Journal für
Gastroenterologische und Hepatologische Erkrankungen
Fachzeitschrift für Erkrankungen des Verdauungstraktes

Computertomographie- und Magnetresonanztomographie-Diagnostik in der Gastroenterologie: Leber Gallenblase, Gallenwege und Pankreas

Schima W, Ba-Ssalamah A

Journal für Gastroenterologische und Hepatologische Erkrankungen 2012; 10 (3), 20-28

Homepage:

www.kup.at/gastroenterologie

Online-Datenbank mit Autoren- und Stichwortsuche

Österreichische Gesellschaft für Gastroenterologie und Hepatologie
www.oeggh.at

ÖGGH

Österreichische Gesellschaft für Chirurgische Onkologie
www.aco-asso.at

acoasso
Österreichische Gesellschaft für Chirurgische Onkologie
Austrian Society of Surgical Oncology

Indexed in EMBASE/Compendex, Geobase and Scopus

www.kup.at/gastroenterologie

Member of the DOAJ DIRECTORY OF OPEN ACCESS JOURNALS

Krause & Pachernegg GmbH · VERLAG für MEDIZIN und WIRTSCHAFT · A-3003 Gablitz

P.b.b. 03Z035263M, Verlagspostamt: 3002 Purkersdorf, Erscheinungsort: 3003 Gablitz

Computertomographie- und Magnetresonanztomographie-Diagnostik in der Gastroenterologie: Leber, Gallenblase, Gallenwege und Pankreas

W. Schima[1], A. Ba-Ssalamah[2]

Kurzfassung: Die Multidetektor-Computertomographie (MDCT) und die Magnetresonanztomographie (MRT) haben ihren festen Platz in der Diagnostik gastroenterologischer Erkrankungen. Neueste Techniken in der MRT mit leberspezifischen Kontrastmitteln und diffusionsgewichteter Bildgebung erzielen eine exzellente Sensitivität und Spezifität im Nachweis von Lebertumoren. Die MRT ist der MDCT im Nachweis des hepatozellulären Karzinoms und von Lebermetastasen überlegen. Die Kombination einer MRCP mit kontrastmittelverstärkter MRT („one-stop shopping") erlaubt eine genaue Beurteilung der Ausdehnung von hilären Cholangiokarzinomen (Klatskin-Tumoren) und ist entscheidend für das weitere Management. Die MRCP ist mittlerweise Standard für die nicht-invasive Abklärung von Gallenwegserkrankungen, sie besitzen eine Sensitivität > 90 % im Nachweis von Gallengangskonkrementen > 3 mm. Für die Diagnose einer Cholezystolithiasis oder unkomplizierten Cholezystitis ist die Sonographie unverändert Standard, MDCT oder MRT kommen lediglich bei Komplikationen zur Anwendung. Die kontrastmittelverstärkte MDCT ist heutzutage Methode der Wahl in der Diagnostik einer Pankreatitis oder eines Pankreastumors (Sensitivität > 95 %). In Problemfällen (unklare CT, kleine Tumoren oder Ausschluss von Lebermetastasen) kommt die MRT zur Anwendung.

Schlüsselwörter: Leber, Pankreas, Multidetektor-CT, Magnetresonanztomographie, HCC, Pankreaskarzinom

Abstract: Multidetector Computed Tomography and Magnetic Resonance Imaging in Gastroenterology: Liver, Bile Duct, Gall Bladder, and Pancreas. Multidetector computed tomography (MDCT) and magnetic resonance imaging (MRI) are well-established imaging techniques in gastroenterology and hepatology. Liver-specific MR contrast agents and diffusion-weighted imaging (DWI) have improved the diagnostic accuracy for detection and characterization of focal liver lesions. MRI is superior to MDCT in this respect. For hilar cholangiocarcinoma, MRCP in combination with contrast-enhanced MRI offers exact delineation of bile duct and vascular involvement, which allows to guide further treatment (biliary drainage versus resection). MRCP is standard for non-invasive evaluation of bile duct diseases. With modern thin-slice techniques, it has a sensitivity of > 90 % for the detection of CBD stones > 3 mm. Transabdominal ultrasound is an excellent tool for visualization of gall bladder stones and cholecystitis. MDCT and MRI are complementary techniques in case of suspected complications (ie, perforation, abscess, Mirizzi syndrome, gall stone ileus). For diagnosis of pancreatitis or pancreatic tumors, contrast-enhanced MDCT is the most efficient technique. It shows > 95 % of pancreatic tumors. In case of equivocal MDCT, contrast-enhanced MRI may help in the diagnosis of small or cystic tumors or for the detection of liver metastases. **J Gastroenterol Hepatol Erkr 2012; 10 (3): 20–8.**

Key words: liver, biliary, pancreas, multidetector CT, magnetic resonance imaging, HCC, cancer

Einleitung

Für den Nachweis (und zum Teil auch für die interventionelle Therapie) gastroenterologischer Erkrankungen steht eine Reihe bildgebender Verfahren zur Verfügung: Sonographie, Durchleuchtungsuntersuchungen (Magen-Duodenum-Röntgen, Enteroklysma etc.), Computertomographie (CT), Magnetresonanztomographie (MRT), Angiographie, Cholangiographie (ERCP, PTC) und Szintigraphie, um nur die wichtigsten zu nennen. In den vergangenen Jahren ist eine Vielzahl von wissenschaftlichen Arbeiten erschienen, die die Rolle der einzelnen bildgebenden Verfahren untersuchen und vergleichend bewerten [1–5]. Bedingt durch die technische Entwicklung bildgebender Verfahren ist der Stellenwert in der gastroenterologischen Diagnostik einem raschen Wandel unterworfen. Die vorliegende Übersicht demonstriert für die beiden wichtigsten Schnittbildverfahren, CT sowie MRT, die technischen Neuerungen und beleuchtet den aktuellen klinischen Stellenwert.

Multidetektor-Computertomographie

In den vergangenen Jahren hat die Multidetektor-CT (= Multislice-CT) die Spiral-CT abgelöst. Bei der MDCT werden anstelle eines Detektorrings mehrere Detektorringe parallel geschaltet, die die synchrone Akquisition mehrerer CT-Bilder pro Rotation der CT-Röhre erlauben. Moderne Geräte besitzen zwischen 64 und 320 Detektorreihen (= 64-Zeilen-CT, 320-Zeilen-CT, etc.). Dadurch können in wesentlich kürzerer Zeit große Volumina (gesamtes Abdomen oder Thorax und Abdomen) als 3-dimensionaler CT-Datensatz gescannt werden. Der Vorteil ist neben der Akquisitionszeit von wenigen Sekunden auch die Möglichkeit, übersichtliche 3-dimensionale Datenstellungen der abdominellen Organe oder des Intestinaltrakts anzufertigen. Die MDCT wird daher nicht nur zur Darstellung der parenchymatösen Oberbauchorgane, sondern vor allem auch für die Diagnostik von Dünn- und Dickdarmerkrankungen eingesetzt. Neueste Dosisreduktionsverfahren (iterative Rekonstruktion, automatische Dosismodulation) können patientenadaptiert die applizierte Dosis vermindern.

Magnetresonanztomographie

Früher standen einer weiteren Verbreitung der MRT in der abdominellen Diagnostik die fehlende Verfügbarkeit sowie die (gegenüber der CT) längere Akquisitionszeit einer Untersuchung entgegen. Mit der Entwicklung moderner Multikanalspulen und der 3,0-Tesla-MRT ist diesbezüglich der Durchbruch gelungen. Bei den meisten abdominellen Untersuchungen können

Eingelangt am 25. Juli 2011; angenommen nach Revision am 6. September 2011; Pre-Publishing Online am 9. Jänner 2012

Aus der [1]Abteilung für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Krankenhaus Göttlicher Heiland, KH der Barmherzigen Schwestern und Sankt-Josef-Krankenhaus, Wien, und der [2]Abteilung für Allgemeinradiologie und Kinderradiologie, Univ.-Klinik für Radiodiagnostik, Medizinische Universität Wien

Korrespondenzadresse: Prim. Univ.-Prof. Dr. med. Wolfgang Schima, MSc, Abteilung für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, KH Göttlicher Heiland,1170 Wien, Dornbacher Straße 20–28; E-Mail: wolfgang.schima@khgh.at

For personal use only. Not to be reproduced without permission of Krause & Pachernegg GmbH.

Sequenzen in Atemanhaltetechnik eingesetzt werden, die eine ausgezeichnete Bildqualität liefern. Neben den allgemein gebräuchlichen gadoliniumhältigen MR-Kontrastmitteln sind nun auch leberspezifische Kontrastmittel zugelassen, welche sich nach intravenöser Applikation selektiv in der Leber anreichern und zum Teil auch biliär sezerniert werden. Diese Kontrastmittel bedeuten eine wesentliche Verbesserung im Nachweis kleiner Metastasen und in der Charakterisierung von in der CT unklaren Leberläsionen [6]. Eine aus der Neuroradiologie stammende technische Entwicklung, die mittlerweile auch in der abdominellen Diagnostik Einzug gefunden hat, ist die diffusionsgewichtete Bildgebung („diffusion-weighted imaging" [DWI]). Das technische Prinzip beruht darauf, dass die Diffusion von Wassermolekülen je nach Gewebe unterschiedlich ist. So ist die Diffusion von Wassermolekülen im Extrazellularraum zellreicher Tumoren eingeschränkt, was durch spezielle MR-Gradienten sichtbar gemacht werden kann. Dieses Prinzip wird im Abdomen mittlerweile sehr erfolgreich als MRT-Technik in der Lebermetastasendiagnostik verwendet.

