



Title	MR Cholangiographyによる胆嚢管および3管合流部の評価-各種撮像法の比較検討および呼吸同期3Dマルチスラブ法による臨床的評価-
Author(s)	津野田, 雅敏; 笹井, 信也; 三森, 天人 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1998, 58(8), p. 420-425
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/19995">https://hdl.handle.net/11094/19995</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

# MR Cholangiography による胆嚢管および3管合流部の評価 - 各種撮像法の比較検討および呼吸同期3Dマルチスラブ法による臨床的評価 -

津野田雅敏<sup>1)</sup> 笹井 信也<sup>1)</sup> 三森 天人<sup>1)</sup> 赤木 史郎<sup>1)</sup> 戸上 泉<sup>1)</sup>  
上者 郁夫<sup>1)</sup> 石原 節子<sup>2)</sup> 大藤 剛宏<sup>3)</sup> 土肥 俊之<sup>3)</sup> 平木 祥夫<sup>1)</sup>

1)岡山大学医学部放射線医学教室 2)土肥病院放射線科 3)土肥病院外科

## Evaluation of the Cystic Duct and Cysticohepatic Junction with MR Cholangiography: Comparison of various techniques and clinical evaluation with respiratory-triggered three-dimensional multislab technique

Masatoshi Tsunoda<sup>1)</sup>, Nobuya Sasai<sup>2)</sup>, Akihito Mitsumori<sup>1)</sup>, Shirou Akaki<sup>1)</sup>, Izumi Togami<sup>1)</sup>, Ikuo Jyoja<sup>1)</sup>, Setsuko Ishihara<sup>2)</sup>, Takahiro Ootou<sup>3)</sup>, Toshiyuki Dohi<sup>3)</sup> and Yoshio Hiraki<sup>1)</sup>

The purpose of this study was to evaluate depiction of the cystic duct and cysticohepatic junction by MR cholangiography (MRC).

In 10 volunteers, MR cholangiograms were obtained by breath-hold two-dimensional (2D), respiratory-triggered 2D, respiratory-triggered three-dimensional (3D) single slab, and 3D multislab techniques. The images then were compared qualitatively.

MRC using the respiratory-triggered 3D multislab techniques was evaluated as better than the other techniques, and was performed in 35 patients. Depiction of the anatomy of the cystic duct and cysticohepatic junction were evaluated. In 8 of 35 patients, MRC images were compared with those obtained by endoscopic retrograde cholangiography (ERC).

The cystic duct and cysticohepatic junction were visualized adequately in 93% of volunteers and patients by the respiratory-triggered 3D multislab technique.

Anatomic variations in the cystic duct and cysticohepatic junction were evaluated. The frequency of anatomic variations was the same as previously reported. The anatomic evaluations obtained by MRC were correlated closely with those obtained by ERC in 8 patients.

In conclusion, MRC with the respiratory-triggered 3D multislab technique is useful in evaluation of the cystic duct and cysticohepatic junction.

Research Code No. : 514.9

Key words : Cystic duct, MR imaging, MR cholangiography

Received Nov. 10, 1997, revision accepted Apr. 27, 1998

- 1) Department of Radiology, Okayama University Medical School
- 2) Department of Radiology, Dohi Hospital
- 3) Department of Surgery, Dohi Hospital

## はじめに

近年、胆嚢結石症をはじめとする胆道系疾患において腹腔鏡下胆嚢摘出術が広く行われるようになってきた。一方では、狭い術野で施行されるために胆管損傷などの合併症の増加が報告されている<sup>1),2)</sup>。手技的な問題のみならず、副肝管の存在や胆嚢管の低位合流、胆嚢管の螺旋走行および内側合流、短い胆嚢管などのバリエーションによる胆管損傷の危険性も指摘されている<sup>3)</sup>。このため術前における胆道系、特に胆嚢管および3管合流部を十分に評価することが胆管損傷などの合併症を少なくするために重要であると考えられる。腹腔鏡下胆嚢摘出術における胆道系の術前評価には内視鏡的胆道造影(以下、ERC)、点滴静注胆道造影(以下、DIC)およびDIC-CTが行われてきた。MRIは造影剤を使用することもなく非侵襲的に胆道系を描出することが可能であり、術前評価として期待されている<sup>11),12)</sup>が胆嚢管および3管合流部の評価に関する詳細な報告はみられない。今回われわれは正常例において各種MR Cholangiography(以下、MRC)の比較検討を行い、疾患群では呼吸同期3Dマルチスラブ法によるMRCを施行し、胆嚢管および3管合流部の描出能および解剖学的な評価について検討したので報告する。

