

H. Helmberger¹ · A. Huppertz¹ · T. Rüll¹ · C. Zillinger² · C. Ehrenberg¹ · T. Rösch²

¹ Institut für Röntgendiagnostik (Direktor: Univ.-Prof. Dr. Dr. h. c. P. Gerhardt), Klinikum rechts der Isar der Technischen Universität München · ² II. Medizinische Klinik und Poliklinik (Direktor: Univ.-Prof. Dr. Dr. h. c. mult. M. Classen), Klinikum rechts der Isar der Technischen Universität München

Rationale Diagnostik der Gallenwege*

Zusammenfassung

Die Diagnostik der Gallenwege hat durch die Einführung der MR-Cholangiographie (MRC) entscheidende neue Impulse erfahren. Neben der als Ausgangsuntersuchung zur Verfügung stehenden perkutanen Sonographie kommen die Computertomographie (CT), die klassische Magnetresonanztomographie (MRT) sowie die Verfahren der direkten Gallengangsdarstellung, i. v. Cholangiographie, endoskopisch-retrograde Cholangiographie (ERC) und perkutane-transhepatische Cholangiographie (PTC), zum Einsatz. Der vorliegende Artikel analysiert die diagnostischen Wertigkeiten der einzelnen bildgebenden Verfahren für die unterschiedlichen Krankheitsgruppen des biliären Systems unter besonderer Berücksichtigung der neuesten Entwicklungen auf dem Gebiet der MRC. In einem Strategiealgorithmus wird ein Vorschlag für das diagnostische Vorgehen bei Erkrankungen des biliären Gangsystems erarbeitet. Die bisherigen Ergebnisse lassen erwarten, daß die MRT einschließlich MRC(P) in Kürze die rein diagnostische ERC(P) ersetzen wird.

Schlüsselwörter

Biliäre Obstruktion · MRCP · ERCP · Choledocholithiasis · Gallenwegsmalignom

Im Gegensatz zur Leber, die im Rahmen des Tumorstaging routinemäßig untersucht wird, kommt die bildgebende Diagnostik der Gallenwege vorwiegend beim klinisch manifesten Ikterus oder der laborchemisch verifizierten Cholestase zum Einsatz. Als Ursache des Ikterus sind eine Reihe benignen und malignen Erkrankungen anzusehen: entzündliche Gallenblasenveränderungen mit Gallengangsaffektion, Steine und andere benigne Gallenwegserkrankungen wie postoperative Stenosen oder Strikturen bei chronischer Pankreatitis. An malignen Ursachen kommen primäre oder sekundäre Malignome der Gallenblase und der Gallenwege, der Leberhilustumor und PankreasKarzinome in Frage. Im Rahmen der diagnostischen Abklärung sollen durch die bildgebende Diagnostik folgende Fragen beantwortet werden:

1. Liegt die Ursache des Ikterus intrahepatisch oder extrahepatisch/biliär?
2. Ist ein Verschlussikterus durch Steine oder benigne/maligne Strikturen bedingt?
3. Finden sich bei Tumoren Zeichen der Irresektabilität oder sekundäre Malignitätskriterien wie Lymphknoten- und Organmetastasen?

Zahlreiche bildgebende Verfahren stehen hierfür zur Verfügung, wobei häufig erst durch die Kombination mehrerer Untersuchungstechniken alle klinisch relevanten Aspekte dargestellt werden können. Für eine rationale diagnostische Strategie ist daher ein auf das vermutete Krankheitsbild zuge-

schnittener Einsatz der Bildgebung zu fordern.

An nichtinvasiven diagnostischen Verfahren kommen die perkutane Sonographie, die intravenöse Cholangiographie sowie die modernen Schnittbildverfahren Computertomographie (CT) und Magnetresonanztomographie (MRT), ergänzt durch die MR-Cholangiographie (MRC), zum Einsatz. Letztere wird in der Regel durch die gleichzeitig mit erfolgender Darstellung des Pankreasgangsystems zur MR-Cholangiopankreatographie (MRCP) erweitert. Invasive bildgebende Verfahren sind, mit unterschiedlichem Risiko, die endoskopisch retrograde Cholangiographie (ERC), die perkutane transhepatische Cholangiographie (PTC), ggf. unter Einsatz der Cholangioskopie und die Endosonographie (EUS) mit der Möglichkeit der endosonographischen Punktion. Erwähnt sei weiterhin die hepatobiliäre Funktionsszintigraphie, deren Hauptindikationen jedoch in der Klärung funktioneller Störungen des Leberstoffwechsels und der hepatobiliären Ausscheidung (z. B. postoperativ) liegen.

* Herrn Professor Paul Gerhardt zum 65. Geburtstag gewidmet

Dr. H. Helmberger
Institut für Röntgendiagnostik,
Klinikum rechts der Isar der Technischen
Universität München, Ismaningerstraße 22,
D-81 675 München

H. Helmberger · A. Huppertz · T. Rüll
C. Zillinger · C. Ehrenberg · T. Rösch

Rationale diagnostic approach to biliary tract imaging

Summary

Since the introduction of MR cholangiography (MRC) diagnostic imaging of the biliary tract has been significantly improved. While percutaneous ultrasonography is still the primary examination, computed tomography (CT), conventional magnetic resonance imaging (MRI), as well as the direct imaging modalities of the biliary tract – iv cholangiography, endoscopic-retrograde-cholangiography (ERC), and percutaneous-transhepatic-cholangiography (PTC) are in use. This article discusses the clinical value of the different diagnostic techniques for the various biliary pathologies with special attention to recent developments in MRC techniques. An algorithm is presented offering a rational approach to biliary disorders. With further technical improvement shifts from ERC(P) to MRC(P) for biliary imaging could be envisioned, ERCP further concentrating on its role as a minimal invasive treatment option.

Key words

Biliary obstruction · MRCP · ERCP · Choledocholithiasis · Carcinoma of the biliary tract

Bildgebende Verfahren

Aus Kosten- und Verfügbarkeitsgründen ist die perkutane Sonographie unverändert die erste diagnostische Maßnahme zur Klärung pathologischer Veränderungen der Gallenwege. Abhängig vom zugrundeliegenden Krankheitsbild sind stark schwankende Sensitivitäten von 20–90 % und Spezifitäten von 89–93 % beschrieben [22, 33].

Die i. v. Cholangiographie hat im Rahmen der präoperativen Diagnostik vor laparoskopischer Cholezystektomie eine gewisse Renaissance zum Ausschluß einer Choledocholithiasis erfahren. In einer eigenen klinischen Studie konnte gezeigt werden, daß mit der i. v. Cholangiographie in Kombination mit der konventionellen Tomographie eine Beurteilbarkeit des Ductus choledochus in 96,3 % erreicht wird. Die Treffsicherheiten bezüglich des Konkrementnachweises wurden mit 91 % (i. v. Cholangiographie), 67 % (perkutane Sonographie) und 100 % (ERCP) ermittelt [26]. Schwere Nebenwirkungen des hepatobiliären Kontrastmittels wurden von uns nicht beobachtet, sind allerdings in der Literatur beschrieben [8].

