

## 閉塞性黄疸症例における MRI — ピロリン酸第二鉄剤の有用性 —

横田 啓<sup>1</sup>, 的場宗孝<sup>1</sup>, 宝田 陽<sup>1</sup>, 利波久雄<sup>1</sup>,  
興村哲郎<sup>1</sup>, 山本 達<sup>1</sup>, 山口健三<sup>2</sup>

<sup>1</sup>金沢医科大学放射線医学教室 <sup>2</sup>同 薬剤部

### はじめに

Magnetic resonance imaging (MRI) は脳、脊髄疾患においては不可欠な検査法となっており、上腹部領域においても肝、膵、脾等の実質臓器に対する MRI の有用性が多く報告されている。しかし、胆道系の MRI においては胆道の拡張が無い場合には、周囲組織と胆道の鑑別が困難であり、また撮像時間が長い MRI では肝門部や膵頭部に位置する総胆管は消化管の蠕動や呼吸性移動による artifact が強く現われ、明瞭な画像が得られないために胆道系疾患の診断に関する MRI の報告はいまだに少ない<sup>1)~3)</sup>。一方、消化管を造影して膵頭部を周囲の腸管から識別するための MRI 用造影剤の開発が行なわれている。Gd-DTPA<sup>4)</sup>やクエン酸第二鉄アンモニウム<sup>5)~7)</sup>を経口的に投与することにより消化管の内腔を高信号域として描出し、膵組織や周囲の脂肪組織等を腸管とは明瞭に識別しえたとの報告や、ピロリン酸第二鉄剤を PTCD tube より注入し総胆管を高信号に描出し周囲組織と胆道系を明瞭に識別しえたとの発表<sup>8)</sup>がなされている。これらの報告を参考にし、我々は MRI での描出が不十分と考えられている総胆管と門脈、下大静脈及び膵頭部との位置関係を明瞭に区別する

ことを目的として、閉鎖性黄疸の治療のために経皮経肝胆道ドレナージ (PTCD) が施行されている症例にたいして総胆管内へピロリン酸第二鉄の注入を行なうことにより、胆管内を MRI にて高信号として描出し、胆道系の拡張状態やその原因となる総胆管結石、肝門部や膵頭部の腫瘍病変の評価及び総胆管に隣接する消化管への腫瘍の侵潤の状態を良好に診断しえたので、手術所見とを比較して本法の臨床的有用性について検討した。

### 対象及び方法

対象は1986年4月から1991年10月までの期間に金沢医科大学消化器内科、一般消化器外科において経皮経肝胆道ドレナージが施行され手術又は臨床病理学的に診断が確定された膵頭部癌6例、胆道癌及び乳頭部癌6例、転移性肝癌3例、総胆管結石1例、計16症例とした。年齢は54才~83才(平均70.1才)であり男性11症例、女性5症例であった。

対象症例に対して MRI の鉄造影剤としてピロリン酸第二鉄 (incremin) 原液の10倍希釈滅菌水溶液(鉄含有量0.6g/dl)を作成し、使用時に硫酸ゲンタマイシン40mgを混合して約

キーワード contrast agent, ferric-pyrophosphate, obstructive jaundice

20ml を PTC D tube より注入し MRI 撮像を行なった。ピロリン酸第二鉄は三価の鉄を有しており磁気共鳴現象において T<sub>1</sub>及び T<sub>2</sub>緩和時間を短縮する作用を示す薬剤であるが、鉄の含有量により緩和時間の短縮効果、即ち MRI での造影効果はかなり異なる為、最初に溶液の鉄含有量による造影効果の基礎的実験を行なった。この製剤の希釈濃度による各溶液の MRI 信号強度を測定し contrast to noise ratio (C/N 比)<sup>9)</sup>について検討し MRI 胆道造影剤としての最適の希釈濃度の測定を行なった。なお検体の C/N 比は各検体の信号強度と生理食塩水の信号強度の差の値を background の信号強度の標準偏差値で割った数値とした。

MR 装置は MAGNETOM-M5 (SIEMENS) 静磁場強度 0.5T を用いた。撮像条件は spin-echo 法により TR : 300~600ms, TE : 22ms の T<sub>1</sub>強調画像及び、TR : 2000ms, TE : 90ms の T<sub>2</sub>強調画像にて横断像を撮像したのち、PTCD tube より鉄造影剤を注入し T<sub>1</sub>強調画像にて横断、冠状断の二方向を撮像した。スライス厚は 8mm であり 2~4 回のデータ収集回数にて施行した。

