

# Das postoperative Pankreas

## The postsurgical pancreas

Autorinnen/Autoren

Roman Fischbach<sup>1</sup>, Maximilian Peller<sup>1</sup>, Daniel Perez<sup>2</sup>, Christopher Pohland<sup>2</sup>, Raphael Gübitz<sup>1</sup>

### Institute

- 1 Department of Radiology and Neuroradiology, Asklepios Klinik Altona, Hamburg, Germany
- 2 Department of General and Abdominal Surgery, Asklepios Klinik Altona, Hamburg, Germany

### Keywords

pancreas, pancreatic resection, pancreaticoduodenectomy, pancreaticojejunostomy, postoperative complications, pancreas, CT-spiral, surgery, fistula, hemorrhage

eingereicht 23.8.2023

akzeptiert 20.12.2023

Artikel online veröffentlicht 19.2.2024

### Bibliografie

Fortschr Röntgenstr 2024; 196: 1037–1045

DOI 10.1055/a-2254-5824

ISSN 1438-9029

© 2024, Thieme. All rights reserved.

Georg Thieme Verlag KG, Rüdigerstraße 14, 70469 Stuttgart, Germany

### Korrespondenzadresse

Prof. Roman Fischbach

Department of Radiology and Neuroradiology, Asklepios Klinik Altona, Paul-Ehrlich-Straße 1, 22763 Hamburg, Germany

Tel.: +49/15 11/4 96 80 40

r.fischbach@asklepios.com

### ZUSAMMENFASSUNG

**Hintergrund** Partielle Pankreasresektionen gehören zu den komplexesten Operationen in der viszeralen Tumormedizin und sind auch heute selbst in spezialisierten Zentren mit einer hohen postoperativen Morbidität bei einer Komplikationsrate von 40–50 % der Patienten verbunden.

**Methode** Beschreibung der typischen chirurgischen Resektionsverfahren und der resultierenden postoperativen Anatomie, typischer normaler postoperativer Befunde und der häufigen postoperativen Komplikationen sowie der radiologischen Befunde.

**Ergebnisse und Schlussfolgerung** Die CT ist das geeignetste bildgebende Verfahren zur schnellen und standardisierten Darstellung der postoperativen Anatomie und zum Nachweis von klinisch vermuteten Komplikationen nach partieller Pan-

kreasresektion. Die häufigsten Komplikationen sind die Magenentleerungsstörung, Pankreasfistel, akute Pankreatitis, Galleleckage, Abszess und Hämorrhagie. Die Radiologen müssen die typischen chirurgischen Verfahren, deren postoperative Anatomie und normale postoperative Befunde ebenso wie die möglichen postoperativen Komplikationen sicher identifizieren und interventionelle Behandlungsmethoden der häufigen Komplikationen kennen.

### Kernaussagen:

- Die Morbidität nach Pankreaschirurgie ist weiterhin hoch.
- Die CT ist die beste Methode zur Darstellung der postoperativen Anatomie und dient der frühen Erkennung von Komplikationen.
- Die Pankreasfistel ist die häufigste relevante Komplikation nach Pankreasresektion.
- Die Fähigkeit eines Zentrums zum Komplikationsmanagement ist entscheidend zur Sicherung des Therapieerfolgs.

### Zitierweise

- Fischbach R, Peller M, Perez D et al. The postsurgical pancreas. Fortschr Röntgenstr 2024; 196: 1037–1045

### ABSTRACT

**Background** Partial pancreatic resections are among the most complex surgical procedures in visceral tumor medicine and are associated with a high postoperative morbidity with a complication rate of 40–50 % of patients even in specialized centers.

**Methods** Description of typical surgical resection procedures and the resulting postoperative anatomy, typical normal postoperative findings, common postoperative complications, and radiological findings.

**Results and conclusion** CT is the most appropriate imaging technique for rapid and standardized visualization of postoperative anatomy and detection of clinically suspected complications after partial pancreatic resections. The most common complications are delayed gastric emptying, pancreatic fistula, acute pancreatitis, bile leakage, abscess, and hemorrhage. Radiologists must identify the typical surgical procedures, the postoperative anatomy, and normal postoperative findings as well as possible postoperative complications and know interventional treatment methods for common complications.

## Einleitung

Operationen am Pankreas erfolgen hauptsächlich wegen eines Pankreaskarzinoms und zystischer Tumore, eines distalen Gallengangkarzinoms und bei Komplikationen einer chronischen Pankreatitis. In Deutschland werden pro Jahr circa 10 000 operative Eingriffe am Pankreas durchgeführt [1]. Pankreasoperationen wegen eines primären Malignoms des Pankreas oder der extrahepatischen Gallenwege gehören zu den komplexesten Operationen in der viszeralen Tumormedizin [2]. Die Mortalität lag in einer deutschlandweiten Studie für die proximale Pankreatektomie bei 7,3 % und für die totale Pankreatektomie mit Splenektomie sogar bei 22,9 % [3]. Dabei schwanken Mortalität und Morbidität in Abhängigkeit von der Erfahrung des Operateurs, des Operationsvolumens der Klinik und den Fähigkeiten des Zentrums zum Komplikationsmanagement [4, 5]. Die deutschlandweiten Ergebnisse unterscheiden sich deutlich von den publizierten Ergebnissen von unter 3 % der 30-Tage-Letalität einzelner ausgewiesener Zentren [2], wobei im internationalen Vergleich zu berücksichtigen ist, dass postoperative Letalität Patienten auch nach mehr als 30 Tage stationärer Behandlung betrifft [5]. Trotz Verbesserungen der chirurgischen Techniken sowie der peri- und postoperativen Versorgung nach partieller Pankreasresektion ist die Morbidität postoperativ auch in spezialisierten Zentren mit 30 % weiterhin hoch und äußert sich in langen Krankenhausaufenthalten [6]. Die häufigsten Komplikationen sind Pankreasfisteln (10–35 %) und Gallelecks (3–9 %), Blutung und akute Pankreatitis [7–10]. In etwa 5 bis 10 % der Fälle ist eine Relaparatomie erforderlich [1].

Im Fall einer postoperativen Komplikation ist die frühestmögliche Erkennung und ein zielgerichtetes Management zur Minimierung der Folgen essenziell. Die postoperative Bildgebung ist von entscheidender Bedeutung zur weiteren Einordnung der Patienten und der Festlegung der Behandlung. Die Computertomografie (CT) ist dabei die Methode der ersten Wahl [11, 12]. Andere

