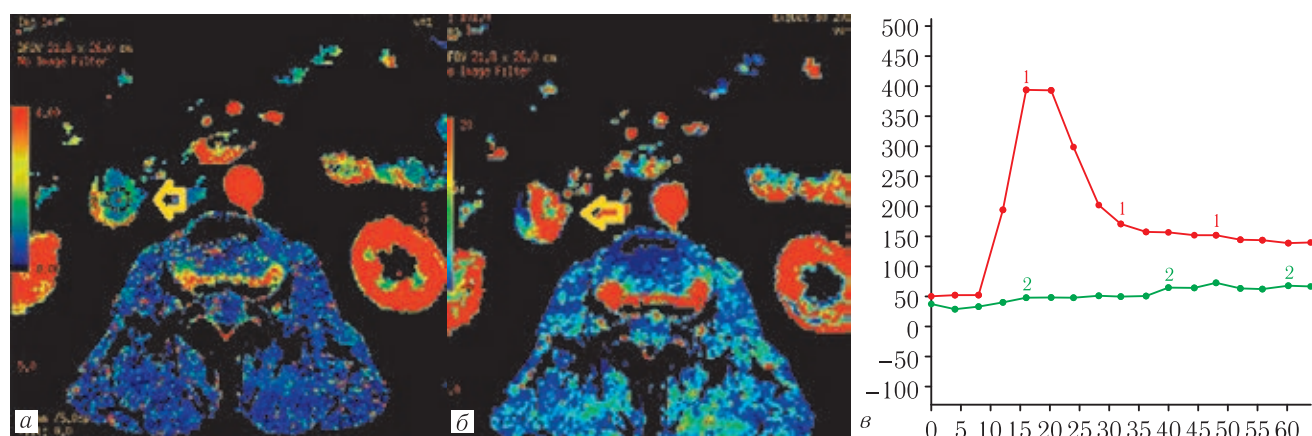


Рис. 7. Аденокарцинома большого дуоденального сосочка. Перфузионная компьютерная томография: *a* — карта BF. Опухоль характеризуется синим окрашиванием, отчетливо видны ее контуры (стрелка). В центре опухоли размещен ROI 2; *б* — карта PS. Красное окрашивание опухоли отражает высокую проницаемость стенок капилляров; *в* — график зависимости «время-плотность». Красным цветом (№ 1) обозначена зависимость показателей в брюшной аорте, зеленым (№ 2) в опухоли большого дуоденального сосочка. Кривая в образовании представлена практически прямолинейной линией без формирования пиков в диапазоне от «0» до «50»

Fig. 7. MDP adenocarcinoma. Perfusion CT: *a* — BF map. The tumor is characterized by blue color, the contours appear distinct (arrow). ROI 2 is located in the center of the tumor; *б* — PS map. Red color of the tumor reflects high permeability of the capillary walls; *в* — time-density graph. The red curve stands for the abdominal aorta (№ 1), and the green — for MDP tumor (№ 2). The tumor curve looks like an almost straight line with no rise in the density range from «0» to «50»

Показатели перфузии, измеренные в дистальных холангиокарциномах составили: BF — $74,80 \pm 15,44$ мл/100 г в минуту, BV — $10,64 \pm 3,99$ мл/100 г, MTT — $12,15 \pm 3,74$ с, TTP — $36,01 \pm 7,03$ с, PS — $15,96 \pm 7,22$ мл/100 г в минуту.

При отсутствии изменений в паренхиме поджелудочной железы ДХКЦ на карте BF проявлялись очагом желтого окрашивания, на картах MTT, TTP — синим, PS — красным, на карте BV были не видны (рис. 10, *a*). Кривая в опухоли на графике зависимости «время — плотность» отражала постепенное накопление КВ в ДХКЦ без формирования един-

ственного подъема и минимальным снижением плотности на протяжении сканирования (рис. 10, *б*).

При фиброзных изменениях в паренхиме головки поджелудочной железы ДХКЦ на цветных картах не визуализировались. Позиционирование ROI для измерения показателей перфузии проводилось по изображениям в артериальную фазу.