Leber

Zirrhose und HCC

Das hepatozelluläre Karzinom (HCC) ist weltweit eine der häufigsten malignombedingten Todesursachen [7]. Die Mehrzahl aller HCC entsteht in einer Leberzirrhose [8]. Die Bildgebung (Sonographie, CT, MRT) kann Hinweise auf das Vorliegen einer Zirrhose geben, wenngleich die histologische Diagnosesicherung hier überlegen ist. Allerdings ist es nicht selten, dass erst durch Bildgebung bei Patienten ohne bislang bekannte chronische Lebererkrankung der Verdacht auf eine Zirrhose geäußert wird, was dann entsprechende diagnostische Algorithmen in Gang setzt. Die Hauptaufgabe der Bildgebung liegt jedoch in der Früherkennung von HCC, die auf dem Boden einer Leberzirrhose entstehen [9]. Die Sonographie wird hierbei zur Überwachung von Zirrhotikern eingesetzt, um umschriebene, neu aufgetretene Läsionen zu erkennen [10, 11]. Diese sollten dann durch eine kontrastmittelverstärkte Schnittbilduntersuchung (MDCT oder MRT) weiter abgeklärt werden. Die Guidelines der AASLD 2005 [12] hinsichtlich Diagnose und Therapie des HCC gestanden der kontrastmittelverstärkten CT und MRT eine hohe Bedeutung bei Herden > 2 cm Durchmesser zu: Bedingt durch die Neoangiogenese zeigen kleine HCC ein typisches Kontrastmittel-Anfärbeverhalten mit Hypervaskularisation in der arteriellen Phase und raschem Wash-out in der venösen bzw. Äquilibrium-Phase (Abb. 1). Der rasanten Entwicklung der bildgebenden Verfahren wurde im Update 2011 der AASLD Practice Guidelines [13] Rechnung getragen, da nun bereits für Tumoren > 1 cm eine konkludente bildgebende Diagnostik (CT oder MRT) für die Diagnosestellung alleine ausreicht (Abb. 2). Dies setzt allerdings von radiologischer Seite die Anwendung spezieller Untersuchungsprotokolle voraus, die üblicherweise spezialisierten Abteilungen vorbehalten sind. Neueste Studien zeigten auch, dass mittlerweile am Markt zugelassene leberspezifische Kontrastmittel (Primovist®, Gadoxetate Disodium; Bayer Healthcare, Berlin, Deutschland) die Diagnostik einer HCC verbessern könnten [14]. Generell sind die kontrastmittelverstärkte multiphasische MDCT und MRT als annähernd gleichwertig anzusehen. In Problemfällen sind diese beiden Methoden komplementär: So ist bei Patienten mit fortgeschrittener Zirrhose und Aszites die MDCT der MRT aufgrund der deutlich kürzeren Untersuchungszeit vorzuziehen, bei Patienten mit Hämochromatose ist die MRT aufgrund der besseren Differenzierung der Eisenüberladung von Vorteil. In der Akutsituation eines rupturierten HCC mit Blutung ist naturgemäß der CT aufgrund rascherer

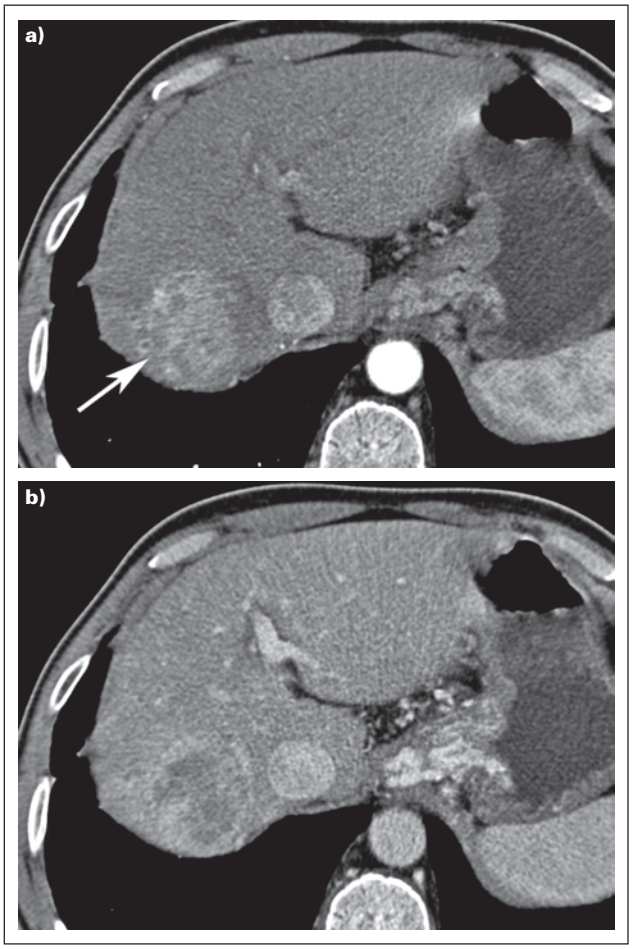


Abbildung 1: Hepatozelluläres Karzinom (HCC). **(a)** Die kontrastmittelverstärkte MDCT zeigt typischerweise in der arteriellen Phase eine verstärkte Kontrastmittelaufnahme des HCC (Pfeil) im rechten Leberlappen, neben der V. cava inferior. **(b)** In der venösen Phase zeigt sich ein rascher Wash-out, was typisch für ein HCC ist.

Abbildung siehe Printausgabe

Abbildung 2: Diagnostischer Algorithmus bei Verdacht auf HCC laut den AASLD-Kriterien 2011. Mod. nach [13].

Verfügbarkeit und kurzer Untersuchungszeit der Vorzug zu geben [15], um zeitnahe eine Embolisation durchführen zu können.

Fokale Leberläsionen in einer Non-Zirrhose-Leber

Um fokale Leberläsionen zuverlässig detektieren und charakterisieren zu können, stehen mit der kontrastmittelverstärkten Sonographie, der MDCT, der MRT und der PET/CT mehrere Methoden zur Verfügung [16–18]. Die kontrastmittelverstärkte Sonographie ist nicht Gegenstand dieser Übersicht. Eine rezente Metaanalyse, die verschiedenste Methoden hinsichtlich der Detektion von Lebermetastasen kolorektaler Karzinome verglich, zeigte, dass die MRT mit einer Sensitivität von 81 % im Nachweis von Metastasen die bevorzugte Modalität war [17]. Es zeigte sich auch, dass in den vergangenen Jahren durch die Einführung vor allem der leberspezifischen MR-Kontrastmittel die MRT an Aussagekraft gewonnen hat [17]. In einer großen multizentrischen Vergleichsstudie zwischen CT und MRT zeigte sich die Überlegenheit der MRT im Tumornachweis, jedoch nicht in der Charakterisierung [18]. Dies ist insofern überraschend, als Mueller et al. in einer Studie zeigen konnten, dass die MRT gerade bei kleinen Leberherden ≤ 2 cm bei unklarer CT eine verlässliche Methode mit Übereinstimmung zwischen verschiedenen Readern ist [19]. Aus Kosten- und Verfügbarkeitsgründen sollte daher zur Abklärung einer möglichen Raumforderung in der Leber zunächst eine kontrastmittelverstärkte CT durchgeführt werden, bei unklarer CT oder vor geplanter Leber-OP eine MRT [20].

Diffuse Lebererkrankungen (außer Zirrhose)

Die Prävalenz der Steatosis hepatis nimmt in der westlichen Welt deutlich zu, wobei Alkohol und das metabolische Syndrom die Hauptursachen sind. Eine weitere wichtige Ursache für eine diffuse Leberschädigung (Steatose, Steatohepatitis oder „sinusoidal injury“) stellen Chemotherapien dar, v. a. irinotecan- und oxaliplatinhältige [21–23]. Während es bei einer „non-alcoholic fatty liver disease“ (NAFLD) die Aufgabe der Radiologie ist, das Vorhandensein einer Steatose nachzuweisen oder auszuschließen, ist die Rolle der Bildgebung deutlich komplexer bei einer neoadjuvanten Chemotherapie, welche eine diffuse Steatose induziert. Das Auftreten einer diffusen Lebersteatose macht den Nachweis von Lebermetastasen in der Sonographie und in der CT deutlich schwieriger. Eine rezente Studie von Kulemann et al. [24] zeigte, dass bei einer moderaten bis ausgeprägten Steatose (> 25 % Verfettung) die Sensitivität der kontrastmittelverstärkten MDCT für den Nachweis kleiner Lebermetastasen (< 1 cm) stark sinkt. Überdies kann eine inhomogene Verfettung der Leber in der Sonographie oder CT das Vorliegen eines Tumors vortäuschen.