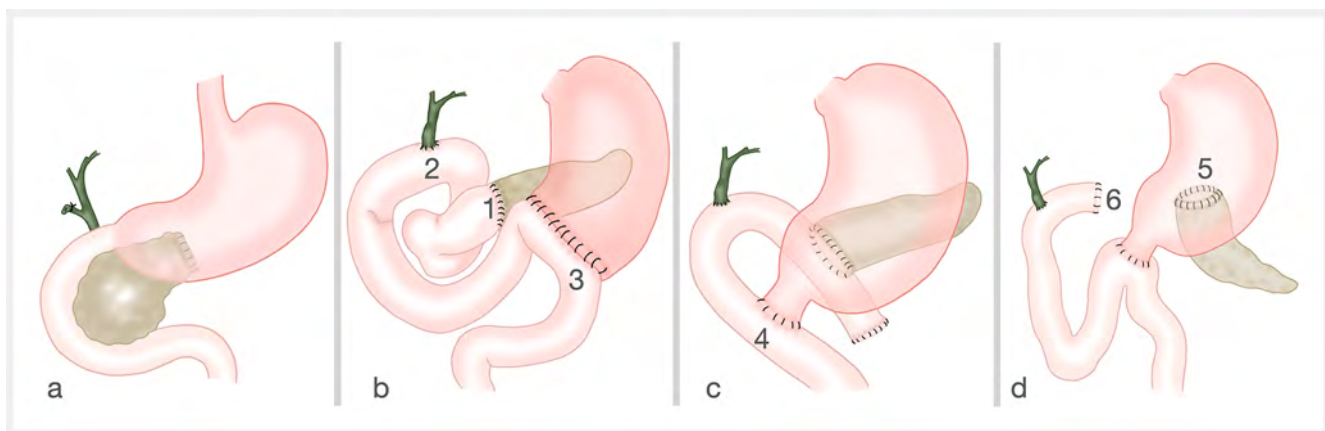
bildgebende Verfahren wie die Magnetresonanztomografie (MRT) sowie die Durchleuchtung sind weniger hilfreich und werden nur in Einzelfällen eingesetzt. Die Kenntnis der chirurgischen Verfahren, der postoperativen Anatomie sowie des Komplikationsspektrums ist für die radiologische Bildinterpretation entscheidend. Ziele der Arbeit sind eine Beschreibung der typischen Resektionsverfahren, der normalen postoperativen Anatomie sowie die Darstellung von typischen postoperativen Befunden, häufigen Komplikationen und deren Management.

## Chirurgie

Je nach Art der zugrunde liegenden Läsion und ihrer Lage kommen unterschiedliche chirurgische Resektionsverfahren zum Einsatz. Die häufigsten Resektionen sind die proximale Pankreasresektion mit Duodenektomie (Pankreatikoduodenektomie) und die distale Pankreasresektion. Die zentrale Pankreatektomie ist ein seltener Eingriff und wird bei gutartigen Läsionen oder Tumoren mit geringem malignem Potenzial angewandt. Der Pankreasgang und die Absetzungsfläche zum Pankreasorgan werden übernährt. Der Pankreasschwanz wird über eine Jejunumschlinge drainiert.

Die distale Pankreatektomie wird bei Malignomen im Körper oder im Schwanz der Bauchspeicheldrüse durchgeführt. Der distale Teil der Bauchspeicheldrüse links der V. mesenterica superior wird reseziert (► **Abb. 1a**). In der Regel ist die distale Pankreatektomie mit einer Splenektomie verbunden. Bei diesem Verfahren werden keine Anastomosen angelegt und die postoperative Anatomie ist nahezu normal.

Die proximale Resektion wird bei malignen Erkrankungen wie periampullären Neoplasmen, Pankreaskopfkarzinom und beim distalen Gallengangkarzinom sowie bei der chronischen Pankreatitis durchgeführt. Diese Pankreaskopfresektion ist damit der



► **Abb. 1** Chirurgische Methoden der partiellen Pankreasresektion. **a** Distale Pankreasresektion: der Pankreaskopf bleibt erhalten. Pankreasorgan und -schwanz werden reseziert, Anastomosen entfallen. **b** Pankreatikoduodenektomie als klassische Kausch-Whipple-Operation: Pankreaskopf, Magenantrum, Duodenum und das proximale Jejunum sowie Gallenblase sind reseziert. Das Restpankreas wird mit dem Jejunum in Form einer Pankreatikojejunostomie (1) anastomosiert. Der Galleabfluss erfolgt über eine Hepatikojejunostomie (2). Das Magenantrum wird an das Jejunum (3) distal der biliodigestiven Anastomose angeschlossen. **c** Pylorus-erhaltende Pankreatikoduodenektomie (PPPD): Der Magen mit Pylorus sind erhalten und es wird eine Duodenojejunostomie (4) angelegt. Das Pankreas wird an eine Jejunumschlinge anastomosiert. **d** Bei beiden Verfahren kann das Restpankreas als Pankreatikogastrostomie (5) in den Magen inseriert werden. Das proximale Jejunum wird in dem Fall blind verschlossen (6).  
Quelle: Maike Venhofen

häufigste Eingriff, da zwei Drittel der Pankreas malignome den Pankreaskopf betreffen. Die klassische Kausch-Whipple-Operation umfasst die Resektion des Pankreaskopfes, des distalen Magens, des Duodenums, der Gallenblase, des distalen Gallengangs, des proximalen Jejunums und der regionalen Lymphknoten. Diese ausgedehnte Resektion erfordert mehrere Rekonstruktionen.

Die gastrointestinale Kontinuität bei der klassischen Kausch-Whipple-Operation wird nach Resektion des Magenantrums durch eine Gastrojejunostomie erreicht (► **Abb. 1b**). In der Regel wird die Pankreaskopfresektion heute mit Erhalt des Pylorus durchgeführt (PPPD) durchgeführt (► **Abb. 1c**), sodass das proximale Duodenum an eine abführende Jejunumschlinge angeschlossen wird. Die PPPD wurde ursprünglich mit dem Ziel eingeführt, durch Erhalt des Magens die Magenmotilität zu verbessern und die Inzidenz von Anastomosenuzera und der alkalischen Gastritis zu verringern. Dies wurde jedoch in der Praxis nicht erreicht [13, 14]. Der Vorteil der PPPD ist die kürzere Operationszeit und der geringere intraoperative Blutverlust [13, 15]. Hinsichtlich der Mortalität, Morbidität und der onkologischen Effektivität ergaben sich in einer großen Metaanalyse keine Unterschiede zwischen den beiden Verfahren [16].

Das Restpankreas wird entweder mit einer Jejunumschlinge als Pankreatikojejunostomie anastomosiert (► **Abb. 1b, c**) oder in den Magenkorpus als Pankreatikogastrostomie implantiert (► **Abb. 1d**). Diese beiden Arten der Pankreasanastomose weisen vergleichbare perioperative Komplikationsraten auf. In einer Metaanalyse ergab sich für die Pankreatikogastrostomie tendenziell eine geringere Häufigkeit an Pankreasfisteln [17]. Die prospektive multizentrischen RECO-PANC-Studie aus 14 deutschen Zentren hingegen ergab 20 % signifikante Pankreasfisteln für die Pankreatikojejunostomie gegenüber 22 % bei der Pankreatikogastrostomie [18]. Der Galleabfluss erfolgt jeweils über eine biliodigestive Anastomose durch Anlage einer Hepatikojejunostomie (► **Abb. 1**).

Patienten mit chronischer Pankreatitis können neben der Pankreatikoduodenektomie auch durch eine weniger ausgedehnte Resektion unter Erhalt des Duodenums behandelt werden. Bei der Duodenum-erhaltenden Pankreaskopfresektion (DEPKR) wird nach Exkavation des Pankreaskopfes eine Jejunalschlinge auf die Vorderfläche des Pankreas genäht und weiter distal eine Fußpunktanastomose (Jejuno-Jenunostomie) analog zu einer Y-Roux-Rekonstruktion angelegt [11].

