

# Аденокарцинома поджелудочной железы: выявление, определение стадии и дифференциальная диагностика

Шима В. (Schima W.)<sup>1</sup>, Кауэлблингер К. (Koelblinger C.)<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Отделение диагностической и интервенционной радиологии, КН Göttlicher Heiland, КН der Barmherzigen Schwestern Wien, and St. Josef-Krankenhaus, Dornbacher Strasse 20-28, 1170 Вена, Австрия

<sup>2</sup> Отделение диагностической и интервенционной радиологии, КН der Barmherzigen Schwestern, Ried

## Pancreatic Adenocarcinoma: Detection, Staging and Differential Diagnosis

Schima W.<sup>1</sup>, Koelblinger C.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Department of Diagnostic and Interventional Radiology, КН Göttlicher Heiland, КН Barmherzige Schwestern Wien, and St. Josef-Krankenhaus, Dornbacher Strasse 20-28, 1170 Vienna, Austria

<sup>2</sup> Department of Diagnostic and Interventional Radiology, КН der Barmherzigen Schwestern, Ried

Диагностика и лечение аденокарциномы поджелудочной железы сопряжены со значительными трудностями. В большинстве случаев на момент постановки диагноза уже имеются регионарные и отдаленные метастазы, что исключает возможность проведения радикальной операции. Томографические методы визуализации играют важнейшую роль в диагностике, стадировании рака поджелудочной железы и стратификации пациентов на основе полученных данных. Методом выбора при диагностике новообразований поджелудочной железы признана мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) с внутривенным контрастированием, в то время как МРТ с использованием гадолиния, ДВИ и МРХПГ отведена уточняющая роль.

Для стадирования опухолей необходимо определить наличие или отсутствие вовлечения сосудов, метастатического поражения печени и лимфатических узлов. В зависимости от этих параметров опухоли подразделяют на полностью резектабельные (clearly resectable), погранично резектабельные (borderline resectable) и нерезектабельные (non-resectable). Для последней группы характерно наличие отдаленных метастазов или вовлечения чревного ствола/верхних брыжеечных артерий. Частично резектабельные опухоли представляют наибольшую трудность как для диагностики, так и для лечения. В таких случаях может быть рекомендовано применение комбинированной терапии.

Аденокарциному поджелудочной железы необходимо дифференцировать от ряда образований опухолевой, а также неопухолевой природы. В спорных случаях МСКТ следует дополнить магнитно-резонансной томографией и/или эндоскопическим ультразвуковым исследованием с биопсией.

**Ключевые слова:** поджелудочная железа, рак, мультиспиральная компьютерная томография, магнитно-резонансная томография, диагноз.

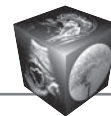
\*\*\*

Pancreatic adenocarcinoma is one of the most challenging tumors to diagnose and to treat. Most patients present with advanced disease that obviates any attempt for curative surgery. Cross-sectional imaging has gained a vital role in the detection of pancreatic cancer and in the stratification of patients according to their tumor stage. Contrast-enhanced MDCT is the main pillar in the diagnosis of pancreatic cancer, whereas MRI including MRCP, dynamic gadolinium-enhanced sequences and DWI has an established role as problem-solving tool.

For tumor staging, the presence or absence of vascular infiltration, liver and lymph node metastases has to be determined. According to their status, tumors can be categorized as clearly resectable, borderline resectable, and non-resectable (with distant metastases or infiltration into celiac trunk or superior mesenteric artery). It is the most difficult task for radiologists and surgeons alike to deal with the group of patients deemed borderline resectable. These patients may profit from a multidisciplinary therapy approach.

A variety of neoplastic and non-neoplastic conditions may imitate the appearance of pancreatic adenocarcinoma. Radiologists should be aware of the imaging findings. In equivocal cases multimodality imaging including biopsy may be sought to make a confident alternative diagnosis.

**Key words:** Pancreas, cancer, multidetector computed tomography, magnetic resonance imaging, diagnosis.



## Introduction

Pancreatic ductal adenocarcinoma is the fourth most common cause of cancer-related death [1–3]. Despite the fact that considerable progress has made in the past decades to achieve early detection of pancreatic cancer and in multimodality treatment of the disease, the prognosis of patients with pancreatic adenocarcinoma is still very poor. The main reason for this is that approximately 80% of patients with pancreatic ductal adenocarcinoma present with unresectable disease at the time of diagnosis, either having locally advanced tumors or with metastatic disease.

There are three main tasks of radiology [2, 4]: first, to detect pancreatic cancer early, using also subtle findings present at CT or MR imaging. The second important task is preoperative staging of the tumor, in order to find out the patients with potentially resectable disease and to spare unnecessary surgery performed in patients with locally advanced tumors or metastatic disease. The third goal is make a correct diagnosis of pancreatic adenocarcinoma, which should not be confused with other ampullary or periampullary masses of malignant or benign etiology.

In this review imaging techniques for detection of pancreatic adenocarcinoma and strategies for staging are described as well as the most important differential diagnoses of ampullary and periampullary masses.

## MDCT Study Protocol

Pancreatic MDCT examination should be performed during gastro-duodenal distension after oral administration of approximately 1000–1500 ml of water as a negative contrast agent (so-called “hydro-MDCT”). The use of a pre-contrast scan is controversial, but many centers have abandoned routine acquisition of unenhanced scans due to radiation issues. After IV contrast administration, a biphasic scan should be acquired in the pancreatic parenchymal phase and the venous phase. During contrast material administration typically 120–140 ml or 2 ml/kg body weight of nonionic contrast material is administered at

## Введение

В структуре смертности от злокачественных новообразований протоковая аденокарцинома поджелудочной железы (АКПЖ) занимает четвертое место [1–3]. Несмотря на развитие в течение последних десятилетий методов ранней диагностики и комбинированного лечения, общий прогноз при данном заболевании по-прежнему остается неблагоприятным. Это связано с тем, что в 80% случаев опухоль выявляется на стадии распространенного заболевания (регионарные или отдаленные метастазы) и поэтому нерезектабельна.

В отношении рака поджелудочной железы перед лучевым диагностом стоят 3 задачи [2, 4]. Первая – выявить АКПЖ на ранней стадии, ориентируясь на едва заметные ее признаки при КТ и МРТ. Вторая задача заключается в предоперационном стадировании опухоли, выявлении пациентов с резектабельной формой заболевания и исключении пациентов с регионарным или отдаленным метастазированием. Третья задача состоит в правильной постановке диагноза, т.е. дифференциальной диагностике АКПЖ с другими злокачественными и доброкачественными образованиями периапулярной зоны.

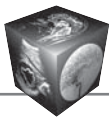
Настоящий обзор посвящен методам визуализации АКПЖ и ее стадированию наряду с дифференциальной диагностикой ампулярных и периапулярных образований.

## Протокол исследования поджелудочной железы при МСКТ

При МСКТ исследование поджелудочной железы проводится после перорального приема 1000–1500 мл воды (рентген-негативное контрастное вещество, “гидро-МСКТ”) для растяжения желудочно-кишечного тракта. Вопрос диагностической ценности нативного исследования остается открытым, однако в настоящее время во многих стационарах нативное исследование не проводится для минимизации лучевой нагрузки. После внутривенного введения контрастного вещества проводится двухфазное сканирование: в parenchymal фазу и венозную фазу. Как правило, для этого используется 120–140 мл (2 мл/кг) неионного контрастного вещества; скорость введения составляет 4–5 мл/с [5, 6]. Фаза контрастирования parenchyma

**Для корреспонденции:** Вольфганг Шима – врач, магистр естественных наук, Отделение диагностической и интервенционной радиологии, KH Göttlicher Heiland, Dornbacher Strasse 20-28, 1170 Вена, Австрия. Тел.: +43 1 40088 7012. Факс: +43 (1) 400 88 – 7098. E-mail: wolfgang.schima@khgh.at

**Contact:** Prim. Univ. Prof. Dr. Wolfgang Schima, MSc – Vorstand der Abteilung für Diagnostische und Interventionelle Radiologie. Krankenhaus Göttlicher Heiland GmbH. 1170 Wien, Dornbacher Straße 20–28 Austria. Tel. +43 (1) 40088 – 7012, +43 664 88419994 (mob.). Fax: +43 (1) 400 88 – 7098. E-mail: wolfgang.schima@khgh.at



a flow rate of 4–5 ml/s [5, 6]. The pancreatic parenchymal phase is acquired slightly later than the arterial phase for liver imaging, in order to optimize the attenuation difference between the enhancing pancreatic parenchyma and the typically hypovascular-hypoattenuating ductal adenocarcinoma. It has been found that a scan delay of 25 s after arrival of the bolus in the abdominal aorta (= aortic transit time) achieves optimal tumor contrast [7]. Using an individualized scan delay for the pancreatic parenchymal phase based on the aortic transit time provides superior contrast to the fixed scan delay of 35–40 s that had been proposed in earlier studies [8, 9]. The second scan in the venous phase typically covers the entire abdomen, which is important for assessment of metastatic disease to the liver, para-aortic lymph nodes and peritoneum.

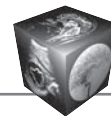
### MR Imaging Protocol

MR imaging can be performed with a 1.5 T MR unit, although imaging with a 3.0 T MR unit provides higher signal-to-noise-ratio, which may further improve image quality. Imaging protocol should always include a T1-weighted (T1w) gradient echo (GRE) pulse sequence covering the pancreas and the liver. Recent advances resulted in the development of the T1w GRE pulse sequence with the DIXON method, which allows to acquisition of 4 sets (in-phase, opposed-phase, fat-suppressed, and water-suppressed) of images in one breath hold. For tumor detection especially the unenhanced fat-suppressed T1w GRE pulse sequence is very valuable. T2w turbo-spin echo (TSE) images with or without fat-suppression covering the pancreas and the liver allow delineation of the ductal systems and assessment of absence or presence of liver metastases. Addition of diffusion-weighted imaging (DWI) to the routine protocol is highly recommended [10, 11]. It has been shown that respiratory-triggering provides image quality superior to free breathing or breath-hold DWI [12]. MRCP pulse sequences allow delineation of the ductal system and detection of even subtle strictures, which may draw the attention of the reader to scrutinizing the pancreas at this level. Administration of contrast material is of utmost importance [13], as tumors may only be seen at the dynamic T1w GRE pulse sequence (preferably a fat-suppressed 3D GRE T1w sequence) [4].

поджелудочной железы практически совпадает по времени с артериальной фазой для исследования печени и позволяет выявить гиповаскулярную аденокарциному на фоне гипervasкулярной паренхимы железы. По данным исследований, оптимальная задержка после болюсного контрастирования брюшной аорты составляет 25 с [7]. Предложенный подход позволяет провести сканирование с учетом индивидуальных особенностей сердечно-сосудистой системы каждого пациента и визуализировать опухоль лучше, чем при использовании стандартной, фиксированной задержки в 35–40 с [8, 9]. Для обнаружения метастатического поражения печени, статуса парааортальных лимфатических узлов и брюшины вторая фаза сканирования должна захватывать всю брюшную полость.

### Протокол исследования поджелудочной железы при МРТ

Сканирование возможно на системах с напряженностью магнитного поля от 1,5 Тл. Однако отношение сигнал/шум выше на томографах с напряженностью поля 3,0 Тл, что может улучшить качество получаемых изображений. Протокол сканирования всегда должен включать T1-взвешенную импульсную последовательность “градиентное эхо” (gradient echo, GRE) с захватом печени и поджелудочной железы. Недавно созданная последовательность DIXON позволяет во время одной задержки дыхания получить 4 набора изображений – фазовые (in-phase), внефазовые (opposed-phase), с подавлением сигнала от жира и с подавлением сигнала от воды. T1-взвешенная последовательность с подавлением сигнала от жира представляет особую ценность в диагностике опухолей. Для визуализации протоковой системы и выявления метастатического поражения печени используются T2-взвешенные изображения (ВИ) (последовательность “турбо-спин эхо”) со сканированием печени и поджелудочной железы. Рутинное применение диффузионно-взвешенных изображений значительно повышает точность диагностики [10, 11]. По данным исследований, качество изображений при сканировании со свободным дыханием (free breathing) или его задержкой (breath-hold) ниже, чем при их получении на протяжении выдоха (respiratory-triggered) [12]. МРХПГ позволяет оценить состояние протоковой системы и выявить даже небольшие стриктуры, указывающие на возможную патологию поджелудочной железы. Ключевая роль в диагностике АКПЖ отведена динамическим T1-взвешенным последовательностям “градиентное эхо” с внутривенным контрастированием [13], в частности 3D динамическим последовательностям с подавлением сигнала от жира [4].