Unbestritten ist die direkte Darstellung der Gallenwege als Goldstandard in Form der ERC oder PTC, bei speziellen Fragestellungen ergänzt durch Endosonographie und Cholangioskopie. In neueren klinischen Studien wird die Treffsicherheit der ERC, abhängig vom zu untersuchenden pathologischen Befund, mit 64 %–88 % [32, 50] angegeben.

Die Schnittbildverfahren CT und MRT zeigen in konventioneller Technik nach Literaturangaben lediglich Trefferquoten von 60–80 % [22, 27]. Dies ist v. a. darauf zurückzuführen, daß bei transversaler Schnittführung das kleinklumige und hohle Zielorgan Gallengang wegen seines koronaren bzw. sagittalen Verlaufs nicht parallel zur Schichtebene getroffen wird. Somit wird die Darstellung kleiner, intraluminaler Raumforderungen erheblich erschwert.

Mit der klassischen CT-Technik konnten Choi [5] und Low [27] in 69–80 % benigne und maligne Ursachen richtig diagnostizieren. Mit Hilfe biliär ausgeschiedenen Kontrastmittels und der Spiral-CT können 3D-Rekonstruktionen des Gallenwegssystems angefertigt werden, wobei mit dieser Untersuchungsstrategie 73 % der intraduktalen

Konkremente nachgewiesen werden konnten [23]. Stockberger gelang eine Treffsicherheit von 75 % und 93 % für maligne und benigne Erkrankungen mit Hilfe dieses Verfahrens [47]. Lediglich an kleinem Patientengut bisher erprobt ist die 3D-Sekundärrekonstruktion des Gallenwegssystems aus einem Spiral-CT-Datensatz ohne biliäres Kontrastmittel bei Patienten mit Cholestase [56].

Die MRT liefert bei Verwendung klassischer Spin-Echo-(SE-) und Gradienten-Echo-(GRE-) Sequenzen Treffsicherheiten zwischen 82 % und 88 % [27]. Über z. Z. in klinischer Prüfung befindliche biliäre MRT-Kontrastmittel liegen bisher, neben den Daten der klinischen Prüfung [43], nur einzelne Erfahrungsberichte vor.

Einen wesentlichen Fortschritt in der magnetresonanztomographischen Diagnostik der Gallenwege und des Pankreasgangsystems stellt die MRC, in der Regel als MRCP durchgeführt, dar, bei der ohne Verwendung eines Kontrastmittels durch stark T₂-gewichtete Sequenzen das Gallenwegs- und Pankreasgangsystem in koronarer Darstellung abgebildet wird. Mittels der starken T₂-Wichtung der Sequenz (z. T. mit zusätzlicher Fettunterdrückung) werden lediglich Strukturen mit statischem, flüssigkeitsäquivalentem Signal abgebildet [1, 2]. Dies entspricht im Untersuchungsgebiet der MRCP den Gängen des intra- und extrahepatischen Gallenwegssystems, der Gallenblase und dem Pankreasgangsystem. Für die diagnostische Beurteilung eher störend ist die Mitdarstellung von Flüssigkeit im oberen Gastrointestinaltrakt sowie ggf. in der Niere und im ableitenden Harnsystem.

Seit der Erstbeschreibung der MRCP durch Wallner [53] konnte dieses Untersuchungsverfahren, bedingt durch gerätetechnische Weiterentwicklungen, erheblich verbessert werden. Initial wurde methodisch zwischen Gradienten-Echo-Technik (GRE) mit „steady-state free precision“ (SSFP)-Signalgebung und schneller Spin-Echo-Technik (FSE/TSE) für die MRCP differenziert. Wegen der erheblichen Nachteile der GRE-Technik in Form von notwendigen Apnoephasen von 20–60 s, starker Artefaktanfälligkeit und fehlender Darstellung des normalkalibrigen Ductus pancreaticus, finden heute fast aus-

schließlich die schnellen TSE-Techniken in verbesserter technischer Qualität Anwendung für die MRCP. Das Interesse konzentriert sich dabei auf die Unterscheidung von Sequenzen in Atemstillstand bzw. unter Atemtriggerung, d. h. Datenakquisition in gleicher Atemlage bei gleichmäßiger, flacher Atmung des Patienten. Die MRCP kann an Geräten aller gängigen Magnetfeldstärken (0,5 T–1,5 T) als Meßsequenz implementiert werden und ist somit nicht ausschließlich Echtzeit-Hochfeld-Geräten vorbehalten [2, 34]. Relevanter als die Stärke des Hauptmagnetfeldes erscheint in diesem Zusammenhang jedoch die der Gradientenfelder. So bieten neuere, schnelle Gradientensysteme eine deutliche Verbesserung der Bildqualität [10, 19, 55].

Unabhängig von der Untersuchungstechnik wird die notwendige Vorbereitung des Patienten zur MRCP kontrovers diskutiert, da z. T. erhebliche Beeinträchtigungen der Bildqualität durch Artefakte aufgrund von Bewegung, Respiration, Peristaltik und Überlagerung durch Flüssigkeit im oberen Gastrointestinaltrakt entstehen. Durch geeignete Wahl der Untersuchungszeit in den frühen Morgenstunden nach 4- bis 6stündiger Nahrungskarenz sowie medikamentös induzierter Hypotonie können diese Artefakte deutlich minimiert werden [2, 16]. Über erhebliche Verbesserungen der Bildqualität durch Verabreichung eines negativen, eisenhaltigen oralen Kontrastmittels zur Elimination des Flüssigkeitssignals im Magen und Duodenum wurde berichtet [54]. Andere Autoren bevorzugen die Abgrenzung des Duodenums durch Gabe von Wasser zur Beurteilung der Papillenregion [36]. Generell kann festgehalten werden, daß Beeinträchtigungen der Bildqualität bei der Beurteilung des Gallenwegssystems weniger ins Gewicht fallen als bei der Diagnostik des Pankreasgangsystems und auch durch eine optimale orale Vorbereitung des Patienten die Beurteilung präpapillärer Gangabschnitte problematisch bleibt. Die Vorteile einer adäquaten Vorbereitung finden sich somit, mit den genannten Einschränkungen, vor allem für die Darstellung der normalkalibrigen Gallenwege.

MRCP in Atemstillstandstechnik

2D-Projektionsverfahren zur MRCP

Beim 2D-Projektionsverfahren in „Breathhold“-Technik kommt eine modifizierte RARE-Sequenz („rapid acquisition by repeated echoes“) [17] zur Anwendung. Durch Akquisition einer 50–70 mm dicken Schicht in koronarer oder gekippt-koronarer Schichtführung (z. B. TR 2800; TE 1100) entsteht ein Projektionsbild, das nicht nachverarbeitet werden muß [25]. Die kurze Aufnahmezeit von 5–7 s gestattet es, verschiedene Winkelungen der gekippt-koronaren Schichtführung rasch durchzuführen und so eine optimale Abbildungsprojektion für das intra- und extrahepatische Gallenwegssystem zu erreichen. Ob durch Wiederholung der Aufnahmezeit in gleicher Position die Diagnostik der Papillenregion mit Darstellung unterschiedlicher Funktionsphasen des physiologischen Papillenspiels verbessert werden kann, ist derzeit Gegenstand der wissenschaftlichen Evaluation.