## 結 果

### 1) ピロリン酸第二鉄

ピロリン酸第二鉄 Fe<sub>4</sub>(P<sub>2</sub>O<sub>7</sub>)<sub>3</sub> · 4Na<sub>3</sub>C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>O<sub>7</sub> 溶液 (incremin) は pH4.5~6.0, 三価の鉄を有する鉄欠乏性貧血治療剤である (Table 1)。この鉄剤は 1ml あたり 6mg の鉄を、モル換算にて 30mmol/L を、含有する薬剤であり、MRI の撮像時に生理食塩水により 10 倍希釈した 0.6mg/ml (3mmol/L) の鉄含有水溶液を使用した。異なった希釈濃度溶液の C/N の測定においては、ピロリン酸第二鉄希釈水溶液及び対照として生理食塩水を用いた。ピロリン酸第二鉄溶液は 30mmol/l の原液と、原液を生理食塩水により段階的に希釈し 0.5, 1.0, 3.0, 5.0, 10.0

(mmol/L) の溶液を作成した。各々の T<sub>1</sub>強調画像、T<sub>2</sub>強調画像の撮像を行ない、各溶液の信号強度の測定を行なった (Fig.1)。生理食塩水の信号強度を基準としたピロリン酸第二鉄希釈液の C/N 比は、T<sub>1</sub>強調画像において 1.0mmol/L 溶液が 108.0±3.1 と希釈液の中で最も高い値を示し、T<sub>2</sub>強調画像においては 0.5mmol/L 溶液が 60.7±3.6 と高い C/N 比を示した (Table 2)。

### 2) 胆管狭窄像及び閉塞像

造影剤使用 MRI 冠状断像において描出された総胆管閉塞像を中沢<sup>10)</sup>の分類を用い検討した (Table 3)。閉塞及び狭窄像は、全例において水溶液ヨード造影剤を使用した PTC D 造影とほぼ同程度に描出された。総胆管結石症例において、乳頭部に嵌頓した結石により総胆管は明瞭な逆 U 字型の陰影欠損として描出された。膵頭部癌及び総胆管癌においては進行の程度が高度である症例が多く、肝門部における造影剤の陰影欠損型として 7 症例 (58.3%) が描出された。これら高度進行症例においては周囲組織への腫瘍の侵潤範囲の診断は冠状断像のみの検索によっては困難であり、横断像を追加することで膵頭部及び周囲組織への腫瘍の侵潤状態の描出が向上し、より確実な診断がえられた。比較的早期の膵頭部癌における造影 MRI 冠状断面像では、総胆管の先端が V 字型や U 字型の狭窄像を示したが、総胆管の辺縁は比較的平滑であった。また、これらの所見に加えて膵頭部に T<sub>1</sub>強

Table 1.

- |  |
|--|
| • Ferric-pyrophosphate soluble (INCREMIN SYRUP <sup>®</sup> )  |
| • Ferric concentration : 6mg/ml  |
| • pH : 4.5~6.0   |
| • Molecular formation<br>Fe <sub>4</sub> (P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ) <sub>3</sub> · 4Na <sub>3</sub> C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> O <sub>7</sub> |
| • Molecular weight : 1777.50   |

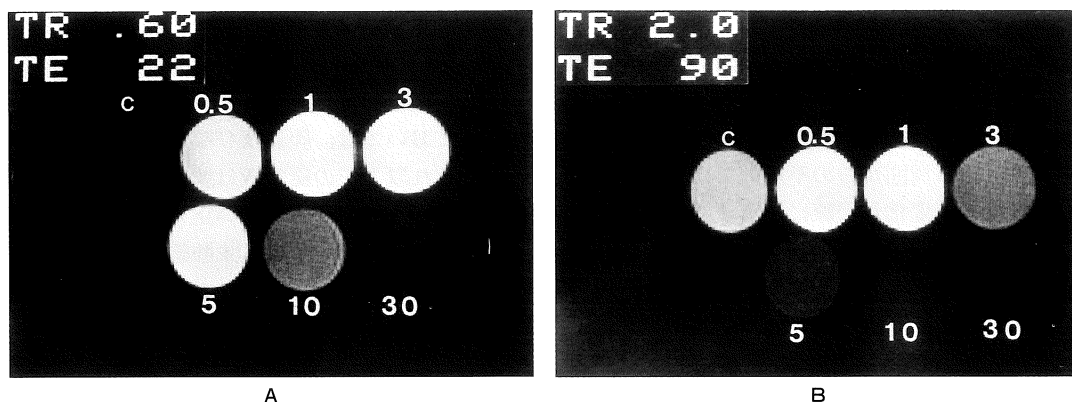


Fig.1. A ; T<sub>1</sub>-weighted image. Signal intensity of ferric-pyrophosphate soluble is the most increased around the concentration of 3.0mmol/L on T<sub>1</sub>-weighted image. B ; T<sub>2</sub>-weighted image. The concentration of 1.0mmol/L on T<sub>2</sub>-weighted image bears the highest signal intensity among them.