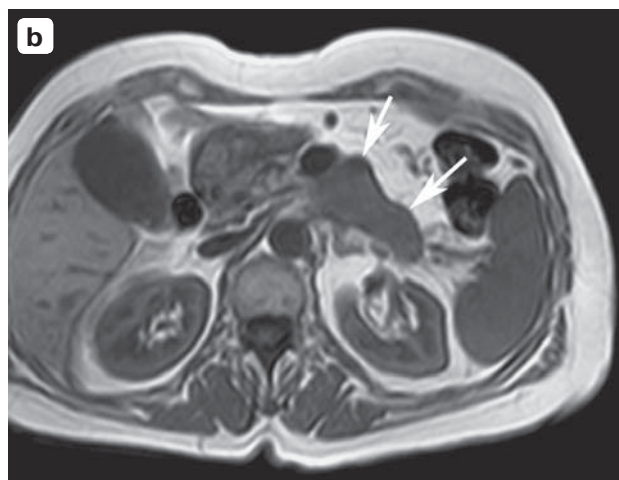
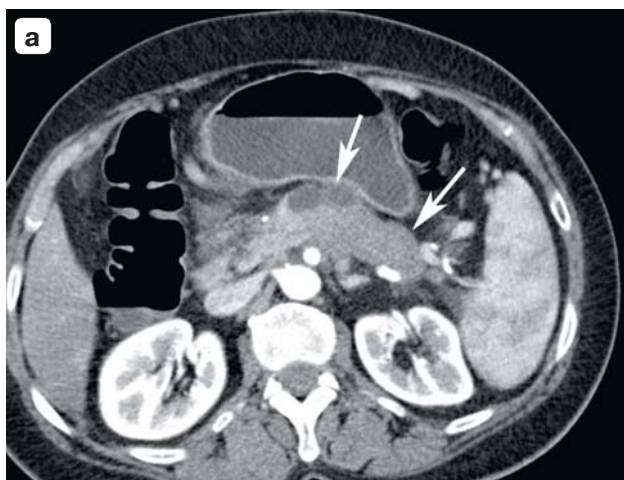


## Detection

Detection of pancreatic adenocarcinoma is based on the presence of either direct or indirect signs at CT or MR imaging. Direct sign means visualization of a typically hypovascular-hypoattenuating/hypointense mass at CT or MRI (Fig. 1). However, it has been found that 11% [14] or up to 27% [15] of pancreatic cancers are isoattenuating at contrast-enhanced MDCT. In these cases only indirect signs may help to make to suspect a small mass, leading to further diagnostic work up. Following indirect signs can be encountered: focal dilatation on the pancreatic duct, dilatation of the common bile duct, double duct sign (= dilatation of the common bile duct and the pancreatic duct), loss of lobulation of the pancreatic parenchyma, contour deformity, and focal atrophy of the gland (Fig. 2). Presence of one or more of these indirect signs should prompt

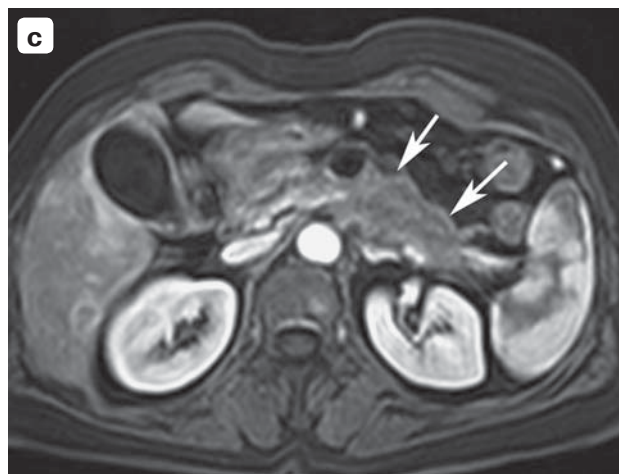
## Диагностика

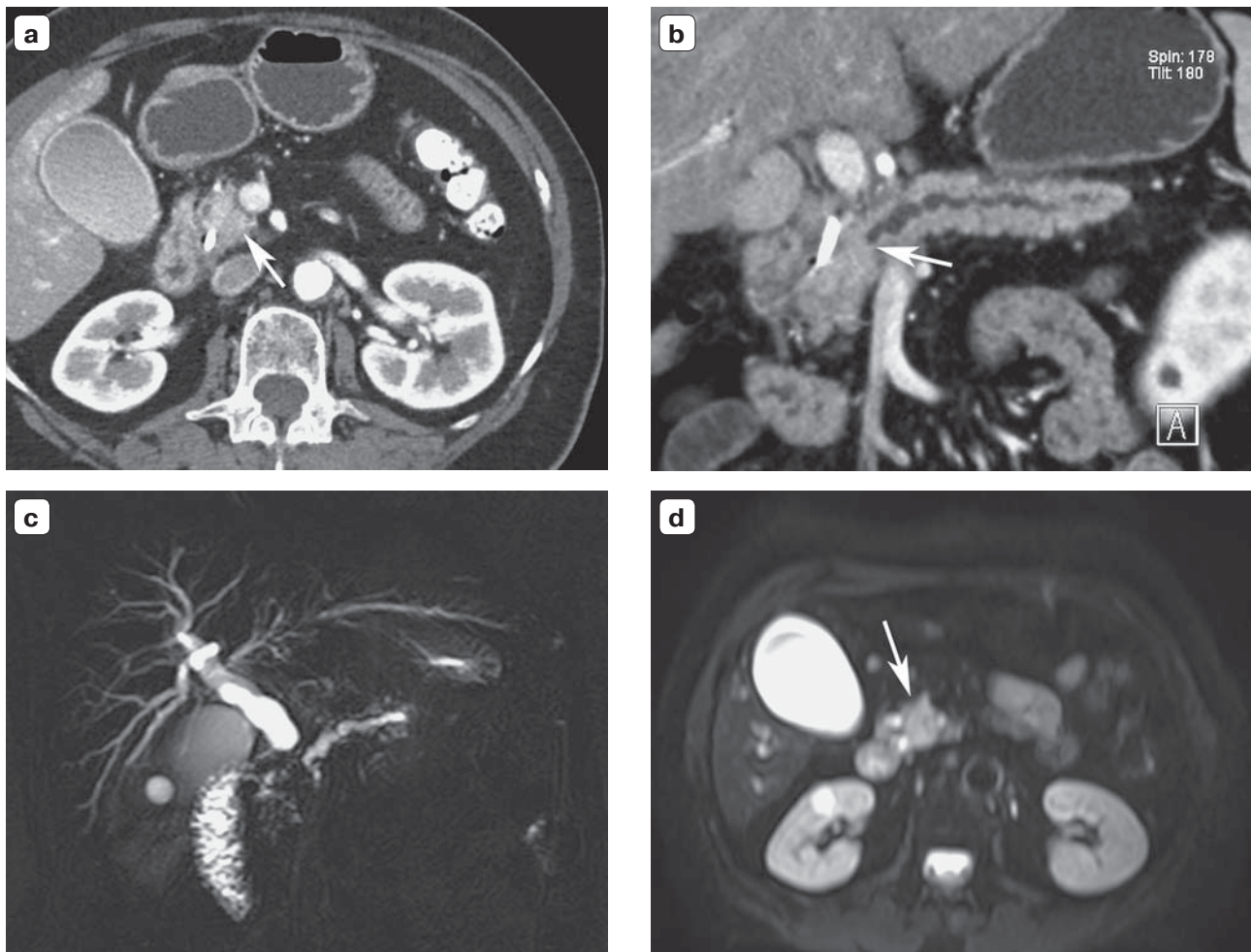
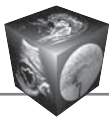
Диагностика АКПЖ заключается в выявлении по данным КТ или МРТ прямых или косвенных ее признаков. К прямым признакам относится наличие гиповаскулярного/гиподенсного/гипоинтенсивного образования на компьютерных или магнитно-резонансных томограммах (рис.1). Однако при МСКТ с внутривенным контрастированием от 11% [14] до 27% [15] злокачественных новообразований изоденсны ткани поджелудочной железы. В таких случаях лишь выявление косвенных признаков позволяет заподозрить наличие новообразования и провести уточняющую диагностику. Описаны следующие косвенные признаки: локальное расширение протока поджелудочной железы, локальное расширение общего желчного протока, симптом “двойного протока” (расширение протока поджелудочной железы и общего желчного протока), утрата дольчатой структуры паренхимы поджелудочной железы, неровность ее контуров и



**Fig. 1.** Pancreatic cancer of the body and tail: direct signs at CT and MRI. a – Contrast-enhanced CT in the pancreatic parenchymal phase shows a large hypoattenuating mass (arrows) in the body and tail with some small cystic components. b, c – Unenhanced and gadolinium-enhanced T1w GRE images demonstrate a T1-weighted hypointense mass, which is hypovascular (arrow). Note that there is a ring-enhancing metastasis in the right liver lobe.

**Рис. 1.** Рак тела и хвоста поджелудочной железы: прямые признаки на компьютерных и магнитно-резонансных томограммах. а – компьютерная томограмма, паренхиматозная фаза контрастного усиления. В теле и хвосте поджелудочной железы визуализируется крупное гиподенсное образование (стрелки) с наличием в структуре мелких кистозных компонентов; б, с – МР-томограммы, полученные в нативную фазу исследования и после внутривенного введения гадолиния. На T1ВИ GRE визуализируется гиповаскулярное, гипоинтенсивное на T1ВИ образование (стрелки). Метастаз в правой доле печени (контрастное усиление по типу “мишени”).





**Fig. 2.** Isoattenuating cancer in the pancreatic head: indirect signs at CT and role of MRI in work-up. a – Contrast-enhanced MDCT in a patient with bile duct stenosis, which had been treated by plastic stent placement. There is no mass visible, but there is loss of lobulation of pancreatic parenchyma, which is suspicious. b – Curved planar reconstruction along the pancreatic duct shows ductal dilatation in the body and tail with abrupt cut-off (arrow): this finding is suggestive of isoattenuating cancer and merits further work-up. c – MRCP demonstrates double duct sign, which again is suspicious for pancreatic head cancer. d – Diffusion-weighted imaging clearly demonstrates a hyperintense mass in the head (arrows).

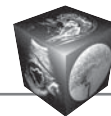
**Рис. 2.** Изоденсный рак головки поджелудочной железы: косвенные КТ-признаки, а также роль МРТ в диагностике. а – компьютерная томограмма, полученная у пациента со стенозом общего желчного протока в паренхиматозную фазу исследования; состояние после установки пластикового стента. Прямые признаки очагового образования отсутствуют, однако обращают на себя внимание нарушения целостности структуры паренхимы железы в данной зоне; б – на криволинейной мультипланарной реконструкции панкреатического протока виден расширенный в области тела-хвоста и обрывающийся на уровне головки панкреатический проток (стрелка), что является косвенным признаком изоденсного рака поджелудочной железы. В данном случае требуется дообследование; в – симптом “двойного протока” при МРХПГ – косвенный признак рака головки поджелудочной железы; д – На МР-томограмме с ДВИ четко визуализируется гиперинтенсивное очаговое образование головки поджелудочной железы (стрелка).

careful valuation of the pancreas either with contrast-enhanced MRI or endosonography (EUS) [16].

In case of equivocal CT, MRCP and contrast-enhanced MRI of the pancreas should be performed. MRI may detect subtle stenoses of the pancreatic duct not well visualized at CT. For visualization of small tumors, unenhanced fat-suppressed T1w GRE pulse se-

очаговая атрофия железы (рис. 2). Наличие одного или более из вышеперечисленных признаков требует дальнейшей диагностики посредством МРТ с внутривенным контрастированием или ультразвукового эндоскопического исследования [16].

При неоднозначных результатах КТ следует провести МРХПГ и МРТ с внутривенным контрастированием. МРТ обладает большей чувствительностью в диагностике стенозов протока поджелу-



quences and dynamic gadolinium-enhanced are the most useful pulse sequences (Fig. 3). Recently, it has been found that the addition of diffusion-weighted pulse sequences (DWI) may increase sensitivity of MRI for tumor detection from 75–76% to 96–98% [11] (Fig. 2). The role of EUS is primarily in the evaluation of patients with equivocal CT and MRI [17, 18]. EUS-guided fine-needle aspiration biopsy or core biopsy are not routinely performed in patients with suspected cancer. However, EUS-guided biopsy is of value, if differential diagnosis (e.g., lymphoma, neuroendocrine tumor, metastases, focal chronic pancreatitis, focal autoimmune pancreatitis, etc.) has to be considered.

