

7. Magnetresonanz-Cholangio-Pankreatographie (MRCP)

ADAMEK, H. E. und RIEMANN, J. F.

*Med. Klinik C, Klinikum Ludwigshafen gGmbH,
Akademisches Lehrkrankenhaus der Johannes-Gutenberg-Universität, Mainz*

Einführung

Die Magnetresonanztomographie (MRT) ist sicher die wichtigste Entwicklung in der medizinischen Diagnostik seit der Einführung der Röntgentechnik vor über 100 Jahren. Nachdem die Kernspintomographie in den Anfangsjahren ihren Schwerpunkt vor allem in der Neuroradiologie hatte, werden kernspintomographische Techniken nun in nahezu allen Körperregionen etabliert. Mit Hilfe von ultraschnellen Sequenzen und speziellen Oberflächenspulen konnte die Qualität der Bilder im Abdomen wesentlich verbessert werden. Mit der Entwicklung der Kernspintomographie befindet sich die gastroenterologische Diagnostik an einem Wendepunkt. Für eine zielgerichtete Weiterentwicklung ist die enge Zusammenarbeit zwischen Radiologen und Gastroenterologen zwingend. Auf dieser Basis werden sich in Zukunft neben der Diagnostik von bilio-pankreatischen und Darmerkrankungen weitere Indikationen für die Kernspintomographie im Gastrointestinaltrakt erschließen³.

Untersuchungstechnik und MR-Messprotokoll

Das Prinzip der MRCP basiert auf dem Signal, das stehende Flüssigkeiten in T2-gewichteten Sequenzen erzeugen. Als Kontrast dienen umliegende solide Strukturen, Steine oder Blutgefäße, die in diesen Sequenzen nur ein sehr schwaches Signal aussenden. Eine ausreichende Bildqualität kann mit einer Reihe von Gerätetypen und Magnetstärken erreicht werden. Standard sind heute Tomographen mit einem modernen Hoch- oder Mittelfeldsystem (1,0–1,5 Tesla). Eine Bildoptimierung gelingt durch die Verwendung von (chemischen) Fettunterdrückungspulsen sowie den Einsatz von Oberflächenspulen („body array coil“).

Für die MRCP sind eine Vielzahl von Protokollen vorgestellt worden. Erst Versuche wurden mit Hilfe von Gradientenechosequenzen vorgenommen. In diesen Sequenzen gibt die stehende Gallenflüssigkeit allerdings nur einen schwachen Kontrast zur Umgebung, außerdem war die Darstellung sehr störanfällig. Heute werden zunehmend „Turbo-Spin-Echo“-Sequenzen (TSE) oder „Fast-Spin-Echo“-Sequenzen (FSE) eingesetzt, die ein gutes Signal-Rausch und Kontrast-Rausch Verhältnis bieten. Außerdem stören Feldinhomogenitäten oder Metall-Clips und Darmgase kaum. Diese Technik ist eine sehr elegante Verbesserung der konventionellen Spin-Echo-Technik, da sie die Aufnahmezeit einer einzelnen Studie (Sequenz) um das Achtfache verkürzt. Um atemabhängige Artefakte zu vermeiden, werden die Aufnahmen in Atemstillstand („breath-hold“) vorgenommen. Mit der Einführung besonders schneller „single-shot RARE“- und „half-Fourier acquisition single-shot turbo-spin-echo (HASTE)“-Sequenzen konnte die Aufnahmezeit pro Schicht auf 4–20 Sekunden reduziert werden. Außerdem gelang auf der Basis der FSE-Sequenzen erstmals auch eine dreidimensionale Darstellung in akzeptablen Aufnahmezeiten. Wir verwenden ein 1,0 T-System (MAGNETOM EXPERT, Siemens, Erlangen).

Vorbereitung des Patienten

Die Patienten halten eine Nüchternperiode von 8 Stunden vor der Untersuchung ein, eine routinemäßige Prämedikation erfolgt nicht; in Einzelfällen wird bei sehr aufgeregten Patienten ein mildes Sedativum 30 min vor der Untersuchung oral verabreicht.

