

## 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

志賀淑子<sup>1</sup>, 河村泰孝<sup>1</sup>, 岩崎俊子<sup>1</sup>, 前田正幸<sup>1</sup>,  
木村浩彦<sup>1</sup>, 林 信成<sup>1</sup>, 松田 豪<sup>1</sup>, 小鳥輝男<sup>1</sup>,  
石井 靖<sup>1</sup>, 中村順二<sup>2</sup>

<sup>1</sup>福井医科大学放射線科

<sup>2</sup>大塚製薬㈱

### はじめに

腹部疾患における MR 画像は消化管とそれぞれに隣接する各臓器の信号強度が類似している<sup>1),2)</sup>。そのため特に肝門部・膵頭部の病変の存在や境界領域の判定, 上部消化管腫瘍の同定などの判読の上で障害となっており, この理由から消化管を周辺臓器から識別するための造影剤が必要と思われる<sup>3)-5)</sup>

今回我々は, クエン酸鉄アンモニウムを主成分とした経口消化管造影剤<sup>6)-8)</sup>を使用し, 胃・十二指腸を造影剤で満たし, 腹部 MRI における消化管の造影能と, 消化管並びに肝臓, 胆のう, 膵臓など消化管に隣接する臓器の腫瘍性病変に関する診断能の向上について検討した。

### 対象及び方法

対象は, 肝腫瘍; 1 例, 胆のう腫瘍; 2 例, 膵腫瘍; 9 例, 慢性膵炎; 3 例, 胃癌; 3 例, 胃壁外性腫瘍; 1 例, 十二指腸腫瘍; 1 例, 計 20 例 (男:女=12:8, 30 歳~86 歳, 平均 57 歳)(表 1) である。全例同時期に CT (GE 社製

CT/T 9800) を施行した。

使用した MR 装置は, GE 社製 1.5 T 超伝導装置 SIGNA である。スピンエコー (SE) 法にて T<sub>1</sub>強調画像 (TR/TE=325/20, マトリックス 256×192, 平均加算回数 2) の撮像を行った後, 経口造影剤を服用させ, 服用前と同じ撮像条件で同一部位を撮影し, 服用前の画像と比較して消化管の造影効果や診断上の有用性について評価した。

使用した経口造影剤は, クエン酸鉄アンモニウム (NH<sub>4</sub>)<sub>12</sub>Fe<sub>9</sub>(C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>O<sub>7</sub>)<sub>6</sub>(OH)<sub>12</sub>(C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub>)・

表 1

肝の出血性のう胞	1 例
膵臓癌	6 例
膵の仮性のう胞	1 例
慢性膵炎	3 例
膵腫瘍疑い	1 例
胆のう癌	2 例
胃癌	4 例
胃壁外性腫瘍疑い	1 例
十二指腸の平滑筋腫	1 例

キーワード abdominal MRI, oral contrast media, ferric ammonium citrate

15 H<sub>2</sub>O [分子量=2510, 74] 600 mg (Feとして100 mg)と発泡剤を含有しており、鉄量として100 mg又は200 mgを300 ccの水に溶かして使用している<sup>9)</sup>。造影剤を十二指腸まで移動させるため、右下側臥位を約10分保ち、適時腹部マッサージを追加した。又、副作用を調べる目的で、服用前・後について3日以内に一般採血、血清生化学検査、一般検尿を施行した。

## 結 果

消化管の造影効果による、胃・十二指腸の同定の程度を、2+；非常に容易になったもの、+；容易になったもの、±；変わらないか、むしろ困難になったものの3段階(表2)に分けて消化管の同定能の評価を行った。また、病巣の診断能(病巣の同定能・鑑別診断、進展度)の向上への貢献度の観点から、2+；診断能が大きく向上したもの、+；診断能が向上したも

表2. 消化管の同定能

2+	消化管の造影効果を認め、胃又は十二指腸の同定が非常に容易になった
+	消化管の造影効果を認め、胃又は十二指腸の同定が容易になった
±	消化管の造影効果をあまり認めず、胃又は十二指腸の同定が造影前とあまり変わらないが、むしろ同定が困難になったもの

表3. 病巣の診断能の向上, 有用性

2+	服用前MRIに比較して、診断能が大きく向上したもの
+	服用前MRIに比較して、診断能が向上したもの
±	服用前MRIに比較して、診断能の向上がないか、むしろ悪化したもの

