



Chirurgische Optionen bei Krankheiten des Pankreas

Giovanni Scotton² · Gerda Kienberger¹ · Filipp Sokolowski¹ · Alexander Jagoditsch¹ · Andreas Shamiyeh¹ · Stefan Stättner^{1,2,3}

¹ Allgemein- und Viszeralchirurgie, Kepler Universitätsklinikum, Linz, Österreich

² Universitäres Leberzentrum, Kepler Universitätsklinikum, Linz, Österreich

³ Medizinische Fakultät, Johannes Kepler Universität Linz, Linz, Österreich

Zusammenfassung

Aufgrund der Komplexität der Eingriffe und der hohen Komplikationsrate ist die Pankreaschirurgie eines der anspruchsvollsten Gebiete der Viszeralchirurgie. Dieser Artikel bietet einen umfassenden Überblick über aktuelle chirurgische Techniken, einschließlich der Pankreatikoduodenektomie und der linksseitigen und totalen Pankreatektomie, mit besonderem Fokus auf deren Indikationen, Vorteile und Risiken. Der Einsatz minimal-invasiver Verfahren, wie der laparoskopischen und robotergestützten Chirurgie, verändert das Fachgebiet nachhaltig. Diese Techniken bieten unter Wahrung der onkologischen Sicherheit potenzielle Vorteile wie kürzere Krankenhausaufenthalte und schnellere Erholung. Dennoch bleiben postoperative Komplikationen, wie Pankreasfisteln, Blutungen und verzögerte Magenentleerung, weiterhin große Herausforderungen. Ein interdisziplinärer Ansatz unter Einbeziehung der Chirurgie, Onkologie, Radiologie und Intensivmedizin spielt eine entscheidende Rolle bei der Verbesserung der Behandlungsergebnisse. Fortschritte in der chirurgischen Planung und intraoperativen Navigation sowie molekulare Profilierung und zielgerichtete Therapien eröffnen vielversprechende Möglichkeiten für maßgeschneiderte Behandlungsstrategien. Darüber hinaus tragen optimierte Recovery-Protokolle zur Verbesserung der postoperativen Versorgung bei, reduzieren die Morbidität und steigern die Lebensqualität der Patienten. Mit fortschreitender Forschung werden weitere Innovationen in der Pankreaschirurgie erwartet, die die chirurgischen Techniken weiter verfeinern, Komplikationen minimieren und die Langzeitüberlebensraten verbessern werden.

Schlüsselwörter

Pankreaschirurgie · Pankreatikoduodenektomie · Linksseitige Pankreatektomie · Chronische Pankreatitis · Minimal-invasive Pankreaschirurgie

Einführung

Die Pankreaschirurgie zählt zu den komplexesten und technisch anspruchsvollsten Disziplinen in der Viszeralchirurgie. Sie wird sowohl bei malignen als auch benignen Indikationen angewandt, einschließlich des pankreatischen duktales Adenokarzinoms (PDAC), neuroendokriner Tumoren, zystischer Neoplasien und chronischer Pankreatitis. In den letzten Jahrzehnten hat sich dieses Fachgebiet erheblich weiterentwickelt, was vor allem auf verbesserte operative Techniken, eine optimierte perioperative Betreuung und ein

fortgeschrittenes Management von Komplikationen zurückzuführen ist [1]. Angesichts der kritischen anatomischen Lage des Pankreas, seiner Nähe zu bedeutenden Gefäßstrukturen sowie seiner zentralen Rolle in endokrinen und exokrinen Funktionen bleibt die Inzidenz von postoperativer Mortalität und Morbidität hoch. Trotzdem konnte die perioperative Mortalität in spezialisierten Zentren in den letzten Jahrzehnten auf weniger als 5% gesenkt werden [2, 3]. Die postoperative Morbidität konnte zwar verringert werden, bleibt jedoch mit etwa 50–70% hoch [3]. Zu den häufigsten Komplikationen zählen



QR-Code scannen & Beitrag online lesen

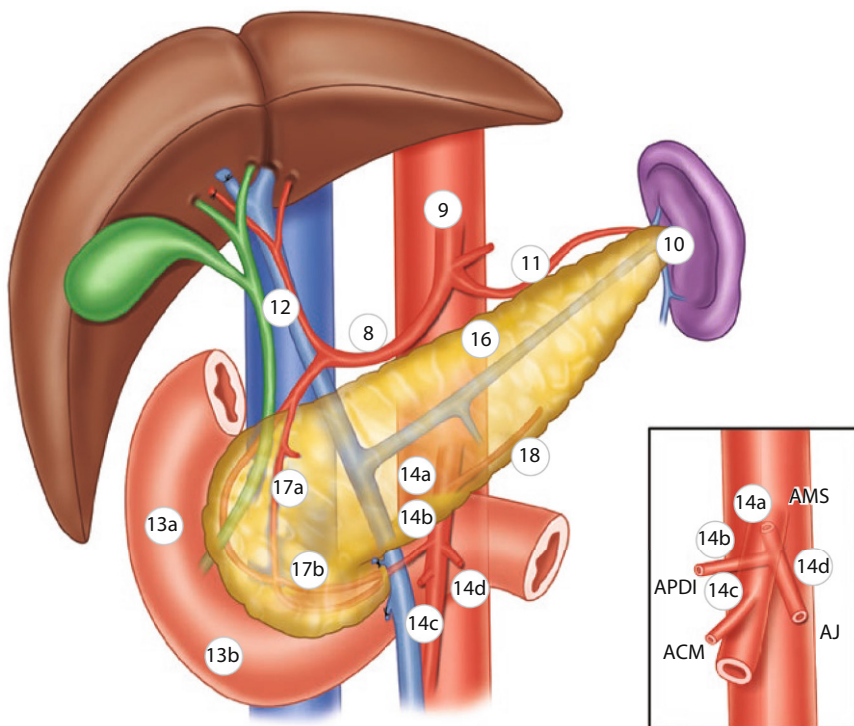


Abb. 1 ▲ Anatomische Lymphknotenstationen gemäß Japan Classification System (JPS). (Wiedergegeben von [15]; © 2010 Sun et al.; „licensee“ BioMed Central Ltd. [http://creativecommons.org/licenses/by/2.0])

die postoperative Pankreasfistel (POPF), die verzögerte Magenentleerung und die postoperative Blutung, die meist mit POPF assoziiert ist.

Fortschritte, wie die Einführung von ERAS-Protokollen, die Anwendung minimal-invasiver Techniken sowie verbesserte Anästhesieverfahren, haben die Sicherheit der Pankreaschirurgie erhöht und ermöglichen nun auch komplexere Eingriffe, wie etwa multiviszerales und vaskuläre Resektionen, mit vielversprechenden Ergebnissen bei gut ausgewählten Patienten [4]. Diese Entwicklungen sind eng mit Fortschritten im Komplikationsmanagement verbunden, insbesondere durch interventionell-radiologische Therapien [5]. Der Bedarf an ungeplanten Operationen wurde dadurch erheblich reduziert, was zu einer Verbesserung der chirurgischen Ergebnisse führt. Studien zeigen, dass Patienten, die in Zentren mit hoher Fallzahl behandelt werden, aufgrund erfahrener chirurgischer Teams und standardisierter postoperativer Betreuungskonzepte signifikant bessere Ergebnisse erzielen [6].

Dieser Artikel beleuchtet die neuesten Entwicklungen in der pankreatischen Chirurgie und widmet sich dabei aktuel-

len Techniken, roboterassistierten Ansätzen, der postoperativen Betreuung und möglichen zukünftigen Entwicklungen.