Table 2. Contrast to noise ratios (C/N) in ferric-pyrophosphate soluble

	T <sub>1</sub> -weighted image (TR/TE=600ms/22ms)	T <sub>2</sub> -weighted image (TR/TE=2000ms/90ms)
0.5mmol/L	74.4±4.1	60.7±3.6
1.0mmol/L	108.0±3.1	40.1±0.5
3.0mmol/L	97.5±1.6	-24.0±0.7
5.0mmol/L	87.0±3.1	-48.0±0.9
10.0mmol/L	36.9±0.5	-70.3±1.5
30.0mmol/L	-17.8±0.8	-71.2±1.8

$$C/N = \frac{S_a - S_b}{\text{noise SD}}$$

S<sub>a</sub> ; measured signal intensity of the ferric-pyrophosphate soluble.

S<sub>b</sub> ; measured signal intensity of the isotonic sodium chloride solution.

Table 3. Obstructive type of common bile duct for MRI

	gall stone	pancreas head cancer	common bile duct cancer	metastatic cancer
Defect type		3	4	1
Stenotic type				
V form		2		
U form		1		
reverse U form	1			
irregular form			2	2

調画像により、正常脾と比較して低信号を呈す腫瘍病変自体が同時に描出された。また、胃癌の肝転移や肝門部リンパ節転移に転移を示す症例においては、総胆管及び胆管への腫大したリンパ節による周囲からの不規則ではあるが平滑な圧迫による変化が明瞭に描出され、腫大したリンパ節は T<sub>1</sub>強調画像において低信号を示す腫瘍として描出された。

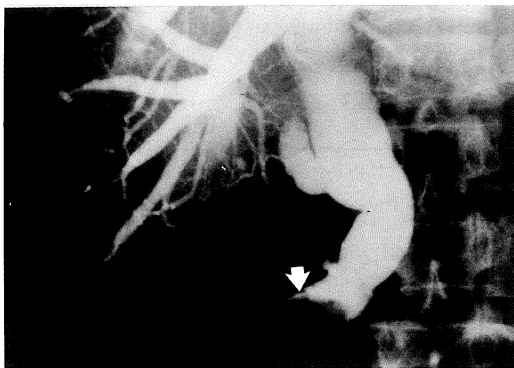
### 3) 症例

a) 症例 1, 総胆管結石の症例 (Fig.2). 患者は 59 歳の男性であり、閉塞性黄疸により PTCD が施行された症例である。通常の PTCD 造影では、拡張した胆管系と総胆管末端部に逆 U 字型を示す径約 1.5cm の結石による陰影欠損像が認められた。結石は、造影 MRI において拡張した総胆管の先端の乳頭部に無信号領域として認められた。同部において総胆管は PTCD 造影と同様に逆 U 字型閉塞像を呈し、拡張した肝内胆管及び胆嚢が高信号領域として描出された。手術所見では、総胆管の末端に嵌頓する径約 2×3cm のビリルビン系結石が認められた。

b) 症例 2, 70 歳男性の硬化型膵頭部症例 (Fig.3). PTCD 造影では、胆嚢は描出されず胆嚢陰性症例であり、胆道系は胆嚢管合流部より肝門部側にて硬化様 V 字型閉塞像を示した。造影 MRI による T<sub>1</sub>強調横断画像では、膵

頭部に正常膵組織と比較しやや低信号を示す異常病変部が認められ、膵頭部癌の膵後面への侵潤及び門脈への侵潤が疑われた。造影 MRI 冠状断像においては、胆嚢及び胆嚢管は正常に描出されそれ以下での総胆管は狭窄を示し、狭窄を生じた膵内胆管周囲に添い正常な膵の信号強度と比較しやや低信号を示す腫瘍性病変が認められた。T<sub>1</sub>強調画像横断像及び冠状断像にて膵頭部癌の膵後面への侵潤及び門脈への侵潤が疑われた。手術所見<sup>1)</sup>では Ph, T<sub>2</sub> (3.5), S<sub>0</sub>, Rp (++) , Vp (++) , A (-) , Du (-) , Ch (++) , H<sub>0</sub>, P<sub>0</sub>, N (+) (No13a, 12b) であった。摘出した腫瘍は、硬化型膵癌であり正常膵より白色を示し腫瘍内部には出血巣や壊死巣を認めず均一な病巣を呈した。膵癌の病巣は MRI 冠状断像と一致して膵頭部に位置して全周性に総胆管をとりかこむ侵潤形式を示しており、MRI 像と手術所見における侵潤範囲の評価は非常によく一致していた。

c) 症例 3, 十二指腸乳頭部癌症例 (Fig.4). 閉塞性黄疸にて PTCD が施行された 62 歳女性の患者である。PTCD 造影においては拡張した総胆管とその末端にやや辺縁不整な閉塞像が認められたが、造影剤の十二指腸内への流出は認められなかった。造影 MRI において総胆管は拡張を呈するも、冠状断及び横断像にて膵頭