の、±；診断能の向上がないか、むしろ悪化したものの3段階(表3)に分けて、経口造影剤の有用性についても評価・検討を行った。

### (1) 消化管の造影効果による同定の評価

鉄含有量200 mg, 10例中、消化管の同定が非常に容易になったものは8例、容易になったものは2例で、同定に変化がないか悪化したものはなかった。また、鉄含有量100 mg, 10例中では、消化管の同定が非常に容易になったものは6例、容易になったものは3例で、同定に変化がないか悪化したものは1例であった(表4)。鉄含有量100 mgと200 mgで消化管の同定能を比較すると、200 mgの方が消化管の同定が容易になった例がやや多く、同定に変化がないか悪化したものはなく、200 mgの方が消化管同定能においては有用と思われた。消化管同定が非常に容易となった症例のうち、鉄含有量100 mgを用いた46歳、女性、膵の仮性嚢胞の場合の造影前のT<sub>1</sub>強調画像(図1 a)では、膵頭部にほぼ同じ信号強度を呈する仮性のう胞と十二指腸が重なり、のう胞と腸管、膵臓との関係が明確でなかった。鉄100 mg含有経口造影剤飲用後15分のT<sub>1</sub>強調画像(図1 b)では、経口造影剤が胃・十二指腸を満たし、高信号を示して十二指腸の同定が容易となった。のう胞は膵頭部直上にあり、膵由来のものと考えられ、診断にも有用であった。更に、ガドリニウム造影剤の静注を施行(図1 c)すると、腫瘍の壁が造影され、腫瘍の状態・範囲がより明瞭となった。

### (2) 病巣の診断能の向上, 有用性の評価

鉄含有量200 mg, 10例中、診断能が大きく向上したものは6例、診断能が向上したものは2例、向上がないか、むしろ悪化したものは2例であった。鉄含有量100 mg, 10例中では、診断能が大きく向上したものは6例、診断能が向上したものは3例、向上がないか、むしろ悪化したものは1例であった(表4)。

診断能の有用性については、鉄含有量100 mg

表 4

経口造影剤	症例	消化管同定能			診断能の有用性		
		2+	1+	±	2+	1+	±
鉄含有量 200 mg	10	8	2	0	6	2	2
鉄含有量 100 mg	10	6	3	1	6	3	1

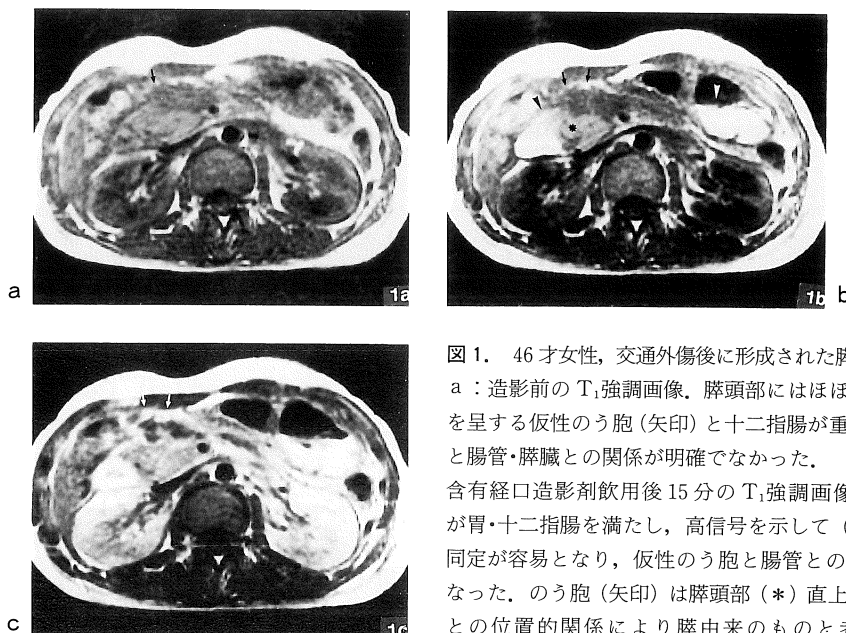


図1. 46才女性, 交通外傷後に形成された膵の仮性のう胞  
 a : 造影前の T<sub>1</sub>強調画像. 膵頭部にはほぼ同じ信号強度を呈する仮性のう胞 (矢印) と十二指腸が重なり, のう胞と腸管・膵臓との関係が明確でなかった. b : 鉄100 mg含有経口造影剤飲用後15分の T<sub>1</sub>強調画像. 経口造影剤が胃・十二指腸を満たし, 高信号を示して (矢頭) 腸管の同定が容易となり, 仮性のう胞と腸管との区別が可能となった. のう胞 (矢印) は膵頭部 (\*) 直上にあり, 腸管との位置的関係により膵由来のものと考えられた.