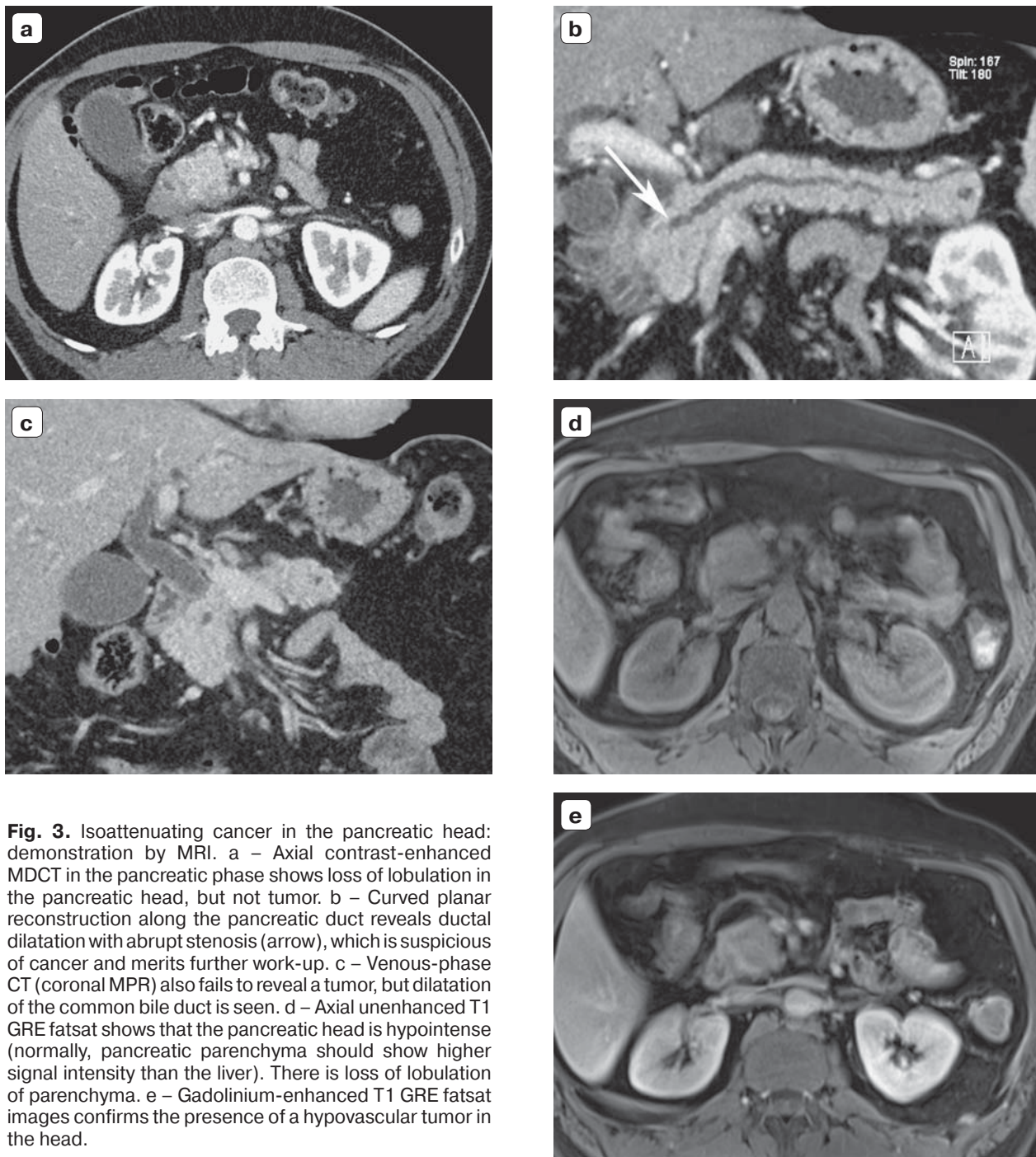
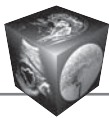
A meta-analysis published in 2005 compared ultrasonography, CT and MRI for diagnosis and assessment of resectability of pancreatic adenocarcinoma [19]. They found that, according to the published literature, helical CT had the highest sensitivity (91%) followed by conventional CT (86%), MRI (84%) and US (76%). Since then the spreading of multidetector CT and MRI with DWI has certainly changed that picture. In 2012, Shrikhande et al. [20] published a systematic review, which found that MDCT and MRI/MRCP have comparable sensitivity and specificity rates for diagnosis and staging for pancreatic cancer. EUS offered the best sensitivity for tumors < 2cm, which led the authors to make the recommendation that MDCT or MRI/MRCP should be used as the first imaging modality in patients with suspected pancreatic adenocarcinoma. EUS was recommended in patients with equivocal CT or MRI and in tumors considered borderline resectable.

Several studies have compared that diagnostic yield of CT and MRI in the detection (and staging) of pancreatic cancer. Park et al. compared gadolinium-enhanced dynamic MRI/MRCP with contrast-MDCT in patients with surgically proven pancreatic cancer [21]. They found that for both reviewers in the study the tumor detection by MRI was significantly more confident. In the study of Kölblinger et al. [13] a prospective comparison of gadobenate-enhanced 3.0T MRI and 64-row MDCT was performed, which showed that the sensitivity of MDCT (93–98%) and MRI (96–98%) were not significantly different [13]. A recent study [22] assessed 64 patients with noncalculus perampullary obstruction (of benign

дочной железы, а наибольшую ценность в диагностике опухолей малых размеров представляют последовательности GRE с подавлением сигнала от жира и динамические последовательности (рис. 3). Применение диффузионно-взвешенных изображений повышает чувствительность диагностики с 75–76% до 96–98% [16] (см. рис. 2). Ультразвуковое эндоскопическое исследование используется в основном при неоднозначных результатах КТ и МРТ [17, 18]. Тонкоигольная аспирационная биопсия или толстоигольная биопсия под ультразвуковым эндоскопическим контролем назначается в тех случаях, когда нужно провести дифференциальную диагностику между лимфомой, нейроэндокринной опухолью, метастатическим поражением, очаговым хроническим панкреатитом, очаговым аутоиммунным панкреатитом и т.д.

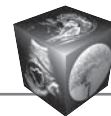
В опубликованном в 2005 г. метаанализе проведено сравнение ценности ультразвукового исследования, КТ и МРТ в диагностике и стадировании АКПЖ [19]. По данным анализа, наибольшей чувствительностью обладала спиральная КТ (91%); чувствительность КТ составила 86%, МРТ – 84%, а ультразвукового исследования – 76%. С внедрением в клиническую практику МСКТ и МРТ с диффузионно-взвешенными изображениями “расстановка сил” существенно изменилась. Данные систематического обзора, опубликованного в 2012 г. S.V. Shrikhande и соавт. [20], показывают, что в диагностике и стадировании рака поджелудочной железы МСКТ и МРТ/МРХПГ обладают схожей чувствительностью и специфичностью. Наибольшую чувствительность в диагностике опухолей размерами до 2 см продемонстрировало ультразвуковое эндоскопическое исследование. Авторы анализа рекомендуют при подозрении на наличие новообразования поджелудочной железы в качестве метода первичной визуализации использовать МСКТ или МРТ/МРХПГ, а ультразвуковое эндоскопическое исследование – для уточнения диагноза и при частично резектабельных опухолях.

Проведен ряд исследований, направленных на сравнение КТ и МРТ в диагностике и стадировании рака поджелудочной железы. К примеру, H.S. Park и соавт. изучили ценность динамической МРТ/МРХПГ и МСКТ с контрастированием у пациентов с интраоперационно подтвержденным раком поджелудочной железы [21]. При использовании МРТ оба врача лучевой диагностики были более уверены в правильности постановки диагноза. В проспективном исследовании С. Kölblinger и соавт. [13] провели сравнение чувствительности динамического МРТ на аппарате с напряженностью магнитного поля 3,0 Тл и 64-срезовой МСКТ. По результатам исследования методы обладали схожей чувст-



**Fig. 3.** Isoattenuating cancer in the pancreatic head: demonstration by MRI. a – Axial contrast-enhanced MDCT in the pancreatic phase shows loss of lobulation in the pancreatic head, but not tumor. b – Curved planar reconstruction along the pancreatic duct reveals ductal dilatation with abrupt stenosis (arrow), which is suspicious of cancer and merits further work-up. c – Venous-phase CT (coronal MPR) also fails to reveal a tumor, but dilatation of the common bile duct is seen. d – Axial unenhanced T1 GRE fatsat shows that the pancreatic head is hypointense (normally, pancreatic parenchyma should show higher signal intensity than the liver). There is loss of lobulation of parenchyma. e – Gadolinium-enhanced T1 GRE fatsat images confirms the presence of a hypovascular tumor in the head.

**Рис. 3.** Изоденсный рак головки поджелудочной железы: МРТ- признаки, позволяющие провести диагностику. а – компьютерная томограмма, панкреатическая фаза контрастного усиления. На аксиальном срезе визуализируется потеря дольчатости структуры паренхимы поджелудочной железы, однако прямые признаки рака поджелудочной железы отсутствуют; б – на криволинейной мультипланарной реконструкции панкреатического протока виден расширенный в области тела-хвоста и обрывающийся на уровне головки панкреатический проток (стрелка), что является косвенным признаком изоденсного рака поджелудочной железы и требует дообследования; с – компьютерная томограмма, венозная фаза, мультипланарная реконструкция (фронтальный срез). Визуализируется расширенный общий желчный проток; прямые признаки рака поджелудочной железы отсутствуют; д – МР-томограмма, нативная фаза исследования. На T1ВИ GRE с жиродавлением визуализируется гипointенсивная головка поджелудочной железы (в норме паренхима поджелудочной железы имеет большую, чем печень, интенсивность сигнала); е – убедительные признаки гиповаскулярной опухоли головки поджелудочной железы на T1ВИ GRE с внутривенным контрастным усилением.



or malignant etiology). They found that CT with negative-contrast CT cholangiopancreatography differentiated between benign and malignant obstruction with a sensitivity of 72.4–86.2% and specificity of 85.7–91.4%, with similar results obtained at MRI/MRCP (sensitivity 82.8–86.2%; specificity 94.4%) [22]. In the case of equivocal imaging findings, endosonography with EUS-guided biopsy may further help to make the correct diagnoses preoperatively.

### Staging of Pancreatic Cancer

The only option for long-term cure is radical resection (R0 resection, with no microscopic or macroscopic tumor left behind). Unfortunately only 15–20% of patients may undergo radical resection, as the majority of patients suffer from either locally advanced disease or metastatic disease at the time of presentation. In recent years some advances have been made to further increase the proportion of patients, who may undergo radical resection: tumors with limited invasion into the superior mesenteric vein and/or portal vein can be treated with venous interposition graft. In specialized cancer centers, selected patients can even be treated with hepatic arterial interposition grafts, if there is limited arterial invasion by the tumor. Neoadjuvant radiochemotherapy is used in patients with tumors, which are found to be borderline resectable upfront. Neoadjuvant radiochemotherapy leads to tumor necrosis, thus increasing the likelihood of subsequent surgery being radical in the sense that microscopic tumor remnants are left behind.

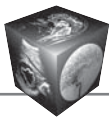
TNM staging of pancreatic cancer is performed according to the AJCC-system [23] (Table). Pancreatic cancer staged as T1 (up to 2 cm, limited to the pancreas) or as T2 (larger than 2 cm, but still within the pancreas) are resectable. Assessment of higher-stage tumors is critical in terms of resectability [1]. A tumor staged as T3 extends beyond the pancreas (e.g. into the duodenum, the superior mesenteric vein or the portal vein) (Fig. 4), but not into the celiac trunk or the superior mesenteric artery. In these cases, if venous invasion is not too extensive, radical resection with venous grafting is possible. Tumor extension of a cancer located in the corpus or cauda into the splenic vein (or the splenic artery) is not an issue, because both vessels would be resected together with the tumor (and the

вительностью. Для МСКТ чувствительность составила 93–98%, а МРТ – 96–98%. В одно из исследований [22] включены 64 пациента с обструкцией периаппулярной области доброкачественной или злокачественной этиологии. Пациенты с обструкцией из-за вклинения конкремента исключены из исследования. По полученным данным чувствительность МСКТ-холангиопанкреатографии с рентгенонегативным контрастированием в дифференциальной диагностике причины обструкции (доброкачественная/злокачественная этиология) составила 72,4–86,2%, а специфичность – 85,7–91,4%. При МРТ/МРХПГ получены схожие результаты (чувствительность 82,8–86,2%, специфичность 94,4%). Для уточнения диагноза перед операцией при неоднозначных результатах КТ, МРТ возможно проведение биопсии под ультразвуковым эндоскопическим контролем.

### Стадирование рака поджелудочной железы

В настоящее время единственный способ долгосрочного излечения – радикальная резекция (R0) опухоли на макроскопическом и микроскопическом уровнях. К сожалению, из-за частого регионарного или отдаленного метастазирования на момент постановки диагноза проведение радикальной резекции возможно лишь в 15–20% случаев. Благодаря созданию венозных протезов стала возможной радикальная резекция даже при прорастании опухоли в верхнюю брыжеечную или воротную вену. Если опухоль относится к группе частично резектабельных, проведение неoadъювантной химиотерапии увеличивает радикальность последующей операции, так как химиотерапия вызывает некроз опухоли и обеспечивает радикальную резекцию на микроскопическом уровне.

