

УДК 611.36

<http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2020-11-4-80-86>

© Трофимова Т.Н., Беликова М.Я., Яковлева Д.М., Друзина М.М., 2020 г.

## КТ-ПЕРФУЗИЯ И МР-ЭЛАСТОГРАФИЯ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ В ПРОГНОЗИРОВАНИИ РИСКА РАЗВИТИЯ ПАНКРЕАТИЧЕСКОЙ ФИСТУЛЫ ПОСЛЕ ПАНКРЕАТОДУОДЕНАЛЬНОЙ РЕЗЕКЦИИ

<sup>1</sup>Т. Н. Трофимова, <sup>2,3</sup>М. Я. Беликова, <sup>2</sup>Д. М. Яковлева, <sup>2</sup>М. М. Друзина

<sup>1</sup>Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>Госпиталь для ветеранов войн, Санкт-Петербург, Россия

<sup>3</sup>Северо-Западный государственный медицинский университет им. И. И. Мечникова, Санкт-Петербург, Россия

**Цель исследования.** Сравнить возможности КТ-перфузии и МР-эластографии в прогнозировании риска развития панкреатической фистулы у пациентов с опухолями периапулярной зоны на этапе планирования панкреатодуоденальной резекции.

**Материалы и методы.** КТ-перфузия и МР-эластография проведены 30 пациентам с отсутствием заболеваний поджелудочной железы и 53 пациентам с опухолями периапулярной зоны, в последующем оперированным в объеме панкреатодуоденальной резекции.

**Результаты.** У пациентов с опухолями периапулярной зоны в 18 (44%) случаях показатели перфузии и жесткости в паренхиме поджелудочной железы не отличались от показателей контрольной группы, у 35 (85,3%) отмечалось снижение основных показателей перфузии, при этом повышение жесткости было умеренным у 23 (65,7%) пациентов, выраженным у 12 (34,3%). На фоне профилактических мероприятий только у 3 (5,6%) пациентов, во всех случаях с «мягкой» поджелудочной железой в послеоперационном периоде развилась панкреатическая фистула.

**Заключение.** КТ-перфузия и МР-эластография являются высокоинформативными методами количественной и качественной оценки паренхимы поджелудочной железы, выявления фиброзных изменений, эффективны в прогнозировании риска развития панкреатической фистулы.

**Ключевые слова:** КТ-перфузия, МР-эластография, панкреатическая фистула

Контакт: Трофимова Татьяна Николаевна, [trofimova\\_TN@avaclinic.ru](mailto:trofimova_TN@avaclinic.ru)

© Trofimova T.N., Belikova M.Ya., Yakovleva D.M., Druzina M.M., 2020

## CT PERFUSION AND MR-ELASTOGRAPHY OF THE PANCREAS IN PREDICTING THE RISK OF PANCREATIC FISTULA AFTER PANCREATODUODENECTOMY

<sup>1</sup>Tatyana N. Trofimova, <sup>2,3</sup>Mariya Ya. Belikova, <sup>2</sup>Diana M. Yakovleva, <sup>2</sup>Mariya M. Druzina

<sup>1</sup>Pavlov First St. Petersburg State Medical University, St. Petersburg, Russia

<sup>2</sup>Hospital for War Veterans, St. Petersburg, Russia

<sup>3</sup>North-Western State Medical University named after I. I. Mechnikov, St. Petersburg, Russia

**Purpose.** To compare the capabilities of CT perfusion and MR elastography in predicting the risk of developing pancreatic fistula in patients with periampular tumors at the planning stage of pancreatoduodenectomy.

**Materials and methods.** CT perfusion and MR elastography were performed in 30 patients with no pancreatic diseases and 53 patients with periampular tumors, who were subsequently operated on in the volume of pancreatoduodenectomy.

**Results.** In patients with periampular tumors in 18 (44%) cases, the perfusion and stiffness indices in the pancreatic parenchyma did not differ from the control group, 35 (85,3%) showed a decrease in the main perfusion parameters, while a moderate increase in stiffness was noted in 23 (65,7%), expressed in 12 (34,3%). Against the background of preventive measures, only 3 (5,6%) patients, in all cases with a «soft» pancreas in the postoperative period, developed a pancreatic fistula.

**Conclusion.** CT perfusion and MR elastography are highly informative methods of quantitative and qualitative assessment of the pancreatic parenchyma, detection of fibrotic changes, and are effective in predicting the risk of developing pancreatic fistula.

**Key words:** CT perfusion, MR elastography, pancreatic fistula

Contact: Trofimova Tatiana Nikolaevna, [trofimova\\_TN@avaclinic.ru](mailto: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. КТ-перфузия и МР-эластография поджелудочной железы в прогнозировании риска развития панкреатической фистулы после панкреатодуоденальной резекции // *Лучевая диагностика и терапия*. 2021. Т. 11, № 4. С. 80–86, <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2020-11-4-80-86>.

**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. 11, No. 4. P. 80–86, <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2020-11-4-80-86>.

**Введение.** Панкреатодуоденальная резекция (ПДР) в настоящее время остается единственным радикальным методом лечения опухолей периапулярной зоны (ПАЗ), характеризуется низким уровнем постоперационной летальности (в большинстве клиник не превышает 5%), но по-прежнему высокой (40–45%) частотой осложнений [1, с. 112; 2, с. 764].