c : ガドリニウム-DTPA 造影剤静注後の T<sub>1</sub>強調画像. 仮性のう胞の壁が造影されて境界がより明瞭となっているが, 経口造影剤と同程度の高信号を示すため, 十二指腸との関係はやや不明瞭となった.

と200 mgでは特に評価に差を認めず, ともに大きく診断能が向上し, 有用であった例が多かった. 診断能の向上した症例には, 胆のう癌 (2例), 膵癌 (6例), 胃癌 (2例) など (表4) を認めたが, このうち膵癌の1例における造影剤の T<sub>1</sub>強調画像 (図2 a) では, 膵体尾部腫瘍の境界が不明瞭であり, 腫瘍と腸管・胃との関係, 進展範囲が明らかではなかった. 鉄200 mg含有経口造影剤飲用後15分の T<sub>1</sub>強調画像 (図2 b) では, 造影剤により胃・十二指腸が満たされ, 高信号を呈し, 膵体尾部の腫瘍の境界は明

瞭に描出されて胃小弯側への浸潤が疑われた (図2 b). ガドリニウム DTPA 造影剤を静注すると, 腫瘍は割合強く造影を受けた (図2 c). また同時期に施行された造影CT像 (図2 d) でも腫瘍は胃小弯側に接しており, MR像と同様に浸潤が疑われた.

胆のう癌は2例中2例とも診断能が大きく向上して経口造影剤の使用が有用であった. 造影前の T<sub>1</sub>強調画像 (図3 a) では, 胆のうの腫瘍と接する十二指腸が重なり, 信号強度にあまり差を認めないため腫瘍の境界, 十二指腸への進

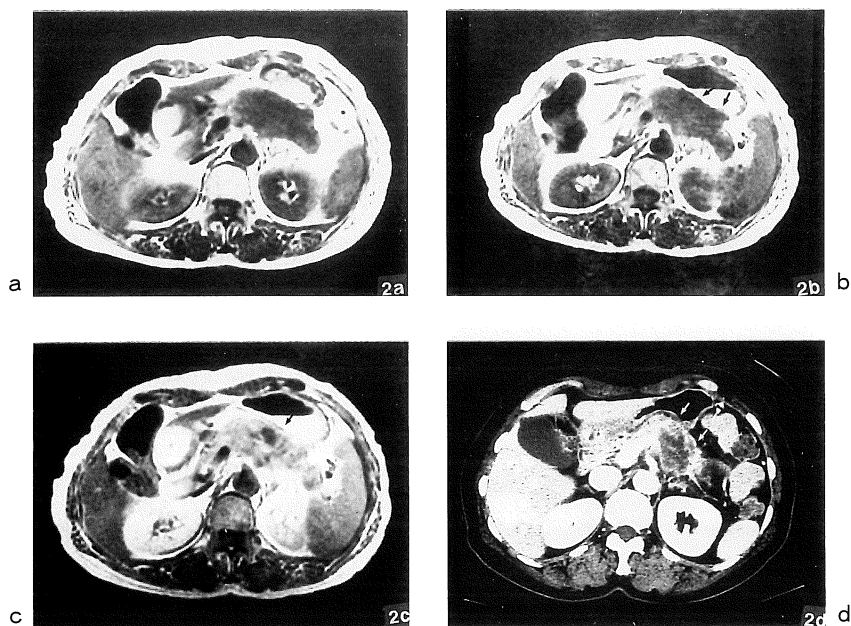


図 2. 52 才女性, 膵体尾部癌

a : 造影前の  $T_1$  強調画像. 内容物が散在した胃と腫瘍が接しているため, 腫瘍の境界が不明瞭であり腫瘍の進展範囲は明らかではない. b : 鉄 200 mg 含有経口造影剤飲用後 15 分の  $T_1$  強調画像. 胃・十二指腸は経口造影剤により満たされ高信号となり, また含有される発泡剤で伸展され同定が容易になっている. 膵体尾部の腫瘍 (矢印) の境界は明瞭に描出され, 胃・小弯部への浸潤が疑われた. (手術により浸潤が確認された.) c : ガドリニウム-DTPA 造影剤静注後の  $T_1$  強調画像. 膵体尾部腫瘍 (矢印) は割合強く造影され, 内部に壊死部分と思われる低信号域を認める. d : 造影 CT 像. 内部に壊死部分を持つ膵体尾部の腫瘍 (矢印) が描出されている. 腫瘍は胃小弯側に接しており, 浸潤は CT 上も疑われた.