2D-Dünnschichtverfahren zur MRCP

Mit der Installation schnellerer Gradientensysteme wurde die Datenakquisition für die MRCP in Single-shot-Technik und Atemstillstand möglich. Die am häufigsten verwendete Sequenz beruht auf dem Prinzip der HASTE-Sequenz („half-Fourier acquisition single-shot turbo spin-echo“, Siemens AG, Erlangen), erstmals beschrieben von Sananes et al. [42] bzw. Mizutani [31]. Mit heute üblichen Meßparametern (z. B. TR 10,92; TE 88) können in 2×18 s 26 Schichten mit einer Schichtdicke von 4 mm und einem Schichtabstand von 2 mm angefertigt werden. Die gewonnenen Einzelschichten werden nach dem MIP-Verfahren („maximum-intensity-projection“) nachverarbeitet, so daß ein von mehreren Raumebenen zu betrachtendes 3D-Bild entsteht. Nach Meinung aller Autoren sind für die Diagnose jedoch neben der Sekundärrekonstruktion die Originalbilder zwingend in die Analyse miteinzubeziehen [30, 55].

MRCP in Atemtriggerungstechnik

3D-Verfahren zur MRCP

Mit Hilfe der 3D-TSE-Technik ist es möglich, einen echten dreidimensionalen Datensatz der interessierenden Region zu messen. Durch Unterteilung in einzelne Meßabschnitte („multichunk“, Philips Medizin Systeme, Hamburg) und überlappender Schichtrekonstruktion wird eine effektive Schichtdicke von 0,6–1,2 mm erreicht. Bei typischen Meßparametern (TR 5500; TE 300) werden für einen 3D-Block von 60 mm in koronarer Schichtführung 3'35" Akquisitionszeit benötigt. Zur Reduzierung respirationsbedingter Artefakte erfolgt die Messung unter Atemtriggerung. Wie bei der 2D-Dünnschicht-MRCP wird die Nachbearbeitung des Datensatzes nach dem MIP-Verfahren durchgeführt, wobei wiederum für die Analyse Originalbilder und Sekundärrekonstruktion herangezogen werden müssen. Die gewonnenen Rekonstruktionen können aus einem Blickwinkel von 360° betrachtet werden und in Form eines Videoclips demonstriert und dokumentiert werden [1, 16].

Interindividuelle Vergleiche der einzelnen MRCP-Verfahren liegen z. Z. nicht an größeren Patientenkollektiven vor, so etwa für die Gegenüberstellung der beiden „Breathhold“-Techniken [10, 30] oder der 2D-Dünnschichttechnik und der 3D-TSE-Technik [1]. An Phantommessungen konnte gezeigt werden, daß, insbesondere für die Darstellung der normalkalibrigen Gangsysteme, mit der in Atemstillstand durchgeführten Dünnschichttechnik die höchste Erkennbarkeit erzielt werden kann [19]. Bei der Betrachtung der unterschiedlichen Aufnahmezeiten (4–7" bzw. 2×18 " für die 2D-Techniken und 3'35" für die 3D-Technik) der zur Verfügung stehenden MRCP-Techniken ist zu beachten, daß einmal ein 2D-Projektionsbild entsteht, andererseits ein echtes 3D-Datensatz bearbeitet wird.

Seit der Erstbeschreibung 1991 [53] sind wiederholt Studien zum direkten Vergleich zwischen MRCP und ERCP durchgeführt worden [1, 16, 34, 44]. Dabei konnte in allen Untersuchungen bestätigt werden, daß die Darstellung der dilatierten Gangsysteme von Leber und Pankreas in beiden Verfahren mit vergleichbarer diagnostischer Aussage-

möglichkeit gelingt [44]. Eine methodisch einwandfreie Vergleichsuntersuchung an einem ausreichend großen Patientenkollektiv fehlt allerdings noch.

Normalbefund, Anatomische Varianten, postoperativer Situs

Die zuverlässige Darstellung des Normalbefundes und anatomischer Varianten ist ein wichtiges Prüfkriterium in der Evaluation der diagnostischen Wertigkeit eines bildgebenden Verfahrens. Mittels Sonographie und ERCP gelingt die Abbildung für das intra- und extrahepatische Gallenwegssystem in annähernd 100 % der Fälle [26, 32, 50]. Computertomographisch kann das normalkalibrige Gallenwegssystem lediglich nach intravenöser Gabe von biliär ausgeschiedenem Kontrastmittel ausreichend dargestellt werden [47]. In der MRC kann die Abbildung, insbesondere bei artefizieller Mitdarstellung gastrointestinaler Strukturen, problematisch sein. Dennoch ist nach Literaturangaben, unabhängig von der gewählten Untersuchungsmethode, die Beurteilung des nicht erweiterten extrahepatischen Gallengangssystems in annähernd 100 % [3] und der intrahepatischen Gallengänge bis in die Peripherie in über 90 % der Fälle möglich [28]. Nach eigenen Erfahrungen weisen beim nicht dilatierten Gallenwegssystem Aufnahmen in Atemstillstand Vorteile in Hinsicht auf Bildqualität und Zuverlässigkeit der Darstellung auf.

Seltene anatomische Varianten des extrahepatischen Gallenwegssystems können bei geplanter laparoskopischer Cholezystektomie zu erhöhter Komplikationsrate führen. Die Darstellung derartiger atypischer Gangverläufe gelingt mit der MRC mit hoher Treffsicherheit [49]. Der klinische Nutzen eines routinemäßigen Screening auf Gangvarianten ist allerdings bisher nicht bewiesen. Auch die postoperative Beurteilung des ableitenden Gallenwegssystems nach BII-Operation oder biliodigestiver Anastomose kann mit der MRC in einfacher und zuverlässiger Weise erreicht werden [20, 35], wohingegen sonographisch und computertomographisch in der Regel keine ausreichende Beurteilung der intraduktalen Verhältnisse gelingt und die ERC technisch schwieriger bzw. in Einzelfällen beim BII-Magen und gene-

rell bei biliodigestiver Anastomose nicht möglich ist.

Extrahepatische Obstruktion

Der Nachweis einer extrahepatischen Cholestase gelingt sonographisch, cholangiographisch und computertomographisch mit Sensitivitäten von 96–100 % [15, 21, 22, 26]. Die Ursache der Obstruktion sowie die genaue Lokalisation der Stenosierung kann mit klinisch relevanter Sicherheit nur mit der direkten Darstellung (ERC, PTC, MRC) erreicht werden. Der schlechte direkte Nachweis intraduktaler Obstruktionen in der Computertomographie ist auf die limitierte Auflösung in z-Richtung und den annähernd koronaren Verlauf des extrahepatischen Gallenwegssystems zurückzuführen [15].