При обработке данных при аденокарциноме ПЖ в сравнении с аденокарциномой БДС статистически достоверно ниже оказались показатели BF, BV, MSI ($p < 0,005$), достоверные различия показателей MTT, TTP и PS отсутствовали ($p > 0,005$). При ДХКЦ

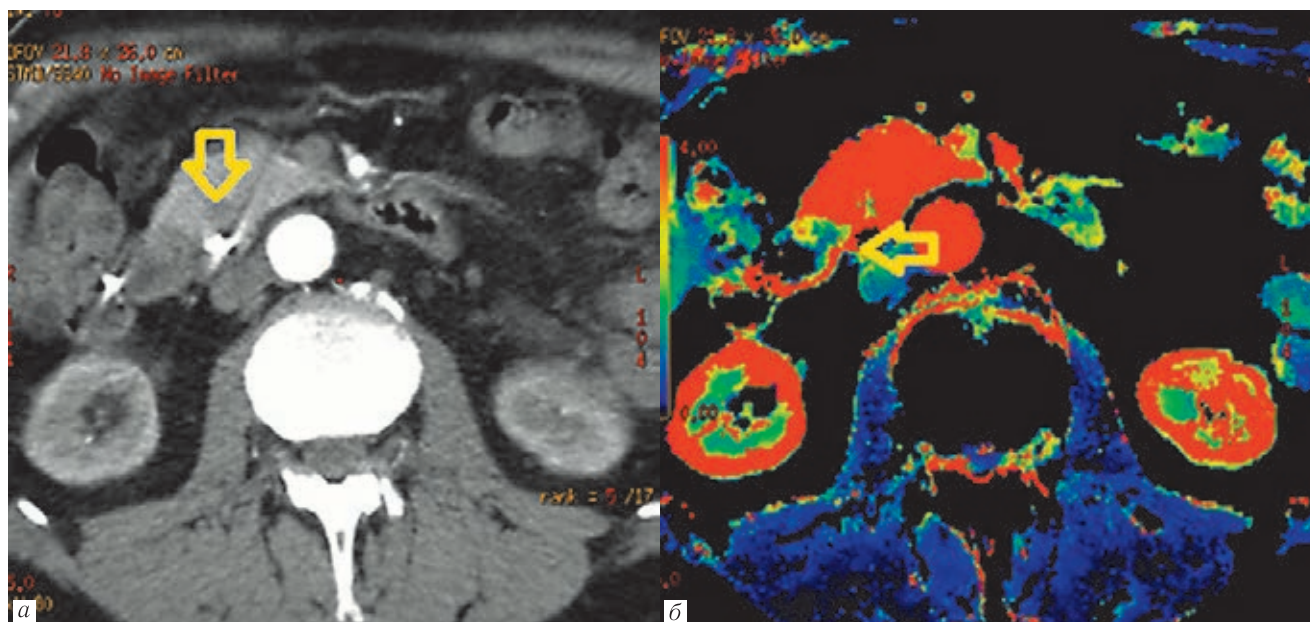


Рис. 8. Аденокарцинома большого дуоденального сосочка: *а* — компьютерная томография. Панкреатическая фаза. Аксиальная проекция. Артефакты от стента в гепатохоледохе затрудняют визуализацию периампулярной зоны, локальное утолщение стенки двенадцатиперстной кишки на границе с головкой поджелудочной железы (стрелка); *б* — цветная карта BF. Отчетливо видна опухоль большого дуоденального сосочка (стрелка)

Fig. 8. MDP adenocarcinoma: *a* — CT. Pancreatic phase. Axial view. Artifacts caused by the hepatocholedochus stent complicate the periaampullary imaging, local duodenal wall thickening near the pancreatic head (arrow); *б* — BF map. The tumor is distinctly detected (arrow)

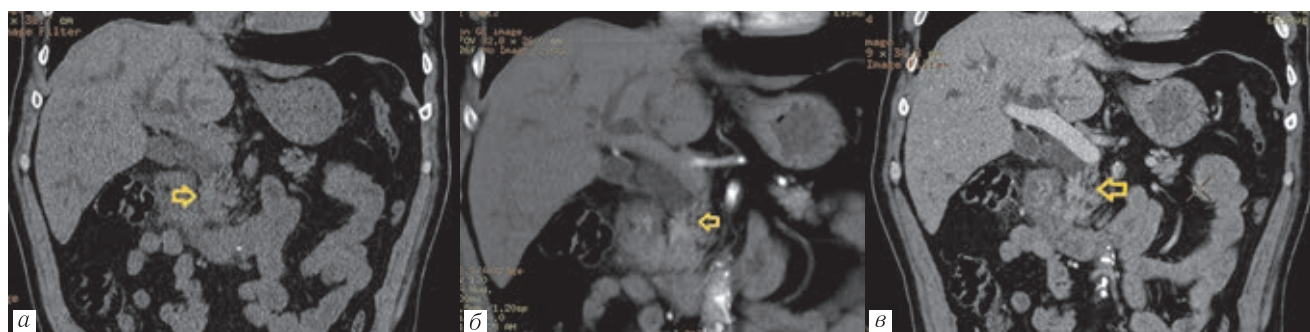


Рис. 9. ДХКЦ. Компьютерная томография гепатопанкреатодуоденальной зоны. Мультипланарная реформация гепатопанкреатодуоденальной зоны в корональной проекции: *а* — нативная фаза. Обструкция интрапанкреатической части гепатохоледоха (стрелка) с развитием билиарной гипертензии. Очагов, отличающихся по плотности, в паренхиме головки поджелудочной железы не определяется; *б* — артериальная фаза. Стенки интрапанкреатической части гепатохоледоха циркулярно утолщены на протяжении 20 мм, накапливают контрастный препарат более интенсивно в сравнении с паренхимой головки поджелудочной железы (стрелка); *в* — портовонозная фаза. Стенки гепатохоледоха накапливают контрастный препарат сопоставимо с паренхимой головки (стрелка)