Indikationen für die Chirurgie und Patientenauswahl

Das Pankreaskarzinom stellt eine der häufigsten Indikationen für die Pankreaschirurgie dar und gehört zu den hochaggressiven Malignomen mit schlechter Prognose, die vor allem auf die späte Diagnosestellung und die begrenzte Wirksamkeit aktueller onkologischer Behandlungen zurückzuführen ist [7]. Das Pankreaskarzinom infiltriert häufig benachbarte Gefäßstrukturen und wird je nach Ausmaß der Gefäßbeteiligung als „borderline resectable“ (BR-PDAC) oder „locally advanced“ (LA-PDAC) klassifiziert [8]. Ein chirurgischer Eingriff wird für Patienten mit resezierbarem oder BR-PDAC in Erwägung gezogen, während Patienten mit LA-PDAC oder metastasierter Erkrankung in der Regel mit systemischen Therapien behandelt werden.

Die chirurgische Behandlung intraduktaler papillär-muzinöser Neoplasien (IPMN) und anderer zystischer Pankreasneoplasien wird in symptomatischen

Fällen oder bei Vorliegen bestimmter radiologischer Merkmale („high risk“ und „worrisome features“) empfohlen, anhand derer das Risiko einer malignen Transformation abgeschätzt werden kann [9, 10].

Aktuelle Evidenz spricht für eine chirurgische Resektion aller funktionellen pankreatischen neuroendokrinen Tumoren (pNET), nichtfunktioneller pNET mit einer Größe über 2 cm sowie bei ausgewählten Fällen metastasierter Erkrankungen. Für nichtfunktionelle pNET unter 1 cm kann eine beobachtende Vorgehensweise indiziert sein, während für Tumoren zwischen 1 und 2 cm eine individualisierte Entscheidung getroffen werden soll [11].

Die chirurgische Behandlung der chronischen Pankreatitis ist Patienten mit therapieresistenten Schmerzen, Komplikationen, wie Pseudozysten, Gallengangs- oder Duodenalobstruktion, sowie bei Verdacht auf eine maligne Entwicklung vorbehalten [12].

Wichtige chirurgische Verfahren

Pankreatoduodenektomie

Die Pankreatoduodenektomie (PD), auch als Whipple-Operation bekannt, stellt die Standardtherapie für Tumoren des Pankreaskopfs, der periampullären Region und des distalen Gallengangs dar. Es werden der Pankreaskopf, das Duodenum, die Gallenblase, der Gallengang, das antrale Magensegment und der Pylorus entfernt. Traverso und Longmire entwickelten eine modifizierte pyloruserhaltende PD (PP-PD), wodurch die physiologische Magenfunktion weitgehend bewahrt wird [1].

Die pankreatoenterische Anastomose ist ein entscheidender Schritt des Eingriffs. Eine der häufigsten Techniken hierfür ist die Pankreatojejunostomie, die als End-zu-Seit-Anastomose entweder mittels Pankreasgang-zu-Mukosa- („duct to mucosa“) oder Invaginationstechnik durchgeführt werden kann. Eine alternative Methode ist die Pankreatogastrostomie.

Die PD mit standardisierter Lymphadenektomie (Entfernung der Lymphknotenstationen 5, 6, 8a, 12b-c, 13a-b, 14a-b und 17a-b) wird derzeit empfohlen (■ Abb. 1; [13]). Eine erweiterte Lymphknotendissektion führt nicht zu einem

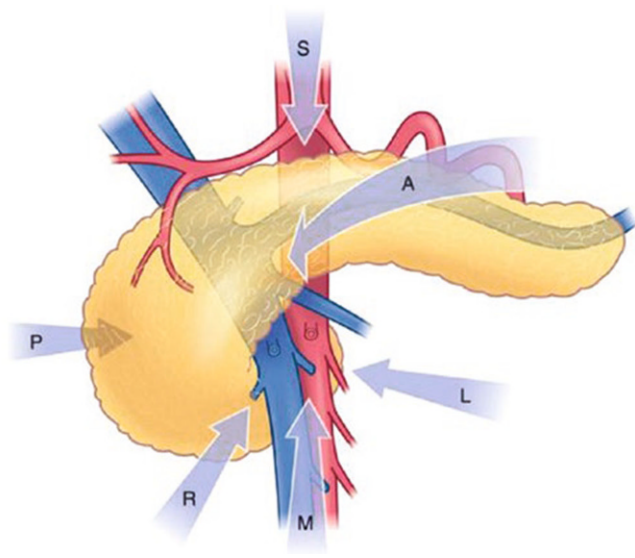


Abb. 2 ◀ Die 6 Zugangswege zur Arteria mesenterica superior (AMS). S superior, A anterior, P posterior, L links posterior, R rechts/medial, M mesenterial. (Wiedergegeben aus [18]; mit Genehmigung von John Wiley & Sons; © 2018 BJS Society Ltd publiziert von John Wiley & Sons Ltd)

signifikanten Überlebensvorteil, erhöht jedoch die Operationszeit und potenziell den intraoperativen Blutverlust sowie das Risiko von Lymphfisteln [14].

Die moderne Chirurgie des Pankreasarkarzinoms setzt auf fortschrittliche gefäßorientierte Techniken, um die Resektionsergebnisse zu verbessern, die Resektabilität zu erweitern, die R0-Resektionsrate zu erhöhen und lokale Rezidive zu minimieren.

Bei der konventionellen PD wird eine Infiltration der Arteria mesenterica superior (AMS) in der Regel durch die Dissektion der retroportalen Lamina nach Durchtrennung des Pankreashalses erkannt. Dieser retroperitoneale Resektionsrand stellt häufig eine Einschränkung der chirurgischen Resektabilität dar. Die *Artery-first-Technik* ermöglicht eine frühzeitige Beurteilung der AMS-Beteiligung und hilft, die Resektabilität in einer frühen Phase des Eingriffs zu bestimmen, bevor unumkehrbare Schritte unternommen werden. Die AMS kann aus verschiedenen Richtungen freigelegt werden, wobei mindestens 6 verschiedene Zugangswege beschrieben sind (Abb. 2; [16, 17]). Diese Technik könnte mit einem geringeren intraoperativen Blutverlust durch frühzeitige Durchtrennung der Arteria pancreaticoduodenalis inferior und möglicherweise mit einer höheren R0-Resektionsrate assoziiert sein [18].

Mit der zunehmenden Anwendung neoadjuvanter Therapien bei lokal fortgeschrittenen Tumoren haben sich auch

chirurgische Strategien weiterentwickelt, um regressive oder stabile Tumoren zu behandeln. Die *Dreiecksoperation* ist eine radikale Resektionsmethode, bei der das gesamte Weichgewebe (manchmal auch als Mesopankreas bezeichnet) im anatomischen Dreieck zwischen der AMS, dem Truncus coeliacus und der Pfortader entfernt wird. Dies ermöglicht eine umfassende Lymphadenektomie und eine vollständige Entfernung des Weichgewebes [19]. Ziel ist es, dadurch die Rate der Lokalrezidive, die in bis zu 30% der Fälle auftreten, zu reduzieren.

Linksseitige Pankreatektomie

Die linksseitige Pankreatektomie (LP) gilt als weniger komplex als die PD, da keine Rekonstruktion erforderlich ist, was zu einer geringeren perioperativen Morbidität und Mortalität führt. Der Terminus distale Pankreatektomie sollte nach internationalem Konsensus durch linksseitige Pankreatektomie ersetzt werden [20]. Die Hauptkomplikation, die Pankreasfistel, ist in der Regel nicht lebensbedrohlich (Mortalität < 1%). Diese Aspekte haben zur Einführung der minimal-invasiven LP (MILP) beigetragen, die in der chirurgischen Gemeinschaft weitgehend akzeptiert wurde [21].