## 対象および方法

正常例10例(男性8例、女性2例、平均35.1歳)および胆道系精査のためMRCを施行された35例(男性19例、女性16例、平均65.1歳)を対象とした。症例の内訳は、胆嚢結石症19例、総胆管結石症3例、胆嚢管結石症1例、胆嚢ポリープ5例、胆嚢癌1例、その他6例である。ERCが8例に施行された。18例では腹腔鏡下胆嚢摘出術が施行され、1例では開腹下胆嚢摘出術が施行された。

使用装置は、Gyrosan ACS NT (Philips medical systems, 1.5T)であり、円形の表面コイル(C1 coil:直径20cm)を使用して背臥位にて撮像を行った。検査前は絶食とし検査直前に鎮痙剤の投与を行った。

正常例10例においては、脂肪抑制法を併用した高速スピネコー法による呼吸停止2D法、呼吸同期2D法、呼吸同期3Dシングルスラブ法、呼吸同期3Dマルチスラブ法でMRCを撮像し、選択的MIP画像における胆嚢管および3管合流部

の描出能と原画像の画質について視覚的評価を行った。

呼吸停止2D法の撮像条件は、9448-9621/200/106/1 (TR/TE/echo train length/excitations), スライス厚/ギャップ: 3/0mm, FOV: 220mm (rectangular FOV: 91-100%), Matrix: 256 × 177-191, ハーフフーリエ法を使用し, 16スライスを1回の呼吸停止下に撮像した。撮像時間は18-19秒であった。

呼吸同期2D法では、1800-2000/200/36/2 (TR/TE/echo train length/excitations), スライス厚/ギャップ: 3/-1mm, FOV: 220mm (rectangular FOV: 80-100%), Matrix: 256 × 176-180, 24スライスを呼吸同期下に撮像した。撮像時間は約3-4分であった。

呼吸同期3Dシングルスラブ法では、2000/240/108/1 (TR/TE/echo train length/excitations), スライス厚: 2mm, FOV: 220mm (rectangular FOV: 91-100%), Matrix: 256 × 180-191, ハーフフーリエ法を使用し, 24スライスを呼吸同期下に撮像した。撮像時間は約3-4分であった。

呼吸同期3Dマルチスラブ法では、2000/240/36/1 (TR/TE/echo train length/excitations), スライス厚: 1.6-2mm, FOV: 220mm (rectangular FOV: 100%), Matrix: 256 × 144-180, 6スラブ, 30スライス (隣接スラブ間では, 40%オーバーラップ) を呼吸同期下に撮像した。撮像時間は約5-6分であった。

なお, 呼吸同期法における実際のTRは, いずれも1呼吸周期 (約3-4秒程度) であり, 症例により異なるため一定ではない。

脂肪抑制T2強調横断像により, 胆嚢および肝外胆管を確認して冠状断あるいは胆嚢管の走行に沿ったスライスを設定した。いずれも, 左右肝管合流部から総肝管, 総胆管および胆嚢管の全体を含む必要なスライスのみを選択してMaximum Intensity Projection法 (以下, MIP法) による画像処理を行った。

胆嚢管および3管合流部の描出能は, 全長が良好に描出されており十分に評価が可能なものをgood, 一部不明瞭であるが全体として把握でき評価が可能なものをfair, 描出が不十分で評価が困難なものをpoorとして3段階に分けて視覚的に評価した。原画像の画質は, 呼吸運動によるアーチファクト, 胆道系の明瞭さ, 画像ノイズについてそれぞれ3段階に分けて視覚的に評価した。呼吸運動によるアーチファクトおよび画像ノイズについては, mild, moderate, severeの3段階に, 胆道系の明瞭さについては, good, fair, poorの3段階とし, いずれも2名の放射線科医の合議にて評価した。

疾患群においては, 正常例における結果をもとに呼吸同期3D

マルチスラブ法により撮像を行った。撮像条件は, 2297-2000/240-270/36-38/1 (TR/TE/echo train length/excitations), スライス厚: 1.6-2mm, FOV: 160-220mm (rectangular FOV: 100%), Matrix: 256 × 144-180, 6-8スラブ, 30-40スライス (隣接スラブ間では, 40%オーバーラップ) を呼吸同期下に撮像した。撮像時間は約5-7分であった。胆嚢管および3管合流部の描出能については正常例と同様に3段階の視覚的評価を行った。