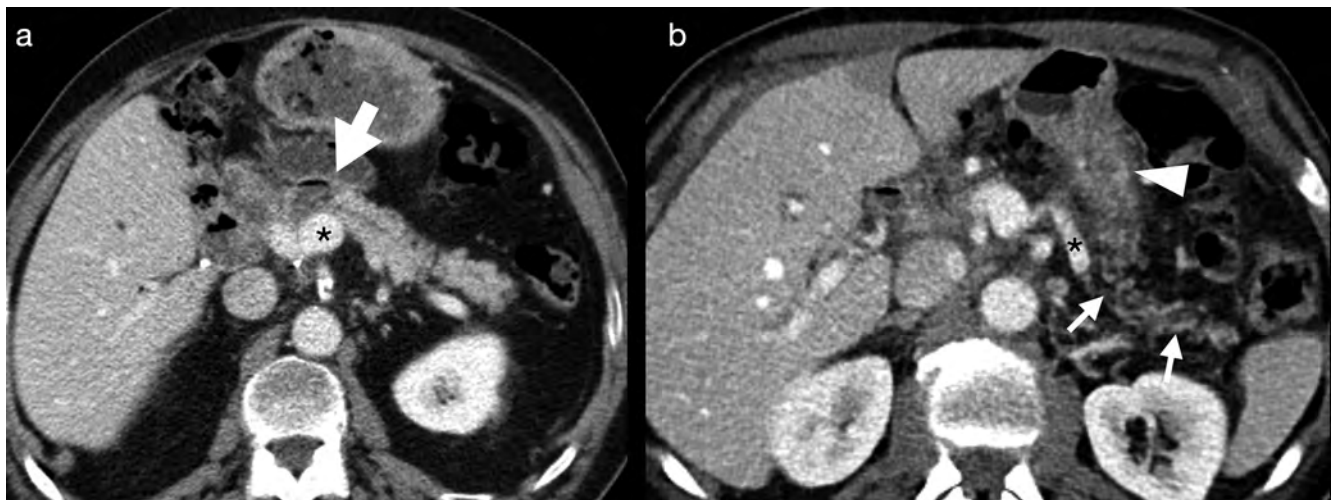
Die Pankreasresektion kann offen, minimal-invasiv laparoskopisch oder roboterassistiert durchgeführt werden. Zwischen den Verfahren lassen sich für die Pankreaskopfresektion anhand der bisher veröffentlichten Daten keine signifikanten Unterschiede der Gesamtmorbidität oder Mortalität ableiten [19–21]. Während die offene Operation eine kürzere Operationszeit hat, zeigen die minimal-invasiven Verfahren tendenziell Vorteile hinsichtlich eines geringeren Blutverlustes, weniger relevanten Pankreasfisteln und einer kürzeren Krankenhausverweildauer [21, 22]. Bei der Pankreaslinksresektion gibt es einen Vorteil der minimalinvasiven Chirurgie hinsichtlich Rekonvaleszenz und Lebensqualität aber keine signifikanten Unterschiede in der postoperativen Komplikationsrate [23].

## Postoperative Bildgebung

Ist der frühe postoperative Verlauf komplikationslos, ergibt sich keine Indikation zu einer Routinebildgebung. Bei Verdacht auf Komplikationen ist die CT in der Regel die beste bildgebende Modalität [11, 12, 24]. Sie erlaubt eine schnelle Erfassung des gesamten Abdomens mit hoher Raum- und Kontrastauflösung unter Einschluss der vaskulären Anatomie. In der frühen postoperativen Phase sollte die CT mit einem mehrphasischen Protokoll akquiriert werden. Die native Untersuchung des Oberbauchs dient der Erkennung von hyperdensem Material (Clips, Stents oder Blut). Die kontrastverstärkte Darstellung des Oberbauchs erfolgt in einer spärarteriellen Phase (Bolos-Track in der Aorta abdominalis, 120 HU-Schwelle, 15 s Verzögerung) und einer venösen Phase (60 s Verzögerung nach Erreichen der Schwelle). Die Patienten erhalten 0,4 g Jod/kg Körpergewicht über ein hochkonzentriertes nichtionisches Kontrastmittel mit einer Jodeinbringrate von 1,2 g Jod/s (entspricht ca. 120 ml eines Kontrastmittels mit 300 mg/ml J) und einem Fluss von 4 ml/s, gefolgt von einem 50 ml Kochsalzbolus.

Die spärarterielle Phase dient der Darstellung des Pankreasparenchyms sowie von vaskulären und Blutungskomplikationen. Die portalvenöse Phase mit Abbildung des gesamten Abdomens dient der Beurteilung der Organperfusion, Drainagelage, intestinalen Passage und der Erfassung von Flüssigkeitsansammlungen. Sofern der Patient in der Lage ist zu trinken, wird vor der CT der obere Magendarmtrakt mit 500–700 ml Wasser distendiert. Geht es explizit um die Darstellung einer Fistel oder gastralen Anastomoseninsuffizienz kann verdünntes Kontrastmittel oral verabreicht werden. Neben den axialen Schichten (3–5 mm Schichtdicke) sind zusätzliche koronare und sagittale multiplanare Reformatierungen (MPR) und Maximumintensitätsprojektionen (MIP) bei vaskulären Fragestellungen zur Befundung hilfreich.

Bei der Beurteilung der frühpostoperativen CT sind die chirurgischen Anastomosen der Gastro- oder Duodenojejunostomie, der Hepatikojejunostomie und der Pankreatikojejunostomie oder Pankreatikogastrostomie zu inspizieren. Nach einer Pankreaskopfresektion liegen die V. mesenterica superior und der Confluent venosum rechts des Restpankreas und weiter dorsal in Nähe der V. cava verzogen. Die Pankreatikojejunostomie liegt anterior der A. mesenterica superior (► **Abb. 2**). Die Gastro- oder Duodenojejunostomie wird üblicherweise antekolisch angelegt. Nach Duodenum-erhaltender Pankreasresektion ist eine Jejunumschlinge mit dem Restpankreas anastomosiert und eine Jejuno-Jejunostomie angelegt. Die Anastomosen sind in der frühpostoperativen Phase meist ödematös verändert mit entsprechend verdickter Darm- und Magenwand. Auch ein perivaskuläres Ödem um die großen Gefäße besteht häufig, ebenso wie streifige Verdichtungen des umgebenden Fettgewebes (► **Abb. 3**). Früh nach der Operation – insbesondere bei R0-Resektion – sind diese Veränderungen nicht als residuelles Tumorgewebe oder Lokalrezidiv zu werten. Nach Anlage einer biliodigestiven Anastomose ist eine oft linksbetonte Aerobilie normal. Die verbliebenen Lymphknoten können im Rahmen einer postoperativ reaktiven Adenopathie anschwellen und im Kurzachsendurchmesser über 1 cm betragen (► **Abb. 3**). Diese reaktive Lymphadenopathie sollte sich spätestens nach 6 Monaten rückgebildet haben. Flüssigkeitsansamm-



► **Abb. 2** Pankreasanastomosen nach Pankreaskopfresektion. **a** Pankreatikojejunostomie: Das Restpankreas wird mit einer mobilisierten Jejunumschlinge anastomosiert. Die Anastomose (Pfeil) liegt ventral der Achse der A. mesenterica superior auf Höhe des Confluentium venosum (\*). **b** Pankreatikogastrostomie: Das Restpankreas (kleine Pfeile) ist in die Magenwand inseriert (Pfeilspitze). Das Pankreas ist gut anhand des Verlaufs der Vena lienalis (\*) zu identifizieren.