Bei der Operation wird der linksseitige Teil des Pankreas entfernt, häufig zusammen mit einer Splenektomie. Die Vena lienalis sollte peripher der Konfluenz mit der Vena mesenterica inferior durchtrennt werden. Die Durchtrennung des Pankreas-

halses stellt einen entscheidenden Schritt dar, die gewählte Technik beeinflusst möglicherweise die POPF-Rate. Die effektivste und sicherste Durchtrennungstechnik (z. B. lineares Klammernahtgerät vs. Durchtrennung mit Ultraschalldissektor) bleibt jedoch unklar [22].

Die Lymphadenektomie umfasst die Entnahme von Lymphknoten aus dem Milzhilus, entlang der Arteria lienalis (10, 11p, 11d) und des unteren Pankreasrands ([19]; Abb. 1). Bei proximalen Tumoren werden zusätzlich Lymphknoten an der Arteria hepatica communis, dem Truncus coeliacus und der Arteria mesenterica superior [8, 9, 14] entfernt, die Frage nach dem onkologischen Vorteil der begleitenden Splenektomie ist wissenschaftlich nicht eindeutig erwiesen und wird derzeit in einer multizentrischen europäischen Studie überprüft (SPLENDID Trial).

In den letzten Jahrzehnten wurden bedeutende Fortschritte zur Verbesserung der onkologischen Ergebnisse erzielt. Zu den neueren Entwicklungen gehören die Techniken der radikalen anterograden modularen Pankreatosplenektomie (RAMPS) und der linksseitigen Pankreatektomie mit Truncus-coeliacus-Resektion (DP-CAR). Die RAMPS-Technik zielt darauf ab, negative Resektionsränder im posterioren Kompartiment und eine vollständige Lymphknotenentfernung zu gewährleisten [23]. Dabei wird ein „No-touch“-Zugang für große Blutgefäße verfolgt, wobei die Dissektion je nach Tumorlage und -ausdehnung variiert. Sie erfolgt in mehreren Ebenen: Die anteriore RAMPS umfasst die Gerota-Faszie und das prärenale Fettgewebe, während die posteriore RAMPS sich bis zur linken Nebenniere und dem retroperitonealen Fettgewebe erstreckt [24].

RAMPS bietet Vorteile wie reduzierte intraoperative Blutungen durch frühe zentrale Gefäßligatur, höhere R0-Resektionsraten, eine größere Anzahl entnommener Lymphknoten und geringere lokale Rezidivraten. Signifikante Unterschiede im Gesamtüberleben oder krankheitsfreien Überleben wurden allerdings nicht beobachtet [21].

Die linksseitige Pankreatektomie mit Resektion des Truncus coeliacus (DP-CAR) hat sich als therapeutische Option für ausgewählte Patienten mit lokal fortgeschrittenem Pankreasarkarzinom mit isolierter Be-

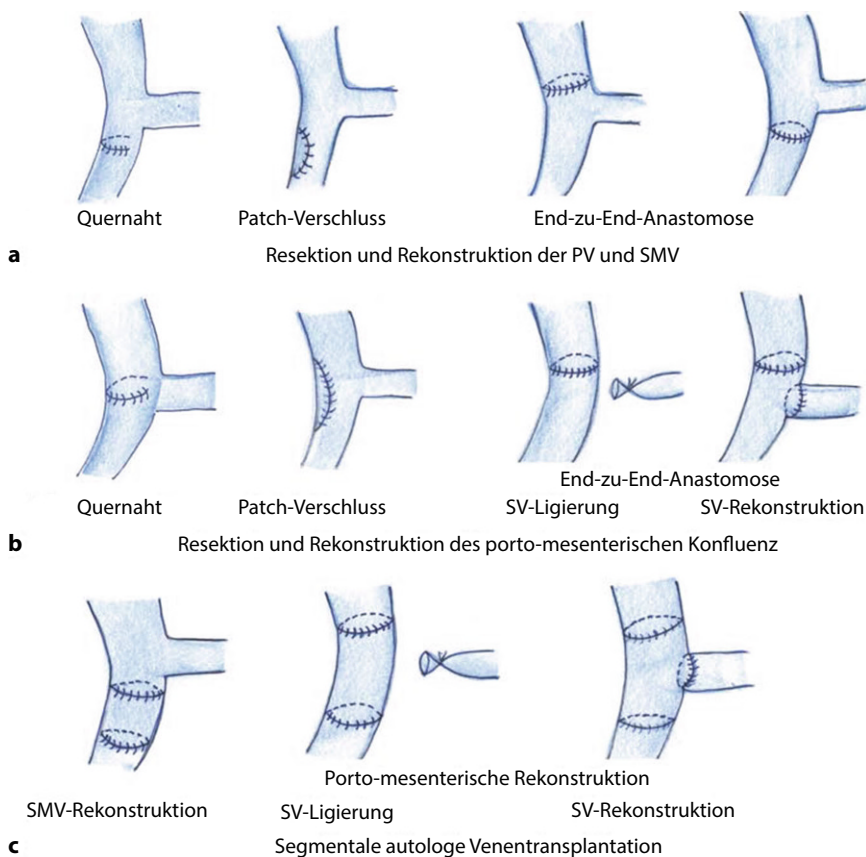


Abb. 3 ▲ Rekonstruktionstechniken der Pfortader und des porto-mesenterischen Konfluenz. (Übersetzt aus [35]; © 2010, Springer Science Business Media, LLC)

teilung des Truncus coeliacus etabliert. Als Modifikation der Appleby-Technik umfasst DP-CAR die Resektion des Pankreas und des Truncus coeliacus unter Erhaltung der Leber- und Magenperfusion durch retrograden arteriellen Fluss über die AMS. Die besten Überlebensvorteile werden erzielt, wenn DP-CAR mit einer neoadjuvanten Chemotherapie kombiniert wird [25]. Allerdings ist DP-CAR mit einer hohen Morbidität (50–80%) und Mortalität (3,5–17%) verbunden, hauptsächlich aufgrund von Leber- und Magenischämie [26].

Totale Pankreatektomie

Die totale Pankreatektomie (TP) umfasst die vollständige Entfernung der Bauchspeicheldrüse sowie des Duodenums, der Gallenblase, und fakultativ eines Teils des Magens und in vielen Fällen der Milz. Die Kontinuität des Verdauungstrakts wird durch eine Hepatikojejunostomie und Duodeno- oder Gastrojejunostomie wiederhergestellt.

Die Indikation zur TP ist aufgrund der hohen perioperativen Morbidität, eines schwer zu behandelnden Diabetes und exokriner Insuffizienz, die eine lebenslange externe Insulintherapie und Pankreasenzymersatz erfordert, zurückgegangen [27]. Fortschritte in chirurgischen Techniken und der metabolischen Behandlung haben jedoch zu einer Neubewertung geführt. Das Verfahren ist für Patienten mit multifokalem PDAC oder Tumoren am Pankreashals geeignet [28]. Weitere Indikationen sind hochgradige Dysplasien, die die gesamte Drüse betreffen (MD-IPMN), oder Patienten mit hohem Risiko für POPF (weiche Bauchspeicheldrüse, kleiner Hauptpankreasgang, erheblicher Fettgewebsanteil). In solchen Hochrisikofällen kann die TP als Alternative zur PD vorgeschlagen werden [29]. Bei Patienten mit lokal fortgeschrittenem Pankreaskarzinom ist die TP manchmal notwendig, insbesondere bei Eingriffen, die eine arterielle Resektion umfassen oder eine signifikante Atrophie der Cauda

aufweisen. In solchen Fällen verringert die Beseitigung des POPF-Risikos lebensbedrohliche Komplikationen wie die Bildung von Pseudoaneurysmen und konsekutiven Blutungen [30].