Die MRT ist hinsichtlich des Tumornachweises unabhängig von einer Leberverfettung: Einerseits kann mit geeigneten Sequenzen („Chemical Shift Imaging“, Spektroskopie) das Ausmaß der Leberverfettung nicht-invasiv semiquantitativ bestimmt werden, andererseits kann mittels fettinsensitiver Sequenzen der Nachweis auch kleiner Lebermetastasen zuverlässig geführt werden [24].Für das Quantifizieren der Steatose an sich ist die Sonographie nicht ausreichend [25, 26], die CT kann das Vorhandensein einer moderaten Steatose (mindestens 25–30 % Verfettung) mit ausreichender Treffsicherheit darstellen. Der Genauigkeit der Biopsie kommt die MRT am nächsten, wobei bisher die MR-Spektroskopie zur Steatosemessung am besten validiert ist [27, 28]. Allerdings hat diese Methode abseits von wissenschaftlichen Studien noch keine weitere Verbreitung in der klinischen Routine gefunden. Mit den heute verwendeten bildgebenden Methoden lässt sich keine genaue Differenzierung zwischen Steatose und Steatohepatitis treffen [29].

Gallenblase und Gallenwege

Cholelithiasis und Cholecystitis

Als Cholelithiasis wird das Vorhandensein von Konkrementen in der Gallenblase und/oder den Gallenwegen bezeichnet. Das Gallensteinleiden betrifft hierzulande ca. 10 % der erwachsenen Bevölkerung, meist bleibt die Cholecystolithiasis jedoch asymptomatisch [30]. Bei konkrementbedingtem Verschluss des Ductus cysticus oder des Ductus choledochus führt dies zu typischen kolikartigen Beschwerden. Die Standardmethode zum Nachweis einer Cholecystolithiasis ist die transabdominelle Sonographie mit einer Sensitivität > 90 %. Allerdings zeigt die Sonographie unterschiedliche Resultate im Nachweis einer Cholangiolithiasis in Abhängigkeit von der Untersuchererfahrung sowie der Statur des Patienten. Kommt es zu einer akuten Cholecystitis, ist ebenfalls die Sonographie gemeinsam mit der klinischen Symptomatik und dem Ansteigen der laborchemischen Entzündungsparameter wegweisend.

Bei Komplikationen der akuten Gallenblasenentzündung (emphysematöse Cholecystitis, Empyem, Gallenblasenperforation, Leberabszess) ist die kontrastmittelverstärkte CT in der Notfalldiagnostik hilfreich (Abb. 3). Die MRT kann ebenfalls Komplikationen einer Cholecystitis zuverlässig nachweisen (Abb. 3), ihr Vorteil liegt jedoch hauptsächlich in der kontrastmittelfreien Darstellung des Gallengangsystems (MRCP), um eine Cholangiolithiasis zuverlässig nachweisen oder ausschließen zu können (Abb. 4). Rezente Studien, die die MRCP mit der ERCP verglichen [31–34], konnten zeigen, dass die Sensitivität der MRCP 88–97 % beträgt. Konkremente, die dem Nachweis in der MRCP entgehen können, sind typischerweise < 3 mm [35]. Eine weitere Studie [36] zeigte den Wert der präoperativen MRCP in der Ära der laparaskopischen Cholezystektomie. Die präoperative MRCP zeigte in ca. 6 % entweder klinisch stumme Choledochuskonkremente oder chirurgisch relevante aberrante Verläufe des Ductus cysticus. Dies verringerte die Rate postoperativer Komplikationen signifikant gegenüber einer Vergleichsgruppe cholezystektomierter Patienten ohne präoperative MRCP-Abklärung.

Eine chronisch bestehende oder rezidivierend auftretende Entzündung der Gallenblase (mit oder ohne Lithiasis) wird als chronische Cholecystitis bezeichnet. Die Gallenblase ist häufig geschrumpft und mit Konkrementen gefüllt. Sonographisch kann es daher manchmal schwierig sein, die Gallenblasenwand exakt abzugrenzen oder die Gallenblase überhaupt nachzuweisen. Bei einer Gallenblasenwandverdickung ist sonographisch eine verlässliche Differenzierung zum Gallenblasenkarzinom meist nicht möglich, sodass eine kontrastmittelverstärkte CT zur weiteren Abklärung zum Einsatz kommt.

Akute Cholangitis

Die akute Cholangitis ist meist Folge eines Verschlusses der ableitenden Gallenwege, was zu einer aszendierenden Infektion

der Gallengänge führt. Unter Umständen kann es auch ohne Obstruktion zu einer aszendierenden Infektion der Gallengänge (z. B. mit E. coli) nach Anlage einer biliodigestiven Anastomose oder nach Papillotomie kommen. Häufig liegt der Gallenwegsobstruktion ein okkludierendes Konkrement in den intra- oder extrahepatischen Gallenwegen zugrunde. Es können aber auch postoperative Strikturen oder tumorbedingte Kompressionen der Gallenwege zu einer Cholangitis führen. Die Diagnose einer Cholangitis ist klinisch und laborchemisch zu stellen. Aufgabe der Bildgebung ist die Darstellung der zugrunde liegenden Ursache bzw. auch der Nachweis allfälliger Komplikationen wie cholangitischer Leberabszesse oder der Ausbildung von Fisteln. Während sonographisch eine Dilatation der ableitenden Gallenwege und die Obstruktionshöhe nachgewiesen werden können, so ist die Sonographie für den Nachweis der Ursache unzureichend. Die MRCP kann zuverlässig den Gallenwegsverschluss darstellen, es bedarf jedoch einer kontrastmittelverstärkten Technik (MDCT oder MRT), um auch cholangitische Leberabszesse nachzuweisen.

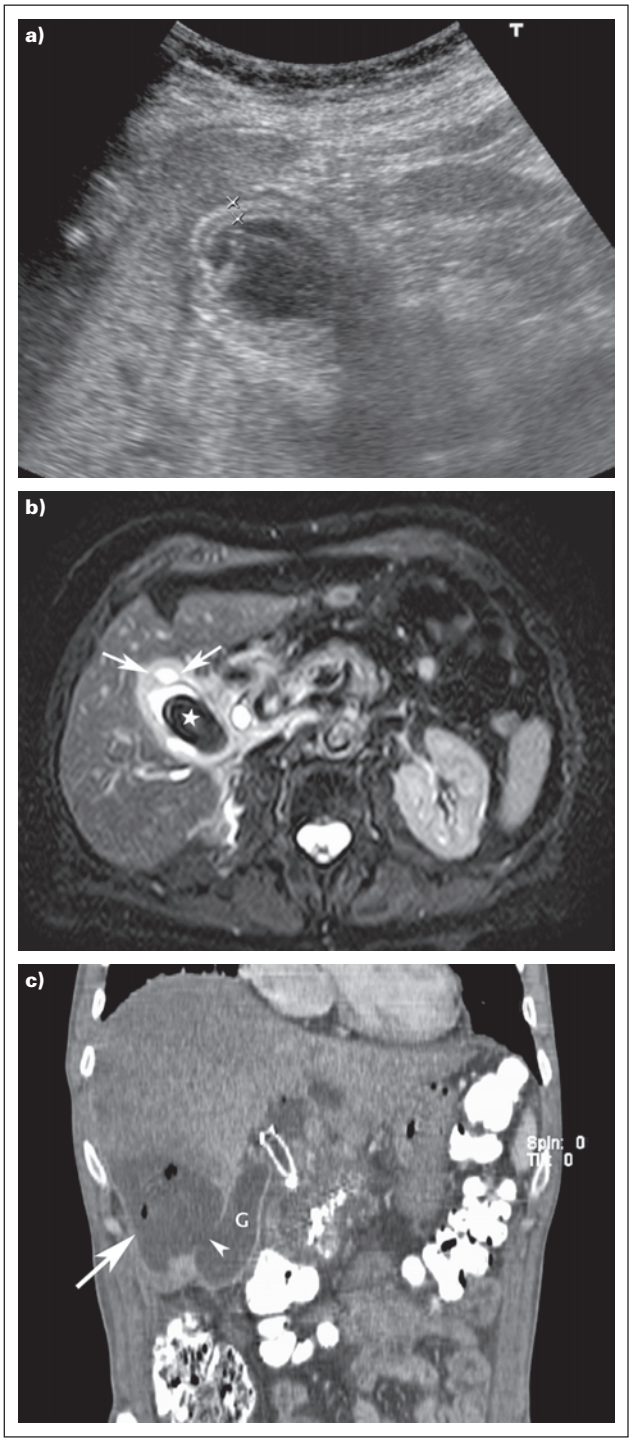


Abbildung 3: Cholecystitis. **(a)** Die Sonographie zeigt eine deutlich wandverdickte 3-geschichtete Gallenblase bei akuter Cholecystitis. **(b)** Die MRT zeigt nicht nur Konkrement (Stern) und die deutlich verdickte Gallenblasenwand, sondern auch einen kleinen intramuralen Abszess (Pfeile). **(c)** Die kontrastmittelverstärkte MDCT zeigt *bei einem anderen Patienten* mit schwerer Sepsis eine Perforation (Pfeilspitze) der Gallenblase (G) mit einem großen Leberabszess (Pfeil).