Befunde

Gallenwege

Der normale Gallengang kann in der MRCP nahezu komplett dargestellt werden⁽²¹⁾; ebenso ist eine Dilatation regelmäßig zu erkennen. In der Diagnose der Choledocholithiasis erreicht die MRCP Sensitivitäten zwischen 80 und 100% und ist damit der Endosonographie (EUS und ERCP) vergleichbar. Mit älteren Geräten wird diese Treffsicherheit manchmal nicht erreicht, dies gilt besonders für Steine, die kleiner als 6 mm sind⁸. Darüberhinaus gibt es eine Reihe von Befunden (z.B. intraduktaler Tumor, Blut, Luft), die als Choledocholithiasis fehlinterpretiert werden können. Gallenwegsanomalien können dagegen regelmäßig mittels MRCP dargestellt werden^{5, 12}. Hier erweist sich die Kernspintomographie als ideales diagnostisches Instrument, insbesondere bei jüngeren Patienten und Kindern, denen damit häufig endoskopische oder strahlenbelastete Untersuchungen erspart werden können.

Für die Diagnose der Hepatolithiasis und der primär sklerosierenden Cholangitis ist die Datenlage noch spärlich^{10, 15}, erste erfolgversprechende Daten liegen aber vor. Sinngemäß gilt das auch für Patienten mit biliären Komplikationen nach Lebertransplantation¹⁹. Der Stellenwert der MRCP in der Differentialdiagnose der Gallengangstenose ist dagegen bereits gut evaluiert². Die MRCP weist die Höhe und Länge der Gallengangstenose mit einer Sensitivität von etwa 90% nach, die Spezifität erreicht 100%. Zusätzlich kann die MRCP (im Gegensatz zur endoskopisch-retrograden Cholangiographie) die dilatierten Gallengänge oberhalb der Stenose darstellen und eventuell vorhandene weitere Strikturen identifizieren. Die Unterscheidung zwischen maligner und benigner Stenose gelingt häufig durch die zusätzliche Gewinnung von Schnittbildern der Leber und umgebender anatomischer Strukturen¹⁴.

Im Bereich der Papille hat die MRCP bisher noch keine zuverlässigen Ergebnisse liefern können; hier sind gerade bei Papillentumoren offensichtlich ERCP und EUS durch die Möglichkeit der direkten Papilleninspektion und Biopsieentnahme überlegen. Allerdings gibt es erste Berichte, dass durch dynamische Aufnahmen das Papillenspiel mittels Kernspintomographie beobachtet werden kann. Ob dies eine diagnostische Perspektive für Patienten mit Sphinkter Oddi Dysfunktion sein kann ist allerdings noch offen. Versuche, den Gallengang dynamisch nach Anregung der Cholerese zu untersuchen und damit Aussagen zum Sphinkterverhalten zu machen, befinden sich noch im Anfangsstadium. Dies gilt auch für die ersten Versuche einer MR-gesteuerten perkutan-transhepatischen Cholangiodrainage (PTCD) in einem offenen Niederfeldgerät. Unter MR-Sicht war zwar die Punktion und Drainageeinlage in das erweiterte Gallenwegsystem möglich, eine Überbrückung der Gallengangstenose gelang jedoch nur unter Röntgendurchleuchtung²².

Pankreas

Wegen seines geringen Durchmessers war die Darstellung des Pankreasgangs lange ein technisches Problem für die Kernspintomographie. Mit der Einführung moderner Geräte und Sequenzen sowie der medikamentösen Gangerweiterung mittels Sekretin (Dos.: 1 klinische Einheit/kg Körpergewicht i.v.) gelingt die Pankreasgangdarstellung heute regelmäßig. Durch

die Sekretiongabe kann auch die Darstellung von Pseudozysten, die nur einen schmalen Ganganschluss haben, im Rahmen der chronischen Pankreatitis verbessert werden¹⁸. In experimentellen Studien geht man derzeit sogar der Frage nach, ob die Sekretin-verstärkte Pankreasgangdarstellung in dynamischen Serien unser Verständnis der Pathophysiologie der Pankreatitis erweitern kann. So gelang es bereits nachzuweisen, dass eine reduzierte duodenale Füllung in der MRCP nach Gabe von Sekretin mit einer Einschränkung der exokrinen Pankreasfunktion einher geht^{9, 11}. Im Rahmen der akuten Pankreatitis ist die MRCP bisher selten eingesetzt worden¹⁶.