Die Inzellautotransplantation (IAT) bietet eine vielversprechende Lösung, um die metabolischen Auswirkungen der TP zu mildern, wurde jedoch bisher oft nur bei chronischer Pankreatitis angewendet. Einige neuere Ansätze haben die Indikationen auf ein breiteres Spektrum von sowohl malignen als auch benignen Pankreaserkrankungen ausgeweitet, retrospektive Untersuchungen konnten zeigen, dass die IAT kein erhöhtes Risiko für ein Rezidiv oder Metastasen bei Patienten mit malignen Neoplasien darstellt [31].

Eine große Herausforderung der TP ist die venöse Stauung des Magens, die die Morbidität und Mortalität erhöht, insbesondere nach Splenektomie und Resektion der Vena gastrica sinistra. Die Erhaltung oder Rekonstruktion des venösen Magenabflusses ist daher entscheidend für die Verringerung dieser gefürchteten Komplikation [32].

Vaskuläre Resektion und Rekonstruktion

Venöse Resektion

Etwa zwei Drittel der Patienten mit nicht-metastasiertem Pankreaskarzinom weisen eine ausgeprägte vaskuläre Beteiligung auf. Im Fall einer Beteiligung der portomesenterischen Venen (PMV) sind venöse Resektionen in Zentren mit hohen Fallzahlen zu einem Standardverfahren geworden. Basierend auf der Tumorage und dem Ausmaß der Resektion wurden von der ISGPS 4 verschiedene Arten der venösen Rekonstruktion definiert: Typ 1 – tangentielle Resektion mit primärem Verschluss, Typ 2 – tangentielle Resektion mit Patchrekonstruktion, Typ 3 – segmentale Resektion mit End-zu-End-Rekonstruktion und Typ 4 – segmentale Resektion mit Interponatrekonstruktion (Abb. 3; [33]). Bei Patienten mit einer PMV-Beteiligung $\leq 180^\circ$ beeinflusst der Typ der venösen Resektion (tangential vs. segmental) die chirurgischen und onkologischen Ergebnisse nicht. Dies ermöglicht

die Auswahl des PMV-Resektionstyps basierend auf der Präferenz des Chirurgen [34].

Viele Studien haben die Durchführbarkeit und Sicherheit der venösen Resektion während der PD für PDAC bestätigt; jedoch sind Daten zur Langzeitüberlebensrate in diesem Bereich noch begrenzt [36]. Da venöse Resektionen typischerweise bei Patienten mit fortgeschritteneren Tumoren durchgeführt werden, sind sie mit niedrigeren R0-Resektionsraten, höherer Lymphknotenbeteiligung und potenziell schlechteren Überlebensraten verbunden. Die Ergänzung einer neoadjuvanten Chemotherapie hat gezeigt, dass die pathologischen Ergebnisse und Überlebensraten der PD mit PMV-Resektion im Vergleich zu einer alleinigen Operation verbessert wurden [37]. Aktuelle Empfehlungen deuten darauf hin, dass eine minimale PMV-Beteiligung eine venöse Resektion rechtfertigt, insbesondere bei Patienten in gutem Gesundheitszustand und bei erreichbarer R0-Resektion [33].

Arterielle Resektion

Die Resektion großer Arterien (Leberarterie, AMS, Truncus coeliacus) aufgrund direkter Tumorf infiltration oder perivaskulärer Umscheidung wurde historisch mit schlechten Kurz- und Langzeitergebnissen in Verbindung gebracht. Neue groß angelegte Studien deuten jedoch darauf hin, dass durch Erfahrung, geeignete Fallauswahl und einen multimodalen Behandlungsansatz gute onkologische Ergebnisse erzielt werden können [38].

Eine neoadjuvante Chemotherapie (NAT) bei Patienten mit BR-PDAC kann das Ergebnis im Vergleich zur sofortigen Operation verbessern, sodass die Ergebnisse mit jenen von Patienten mit primär resektablen Tumoren vergleichbar sind [39]. Patienten mit BR-PDAC oder LA-PDAC, die während der NAT keine Progression zeigen, sollten für eine chirurgische Exploration und möglicherweise eine Gefäßresektion in Betracht gezogen werden. Obwohl die vaskuläre Resektion mit einer höheren perioperativen Morbidität verbunden ist, besteht die Chance einer verbesserten 5-Jahres-Überlebensrate von bis zu 25% in Kombination mit NAT [40].

Minimal-invasive Pankreaschirurgie (MIPS)

Die MIPS, einschließlich laparoskopischer und robotergestützter Techniken, ist zu einem wesentlichen Bestandteil der modernen chirurgischen Praxis geworden. Ihr zunehmender Einsatz wird durch klinische Forschung, spezialisierte Ausbildung und positive Studienergebnisse vorangetrieben. Die robotergestützte Chirurgie wird aufgrund der möglichen 3D-Visualisierung, ihrer überlegenen Manövrierbarkeit und einer Zitterschwellenfilterung, die es Chirurgen ermöglichen, technisch komplexere Verfahren durchzuführen, zunehmend bevorzugt [41].

Wissenschaftlich belegt wurde die Überlegenheit der MIPS gegenüber der offenen Chirurgie hauptsächlich für die LP [42–44]. Die postoperative Erholung wird beschleunigt, es kommt zu kürzeren Krankenhausaufenthalten und weniger Blutverlust bei ähnlichen POPF- und Komplikationsraten. Eine robotergestützte radikale linksseitige Pankreatektomie sollte ebenso als alternative Vorgehensweise in Betracht gezogen werden [45]. Eine Studie, die die 3 Operationsverfahren verglich, ergab, dass die Laparoskopie die kürzeste Operationszeit, den geringsten Blutverlust und die schnellste Rekonvaleszenz ergab, während die robotergestützte Chirurgie die längste Operationszeit aufwies. Bei der offenen Chirurgie kam es zum höchsten Blutverlust und zur längsten Erholungszeit. Trotz dieser klinisch relevanten Unterschiede zeigten alle 3 Techniken ähnliche onkologische Ergebnisse und Sicherheitsprofile [46]. Eine Metaanalyse hob die signifikanten Vorteile des robotergestützten Ansatzes gegenüber der laparoskopischen Methode hinsichtlich der niedrigeren Konversionsrate, des reduzierten Blutverlusts und der Milzerhaltung hervor. Darüber hinaus konnten bei der robotergestützten LP mehr Lymphknoten bei vergleichbarer R0-Resektionsrate entfernt werden [47]. In zukünftigen Studien gilt es, diese Vorteile gegen die höheren Kosten abzuwägen.

Trotz anfänglicher vielversprechender Daten und Euphorie, die die minimal-invasive PD unterstützten, bestätigten frühe randomisierte kontrollierte Studien (RCT) zur laparoskopischen PD (LPD) keine signi-

fikanten Vorteile gegenüber der offenen Vorgehensweise [48]. Aus diesem Grund wurde der robotergestützte Ansatz vorgeschlagen, um die Grenzen der LPD zu überwinden. Im Vergleich zur LPD zeigte die robotergestützte PD (RPD) niedrigere Konversionsraten, weniger Bedarf an Bluttransfusionen, kürzere Krankenhausaufenthalte, weniger postoperative Komplikationen und führte zudem zu einer größeren Anzahl entfernter Lymphknoten [49].

Eine kürzlich durchgeführte Metaanalyse von 7 RCT, die MIPD und offene PD verglich, fand keine signifikanten Unterschiede in der Mortalität oder Morbidität. Die R1-Rate war für MIPD nichtsignifikant etwas niedriger. Andere Parameter, wie Operationszeit, Komplikationen und Aufenthaltsdauer, waren vergleichsweise ähnlich. Zusammenfassend lässt sich derzeit sagen, dass MIPD keine überlegenen Ergebnisse gegenüber der offenen PD zeigt und nur marginale kurzfristige Vorteile bietet [50].