正常例および疾患群ともに胆嚢管の走行および3管合流部についてMRCによる解剖学的な検討を行った。胆嚢管の走行は, 鋭角型, 並行型, 螺旋型<sup>4)</sup>に分類した。3管合流部の位置は, 前後および左右に4等分して分類し, 高さについては左右肝管合流部から総胆管末端部を3等分して分類した。

ERCを施行した8例については全例で比較検討を行い, 胆嚢管の走行, 3管合流部の位置および高さについて検討した。また, 副肝管の有無についても検討を行った。

## 結 果

各撮像法における正常例の描出能および原画像の画質評価の結果をTable 1に示す。描出能については, 呼吸同期3Dマルチスラブ法が10例中5例でgoodと最も良好に描出され, 呼吸停止2D法では10例中7例でpoorと描出不良のものが多かった。1例に胆嚢管近位部に合流する副肝管を認め (Fig.1), 1例に左側低位合流を伴った典型的なlong cystic ductを認めた (Fig.2)。

原画像の画質評価では, 呼吸運動によるアーチファクトは, 呼吸停止2D法では, ほとんどみられなかった。呼吸同期2D法および3D法では, やや目立つものの評価困難となる例は少なかった。呼吸同期3Dシングルスラブ法では, マルチスラブ法より目立たない場合が多いが, 逆にsevereと評価された例もあった。胆道系の明瞭さは, 呼吸同期2D法およ

Table 1 Results of qualitative evaluation in normal volunteers.

Quality	Breath-hold 2D MRC	Respiratory- triggered 2D MRC	Respiratory- triggered 3D MRC (single slab)	Respiratory- triggered 3D MRC (multi slab)	
Visualization of the cystic duct and cysticohepatic junction	Good	0	1	2	5
	Fair	3	6	6	4
	Poor	7	3	2	1
Sharpness of the extrahepatic biliary tree	Good	4	8	0	9
	Fair	3	2	6	1
	Poor	3	0	4	0
Respiratory motion artifacts	Mild	10	1	6	3
	Moderate	0	8	2	7
	Severe	0	1	2	0
Noise	Mild	0	2	7	3
	Moderate	6	8	1	5
	Severe	4	0	2	2



Fig.1 Accessory hepatic duct. Small hepatic duct from the right lobe of the liver inserts the proximal portion of the cystic duct.



Fig.2 Long cystic duct. Long cystic duct runs parallel to the common hepatic duct and joins the distal third of the extrahepatic duct on its medial side.

び3Dマルチスラブ法においては良好であったが、呼吸停止2D法や呼吸同期3Dシングルスラブ法では、ハーフフーリエ法を使用しているためやや劣る場合が多かった。画像ノイズは、信号ノイズ比として客観的に評価すべきものだが、表面コイルを使用していることもあり視覚的な評価とした。呼吸停止2D法では画像ノイズが目立ち、呼吸同期3Dシングルスラブ法でもっとも目立たなかった。

疾患群においては、35例中28例が<sup>§</sup>good、6例が<sup>§</sup>fair、2例が<sup>§</sup>poorと評価された。poorと評価された1例はアーチファクトが著明であり、他の1例は適切な呼吸同期が得られなかった。2例に副肝管が認められた。

胆嚢管の走行は、鋭角型(Fig.3)が45例中27例(60.0%)、平行型(Fig.4)が11例(24.4%)、螺旋型(Fig.5)が7例(15.5%)であった。合流部の高さは、上1/3が45例中12例(26.7%)、中1/3が30例(66.7%)、下1/3が3例(6.7%)であった。胆嚢管は、45例中2例(4.4%)では前外側から、30例(66.7%)は後外側から、2例(4.4%)は前内側から、11例(24.4%)は後内側から総肝管に合流していた。

ERCと比較を行った8例では、胆嚢管の走行および合流部については全例で良好な一致がみられた。副肝管のみられた1例においては原画面上は指摘可能ではあったが、MIP像では指摘困難であった(Fig.6)。

## 考 察

1991年に森本ら<sup>5)</sup>により、高速グラディエントエコー法を用いたMRCの報告がなされて以来、最近では装置の進歩もあり高速スピエコー法による報告<sup>6)・12)</sup>が主流となっている。当初は拡張胆管の描出が目的であったが、正常膵管の

描出まで可能となり、MR Cholangiopancreatographyとして2D法のみならず3D法<sup>7)・8)</sup>や表面コイル<sup>6)</sup>およびボディアレイコイル<sup>9)</sup>の使用など様々な撮像法が報告されている。

今回われわれは、腹腔鏡下胆嚢摘出術の術前評価として



Fig.3 Angular course. The cystic duct runs downward and inserts on its lateral side at an acute angle.