► **Abb. 3** CT am 4. postoperativen Tag nach PPPD mit Pankreatikogastrostomie. **a** Axiale Schicht in Höhe der Pankreatikogastrostomie. Die Anastomose (Pfeilspitze) ist ödematös verändert. Das Pankreas wölbt sich leicht in den Magen vor. Das Magenlumen ist nach oraler Kontrastmittelgabe markiert. Das Fettgewebe im OP-Gebiet zwischen Magen und Leberpforte ist streifig-ödematös verdichtet. **b** Koronare Reformatierung in Höhe der Hepatikojejunostomie (Pfeil). Der Ductus hepaticus ist luftgefüllt gut erkennbar. Aerobilie der zentralen intrahepatischen Gallenwege (kleiner Pfeil). Lymphknoten (schwarze Pfeile) periaortal, mesenterial und kranial der V. lienalis sind reaktiv vergrößert und reichern KM an.

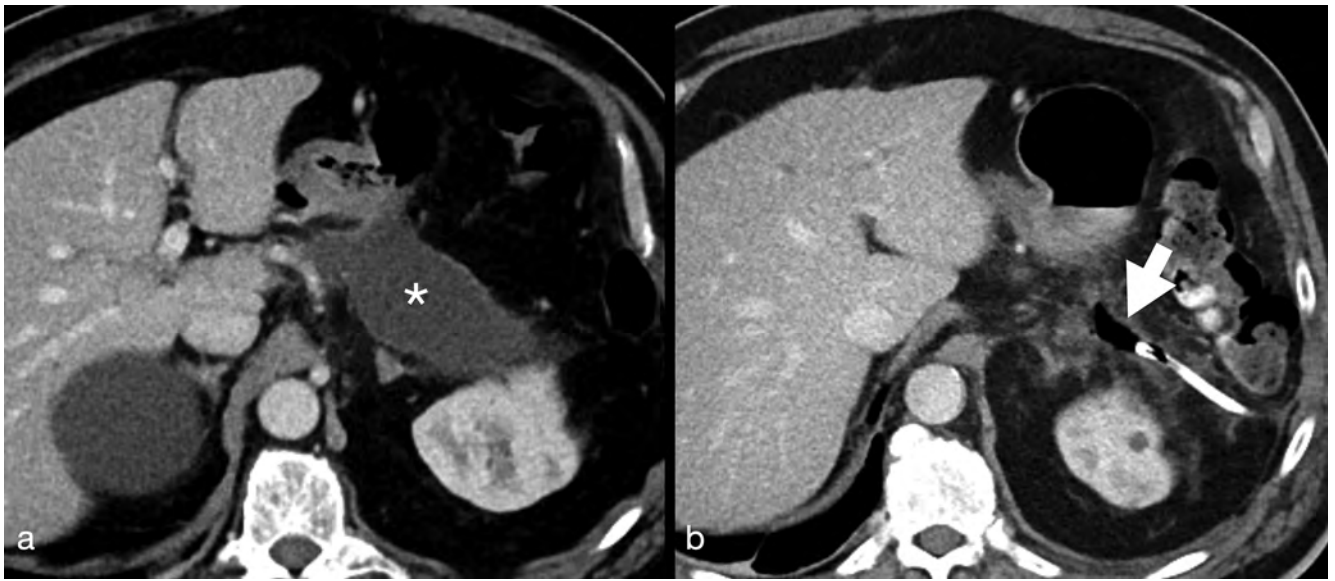
lungen im OP-Gebiet und an den Anastomosen sind in den ersten beiden Wochen häufige Befunde und werden bei fast einem Drittel der Patienten gefunden [10]. Diese homogenen wasseräquivalenten Verhalte sind bildgebend schwer von einer Pankreasfistel oder Insuffizienz der Hepatikojejunostomie zu differenzieren.

### Pankreasfistel

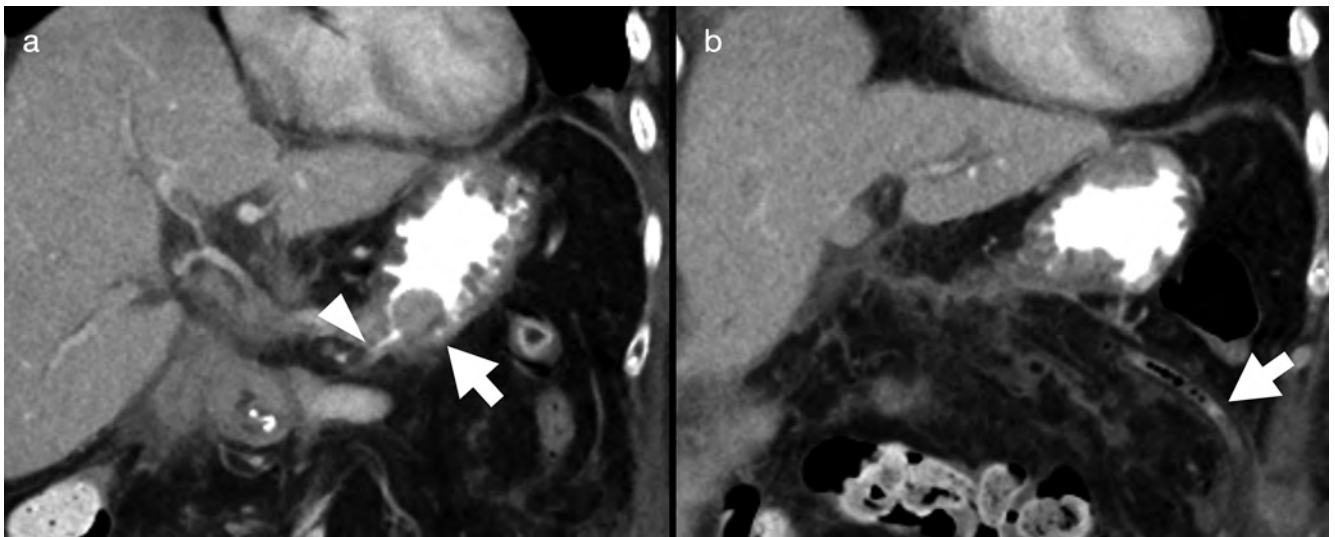
Die häufigste Komplikation nach Pankreasresektion ist eine Pankreasfistel bzw. Anastomoseninsuffizienz. Die Diagnose einer Pankreasfistel wird klinisch anhand der Amylase in der Drainageflüssigkeit aus dem OP-Gebiet nachgewiesen [7, 25]. Die Inzidenz variiert zwischen 10 und 35 %, wobei die Häufigkeit mit der Art des Eingriffs assoziiert ist. Fisteln nach distaler Pankreasresektion bzw. Enukleation treten mit 10–30 % häufiger auf als nach Pan-

creatikoduodenektomie (10–15 %) [6, 9]. Die Definition einer Pankreasfistel ist durch die International Study Group for Pancreatic Surgery (ISGPS) im Jahr 2005 vereinheitlicht und im Jahr 2016 modifiziert worden [7, 26]. Eine Fistel liegt dann vor, wenn am dritten postoperativen Tag der Amylasegehalt in der Drainageflüssigkeit über dem 3-fachen normalen Serumkonzentration liegt. Die Pankreasfistel wird in Grad A bis Grad C eingeteilt. Grad A ist ein nur laborchemisch nachweisbarer Befund ohne Flüssigkeitsverhalt in der CT und letztlich ohne klinische Konsequenzen. In der 2016 modifizierten Klassifikation wird diese Situation daher als biochemisches Leck und nicht als Fistel bezeichnet. Bei Fisteln Grad B oder C findet sich in der CT peripankreatisch Flüssigkeit. Bei einer Fistel Grad B ist eine Anpassung des postoperativen Managements erforderlich, gekennzeichnet durch verlängerten Ver-