Benigne Gallenwegsobstruktion

Die häufigste Ursache einer benignen Obstruktion stellt die Choledocholithiasis bei bekanntem Steinleiden dar [38]. Hauptindikation für die Diagnostik ist somit die präoperative Abklärung einer laborchemischen Cholestase vor geplanter Gallenblasenoperation. Durch die zunehmende Verbreitung der laparoskopischen Cholezystektomie hat die Notwendigkeit einer sicheren präoperativen Beurteilung des Ductus choledochus erheblich an Bedeutung gewonnen, da eine routinemäßige intraoperative Cholangiographie nicht die Regel ist und überdies Gallenwegs-

eingriffe nur mit erheblichem zusätzlichem operativem Aufwand durchgeführt werden können [24, 26, 52]. Die Sonographie erlaubt eine sichere Beurteilung der Weite des Ductus choledochus mit Sensitivitäten bis zu 97,3 %, bei allerdings nur geringer Sensitivität im Konkrementnachweis (33,3 %) [26]. Ein sonographisch erweiterter Hauptgallengang (Durchmesser > 6 mm) bedarf bei fehlendem Konkrementnachweis der weiteren Abklärung [6]. Mit der MRC kann der Konkrementnachweis nach der Literatur mit Sensitivitäten von bis zu 90 % und Spezifitäten von über 95 % geführt werden [34, 38, 44]. Diese Zahlen wurden jedoch an meist kleineren Patientenkollektiven erarbeitet, deren Steingröße variabel war. Die Treffsicherheit der MRC bei kleinen Steinen wird unterschiedlich gesehen [41]. Für eine vollständige Diagnose einer Choledocholithiasis mittels MRC sind neben den MIP-Rekonstruktionen in jedem Fall die Originalbilder in die Analyse miteinzubeziehen (Abb. 1). In direkten Vergleichsstudien von MRC und ERC konnten ähnliche Ergebnisse bezüglich der Treffsicherheit im Konkrementnachweis im Ductus choledochus für beide Untersuchungsverfahren ermittelt werden [4, 18]. Im direkten Vergleich von MRC und i. v. Cholangiographie konnten v. a. der Ductus cysticus und die intrahepatischen Gallenwege MR-tomographisch sicherer dargestellt werden [38]. Die CT spielt keine Rolle in der Beurteilung des Ductus choledochus bei der Cholelithiasis [33].

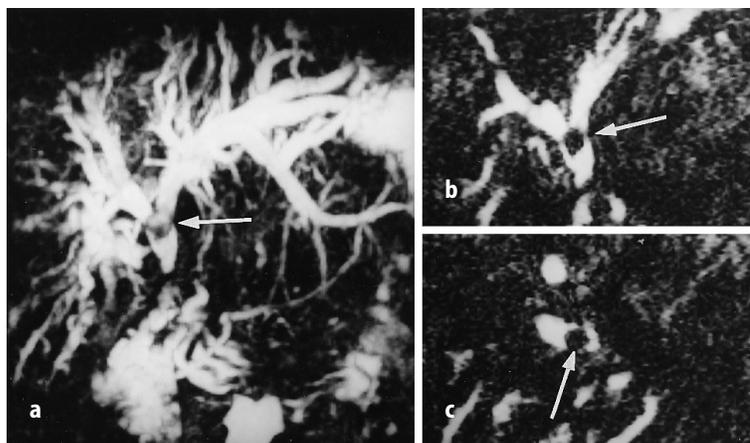


Abb. 1 a–c ▲ 75-jährige Patientin mit schmerzhaftem Ikterus bei Cholelithiasis. MRCP in 2D-Dünnschichttechnik (HASTE): a MIP-Rekonstruktion mit Darstellung der intrahepatischen Cholestase und einem Konkrement im Ductus hepaticus sinister (Pfeil). b Originalbild mit Darstellung des Konkrementes aus a (Pfeil). c Originalbild mit Darstellung eines zusätzlichen Konkrementes im Ductus hepaticus dexter (Pfeil)

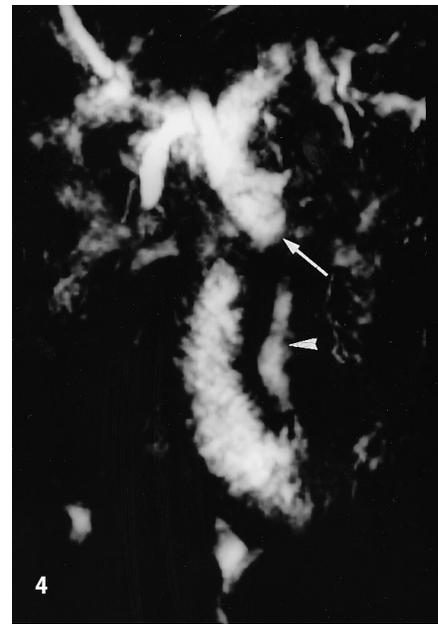
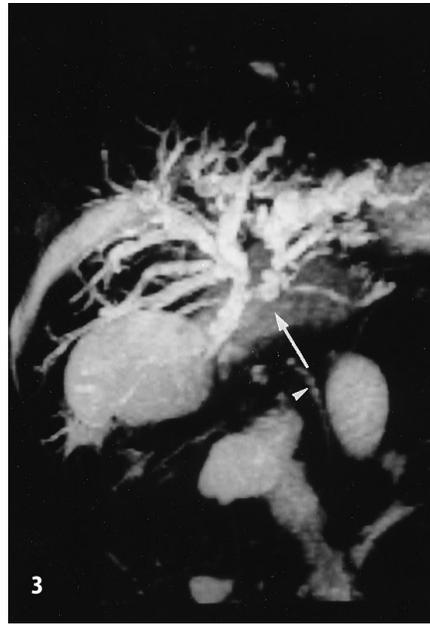


Abb. 2 ▲ 45-jähriger Patient mit Ikterus und rezidivierenden Schüben einer chronischen Pankreatitis. MRC in 3D-TSE-Technik. MIP-Rekonstruktion mit Darstellung der Dilatation des Ductus choledochus und des Ductus pancreaticus. Konisches Zulaufen beider Gänge präpapillär (Pfeil)

Abb. 3 ▲ 65-jähriger Patient mit schmerzlosem Ikterus bei Klatskin-Tumor. MRC in 3D-TSE-Technik. MIP-Rekonstruktion mit Darstellung der intrahepatischen Cholestase. Abbruch und Kalibersprung der Gallenwege im Leberhilus (Pfeil). Liegender Stent im Ductus choledochus (Pfeilspitze)

Abb. 4 ▲ 58-jähriger Patient mit schmerzlosem Ikterus bei proximalem Choledochuskarzinom. MRC in 3D-TSE-Technik. MIP-Rekonstruktion mit Darstellung einer Dilatation des intrahepatischen Gallenwegssystems, des Ductus hepaticus communis und des zentralen Anteils des Ductus choledochus. Kalibersprung im mittleren Drittel des Ductus choledochus (Pfeil) und normales Kaliber des distalen Ductus choledochus (Pfeilspitze)

Seltener als die Choledocholithiasis sind benigne Obstruktionen in Form von intradukalen Papillomen, chronisch entzündlichen, meist präpapillären Choledochusstenosen, Choledochuszysten, des Mirizzi-Syndroms und der primär sklerosierende Cholangitis (PSC). In der Literatur finden sich lediglich kasuistische Berichte über die treffsichere Darstellung dieser Veränderungen mit der MRC [1, 2], klinische Studien an größeren Kollektiven fehlen bisher. Für die Beurteilung einer benignen Strikturen mit der MRC werden Sensitivitäten von 77–85% angegeben [18]. Die Differentialdiagnose von Strikturen mit bildgebenden Verfahren alleine ist jedoch limitiert. So ist die Treffsicherheit von Sonographie und CT bei der Beurteilung benigner intraduktales biliärer Tumoren gering, eine Differenzierung von einem Malignom in der Regel nicht möglich. Erst die Infiltration der benachbarten Leberabschnitte kann vor

allem durch die CT mit charakteristischen Befunden in Form hypodensere Läsionen nachgewiesen werden [5].