Fig. 9. DCC. Hepatopancreatoduodenal CT. Coronal plane: *a* — native phase. Intrahepatic hepatocholedochal obstruction (arrow), which leads to the development of biliary hypertension. No focuses of different density were detected in the pancreatic head; *б* — arterial phase. Intrahepatic hepatocholedochal walls are circularly thickened over a length of 20 mm, and show stronger enhancement than the pancreatic head (arrow); *в* — portal venous phase. Hepatocholedochal walls show enhancement like the pancreatic head parenchyma (arrow)

в сравнении с аденокарциномой ПЖ статистически достоверно оказались выше показатели BF, BV и MSI, ниже TTP ($p < 0,005$), разница в показателях MTT и PS отсутствовала ($p > 0,005$). При аденокарциноме БДС в сравнении с ДХКЦ статистически достоверно ниже показатели BF, BV, MSI и выше TTP ($p < 0,005$), различия в показателях MTT и PS отсутствовали ($p > 0,005$).

Стандартный протокол КТ, дополненный перфузионной программой, представляет собой высоко-

информативный метод выявления опухолей периампулярной зоны с чувствительностью 98,7%, специфичностью 98%, диагностической точностью 98,4%.

Заключение. Перфузионная компьютерная томография является информативным методом выявления аденокарциномы поджелудочной железы и большого дуоденального сосочка с более высокой диагностической эффективностью в сравнении со стандартным протоколом КТ и должна включаться в алгоритм

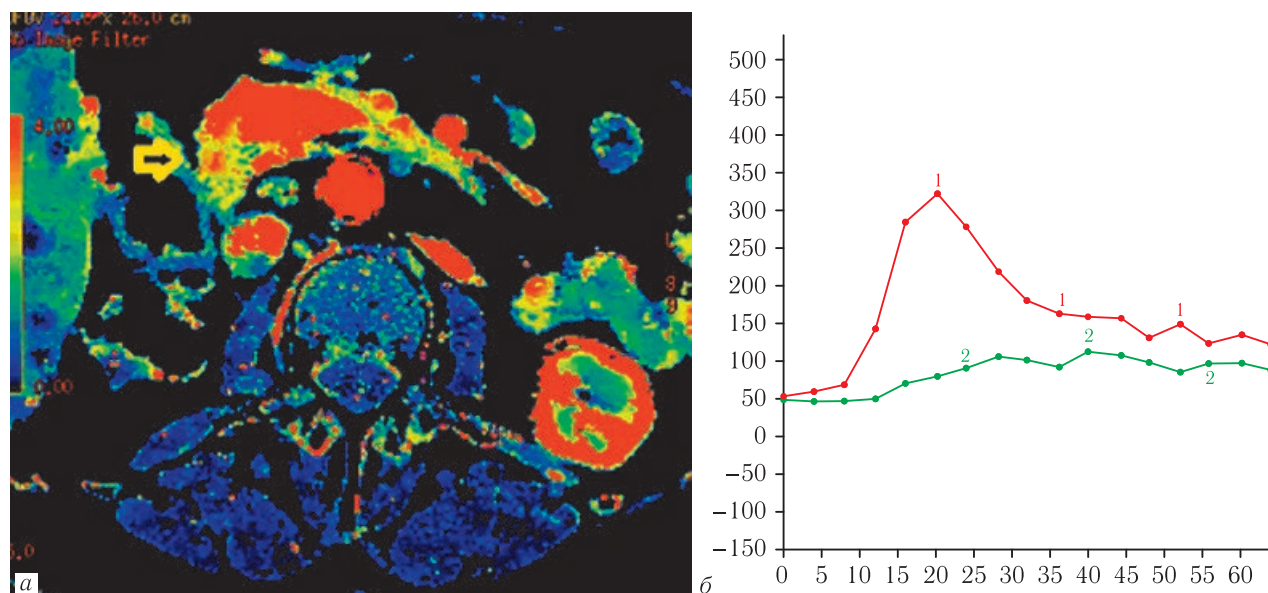


Рис. 10. Дистальная холангиокарцинома. Перфузионная компьютерная томография: *а* — карта ВФ. Очаг желтого окрашивания соответствует ДХКЦ (стрелка); *б* — график зависимости «время-плотность». Красным цветом (№ 1) обозначена зависимость показателей в брюшной аорте, зеленым (№ 2) в ДХКЦ. Кривая опухоли отражает постепенное накопление контрастного вещества без формирования единственного подъема с минимальным снижением плотности к 60-й секунде