Fig.4 Parallel course. The cystic duct runs parallel to the common hepatic duct and inserts on its lateral side.

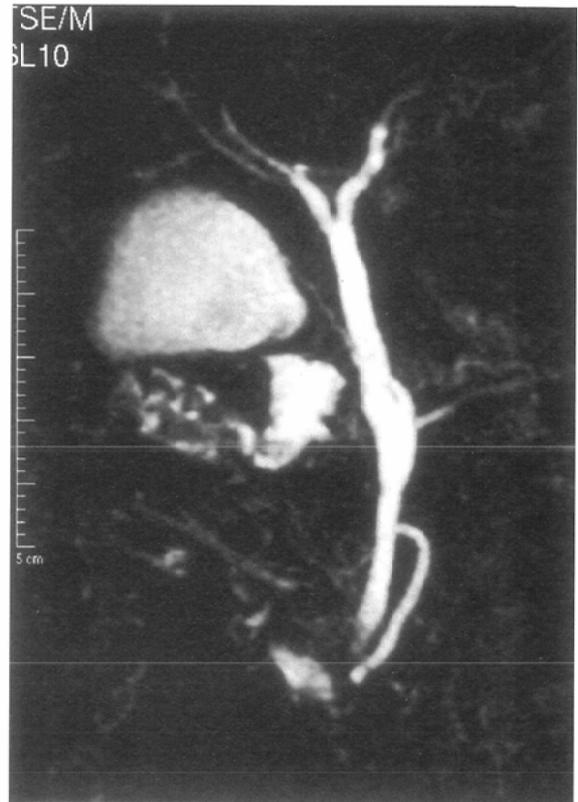


Fig.5 Spiral course. The cystic duct crosses the common hepatic duct posteriorly and inserts on its medial side.

胆嚢管および3管合流部の描出能を検討するため、正常例において各種撮像法の比較検討を行った。シングルスライス法の報告<sup>11)</sup>もあるが、目的とする部位は走行が複雑な場合もあり、多方向からの観察が必要となるためMIP法による画像処理を前提とした。

各種撮像法による描出能の比較検討では、呼吸同期3Dマルチスラブ法でもっとも良好に描出された。3D法のため薄いスライスでも画質およびスライスの連続性を保つことができ、マルチスラブのために呼吸相が一定していない場合でも他のスラブまでアーチファクトの影響を及ぼさないことによると考えられた。呼吸同期3Dシングルスラブ法は、呼吸運動によるアーチファクトは目立たない場合が多いが、呼吸相が一定しない場合はスラブ全体にアーチファクトを生じてしまう場合があり、また大きなアーチファクトにはならなくとも辺縁が不明瞭となる一因となる。呼吸相でデータを収集するにはエコーレイン数に制限があり、空間分解能を保つためにはハーフフーリエ法を使用する必要がある。これも辺縁が不明瞭となる要因であると考えられた。呼吸同期2D法では、3D法と比較して画質およびスライスの連続性に劣ることが考えられた。呼吸停止2D法は呼吸運動によるアーチファクトが少なく短時間で撮像できるが、今回の撮像条件下では信号強度が十分でないためか描出不良例が多かった。このためわれわれは臨床例には呼吸同期3Dマルチスラブ法を用いて検討を行った。

胆嚢管の走行および3管合流部の形態は比較的複雑な場合があり、その評価には高い空間分解能が必要であると考えられる。また、呼吸運動によるアーチファクトが問題となり、その対策としては呼吸停止法や呼吸同期法の使用が考えられる。

呼吸停止法は短時間で検査が可能であり、呼吸運動によるアーチファクトのほとんどない画像が得られるが、時間的な制約によりあまり多くのスライス枚数が得られない、画質があまりよくないなどの欠点もある。また、数回の呼吸停止に分割して検査を行うと、位置ずれをおこす場合が多い。