Pankreaschirurgie bei chronischer Pankreatitis

Die chronische Pankreatitis ist eine fortschreitende entzündliche Erkrankung der Bauchspeicheldrüse, die zu anhaltenden Schmerzen und funktionellen Beeinträchtigungen, einschließlich exokriner und endokriner Insuffizienz, führt. Während 40–70% der Patienten primär gut auf eine medikamentöse Therapie ansprechen, werden bei einem Großteil im Verlauf der Erkrankung Eingriffe zur langfristigen Schmerzlinderung notwendig. Endoskopische Optionen umfassen Lithotripsie, endoskopische Drainage symptomatischer Pseudozysten und das Einsetzen von Stents bei Verengungen des Pankreas- oder Gallengangs [51]. Diese Verfahren bieten eine vorübergehende Symptomlinderung, erfordern jedoch häufig wiederholte Eingriffe. Wenn die Endoskopie innerhalb von 1–2 Jahren keine zufriedenstellenden Ergebnisse liefert, sollte eine Operation in Betracht gezogen werden, um eine weitere Verschlechterung der Pankreasfunktion zu verhindern [12, 52]. Eine frühzeitige Operation bietet eine bessere langfristige Schmerzlinderung, wie die 8-jährige Nachuntersuchung der niederländischen ESCAPE-Studie erge-

Tab. 1 Gradeinteilung der postoperativen Pankreasfistel (POPF) nach International Study Group on Pancreatic Surgery (ISGPS) aus dem Jahr 2016 und klinisches Management. (Adaptiert von [56])

Grad	Management
Grad A („biochemical leak“)	Drain-Amylase > 3faches des oberen Grenzwertes des aktuellen Serumspiegels
	Keine klinische Relevanz
Grad B	Drainagelage > 3 Wochen
	Änderung des klinischen Managements
	Infektion
	Ohne Organversagen
	Notwendigkeit einer interventionellen Drainage
Grad C	Notwendigkeit zur angiographische Intervention
	Organversagen
	Reoperation
	Tod

ben hat (vollständige Schmerzfreiheit 45 % vs. 20 %, Reinterventionsrate 26 % vs. 44 %; [53]).

Für Patienten mit erweitertem Pankreasgang ohne Beteiligung des Pankreaskopfs wird häufig eine Pankreatikojejunostomie mit einer longitudinalen Gangöffnung und Anastomose an eine Jejunumschlinge (Partington-Rochelle-Verfahren) bevorzugt. Bei Beteiligung des Pankreaskopfs wird in der Regel ein kombiniertes Drainageverfahren mit duodenumerhaltender Pankreaskopfresektion empfohlen (Frey-Verfahren, Beger-Verfahren oder Bern-Modifikation; [54]). Eine PD könnte erforderlich sein, wenn eine *Groove-Pankreatitis* oder der Verdacht auf Malignität im Pankreaskopf vorliegt. LP sind seltener für isolierte Entzündungen, symptomatische Pseudozysten oder vermutete Malignitäten im Pankreaskörper oder -schwanz indiziert. TP ist als Ultima Ratio angezeigt bei therapierefraktärer chronischer Pankreatitis, bei Patienten mit chronischer „*Small-duct*“-Pankreatitis, die nicht auf eine medikamentöse Therapie ansprechen, sowie bei Patienten mit hereditärer Pankreatitis und hohem Krebsrisiko [54].

Die intraportale Inselzellautotransplantation nach TP (TP-IAT) hat aufgrund ihres Potenzials zur Erhaltung der glykämischen Kontrolle zunehmend an Bedeutung gewonnen. Der Erfolg dieses Ansatzes hängt von der Anzahl der transplantierten Inseln ab, was die Wichtigkeit einer frühen Intervention hervorhebt. Neben den metabolischen Vorteilen kommt es durch TP-IAT zu einer exzellenten langfristigen Schmerz-

linderung von bis zu 90 % nach 15 Jahren [55]. Trotz aller Bemühungen, Inselzellen von hoher Qualität zu gewinnen, ist TP-IAT immer noch mit niedrigen Raten endokriner Unabhängigkeit verbunden, da nur 20 % der Patienten nach 10 Jahren insulinunabhängig bleiben [55].

Postoperative Komplikationen und Management

Das Management von Komplikationen nach einer Pankreasoperation erfordert einen interdisziplinären Ansatz, wobei minimal-invasive interventionelle Techniken priorisiert werden und chirurgische Eingriffe nur für schwere oder therapieresistente Fälle vorgesehen sind. Zu den häufigsten Komplikationen zählen postoperative Pankreasfistel (POPF), verzögerte Magenentleerung („*delayed gastric emptying*“, DGE), postoperative Blutungen und intraabdominale Abszesse.

Die POPF ist eine häufige Komplikation, die durch Anastomoseninsuffizienz verursacht wird. Sie wird von der ISGPS in „biochemische“ Fisteln (Grad A) ohne klinische Konsequenzen und „klinisch relevante“ Fisteln (Grad B und Grad C) unterteilt [56]. Eine Grad-B-Fistel erfordert eine Änderung des normalen postoperativen Managements, normalerweise das Belassen oder Setzen perkutaner Drainagen. Eine Grad-C-Fistel erfordert signifikante Maßnahmen im klinischen Management bei potenziell lebensbedrohlicher Situation (■ Tab. 1). Konservative Maßnahmen, einschließlich perkutaner Drainage, sind in mehr als 85 % der Fälle erfolg-

reich, eine rasche Diagnostik ist jedenfalls immer angezeigt [3]. Eine Operation ist nur in Fällen mit unkontrollierbarer Sepsis oder interventionell nicht beherrschbarer Blutung indiziert.

DGE ist nach PD häufig. Sie wird konservativ mit nasogastraler Dekompression, prokinetischen Medikamenten und parenteraler Ernährungsunterstützung behandelt [57]. Postoperative Blutungen können aufgrund von arterieller Arrosion meist fistelassoziiert oder als Anastomosenblutungen auftreten. Das Management von Blutungen verlagert sich zunehmend auf nichtoperative Interventionen. Die arterielle Embolisation gilt als bevorzugter Ansatz bei arteriellen Blutungen. Eine Operation ist indiziert bei hämodynamischer Instabilität oder Versagen der Embolisation [5]. Intraabdominale Abszesse entstehen sekundär durch Anastomoseninsuffizienz oder auf Basis von Flüssigkeitsansammlungen oder Lymphozelen. Die perkutane Drainage ist hier die Behandlungsmaßnahme der ersten Wahl. Ein chirurgischer Eingriff wird in Erwägung gezogen, wenn die Drainage nicht möglich ist oder wenn Anzeichen einer generalisierten Peritonitis vorliegen [5].

ERAS in der Pankreaschirurgie

Enhanced-recovery-after-surgery (ERAS)-Protokolle in der Pankreaschirurgie, insbesondere bei der PD, haben signifikante Vorteile für postoperative Outcomes, die Rekonvaleszenz und auf postoperative Komplikationen gezeigt. ERAS-Protokolle zielen darauf ab, die perioperative Versorgung durch einen multimodalen Ansatz zu optimieren. Dazu gehören präoperative Beratung, Ernährungsoptimierung, standardisierte Anästhesie- und Analgesiestrategien, frühe Mobilisation und sofortige Einleitung der oralen Nahrungsaufnahme [58]. Studien haben gezeigt, dass ERAS-Protokolle zu weniger postoperativen Komplikationen und kürzeren Krankenhausaufenthalten führen [59, 60].