► **Abb. 4** Patient mit superfizierter Pankreasfistel nach distaler Pankreatektomie. **a** Bei ansteigenden Entzündungswerten 12 Tage nach Operation bei bereits entfernten Wunddrainagen liegt ein homogener Verhalt (\*) in der Pankreasloge. Der infizierte Verhalt wurde CT-gestützt perkutan drainiert. **b** Nach 4 Wochen Drainagebehandlung besteht nur eine kleine reizlose Restkavitat (Pfeil) und die Drainage konnte gezogen werden.

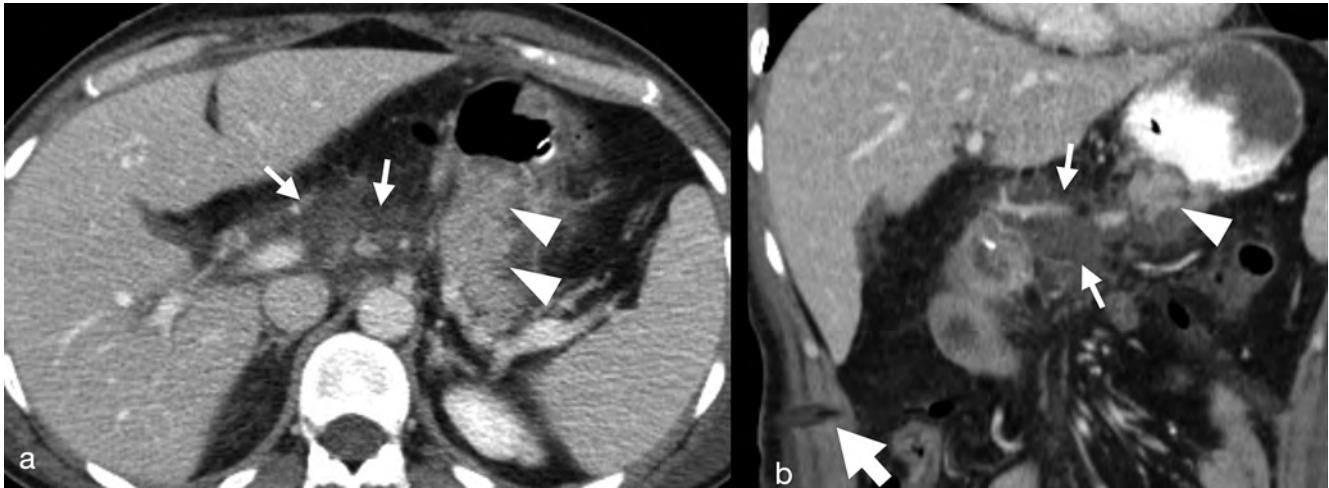


► **Abb. 5** Patient nach PPPD und Pankreatikogastrostomie mit persistierender Pankreasfistel und Amylasenachweis in der Drainageflüssigkeit. **a** Koronare Reformatierung einer CT nach oraler Kontrastmittelgabe. Das Pankreas ist als Vorwölbung im Magenlumen erkennbar (Pfeil). Eine feines Kontrastmittelextraluminat liegt in Höhe der Anastomose (Pfeilspitze). **b** Kontrastmittelaustritt über die liegende Drainage (Pfeil).

bleib der Drainagen über 3 Wochen hinaus oder eine neue perkutane oder endoskopische Drainageanlage. Grad C entspricht einer persistierenden Fistel mit der Notwendigkeit einer Revisionsoperation, fistelbedingtem Organversagen oder Mortalität [26].

Die CT-Bildgebung kann den klinischen Verdacht durch Nachweis von Flüssigkeit in der Nähe der Pankreasanastomose, in der Pankreasloge und peripankreatisch bestätigen (► **Abb. 4**). Nach distaler Pankreasresektion spricht ein Flüssigkeitsverhalt von mehr als 4 cm Durchmesser für das Vorliegen einer klinisch relevanten Fistel [27]. Bei großen Insuffizienzen kann oral verabreichtes Kontrastmittel peritoneal austreten oder in der Drainage nach-

gewiesen werden (► **Abb. 5**). Kleine Luftschlusse in der Flüssigkeit sind nicht pathognomonisch für ein Infektion, können aber auf eine Pankreasfistel hinweisen. Dichteanhebungen und heterogenes Bild sind suspekt auf das Vorliegen von pankreatischen Flüssigkeitsansammlungen oder einer Superinfektion. Eine Pankreasfistel wird möglichst konservativ oder minimal invasiv durch perkutane oder endoskopische Drainageanlage behandelt, da eine Revisionsoperation mit einer hohen Komplikationsrate und Mortalität von bis zu 60 % verbunden ist [1].



► **Abb. 6** Patient nach PPPD und Pankreatikogastrostomie. Erhöhte Bilirubinkonzentration über die Drainage am 5. postoperativen Tag. **a** Das Pankreas (Pfeilspitze) inseriert in die Magenrückwand. Perigastral und peripancreatisch ist nur wenig Flüssigkeit erkennbar. Flüssigkeitsverhalt in der Leberpforte und zwischen Vena cava und Aorta (kleine Pfeile). **b** In der koronaren Reformatierung erkennt man Flüssigkeit neben einer Jejunumschlinge und im Verlauf der extrahepatischen Pfortader (kleiner Pfeil). Eintritt der chirurgisch angelegten Drainage infrahepatisch (Pfeil).



► **Abb. 7** Patient nach PPPD mit aktiver Blutung über die Drainage. **a** Die CT in arterieller Phase zeigt ein Aneurysma spurium (Pfeil) an der Absetzung der A. cystica mit umgebendem Hämatom. **b** Die Blutung konnte durch Coilembolisation erfolgreich kontrolliert werden.