呼吸同期法は呼吸停止の困難な老人や小児でも施行でき、高速スピネコー法を用いることで比較的短時間で撮像可能である。呼吸停止法のような時間的制約がないため、高分解能高画質の画像を得ることが可能であり、2D法のみならず3D法も使用可能である。呼吸相に撮像を行うため呼吸相の極端に短い場合や呼吸相の一定しない場合には、良好な画像が得られないことがあるが、これらはモニター上で確認でき、撮像前に適切な呼吸を指導することにより患者の協力が得られる場合も多い。

今回の検討では、脂肪抑制法を併用するとともにTEを200-270msとかなり長く設定したが、これにより実質臓器の信号はほとんどなくなり、胆道系を明瞭に描出することができるためMIP法には好都合であると考えられた。一方では、debrisにより胆嚢の信号強度が低下する場合がある、周囲臓器との関係がはっきりしなくなるという欠点もある。胃や腸管内容物の信号は残存することが多いが、これらは高濃度フェリセルツ<sup>13)</sup>などの陰性造影剤を併用することが有用と考えられる。

胆嚢結石症をはじめとする胆道疾患において腹腔鏡下胆嚢摘出術が広く行われるようになり、狭い術野で施行されるため胆管損傷などの合併症の増加が指摘されている<sup>1),2)</sup>。副肝管の存在や胆嚢管の低位合流、胆嚢管の螺旋走行および内側合流、短い胆嚢管などのバリエーションによる胆管