Для стадирования рака поджелудочной железы по TNM используется система AJCC [23] (таблица), согласно которой на стадиях T1 и T2 опухоль резектабельна. При T1 опухоль ограничена поджелудочной железой, ее размер составляет менее 2 см, при T2 – более 2 см. При стадировании опухоли высокой степени злокачественности ключевым является решение о возможности проведения радикальной резекции [1]. Радикальная резекция с протезированием вены (venous grafting) возможна (при ограниченном поражении вены) даже при T3, когда опухоль прорастает в окружающие органы, верхнюю брыжеечную или воротную вену без инвазии чревного ствола/верхней брыжеечной артерии (рис. 4). Полное излечение также возможно при инвазии опухоли тела или хвоста в селезеночные сосуды, поскольку селезенка, пораженная



## TNM Staging of Pancreatic Cancer

### Primary tumor:

- TX primary tumor cannot be assessed
- T0 no evidence of primary tumor
- Tis carcinoma *in situ*
- T1 tumor limited to the pancreas,  $\leq 2$  cm in largest dimension
- T2 tumor limited to the pancreas,  $> 2$  cm in largest dimension
- T3 tumor extends beyond pancreas, but without involvement of celiac trunk or superior mesenteric artery
- T4 tumor involves the celiac trunk or the superior mesenteric artery

### Regional lymph nodes

- NX regional lymph nodes cannot be assessed
- N0 no regional lymph nodes metastasis present
- N1 regional lymph nodes metastasis present

### Distant Metastasis

- M0 no distant metastasis present
- M1 distant metastasis present

## Классификация рака поджелудочной железы по системе TNM

### Первичная опухоль:

- Tx нет достаточных сведений для оценки первичной опухоли
- T0 первичная опухоль не найдена
- Tis карцинома *in situ*
- T1 опухоль не более 2 см, ограничена поджелудочной железой
- T2 опухоль более 2 см, ограничена поджелудочной железой
- T3 опухоль выходит за пределы поджелудочной железы, но не поражает чревный ствол и верхнюю брыжеечную артерию
- T4 опухоль прорастает чревный ствол и верхнюю брыжеечную артерию

### Регионарные лимфатические узлы

- Nx нет достаточных сведений для оценки поражения регионарных лимфатических узлов
- N0 в регионарных лимфатических узлах нет метастазов
- N1 метастазы в регионарных лимфатических узлах

### Отдаленные метастазы

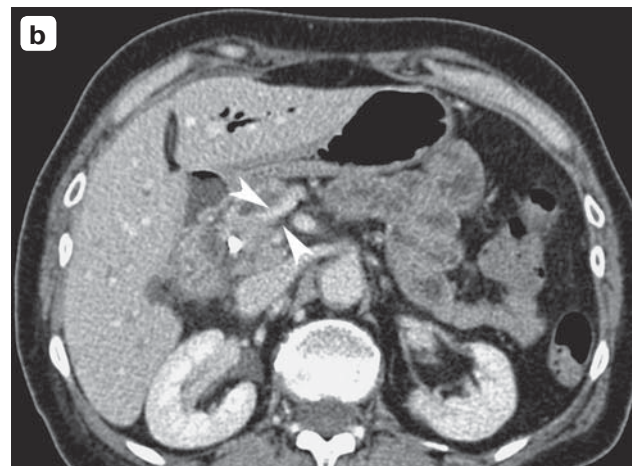
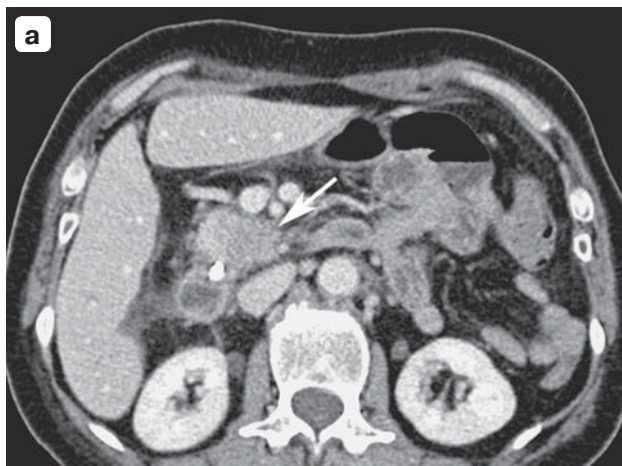
- M0 нет отдаленных метастазов
- M1 выявлены отдаленные метастазы

spleen). A T4 tumor involves either the celiac trunk or the superior mesenteric artery, which indicates oncologically unresectable disease (Fig. 5) [24].

Lymph node status is defined as follows: N1 means the presence of regional (peri-

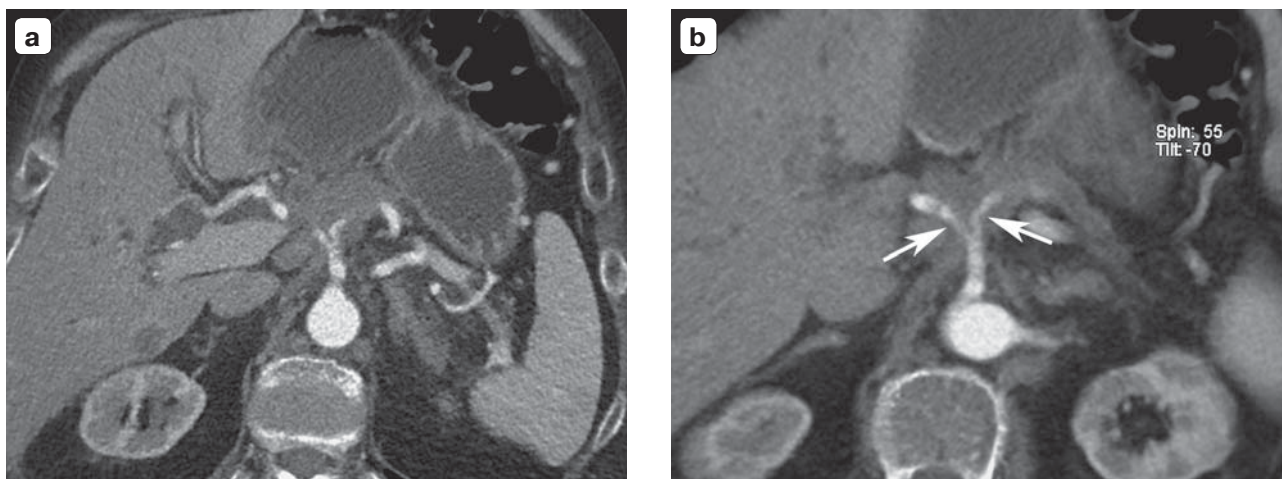
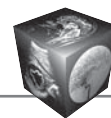
артерия/вена будут удалены вместе с новообразованием. При вовлечении чревного ствола или верхней брыжеечной артерии (T4) опухоль признают нерезектабельной (рис. 5) [24].

Поражение лимфатических узлов разделяют на следующие стадии: N1 – перипанкреатические



**Fig. 4.** Cancer in the pancreatic head with venous invasion (Stage T3). a – Axial CT shows a hypoattenuating mass in the head (arrow). There is a fat plane between the tumor and the vessels seen. A plastic biliary stent is in place. b – A slice at a higher level shows encroachment of the tumor portal vein (arrowheads) with vascular narrowing, indicative of venous infiltration.

**Рис. 4.** Рак головки поджелудочной железы с венозной инвазией (стадия T3). а – компьютерная томограмма, аксиальный срез. В головке поджелудочной железы визуализируется гиподенсное образование (стрелка). Жировая прослойка между образованием и сосудами селезенки сохранена. В просвете общего желчного протока визуализируется пластиковый стент; б – на более краниальном аксиальном срезе визуализируется сужение просвета вены (головки стрелок), что свидетельствует о ее опухолевой инфильтрации.



**Fig. 5.** Cancer in the pancreatic body with invasion of the celiac trunk (stage T4). a – Tumor in the body encases the celiac trunk and the origin of the common hepatic and the splenic arteries. b – On the volume rendered image the vascular encasement with narrowing of the hepatic artery and the splenic artery (due to tumor infiltration) is better seen (arrows).

**Рис. 5.** Рак тела поджелудочной железы с инвазией чревного ствола (стадия T4). а – рак тела поджелудочной железы с инвазией чревного ствола и устья общей печеночной и селезеночной артерий; б – опухолевая инфильтрация и сужение просвета печеночной и селезеночной артерий визуализируются лучше при увеличении толщины срезов (стрелки).

pancreatic nodes), which are routinely resected together with the primary tumor. The presence of paraaortic nodes (which are non-regional) is defined as metastatic disease (M1) (Fig. 6). The presence of distant metastases (M1; e.g. liver, peritoneum, distant lymph nodes) indicates non-resectable disease.

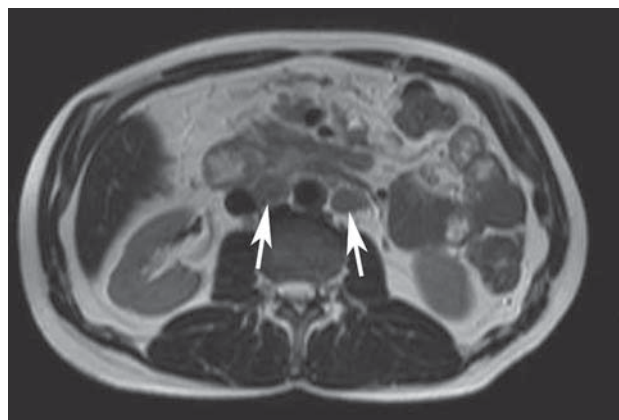
Thus, it is most important to assess the presence or absence of vascular invasion and of distant metastases during pancreatic cancer staging [1]. At thorough knowledge of peripancreatic vasculature and criteria for vascular invasion are highly recommended. Lu et al. [25] was the first to define criteria for vascular invasion at contrast-enhanced helical CT. They found that tumor-vessel contact

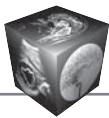
лимфатические узлы, удаление которых входит в стандартный объем операции. При метастазирующей опухоли выявляется поражение парааортальных лимфатических узлов (M1) (рис. 6). Наличие отдаленных метастазов (печень, брюшина и т.д.) делает опухоль нерезектабельной.

Таким образом, при стадировании рака поджелудочной железы крайне важно оценить наличие сосудистой инвазии и отдаленных метастазов [1]. Для этого необходимо четко знать кровоснабжение поджелудочной железы, смежных структур наряду с критериями поражения сосудов. Первыми критерии сосудистой инвазии на спиральной компьютерной томограмме с контрастированием предложили D.S.K. Lu и соавт. [25]. По результатам исследования сосудистой инвазии соответствует

**Fig. 6.** Tumor in the uncinate process with enlarged non-regional lymph nodes (stage M1). The axial T2-weighted TSE images shows enlarged interaortocaval and left paraaortic nodes (arrows), which are considered distant metastases.

**Рис. 6.** Опухоль крючковидного отростка поджелудочной железы с поражением отдаленных лимфатических узлов (стадия M1). МР-томограмма, аксиальный срез. На T2ВИ TSE визуализируются увеличенные интераортакавальный и парааортальный лимфоузлы (стрелки) – отдаленные метастазы.



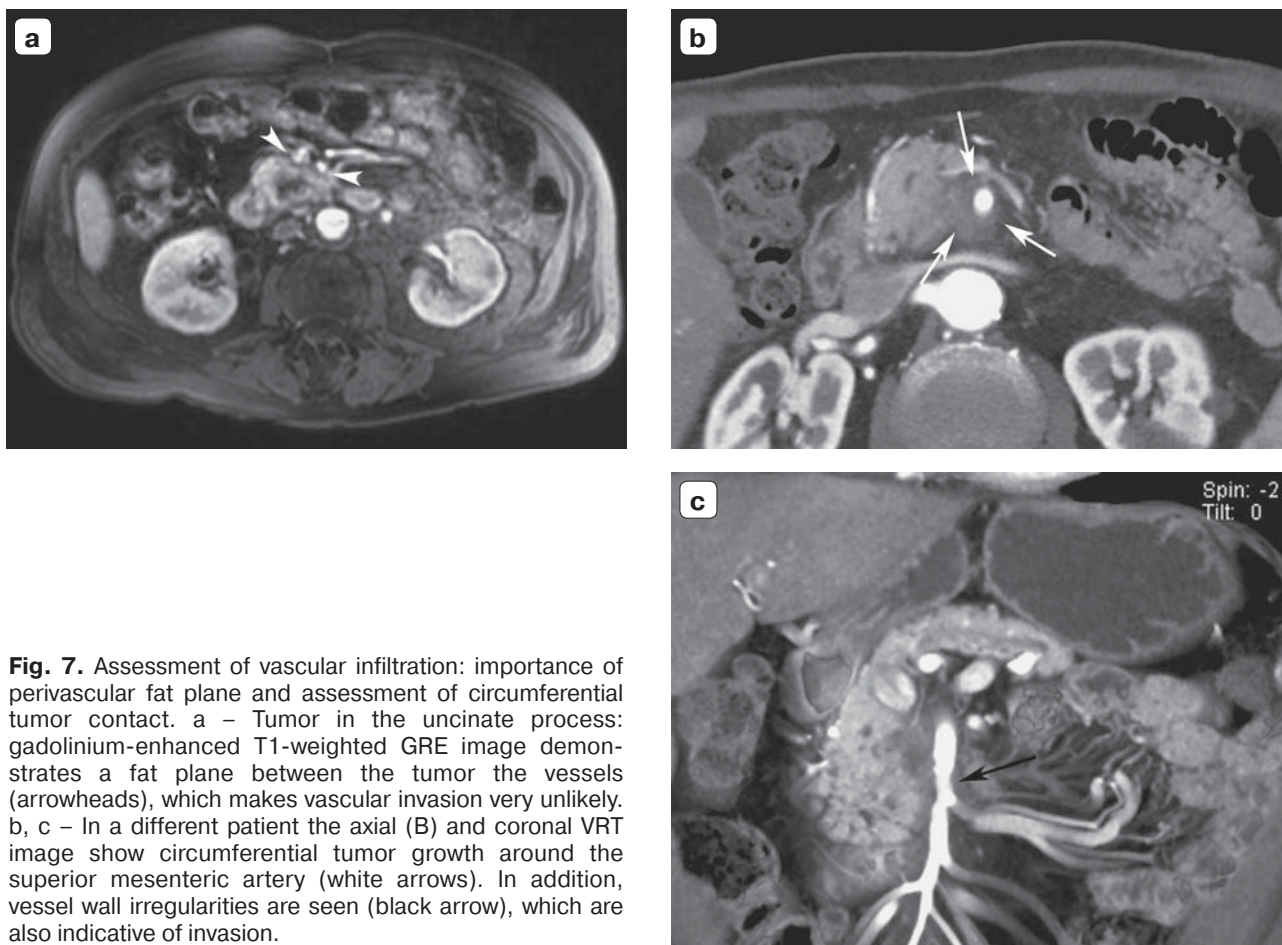


of more than  $180^\circ$  of vessel circumference indicates vascular invasion (of arteries or veins alike), whereas tumor-vessel contact of less than  $90^\circ$  of vessel circumference represents a very high likelihood of negative margins (Fig. 7). In their definition, the range of  $90\text{--}180^\circ$  circumference-tumor contact indicated a “grey zone” with a probability of approximately 50% of vascular invasion. For pancreatic head cancer, the sensitivity and specificity of CT to detect vascular invasion was 94% and 84.2%, respectively [26].