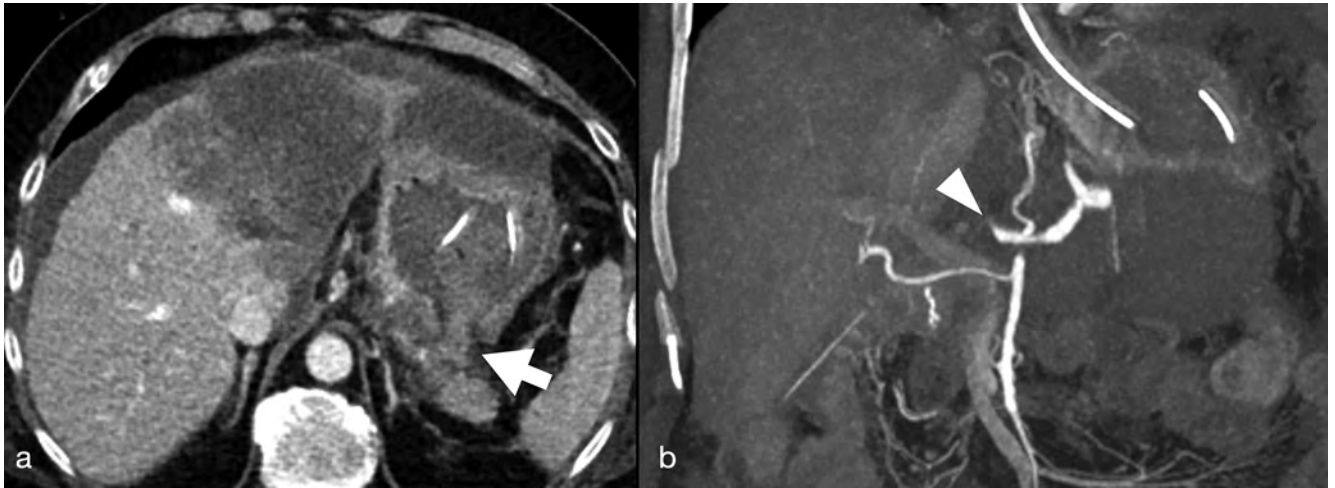
## Gallefistel

Eine Insuffizienz der biliodigestiven Anastomose resultiert in erster Linie aus chirurgisch-technischen Problemen. Sie wird klinisch diagnostiziert, wenn die Bilirubinkonzentration in der Drainageflüssigkeit nach dem dritten postoperativen Tag oberhalb der dreifachen Norm des Serumbilirubin liegt. Die Inzidenz liegt zwischen 3 bis 9% der Patienten mit einer Hepatikojejunostomie [1]. Die Patienten zeigen klinisch Zeichen einer galligen Peritonitis und im CT homogene Flüssigkeitsansammlungen (► **Abb. 6**) vor allem in der Nähe der biliodigestiven Anastomose [12]. Letztlich ist die Differenzialdiagnose zwischen Gallefistel und Pankreasfistel bildgebend ohne klinische Korrelation aufgrund der engen Lagebeziehung der jeweiligen Anastomosen kaum mit Sicherheit zu stellen. Die Therapie ist interdisziplinär zu entscheiden. Neben der Neuanlage der biliodigestiven Anastomose kann auch ein Ausheilungsversuch nach Entlastung durch eine CT-gesteuerte Drainage

oder durch eine perkutane transhepatische Cholangiodrainage (PTCD) versucht werden.

## Postoperative Blutung

Blutungen treten in 2–16% der Fälle auf und sind eine schwere Komplikation mit hoher Mortalität [9, 28]. Relevante Blutungskomplikationen lagen in einer prospektiven Studie bei der Pankreatikogastrostomie bei 9% gegenüber 4% bei der Pankreatikojejunostomie [18]. Frühe postoperative Blutungskomplikationen innerhalb 24 h nach dem Eingriff sind meist auf chirurgisch-technische Probleme zurückzuführen und werden in der Regel operativ behandelt [29]. Spätere Blutungen durch entzündlich bedingte Gefäßarrosion oder Pseudoaneurysmen (► **Abb. 7**) sind seltener (1,5–5%), aber komplikativer und mit einer Mortalität von über 60% behaftet. Am häufigsten sind extraluminale retroperitoneale Blutungen mit Blutverlust über die liegende Drainage. Intralumi-



► **Abb. 8** Patientin mit erhöhten Infektwerten und Leberversagen am 10. Tag nach PPPD und Pankreatikogastrostomie. **a** Axiale kontrastverstärkte CT in portalvenöser Phase mit Darstellung einer flächigen Hypodensität des funktionellen linken Leberlappens und freier Flüssigkeit ventral der Leber. Das Restpankreas inseriert in die Magen hinterwand (Pfeil). **b** MIP-Rekonstruktion der arteriellen Phase. Die A. hepatica communis ist vor dem Abgang der A. gastroduodenalis ligiert (Pfeilspitze). Die A. hepatica sinistra ist nicht kontrastiert. Die arterielle Versorgung des rechten Leberlappens erfolgt über die A. hepatica dextra mit Abgang aus der A. mesenterica superior.

nale Blutungen sind seltener und manifestieren sich durch Hämatemesis oder Meläna. In der nativen CT ist die Blutung als dichte-angehobener intra- oder extraluminaler Verhalt erkennbar. In der kontrastmittelverstärkten Darstellung sind ein Pseudoaneurysma oder Extravasation nachweisbar [24]. Auch die späten Blutungen werden häufig operativ behandelt, wobei insbesondere beim kreislaufstabilen Patienten die interventionelle Behandlung aufgrund der hohen technischen Erfolgsrate und einer um die Hälfte geringeren Mortalität angestrebt werden sollte [30–32].

### Durchblutungsstörung

Ischämische Komplikationen sind meist Folge eines operativ bedingten Verschlusses der A. hepatica oder des Truncus coeliacus, seltener der Pfortader [33]. Mit zunehmendem Alter der operierten Patienten steigt die Prävalenz von arteriosklerotischen Gefäßveränderungen mit Beteiligung des Truncus coeliacus oder der A. mesenterica inferior und damit das Risiko einer postoperativen intestinalen Ischämie oder Leberinfarzierung auch ohne intraoperativen Gefäßverschluss [12]. Ein Leberinfarkt demarkiert sich als nicht kontrastiertes Parenchym meist mit Ausdehnung an die Leberkapsel ohne Raumforderungszeichen (► **Abb. 8**).

### Abszesse

Ein Abszess entsteht meist in Folge einer Superinfektion einer nicht oder unzureichend drainierten Pankreasfistel und ist bildgebend als Verhalt mit verdickter und anreicherender Wand bei einem Patienten mit Infektzeichen diagnostizierbar. Die Inzidenz liegt um 6% [1, 9, 24]. Die Therapie der Wahl ist eine CT-gesteuerte Punktion und perkutane Drainage.

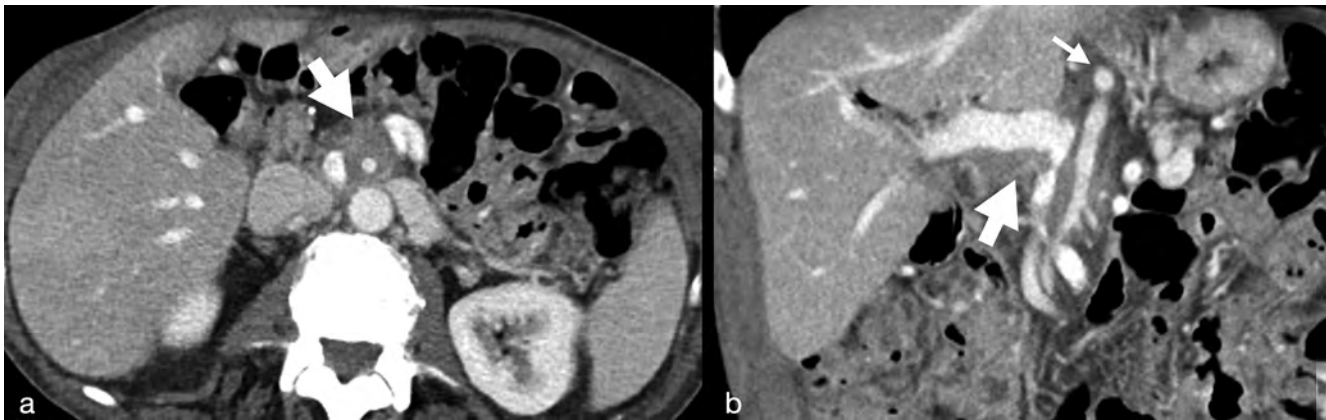
### Magenentleerungsstörung

Die Magenentleerungsstörung ist mit bis zu 60% die häufigste Komplikation nach Pankreaskopfresektion [12]. Aktuelle Daten eines



► **Abb. 9** Magenuntersuchung bei Verdacht auf postoperative Magenentleerungsstörung mit dynamischer Darstellung unter Durchleuchtung nach Gabe eines wasserlöslichen Kontrastmittels am siebten Tag nach PPPD bei einem Patient mit verzögertem Kostaufbau und Erbrechen. Der Magen ist distendiert und aton. Das Kontrastmittel fließt verzögert über die Duodenojejunosomy in den angeschlossenen Dünndarm.