Одним из наиболее тяжелых осложнений на протяжении многих лет остается панкреатическая фистула (ПФ). С совершенствованием хирургической техники и схем периперационной медикаментозной терапии частота несостоятельности панкреатоеюноанастомоза колеблется от 0 до 30% [3, с. 79].

Основной вклад в развитие ПФ вносят факторы, связанные с основным заболеванием: характер патологии, плотность ткани поджелудочной железы (ПЖ) и диаметр главного панкреатического протока [1, с. 112; 3, с. 80].

Паренхима с фиброзными изменениями хорошо удерживает панкреатоеюноанастомоз, тогда как мягкая текстура часто приводит к развитию несостоятельности. В случае «мягкой» ПЖ применение схем периперационной медикаментозной терапии и модификации хирургической техники, позволяет снизить частоту и класс тяжести ПФ, тем самым улучшить непосредственные результаты ПДР [1, с. 112].

В литературе существуют единичные статьи, посвященные возможностям КТ-перфузии в выявлении хронического панкреатита [3, с. 1093] и МР-эластографии в оценке жесткости паренхимы ПЖ в норме [4, с. 752]. Работ, посвященных изучению и сравнению возможностей этих методов в оценке состояния паренхимы ПЖ на этапе планирования ПДР, в доступной литературе нам не встретилось.

**Материалы и методы.** КТ-перфузия и МР-эластография ПЖ проведены 30 пациентам контрольной группы с отсутствием анамнестических и клинико-лабораторных данных о наличии заболеваний ПЖ и 53 пациентам с опухолями ПАЗ, в последующем оперированных в объеме ПДР. Периапулярные опухоли были представлены аденокарциномами головки ПЖ у 37 (69,8%) пациентов, аденокарциномами большого дуоденального соска (БДС) у 14 (26,4%), дистальными холангиокарциномами (ДХКЦ) у 2 (3,7%), во всех случаях верифицированными при гистологическом исследовании. Все перфузионные исследования выполнены на компьютерном томографе GE 64 Optima 660. Протокол включал нативное сканирование гастропанкреатодуоденальной зоны (ППДЗ) и перфузионную компьютерную томографию периапулярной зоны с внутривенным болюсным введением 40 мл йодсодержащего контрастного вещества с концентрацией йода 350 мг/мл со скоростью 4,5 мл/с, динамическим сканированием в течение 60 с, с центрацией рамки шириной 8 см на уровне БДС. Постпроцессорная обработка проведена на рабочей станции Advantage Workstation VS5

с использованием программного пакета CT Perfusion 4D Multi-Organ, заключалась в расчете показателей перфузии в паренхиме ПЖ с автоматическим построением и анализом 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), проницаемость стенок капилляров в интерстициальную фазу (PS — permeability surface-area product, мл/100 г в минуту).

Всем пациентам выполнена МР-эластография на магнитно-резонансном томографе Discovery 750W GE 3Тл с частотой генерируемых механических волн 60 Гц, сканированием ПЖ с применением фазовоконтрастной импульсной последовательности на основе градиентного эха с использованием градиента кодирования движения (MEGs) и получением четырех аксиальных срезов через тело и хвост ПЖ в режиме серой шкалы. Постпроцессорная обработка заключалась в построении цветных параметрических карт в двух диапазонах жесткости 0–8 кПа и 0–20 кПа, измерении показателей в зонах интереса на рабочей станции Advantage Work Station Server 3.1. с помощью программного пакета Ready View.