Die Schnittbilder, die die Kernspintomographie bei dieser Fragestellung liefert, sind nach Kontrastmittelgabe durchaus der Computertomographie (CT) vergleichbar, wenn Geräte mit hoher Feldstärke eingesetzt werden²⁰; es fehlen aber größere kontrollierte Studien zu dieser Fragestellung. Bezüglich der Frage der Genese der Pankreatitis könnte die Kernspintomographie eine biliäre Genese ausschließen helfen – im Gegensatz zur CT, die bei der Fragestellung „Choledocholithiasis“ keine Rolle spielt. In der Diagnose der chronischen Pankreatitis hat sich die MRCP bewährt. Ebenso liefert sie zuverlässige Bilder beim Pankreas divisum, auch hier erhöht die Sekretiongabe die Treffsicherheit¹⁷. Für die Differentialdiagnose zystischer Pankreastumoren⁷ muss die MRCP als Methode der Wahl angesehen werden. Es gelingt sogar eine Unterscheidung zwischen malignen und benignen zystischen Prozessen durch ein charakteristisches Gangbefallsmuster: Während bei malignen Formen der Hauptgang deutlich und diffus erweitert ist, liegt bei den benignen Formen eher eine segmentale Erweiterung im Seitenastbereich vor¹³.

Erste Untersuchungen zur klinischen Bedeutung der MRCP für die Diagnostik des Pankreaskarzinoms⁴ deuten darauf hin, dass die Magnetresonanztomographie im Vergleich zur ERCP zumindest gleichwertige Ergebnisse aufweisen kann. Darüber hinaus bietet die Kernspintomographie die Möglichkeit, in einer einzigen Sitzung neben Schnittbildern von Leber und Pankreas eine Gangdarstellung mittels MRCP sowie eine Gefäßdarstellung mittels MR-Angiographie zu gewinnen. Damit könnte sich in Zukunft die gesamte präoperative Diagnostik beim Pankreaskarzinom verändern: In einem einzigen Schritt liefert dann die Kernspintomographie Daten, die bisher mittels ERCP, Endosonographie, Angiographie und CT gewonnen werden mussten. Bisher liegt der positive Vorhersagewert für die Resektabilität eines Pankreaskarzinoms aber nur bei etwa 75%, sodass in Zweifelsfällen zusätzlich eine Endosonographie durchgeführt werden sollte, um die Treffsicherheit zu erhöhen⁶. Vergleichsuntersuchungen zwischen Spiral-Computertomographie und MRT bei Pankreaskarzinomverdacht liefern bisher keine einheitlichen Ergebnisse²³. Gegenwärtig müssen beide Verfahren als gleichwertig angesehen werden; Unterschiede sind wahrscheinlich durch die Gerätequalität sowie die Erfahrung der Untersucher mit der jeweiligen Methode begründet.

Wertung und Indikationen

Die bildgebende Diagnostik bei Gallenwegs- und Pankreaserkrankungen beginnt heute mit dem allgemein verfügbaren und preiswerten perkutanen Ultraschall. Danach kann häufig bereits eine Verdachtsdiagnose gestellt und das weitere diagnostische und therapeutische Vorgehen geplant werden. Als weitere nicht-invasive diagnostische Schritte stehen der endoskopische Ultraschall (EUS) und die Computertomographie (CT) zur Verfügung.

Seit ihrer Einführung in den 70er Jahren hat sich die endoskopische retrograde Cholangiopankreatographie (ERCP) als der Goldstandard in der Diagnose von Erkrankungen des Pankreas und der Gallenwege etabliert. Im Gegensatz zu den oben genannten Verfahren bietet die ERCP

neben einer hohen diagnostischen Treffsicherheit auch die Möglichkeit, in gleicher Sitzung eine Therapie durchführen zu können. Allerdings ist die ERCP ein invasives Verfahren mit Komplikationen, die selten lebensbedrohlich sein können.