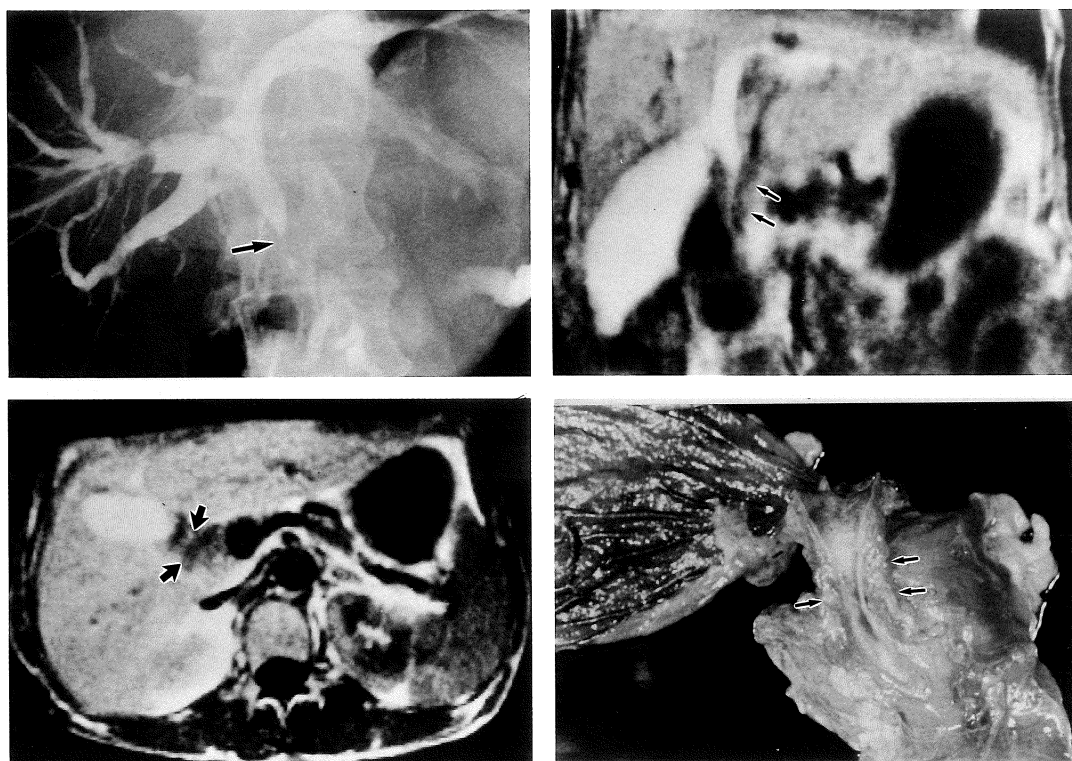
A



B

Fig.2. A patient with choledocholithiasis.

A ; PTC image shows "reverse U Form". B ; MRI, T<sub>1</sub>-weighted image on of coronal section. A stone causing the obstruction is shown as a signal void area (arrow).