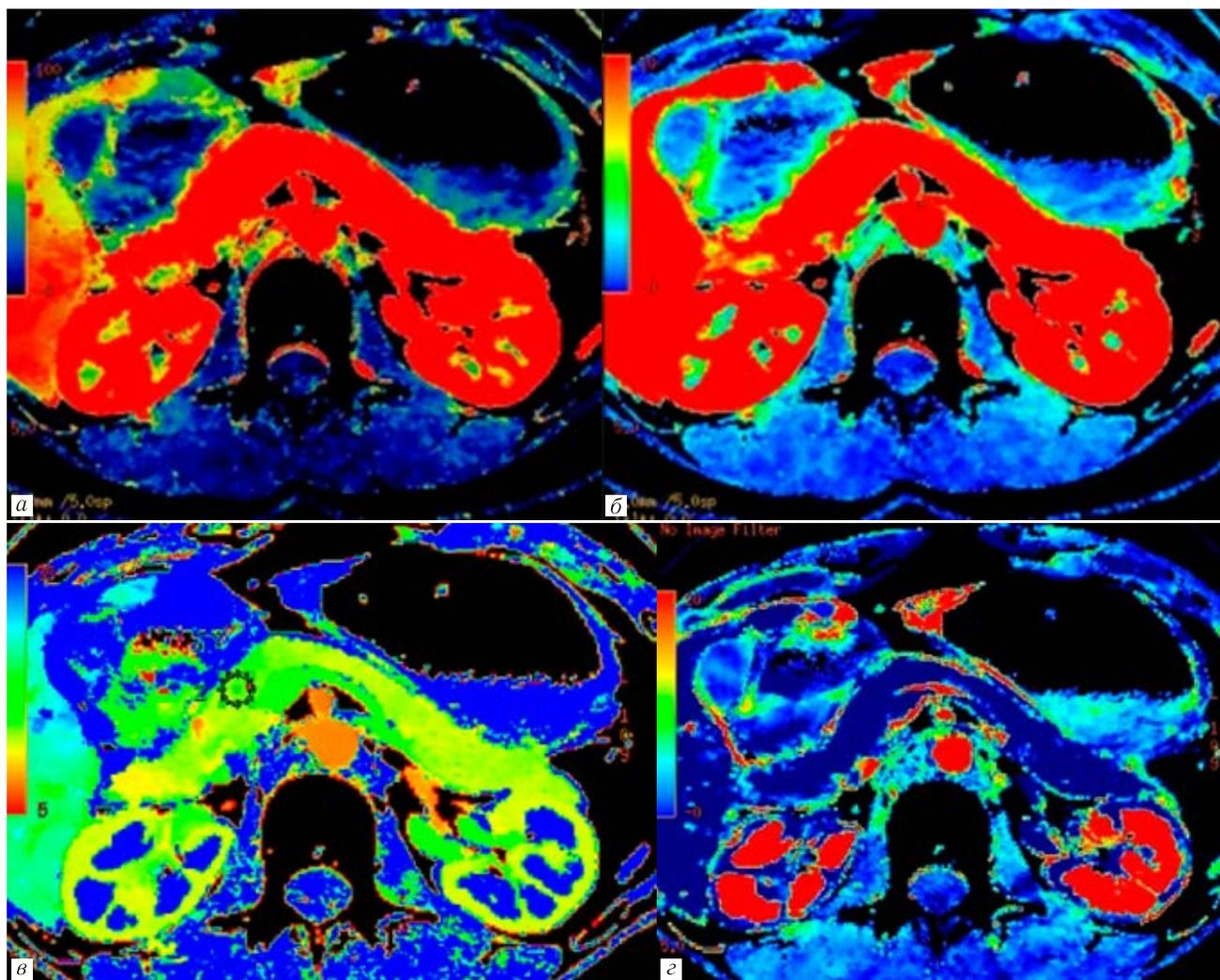
**Результаты исследования.** Возраст пациентов контрольной группы составил —  $61,8 \pm 9,52$  года, пациентов с опухолями ПАЗ —  $64,2 \pm 8,87$  года.

У пациентов контрольной группы показатели КТ-перфузии в паренхиме ПЖ составили: в головке — BF —  $136 \pm 26,84$  мл/100 г в минуту, BV —  $16,6 \pm 3,61$  мл/100 г, MTT —  $10,09 \pm 2,9$  с, TTP —  $18,01 \pm 3,11$  с, PS —  $4,41 \pm 3,87$  мл/100 г в минуту; теле — BF —  $142 \pm 36,95$  мл/100 г в минуту, BV —  $16,67 \pm 3,68$  мл/100 г, MTT —  $10,04 \pm 2,6$  с, TTP —  $17,39 \pm 3,31$  с, PS —  $4,45 \pm 3,94$  мл/100 г в минуту; хвосте — BF —  $140,4 \pm 52,30$  мл/100 г в минуту, BV —  $17,04 \pm 5,39$  мл/100 г, MTT —  $9,74 \pm 3,74$  с, TTP —  $17,98 \pm 5,5$  с, PS —  $5,46 \pm 6,15$  мл/100 г в минуту, паренхима характеризовалась красным окрашиванием на картах BF и BV, зеленым на картах MTT и TTP, синим на карте PS (рис. 1).

При МР-эластографии показатели жесткости паренхимы в контрольной группе составили: в головке —  $2,41 \pm 0,42$  кПа, теле —  $2,40 \pm 0,41$  кПа, хвосте —  $2,37 \pm 0,41$  кПа, на цветных параметрических картах в диапазоне жесткости от 0 до 8 кПа паренхима имела синее окрашивание, в диапазоне от 0 до 20 кПа — фиолетовое (рис. 2).

Статически значимых различий между всеми показателями перфузии при КТ и жесткости при МР-эластографии между различными отделами (головка/тело/хвост) поджелудочной железы не выявлено ( $p > 0,005$ ).

У пациентов с опухолями периапулярной зоны в 18 (44%) случаях показатели перфузии при КТ-



**Рис. 1.** КТ-перфузия поджелудочной железы в норме. Цветные параметрические карты: BF (а), BV (б), ТТР (в), PS (г). Паренхима характеризуется равномерным красным окрашиванием на картах BF, BV, желтым — на карте ТТР, синим — на карте PS

**Fig. 1.** PCT of the normal pancreas. Color maps of: BF (a), BV (б), TTP (в), PS (г). The pancreatic parenchyma has homogeneous red color on the BF and the BV maps, yellow — on the TTP map, blue — on the PS map

перфузия и жесткости при МР-эластографии, окрашивание на цветных параметрических картах паренхимы тела и хвоста ПЖ соответствовали таковым у пациентов контрольной группы. Расширение главного панкреатического протока не превышало 4 мм. При интраоперационном исследовании плотность паренхимы тела и хвоста ПЖ во всех случаях хирургами была расценена как «мягкая», при гистологическом исследовании фиброзные изменения отсутствовали.