Auf der Suche nach einem weniger invasiven, sicheren und sensitiven Verfahren bei Patienten mit Verdacht auf bilio-pankreatische Erkrankungen wurde man Anfang der 90er Jahre fündig. Mittels stark T2-gewichteter, meist fettunterdrückter Magnetresonanzbilder können stehende Flüssigkeiten mit hoher Signalintensität abgebildet werden. Mit Hilfe einer computergestützten Nachbearbeitung ist so eine Darstellung der Gallengänge und des Pankreasgangs möglich, die der endoskopisch retrograden Cholangio-Pankreatographie vergleichbar ist. Darüber hinaus setzt die Kernspintomographie den Patienten weder einer Strahlenbelastung noch der Gefahr einer Morbidität aus, wie Sie durch Komplikationen bei der ERCP entstehen kann.

Ein großer Nachteil der MRCP ist allerdings das Fehlen jeglicher therapeutischer Optionen. Daher wird es zunehmend wichtig, durch Basisuntersuchungen (Labor, Ultraschall) die Weichen bezüglich der weiteren Gallenwegs- und Pankreasdiagnostik zu stellen. Die ERCP bleibt die bevorzugte Methode, wenn eine therapeutische Intervention wahrscheinlich ist. Wenn z.B. im perkutanen Ultraschall die Verdachtsdiagnose einer Choledocholithiasis, einer Gallenwegsverletzung (z.B. nach laparoskopischer Cholezystektomie) oder eines großen (inoperablen) Pankreastumors gestellt wird, ist nach wie vor die (therapeutische) ERCP vorzuziehen. Natürlich ist die MRCP immer dann Methode der Wahl, wenn die ERCP aus technischen oder anatomischen Gründen nicht gelingt¹. Für die Darstellung der Gallenwege gilt: die diagnostische perkutan-transhepatische oder intravenöse Cholangiographie sollten der Vergangenheit angehören.

Literatur

- 1 Adamek HE, Weitz M, Breer H, Schilling D, Riemann JF. Value of magnetic resonance cholangiopancreatography (MRCP) after unsuccessful ERCP. *Endoscopy* 1997; 29: 741-744
 - 2 Adamek HE, Albert J, Weitz M, Breer H, Schilling D, Riemann JF. A prospective evaluation of magnetic resonance cholangiopancreatography in patients with suspected bile duct obstruction. *Gut* 1998; 43: 680-683
 - 3 Adamek HE, Breer H, Karschkes T, Albert J, Riemann JF. Magnetic resonance imaging in gastroenterology: time to say good-bye to all that endoscopy? *Endoscopy* 2000; 32: 406-410
 - 4 Adamek HE, Albert J, Breer H, Weitz M, Schilling D, Riemann JF. Pancreatic cancer detection with magnetic resonance cholangiopancreatography and endoscopic retrograde cholangiopancreatography: a prospective controlled study. *Lancet* 2000; 356: 190-93
 - 5 Adamek, H.E., D. Schilling, M. Weitz, J.F. Riemann. Choledochoceles imaged with Magnetic Resonance Cholangiography. *Am J Gastroenterol* 2000; 95: 1082-1083
 - 6 Ahmad NA, Lewis JD, Siegelmann ES, Rosato EF, Ginsberg GG, Kochmann ML: Role of endoscopic ultrasound and magnetic resonance imaging in the preoperative staging of pancreatic adenocarcinoma. *Am J Gastroenterol* 2000; 95: 1926-31
 - 7 Albert J, Schilling D, Breer H, Jungius KP, Riemann JF, Adamek HE. Mucinous cystadenomas and intraductal papillary mucinous tumors of the pancreas in magnetic resonance cholangiopancreatography. *Endoscopy* 2000; 32: 472-6
 - 8 Barish MA, Yucel EK, Ferrucci JT. Current concepts: Magnetic resonance cholangiopancreatography. *N Engl J Med* 1999; 341: 258-264
 - 9 Cappeliez O, Delhaye M, Deviere J, Le MO, Metens T, Nicaise N, et al. Chronic pancreatitis: evaluation of pancreatic exocrine function with MR pancreatography after secretin stimulation. *Radiology* 2000; 215: 358-64
 - 10 Fulcher AS, Turner MA, Franklin KJ, Shiffman ML, Sterling RK, Luketic VA, et al. Primary sclerosing cholangitis: evaluation with MR cholangiography. *Radiology* 2000; 215: 71-80
 - 11 Heverhagen JT, Müller D, Battmann A, Ishaque N, Boehm D, Katschinski M, et al. MR Hydrometry to assess exocrine function of the pancreas: initial results of noninvasive quantification of secretion. *Radiology* 2001; 218: 61-7
-