Eine der wichtigsten Differentialdiagnosen bei der Beurteilung einer Obstruktion des distalen Gallengangs stellt die chronische Pankreatitis dar (Abb. 2). Auch heute stellt die ERCP den Goldstandard zur Beurteilung des präoperativen Status bei chronischer Pankreatitis dar [12], die Rolle der Endosonographie ist hier noch nicht festgelegt [40]. Im direkten Vergleich von ERCP und MRC konnte in 70–92% eine Übereinstimmung bezüglich der Beurteilung des periampullären Ductus choledochus gefunden werden [48]. Die Indikation zur CT bei chronischer Pankreatitis besteht zur präoperativen Beurteilung der Ausdehnung der Veränderungen und zum Ausschluß eines Pankreaskarzinoms [9, 39].

Maligne Gallenwegsobstruktion

Beim malignen Gallenwegstumoren sollten durch die bildgebende Diagnostik die Höhe der Obstruktion, die Ausdehnung des Tumors entlang der Gallenwege insbesondere intrahepatisch, die mögliche Operabilität und ein möglicher Zugang für die palliative Entlastung des Gallenwegssystems dargestellt werden. Eine Herausforderung stellt nach wie vor die Gewebsdiagnostik mittels ERC/PTC und assoziierten Verfahren dar [29, 40]. Mit Hilfe der Sonographie kann der resultierende, zentral der Stenose gelegene Aufstau des ableitenden Gallenwegssystems sowie die ungefähre Höhe der Obstruktion dokumentiert werden. Indikationen zur CT bestehen v. a. für die Beurteilung der Infiltration in benachbarte Organstrukturen (Leber, Pankreas, Duodenum) sowie die Diagnostik sekundärer Malignitätskriterien wie Lymphknoten- und Organmetastasen [22, 27]. In jüngster Zeit wurde auch über verbesserte Möglichkeiten der direkten Darstellung von Klatskin-Tumoren mittels Dünnschicht-Spiral-CT berichtet [15, 21].

Mit der MRC konnte der Nachweis einer malignen Gallenwegsstenose mit einer Sensitivität von 86% und einer Spezifität von 98% geführt werden, wobei die korrekte Klassifizierung der Läsion als maligne in 50–80% der Fälle gelang [14, 18]. Für Klatskin-Tumoren zeigen Erfahrungen mit Atemhalte-Sequenzen hohe Treffsicherheiten für die



Abb. 5 a, b ▲ 72-jährige Patientin mit unklarem schmerzlosem Ikterus bei Pailienkarzinom. a MRCP in 3D-TSE-Technik. MIP-Rekonstruktion mit Darstellung einer Raumforderung in der Papillenregion mit Infiltration in das Duodenum (Pfeil). Intrahepatische Cholestase. b ERC mit analoger Darstellung der Befunde aus a

Abb. 6 ▲ 83-jähriger Patient mit schmerzlosem Ikterus bei Pankreaskopfkarcinom. MRCP in 3D-TSE-Technik. MIP-Rekonstruktion mit vergleichbarer Darstellung zu Abb. 2, jedoch tumortypischer, glatter Abbruch beider Gänge präpapillär (Pfeil)

MRC in der Beurteilung [13], eigene Erfahrungen bestätigen dies auch mit der 3D-TSE-Sequenz (Abb. 3). Ähnliches gilt für weiter peripher gelegene Lokalisationen des cholangiozellulären Karzinoms im proximalen Ductus choledochus (Abb. 4) und in der Papillenregion (Abb. 5).

Für das Pankreaskarzinom als Ursache der distalen Choledochusstenose ist die diagnostische Methode der Wahl z. Z. im Stadium der wissenschaftlichen Evaluation. Während für die Doppel-Spiral-CT in Dünnschichttechnik Erfahrungen mehrerer Arbeitsgruppen mit hohen Treffsicherheiten für Gefäßinfiltration und Beurteilung einer Resektabilität vorliegen [9, 39], werden in neuesten Publikationen die Vorteile der MR-Diagnostik für ein komplettes Staging des Pankreaskarzinoms einschließlich MRA und MRCP dokumentiert [46, 51]. Durch die MRCP kann die Darstellung des prätherapeutischen Situs von Gallenwegs- und Pankreasgangsystem schnell und ohne Pankreatitisrisiko (ERC) erfolgen (Abb. 6).

Gallenblasenkarzinome als seltene Ursache einer Cholestase mit maligner Ursache werden sonographisch in

70–100 % und computertomographisch in 55–100 % nachgewiesen. Für die konventionelle MRT-Diagnostik liegen z. Z. keine statistischen Angaben aus größeren Kollektiven vor [45]. Die MRC zeigt, analog zur ERC bzw. PTC, eine Kompression von außen, so daß die Klassifikation der Abflußbehinderung in der Regel nicht gelingt. Ähnliches gilt für den sogenannten Leberhilus-Tumor, eine Kompression der Hepatikusgabel durch eine Raumforderung in der Leberpforte (z. B. Lymphknoten eines extrahepatischen malignen Prozesses).

Diskussion

Für die bildgebende Diagnostik einer Erkrankung der Gallenwege stehen heute eine Vielzahl unterschiedlichster Untersuchungsverfahren zur Verfügung. Aus technischen, ökonomischen und untersuchungsimmanenten Gründen stellt die Sonographie unverändert den ersten diagnostischen Schritt dar. Ihre auch in kontrollierten klinischen Studien nachgewiesene hohe Streuung in der Sensitivität [22, 33] ist, unabhängig vom zugrundeliegenden Krankheitsbild, auf die starke Abhängigkeit von

der Expertise des Untersuchers zurückzuführen. In der Hand des Geübten und Erfahrenen bietet der perkutane Ultraschall jedoch wichtige differentialdiagnostische Hinweise mit hoher Spezifität und kann so entscheidende Weichenstellungen für das weitere diagnostische Prozedere bei Prozessen des biliären Gangsystems bieten. Statistische Daten zahlreicher, z. T. an großen Patientenkollektiven durchgeführter Studien belegen dies [22, 26, 33].

Die Computertomographie als rein axiales Schnittbildverfahren weist intraduktale Pathologien am Gallenwegssystem nur mit geringer Treffsicherheit nach [5, 22, 27]. Versuche die Beurteilung des lokalen Befundes durch die Gabe gallengängiger Kontrastmittel zu verbessern [23, 47], konnten sich nicht durchsetzen. Der entscheidende Vorteil der CT liegt, belegt durch zahlreiche klinische Studien, in den Möglichkeiten der Beurteilung benachbarter anatomischer Leitstrukturen und festigt so, nicht zuletzt seit der Einführung der Spiral-CT, deren Stellenwert beim Staging maligner Tumoren des hepatobiliären-pankreatischen Systems [9, 22, 27, 39, 45]. Auf die Empfindlichkeit der CT im Nachweis von Verkalkungen wird bei der Untersuchung vor geplanter Chemolitholyse zurückgegriffen.