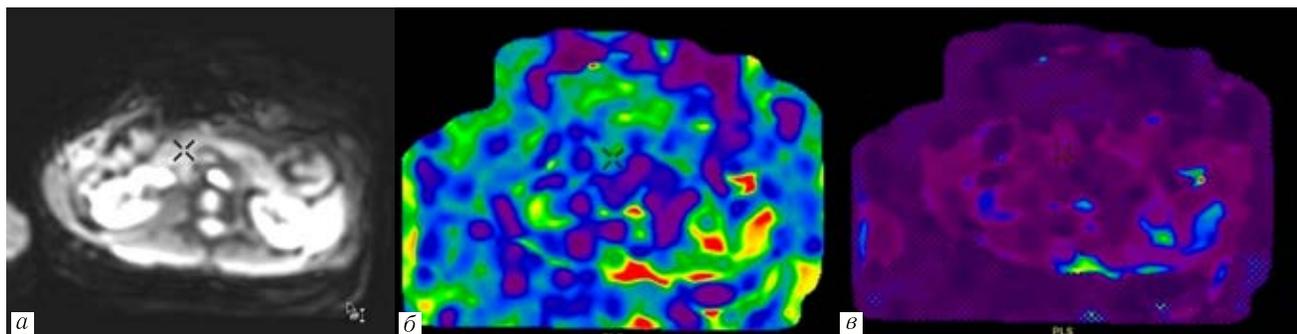
У 35 (85,3%) пациентов показатели перфузии в паренхиме поджелудочной железы в среднем составили: в теле — BF —  $81,7 \pm 27,2$  мл/100 г в минуту, BV —  $13,6 \pm 4,9$  мл/100 г, МТТ —  $12,9 \pm 4,26$  с, ТТР —  $25,3 \pm 7,7$  с, PS —  $10,3 \pm 6,3$  мл/100 г в минуту; в хвосте — BF —  $88,62 \pm 25,2$  мл/100 г в минуту, BV —  $15,14 \pm 4,91$  мл/100 г, МТТ —  $13,64 \pm 4,11$  с, ТТР —  $25,74 \pm 7,02$  с, PS —  $8,28 \pm 6,05$  мл/100 г в минуту, паренхима во всех случаях характеризовалась желтым окрашиванием на карте BF, красным с желтыми включениями на карте BV, синим на кар-

тах МТТ и ТТР, PS (рис. 3). Показатели статистически достоверно отличались от значений контрольной группы ( $p < 0,005$ ).

Числовые значения показателей тканевой перфузии, измеренные в теле и хвосте ПЖ на рис. 3, а, представлены на рис. 4.

При МР-эластографии у 23 (65,7%) из 35 пациентов с измененными показателями перфузии, отмечалось умеренное повышение жесткости в паренхиме тела и хвоста ПЖ от 3 до 5 кПа, по интраоперационным данным плотность была расценена как «умеренно плотная», при гистологическом исследовании отмечались умеренные фиброзные изменения. Окрашивание паренхимы на цветных картах в диапазоне жесткости 0–8 кПа было желтым, в диапазоне 0–20 кПа — синим (рис. 5).

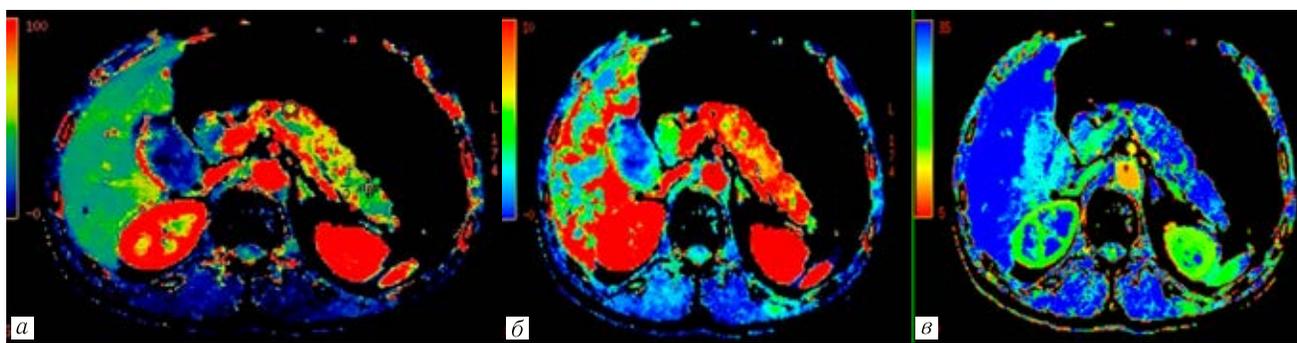
Повышение жесткости более 5 кПа имело место у 12 (34,3%) пациентов, по интраоперационным данным плотность была расценена как «каменистая», при гистологическом исследовании отмечалось замещение паренхимы ПЖ грубоволокнистой



**Рис. 2.** МР-эластография поджелудочной железы в норме: *a* — эластограмма в режиме серой шкалы, в паренхиме головки поджелудочной железы установлен курсор; *б* — цветная карта в диапазоне жесткости 0–8 кПа.