► **Abb. 10** Patient drei Jahre nach PPPD und neu aufgetretenem Gewichtsverlust. **a** Die axiale CT zeigt ein Weichteilplus um die A. mesenterica superior (Pfeil). **b** In der koronaren Reformatierung ist das ausgedehnte Tumorrezidiv entlang des A. mesenterica superior und in Höhe des Confluentis venosum mit Stenose der Einmündung der Vena mesenterica superior dargestellt. Auch der Truncus coeliacus ist ummauert (kleiner Pfeil).

deutschen Registers (StuDoQ Pankreasregister) zu 5080 Patienten ergaben eine Inzidenz von 20,6% für eine postoperative Magenentleerungsstörung [14]. Risikofaktoren für die Entwicklung einer postoperativen Magenentleerungsstörung waren höheres Alter, lange Operationsdauer und eine Rekonstruktion mit Pankreatikogastrotomie. Von einer Magenentleerungsstörung spricht man, wenn postoperativ nach einer Woche keine feste Nahrung aufgenommen werden kann oder der orale Kostaufbau bis zum 14. postoperativen Tag noch nicht abgeschlossen ist. Die Magenentleerungsstörung wird endoskopisch oder dynamisch unter Durchleuchtung als Magendarmpassage unter Verwendung eines wasserlöslichen Kontrastmittels nachgewiesen (► **Abb. 9**). Eine CT kann zum Abschluss einer Pankreasfistel oder eines Abszesses erfolgen.

### Spätkomplikationen

Die häufigste Spätkomplikation ist eine narbige Strikturen der Pankreatikojejunostomie oder der Hepatikojejunostomie mit einer Häufigkeit von 4–8% [24]. Die CT zeigt entweder die Aufweitung der intrahepatischen Gallenwege oder des Pankreasganges mit zunehmender Parenchymatrophie des Restpankreas. Die MRT mit MRCP ist die am besten geeignete Methode zur Darstellung der Gangsysteme und der Anastomosen. Die narbige Fibrosierung ist von einer Gangobstruktion durch ein Tumorrezidiv abzugrenzen. Das Lokalrezidiv tritt in einem Drittel der Fälle auf. Die Ausbildung eines infiltrierend wachsenden Weichteilplus in der Pankreasloge, im Bereich der Anastomosen oder um die A. mesenterica superior oder den Truncus coeliacus ist ein typischer Befund (► **Abb. 10**). Neue Lymphknotenvergrößerungen sind ebenfalls suspekt auf ein lymphogenes Rezidiv. Hämatogene Fernmetastasen betreffen vorrangig die Leber und später die Lunge.

### Schlussfolgerung

Das Pankreaskarzinom gehört weltweit zu den Tumoren mit der schlechtesten Prognose und nur wenige Patienten sind bei Diagnosestellung chirurgisch mit kurativem Ansatz behandelbar. Die großen pankreaschirurgischen Eingriffe sind weiterhin mit einer

hohen Morbidität verbunden [18], wobei ein frühes Erkennen von etwaigen Komplikationen und Einbeziehung interventionell-radiologischer Möglichkeiten entscheidend für ein zielgerichtetes Komplikationsmanagement ist [3, 4]. Die Bildgebung ist ein wichtiger Bestandteil der postoperativen Bewertung von Komplikationen nach Pankreasresektion. Die CT ist aufgrund der schnellen Untersuchung, der guten Raum- und Kontrastauflösung weiterhin die wichtigste und beste Methode insbesondere zur früh postoperativen Bildgebung und hilft auf potenziell lebensgefährliche Komplikationen schnell, sicher und erfolgreich zu reagieren. Der befundende Radiologe muss die postoperative Anatomie, normale postoperative Befunde und die Manifestation von typischen Komplikationen kennen. Viele Befunde in der Bildgebung sind dabei im klinischen Kontext und in Kenntnis der Labordiagnostik, insbesondere bei der Abklärung einer Anastomoseninsuffizienz, zu interpretieren. Daher ist eine enge Zusammenarbeit von Radiologie und Viszeralmedizin ausschlaggebend für ein gutes Management. Bei persistierenden Fisteln oder Abszessen – ebenso wie bei Blutungskomplikationen – zeichnen sich die interventionell radiologischen Behandlungsmöglichkeiten durch eine hohe Effizienz bei geringen Komplikationen aus.

### Interessenkonflikt

Die Autorinnen/Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

### Danksagung

Die Autoren danken Frau Maike Venhofen für die Erstellung der ► **Abb. 1**.

### Literatur

- [1] Keim V, Klar E, Poll M et al. Postoperative Care Following Pancreatic Surgery. Dtsch Ärzteblatt Int 2009; 106: 789–794. doi:10.3238/arztebl.2009.0789
- [2] Seufferlein T, Mayerle J, Böck S et al. S3-Leitlinie zum exokrinen Pankreaskarzinom – Kurzversion 2.0 – Dezember 2021, AWMF-Registernummer: 032/010OL. Z Gastroenterol 2022; 60: 991–1037. doi:10.1055/a-1771-6811