Li et al. [27] recommended that the diagnostic CT criteria for arterial and venous invasion should be defined differently. They suggested that criteria for venous invasion are defined as follows: venous obliteration, tu-

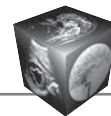
окружность соприкосновения опухоли и артерии/вены более  $180^\circ$ , а при окружности соприкосновения менее  $90^\circ$  с высокой вероятностью возможно проведение радикальной резекции (отрицательные результаты биопсии краев после вмешательства) (рис.7). Авторы отмечают, что при окружности соприкосновения  $90\text{--}180^\circ$  вероятность сосудистой инвазии составляет примерно 50%. Чувствительность и специфичность КТ в диагностике сосудистой инвазии рака головки поджелудочной железы составили 94 и 84,2% соответственно [26].

Н. Li и соавт. [27] подошли к определению критериев поражения артерий и вен по данным КТ по-другому. Согласно результатам исследования, для инвазии опухоли в верхнюю брыжеечную вену характерны облитерация ее просвета, окружность



**Fig. 7.** Assessment of vascular infiltration: importance of perivascular fat plane and assessment of circumferential tumor contact. a – Tumor in the uncinate process: gadolinium-enhanced T1-weighted GRE image demonstrates a fat plane between the tumor the vessels (arrowheads), which makes vascular invasion very unlikely. b, c – In a different patient the axial (B) and coronal VRT image show circumferential tumor growth around the superior mesenteric artery (white arrows). In addition, vessel wall irregularities are seen (black arrow), which are also indicative of invasion.

**Рис. 7.** Важными факторами, определяющими степень опухолевой инвазии, являются наличие периваскулярной жировой прослойки и окружность контакта опухоли и сосуда. а – опухоль крючковидного отростка поджелудочной железы. МР-томограмма, артериальная фаза исследования. На T1ВИ GRE хорошо визуализируется жировая прослойка между опухолью и сосудом (головки стрелок), что делает инвазию в сосуды маловероятной; б, с – компьютерная томограмма, аксиальная (b) и коронарная (с) проекции. Циркулярный рост опухоли вокруг верхней брыжеечной артерии (белые стрелки) и неровность контура сосуда (черная стрелка) являются признаками инвазии.



mor-vessel contact of more than  $180^\circ$  of the circumference of the vein, venous stenosis, or teardrop sign (i.e., deformation of the vein by the adjacent tumor) of the superior mesenteric vein [27]. For arterial invasion they suggested that arterial embedment in the tumor, or the combination of tumor-vessel contact of more than half of the circumference in combination with arterial wall irregularity/stenosis should be used (Fig. 7). Using these criteria, the sensitivity for venous invasion was 92% and for arterial invasion 79% [27].

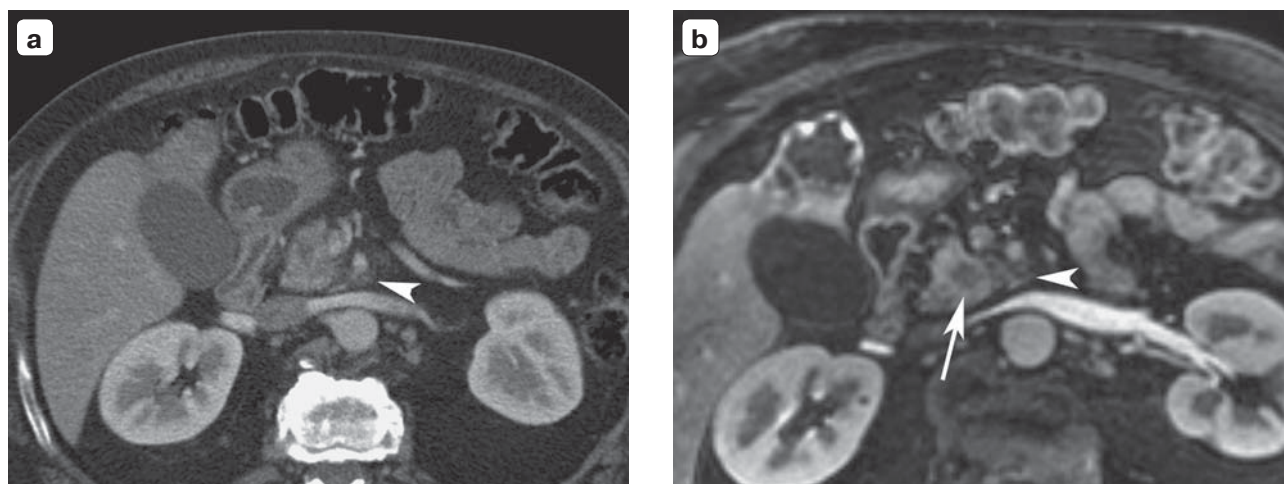
The pattern of tumor spread into the lymph nodes and the neural plexus is of utmost importance regarding the likelihood of radical resection. Unfortunately, pancreatic cancer tends to spread into the extrapancreatic neural plexus and the lymph vessels at the mesenteric root, which may result in non-radical resection (R1) with microscopic tumor left behind. At CT or MRI, imaging features of neural plexus invasion or lymphangiosis include increased fat attenuation/intensity fine reticular, strand-like structures towards the mesenteric root (Fig. 8) [28, 29].

Recently the term of “borderline” resectable tumors has been introduced in the surgical literature [30]. Unfortunately, there is no uniform definition for borderline resectable disease, depending on local criteria and ex-

соприкосновения более  $180^\circ$ , наличие стеноза или деформации вены опухолью (симптом “капли”) [27]. При инвазии в артерию она определяется в структуре опухоли, окружность соприкосновения превышает  $180^\circ$ , наблюдаются стеноз/неровность контуров пораженной артерии (рис. 7). Чувствительность данных критериев для выявления и вазии в вену составила 92%, а для определения инвазии в артерию – 79% [27].

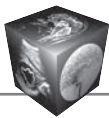
Характер лимфогенного и периневрального метастазирования играет важную роль при определении объема операции и возможности проведения радикальной резекции. К сожалению, рак поджелудочной железы часто распространяется на экстрапанкреатические нервные сплетения и лимфатические сосуды корня брыжейки, из-за чего после резекции железы сохраняются микроскопические скопления опухолевых клеток (нерадикальная резекция, R1). При КТ или МРТ инвазия в нервные сплетения или лимфатические сосуды определяется в виде повышения плотности/интенсивности сигнала от жировой клетчатки, наличия мелких ретикулярных нитеобразных образований, тянущихся к корню брыжейки (рис. 8) [28, 29].

Недавно в литературе появился термин “частично резектабельный” рак поджелудочной железы [30]. Однако в настоящее время единого определения частично резектабельной опухоли поджелудочной железы не существует. В большинстве случаев подразумеваются инвазия в вену на ма-



**Fig. 8.** a, b – Extrapancreatic tumor involvement of the neural plexus. Contrast-enhanced CT and MRI show a small tumor in the uncinate process, which seems to be confined within the pancreas (arrow). However, there are fine reticular structures around the SMA, which should not be confused with direct tumor encasement (arrowhead). Histopathology of the surgical specimen revealed neural plexus invasion.

**Рис. 8.** а, б – периневральная инвазия опухоли. На компьютерной томограмме с контрастным усилением и МР-томограмме в крючковидном отростке поджелудочной железы визуализируется опухоль (стрелка) без прямых признаков экстраорганного распространения. Однако уплотнение жировой клетчатки вокруг верхней брыжеечной артерии (головка стрелки) свидетельствует о наличии периневральной инвазии опухоли (что было доказано при проведении гистологического исследования).



perience of cancer centers. Common definitions of borderline resectable disease would include venous involvement of no more than a short segment occlusion (with the vessel above and below being patent) [31], arterial tumor abutment (maximum of 180° of the circumference) of celiac trunk and superior mesenteric artery, or short-segment encasement of the common hepatic artery. Presence of distant metastasis definitely places a patient in the non-resectable group (resection does not prolong survival in these patients). In patients with borderline resectable tumors, neoadjuvant radio-chemotherapy is an option to downsize and devitalize the tumor (as indicated above) prior to surgery.

### **How to report a pancreatic adenocarcinoma study?**

Recently the society of Abdominal Radiology and the American Pancreatic Association have issued a consensus statement [32], which describes a standardized reporting template for the studies on pancreatic adenocarcinoma. Adoption of the standardized reporting template will improve the process of interdisciplinary decision-making for the management of patients. Imaging criteria for resectable, borderline resectable, and unresectable pancreatic cancer are defined according to the National Comprehensive Cancer Network (NCCN) criteria [32].

### **NCCN criteria for definition of resectable, borderline resectable and unresectable cancer [32]**

Resectable cancer is defined by clear fat plans around the celiac trunk, the superior mesenteric artery, and the hepatic artery and the absence of distortion of the superior mesenteric vein and the portal vein. In borderline resectable tumors encasement of the gastroduodenal artery up to the hepatic artery with short encasement or direct abutment of the hepatic artery without extension to the celiac trunk is found. If the tumor abuts the superior mesenteric artery not more than 180° of the circumference of the vessel or there is venous involvement of the superior mesenteric vein or the portal vein with distortion by narrowing or even short segment occlusion, then this patient is considered borderline resectable. The tumor is considered locally unresectable if there is aortic invasion or encasement of the superior mesenteric

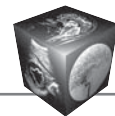
артерии на малом протяжении. Если опухоль относится к частично резектабельным, то проведение неoadъювантной химиотерапии может привести к ее некрозу, уменьшению в размерах и облегчить проведение оперативного вмешательства.

### **Рекомендации по представлению результатов исследований АКПЖ**

Общество абдоминальных радиологов и Американская панкреатологическая ассоциация опубликовали совместное заключение, касающееся стандартизированного подхода к изучению АКПЖ [32]. Использование такого стандартизированного подхода обеспечит междисциплинарное взаимопонимание и облегчит принятие решений, касающихся лечения пациентов. Диагностические критерии резектабельной, погранично резектабельной и нерезектабельной опухоли соответствуют критериям, принятым национальной сетью многопрофильных онкологических учреждений (США) [32].

### **Критерии резектабельной, погранично резектабельной и нерезектабельной АКПЖ, принятые национальной сетью многопрофильных онкологических учреждений (США) [32]**

Для резектабельной опухоли обязательно наличие интактной жировой прослойки вокруг чревного ствола, верхней брыжеечной артерии и общей печеночной артерии, а также отсутствие вовлечения верхней брыжеечной и воротной вен. Для погранично резектабельной опухоли возможно вовлечение gastroduodenальной артерии, вовлечение общей печеночной артерии на коротком участке без распространения на чревный ствол. Также погранично резектабельной опухоль считается в том случае, если она соприкасается с верхней брыжеечной артерией на протяжении менее 180° или если имеется вовлечение верхней брыжеечной вены или воротной вены с сужением просвета или локальной окклюзией. Опухоль считается нерезектабельной в случае вовлечения аорты/чревного ствола, вовлечения верхней брыжеечной артерии на протяжении более 180° или окклюзии верхней



artery of more than 180° of vessel circumference, any abutment of the celiac trunk, or unreconstructable occlusion of the superior mesenteric vein and/or portal vein.

Regarding vascular evaluation the presence and degree of contact between cancer and peripancreatic vessels is of utmost importance. In the absence of distant metastases, this issue decides whether a tumour is resectable or not. Meticulous evaluation should include the celiac trunk, SMA, CHA and accessory hepatic arteries, if present. The amount of arterial contact of cancer (more than 180° circumference versus less) as well as the presence or absence of vessel irregularity or focal narrowing should be reported. At venous evaluation the portal vein and superior mesenteric vein should be scrutinized. The splenic vein is less important (like the splenic artery), because it is going to be resected together with the pancreatic body and tail, if cancer is present in body and/or tail. Degree of vessel circumference having tumor contact (more than 180° versus less) and the presence of increased hazy fat attenuation will be recorded, like the presence of focal stenosis, venous occlusion and thrombus within vein.

The presence of extrapancreatic tumour extension to adjacent organs (such as stomach, adrenal gland, transvers colon, etc.) should be described, because it will affect surgical strategy. If distant tumor spread to the liver or the peritoneum is present, surgical resection will not be sought for oncologic reasons. In these cases, however, histology (by EUS- or CT-guided biopsy or laparoscopy) will be requested before initiation of palliative chemotherapy.