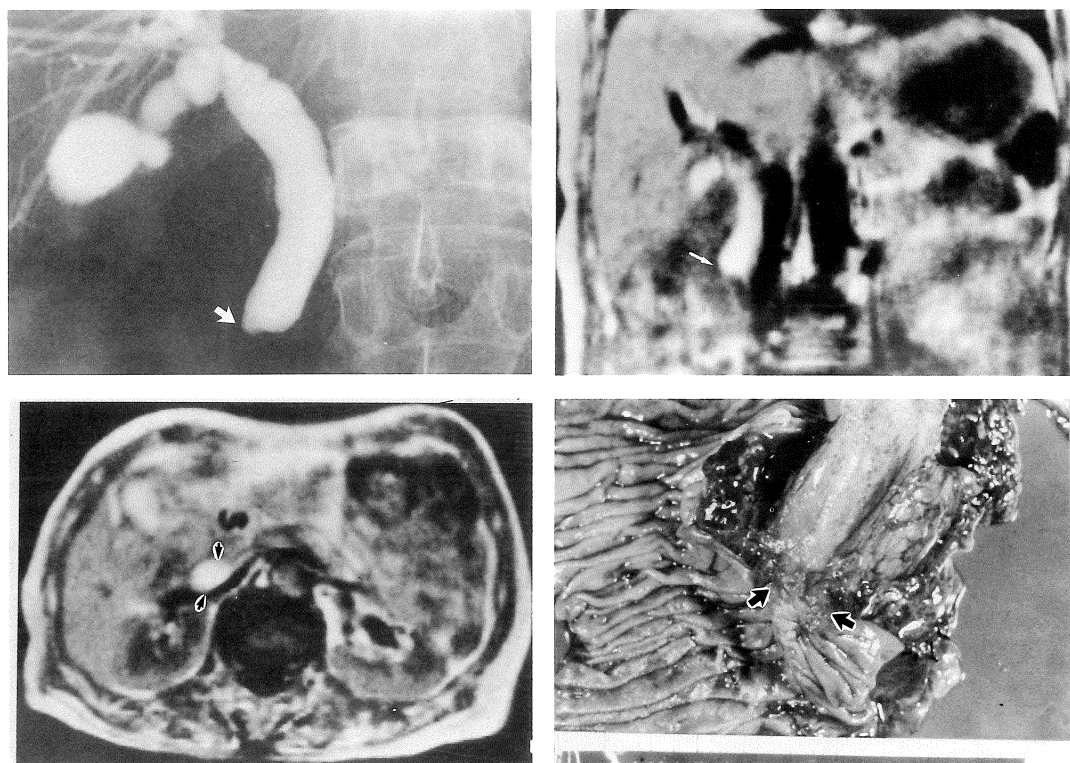
A	B	<p>Fig.3. A patient with pancreas head cancer. A ; PTC fails to visualize gallbladder. Common bile duct is shown to have a constriction of "V form" type (arrow). B ; Coronal T<sub>1</sub>-weighted image. Both constriction of the common bile duct and the tumor (arrows) at the end of the constricted site were possible to visualize simultaneously. C ; Axial T<sub>1</sub>-weighted image demonstrates a focal region of low signal intensity within the head of the pancreas (arrows). D ; Operative photography shows the type of the pancreas head cancer (arrows).</p>
C	D	

部に腫瘍性病変の描出は認められず、総胆管の先端部はPTCD造影と同様な閉塞性変化が認められた。手術所見<sup>12)</sup>では腫瘍は乳頭部に限局した Ampulla (1.0cm), H<sub>0</sub>, Panc<sub>0</sub>, D<sub>2</sub>, P<sub>0</sub>, N<sub>0</sub>, M (-), Stage IIの乳頭部癌であった。

### 考 察

胆道系の疾患の診断に関するMRIの有用性を示す報告例はまだまだ少ない。その原因の一つとして、胆道系は比較的細くそのうえ腸管や肝との位置関係も複雑であること、消化管の信号強

度と胆管の信号強度が同程度で区別しにくいことが大きく関与しているものと思われる。加えてMRIはCTと比較し撮像時間が長いことにより、呼吸運動や腸管の蠕動運動などの動きによるartifactの存在が空間分解能を低下させることにより、鮮明な画像が得られないこともMRIの胆管系に対する有用性を低くしている一因と考えられる。また、胆道系の腫瘍は総胆管を閉塞し黄疸等の臨床症状が出現するまでの腫瘍の大きさが他の消化器系腫瘍と異なり小さいことが多く、動きによるアーチファクトのため空間分解能にやや劣るMRIは、この領域の病変の早



A	B	Fig.4. A patient with the carcinoma of the papilla of Vater.
C	D	

A	B	A ; PTC image shows "irregular form" (arrow). B ; MRI, T <sub>1</sub> -weighted image on coronal section.
C	D	Contrast MR image demonstrates at the end of the constricted site of the common bile duct (arrow).
		C ; MRI, T <sub>1</sub> -weighted image on axial section. Magnified MR imaging obtained at level of pancreas head shows a dilatated common bile duct (arrows).
		D ; Surgical specimen. The carcinoma of the papilla of Vater shows at the end of the common bile duct (arrows).