- [3] Nimptsch U, Krautz C, Weber GF et al. Nationwide In-hospital Mortality Following Pancreatic Surgery in Germany is Higher than Anticipated. *Ann Surg* 2016; 264: 1082–1090. doi:10.1097/sla.0000000000001693
- [4] Krautz C, Nimptsch U, Weber GF et al. Effect of Hospital Volume on In-hospital Morbidity and Mortality Following Pancreatic Surgery in Germany. *Ann Surg* 2018; 267: 411–417. doi:10.1097/sla.0000000000002248
- [5] Alsfasser G, Leicht H, Günster C et al. Volume – outcome relationship in pancreatic surgery. *Br J Surg* 2016; 103: 136–143. doi:10.1002/bjs.9958
- [6] Mischinger H-J, Werkgartner G, Kornprat P et al. Komplikationen in der Pankreaschirurgie. *Wiener Klinisches Mag* 2018; 21: 98–107. doi:10.1007/s00740-018-0226-1
- [7] Bassi C, Dervenis C, Butturini G et al. Postoperative pancreatic fistula: an international study group (ISGPF) definition. *Surgery* 2005; 138: 8–13. doi:10.1016/j.surg.2005.05.001
- [8] Karim SAM, Abdulla KS, Abdulkarim QH et al. The outcomes and complications of pancreaticoduodenectomy (Whipple procedure): Cross sectional study. *Int J Surg* 2018; 52: 383–387. doi:10.1016/j.ijso.2018.01.041
- [9] Lermite E, Sommacale D, Piardi T et al. Complications after pancreatic resection: diagnosis, prevention and management. *Clin Res Hepatol Gastroenterol* 2013; 37: 230–239. doi:10.1016/j.clinre.2013.01.003
- [10] Mortelé KJ, Lemmerling M, Hemptinne B de et al. Postoperative findings following the Whipple procedure: determination of prevalence and morphologic abdominal CT features. *Eur Radiol* 2000; 10: 123–128. doi:10.1007/s003300050017
- [11] Yamauchi FI, Ortega CD, Blasbalg R et al. Multidetector CT Evaluation of the Postoperative Pancreas. *Radiographics* 2012; 32: 743–764. doi:10.1148/rg.323105121
- [12] Chincarini M, Zamboni GA, Mucelli RP. Major pancreatic resections: normal postoperative findings and complications. *Insights Imaging* 2018; 9: 173–187. doi:10.1007/s13244-018-0595-4
- [13] Hüttner FJ, Fitzmaurice C, Schwarzer G et al. Pylorus-preserving pancreaticoduodenectomy (pp Whipple) versus pancreaticoduodenectomy (classic Whipple) for surgical treatment of periampullary and pancreatic carcinoma. *Cochrane Database Syst Rev* 2016; 2016: CD006053. doi:10.1002/14651858.cd006053.pub6
- [14] Fahlbusch T, Luu AM, Höhn P et al. Impact of pylorus preservation on delayed gastric emptying after pancreaticoduodenectomy—analysis of 5,000 patients based on the German StuDoQ|Pancreas-Registry. *Gland Surg* 2022; 0: 0–0. doi:10.21037/gs-21-645
- [15] Klinkenbijl JHG, Schelling GP van der, Hop WCJ et al. The Advantages of Pylorus-preserving Pancreatoduodenectomy in Malignant Disease of the Pancreas and Periampullary Region. *Ann Surg* 1992; 216: 142–145. doi:10.1097/00000658-199208000-00004
- [16] Diener MK, Knaebel H-P, Heukauffer C et al. A Systematic Review and Meta-analysis of Pylorus-preserving Versus Classical Pancreaticoduodenectomy for Surgical Treatment of Periampullary and Pancreatic Carcinoma. *Ann Surg* 2007; 245: 187–200. doi:10.1097/01.sla.0000242711.74502.a9
- [17] Guerrini GP, Soliani P, D’Amico G et al. Pancreaticojejunostomy Versus Pancreaticogastrostomy After Pancreaticoduodenectomy: An Up-to-date Meta-Analysis. *J Invest Surg* 2016; 29: 175–184. doi:10.3109/08941939.2015.1093047
- [18] Keck T, Wellner UF, Bahra M et al. Pancreatogastrostomy Versus Pancreaticojejunostomy for REConstruction After PANCreatoduodenectomy (RECOpanC, DRKS 00000767). *Ann Surg* 2016; 263: 440–449. doi:10.1097/sla.0000000000001240
- [19] Mejia A, Shah J, Vivian E et al. Outcomes in patients with pancreatic ductal adenocarcinoma (PDAC) undergoing robotic (RPD) or open pancreaticoduodenectomies (OPD): a propensity score-weighted survival analysis. *J Robot Surg* 2023; 17: 1085–1096. doi:10.1007/s11701-022-01510-w
- [20] Peng L, Lin S, Li Y et al. Systematic review and meta-analysis of robotic versus open pancreaticoduodenectomy. *Surg Endosc* 2017; 31: 3085–3097. doi:10.1007/s00464-016-5371-2
- [21] Nickel F, Haney CM, Kowalewski KF et al. Laparoscopic Versus Open Pancreaticoduodenectomy: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *Ann Surg* 2020; 271: 54–66. doi:10.1097/sla.0000000000003309
- [22] Pędziwiatr M, Małczak P, Pisarska M et al. Minimally invasive versus open pancreaticoduodenectomy-systematic review and meta-analysis. *Langenbecks Arch Surg* 2017; 402: 841–851. doi:10.1007/s00423-017-1583-8
- [23] Rooij T de, Hilst J van, Santvoort H van et al. Minimally Invasive Versus Open Distal Pancreatectomy (LEOPARD): A Multicenter Patient-blinded Randomized Controlled Trial. *Ann Surg* 2019; 269: 2–9. doi:10.1097/sla.0000000000002979
- [24] Raman SP, Horton KM, Cameron JL et al. CT After Pancreaticoduodenectomy: Spectrum of Normal Findings and Complications. *Am J Roentgenol* 2013; 201: 2–13. doi:10.2214/ajr.12.9647
- [25] Khalil JA, Mayo N, Dumitra S et al. Pancreatic fistulae after a pancreaticoduodenectomy: are pancreatico-gastrostomies safer than pancreatico-jejunosomies? An expertise-based trial and propensity-score adjusted analysis. *Hpb* 2014; 16: 1062–1067. doi:10.1111/hpb.12294
- [26] Bassi C, Marchegiani G, Dervenis C et al. The 2016 update of the International Study Group (ISGPS) definition and grading of postoperative pancreatic fistula: 11 Years After. *Surgery* 2017; 161: 584–591. doi:10.1016/j.surg.2016.11.014
- [27] Yoshino J, Ban D, Ogura T et al. The Clinical Implications of Peripancreatic Fluid Collection After Distal Pancreatectomy. *World J Surg* 2019; 43: 2069–2076. doi:10.1007/s00268-019-05009-8
- [28] Yekebas EF, Wolfram L, Cataldegirmen G et al. Postpancreatectomy Hemorrhage – Diagnosis and Treatment. *Ann Surg* 2007; 246: 269–280. doi:10.1097/01.sla.0000262953.77735.db
- [29] Wente MN, Veit JA, Bassi C et al. Postpancreatectomy hemorrhage (PPH): an International Study Group of Pancreatic Surgery (ISGPS) definition. *Surgery* 2007; 142: 20–25. doi:10.1016/j.surg.2007.02.001
- [30] Roulin D, Cerantola Y, Demartines N et al. Systematic review of delayed postoperative hemorrhage after pancreatic resection. *J Gastrointest Surg* 2011; 15: 1055–1062. doi:10.1007/s11605-011-1427-8
- [31] Wolk S, Grützmann R, Rahbari NN et al. Management of clinically relevant postpancreatectomy hemorrhage (PPH) over two decades – A comparative study of 1 450 consecutive patients undergoing pancreatic resection. *Pancreatol* 2017; 17: 943–950. doi:10.1016/j.pan.2017.10.006
- [32] Augustin AM, Fluck F, Bley T et al. Endovascular Therapy of Gastrointestinal Bleeding. *Fortschr Röntgenstr* 2019; 191: 1073–1082. doi:10.1055/a-0891-1116
- [33] Shindo D, Yamamoto A, Amano R et al. The findings of the contrast-enhanced CT and risk factors for hepatic infarction after pancreaticoduodenectomy. *Jpn J Radiol* 2020; 38: 547–552. doi:10.1007/s11604-020-00934-4