Wichtige Themen, die in ERAS-Protokollen empfohlen werden, umfassen die folgenden prä-, intra- und postoperativen Aspekte: Eine präoperative biliäre Drainage wird nicht routinemäßig empfohlen, ist jedoch bei schwerem Ikterus (Bilirubin > 15 mg/dl), Cholangitis oder neoadjuvan-

ter Chemotherapie indiziert. Endoskopische Metallstents werden gegenüber perkutanen Drainagen bevorzugt. Eine frühe Entfernung der intraabdominalen Drainage (innerhalb von 72 h) wird für Patienten mit geringem Fistelrisiko empfohlen, um relevante POPF zu minimieren, die fast 20 % der Patienten betreffen. Das routinemäßige Einsetzen einer nasogastralen Sonde soll unterbleiben, um das Risiko des DGE zu reduzieren. Eine Ernährungsunterstützung ist besonders wichtig für unterernährte Pankreaskrebspatienten. Die frühzeitige orale Ernährung wird empfohlen, um die Integrität des Darms aufrechtzuerhalten und die Erholung zu unterstützen. Das Schmerzmanagement basiert auf multimodalen Strategien, wobei die thorakale epidurale Analgesie und regionale Techniken den Opioiden vorgezogen werden sollten [57, 58].

Lehre und Ausbildung

Angesichts der Komplexität pankreaschirurgischer Eingriffe, insbesondere der PD und minimal-invasiver Pankreaschirurgie, ist eine angemessene Ausbildung und Schulung von entscheidender Bedeutung. Eine der größten Herausforderungen in der Ausbildung zur Pankreaschirurgie besteht darin, die Patientensicherheit mit der Einbeziehung von Auszubildenden in Einklang zu bringen. Ein zentrale Bedeutung kommt Zentren mit hohen Fallzahlen zu, die eine optimale Umgebung für die chirurgische Entwicklung durch strukturierte Ausbildung, Mentoring und standardisierte Ansätze bieten sollen [61].

Zukünftige Entwicklungen und Fazit

Die Zukunft der Pankreaschirurgie entwickelt sich rasch, angetrieben durch Fortschritte in der frühzeitigen Diagnosestellung, minimal-invasive Techniken und personalisierte Behandlungsstrategien. Laparoskopische und robotergestützte Verfahren werden voraussichtlich die chirurgische Präzision und die Ergebnisse für Patienten verbessern und gleichzeitig die Erholungszeiten nach Chirurgie verkürzen. Flüssigbiopsien und gewebebasierte molekulare Stratifizierungen werden eine entscheidende Rolle bei der Bestimmung spie-

len, ob Patienten eine primäre Resektion, neoadjuvante Therapie oder zielgerichtete adjuvante Behandlungen erhalten sollen. Künstliche Intelligenz (KI) wird zu einem unverzichtbaren Werkzeug in der Pankreaschirurgie, indem sie Bildgebung, chirurgische Planung und intraoperative Navigation optimiert, um eine bessere Patientenwahl und Präzision zu erreichen. Darüber hinaus werden KI-gesteuerte Algorithmen und individualisierte Managementstrategien dabei helfen, Therapieentscheidungen zu treffen, um die Morbidität zu reduzieren und die Gesamtüberlebensraten zu verbessern. Trotz dieser vielversprechenden Innovationen ist fortlaufende Forschung unerlässlich, um diese Strategien zu optimieren und die wachsende Inzidenz von Pankreaskrebs zu bewältigen. Dieser wird in den kommenden Jahrzehnten voraussichtlich eine der führenden Ursachen für krebsbedingte Todesfälle sein. Ein interdisziplinärer und technologieunterstützter Ansatz wird entscheidend sein, um die chirurgischen Erfolgsraten und die Gesamtüberlebensrate der Patienten zu verbessern.

Korrespondenzadresse

PD Dr. Stefan Stättner
Universitäres Leberzentrum, Kepler
Universitätsklinikum
Med. Campus III, Krankenhausstraße 9,
4021 Linz, Österreich
stefan.staettner@kepleruniklinikum.at

Funding. Open access funding provided by Johannes Kepler University Linz.

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. G. Scotton, G. Kienberger, F. Sokolowski, A. Jagoditsch, A. Shamiyeh und S. Stättner geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Für diesen Beitrag wurden von den Autor/-innen keine Studien an Menschen oder Tieren durchgeführt. Für die aufgeführten Studien gelten die jeweils dort angegebenen ethischen Richtlinien.

Open Access. Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden. Die in diesem Artikel enthaltenen Bilder

und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen. Weitere Details zur Lizenz entnehmen Sie bitte der Lizenzinformation auf <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>.

Literatur

1. Søreide K, Stättner S (Hrsg) (2021) Textbook of pancreatic cancer. Springer, Cham <https://doi.org/10.1007/978-3-030-53786-9>
2. Dusch N, Lietzmann A, Barthels F, Niedergethmann M, Rückert F, Wilhelm TJ (2017) International study group of pancreatic surgery definitions for postpancreatectomy complications: applicability at a high-volume center. *Scand J Surg* 106:216–223. <https://doi.org/10.1177/1457496916680944>
3. Malleo G, Vollmer CM (2016) Postpancreatectomy complications and management. *Surg Clin North Am* 96:1313–1336
4. Ellwanger MP, Ellwanger MP, Jardine MB, Bramucci V, Hammes SAP, Lopes LM, Munhoz ACM (2025) Effectiveness of enhanced recovery after surgery protocol in pancreatic surgery: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *J Gastrointest Surg*. <https://doi.org/10.1016/j.gassur.2024.101939>
5. Mosconi C, Cocozza MA, Piacentino F et al (2022) Interventional radiological management and prevention of complications after pancreatic surgery: drainage, embolization and islet auto-transplantation. *J Clin Med*. <https://doi.org/10.3390/jcm11206005>
6. van der Geest LGM, van Rijssen LB, Molenaar IQ, de Hingh IH, Groot Koerkamp B, Busch ORC, Lemmens VEP, Besselink MGH (2016) Volume-outcome relationships in pancreatoduodenectomy for cancer. *HPB* 18:317–324. <https://doi.org/10.1016/j.hpb.2016.01.515>
7. Siegel RL, Kratzer TB, Giaquinto AN, Sung H, Jemal A Cancer statistics, 2025. *CA Cancer J Clin*. <https://doi.org/10.3322/caac.21871>
8. Basturk O, Cardin DB, Gabriela Chiorean E et al NCCN guidelines version 2.2025 pancreatic adenocarcinoma. <https://www.nccn.org/guidelines/guidelines-detail?category=1&id=1455>
9. Ohtsuka T, Fernandez-del Castillo C, Furukawa T, Hijioka S, Jang JY, Lennon AM, Miyasaka Y, Ohno E, Salvia R, Wolfgang CL, Wood LD (2024) International evidence-based Kyoto guidelines for the management of intraductal papillary mucinous neoplasm of the pancreas. *Pancreatol* 24:255–270
10. Del Chiaro M, Besselink MG, Scholten L et al (2018) European evidence-based guidelines on pancreatic cystic neoplasms. *Gut* 67:789–804
11. Rose BJ, Chair V, Benson AB III et al NCCN guidelines version 5.2024 neuroendocrine and adrenal tumors NCCN guidelines panel disclosures. <https://www.nccn.org/guidelines/guidelines-detail?category=1&id=1455>
12. Kempeneers MA, Issa Y, Ali UA, Baron RD, Besselink MG, Büchler M, Erkan M, Fernandez-Del Castillo C, Isaji S, Izbicki J, Kleeff J, Laukkarinen J, Sheel ARG, Shimosegawa T, Whitcomb DC, Windsor J, Miao Y, Neoptolemos J, Boermeester MA