### **Differential Diagnosis and Entities, Which May Mimic Adenocarcinoma**

A large and heterogeneous group of pancreatic abnormalities exists, which may mimic pancreatic adenocarcinoma. The spectrum of pancreatic masses simulating adenocarcinoma comprises a variety of benign and malignant entities, including focal chronic pancreatitis, autoimmune pancreatitis, groove pancreatitis, and focal steatosis. The most common neoplastic lesions in the differential diagnosis are distal cholangiocarcinoma, ampullary carcinoma, metastases, and lymphoma, although many more rare tumors exist, which may resemble adenocarcinoma.

брыжеечной вены/воротной вены, не подлежащей проведению реконструктивной операции.

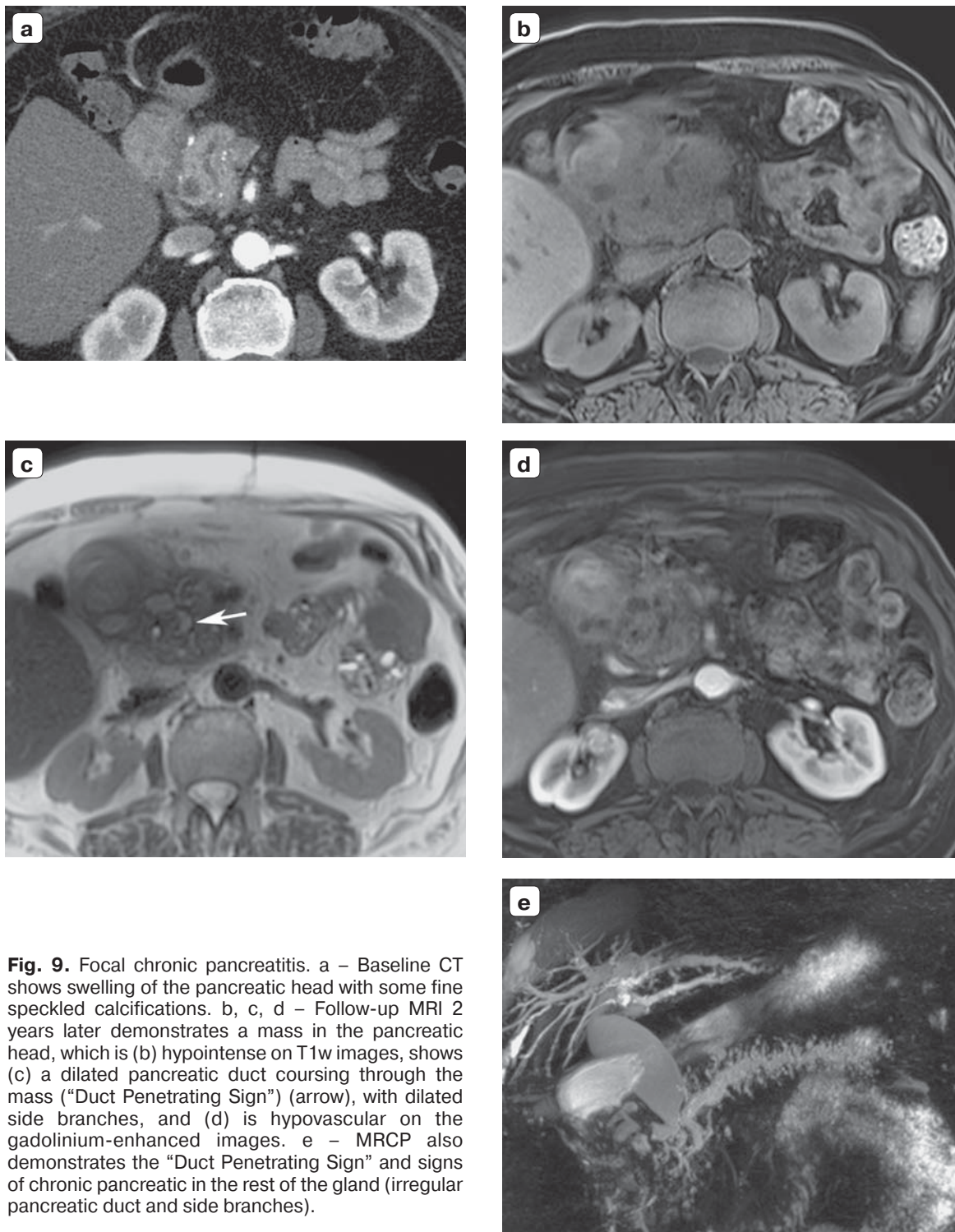
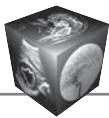
Наличие тесного контакта между опухолью и окружающими сосудами при отсутствии отдаленных метастазов является решающим фактором в определении резектабельности опухоли. Тщательная диагностика включает в себя оценку состояния чревного ствола, верхней брыжеечной артерии, общей печеночной артерии, а также добавочных печеночных артерий (если они присутствуют). В протоколе должна быть отражена степень контакта опухоли с сосудом (больше или меньше 180° окружности), неровность контура сосуда или локальное сужение его просвета (наличие или отсутствие). В венозную фазу должно быть внимательно оценено состояние воротной и верхней брыжеечной вен. Вовлечение селезеночных сосудов (вены и артерии) менее важно, так как в случае распространения опухоли на тело/хвост поджелудочной железы они будут удалены вместе с поджелудочной железой. Таким образом, в заключении должны быть отображены: степень контакта сосуда и опухоли (больше или меньше 180° окружности), инфильтрация жировой клетчатки, наличие локальных стенозов, окклюзий или тромбоза вен.

Распространение опухолевого процесса на окружающие органы (желудок, надпочечники, ободочную кишку и т.д.) непосредственно влияет на хирургическую тактику и также должно быть отображено. При наличии метастазов в печень и канцероматоза брюшины хирургическое лечение не показано. Тем не менее в таких случаях рекомендована биопсия (УЗИ-, КТ- или лапароскопическая) для решения вопроса о проведении паллиативной химиотерапии.

### **Дифференциальная диагностика**

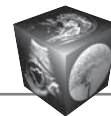
Большая группа состояний поджелудочной железы может имитировать АКПЖ. Среди них можно выделить как доброкачественные (очаговый панкреатит, аутоиммунный панкреатит, парадуроденальный панкреатит, фокальный стеатоз), так и злокачественные процессы. Дифференциальную диагностику АКПЖ следует в первую очередь проводить с дистальной холангиокарциномой, раком большого сосочка двенадцатиперстной кишки (БДС), метастазами и лимфомой; остальные опухоли встречаются реже.

Злоупотребление алкоголем в анамнезе и холелитиаз являются наиболее частыми причинами хронического панкреатита, который может привести к псевдоопухолевому процессу в головке поджелудочной железы (рис. 9). Особенные трудности представляет дифференциальная диагностика АКПЖ и очагового панкреатита. В обоих случаях



**Fig. 9.** Focal chronic pancreatitis. a – Baseline CT shows swelling of the pancreatic head with some fine speckled calcifications. b, c, d – Follow-up MRI 2 years later demonstrates a mass in the pancreatic head, which is (b) hypointense on T1w images, shows (c) a dilated pancreatic duct coursing through the mass (“Duct Penetrating Sign”) (arrow), with dilated side branches, and (d) is hypovascular on the gadolinium-enhanced images. e – MRCP also demonstrates the “Duct Penetrating Sign” and signs of chronic pancreatic in the rest of the gland (irregular pancreatic duct and side branches).

**Рис. 9.** Хронический очаговый панкреатит. а – компьютерная томограмма. Визуализируется отек головки поджелудочной железы, в структуре головки – мелкие кальцинаты; б, с, d – при контрольном МР-исследовании, проведенном через 2 года, в головке поджелудочной железы визуализируется опухолевидное образование, гипоинтенсивное на T1ВИ (b), на всем протяжении которого прослеживается расширенный панкреатический проток (симптом “пронизывающего протока”) (стрелка) с расширенными боковыми ветвями (с). При введении контрастного препарата образование гиповаскулярно (d). е – при МРХПГ также видны признаки хронического панкреатита: симптом “пронизывающего протока”, неровные контура главного панкреатического протока и его ветвей.



Alcohol abuse and cholelithiasis are the most common causes of chronic pancreatitis, which may present as a mass-like process in the pancreatic head (Fig. 9). Differentiation of focal chronic pancreatitis and cancer is quite challenging. Both entities may present with similar imaging features, including a hypovascular mass in the pancreatic head, pancreatic duct dilatation with distal parenchymal atrophy, and bile duct dilatation. Presence of parenchymal calcifications in the mass may help to make a diagnosis of focal pancreatitis. Patients with long-standing chronic pancreatitis have an increased risk of developing cancer [33]. Thus, the development of a focal hypovascular mass in a patient with long-standing and well-known chronic pancreatitis should raise the suspicion of cancer. Ichikawa et al. [34] described the “duct penetrating sign”, which is helpful for differentiation between focal chronic pancreatitis and cancer. In focal pancreatitis usually the pancreatic duct will traverse the mass, whereas densely fibrotic pancreatic cancer usually leads to complete obstruction of the pancreatic duct with complete cut-off. These imaging features are best seen on MRCP.

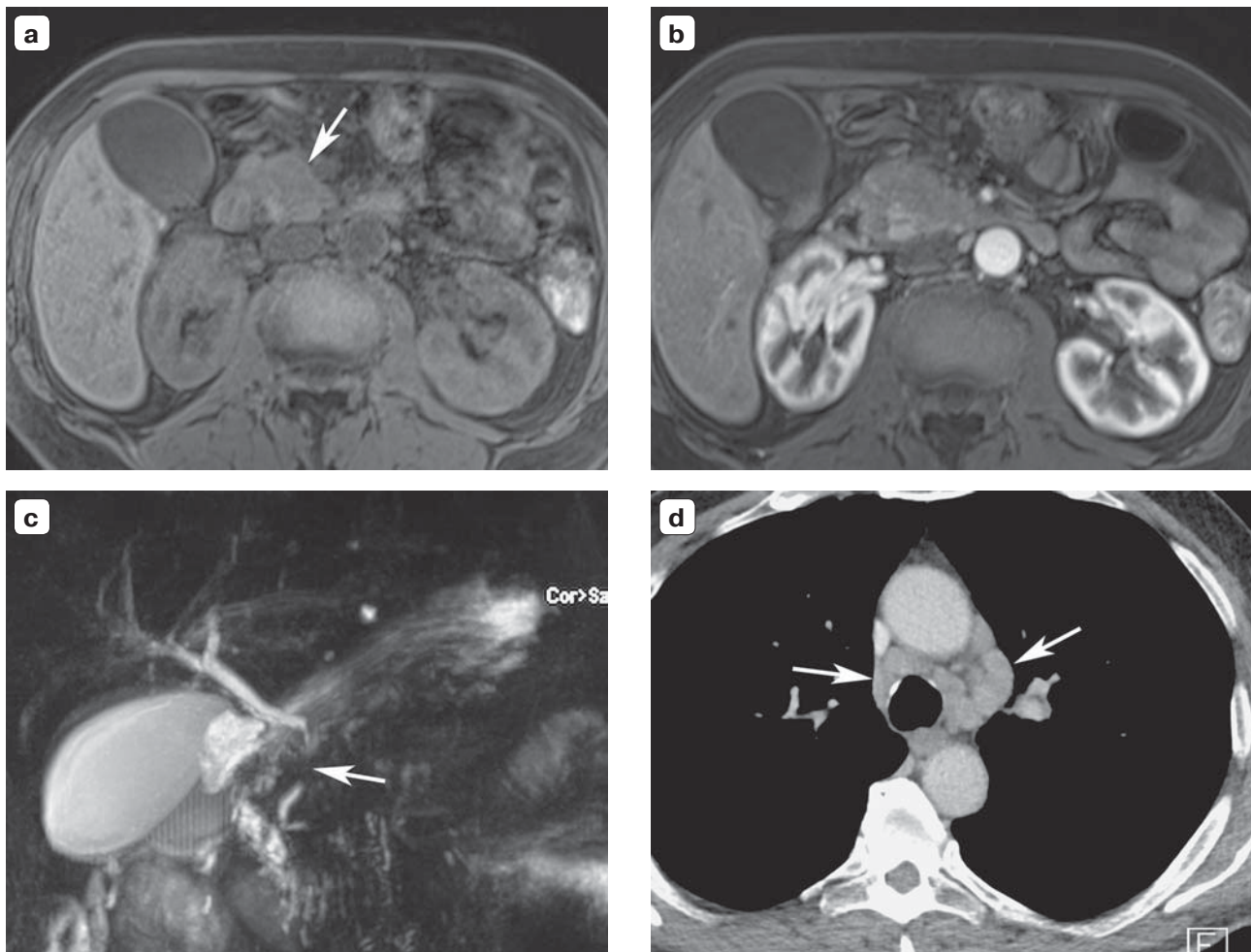
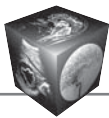
Autoimmune pancreatitis (AIP) is a rare form of chronic pancreatitis may manifest as diffuse thickening of the gland or (more rarely) as a focal mass. AIP is responsive to steroid therapy and carries a good prognosis. Since surgical resection is not needed, diagnosis of AIP is of utmost importance. Imaging features, which favor the diagnosis of focal AIP include irregular narrowing of the pancreatic duct at MRCP and a more homogeneous enhancement of the mass. Involvement of the pancreatic head may lead to bile duct stenosis (Fig. 10). Vascular encasement (which is typical for adenocarcinoma) is typically absent. If AIP is part of the spectrum of IgG4-related disease, then involvement of other organs such as the bile ducts (cholangitis), the kidneys, the lymph nodes and the salivary glands can be found, which helps to make the diagnosis. Besides imaging there are other features to make the diagnosis [35], including elevated serum IgG4 levels, typical histology obtained at endosonography-guided biopsy and clinical and/or imaging response to a steroid therapy.