Неизменная паренхима головки (курсор) характеризуется синим окрашиванием; *в* — цветная параметрическая карта в диапазоне жесткости 0–20 кПа. Фиолетовое окрашивание неизменной паренхимы головки (курсор)

**Fig. 2.** Normal pancreatic MRE: *a* — gray-scale elastogram, the cursor is placed on the pancreatic tail; *б* — color-coded stiffness map, stiffness values varying from 0 to 8 kPa. Normal pancreatic head parenchyma (cursor) has blue color; *в* — color-coded stiffness map, stiffness values varying from 0 to 20 kPa. Normal pancreatic head parenchyma (cursor) has purple color



**Рис. 3.** Пациент Н., 63 лет, с аденокарциномой головки поджелудочной железы. КТ-перфузия на уровне тела и хвоста поджелудочной железы: *a* — цветная карта BF. Паренхима тела и хвоста поджелудочной железы характеризуется преимущественно желтым окрашиванием с мелкими участками красного цвета, соответствующим фиброзным изменениям с островками сохраненной паренхимы. Расширенный до 9 мм вирсунгов проток синего цвета; *б* — цветная карта BV. Желтое окрашивание паренхимы на уровне центральных отделов поджелудочной железы свидетельствующее об умеренном снижении объема кровотока на границе с расширенным вирсунговым протоком; *в* — цветная карта ТТР. Синее окрашивание паренхимы, свидетельствующее о содружественном BF и BV удлинении ТТР

**Fig. 3.** A 63-year-old male patient with a pancreatic head adenocarcinoma. Pancreatic PCT: *a* — color-coded BF map. Pancreatic tail and body parenchyma has mainly yellow color with small red areas, corresponding to fibrotic changes with areas of normal tissue. Dilatated Wirsung's duct has blue color; *б* — color-coded BV map. The map shows a moderate decreased blood volume (yellow color of the pancreatic parenchyma in the central segments) near the dilatated Wirsung's duct; *в* — color-coded TTP map. Blue color of the pancreatic parenchyma corresponds to increased TTP (in association with BF and BV)

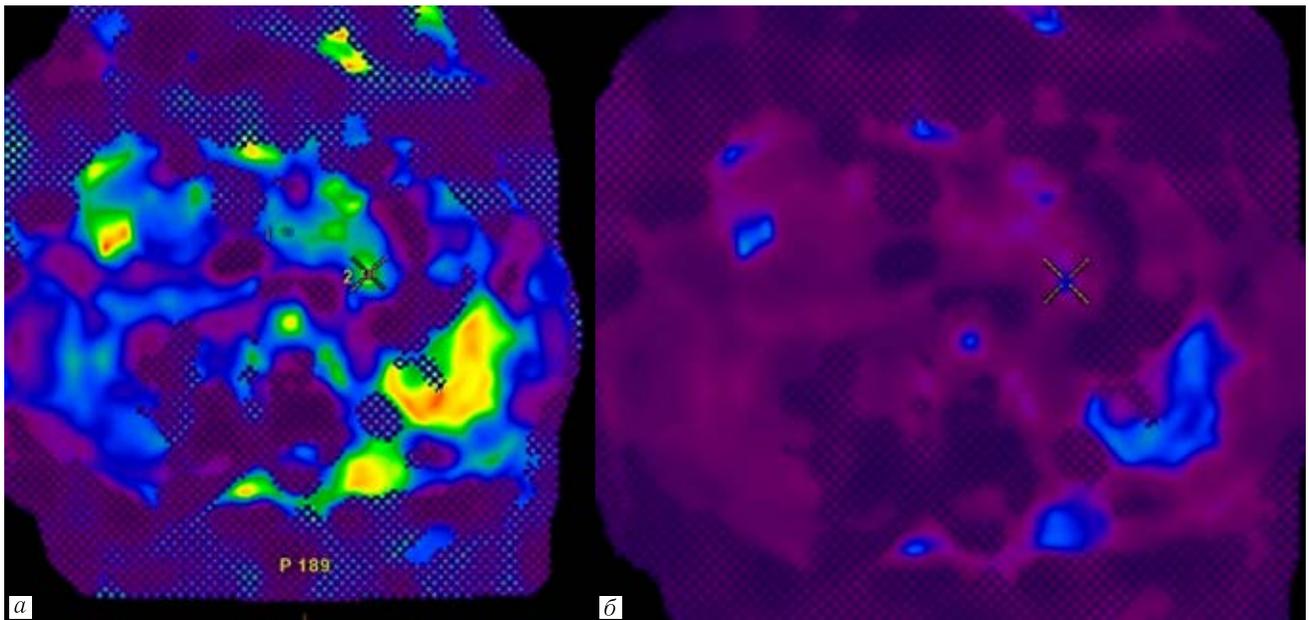
соединительной тканью. Паренхима ПЖ на цветных картах в диапазоне жесткости 0–8 кПа характеризовалась желтым и красным окрашиванием, в диапазоне 0–20 кПа — синим (рис. 6).

Диаметр главного панкреатического протока у пациентов с фиброзными изменениями в паренхиме варьировал от 2 до 11 мм, среднее значение составило  $6,56 \pm 2,37$  мм.