- (2020) International consensus guidelines for surgery and the timing of intervention in chronic pancreatitis. *Pancreatology* 20:149–157
13. Tol JAMG, Gouma DJ, Bassi C et al (2014) Definition of a standard lymphadenectomy in surgery for pancreatic ductal adenocarcinoma: a consensus statement by the international study group on pancreatic surgery (ISGPS). *Surgery* 156:591–600. <https://doi.org/10.1016/j.surg.2014.06.016>
 14. Vuille-Dit-Bille RN, Staerkle RF, Soll C, Troller R, Muff JL, Choudhury R, Holland-Cunz SG, Grochola LF, Samra JS, Puhan MA, Breitenstein S (2022) Extended versus standard lymph node dissection for pancreatic head and periampullary adenocarcinoma: systematic review. *Br J Surg* 109:E52–E53
 15. Sun W, Leong CN, Zhang Z, Lu JJ (2010) Proposing the lymphatic target volume for elective radiation therapy for pancreatic cancer: a pooled analysis of clinical evidence. *Radiat Oncol* 5:28
 16. Sanjay P, Takaori K, Govil S, Shrikhande SV, Windsor JA (2012) 'Artery-first' approaches to pancreatoduodenectomy. *Br J Surg* 99:1027–1035
 17. Yamamoto J, Kudo H, Kyoden Y, Ajiro Y, Hiyoshi M, Okuno T, Kawasaki H, Nemoto M, Yoshimi F (2021) An anatomical review of various superior mesenteric artery-first approaches during pancreatoduodenectomy for pancreatic cancer. *Surg Today* 51:872–879
 18. Ironside N, Barreto SG, Loveday B, Shrikhande SV, Windsor JA, Pandanaboyana S (2018) Meta-analysis of an artery-first approach versus standard pancreatoduodenectomy on perioperative outcomes and survival. *Br J Surg* 105:628–636
 19. Hackert T, Strobel O, Michalski CW, Mihaljevic AL, Mehrabi A, Müller-Stich B, Berchtold C, Ulrich A, Büchler MW (2017) The TRIANGLE operation—radical surgery after neoadjuvant treatment for advanced pancreatic cancer: a single arm observational study. *HPB* 19:1001–1007. <https://doi.org/10.1016/j.hpb.2017.07.007>
 20. van Ramshorst TME, van Hilst J, Boggi U et al (2024) Standardizing definitions and terminology of left-sided pancreatic resections through an international Delphi consensus. *Br J Surg*. <https://doi.org/10.1093/bjs/znae039>
 21. Bencini L, Minuzzo A (2023) Distal pancreatectomy with or without radical approach, vascular resections and splenectomy: easier does not always mean easy. *World J Gastrointest Surg* 15:1020–1032. <https://doi.org/10.4240/wjgs.v15.i6.1020>
 22. Landoni L, De Pastena M, Fontana M et al (2022) A randomized controlled trial of stapled versus ultrasonic transection in distal pancreatectomy. *Surg Endosc* 36:4033–4041. <https://doi.org/10.1007/s00464-021-08724-3>
 23. Strasberg SM, Drebin JA, Linehan D (2003) Radical antegrade modular pancreateosplenectomy. *Surgery* 133:521–527. <https://doi.org/10.1067/msy.2003.146>
 24. Kwon J, Park Y, Jun E, Lee W, Song KB, Lee JH, Hwang DW, Kim SC (2021) Clinical outcome of ramps for left-sided pancreatic ductal adenocarcinoma: a comparison of anterior ramps versus posterior ramps for patients without peridrenal infiltration. *Biomedicine*. <https://doi.org/10.3390/biomedicine9101291>
 25. Klompmaker S, Boggi U, Hackert T, Salvia R, Weiss M, Yamae H, Zeh HJ, Besselink MG (2018) Distal pancreatectomy with celiac axis resection (DP-CAR) for pancreatic cancer. How I do it. *J Gastrointest Surg* 22:1804–1810. <https://doi.org/10.1007/s11605-018-3894-7>
 26. Klompmaker S, de Rooij T, Korteweg JJ, van Dieren S, van Lienden KP, van Gulik TM, Busch OR, Besselink MG (2016) Systematic review of outcomes after distal pancreatectomy with coeliac axis resection for locally advanced pancreatic cancer. *Br J Surg* 103:941–949
 27. Scholten L, Stoop TF, Del Chiaro M, Busch OR, van Eijck C, Molenaar IQ, de Vries JH, Besselink MG (2019) Systematic review of functional outcome and quality of life after total pancreatectomy. *Br J Surg* 106:1735–1746
 28. Crippa S, Belfiori G, Tamburrino D, Partelli S, Falconi M (2021) Indications to total pancreatectomy for positive neck margin after partial pancreatectomy: a review of a slippery ground. *Updates Surg* 73:1219–1229
 29. Marchegiani G, Perri G, Burelli A, Zoccatelli F, Andrianello S, Luchini C, Donadello K, Bassi C, Salvia R (2022) High-risk pancreatic anastomosis versus total pancreatectomy after pancreatoduodenectomy. *Ann Surg* 276:e905–e913. <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000004840>
 30. Del Chiaro M, Rangelova E, Segersvärd R, Arnelo U (2016) Are there still indications for total pancreatectomy? *Updates Surg* 68:257–263. <https://doi.org/10.1007/s13304-016-0388-6>
 31. Piemonti L, Melzi R, Aleotti F, Capretti G, Nano R, Mercalli A et al (2024) Autologous pancreatic islet cell transplantation following pancreatectomy for pancreas diseases other than chronic pancreatitis: a 15-y study of the Milan protocol. *Transplantation* 108:1962–1975. <https://doi.org/10.1097/TP.0000000000005037>
 32. Stoop TF, von Gohren A, Engstrand J, Sparrelid E, Gilg S, Del Chiaro M, Ghorbani P (2023) Risk factors, management, and outcome of gastric venous congestion after total pancreatectomy: an underestimated complication requiring standardized identification, grading, and management. *Ann Surg Oncol* 30:7700–7711. <https://doi.org/10.1245/s10434-023-13847-z>
 33. Bockhorn M, Uzunoglu FG, Adham M et al (2014) Borderline resectable pancreatic cancer: a consensus statement by the international study group of pancreatic surgery (ISGPS). *Surgery* 155:977–988. <https://doi.org/10.1016/j.surg.2014.02.001>
 34. Stoop TF, Molnár A, Seelen LWF et al (2025) Tangential versus segmental portomesenteric venous resection during pancreatoduodenectomy for pancreatic cancer: an international multicenter cohort study on surgical and oncological outcome. *Ann Surg*. <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000006638>
 35. Nimura Y (2010) Venous resection in pancreatic cancer surgery. *Pancreatic cancer*. Springer, New York, NY https://doi.org/10.1007/978-0-387-77498-5_40
 36. Filho JELP, Tustumi F, Coelho FF, Silveira S, Honório FCC, Henriques AC, Dias AR, Waisberg J, Cruz JN (2021) The impact of venous resection in pancreatoduodenectomy: a systematic review and meta-analysis. *Medicine* 100:E27438
 37. Machairas N, Raptis DA, Velázquez PS et al (2021) The impact of neoadjuvant treatment on survival in patients undergoing pancreatoduodenectomy with concomitant portomesenteric venous resection: an international multicenter analysis. *Ann Surg* 274:721–728. <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000005132>
 38. Rebelo A, Büdeyri I, Heckler M, Partskhashvili J, Ukkat J, Ronellenfiths U, Michalski CW, Kleeff J (2020) Systematic review and meta-analysis of contemporary pancreas surgery with arterial resection. *Langenbecks Arch Surg* 405:903–919. <https://doi.org/10.1007/s00423-020-01972-2>
 39. He J, Lv N, Yang Z, Luo Y, Zhong W, Wu C (2024) Comparing upfront surgery with neoadjuvant treatments in patients with resectable, borderline resectable or locally advanced pancreatic cancer: a systematic review and network meta-analysis of randomized clinical trials. *Int J Surg* 110:3900–3909. <https://doi.org/10.1097/JS9.0000000000001313>
 40. Rangelova E, Wefer A, Persson S, Valente R, Tanaka K, Orsini N, Segersvärd R, Arnelo U, Del Chiaro M (2021) Surgery improves survival after neoadjuvant therapy for borderline and locally advanced pancreatic cancer: a single institution experience. *Ann Surg* 273:579–586. <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000003301>
 41. van Ramshorst TME, van Hilst J, Bannone E et al (2024) International survey on opinions and use of robot-assisted and laparoscopic minimally invasive pancreatic surgery: 5-year follow up. *HPB* 26:63–72. <https://doi.org/10.1016/j.hpb.2023.09.004>
 42. de Rooij T, van Hilst J, van Santvoort H et al (2019) Minimally invasive versus open distal pancreatectomy (LEOPARD): a multicenter patient-blinded randomized controlled trial. *Ann Surg* 269:2–9. <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000002979>
 43. Björnsson B, Larsson AL, Hjalmarsson C, Gasslander T, Sandström P (2020) Comparison of the duration of hospital stay after laparoscopic or open distal pancreatectomy: randomized controlled trial. *Br J Surg* 107:1281–1288. <https://doi.org/10.1002/bjs.11554>
 44. Korrel M, Jones LR, van Hilst J et al (2023) Minimally invasive versus open distal pancreatectomy for resectable pancreatic cancer (DIPLOMA): an international randomised non-inferiority trial. *Lancet Reg Health Eur* 31:100673. <https://doi.org/10.1016/j.lanep.2023.100673>
 45. Hilal AM, van Ramshorst TME, Boggi U et al (2024) The Brescia internationally validated European guidelines on minimally invasive pancreatic surgery (EGUMIPS). *Ann Surg* 279:45–57
 46. Acciuffi S, Hilal MA, Ferrari C, Al-Madhi S, Chouillard MA, Messaoudi N, Croner RS, Gumbs AA (2024) Study international multicentric pancreatic left resections (SIMPLR): does surgical approach matter? *Cancers*. <https://doi.org/10.3390/cancers16051051>
 47. van Ramshorst TME, van Bodegraven EA, Zampedri P, Kasai M, Besselink MG, Abu Hilal M (2023) Robot-assisted versus laparoscopic distal pancreatectomy: a systematic review and meta-analysis including patient subgroups. *Surg Endosc* 37:4131–4143
 48. van Hilst J, de Rooij T, Bosscha K et al (2019) Laparoscopic versus open pancreatoduodenectomy for pancreatic or periampullary tumours (LEOPARD-2): a multicentre, patient-blinded, randomised controlled phase 2/3 trial. *Lancet Gastroenterol Hepatol* 4:199–207. [https://doi.org/10.1016/S2468-1253\(19\)30004-4](https://doi.org/10.1016/S2468-1253(19)30004-4)
 49. Chen R, Xiao C, Song S, Zhu L, Zhang T, Liu R (2024) The optimal choice for patients underwent minimally invasive pancreaticoduodenectomy: a systematic review and meta-analysis including patient subgroups. *Surg Endosc* 38:6237–6253. <https://doi.org/10.1007/s00464-024-11289-6>
 50. Ricci C, D'Ambrav V, Alberici L, Ingaldi C, Minghetti M, Bonini G, Casadei R (2025) Minimal invasive pancreatoduodenectomy: a comprehensive systematic review and meta-analysis of randomized