Groove pancreatitis is an uncommon type of localized chronic pancreatitis, limited to the space between the pancreatic head and the

имеется сходная картина: гиповаскулярное образование в головке поджелудочной железы, расширение панкреатического протока с дистальной атрофией паренхимы и расширение общего желчного протока. Наличие кальцинатов в паренхиме поджелудочной железы позволяет поставить диагноз панкреатита. Однако стоит учитывать то, что длительно текущий хронический панкреатит является фактором риска развития рака поджелудочной железы. Таким образом, появление очагового гиповаскулярного образования в поджелудочной железе у пациента с длительно текущим хроническим панкреатитом должно вызывать онкологическую настороженность [33]. T. Ichikawa и соавт. описывают признак, позволяющий проводить дифференциальную диагностику между этими двумя состояниями – “пронизывающий проток” [34]. При очаговом панкреатите панкреатический проток обычно прослеживается на всем протяжении опухолевидного образования, в то время как рак обычно вызывает полную обструкцию панкреатического протока. Методом выбора для визуализации панкреатического протока является МРХПГ.

*Аутоиммунный панкреатит* – редкая форма хронического панкреатита, которая может приводить к диффузному увеличению размеров поджелудочной железы или, более редко, – к появлению псевдоопухолевого образования. Аутоиммунный панкреатит чувствителен к проведению гормональной терапии и характеризуется в целом благоприятным прогнозом. Точная диагностика аутоиммунного панкреатита особенно важна, так как хирургическое лечение при нем не показано. Поставить диагноз очагового аутоиммунного панкреатита позволяют неравномерное сужение панкреатического протока по данным МРХПГ и более гомогенный сигнал от образования. Локализация процесса в головке поджелудочной железы может привести к билиарной гипертензии (рис. 10). Вовлечение окружающих сосудов для аутоиммунного панкреатита не характерно (что также позволяет провести дифференциальную диагностику с аденокарциномой). Аутоиммунный панкреатит может входить в число IgG4-ассоциированных заболеваний [35], в таком случае поражение других органов, таких как желчные протоки (холангит), почки, лимфатические узлы и слюнные железы, также позволяет поставить правильный диагноз. Кроме методов визуализации, поставить верный диагноз позволяют повышенный уровень IgG4 в сыворотке крови, проведение эндо-УЗИ с биопсией, а также ответ на терапию стероидными препаратами.

*Парадуоденальный панкреатит* – хроническое воспаление ткани поджелудочной железы, эктопированной в стенку двенадцатиперстной кишки.

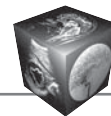


**Fig. 10.** Autoimmune pancreatitis. a, b – Unenhanced T1w GRE shows a hypointense mass in the head, which is hypovascular on the gadolinium-enhanced T1w GRE image. c – MRCP demonstrates a stenosis of the common bile duct (arrow). The pancreatic duct is not seen, probably because of compression. d – A CT of the chest and abdomen, which was subsequently performed for staging, shows lymphadenopathy in the mediastinum (arrows), which is very atypical for adenocarcinoma. This appearance is more in line with the presence of IgG4-disease with extrapancreatic manifestations. At follow-up after steroid treatment, marked improvement was seen (not shown).

**Рис. 10.** Аутоиммунный панкреатит. a, b – МР-томограмма. В нативную фазу исследования на T1ВИ GRE в головке поджелудочной железы визуализируется гипоинтенсивное образование (a), которое также является гиповаскулярным в контрастную фазу исследования (b); c – при МРХПГ визуализируется стеноз общего желчного протока (стрелка). Панкреатический проток не определяется (вероятно, вследствие компрессии); d – на компьютерной томограмме грудной полости (проведенной для определения стадии заболевания) визуализируется лимфаденопатия средостения (стрелки), что нетипично для аденокарциномы, однако может быть проявлением IgG4-зависимого заболевания с внепанкреатической манифестацией. Был отмечен положительный ответ на терапию гормональными препаратами.

duodenum. Two different forms of groove pancreatitis: the “pure” form is confined to the groove presenting as a sheet-like hypovascular mass (sometimes containing calcifications) between the pancreatic head and the thickened duodenum wall. The segmental form involves not only the groove, but also the pancreatic head. Imaging diagnosis is guided by the shape and morphology of the mass at CT. At MRI, the presence of multiple tiny T2-

Существует две различные формы парадуоденального панкреатита: изолированная и сегментарная. При изолированной форме процесс локализуется в пространстве между головкой поджелудочной железы и утолщенной стенкой двенадцатиперстной кишки, визуализируется в виде тонкого гиповаскулярного слоя, иногда с наличием кальцинатов. При сегментарной форме в процесс вовлечено не только пространство между головкой поджелудочной железы и стенкой кишки, а также



weighted cysts in the mass is typical for the diagnosis of groove pancreatitis (thus the former name of this disease “cystic dystrophy of the duodenum”).

Pancreatic lipomatosis is characterized by either focal or diffuse fatty infiltration of the pancreas (i.e. replacement of the pancreatic parenchyma by fat). Focal fat infiltration should not be misdiagnosed as cancer: although focal fat infiltration may be hypointensifying at CT, the structure of parenchymal lobules is still preserved. In equivocal CT cases, MRI with T1-weighted chemical-shift imaging will allow to make the diagnosis with confidence [36]. Sometimes true, sharply marginated lipomas of the pancreas can be found [37]. Due to the low attenuation these lesions should not be mistaken as cancer.

Among the neoplastic conditions that can mimic pancreatic adenocarcinoma, cholangiocarcinoma of the distal common bile duct is an important differential diagnosis. By imaging these two neoplasms cannot be differentiated prospectively, although pancreatic duct dilatation may be more pronounced in adenocarcinoma of the pancreatic head. Definitive diagnosis is a matter of histology of the surgical specimen. However, tumor infiltration of the major papilla (by an adenoma or an ampullary cancer) can be differentiated. It usually causes significant bulging of the papilla with predominant biliary ductal dilatation. Prognosis of ampullary cancer is better than that of pancreatic adenocarcinoma [38], because vascular encasement leading to unresectability is rare.

Metastatic seeding to the pancreas is uncommon, with renal cell cancer, lung cancer, breast cancer, and melanoma being the most common primary tumors [39]. Pancreatic metastases from RCC typically occur late in the course of the disease (mean, 8 years after diagnosis of the primary). RCC metastases tend to be hypervascular and multiple (Fig. 11) [40]. The history of the patient together with multiplicity of the lesions is helpful to differentiate RCC metastases from neuroendocrine tumors.

Serous cyst adenoma is a benign lesion, which usually contains innumerable microcysts (Fig. 12). Less common features include a macrocystic appearance. The imaging appearance of the microcystic form with tiny cysts and multiple interspersed septations may appear as a solid lesion at CT. However,

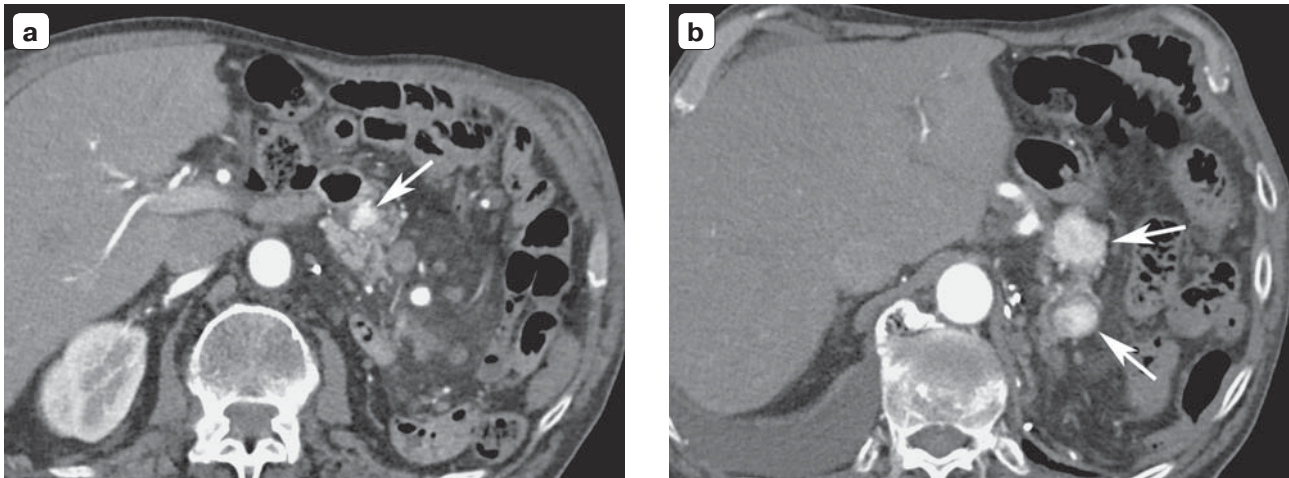
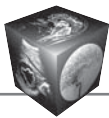
сама головка поджелудочной железы. Поставить точный диагноз позволяет наличие на T2ВИ множества мелких гиперинтенсивных кист (ранее использовался термин “кистозная дуоденальная дистрофия”).

*Липоматоз поджелудочной железы* – патологический процесс, характеризующийся узловой или диффузной жировой инфильтрацией поджелудочной железы (замещением паренхимы жировой тканью). Узловая форма липоматоза на компьютерной томограмме выглядит как гиподенсное образование в поджелудочной железе, однако в отличие от гиповаскулярного рака при липоматозе сохранено дольчатое строение паренхимы железы. В сомнительных случаях поставить диагноз позволяет проведение МРТ с T1ВИ [36]. Однако в редких случаях четко отграниченная гиподенсная жировая инфильтрация может быть принята за рак поджелудочной железы [37].

Среди новообразований, имитирующих рак поджелудочной железы, наиболее сложна в дифференциальной диагностике *дистальная холангиокарцинома*. Рак желчных протоков, как и рак поджелудочной железы, может приводить к билиарной гипертензии, хотя в случае дистального рака желчного протока она обычно более выражена. Окончательный диагноз обычно ставится по результатам гистологического исследования хирургического материала. Однако провести дооперационную дифференциальную диагностику все же возможно, так как образование в области БДС (аденома или рак) вызывает увеличение БДС в размерах и выраженную, преимущественно билиарную гипертензию. Холангиокарцинома редко инвазирует в окружающие сосуды, поэтому прогноз при данном заболевании более благоприятен [38].

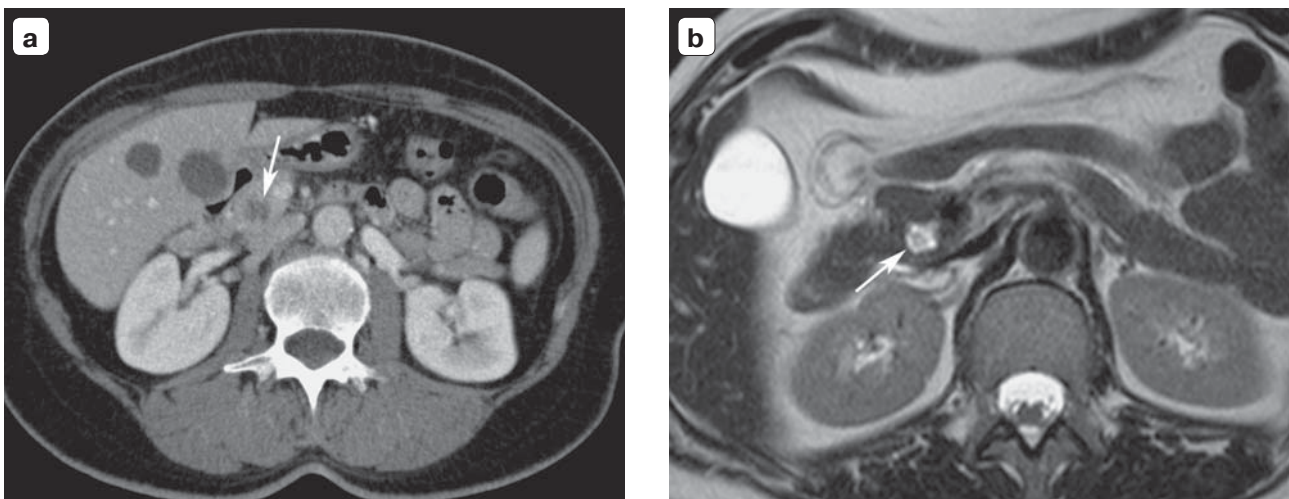
Поджелудочная железа – достаточно редкая локализация для метастазов других органов. Наиболее часто метастазируют в поджелудочную железу почечно-клеточный рак, рак легких, рак молочных желез и меланома [39]. Метастазы рака почки часто диагностируются длительное время спустя манифестации основного заболевания (в среднем через 8 лет). Метастазы почечно-клеточного рака – гиперваскулярные образования, часто множественные (рис. 11) [40]. Тщательный сбор анамнеза, а также выявление мультифокального поражения поджелудочной железы позволяют поставить верный диагноз.