У всех пациентов ( $n=35$ ) с разной степенью повышения жесткости паренхимы ПЖ при МР-эластографии медикаментозная профилактика ПФ не проводилась, осложнений в послеоперационном периоде не возникло. На фоне проведения профилактических мероприятий только у 3 (5,6%) пациентов, во всех случаях с «мягкой» поджелудочной

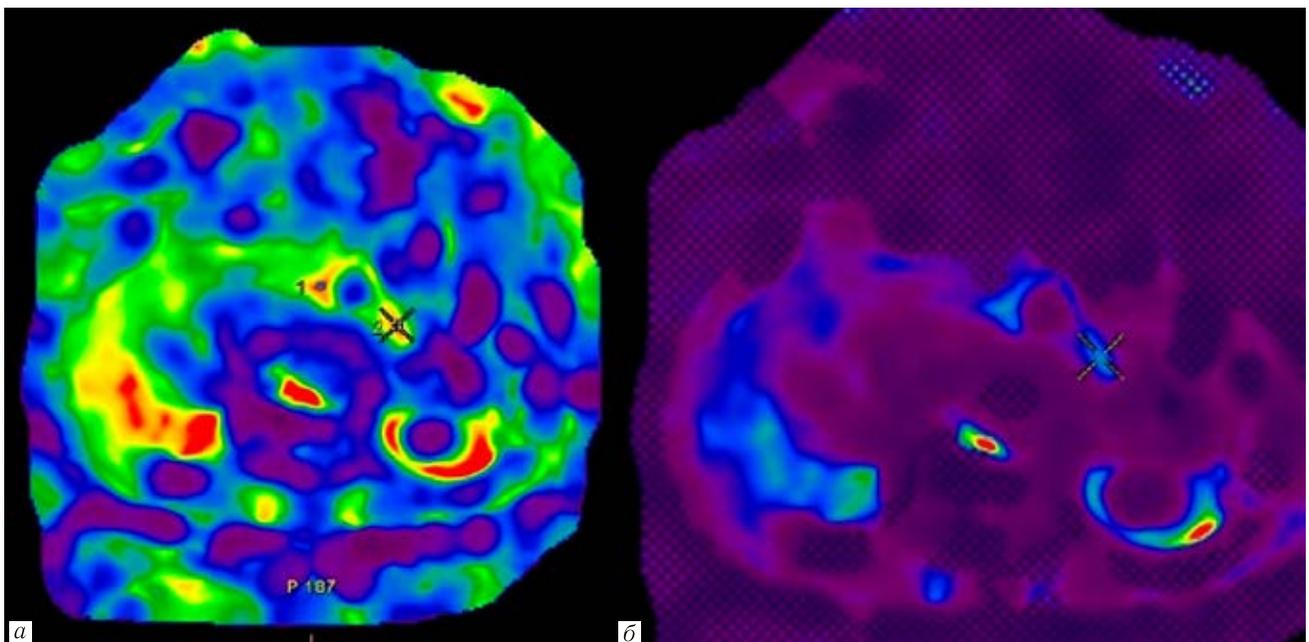
железой, в послеоперационном периоде развилась панкреатическая фистула. В одном случае имела место ПФ класса А, не потребовавшая уточняющей диагностики, в одном — класса В, в одном — С. При классах В и С фистула проявилась парапанкреатическими жидкостными скоплениями, расположенными на границе с панкреатоеюноанастомозом, в случае фистулы класса В, разрешившаяся путем пункционного лечения (рис. 7).

У второго пациента сформировалась ПФ класса С. В данной ситуации вариант строения артерий целиакомезентериального бассейна IV типа по N. Michels (рис. 8) послужил причиной развития фатального осложнения — профузного аррозивного внутрибрюшного кровотечения из замещающей правой



**Рис. 5.** МР-эластография поджелудочной железы: *а* — цветная карта в диапазоне жесткости 0–8 кПа. ROI установлен в хвосте поджелудочной железы (курсор). Паренхима характеризуется участками желтого окрашивания и умеренно повышенными показателями жесткости — 3,6–3,8 кПа; *б* — цветная карта в диапазоне жесткости 0–20 кПа. Паренхима поджелудочной железы синего цвета

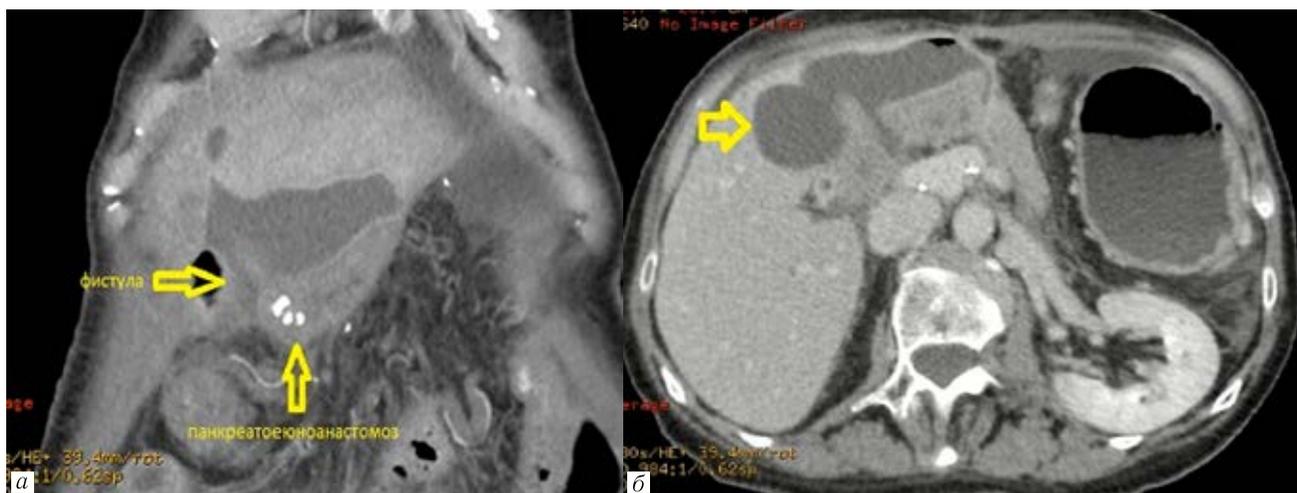
**Fig. 5.** Pancreatic MRE: *a* — color-coded stiffness map, stiffness values varying from 0 to 8 kPa. ROI is placed on the pancreatic tail (cursor). On the map, pancreatic parenchyma has yellow color, the stiffness value is moderately high (3,6–3,8 kPa); *б* — color-coded stiffness map, stiffness values varying from 0 to 20 kPa. On the map, pancreatic parenchyma has blue color