- 12 Hirao K, Miyazaki A, Fujimoto T, Isomoto I, Hayashi K. Evaluation of aberrant bile ducts before laparoscopic cholecystectomy: helical CT cholangiography versus MR cholangiography. *Am J Roentgenol* 2000; 175: 713-20
- 13 Irie H, Honda H, Aibe H, Kuroiwa T, Yoshimitsu K, Shinozaki K, et al. MR cholangiopancreatographic differentiation of benign and malignant intraductal mucin-producing tumors of the pancreas. *Am J Roentgenol* 2000; 174: 1403-8
- 14 Kim MJ, Mitchell DG, Ito K, Outwater EK. Biliary dilatation: differentiation of benign from malignant causes – value of adding conventional MR imaging to MR cholangiopancreatography. *Radiology* 2000; 214: 173-81
- 15 Kubo S, Hamba H, Hirohashi K. Magnetic resonance cholangiography in hepatolithiasis. *Am J Gastroenterol* 1997, 92: 629-631
- 16 Lecesne R, Taourel P, Bret PM. Acute Pancreatitis: interobserver agreement and correlation of CT and MR cholangiopancreatography with outcome. *Radiology* 1999, 211: 727-735
- 17 Manfredi R, Costamagna G, Brizi MG, Spina S, Maresca G, Vecchioli A, et al. Pancreas divisum and Santorinicele: diagnosis with dynamic MR cholangiopancreatography with secretin stimulation. *Radiology* 2000; 217: 403-8
- 18 Matos C, Metens T, Devière J. Pancreatic duct: morphologic and functional evaluation with dynamic MR pancreatography after secretin stimulation. *Radiology* 1997, 203: 435-441
- 19 Meersschat V, Morteel KJ, Troisi R, Van VH, De VM, Defreyne L, et al. Value of MR cholangiography in the evaluation of postoperative biliary complications following orthotopic liver transplantation. *Eur Radiol* 2000; 10: 1576-81
- 20 Piironen A, Kivisaari R, Kempainen E, Laippala P, Koivisto AM, Poutanen VP, et al. Detection of severe acute pancreatitis by contrast-enhanced magnetic resonance imaging. *Eur Radiol* 2000; 10: 354-61
- 21 Soto JA, Barish MA, Yucel EK. Magnetic resonance cholangiography: comparison with endoscopic retrograde cholangiopancreatography. *Gastroenterology* 1996, 110: 589-597
- 22 Wacker FK, Faiss S, Reither K, Zimmer T, Wendt M, Wolf KJ. MR imaging-guided biliary drainage in an open low-field system: first clinical experience. *Röfo* 2000; 172: 744-7
- 23 Fink C, Grenacher L, Hansmann HJ, Dux M, Leipold R, Spielhauer E et al. Prospective study to compare high-resolution computed tomography and magnetic resonance imaging in the detection of pancreatic neoplasms. *RöFo* 2001; 173 724-730

Empfehlungen zum Einsatz der Magnetresonanz-Cholangio-Pankreatikographie

1. Befunde an den Gallenwegen

- Der normale Gallengang kann in der MRCP nahezu komplett dargestellt werden; ebenso ist eine Dilatation regelmässig zu erkennen (Evidenzgrad II-1).
- In der Diagnose der Choledocholithiasis ist die MRCP der Endosonographie vergleichbar (Evidenzgrad II-1).
- Gallenwegsanomalien können mit der MRCP gut dargestellt werden (Evidenzgrad III).
- Für die Diagnose intrahepatischer Steine und die primär sklerosierende der Cholangitis zeichnet sich eine weitere Indikation ab (Evidenzgrad III).
- Die MRCP eignet sich gut zur Evaluation der Höhe und der Länge einer Gallengangstenose (Evidenzgrad II-1).

2. Befunde am Pankreas

- Die MRCP ist zur Diagnose der chronischen Pankreatitis und der Pnacreas dvisum geeignet (Evidenzgrad III).
- Die MRCP ist in der Differentialdiagnose zystischer Pankreatumoren die Methode der Wahl (Evidenzgrad II-2).
- Die MRCP ist der ERCP in der Diagnostik des Pankreaskarzinoms gleichwertig (Evidenzgrad II-2).