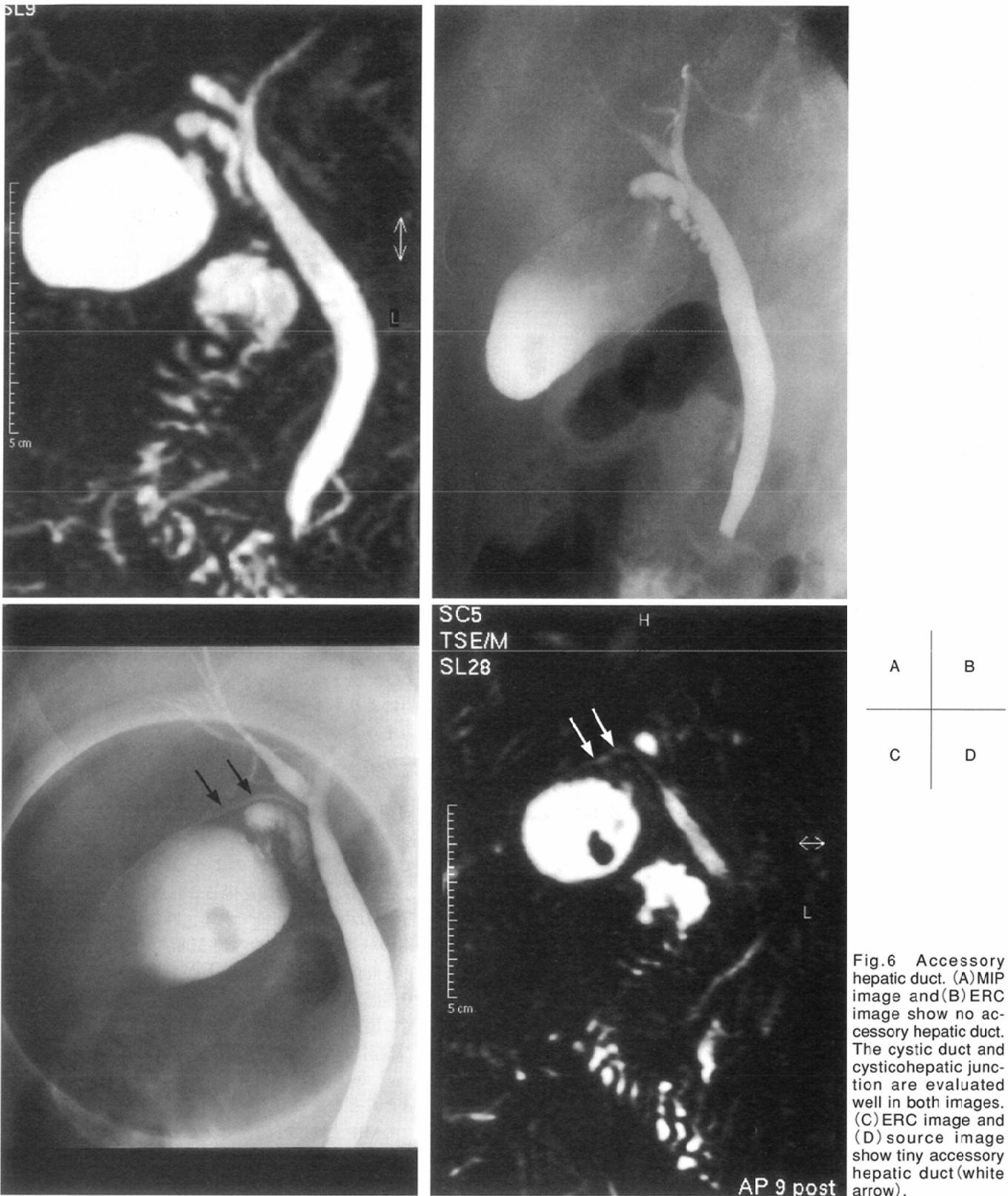


Fig.6 Accessory hepatic duct. (A)MIP image and(B)ERC image show no accessory hepatic duct. The cystic duct and cysticohepatic junction are evaluated well in both images. (C)ERC image and (D) source image show tiny accessory hepatic duct (white arrow).

損傷の危険性<sup>3)</sup>も考えられ、術前に胆道系、特に胆嚢管および3管合流部を十分に評価することは重要であると考えられる。

腹腔鏡下胆嚢摘出術における胆道系の術前評価には、ERCやDICおよびDIC-CTが行われてきた。ERCは、術前のルーチン検査としては侵襲性が高く、また検査後合併症の

問題もある<sup>17)</sup>。非侵襲的検査としてDICおよびDIC-CTが、ルーチン検査として使用される場合も多いが、DIC単独では胆嚢管の描出には問題があり<sup>11)</sup>、DIC-CTは横断面での評価には優れているものの3次元的な評価には限界がある<sup>15)</sup>。また、造影剤による副作用の問題や造影不良の場合も考えられ、点滴開始からの検査時間も長い。

今回われわれのMRCにおける描出能の検討では、呼吸同期3Dマルチスラブ法により45例中42例(93.3%)において胆嚢管および3管合流部の評価が可能であると考えられた。これは、ERC<sup>14)</sup>やDIC-CT<sup>15),16)</sup>による報告と比較しても特に遜色のないものと考えられる。正常例に比して疾患群の方がgoodと評価されたものが多かったが、これは疾患による胆道系の拡張や年齢的な問題も考えられる。解剖学的評価としては、胆嚢管の走行、3管合流部の高さおよび前後左右の位置関係の検討を行ったが、以前の報告<sup>4),14),15)</sup>とほぼ同様と考えられた。以前の報告における副肝管の頻度は7-28%<sup>4)</sup>であり、われわれの検討では45例中3例(6.7%)とやや低かった。今回の検討では、手術時に問題となる可能性のある左右肝管合流部から総胆管末梢部までしか評価の対象としなかったことや、ごく小さなものは描出されていない可能性も考えられる。剖検例や手術時における検討でも1mm以下のものは容易に見逃される可能性がある<sup>4)</sup>とされ、今回の検討例中最小径のものが約1mmであったが、原画上市指摘可能ではあるがMIP像では指摘困難であり、空間分解能的にもほぼ限界と考えられた。

ERCとの比較検討を行った8例では、胆嚢管の走行および3管合流部に関しては全例においてよく一致したが、小さな副肝管の描出は不十分であると考えられた。小さな副肝管や胆嚢管狭窄などの評価には限界があり、それらが疑われる場合は、ERCも考慮されるべきである。

MRCは非侵襲的検査法であり、呼吸同期3Dマルチスラブ法を用いても比較的短時間で検査可能で被曝もない。造影

剤を使用しないため副作用の問題はなく、装置さえあれば比較的簡単に検査が可能である。胆嚢管や3管合流部の描出能に関しては、ERCやDIC-CTと比較しても遜色なく、腹腔鏡下胆嚢摘出術の術前ルーチン検査として十分臨床応用が可能であると考えられた。