Primär sklerosierende Cholangitis (PSC)

Bei PSC handelt es sich um eine chronisch-progressive Entzündung der Gallengänge mit Entwicklung von Strikturen und Cholestase. Eine gefürchtete Komplikation der PSC ist die Entwicklung einer Zirrhose oder eines cholangiozellulären Karzinoms. Unbestritten ist die ERCP aufgrund ihrer hohen Ortsauflösung die Methode der Wahl, um Frühveränderungen einer PSC mit diskreten Konturunregelmäßigkeiten der intra- oder extrahepatischen Gallenwege zu diagnostizieren. Bei fortgeschrittenen Fällen können mit der ERCP jedoch die peripheren Gallenwege aufgrund des fehlenden Füllungsdrucks der vorgeschalteten Strikturen nicht ausreichend dargestellt werden (Abb. 5), sodass hier ein Follow-up mittels MRCP, kombiniert mit kontrastmittelverstärkter MRT, die Methode der Wahl ist, um ein cholangiozelluläres Karzinom frühzeitig zu entdecken.

Cholangiozelluläres Karzinom (CCC)

Eine der wichtigsten Fragen bei einer Gallenwegsstenose ist die Differenzierung in benigne und maligne Ursachen (Abb. 6). Hier sollte eine nicht-invasive Diagnostik im Vordergrund stehen, bevor zu invasiven interventionellen Verfahren mit entsprechendem Komplikationsrisiko gegriffen wird [37]. Bereits frühe Studien [38] konnten zeigen, dass die MRCP der ERCP im Nachweis biliärer Strikturen ebenbürtig ist. Mittlerweile hat die MRT-Technik in der Darstellung der Gallenwege eine enorme Weiterentwicklung erfahren, was von gastroenterologischer Seite manchmal übersehen wird [39]. Die MRCP als „Duktographie" kann heutzutage mit diffusionsgewichteter Bildgebung und Kontrastmittelgabe kombiniert wer-



Abbildung 4: Choledocholithiasis. Die MRCP zeigt ein distales Choledochuskonkrement mit extra- und intrahepatischer Cholangiektasie.

den [40], wobei vor allem auch die Verabreichung leberspezifischer, biliär sezernierter Kontrastmittel für die Darstellung von Gallenwegen sehr hilfreich ist (Abb. 7). Die Spiral-CT besaß zwar eine hohe Sensitivität im Nachweis einer biliären Obstruktion, konnte jedoch aufgrund der fehlenden 3-dimensionalen Darstellung der Gallenwege bei Verdacht auf ein cholangiozelluläres Karzinom für den Chirurgen wichtige Informationen nicht liefern [41]. So war die topographische Beziehung des Tumors zu V. portae oder A. hepatica nicht erhebbar, weshalb die Spiral-CT eine unzuverlässige Methode für die Fragestellung der Resektabilität eines CCC war [41, 42]. Die Multidetektor-CT mit der Möglichkeit einer 3-dimensionalen Dar-

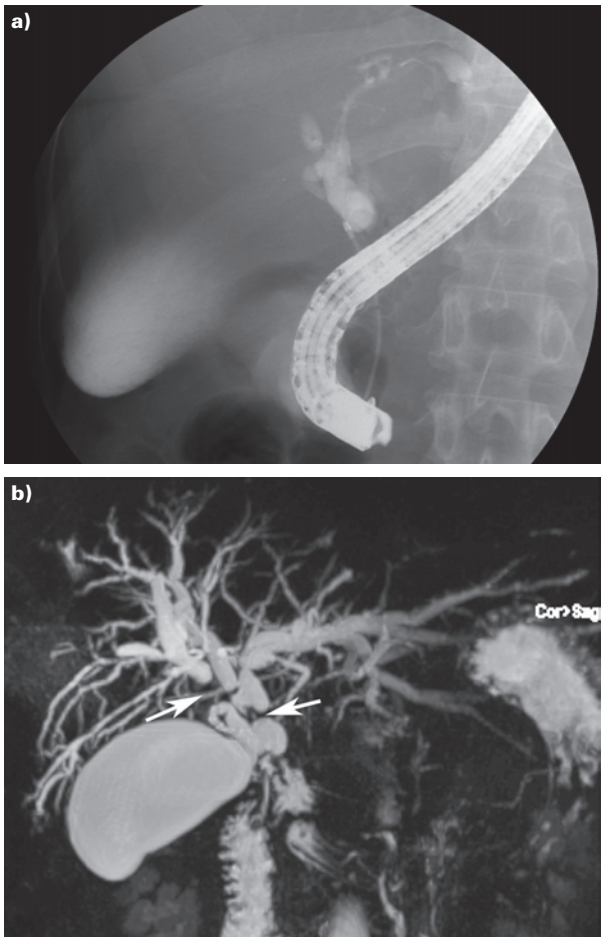


Abbildung 5: Primär sklerosierende Cholangitis im fortgeschrittenen Stadium. **(a)** Die ERCP kann lediglich die distale Striktur darstellen, nicht jedoch die intrahepatischen Gallenwege. **(b)** Die MRCP zeigt die ausgeprägten Strikturen intra- und extrahepatisch (Pfeile) mit deutlicher Cholangiektasie.

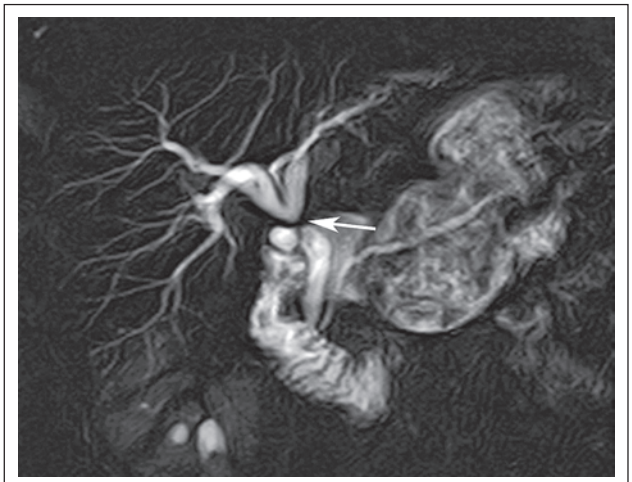


Abbildung 6: Striktur nach Cholecystektomie und Choledochusrevision. Die MRCP zeigt eine glatt begrenzte, blendenförmige hochgradige Striktur des Ductus hepaticus communis (Pfeil) mit deutlicher Dilatation der vorgeschalteten Gallenwege.