展状態が不明瞭であった. しかし, 鉄 100 mg 含有経口造影剤飲用後 15 分の  $T_1$  強調画像 (図 3 b) では, 胃・十二指腸が高信号となり, また含有される発泡剤により伸展されて同定が容易となっている. このため腫瘍の輪郭もはっきりし, 十二指腸下行脚側へ突出していることで漿膜面への浸潤も疑われた. また, 膵頭部も明瞭に描出された. ガドリニウム造影剤静注後の  $T_1$  強調画像 (図 3 c) では胆のう癌は著明に造影され, 癌の vascularity など性質は明瞭となったが, 腫瘍全体が高信号となったため経口造影剤の呈す高信号と区別が困難となり, 腸管の描出はやや不明瞭となった.

また, 胃癌・肝転移の造影前の  $T_1$  強調画像 (図 4 a) では, 胃体部小弯に腫瘍像は認められたが, 腫瘍の正確な範囲は明らかでなく, 腫瘍と

接する肝左葉転移巣との関係も不明瞭であった. 鉄 100 mg 含有経口造影剤飲用後 15 分の  $T_1$  強調画像 (図 4 b) では, 経口造影剤が胃内に広がり, 胃を伸展させて高信号を示し, 胃体部小弯から前庭部にかけての腫瘍の占める範囲が明瞭となった. 胃の腫瘍と肝転移巣は直接接していると思われ, 直接浸潤と考えた. 同時期に施行した造影 CT 像 (図 4 c) でも胃体部小弯から前庭部にかけての腫瘍と接する肝転移巣は描出されている.

経口造影剤を投与することにより, 胃・十二指腸上部消化管が高信号となって描出されるため同定が容易になり, 消化管と隣接した肝門部, 胆のう, 膵臓腫瘍などの病変の存在確認や, 病変の進展度の判定に有用であった. また, 胃・十二指腸上部消化管自体の腫瘍の同定も容易に