- controlled clinical trials. *Ann Surg Oncol*. <https://doi.org/10.1245/s10434-025-16990-x>
51. Sheth SG, Machicado JD, Chalhoub JM et al (2024) American society for gastrointestinal endoscopy guideline on the role of endoscopy in the management of chronic pancreatitis: summary and recommendations. *Gastrointest Endosc*. <https://doi.org/10.1016/j.gie.2024.05.016>
 52. Shimizu K, Ito T, Irisawa A, Ohtsuka T, Ohara H, Kanno A, Kida M, Sakagami J, Sata N, Takeyama Y, Tahara J, Hirota M, Fujimori N, Masamune A, Mochida S, Enomoto N, Shimosegawa T, Koike K (2022) Evidence-based clinical practice guidelines for chronic pancreatitis 2021. *J Gastroenterol* 57:709–724
 53. van Veldhuisen CL, Kempeneers MA, de Rijk FEM et al (2024) Dutch pancreatitis study group. Long-term outcomes of early surgery vs endoscopy first in chronic pancreatitis: follow-up analysis of the ESCAPE randomized clinical trial. *JAMA Surg*. <https://doi.org/10.1001/jamasurg.2024.5182>
 54. Dankha R, Sparrelid E, Gilg S, Löhr JM, Ghorbani P (2024) Surgical management of chronic pancreatitis: a narrative review. *United European Gastroenterol J*. <https://doi.org/10.1002/ueg2.12694>
 55. Bellin MD, Beilman GJ, Sutherland DE et al (2019) How durable is total pancreatectomy and Intraportal islet cell transplantation for treatment of chronic pancreatitis? *J Am Coll Surg* 228:329–339. <https://doi.org/10.1016/j.jamcollsurg.2018.12.019>
 56. Bassi C, Marchegiani G, Dervenis C et al (2017) The 2016 update of the international study group (ISGPS) definition and grading of postoperative pancreatic fistula: 11 years after. *Surgery* 161:584–591
 57. Longo F, Panza E, Rocca L et al (2024) Enhanced recovery after surgery (ERAS) in pancreatic surgery: the surgeon's point of view. *J Clin Med*. <https://doi.org/10.3390/jcm13206205>
 58. Melloul E, Lassen K, Roulin D et al (2020) Guidelines for perioperative care for pancreatoduodenectomy: enhanced recovery after surgery (ERAS) recommendations 2019. *World J Surg* 44:2056–2084
 59. Kuemmerli C, Tschuor C, Kasai M et al (2022) Impact of enhanced recovery protocols after pancreatoduodenectomy: meta-analysis. *Br J Surg* 109:256–266

Surgical Options in Diseases of the Pancreas

Pancreatic surgery remains one of the most challenging fields in gastrointestinal surgery due to the complexity of the procedures and the high risk of postoperative complications. This article provides a comprehensive overview of current surgical techniques, including pancreaticoduodenectomy, left-sided and total pancreatectomy, with a focus on their indications, benefits, and risks. The adoption of minimally invasive techniques, including laparoscopic and robotic-assisted approaches, is transforming the field, offering potential benefits such as shorter hospital stays and faster recovery while maintaining oncological safety. However, postoperative complications, including pancreatic fistula, hemorrhage, and delayed gastric emptying, remain significant challenges. The role of a multidisciplinary approach, involving surgeons, oncologists, radiologists, and intensivists, plays a crucial role in improving patient outcomes. Advances in surgical planning and intraoperative navigation, along with molecular profiling and targeted therapies are promising avenues for personalized treatment strategies. Additionally, enhanced recovery protocols are improving postoperative care, reducing morbidity, and enhancing patients' quality of life. As research continues, innovations in pancreatic surgery are expected to refine surgical techniques, minimize complications, and improve long-term survival rates.

Keywords

Pancreas surgery · Pancreaticoduodenectomy · Distal pancreatectomy · Chronic pancreatitis · Minimally invasive pancreatic surgery

60. Takagi K, Yoshida R, Yagi T, Umeda Y, Nobuoka D, Kuise T, Hinotsu S, Matsusaki T, Morimatsu H, Eguchi J, Wada J, Senda M, Fujiwara T (2019) Effect of an enhanced recovery after surgery protocol in patients undergoing pancreaticoduodenectomy: a randomized controlled trial. *Clin Nutr* 38:174–181. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2018.01.002>
61. Perri G, van Hilst J, Li S, Besselink MG, Hogg ME, Marchegiani G (2023) Teaching modern pancreatic surgery: close relationship between centralization, innovation, and dissemination of care. *BJS Open*. <https://doi.org/10.1093/bjsopen/zrad081>

Hinweis des Verlags. Der Verlag bleibt in Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutsadressen neutral.

Hier steht eine Anzeige.