**Рис. 6.** Тот же пациент, что на рис. 3–5. МР-эластография поджелудочной железы при выраженных фиброзных изменениях в ее паренхиме: *а* — цветная карта в диапазоне жесткости 0–8 кПа. Паренхима тела и хвоста характеризуется красным и желтым окрашиванием. В теле установлен ROI 1 и ROI 2. Измеренные показатели жесткости в теле составляют 6,7–7,3 кПа, в хвосте — 5,6–6,6 кПа; *б* — цветная карта в диапазоне жесткости 0–20 кПа.

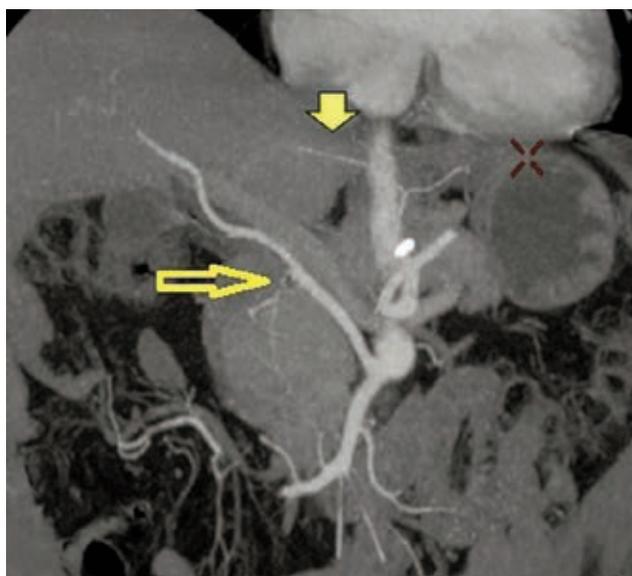
Синее окрашивание паренхимы в теле и хвосте поджелудочной железы

**Fig. 6.** The same patient. Pancreatic MRE shows fibrotic changes: *a* — color-coded stiffness map, stiffness values varying from 0 to 8 kPa. Pancreatic body and tail parenchyma has red and yellow color. ROI 1 and ROI 2 are place on the pancreatic body. The measured stiffness value are 6,7–7,3 kPa in the pancreatic body, and 5,6–6,6 kPa in the tail; *б* — color-coded stiffness map, stiffness values varying from 0 to 20 kPa. On the map, pancreatic parenchyma has blue color



**Рис. 7.** Пациентка Ф., 73 лет с ПФ класса В после ПДР. КТ ГПДЗ. Портальная фаза: *а* — мультипланарная реформация в корональной проекции; *б* — аксиальная проекция. В левом подпеченочном пространстве на границе с панкреатојејунотомозом определяется ограниченное скопление содержимого жидкостной плотности (стрелки) с включением одиночного пузырька воздуха (состояние после пункции)

**Fig. 7.** A 73-year-old female patient with a class B pancreatic fistula, post HBD resection condition. Hepatopancreatoduodenal CT. Portal venous phase: *a* — coronal plane; *b* — axial view. Circumscribed fluid collection (arrows) with a single air bubble (post-puncture condition) in the left subhepatic space near the pancreaticojejunostomy



**Рис. 8.** Пациент Т., 64 лет, с дистальной холангиокарциномой. КТ ГПДЗ. Артериальная фаза. Мультипланарная реконструкция в корональной проекции в алгоритме MIP. До операции. Замещающая правая печеночная артерия от верхней брыжеечной артерии (длинная стрелка), замещающая левая печеночная артерия от левой желудочной артерии (короткая стрелка). Артерии с четкими контурами, контрастированы равномерно