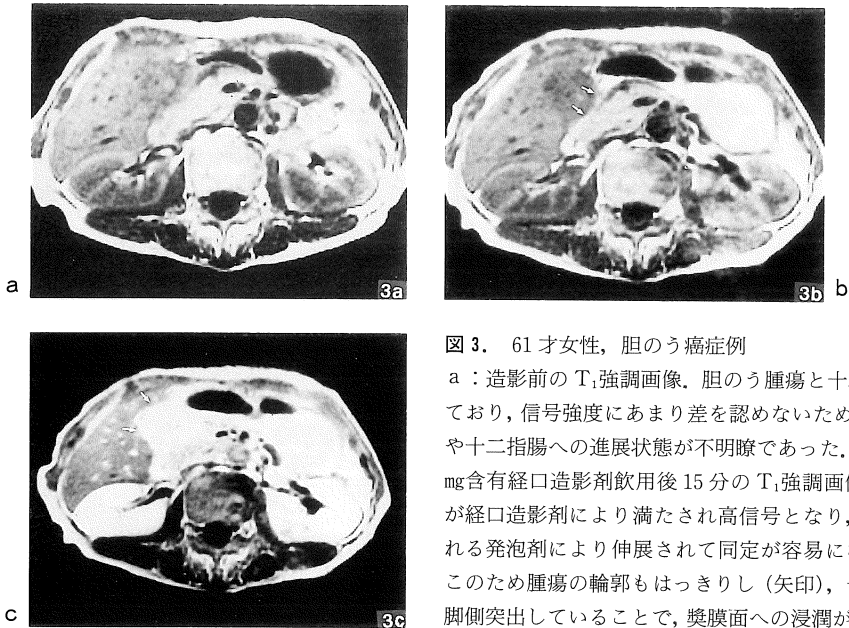


図 3. 61才女性, 胆のう癌症例

a : 造影前の  $T_1$ 強調画像. 胆のう腫瘍と十二指腸が接しており, 信号強度にあまり差を認めないため, 腫瘍の境界や十二指腸への進展状態が不明瞭であった. b : 鉄 100 mg含有経口造影剤飲用後 15分の  $T_1$ 強調画像. 十二指腸が経口造影剤により満たされ高信号となり, また含有される発泡剤により伸展されて同定が容易になっている. このため腫瘍の輪郭もはっきりし (矢印), 十二指腸下行脚側突出していることで, 漿膜面への浸潤が疑われた. また膵頭部も明瞭に描出されている. c : ガドリニウム-DTPA 静注後の  $T_1$ の強調画像. 胆のう腫瘍 (矢印) は著明に造影を受け, 癌の vascularity は明らかになったが, 腫瘍全体が高信号になり, 経口造影剤の呈する高信号との境界は不明瞭になった.

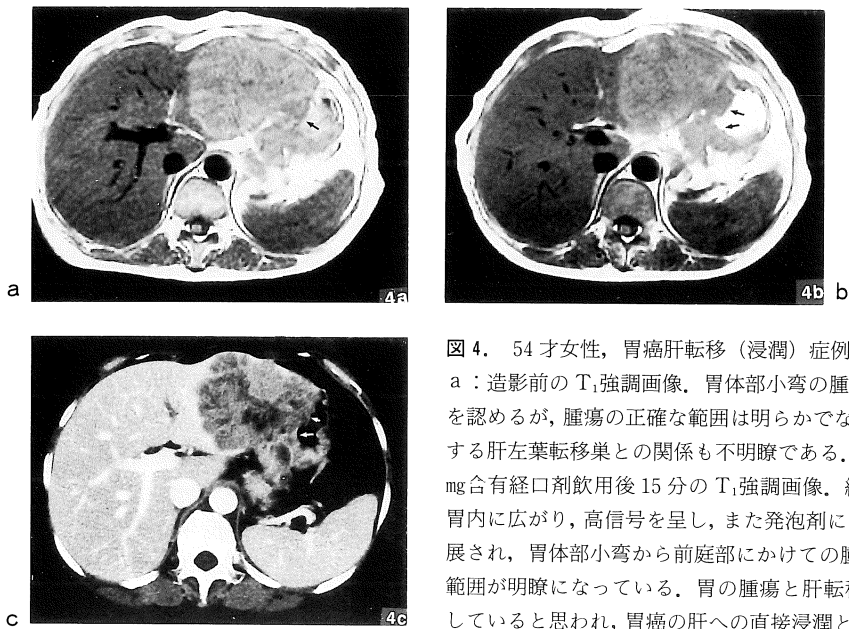


図 4. 54才女性, 胃癌肝転移 (浸潤) 症例

a : 造影前の  $T_1$ 強調画像. 胃体部小弯の腫瘍像 (矢印) を認めるが, 腫瘍の正確な範囲は明らかでなく, 腫瘍と接する肝左葉転移巣との関係も不明瞭である. b : 鉄 100 mg含有経口造影剤飲用後 15分の  $T_1$ 強調画像. 経口造影剤が胃内に広がり, 高信号を呈し, また発泡剤により胃壁が伸展され, 胃体部小弯から前庭部にかけての腫瘍 (矢印) の範囲が明瞭になっている. 胃の腫瘍と肝転移巣は直接接していると思われ, 胃癌の肝への直接浸潤と考えられる. c : 造影 CT 像. 胃体部小弯から前庭部にかけての腫瘍と肝転移巣が描出されている.

なり、範囲も明瞭となって、診断能の向上を認めた。消化管の造影手技として、初期の例では、経口造影剤の十二指腸までの到達が困難な例も認めしたが、造影剤飲用後右下側臥位をとったり腹部マッサージを併用するなど、適切な処置を行えば十二指腸までの到達は十分可能と思われた。今回の症例 20 例では、消化管運動によるアーチファクトの影響を抑える目的で、坑コリン剤の筋注を通常の T<sub>1</sub>強調画像前に使用したが、十二指腸内までの移動は十分可能であった。

食後に食物残渣や、胃液が多量に存在する場合には、造影剤は薄められて高い信号強度が得られず、消化管の同定能が低下する場合も認められたので、原則として空腹時の使用が望ましいと思われた。また、胃癌などで胃液や食物残渣が存在する場合には吸引などの何らかの前処置が必要と考えられた。