Fig. 10. DCC. Periapillary CT: *a* — BF map. Yellow area marks the DCC (arrow); *b* — time-density graph. The red curve (№ 1) stands for the abdominal aorta, the green — for the DCC. The tumor curve reflects gradual enhancement without peak with gradual slow density decrease by 60 sec

обследования на этапе предоперационного планирования. В выявлении дистальных холангиокарцином перфузионная компьютерная томография преиму-

ществами не обладает, может использоваться в оценке состояния регионарных лимфатических узлов для исключения их вторичного поражения.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Siegel R.L., Miller K.D., Jemal A. Cancer statistics, 2016 // *CA Cancer J. Clin.* 2016. Vol. 66, No. 1. P. 7–30. doi: 10.3322/caac.21332.
2. Riall T.S. et al. Resected periampullary adenocarcinoma: 5-year survivors and their 6- to 10-year follow-up // *Surgery*. 2006. Vol. 140, No. 5. P. 764–772. doi: 10.1016/j.surg.2006.04.006.
3. Нестеров Д.В. Динамическая компьютерная томография у больных раком поджелудочной железы. Оценка перфузии в опухоли и в паренхиме железы вне ее // *Медицинская визуализация*. 2014. № 2. С. 68–74. [Nesterov D.V. Dynamic computed tomography in patients with pancreatic cancer. Evaluation of perfusion in the tumor and in the parenchyma of the gland outside it. *Medical visualization*, 2014, No. 2, pp. 68–74 (In Russ.).]
4. Xie Q. et al. Whole-organ CT perfusion of the pancreas: impact of iterative reconstruction on image quality, perfusion parameters and radiation dose in 256-slice CT-preliminary findings // *PLoS One*. 2013. Vol. 8 (11). P. 1–8. doi: 10.1371/journal.pone.0080468.
5. Grözinger G., Grözinger A., Horger M. The Role of Volume Perfusion CT in the Diagnosis of Pathologies of the Pancreas // *Rofo*. 2014. Vol. 186, No. 12. P. 1082–1093. doi: 10.1055/s-0034-1384876.
6. Нестерук Я.И. КТ-перфузия при опухолях поджелудочной железы // *Медицинская визуализация*. 2015. № 3. С. 57–67. [Nesteryuk Y.I. CT perfusion of pancreatic tumors. *Medical visualization*, 2015, No. 3, pp. 57–67 (In Russ.).]

Поступила в редакцию/Received by the Editor: 16.11.2020 г.

Авторский вклад в подготовку статьи:

Редактирование, утверждение окончательного варианта статьи — Т.Н.Трофимова. Концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, написание текста, подготовка иллюстративного материала — М.Я.Беликова. Выполнение биопсий и оперативных вмешательств, участие в написании статьи — Д.М.Яковлева. Участие в редактировании статьи, подготовка иллюстративного материала — М.М.Друзина.

Сведения об авторах:

Трофимова Татьяна Николаевна — доктор медицинских наук, профессор, главный внештатный специалист по лучевой диагностике Министерства здравоохранения Российской Федерации по Северо-Западному федеральному округу и Комитета здравоохранения Санкт-Петербурга, профессор кафедры рентгенологии и радиационной медицины Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П.Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 197022, Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, д. 6–8; e-mail: trofimova-tn@avacclinic.ru; ORCID 0000–0003–4871–2341;

Беликова Мария Яковлевна — кандидат медицинских наук, врач-рентгенолог, заведующая отделением компьютерной томографии Санкт-Петербургского государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Госпиталь для ветеранов войн»; 193079, Санкт-Петербург, Народная ул. 21, к. 2; доцент кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И.Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 191015, Санкт-Петербург, Кирочная ул., д. 41; e-mail: belikova.mariya@mail.ru; ORCID 0000–0002–6768–7711; SPIN-код: 1707–4891;

Яковлева Диана Михайловна — кандидат медицинских наук, врач-хирург, заведующая отделением абдоминальной хирургии Санкт-Петербургского государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Госпиталь для ветеранов войн»; 193079, Санкт-Петербург, Народная ул. 21, к. 2; e-mail: yakovleva_d@mail.ru; ORCID 0000–0002–7512–0459; SPIN-код: 8484–4935;

Друзина Мария Михайловна — врач-рентгенолог Санкт-Петербургского государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Госпиталь для ветеранов войн»; 193079, Санкт-Петербург, Народная ул., д. 21, к. 2; e-mail: mariia.druzina@gmail.com; ORCID 0000–0002–5686–660X; SPIN-код: 5091–6536.