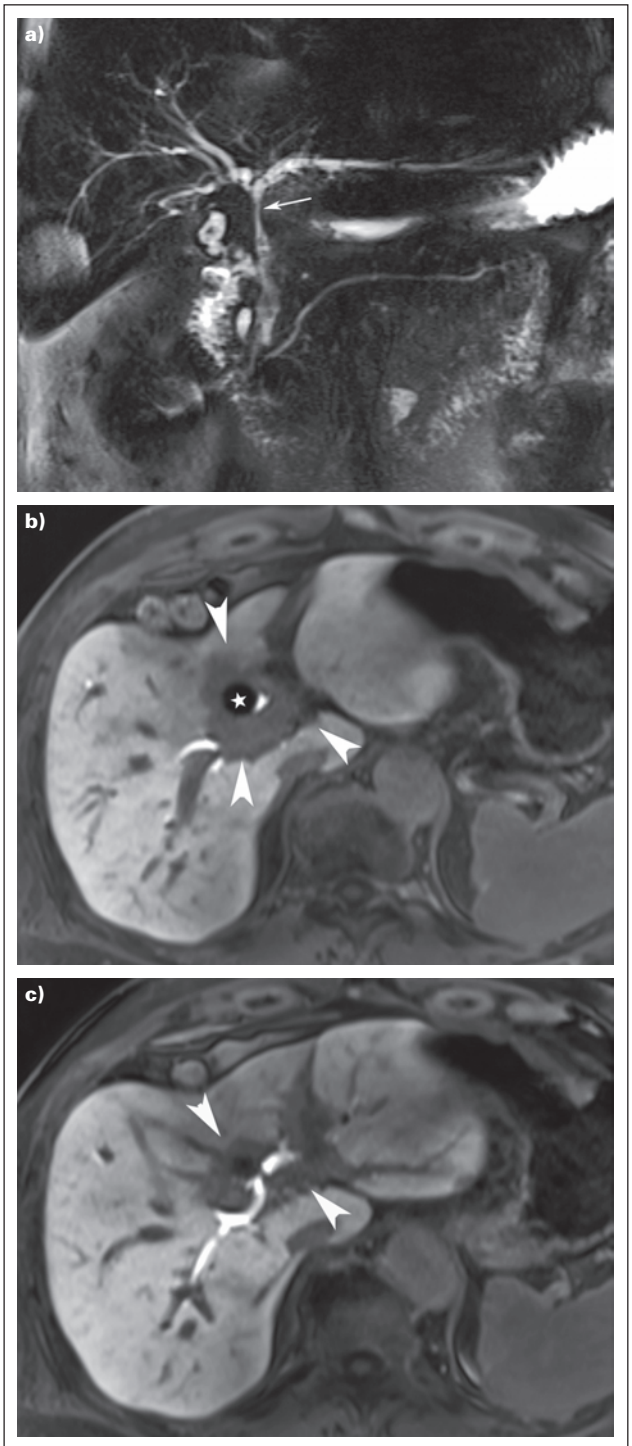


Abbildung 7: Klatskin-Tumor: Wert des leberspezifischen Kontrastmittels Gadoxetic Acid. **(a)** Die MRCP zeigt eine Striktur des D. hep. comm. (Pfeil). **(b, c)** Die Gadoxetic Acid-verstärkte T1-gewichtete Sequenz in der hepatobiliären Phase zeigt die Gallenwege kontrastmittelmarkiert und die umgebende Tumormanschette (Pfeilspitzen). Die Bilder sind trotz eines Metallartefakts (Stern) wegen eines Clips nach CHE beurteilbar.

stellung von Gallenwegen und Tumorausdehnung hinsichtlich der Gefäße besitzt eine wesentlich bessere Genauigkeit im Staging. Die einzige Vergleichsstudie von MRCP/MRT mit MDCT (in Kombination mit ERCP oder perkutaner transhepatischer Cholangiographie [PTC]) konnte zeigen, dass die MRCP mit kontrastmittelverstärkter MRT (als „One-stop-shopping"-Technik) der MDCT in Kombination mit einer invasiven Cholangiographie ebenbürtig ist [43]. Die Autoren schlussfolgerten deshalb, dass eine rein diagnostische Cholangiographie (PTC oder ERCP) heutzutage nicht mehr indiziert ist. Ein großes Problem für die MDCT- und MRT-Bildgebung stellt die Tatsache dar, dass oft ohne vorhergehende ausreichende Diagnostik ein Gallengangsstent zur biliären Dekompression gelegt wird. Daraus resultierende entzündliche Veränderungen der Gallenwege sowie stentassoziierte Bildartefakte machen dann oft die Abgrenzung eines kleinen cholangiozellulären Karzinoms bzw. die Darstellung einer eventuell vorhandenen Gefäßinvasion in CT oder MRT unmöglich. Damit ist die für den Patienten entscheidende Frage einer Tumorresektabilität nach Stentapplikation nicht mehr beantwortbar.

Pankreas

Akute Pankreatitis

Die Aufgabe bildgebender Verfahren ist bei entsprechender klinischer Verdachtsdiagnose der Nachweis bzw. Ausschluss einer akuten Pankreatitis. Weiters steht oft auch die Suche nach der Ursache im Mittelpunkt, ebenso die Beurteilung des Schweregrades und eventueller Komplikationen [44, 45]. Die Sonographie ist bei akuten Oberbauchschmerzen aufgrund ihrer raschen Verfügbarkeit meist die Untersuchung der ersten Wahl. Sie ist allerdings nicht ausreichend sensitiv, um eine akute Pankreatitis auch zuverlässig ausschließen zu können. Die kontrastmittelverstärkte MDCT ist mittlerweile die Standardmethode zum Nachweis einer akuten Pankreatitis und zur Beurteilung des Schweregrades. Durch die intravenöse Kontrastmittelgabe können ödematöse von nekrotisierenden Verlaufsformen unterschieden werden [44]. Der am besten geeignete Zeitpunkt für eine CT-Untersuchung bei Verdacht auf akute Pankreatitis ist Gegenstand der Diskussion [46, 47]. So ist einerseits der frühe Nachweis einer akuten Pankreatitis klinisch von Wichtigkeit, andererseits benötigt die Ausbildung von radiologisch sichtbaren Nekrosen einige Zeit nach dem klinischen Beginn (Abb. 8). Es gibt derzeit keine ausreichenden Daten hinsichtlich des besten Zeitpunkts für die Erst-CT-Diagnostik, es ist jedoch davon auszugehen, dass die Entwicklung von in der Kontrastmittel-CT sichtbaren Nekrosen mindestens 24–48 Stunden in Anspruch nimmt. Eine CT innerhalb der ersten 12 Stunden kann einen unklaren Befund erbringen [47]. Ein frühes bildgebendes Zeichen einer akuten Pankreatitis ist eine Schwellung der Drüse sowie die Entwicklung von peripankreatischen Flüssigkeitsansammlungen (Exsudat), welche sich im Pararenalraum und in der Bursa omentalis ausdehnen können [48]. Wie beschrieben, kann die kontrastmittelverstärkte CT zuverlässig das Ausmaß von Pankreasnekrosen abschätzen, was auch in den CT Severity Index (CTSI) zur radiologischen Abschätzung des Schweregrades einer akuten Pankreatitis Eingang findet (Tab. 1) [47]. Bei einem CTSI von 0–1 ist die Letalität 0 % und steigt bei einem CTSI von 7–10 auf 17 % [47]. Die CT ist auch die Methode der Wahl, um infizierte Nekrosen (meistens kenntlich durch Gaseinschlüsse) und Abszesse zu diagnostizieren und eventuell auch zu punktieren.

Tabelle 1: Radiologische Beurteilung des Schweregrades einer akuten Pankreatitis (CT Severity Index nach Balthazar).

Entzündlicher Prozess	Grad A	Normales Pankreas	0
	Grad B	Diffuse fokale Schwellung, Konturunregelmäßigkeiten	1
	Grad C	Parenchymveränderungen mit Infiltration des peripankreatischen Fettgewebes	2
	Grad D	Solitäre Flüssigkeitsretention	3
	Grad E	Zwei oder mehr Flüssigkeitsretentionen und/oder Gas intra-/peripankreatisch	4
Parenchymnekrose		Keine	0
		< 30 %	2
		30–50 %	4
		> 50 %	6
CT Severity Index			Summe

Die MRT ist zumindest so sensitiv wie die CT, um die Diagnose einer akuten Pankreatitis festzustellen, es können bereits geringe ödematöse Veränderungen des peripankreatischen Fettgewebes zuverlässig erkannt werden [49]. Ein Nachteil der

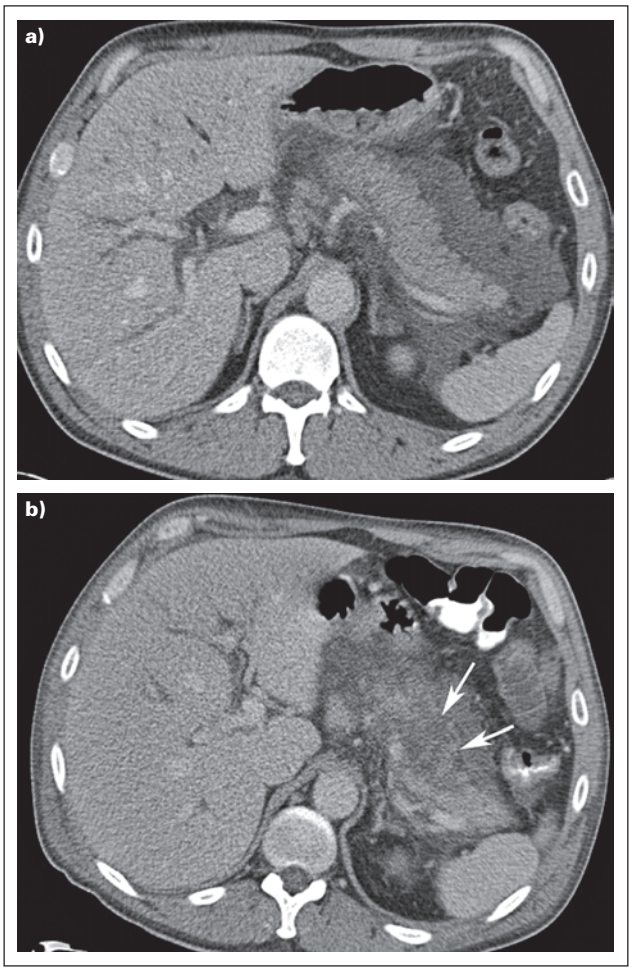


Abbildung 8: Akute Pankreatitis. **(a)** Die kontrastmittelverstärkte CT zeigt wenige Stunden nach Beginn der klinischen Symptomatik eine ödematöse Pankreatitis mit peripankreatischen Exsudatstraßen. Das Pankreasparenchym zeigt noch ein homogenes Enhancement. **(b)** Vier Tage später zeigt die Kontroll-CT eine ausgedehnte Nekrose im Bereich von Pankreas-Corpus und -Cauda (Pfeile), eine relevante Zusatzinformation zu der Ausgangs-CT unmittelbar nach Beginn der klinischen Symptomatik.