使用した経口造影剤は鉄としては 100 mg 又は 200 mg を含有するものを使用した。消化管の造影能については、鉄 200 mg の方が同定が容易になった例がやや多く、同定に変化がないか悪化したものはなく、有用と思われた。

また、使用した経口造影剤は発泡剤を含有していたため、胃壁を伸展させることが可能であり、胃を膨らませて消化管の同定を容易にするとともに、進行胃癌などで壁の伸展具合を判断することもある程度可能であった。

経口造影剤飲用前後、それぞれ 3 日以内に一般採血、血清生化学検査、一般検尿検査を施行したが、有意な変化、異常値は認めず、また、造影剤飲用後の気分不快、吐き気、下痢などの消化器症状も全 20 例中認めた例はなかった。

以上により、胃・十二指腸上部消化管腫瘍、消化管と隣接した肝門部・胆のう、膵臓腫瘍などが疑われる症例にクエン酸鉄アンモニウム含有 MRI 経口造影剤を併用することにより、副作用なく診断能の向上を認められると思われる。

## 文 献

- 1) D. Tscholakoff, H. Hricak, R. Thoeni, et al. : MR imaging in the diagnosis of pancreatic disease. *AJR*, 148, 703-709, 1987.
- 2) E. Steiner, D. D. Stark, P. F. Hahn, et al. : Imaging of pancreatic neoplasms : Comparison of MR and CT. *AJR*, 152, 487-491, 1989.
- 3) 河村泰孝, 前田正幸, 岩崎俊子, 他 : 肝・胆・膵の造影 MRI と造影剤, 腹部画像診断, 10(7), 481-490, 1990.
- 4) M. Laniado, W. Kornmesser, B. Hamm et al. : MR imaging of the gastrointestinal tract : Value of Gd-DTPA. *AJR*, 150, 817-821, 1988.
- 5) M. Lönnemark, A. Hemmingsson, J. Carlsten, et al. : Superparamagnetic particles as an MRI contrast agent for the gastrointestinal tract. *Acta Radiologica*, 29 (Fasc. 5), 599-602, 1988.
- 6) Y. Kawamura, H. Kimura, T. Shiga et al. : Use of ferric ammonium citrate as an oral MRI contrast agent. *Abstr. SMRM*, 9th Ann. Meet. , 741, 1990.
- 7) G. E. Wesbery, R. C. Brasch, H. I. Goldberg et al. : Dilute oral iron solutions as gastrointestinal contrast agents for magnetic resonance imaging; Initial clinical experience. *Magnetic Resonance Imaging*, 3, 57-63, 1985.
- 8) G. E. Wesbery, R. C. Brasch, B. L. Engelstad, 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.
- 9) 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て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. *日本磁気共鳴医学会雑誌* 10(2), 114-120, 1990.

## **Evaluation of Oral Abdominal Contrast Agent Containing Ferric Ammonium Citrate**

Toshiko SHIGA<sup>1</sup>, Yasutaka KAWAMURA<sup>1</sup>, Toshiko IWASAKI<sup>1</sup>,  
Masayuki MAEDA<sup>1</sup>, Hirohiko KIMURA<sup>1</sup>, Nobushige HAYASHI<sup>1</sup>  
Tsuyoshi MATSUDA<sup>1</sup>, Teruo ODORI<sup>1</sup>, Yasushi ISHII<sup>1</sup>,  
Junji NAKAMURA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Department of Radiology, Fukui Medical School,  
23 Shimoaizuki Matsuoka-cho, Yoshida-gun, Fukui 910-11*  
<sup>2</sup>*Otsuka Pharmaceutical Co. , Ltd.*

We evaluated the effectiveness of oral MRI contrast agent containing ferric ammonium citrate.

Twenty patients were arbitrarily divided into 2 groups according to the given dose of 100 and 200mg Fe of oral MRI contrast agent. MRI was performed before and immediately after ingesting 300ml solution of oral MRI contrast agent using a 1.5T superconducting system (GE : Signa).

Each dose of 100 and 200mg Fe of oral MRI contrast agent produced sufficient enhancement of gastrointestinal tract, enough to make clear the pancreatic contour and porta hepatis.

There was no significant change in blood and harun analysis observed after taking oral MRI contrast agent. The use of ferric ammonium citrage as an oral MRI contrast agent seems to add valuable information in performing upper abdominal MRI imaging.