Mittels konventioneller Magnetresonanztomographie konnten, trotz gegenüber der CT deutlich besserer Gewebedifferenzierung und Darstellbarkeit in beliebigen Schichtebenen, keine entscheidenden diagnostischen Weiterent-

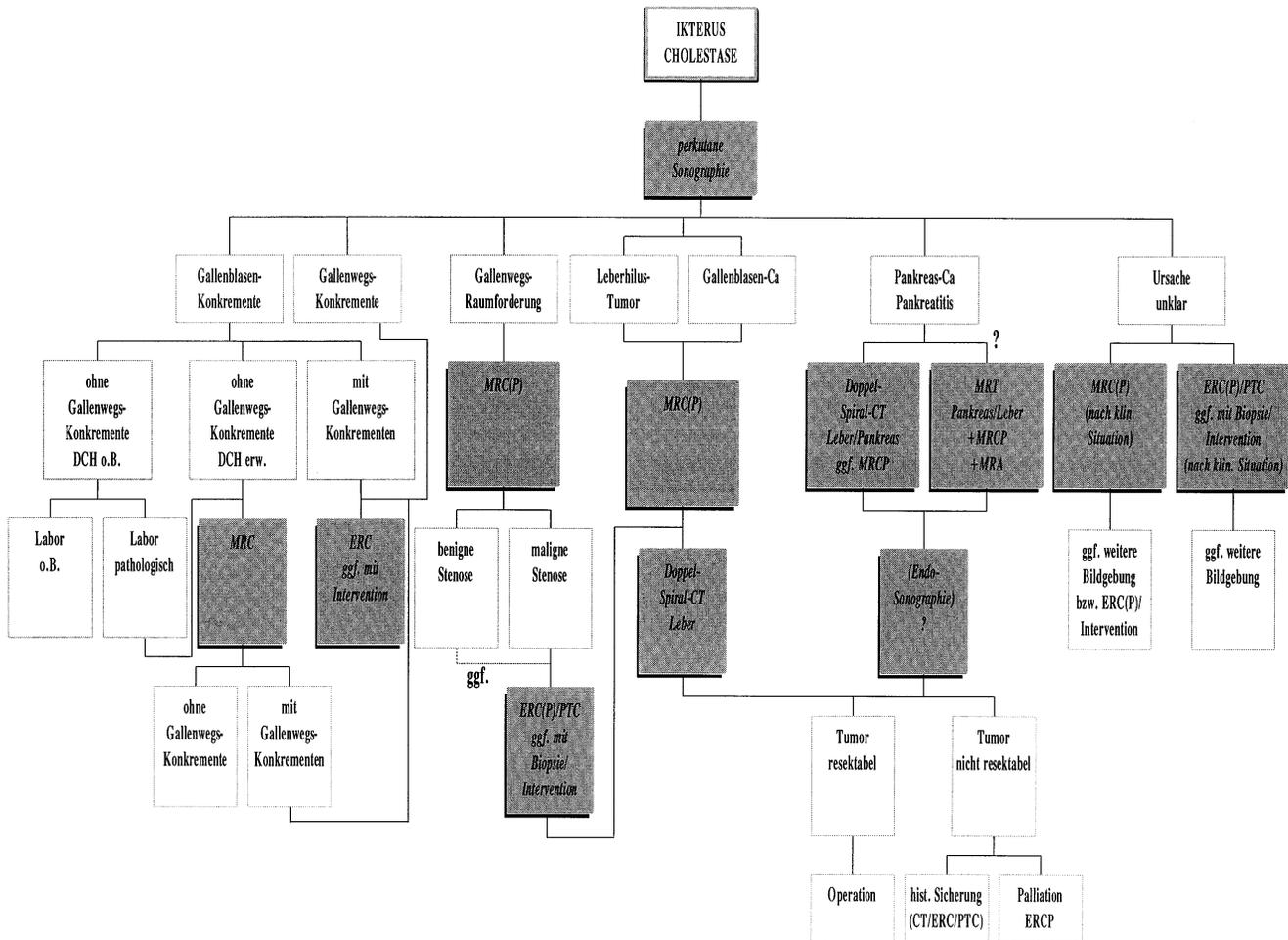


Abb. 7 ▲ Strategielgorithmus zur bildgebenden Diagnostik der Gallenwege

wicklungen erreicht werden [27]. Erst die Entwicklung der MRC hat wesentlich zur Bedeutung dieses nichtinvasiven Schnittbildverfahrens beigetragen.

Die direkte Darstellung des biliären und pankreatischen Systems stellt den Referenzstandard in der Bildgebung dieser beiden wichtigen Gangsysteme dar. Bis vor wenigen Jahren war dies nur mittels invasiver Verfahren ERCP, PTC und der i.v. Cholangiographie möglich. Dabei ist zu berücksichtigen, daß, unabhängig von der Treffsicherheit, sowohl ERC als auch PTC invasive Verfahren sind, mit Kontrastmittelapplikation und Strahlenbelastung. Nach Literaturangaben kommt es nach ERCP, also einschließlich der direkten Darstellungen des Pankreasgangs, in 7–10 % der Fälle zu Pankreatitiden [7, 11]. 80 % hiervon verlaufen milde mit einem notwendigen stationären Aufenthalt von bis zu 3 Tagen; die übrigen 20 % verlaufen schwer mit längerem stationären

Aufenthalt [7]. Technische Limitationen sind in der Hand des geübten Untersuchers von geringer Relevanz, können jedoch, insbesondere am postoperativen Situs, problematisch sein. Die i.v. Cholangiographie ist bei stark erhöhten Bilirubinwerten nicht mehr diagnostisch durchführbar und kann, bei gegebener Verfügbarkeit, durch die MRC ersetzt werden [38].

In zahlreichen klinischen Studien konnte die Vergleichbarkeit von MRC und diagnostischer ERC nachgewiesen werden [1, 16, 34, 44]. Limitationen der MRC sind, abgesehen von allgemeinen Beeinträchtigungen für die MRT (absolute und relative Kontraindikationen, Signalverlust durch Metallartefakte, Respirations- und Peristaltikartefakte) vor allem die begrenzte räumliche Auflösung (z. B. in der Beurteilung hochgradiger Strikturen und des papillennahen Abschnitts des Ductus choledochus). Für die ERC/PTC gilt der, von der MRC

nicht kompensierbare Vorteil der Möglichkeit zur sofortigen Intervention [37]. Daraus resultiert, daß eine MRC in den Fällen, in denen eine therapeutische Entlastung eines obstruierten Gallengangsystems im Vordergrund steht oder eine histologische Sicherung einer Verdachtsdiagnose erreicht werden muß, nicht indiziert ist.

Aus sozioökonomischen Gründen muß das diagnostische Verfahren angewandt werden, das rasch und möglichst unter Umgehung der Stufendiagnostik therapeutisch relevante Fakten aufzuzeigen vermag, und dies unabhängig von seinen Kosten. Für die biliäre Gangdiagnostik bedeutet dies, daß die unterschiedlichen Kombinationsmöglichkeiten der verschiedenen Untersuchungsverfahren abhängig vom zu erwartenden Krankheitsbild einzusetzen sind. Die Darstellung eines aktuell realisierbaren Strategie-Algorithmus zeigt Abb. 7. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß etwa All-inclusive-Untersuchungen bei Pankreaserkrankungen [51] z. Z. noch nicht als allgemein gültiger Stan-

dard anzusehen sind, dies jedoch mit der zunehmenden Verbreitung schneller Gradientensysteme, zumindest an entsprechenden Schwerpunktzentren, in naher Zukunft zu erwarten ist.