Tabelle 2: Cambridge-Klassifikation der chronischen Pankreatitis

Kategorie	ERP-Befund
Stadium 1	Normaler Ductus pancreaticus maior, > 3 abnorme Seitenäste
Stadium 2	Abnormer Ductus pancreaticus maior, > 3 abnorme Seitenäste
Stadium 3	Gangkonkremente und/oder Striktur des Ductus pancreaticus und/oder Zyste > 10 mm

MRT gegenüber der MDCT ist die längere Untersuchungsdauer, was insbesondere bei Patienten mit schweren Verlaufsformen limitierend sein kann. Ein wesentlicher Vorteil der MRT gegenüber der CT ist allerdings die Kombination mit einer Darstellung der Gallenwege (MRCP), um eine Choledocholithiasis als Ursache einer biliären Pankreatitis nachzuweisen. Rezente Studien haben gezeigt, dass die MRCP bei klinischem Verdacht auf eine biliäre Pankreatitis zuverlässig das Vorliegen von Konkrementen nachweist oder ausschließt, mit einer Sensitivität von 94–100 %, einer Spezifität von 91 % und einem negativen Vorhersagewert von 100 % [50, 51].

Chronische Pankreatitis

Aufgabe der Bildgebung ist es, nicht-invasiv die typischen Veränderungen einer chronischen Pankreatitis und eventuelle Komplikationen festzustellen (Tab. 2). Im Frühstadium der Erkrankung ist mit der MDCT die Diagnose nicht zu stellen, da erst eine Dilatation des Pankreashauptganges oder Parenchym-Kalzifikationen zu der Diagnose berechtigen. Die MRCP hingegen zeigt bereits subtile Veränderungen des Pankreasgangsystems und kann intraduktale Konkremente zuverlässiger nachweisen. Außerdem kann die MRCP nicht-invasiv ein Pancreas divisum als Ursache einer chronischen Pankreatitis darstellen [52]. Nach Gabe von Secretin kann eine dynamische MRCP bei ungeklärter Pankreatitis relevante Gangveränderungen wie Strikturen oder ein P. divisum besser darstellen [53, 54]. Allerdings ist Secretin in Österreich nur zur exokrinen Pankreasdiagnostik zugelassen, sodass es in dieser Indikation „off label“ verwendet werden muss. Die Differenzierung zwischen einer fokalen Pankreatitis und einem Adenokarzinom ist ein häufiges diagnostisches Problem: Einerseits kann eine fokale Pankreatitis ein Adenokarzinom imitieren, andererseits ist die Wahrscheinlichkeit, bei lang bestehender chronischer Pankreatitis ein Adenokarzinom zu entwickeln, deutlich erhöht [55]. Um in diesem Fall zu einer sicheren Diagnose zu gelangen, ist meist eine multimodale Bildgebung inklusive endosonographisch gezielter Biopsie nötig. Die Groove-Pankreatitis ist eine Sonderform der chronischen Pankreatitis, welche in der Rinne (deshalb „groove“) zwischen Pankreaskopf und Duodenum lokalisiert ist und den Pankreaskopf weitgehend ausspart [56]. Als Ursache wird das Vorliegen ektopen Pankreasgewebes in der Duodenalwand vermutet, welches zu einem lokal entzündlichen Prozess mit zystischer Degeneration führt (deshalb die frühere Bezeichnung „zystische Dystrophie des Duodenums“). In der kontrastmittelverstärkten MDCT oder MRT zeigt sich eine zwischen Pankreaskopf und duodenaler C-Schleife lokalisierte Raumforderung, welche zum Teil auch die Duodenalwand erfasst und zystische Veränderungen aufweist [57] (Abb. 9). Da die bildgebenden Zeichen einer Groove-Pankreatitis pathognomonisch sind, sollte diese Diagnose radiologisch gestellt werden können. Zur Befundsicherung sollte allerdings eine endosonographisch gezielte Biopsie durchgeführt werden.

Duktales Adenokarzinom

Die epithelialen Pankreastumoren umfassen eine Reihe von Neoplasien, die duktalen, azinären oder endokrinen Zellen entspringen. Die häufigste maligne Neoplasie (ca. 80–90 %) ist das duktale Adenokarzinom. Die wichtigste Aufgabe der Bildgebung ist die sichere Erkennung bereits kleiner Tumoren. Allerdings sind aufgrund der in den Frühstadien der Tumorerkrankung meist unspezifischen Symptome bereits ca. 80 % der Patienten bei Diagnosestellung nicht operabel, da der Tumor nicht mehr radikal reseziert werden kann. Eine wichtige Aufgabe der Bildgebung ist es daher, präoperativ ein genaues Staging zu liefern, um möglicherweise resektable Tumoren von nicht-resektablen zu differenzieren [58]. Dadurch kann man Patienten mit fortgeschrittenen Tumoren eine unnötige Laparotomie ersparen. Das entscheidende diagnostische Kriterium für eine möglicherweise nicht mehr resektable Tumorerkrankung ist eine Gefäßinvasion in Truncus coeliacus oder A. mes.



Abbildung 9: Groove-Pankreatitis. Die kontrastmittelverstärkte MDCT zeigt typisch den Entzündungsprozess zwischen Pankreaskopf (P) und Duodenum (D) lokalisiert.

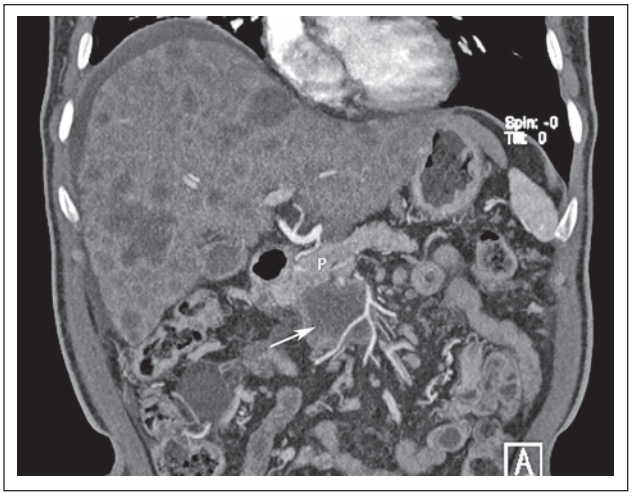


Abbildung 10: Adenokarzinom des Pankreas. Die 3D-Rekonstruktion der MDCT zeigt den vom Proc. uncinatus (Pfeil) des Pankreas (P) ausgehenden Tumor, der die A. mes. sup. umwächst (Stadium T4). Es finden sich multiple Lebermetastasen (Stadium M1).

sup. (Stadium T4) (Abb. 10), während nach der neuesten TNM-Klassifikation eine umschriebene venöse Gefäßinvasion in V. portae oder V. mes. sup. als Stadium T3 gilt (unter Umständen resektabel). Das Vorliegen von Fernmetastasen (Leber, Peritoneum, paraaortale Lymphknoten; Stadium M1) ist dagegen eine Kontraindikation gegen eine Resektion. Die transabdominelle Sonographie ist zwar meist bei unspezifischen Oberbauchbeschwerden die erste bildgebende Methode, sie ist jedoch nicht ausreichend sensitiv, um das Vorliegen eines Pankreaskarzinoms ausschließen zu können. Allerdings kann die Sonographie eine Cholangiektasie bei einem Pankreskopftumor zuverlässig nachweisen. Bei entsprechendem klinischem Verdacht ist die Durchführung einer kontrastmittelverstärkten Schnittbilduntersuchung unerlässlich. Die State-of-the-Art-MDCT ist dabei der MRT ebenbürtig, wie in einer rezenten prospektiven Studie von Kölblinger et al. [59] gezeigt werden konnte. Beide Methoden verzeichneten eine Sensitivität > 95 % im Nachweis von Pankreastumoren. Da die CT besser verfügbar ist und rascher durchgeführt werden kann, ist sie daher die Standardmethode bei Verdacht auf Pankreaskarzinom. Allerdings hat die MRT einen hohen Stellenwert als Problemlöser, falls in der CT ein kleiner Tumor nicht sicher ausgeschlossen werden kann [60]. In dieser Indikationsstellung ist auch die Endosonographie der MDCT überlegen [61], sie bietet überdies die Möglichkeit einer Biopsie suspekter Raumforderungen oder einer histologischen Absicherung vor Chemotherapie. Die MRT ist der MDCT im Nachweis kleiner Lebermetastasen überlegen. Beide Methoden sind nur von eingeschränkter Genauigkeit für eine Peritonealkarzinomatose. Da eine isolierte Peritonealkarzinomatose bei radiologisch sonst resezierbar imponierendem Pankreaskarzinom eine Seltenheit darstellt, ist die diagnostische Laparoskopie in dieser Indikationsstellung weitgehend verlassen worden. Der Radiologe sollte im Befund hinsichtlich Tumordetektion und Staging zu all den oben beschriebenen Fragen Stellung nehmen oder bei limitierter Aussagekraft der Untersuchung die entsprechende komplementäre Untersuchungsmethode empfehlen, um eine Therapieverzögerung vermeiden zu helfen.