*Серозная цистаденома* – доброкачественное образование, обычно состоящее из множества мелких кист (рис. 12). Реже встречается макрокистозная форма. Микрокистозная серозная цистаденома за счет большого количества мелких кист и перегородок между ними может выглядеть на



**Fig. 11.** Hypervascular pancreatic metastases from renal cancer 15 years after the initial diagnosis. a, b – Contrast-enhanced CT shows several hypervascular tumors in the pancreatic body and tail (arrows). Not the typical lacking of the left kidney with position of the pancreatic tail in the surgical bed.

**Рис. 11.** Гиперваскулярный метастаз рака почки в поджелудочную железу (15 лет после манифестации основного заболевания). а, б – компьютерные томограммы, полученные в артериальную фазу исследования (стрелки). В теле и хвосте поджелудочной железы визуализируются гиперваскулярные образования. Левая почка отсутствует, что позволяет заподозрить рак почки в анамнезе.

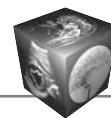


**Fig. 12.** Serous cystadenoma with pseudosolid appearance. a – During a multi-phasic CT angiography of the aorta incidental note is made of a small solid-looking mass in the pancreatic head (arrow). b – Further work-up with MRI (T2-weighted TSE) demonstrates multiple tiny cysts with barely visible thin septations (arrow), typical for a serous cystadenoma.

**Рис. 12.** Псевдосolidный тип серозной цистаденомы. а – во время проведения КТ-ангиографии в головке поджелудочной железы случайно было выявлено образование, предположительно солидной структуры (стрелка); б – МРТ с T2ВИ TSE (проведенная с целью дообследования) позволяет выявить слаборазличимые множественные мелкие кисты с тонкими перегородками (стрелка), что типично для серозной цистаденомы.

the management is completely different, as serous cystadenomas are usually managed conservatively by follow-up. In patients with equivocal CT findings contrast-enhanced MRI should be sought, which helps to define the tiny cysts. There are also a variety of other rare benign and malignant neoplasms, which may mimic adenocarcinoma. Careful evalua-

КТ-сканах как солидное образование. Серозные цистаденомы требуют динамического наблюдения, но оперативное вмешательство обычно не проводится. В сомнительных случаях для выявления мелких кист рекомендовано проведение МРТ с контрастным усилением. Существует ряд других доброкачественных и злокачественных новообразований, с которыми следует проводить диффе-



tion of the imaging findings together with the clinical history of the patient can narrow the differential diagnosis, although endosonographically-guided biopsy may be necessary to make a specific diagnosis.

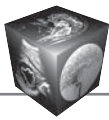
In conclusion, contrast-enhanced dual-phasic MDCT is the technique of choice for detection and staging of pancreatic cancer. In case of equivocal CT findings (e.g., CT-isodense tumor) contrast-enhanced MRI including DWI is recommended. For tumor staging, assessment of the peripancreatic vasculature is of utmost importance. There is a variety of other neoplastic and non-neoplastic lesions, which may mimic the appearance of pancreatic ductal adenocarcinoma.

ренциальную диагностику. Тщательный анализ клинических данных и результатов инструментальных методов исследования позволяет сузить дифференциально-диагностический поиск. Однако в некоторых случаях для постановки диагноза требуется проведение эндо-УЗИ с биопсией.

В заключение хочется отметить, что МСКТ с внутривенным болюсным контрастным усилением является методом выбора в диагностике и определении стадии АКПЖ. В спорных случаях рекомендовано проведение МРТ с контрастным усилением и ДВИ. В определении стадии опухоли решающую роль играет оценка вовлечения в процесс окружающих сосудов. Дифференциальную диагностику следует проводить с целым рядом как опухолевых, так и неопухолевых заболеваний поджелудочной железы.

## Список литературы / References

1. Zakharova O.P., Karmazanovsky G.G., Egorov V.I. Pancreatic adenocarcinoma: outstanding problems. *World. J. Gastrointest. Surg.* 2012; 4: 104–113.
2. Schima W., Ba-Ssalamah A., Kolblinger C. et al. Pancreatic adenocarcinoma. *Eur. Radiol.* 2007; 17: 638–649.
3. Tummala P., Junaidi O., Agarwal B. Imaging of pancreatic cancer: An overview. *J. Gastrointest. Oncol.* 2011; 2:168–174.
4. Schima W., Ba-Ssalamah A., Goetzing P. et al. State-of-the-art magnetic resonance imaging of pancreatic cancer. *Top Magn. Reson. Imaging.* 2007; 18: 421–429.
5. Kim T., Murakami T., Takahashi S. et al. Pancreatic CT imaging: effects of different injection rates and doses of contrast material. *Radiology.* 1999; 212: 219–225.
6. Yanaga Y., Awai K., Nakayama Y. et al. Pancreas: patient body weight tailored contrast material injection protocol versus fixed dose protocol at dynamic CT. *Radiology.* 2007; 245: 475–482.
7. Schueller G., Schima W., Schueller-Weidekamm C. et al. Multidetector CT of pancreas: effects of contrast material flow rate and individualized scan delay on enhancement of pancreas and tumor contrast. *Radiology.* 2006; 241: 441–448.
8. Fukukura Y., Takumi K., Kamiyama T. et al. Pancreatic adenocarcinoma: a comparison of automatic bolus tracking and empirical scan delay. *Abdom. Imaging.* 2009; 35: 548–555.
9. Goshima S., Kanematsu M., Kondo H. et al. Pancreas: optimal scan delay for contrast-enhanced multi-detector row CT. *Radiology.* 2006; 241: 167–174.
10. Jang K.M., Kim S.H., Lee S.J. et al. Added value of diffusion-weighted MR imaging in the diagnosis of ampullary carcinoma. *Radiology.* 2013; 266: 491–501.
11. Park M.J., Kim Y.K., Choi S.Y. et al. Preoperative detection of small adenocarcinoma: Value of adding diffusion-weighted imaging to conventional MR imaging for improving confidence level. *Radiology.* 2014; 273: 433–443.
12. Kartalis N., Loizou L., Edsberg N. et al. Optimising diffusion-weighted MR imaging for demonstrating pancreatic cancer: a comparison of respiratory-triggered, free-breathing and breath-hold techniques. *Eur. Radiol.* 2012; 22: 2186–2192.
13. Koelblinger C., Ba-Ssalamah A., Goetzing P. et al. Gadobenate dimeglumine-enhanced 3.0-T MR imaging versus multiphase 64-detector row CT: prospective evaluation in patients suspected of having pancreatic cancer. *Radiology.* 2011; 259: 757–766.
14. Prokesch R., Chow L.C., Beaulieu C.F. et al. Isoattenuating pancreatic carcinoma at multi-detector row CT: secondary signs. *Radiology.* 2002; 224: 764–768.
15. Yoon S.H., Lee J.M., Cho J.Y. et al. Small ( $\leq 20$  mm) pancreatic adenocarcinomas: analysis of enhancement patterns and secondary signs with multiphase multidetector CT. *Radiology.* 2011; 259: 442–452.
16. Kim J.H., Park S.H., Yu E.S. et al. Visually isoattenuating pancreatic adenocarcinoma at dynamic-enhanced CT: frequency, clinical and pathologic characteristics, and diagnosis at imaging examinations. *Radiology.* 2010; 257: 87–96.
17. Krishna N.B., LaBundy J.L., Saripalli S. et al. Diagnostic value of EUS-FNA in patients suspected of having pancreatic cancer with a focal lesion on CT scan/MRI but without obstructive jaundice. *Pancreas.* 2009; 38: 625–630.
18. Agarwal B., Krishna N.B., Labundy J.L. et al. EUS and/or EUS-guided FNA in patients with CT and/or magnetic resonance imaging findings of enlarged pancreatic head or dilated pancreatic duct with or without a dilated common bile duct. *Gastrointest. Endoscopy.* 2008; 68: 237–242.
19. Bipat S., Phoa S.S.K.S., van Delden O.M. et al. Ultrasonography, computed tomography and magnetic resonance imaging for diagnosis and determining resectability of pancreatic carcinoma. *J. Comput. Assist. Tomogr.* 2005; 29: 438–445.
20. Shrikhande S.V., Barreto S.G., Goel M., Arya S. Multimodality imaging of pancreatic ductal adenocarcinoma: a review of the literature. *HPB (Oxford).* 2012; 14: 658–668.
21. Park H.S., Lee J.M., Choi H.K. et al. Preoperative evaluation of pancreatic cancer: comparison of gadolinium-enhanced dynamic MRI with MR cholangio-



- pancreatography versus MDCT. *J. Magn. Reson. Imaging*. 2009; 30: 586–595.
22. Li B., Zhang L., Zhang Z.Y. et al. Differentiation of non-calculous periampullary obstruction: comparison of CT with negative-contrast CT cholangiopancreatography versus MRI with MR cholangiopancreatography. *Eur. Radiol.* 2015; 25: 391–401.
  23. Edge S., Byrd D., Compton C., Fritz A., Greene F., Trotti A. (eds.). *AJCC Cancer Staging Handbook*, 7th ed. New York: Springer, 2010: 285–296.
  24. Mollberg N., Rahbari N.N., Koch M. et al. Arterial resection during pancreatectomy for pancreatic cancer: a systematic review and meta-analysis. *Ann. Surg.* 2011; 254: 882–893.
  25. Lu D.S.K., Reber H.A., Krasny R.M. et al. Local staging of pancreatic cancer: criteria for unresectability of major vessels as revealed by pancreatic-phase thin section helical CT. *Am. J. Roentgenol.* 1997; 168: 1439–1443.
  26. Karmazanovsky G.G., Fedorov V., Kubyshkin V., Kotchatkov A. Pancreatic head cancer: accuracy of CT in determination of resectability. *Abdom. Imaging*. 2005; 30: 488–500.
  27. Li H., Zeng M.S., Zhou K.R. et al. Pancreatic adenocarcinoma. The different CT criteria for peripancreatic major arterial and venous invasion. *J. Comput. Assist. Tomogr.* 2005; 29: 170–175.
  28. Kayahara M., Nagakawa T., Futagami F. et al. Lymphatic flow and neural plexus invasion associated with carcinoma of the body and tail of the pancreas. *Cancer*. 1996; 78: 2485–2491.
  29. Tian H., Mori H., Matsumoto S. et al. Extrapancreatic nural plexus invasion by carcinoma of the pancreatic head region: evaluation using thin-section helical CT. *Radiat. Med.* 2007; 25: 141–147.
  30. Katz M.H.G., Pisters P.W.T., Lee J.E., B. F.J. Borderline resectable pancreatic cancer: what have we learned and where do we go from here? *Ann. Surg. Oncol.* 2011; 18: 608–610.
  31. Tamm E.P., Balachandran A., Bhosale P.R. et al. Imaging of pancreatic adenocarcinoma: update on staging/resectability. *Radiol. Clin. N. Am.* 2012; 50: 407–428.
  32. Al-Hawary M.M., Francis I.R., Chari S.T. et al. Pancreatic ductal adenocarcinoma radiology reporting template: Consensus statement of the Society of Abdominal Radiology and the American Pancreatic Association. *Radiology*. 2014; 270: 248–260.
  33. Lowenfels A.B., Maisonneuve P.M., Cavallini G. et al. Pancreatitis and the risk of pancreatic cancer. *New. Engl. J. Med.* 1993; 328: 1435–1437.
  34. Ichikawa T., Sou H., Araki T. et al. Duct-penetrating sign at MRCP: usefulness for differentiating inflammatory pancreatic mass from pancreatic carcinomas. *Radiology*. 2001; 221: 107–116.
  35. Shimosegawa T., Chari S.T., Frulloni L. et al. International consensus diagnostic criteria for autoimmune pancreatitis: guidelines of the International Association of Pancreatology. *Pancreatol.* 2011; 40: 352–358.
  36. Isserow J.A., Siegelman E.S., Mammone J.M. Focal fatty infiltration of the pancreas: MR characterization with chemical shift imaging. *Am. J. Roentgenol.* 1999; 173: 1263–1265.
  37. Katz D.S., Hines J., Math K.R. et al. Using CT to reveal fat-containing abnormalities of the pancreas. *Am. J. Roentgenol.* 1999; 172: 393–396.
  38. Nikolaidis P., Hammond N.A., Day K. et al. Imaging features of benign and malignant ampullary and perimapanillary lesions. *Radiographics*. 2014; 34: 624–641.
  39. Merkle E.M., Boaz T., Kolokythas O. et al. Metastases to the pancreas. *Br. J. Radiol.* 1998; 71: 1208–1214.
  40. Ng C.S., Loyer E.M., Iyer R.B. et al. Metastases to the pancreas from renal cell carcinoma: findings on three-phase contrast-enhanced helical CT. *Am. J. Roentgenol.* 1999; 172: 1555–1559.

Переводили: **Белуосова Елена Леонидовна** – клинический ординатор отделения рентгенологии и магнитно-резонансных методов исследования ФГБУ “Институт хирургии им. А.В. Вишневского” Минздрава России; **Блохин Иван Андреевич** – клинический ординатор отделения рентгенологии и магнитно-резонансных методов исследования ФГБУ “Институт хирургии им. А.В. Вишневского” Минздрава России.