Die MRC ist ein nichtinvasives bildgebendes Verfahren ohne die Notwendigkeit einer Kontrastmittelapplikation. Sie bietet in kurzer Untersuchungszeit eine gute Darstellung pathologischer Befunde und, nach bisher vorliegenden ersten Berichten, vergleichbare Ergebnisse zur ERC für das Gallenwegssystem. Mit der Entwicklung schneller Gradientensysteme ist die notwendige Akquisitionszeit für die MRC in einen Bereich abgesunken, der es erlaubt nicht von einer zusätzlichen Untersuchung, sondern von einer zusätzlichen Sequenz zu sprechen. So ist es möglich, eine MRC im Rahmen der abdominalen MRT-Diagnostik mit durchzuführen und damit die Vorteile der direkten Gangdarstellung mit denen des modernen Schnittbildverfahrens in Form der Beurteilung der Umgebungsstrukturen zu kombinieren. Wenn sich die Ergebnisse der letzten Jahre in großen kontrollierten Studien bestätigen, könnte die MRC(P) in Zukunft die ERC(P) für rein diagnostische Fragestellungen sowohl für das Gallenwegs- als auch für das Pankreasgangsystem ersetzen.

Literatur

- Barish MA, Soto JA (1997) **MR cholangiopancreatography: techniques and clinical applications.** Am J Roentgenol 169: 1295–1303
- Becker CD, Grossholz M, Mentha G, de Peyer R, Terrier F (1997) **MR cholangiopancreatography: technique, potential indications, and diagnostic features of benign, postoperative, and malignant conditions.** Eur Radiol 7: 865–874
- Bret PM, Reinhold C (1997) **Magnetic resonance cholangiopancreatography.** Endoscopy 29: 472–486
- Chan Y, Chan ACW, Lam WWM, Lee DWH, Chung SSC, Sung JY, Cheung HS, Li AKC, Metreweli C (1996) **Choledocholithiasis: comparison of MR cholangiography and endoscopic retrograde cholangiography.** Radiology 200: 85–89
- Choi BI, Lim JH, Han MC, Lee DH, Kim SH, Kim YI, Kim C (1989) **Biliary cystadenoma and cystadenocarcinoma: CT and sonographic findings.** Radiology 171: 57–61
- Contractor QQ, Boujemla M, Contractor TQ, el-Essawy OM (1997) **Abnormal common bile duct sonography. The best predictor of choledocholithiasis before laparoscopic cholecystectomy.** J Clin Gastroenterol 25: 429–432
- Cotton PB, Lehman G, Vennes J, Geenen JE, Russell RCG, Meyers WC, Liguory C, Nickl N (1991) **Endoscopic shincterotomy complications and their management: an attempt at consensus.** Gastrointest Endosc 37: 383–393
- Dawson P, Adam A, Benjamin IS (1993) **Intra-venous cholangiography revisited.** Clin Radiol 47: 223–225
- Diehl SJ, Lehmann KJ, Sadick M, Lachmann R, Georgi M (1998) **Pancreatic cancer: value of dual-phase helical CT in assessing resectability.** Radiology 206: 373–378
- Ernst O, Calvo M, Sergeant G, Mizrahi D, Carpentier F (1997) **Breath-hold MR cholangiopancreatography using a HASTE sequence: comparison of single-slice and multi acquisition techniques.** Am J Roentgenol 169: 1304–1306
- Freeman ML, Nelson DB, Sherman S (1996) **Complications of endoscopic biliary shincterotomy.** N Engl J Med 335: 909–918
- Frey CF, Suzuki M, Isaji S, Zhu Y (1989) **Pancreatic resection for chronic pancreatitis.** Surg Clin North Am 69: 499–528
- Fulcher AS, Turner MA (1997) **HASTE MR cholangiography in the evaluation of hilar cholangiocarcinoma.** Am J Roentgenol 169: 1501–1505
- Guibaud L, Bret PM, Reinhold C, Atri M, Barkun AN (1995) **Bile duct obstruction and cholelithiasis: diagnosis with MR cholangiography.** Radiology 197: 109–115
- Han JK, Choi BI, Kim TK, Kim SW, Han MC, Yeon KM (1997) **Hilar cholangiocarcinoma: thin-section spiral CT findings with cholangiographic correlation.** RadioGraphics 17: 1475–1485
- Helmsberger H, Bautz W, Zillinger C, Kutschker C, Rösch T, Gerhardt P (1996) **Diagnostik des hepato-biliären und pankreatischen Gangsystems: MRCP vs. ERCP.** Fortschr Röntgenstr 164 [Suppl 1]: S134
- Hennig J, Nauerth A, Friedburg H (1986) **RARE imaging: a fast imaging method for clinical MR.** Magn Reson Med 3: 823–833
- Hintze RE, Adler A, Veltzke W, Abou-Rebyeh H, Hammerstingl R, Vogl T, Felix R (1997) **Clinical significance of magnetic resonance cholangiopancreatography (MRCP) compared to endoscopic retrograde cholangiopancreatography (ERCP).** Endoscopy 29: 182–187
- Irie H, Honda H, Tajima T, Kuroiwa T, Yoshimitsu K, Makisumi K, Masuda K (1998) **Optimal MR cholangiopancreatographic sequence and its clinical application.** Radiology 206: 379–387
- Ishizu H, Takahashi M, Kondo Y, Kataoka A, Nakamura T, Okada K, Masuko H, Nishida Y, Ogawa H, Yokoyama R, Kimura Y (1997) **The role of magnetic resonance cholangiopancreatography (MRCP) after resection of the pancreas.** Surg Today 27: 285–287
- Keogan MT, Seabourn JT, Paulson EK, McDermott VG, Delong DM, Nelson RC (1997) **Contrast-enhanced CT of intrahepatic and hilar cholangiocarcinoma: delay time for optimal imaging.** Am J Roentgenol 169: 1493–1499
- Kersting-Sommerhoff H, Helmsberger H, Bautz W (1993) **Radiologic diagnosis and staging of gallbladder and bile duct tumors.** Endoscopy 25: 86–91
- Klein H, Wein B, Truong S, Pflingsten F, Günther RW (1993) **Computed tomographic cholangiography using spiral scanning and 3D image processing.** Br J Radiol 66: 762–767
- Kruis W, Roehrig H, Hardt M, Pohl C, Schlosser D (1997) **A prospective evaluation of the diagnostic work-up before laparoscopic cholecystectomy.** Endoscopy 29: 602–608
- Laubenberger J, Buchert M, Schneider B, Blum U, Hennig J, Langer M (1995) **Breath-hold projection magnetic resonance-cholangio-pancreatography (MRCP): a new method for the examination of the bile and pancreatic ducts.** Magn Reson Med 33: 18–23
- Lämmer-Skarke I, Helmsberger H, Feussner H, Ungeheuer A, Gerhardt P (1994) **Die Rolle der i. v. Cholangiographie und der Sonographie in der präoperativen Diagnostik vor laparoskopischer Cholezystektomie.** Fortschr Röntgenstr 161: 133–138
- Low RN, Sigeti JS, Francis IR, Weinman D, Bower B, Shimakawa A, Foo TKF (1994) **Evaluation of malignant biliary obstruction: efficacy of fast multiplanar spoiled gradient-recalled MR imaging vs spin-echo MR imaging, CT, and cholangiography.** Am J Roentgenol 162: 315–323
- Maccaulay SE, Schulte SJ, Sekijima JH, Obregon RG, Simon HE, Rohrmann CA, Freeny PC, Schmiedl UP (1995) **Evaluation of a non-breath-hold MR cholangiography technique.** Radiology 196: 227–232
- Maier M, Kohler B, Benz C, Korber H, Riemann JF (1995) **Perkutane transhepatische Cholangioskopie (PTCS) – eine wichtige Ergänzung in Diagnose und Therapie von Gallenwegserkrankungen.** Z Gastroenterol 33: 435–439
- Miyazaki T, Yamashita Y, Tsuchigame T, Yamamoto H, Urata J, Takahashi M (1996) **MR cholangiopancreatography using HASTE (half-Fourier acquisition single-shot turbo spin-echo) sequences.** Am J Roentgenol 166: 1297–1303
- Mizutani Y (1995) **Short breath-hold MR cholangiopancreatography with single slice method using HASTE sequence.** Jpn J Magn Reson Med 15: 187–195
- Norton SA, Alderson D (1997) **Prospective comparison of endoscopic ultrasonography and endoscopic retrograde cholangiopancreatography in the detection of bile duct stones.** Br J Surg 84: 1366–1369
- Pasanen P, Partanen K, Pikkarainen P, Alhava E, Pirinen A, Janatuinen E (1992) **Ultrasonography, CT, and ERCP in the diagnosis of choledochal stones.** Acta Radiol 33: 53–56
- Pavone P, Laghi A, Catalano C, Broglio L, Messina A, Scipioni A, Di Girolamo M, Passariello R (1996) **MR cholangiopancreatography (MRCP) at 0.5 T: technique optimisation and preliminary results.** Eur Radiol 6: 147–152
- Pavone P, Laghi A, Catalano C, Broglio L, Panebianco V, Messina A, Salvatori FM, Passariello R (1997) **MR cholangiography in the examination of patients with biliary-enteric anastomoses.** Am J Roentgenol 169: 807–811