期診断に対して果たす役割が小さなものと思われてきた。しかし、Doomsら<sup>2)</sup>は、0.35TのMRI装置を用い9人の胆道癌患者についてX線CTとMRIの診断能を比較し、リンパ節腫大や脈管浸潤の評価においてはCTよりMRIが優れ、胆管の拡張についてはCTが勝っている。一方、CTなどと比較し密度分解能に優れているMRIは胆道癌などの胆道系疾患に対する早期の病変の診断能においてはやや劣るものの、腫瘍の内部構造の評価や周囲組織への進展範囲に対する画像診断としては果たす役割は大きいと報告している。今回の検討結果では、胆管内に造影剤

を注入することにより拡張した胆管を高信号として明瞭に描出することが可能となり、同時に結石や腫瘍による拡張の原因および拡張末端の総胆管の状態を一画像として同時に描出したことは山口ら<sup>3)</sup>の発表と同様であり胆道系でのMRIの有用性が確認できたものと思われた。また、胃癌の肝門部リンパ節転移による閉塞性黄疸症例では、T<sub>1</sub>強調像において腫大したリンパ節は低信号を示し、造影剤を注入することにより胆管が高信号として描出される事より、膵頭部リンパ節や肝十二指腸間膜内リンパ節など外部よりの胆道系への圧迫による閉塞の原因の診断がよ

り容易になった。即ち、胆管の拡張の原因がリンパ節による外部よりの閉塞であるのか、胆管内腫瘍による直接閉塞が原因であるかについての鑑別診断が比較的容易になるものと思われた。元来、腫瘍の内部性状や進展範囲の評価に対する画像診断という点では MRI の果たす可能性は大きく、リンパ節転移 (N)、血管侵潤 (V)、肝転移 (H) 及び肝内直接侵潤 (Hinf)、膵臓侵潤 (Panc)、胆嚢侵潤 (Ginf) の各因子を良好に描出できることから MRI は US、CT 等の他の検査と比較しても有用な検査法であるものと思われた。近年、MRI の経口造影剤として、Gd-DTPA<sup>11)</sup> やクエン酸第二鉄アンモニウム<sup>12)-17)</sup> など、腸管内を高信号として描出して消化器疾患の診断や他臓器と腸管との判別をより良好とする目的を有した造影剤の開発がなされ、病巣の境界領域のより明瞭な描出及び侵潤範囲の評価における診断能の向上が認められたとの報告がなされている。また spin-echo 法においては拡張のない胆道系の描出が困難なことにより森本ら<sup>13)</sup> は 3 次元フーリエ交換法 (3DFT) により胆道系を描出する事を試み PTCD 像と良好な相関を認めたと報告している。しかし、胆道系での MRI の造影剤は Gd-EOB-DTPA<sup>14)</sup>、MnDPDP<sup>15)</sup> 等が現在まだ開発の段階であり、MRI 一画像による胆道系の変化と拡張の原因疾患の両者の描出は困難であるのが現状である。そこで、結石や腫瘍が原因となり拡張を呈した総胆管に対し、胆管上皮より高信号を呈する造影剤 (ピロリン酸第二鉄溶液 3mmol/L) PTCD tube より注入することにより、胆管が高信号に描出され加えて閉塞部位の評価がより確実となったものと思われた。

ピロリン酸第二鉄の注入濃度については、Table 2 に示すごとく T<sub>1</sub>強調画像時の至適濃度が算出できたが、この結果 1.0mmol/L の濃度が最大の C/N が得られた。しかし、臨床的には PTCD tube 内へ造影剤を注入する以前に生理食塩水を用い総胆管内を洗浄するため、総胆管内で造影剤はかなり希釈され 3.0mmol/L の濃度で

注入しても胆道内では 3.0mmol/L よりかなり低い濃度となり、結果として高い信号強度が得られたものと思われた。しかしながら、T<sub>1</sub>強調画像においても 5.0mmol/L 以上の高濃度溶液を注入した場合には C/N 比はむしろ低下することが Table 2 より推測された。これは、高濃度に鉄を含有した溶液においては緩和効果が飽和状態となり信号強度は逆に低下を示し、30mmol/L においては無信号となることより総胆管描出時の鉄造影剤濃度としては、投与後の造影剤の希釈作用も考慮し、T<sub>1</sub>強調画像において周囲脂肪組織より胆管が高信号となる 3.0mmol/L が至適濃度と考えられた。また、T<sub>2</sub>強調画像においても濃度別の鉄造影剤の C/N 比より示されるように、T<sub>1</sub>強調像と同程度の濃度を使用することにより胆管内は最も高信号として描出されるものと思われた。しかし、3.0mmol/L 以上の濃度では、T<sub>2</sub>強調画像においても信号強度に低下を生じることが造影剤濃度と C/N 比の相関から確認できた。造影剤の注入量の決定に関しては、MRI 撮像前に PTCD tube より水溶性ヨード造影剤を注入し通常の造影が施行されており、この注入量を鉄 MRI 造影量の目安とした。これにより PTCD 造影時と同様の総胆管の拡張した画像が得られた。中沢<sup>9)</sup> は胆道系の異常像を、(1) 胆道内腔の変化 (閉塞像、狭窄像、拡張像、透亮像)、(2) 胆道辺縁の変化 (不整脈、硬化像、平滑像)、(3) 胆管走行の変化、の 3 つの異常に分類し、さらに閉塞像のパターンを不整型、直線型、U 字型、V 字型、先細り型、乳嘴型、鼠尾型、逆 U 字型に分類している。この閉塞像の成り立ちについては、胆管原発の癌による閉塞や胆管外の癌でも結合織を伴って全周性に胆管内腔に直接侵潤した場合には胆管の内側縁が不整像を呈するが、総胆管結石嵌頓によって生ずる閉塞では、胆管末端で結石の上端が鑄型を呈し平滑な逆 U 字型の閉塞像を呈するとし、胆道の閉塞所見から原因疾患の鑑別診断を試みようとしている。今回の我々の症例においても、鉄造影剤により描出された MRI での胆道の先端