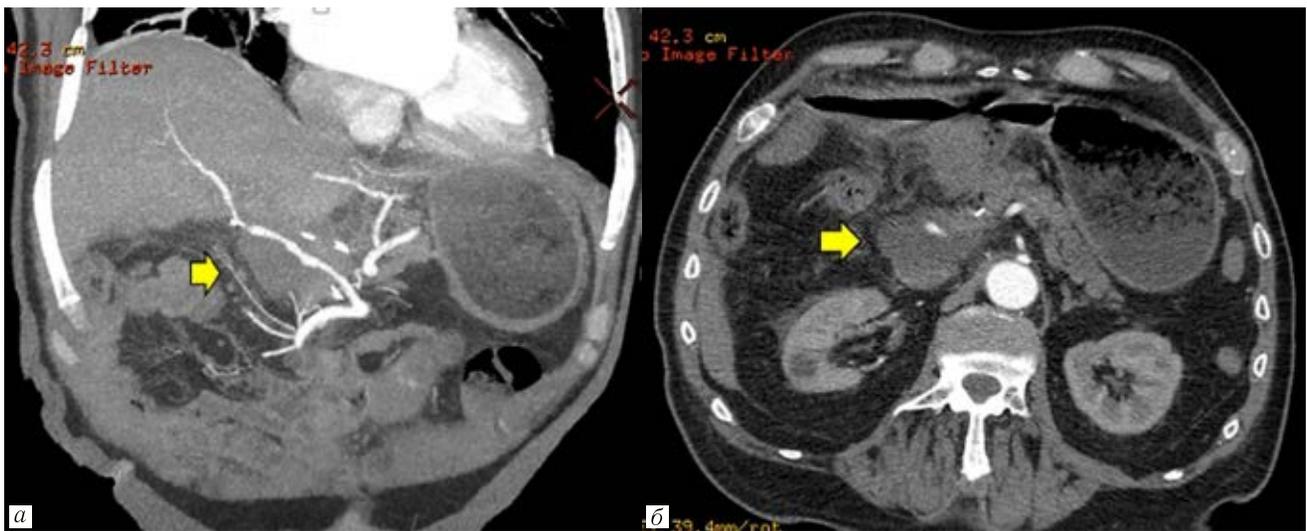
**Fig. 8.** A 64-year-old patient with a distal cholangiocarcinoma. Hepatopancreatoduodenal CT. Arterial phase. Coronal plane, MIP algorithm. Preoperatively. Replacing RHA arises from SMA (long arrow), replacing LHA — from left gastric artery (short arrow). The arteries have distinct contours, their enhancement is homogeneous

печеночной артерии, отходившей от верхней брыжеечной артерии, оказавшейся в центре сформировавшегося жидкостного скопления, агрессивное содержимое которого, богатое панкреатическими ферментами привело к аррозии стенок артерии (рис. 9).

**Заключение.** КТ-перфузия и МР-эластография поджелудочной железы являются высокоинформативными неинвазивными лучевыми методами, поз-

воляющим получить количественное и качественное представление о состоянии паренхимы поджелудочной железы, наличии фиброзных изменений, спрогнозировать риск развития панкреатической фистулы на этапе планирования ПДР.

Нормальные значения показателей перфузии и жесткости свидетельствуют о «мягкой» текстуре паренхимы поджелудочной железы и высоком риске



**Рис. 9.** Тот же пациент. Состояние после ГПДР. КТ ГПДЗ. Артериальная фаза: *а* — мультипланарная реформация в корональной проекции в алгоритме МIP; *б* — аксиальная проекция. Скопление экссудативного содержимого вокруг замещающей правой печеночной артерии (стрелка). Отмечается нечеткость и узурация наружных контуров артерии без признаков экстравазации контрастного вещества

**Fig. 9.** The same patient. Post HPD resection condition. Hepatopancreatoduodenal CT. Arterial phase: *a* — coronal plane, MIP algorithm; *b* — axial view. Fluid collection around replacing RHA (arrow). Multiple erosions of external artery contours without signs of contrast extravasation

развития ПФ, что требует проведения профилактических мероприятий.

Диагностическая эффективность КТ-перфузия и МР-эластографии в выявлении фиброзных изменений в паренхиме ПЖ по результатам нашего исследования составила 100%.

КТ-перфузия поджелудочной железы при недоступности МР-эластографии может служить надежным альтернативным методом в выявлении фиброза в паренхиме поджелудочной железы и прогнозировании риска развития панкреатической фистулы.

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Кабанов М.Ю., Семенцов К.В., Яковлева Д.М., Алексеев В.В. Состояние проблемы развития панкреатической фистулы у пациентов, перенесших панкреатодуоденальную резекцию (обзор литературы) // *Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н.И.Пирогова*. 2017. Т. 12, № 11. С. 112–116. [Kabanov M.Yu., Sementsov K.V., Yakovleva D.M., Alekseev V.V. The Problem of Development Pancreatic Fistula in Patients Undergoing Pancreaticoduodenal Resection. *Bulletin of Pirogov National Medical & Surgical Center*, 2017, Vol. 12, No. 11, pp. 112–116 (In Russ.).]
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. Ахтанян Е.А., Кригер А.Г. Причины возникновения и профилактика панкреатических свищей после резекционных операций на поджелудочной железе // *Хирургия*. 2014. № 5. С. 79–83. [Akhtanin E.A., Kriger A.G. Causes and Prevention of Pancreatic Fistulas after Pancreas Resection. *Pirogov Russian Journal of Surgery*, 2014, No. 5, pp. 79–83 (In Russ.).]
4. Grözinger G., Grözinger A., Horgler 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.
5. Venkatesh S.K., Ehman R.L. Magnetic resonance elastography of abdomen // *Abdom. Imaging*. 2015. Vol. 40, No. 4. P. 745–759. doi: 10.1007/s00261-014-0315-6.

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 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@avaclinic.ru; ORCID 0000–0003–4871–2341; SPIN-код: 9733–2755;

*Беликова Мария Яковлевна* — кандидат медицинских наук, врач-рентгенолог, заведующая отделением компьютерной томографии Санкт-Петербургского государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Госпиталь для ветеранов войн»; 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; 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.