36. Pavone P, Laghi A, Catalano C, Broglio L, Scipioni A, Di Girolamo M, Sarrantonio A, Passariello R (1995) **Magnetic resonance cholangiopancreatography. A new method of noninvasive biliopancreatic diagnosis.** *Radiol Med (Torino)* 90: 438–443
37. Reinhold C, Bret PM (1996) **Current status of MR cholangiopancreatography.** *Am J Roentgenol* 166: 1285–1295
38. Reuther G, Kiefer B, Tuchmann A (1996) **Cholangiography before biliary surgery: single-shot MR cholangiography versus intravenous cholangiography.** *Radiology* 198: 561–566
39. Richter GM, Simon C, Hoffmann V, deBernardinis M, Seelos R, Senninger N, Kauffmann GW (1996) **Hydrospiral-CT des Pankreas in Dünnschicht-technik.** *Radiologe* 36: 397–405
40. Rösch T (1997) **Endoscopic ultrasonography.** *Br J Surg* 84: 1329–1331
41. Rösch T, Weigert N, Kassem MA, Allescher HD (1997) **DDW Congress report 1997 Washington.** *Endoscopy* 29: 760–819
42. Sananes JC, Lequesne R, Laurent F, Franconi JM, Grelet P, Drouillard J (1995) **MR cholangiography (MRC) using a breath hold fast spin echo sequence.** *Eur Radiol* 5, Suppl. 1: S4
43. Schmitz SA, Muhler A, Wagner S, Wolf KJ (1996) **Functional hepatobiliary imaging with gadolinium-EOB-DTPA. A comparison of magnetic resonance imaging and 153gadolinium-EOB-DTPA scintigraphy in rats.** *Invest Radiol* 31: 154–160
44. Soto JA, Barish MA, Yucel EK, Siegenberg D, Ferrucci JT, Chuttani R (1996) **Magnetic resonance cholangiography: comparison to endoscopic retrograde cholangiopancreatography.** *Gastroenterology* 110: 589–597
45. Soyer P, Gouhiri M, Boudiaf M, Brocheriou-Spelle I, Kardache M, Fishman EK, Rymer R (1997) **Carcinoma of the gallbladder: imaging features with surgical correlation.** *Am J Roentgenol* 169: 781–785
46. Spencer JA, Ward J, Guthrie JA, Guillou PJ, Robinson PJA (1998) **Assessment of resectability of pancreatic cancer with dynamic contrast-enhanced MR imaging: technique, surgical correlation and patient outcome.** *Eur Radiol* 8: 23–29
47. Stockberger SM, Sherman S, Kopecky KK (1996) **Helical CT cholangiography.** *Abdom Imaging* 21: 98–104
48. Takehara Y, Ichijo K, Tooyama N, Kodaira N, Yamamoto H, Tatami M, Saito M, Watahiki H, Takahashi M (1994) **Breath-hold MR cholangiopancreatography with a long-echo-train fast spin-echo sequence and a surface coil in chronic pancreatitis [see comments].** *Radiology* 192: 73–78
49. Taourel P, Bret PM, Reinhold C, Barkun AN, Atri M (1996) **Anatomic variants of the biliary tree: diagnosis with MR cholangiopancreatography.** *Radiology* 199: 521–527
50. Topazian M, Kozarek R, Stoler R, Vender R, Wells CK, Feinstein AR (1997) **Clinical utility of endoscopic retrograde cholangiopancreatography.** *Gastrointest Endosc* 46: 393–399
51. Trede M, Rumstadt B, Wendl K, Gaa J, Tesdal IK, Lehmann KJ, Meier-Willersens HJ, Pescatore P, Schmoll J (1997) **Ultrafast magnetic resonance imaging improves the staging of pancreatic tumors.** *Ann Surg* 226: 393–405
52. van Campenhout I, Prossman O, Gagner M, Pomp A, Deslandres E, Levesque HP (1993) **Routine operative cholangiography during laparoscopic cholecystectomy: feasibility and value in 107 patients.** *Am J Roentgenol* 160: 1209–1211
53. Wallner BK, Schumacher KA, Weidenmaier W, Friedrich JM (1991) **Dilated biliary tract: evaluation with MR cholangiography with a T2-weighted contrast-enhanced fast sequence.** *Radiology* 181: 805–808
54. Wunsch CS, Richter GM, Noeldge G, Hansmann J, Kauffmann GW (1997) **Improvement of diagnostic quality of MRCP (Magnetic resonance cholangiopancreatography) in breath-hold technique by oral administration of ferrite microparticles (Abdoscan).** *Radiology* 205 (P): 505
55. Yamashita Y, Abe Y, Tang Y, Urata J, Sumi S, Takahashi M (1997) **In vitro and clinical studies of image acquisition in breath-hold MR cholangiopancreatography: single-shot projection technique versus multislice technique.** *Am J Roentgenol* 168: 1449–1454
56. Zeman RK, Berman PM, Silverman PM, Cooper C, Garra BS, Patt RH, Ascher SM (1995) **Biliary tract: three-dimensional helical CT without cholangiographic contrast material.** *Radiology* 196: 865–867