Zusammenfassung

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass nach einer initialen Sonographie die kontrastmittelverstärkte MDCT die Methode der Wahl ist, um die meisten Erkrankungen von Leber und Pankreas abzuklären. Bei Gallenwegserkrankungen ist die MRCP (je nach Indikation mit oder ohne Kontrastmittel) mittlerweile Standard.

Relevanz für die Praxis und Fragen

Bei Erkrankungen von Leber und Pankreas ist nach der initialen Sonographie die kontrastmittelverstärkte Multidetektor-CT meist das Mittel der Wahl, um neoplastische, entzündliche oder vaskuläre Erkrankungen schnell und effektiv abzuklären. Die MRCP ist die Methode der Wahl hinsichtlich des Vorhandenseins von Gallengangstumoren sowie (bei nicht konkludenter Sonographie) auch für Gallengangskonkremente. Die Secretin-verstärkte MRCP kann morphologische Veränderungen und funktionelle Stenosen des Pankreasgangssystems besser als jede andere Methode darstellen. Die MRT mit leberspezifischem Kontrastmittel hat heute einen hohen Stellenwert in der präoperativen Diagnostik potenziell resektabler Lebertumoren.

1. **Entsprechend den AASLD Practice Guidelines ist für die zuverlässige Diagnose eines HCC welche der folgenden Methoden geeignet?**
   a) Sonographie
   b) Mehrphasige kontrastmittelverstärkte CT
   c) MRCP
   d) PET
2. **Ab welcher Größe kann die MRCP Gallengangskonkremente mit hoher Genauigkeit nachweisen?**
   a) 1 mm
   b) 3 mm
   c) 6 mm
   d) 10 mm
3. **Beim Staging des duktalen Adenokarzinoms des Pankreas ist welcher der folgenden bildgebenden Befunde für die weitere Therapie nicht relevant?**
   a) Lebermetastasen
   b) Peritonealkarzinomatose
   c) Gallengangsdilatation
   d) Invasion in den Tr. coeliacus
   e) Vergrößerte paraaortale Lymphknoten

Lösung

Interessenkonflikt

Die Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Literatur:

1. Triester SL, Leighton JA, Leontiadis GI, et al. A meta-analysis of the yield of capsule endoscopy compared to other diagnostic modalities in patients with non-stricturing small bowel Crohn's disease. Am J Gastroenterol 2006; 101: 954–64.
2. Horsthuis K, Bipat S, Bennink RJ, et al. Inflammatory bowel disease diagnosed with US, MR, scintigraphy, and CT: meta-analysis of prospective studies. Radiology 2008; 247: 64–79.
3. Doria AS, Moineddin R, Kellenberger CJ, et al. US or CT for diagnosis of appendicitis in children and adults? A meta-analysis. Radiology 2006; 241: 83–94.
4. Kinkel K, Lu Y, Both M, et al. Detection of hepatic metastases from cancers of the gastrointestinal tract by using noninvasive imaging methods (US, CT, MR imaging, PET): a meta-analysis. Radiology 2002; 224: 748–56.
5. Schima W, Kulinna C, Langenberger H, et al. Liver metastases of colorectal cancer: US, CT or MR? Cancer Imaging 2005; 5: S149–S156.
6. Ba-Ssalamah A, Uffmann M, Saini S, et al. Clinical value of MRI liver-specific contrast agents: a tailored examination for a confident non-invasive diagnosis of focal liver lesions. Eur Radiol 2009; 19: 342–57.
7. Ferenci P, Fried M, Labrecque D, et al. Hepatocellular carcinoma (HCC): a global perspective. J Clin Gastroenterol 2010; 44: 239–45.
8. Kolligs FT, Hoffmann RT, op den Winkel M, et al. [Diagnosis and multimodal therapy for hepatocellular carcinoma]. Z Gastroenterol 2010; 48: 274–88.
9. Baron RL, Brancatelli G. Computed tomographic imaging of hepatocellular carcinoma. Gastroenterology 2004; 127: S133–S143.
10. Sangiovanni A, Del Ninno E, Fasani P, et al. Increased survival of cirrhotic patients with a hepatocellular carcinoma detected during surveillance. Gastroenterology 2004; 126: 1005–14.
11. Trevisani F, Cantarini MC, Labate AM, et al. Surveillance for hepatocellular carcinoma in elderly Italian patients with cirrhosis: effects on cancer staging and patient survival. Am J Gastroenterol 2004; 99: 1470–6.
12. Bruix J, Sherman M. Management of hepatocellular carcinoma. Hepatology 2005; 42: 1208–36.
13. Bruix J, Sherman M. Management of hepatocellular carcinoma: an update. Hepatology 2011; 53: 1020–2.
14. Di Martino M, Marin D, Guerrisi A, et al. Intraindividual comparison of gadoxetate disodium-enhanced MR imaging and 64-section multidetector CT in the detection of hepatocellular carcinoma in pa-

tients with cirrhosis. Radiology 2010; 256: 806–16.

15. Kim HC, Yang DM, Jin W, et al. The various manifestations of ruptured hepatocellular carcinoma: CT imaging findings. Abdom Imaging 2008; 33: 633–42.

16. Weskott HP. [Detection and characterization of liver metastases]. Radiologe 2011; 51: 469–74.

17. Niekel MC, Bipat S, Stoker J. Diagnostic imaging of colorectal liver metastases with CT, MR imaging, FDG PET, and/or FDG PET/CT: a meta-analysis of prospective studies including patients who have not previously undergone treatment. Radiology 2010; 257: 674–84.

18. Ichikawa T, Saito K, Yoshioka N, et al. Detection and characterization of focal liver lesions: a Japanese phase III, multicenter comparison between gadoxetic acid disodium-enhanced magnetic resonance imaging and contrast-enhanced computed tomography predominantly in patients with hepatocellular carcinoma and chronic liver disease. Invest Radiol 2010; 45: 133–41.

19. Mueller GC, Hussain HK, Carlos RC, et al. Effectiveness of MR imaging in characterizing small hepatic lesions: routine versus expert interpretation. AJR Am J Roentgenol 2003; 180: 673–80.

20. Tamandl D, Herberger B, Grünberger B, et al. Adequate preoperative staging rarely leads to a change of intraoperative strategy in patients undergoing surgery for colorectal cancer liver metastases. Surgery 2008; 143: 648–57.

21. Vauthey JN, Pawlik TM, Ribero D, et al. Chemotherapy regimen predicts steatohepatitis and an increase in 90-day mortality after surgery for hepatic colorectal metastases. J Clin Oncol 2006; 24: 2065–72.

22. Fernandez FG, Ritter J, Goodwin JW, et al. Effect of steatohepatitis associated with irinotecan or oxaliplatin pretreatment on resectability of hepatic colorectal metastases. J Am Coll Surg 2005; 200: 845–53.

23. Rubbia-Brandt L, Mentha G, Terris B. Sinusoidal obstruction syndrome is a major feature of hepatic lesions associated with oxaliplatin neoadjuvant chemotherapy for liver colorectal metastases. J Am Coll Surg 2006; 202: 199–200.

24. Kulemann V, Schima W, Tamandl D, et al. Preoperative detection of colorectal liver metastases in fatty liver: MDCT or MRI? Eur J Radiol 2011; 79: e1–e6.

25. Qayyum A, Chen DM, Breiman RS, et al. Evaluation of diffuse liver steatosis by ultrasound, computed tomography, and magnetic resonance imaging: which modality is best? Clin Imaging 2009; 33: 110–5.

26. de Moura Almeida A, Cotrim HP, Barbosa DB, et al. Fatty liver disease in severe obese patients: diagnostic value of abdominal ultrasound. World J Gastroenterol 2008; 14: 1415–8.

27. Machann J, Thamer C, Schnoedt B, et al. Hepatic lipid accumulation in healthy subjects: a comparative study using spectral fat-selective MRI and volume-localized 1H-MR spectroscopy. Magn Reson Med 2006; 55: 913–7.

28. Bohte AE, van Werven JR, Bipat S, et al. The diagnostic accuracy of US, CT, MRI and 1H-MRS for the evaluation of hepatic steatosis compared with liver biopsy: a meta-analysis. Eur Radiol 2011; 21: 87–97.

29. Saadeh S, Younossi ZM, Remer EM, et al. The utility of radiological imaging in nonalcoholic fatty liver disease. Gastroenterology 2002; 123: 745–50.

30. Helmberger H, Kammer B. [Inflammatory diseases of the gall bladder and biliary system. I. Imaging – cholelithasis – inflammation of the gall bladder]. Radiologe 2005; 45: 479–90.