の閉塞所見は、各疾患ごとに中沢<sup>10)</sup>の分類とほぼ一致を認めた。加えて症例2では、胆管の壁外よりの腫瘤による圧排や狭窄の結果、閉塞先端は先細り型を示すと同時に胆管狭窄部の周囲にT<sub>1</sub>強調画像にて正常膵と比較し低信号を示す膵癌組織が描出された。また、症例1の総胆管結石の乳頭部嵌頓によって生じた閉塞では閉塞端は逆U字型を呈し、閉塞末端にT<sub>1</sub>強調像において腫瘍性病変による信号強度とは全く異なる無信号域を認め結石の直接的な描出も可能であった。このように造影MRIでは総胆管の拡張の様子とその原因となる閉塞病変を同時に同じ画像上での評価が可能となり、PTCD造影とは異なる診断価値を有するものと思われた。尚、MRI撮像直後にPTCD tubeを生理食塩水にて洗浄することにより、鉄剤は胆道系より急速に排泄され、本剤による副作用は全く認められず、本剤を使用したMRI撮像は安全な検査法と考えられた。

#### ま と め

PTCDが施行されている症例に対し、tubeよりピロリン酸第二鉄溶液を注入し、胆管の描出能の検討を試みた。最初に基礎的な実験として溶液を希釈しT<sub>1</sub>及びT<sub>2</sub>強調画像における最大のC/N比の得られる至的造影剤濃度の検討を行なった。次に、造影剤注入後のT<sub>1</sub>及びT<sub>2</sub>強調画像の評価を行なったが、特にT<sub>1</sub>強調画像を撮像することにより閉塞した胆道が造影剤により高信号領域として描出され、なかでも冠状断像を撮像することにより総胆管と門脈、膵頭部及び腫瘍の位置関係が明瞭に描出された。又、閉塞の原因としての腫瘍が低信号領域に、結石が無信号領域として描出された。胆道系に鉄造影剤を注入した造影MRIは、原因となる腫瘍の性状とその侵潤範囲及び胆管の閉塞や拡張の状態が同一画像上で同時に評価することが可能であり、主病変と隣接臓器との位置関係や周囲組織への侵潤の程度の診断をさらに改善するものと考え

られ有用な検査法と思われた。

本論文の要旨は第15回日本磁気共鳴医学会大会、及び1991 Society of Magnetic Resonance in Medicine Meetingにて発表した。

謝辞：本研究に対し貴重な症例を提供していただきました金沢医科大学一般消化器外科、高島茂樹教授、斎藤人志講師、消化器内科、堤幹宏講師に、また撮像に協力していただきました高橋 優、奥 朋和、北 洋一放射線技師の諸氏に心から感謝致します。