## 結 語

1. 正常例10例において各種MRCによる胆嚢管および3管合流部の描出能の検討を行った。視覚的評価では、呼吸同期3Dマルチスラブ法が最も良好に描出可能と考えられた。
2. 疾患群35例においては、呼吸同期3Dマルチスラブ法によるMRCを施行した。正常例と疾患群合わせて45例中42例(93.3%)で胆嚢管および3管合流部の評価が可能であり、ERCやDIC-CTと比較しても特に遜色のないものと考えられた。
3. 解剖学的評価では以前の報告とほぼ同様であると考えられたが、副肝管の頻度はやや低く、評価部位を限定したことやごく小さなものでは描出されていない可能性も考えられた。
4. MRCは呼吸同期3Dマルチスラブ法を用いても比較的短時間で検査可能であり、造影剤の副作用や被曝の問題もなく、非侵襲的検査である。腹腔鏡下胆嚢摘出術の術前ルーチン検査として十分臨床応用が可能であると考えられた。

## 文 献

- 1) Deziel DJ, Millikan KW, Economou SG, et al: Complications of laparoscopic cholecystectomy: a national survey of 4,292 hospitals and analysis of 77,604 cases. *Am J Surg* 165: 9-14, 1993
- 2) Garden OJ: Iatrogenic injury to the bile duct. *Br J surg* 78: 1412-1413, 1991
- 3) Martin RF, Rossi RL: Bile duct injuries: spectrum, mechanisms of injury, and their prevention. *Surg Clin North Am* 74: 781-803, 1994
- 4) Hand BH: Anatomy and function of the extrahepatic biliary system. *Clin Gastroenterol* 2: 3-29, 1973
- 5) 森本耕治, 青木佳子, 催 秀美, 他: MR Cholangiography. *日本医放会誌* 51: 833-835, 1991
- 6) Takehara Y, Ichijo K, Tooyama N, et al: Breath-hold MR Cholangiopancreatography with a Long-Echo-Train Fast Spin-Echo Sequence and a Surface Coil in Chronic Pancreatitis. *Radiology* 192: 73-78, 1994
- 7) Soto JA, Barish MA, Yucel EK, et al: Pancreatic Duct: MR Cholangiopancreatography with a Three-dimensional Fast Spin-Echo Technique. *Radiology* 196: 459-464, 1995
- 8) Barish MA, Yucel EK, Soto JA, et al: MR Cholangiopancreatography: Efficacy of Three Dimensional Turbo Spin-Echo Technique. *AJR* 165: 295-300, 1995
- 9) Miyazaki T, Yamashita Y, Tsuchigame T, et al: MR Cholangiopancreatography Using HASTE (Half-Fourier Acquisition Single-Shot Turbo Spin-Echo) Sequences. *AJR* 166: 1297-1303, 1996
- 10) 水谷良行: 超高速T2強調撮像法-HASTE-による短時間息止めMR-cholangiopancreatographyの臨床応用. *日磁医誌* 15: 187-195, 1995
- 11) Reuther G, Kiefer B, Tuchmann A: Cholangiography before Biliary Surgery: Single-Shot MR Cholangiography versus Intravenous Cholangiography. *Radiology* 198: 561-566, 1996
- 12) Taourel P, Bret PM, Reinhold C, et al: Anatomic Variants of the Biliary Tree: Diagnosis with MR Cholangiopancreatography. *Radiology* 199: 521-527, 1996
- 13) 高原太郎, 佐伯光明, 野坂俊介, 他: 陰性造影剤としての高濃度フェリセルツを用いたMR Cholangiographyの画質改善. *日本医放会誌* 55: 697-699, 1995
- 14) Shaw MJ, Dorsher PJ, Vennes JA: Cystic Duct Anatomy: An Endoscopic Perspective. *Am J Gastroenterol* 12: 2102-2106, 1993
- 15) 芳賀 伴, 内村文昭: DIC-Helical CTによる胆嚢管の解剖学的検討-3管合流部を中心として-. *日医放会誌* 55: 776-778, 1995
- 16) Van Beers BE, Lacrosse M, Trigaux JP, et al: Noninvasive imaging of the biliary tree before or after laparoscopic cholecystectomy: use of three-dimensional spiral CT cholangiography. *AJR* 162: 1331-1335, 1994
- 17) Neuhaus H, Feussner H, Ungeheuer A, et al: Prospective evaluation of the use of endoscopic retrograde cholangiography prior to laparoscopic cholecystectomy. *Endoscopy* 24: 745-749, 1992