31. Kondo S, Isayama H, Akahane M, et al. Detection of common bile duct stones: comparison between endoscopic ultrasonography, magnetic resonance cholangiography, and helical-computed-tomographic cholangiography. Eur J Radiol 2005; 54: 271–5.

32. Norero E, Norero B, Huete A, et al. [Accuracy of magnetic resonance cholangiopancreatography for the diagnosis of common bile duct stones]. Rev Med Chil 2008; 136: 600–5.

33. Scaffidi MG, Luigiano C, Consolo P, et al. Magnetic resonance cholangio-pancreatography versus endoscopic retrograde cholangio-pancreatography in the diagnosis of common bile duct stones: a prospective comparative study. Minerva Med 2009; 100: 341–8.

34. Hekimoglu K, Ustundag Y, Dusak A, et al. MRCP vs. ERCP in the evaluation of biliary pathologies: review of current literature. J Dig Dis 2008; 9: 162–9.

35. Nandalur KR, Hussain HK, Weadock WJ, et al. Possible biliary disease: diagnostic performance of high-spatial-resolution isotropic 3D T2-weighted MRCP. Radiology 2008; 249: 883–90.

36. Bahram M, Gaballa G. The value of pre-operative magnetic resonance cholangiopancreatography (MRCP) in management of patients with gall stones. Int J Surg 2010; 8: 342–5.

37. Lopera JE, Soto JA, Munera F. Malignant hilar and perihilar biliary obstruction: use of MR cholangiography to define the extent of biliary ductal involvement and plan percutaneous interventions. Radiology 2001; 220: 90–6.

38. Adamek HE, Albert J, Breer H, et al. Pancreatic cancer detection with magnetic resonance cholangiopancreatography and endoscopic retrograde cholangiopancreatography: a prospective controlled study. Lancet 2000; 36: 190–3.

39. Meister T, Heinzow HS, Lenz P, et al. Multimodale Diagnostik von Gallenwegsstenosen: Welche bildgebenden Verfahren brauchen wir bei Gallenwegsstenosen unklarer Ätiologie? J Gastroenterol Hepatol Erkr 2011; 9: 18–27.

40. Masselli G, Manfredi R, Vecchioli A, et al. MR imaging and MR cholangiopancreatography in the preoperative evaluation of hilar cholangiocarcinoma: correlation with surgical and pathologic findings. Eur Radiol 2008; 18: 2213–21.

41. Tillich M, Mischinger HJ, Preisegger KH, et al. Multiphasic helical CT in the diagnosis and staging of hilar cholangiocarcinoma. AJR Am J Roentgenol 1998; 171: 651–8.

42. Feydy A, Vilgrain V, Denys A, et al. Helical CT assessment in hilar cholangiocarcinoma: correlation with surgical and pathologic findings. AJR Am J Roentgenol 1999; 172: 73–7.

43. Park HS, Lee JM, Choi JY, et al. Preoperative evaluation of bile duct cancer: MRI combined with MR cholangiopancreatography versus MDCT with direct cholangiography. AJR Am J Roentgenol 2008; 190: 396–405.

44. Balthazar EJ. Staging of acute pancreatitis. Radiol Clin North Am 2002; 40: 1199–209.

45. Koo BC, Chinogureyi A, Shaw AS. Imaging acute pancreatitis. Br J Radiol 2010; 83: 104–12.

46. Knoepfli AS, Kinkel K, Berney T, et al. Prospective study of 310 patients: can early CT predict the severity of acute pancreatitis? Abdom Imaging 2007; 32: 111–5.

47. Balthazar EJ. Acute pancreatitis: assessment of severity with clinical and CT evaluation. Radiology 2002; 223: 603–13.

48. Schima W, Ba-Ssalamah A, Plank C, et al. [Pancreas. Part I: congenital changes, acute and chronic pancreatitis]. Radiologe 2006; 46: 321–35.

49. Lecesne R, Taourel P, Bret PM, et al. Acute pancreatitis: interobserver agreement and correlation of CT and MR cholangiopancreatography with outcome. Radiology 1999; 211: 727–35.

50. Hallal AH, Amortegui JD, Jeroukhimov IM, et al. Magnetic resonance cholangiopancreatography accurately detects common bile duct stones in resolving gallstone pancreatitis. J Am Coll Surg 2005; 200: 869–75.

51. Makary MA, Duncan MD, Harmon JW, et al. The role of magnetic resonance cholangiography in the management of patients with gallstone pancreatitis. Ann Surg 2005; 241: 119–24.

52. Manfredi R, Costamagna G, Brizi MG, et al. Pancreas divisum and "Santorinicele": diagnosis with dynamic MR cholangiopancreatography with secretin stimulation. Radiology 2000; 217: 403–8.

53. Manfredi R, Lucidi V, Gui B, et al. Idiopathic chronic pancreatitis in children: MR cholangiopancreatography after secretin administration. Radiology 2002; 224: 675–82.

54. Akisik MF, Sandrasegaran K, Aisen AA, et al. Dynamic secretin-enhanced MR cholangiopancreatography. Radiographics 2006; 26: 665–77.

55. Lowenfels AB, Maisonneuve PM, Cavallini G, et al. Pancreatitis and the risk of pancreatic cancer. N Engl J Med 1993; 328: 1435–7.

56. Triantopoulou C, Dervenis C, Giannakou N, et al. Groove pancreatitis: a diagnostic challenge. Eur Radiol 2009; 19: 1736–43.

57. Shudo R, Yazaki Y, Sakurai S, et al. Groove pancreatitis: report of a case and review of the clinical and radiologic features of groove pancreatitis reported in Japan. Intern Med 2002; 41: 537–42.

58. Schima W, Ba-Ssalamah A, Kölblinger C, et al. Pancreatic adenocarcinoma. Eur Radiol 2007; 17: 638–49.

59. Kölblinger C, Ba-Ssalamah A, Götzinger P, et al. Gadobenate dimeglumine-enhanced 3.0-T MR imaging versus multiphasic 64-detector row CT: Prospective evaluation in patients suspected of having pancreatic cancer. Radiology 2011; 259: 757–66.

60. Schima W, Ba-Ssalamah A, Götzinger P, et al. State-of-the-art magnetic resonance imaging of pancreatic cancer. Top Magn Reson Imaging 2007; 18: 421–9.

61. DeWitt J, Deveraux B, Chriswell M, et al. Comparison of endoscopic ultrasonography and multidetector computed tomography for detecting and staging pancreatic cancer. Ann Intern Med 2004; 141: 753–63.

Prim. Univ.-Prof. Dr. Wolfgang Schima, MSc



Geboren 1963. Medizinstudium an der Universität Wien, Promotion 1988. 1989–1995 Ausbildung zum Facharzt für Radiologie an der Univ.-Klinik für Radiodiagnostik Wien. 1995–1996 Research Fellow am Massachusetts General Hospital (Harvard Medical School), Boston. 1997 Habilitation und Abteilungsleiterstellvertreter der Abteilung Röntgen für konservative Fächer an der Univ.-Klinik Wien. 2005–2009 Executive Committee der European Society of Gastrointestinal and Abdominal Radiology (ESGAR). 2008/2009 Präsident der International Cancer Imaging Society. Seit 2008 Vorstand der ÖRG. Seit 2011 Leitung der Abteilung für Diagnostische und Interventionelle Radiologie im KH Göttlicher Heiland, KH der Barmherzigen Schwestern Wien und Sankt-Josef-Krankenhaus. Seit 2011 Education Committee der European Society of Radiology.

Richtige Lösung von S. 27: 1b; 2b; 3c

⬅ Zurück

Mitteilungen aus der Redaktion

Besuchen Sie unsere

zeitschriftenübergreifende Datenbank

☑ **Bilddatenbank** ☑ **Artikeldatenbank** ☑ **Fallberichte**

e-Journal-Abo

Beziehen Sie die elektronischen Ausgaben dieser Zeitschrift hier.

Die Lieferung umfasst 4–5 Ausgaben pro Jahr zzgl. allfälliger Sonderhefte.

Unsere e-Journale stehen als PDF-Datei zur Verfügung und sind auf den meisten der marktüblichen e-Book-Readern, Tablets sowie auf iPad funktionsfähig.

☑ **Bestellung e-Journal-Abo**

Haftungsausschluss

Die in unseren Webseiten publizierten Informationen richten sich **ausschließlich an geprüfte und autorisierte medizinische Berufsgruppen** und entbinden nicht von der ärztlichen Sorgfaltspflicht sowie von einer ausführlichen Patientenaufklärung über therapeutische Optionen und deren Wirkungen bzw. Nebenwirkungen. Die entsprechenden Angaben werden von den Autoren mit der größten Sorgfalt recherchiert und zusammengestellt. Die angegebenen Dosierungen sind im Einzelfall anhand der Fachinformationen zu überprüfen. Weder die Autoren, noch die tragenden Gesellschaften noch der Verlag übernehmen irgendwelche Haftungsansprüche.

Bitte beachten Sie auch diese Seiten:

Impressum **Disclaimers & Copyright** **Datenschutzerklärung**