#### 文 献

- 1) Dooks GC, Fisher MR, Higgins CB, et al. : MR imaging of the dilated biliary tract. *Radiology*, 158 : 337-341, 1986.
- 2) Dooks GC, Kerlan RK, Hricak JR H, et al. : Cholangiocarcinoma : Imaging by MR. *Radiology*, 159 : 89-94, 1986.
- 3) Rossmann MD, Friedman AC, Radecki PD, et al. : MR imaging of gallbladder carcinoma. *AJR*, 148 : 143-144, 1987.
- 4) Laniado M, Kornmesser W, Hamm B, et al. : MR imaging of the gastrointestinal tract : Value of Gd-DTPA. *AJR*, 150 : 817-821, 1988.
- 5) 古賀けい子, 中村順二, 中村利夫, 他 : クエン酸鉄アンモニウムを主成分とした新しい経口消化管造影剤のMRI信号強度増強効果について. *日磁医誌*, 10 (6) : 114-120, 1990.
- 6) Wesbey GE, Brsch RC, Engelstad BL, et al. : Nuclear magnetic resonance contrast enhancement study of the gastrointestinal tract of rats and a human volunteer using nontoxic oral iron solutions. *Radiology*, 149 : 175-180, 1983.
- 7) 志賀淑子, 河村泰孝, 岩崎俊子, 他 : 経口造影剤クエン酸鉄アンモニウムによる上腹部MRI診断能の検討. *日磁医誌*, 11 (3) : 182-188, 1991.
- 8) 山口武人, 江原正明, 税所宏光, 他 : MRIによる胆道閉塞性病変の診断. *日磁医誌*, 7. 197, 1987.
- 9) Stark DD, Felder RC, Wittenberg J, et al. : Magnetic resonance imaging of cavernous hemangioma of the liver. *AJR*, 145 : 213-222, 1985.
- 10) 中沢三郎, 胆道X線診断学. 第2刷. 足立志. 南江堂. 東京, 1980, p168-171.



- 11) 日本膵臓病研究会編：膵癌取り扱い規約，第2版，金原出版，東京1982.
- 12) 日本胆道外科研究会編：胆道癌取り扱い規約，第2版，金原出版，東京1986.
- 13) 森本耕治，青木佳子，崔 秀美，他：MRI Cholangiography. 日本医放会誌，15, 51 : 833-835, 1991.
- 14) Giampieri GC, Willich HS, Negishi C, et al. : Preclinical evaluation of Gd-EOB-DTPA as a contrast agent in MR imaging of the hepatobiliary system. Radiology, 183 : 96-64, 1992.
- 15) Elizondo G, Fretz CJ, Stark DD, et al. : Preclinical evaluation of MnDPDP : New paramagnetic hepatobiliary contrast agent for MR imaging. Radiology, 178 : 73-78, 1991.

## Clinical Application of Ferric-Pyrophosphate Soluble as a Contrast Agent for MRI of the Obstructive Jaundice

Hajime YOKOTA<sup>1</sup>, Munetaka MATOBA<sup>1</sup>, Akira TAKARADA<sup>1</sup>,  
Hisao TONAMI<sup>1</sup>, Teturo OKIMURA<sup>1</sup>, Itaru YAMAMOTO<sup>1</sup>,  
Kenzo YAMAGUCHI<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Radiology, <sup>2</sup>Department of Pharmacy,  
Kanazawa Medical University  
Daigaku 1-1, Uchinada-machi, Kahoku-gun, Ishikawa 920-02

Purpose : Indication of magnetic resonance imaging (MRI) for biliary tract system has been limited by several reasons. Motion artifacts due to breathing and gastrointestinal peristalsis degrade the image quality. Aiming to visualize the lesion causing obstructive jaundice, we injected a ferric-pyrophosphate soluble as a contrast medium into the common bile duct in patients who were treated for obstructive jaundice by percutaneous transhepatic cholangial drainage (PTCD). In this present report, all MR findings described were correlated with surgical confirmation.

Materials and Methods : Sixteen patients who had PTCD for the treatment of obstructive jaundice were enrolled in this study. The causes of biliary tract obstruction were cancer of the pancreas head (6 cases), cancer of the biliary tract (6 cases), metastatic lymphadenopathy (3 cases) and choledocholithiasis (1 case). By spin-echo method of T<sub>1</sub>-weighted image : TR (300~500ms), TE (22ms), T<sub>2</sub>-weighted images : TR (1600 or 2000ms), TE (90ms), MRI of axial and coronary sections were carried out. As a contrast medium, about 20 ml of ferric-pyrophosphate (3mmol/L) was injected through a PTCD-tube.

Results : Signal intensity of ferric-pyrophosphate at difference dilution were measured at 0.5~30mmol/L on T<sub>1</sub>-weighted image. At 1.0mmol/L of T<sub>1</sub>-weighted image, most clear and highest intensity images was obtained. After injection of infusing ferric pyrophosphate into the biliary tract through PTCD-tube, we investigated its capability of visualizing the intrahepatic bile duct on MRI. The dilatated biliary tract was clearly demonstrated in all 16 cases. In addition, stone causing the obstruction was shown as a signal void area in the choledochus at the end of dilatation. In cases of the pancreas head cancer, both the invasion to the common bile duct and tumor extent at the end of the stenotic site could be visualized simultaneously, In cases of the common duct cancer, tumor was visualized as a low signal intensity area at the end of common bile duct. No evidence of any side effects were experienced in the study.

Conclusion : This approach was considered to produce a further improvement in the diagnosis of obstructive lesions in the biliary tract and the degree of invasion into the surrounding tissue.