

膵頭部癌における MRI の有用性

横 田 啓*, 山之内梅節*, 宝 田 陽*
利 波 久 雄*, 興 村 哲 郎*, 宮 村 利 雄*
山 本 達*, 木 南 義 男**

*金沢医科大学放射線科

**金沢医科大学一般消化器外科

はじめに

MRI は、任意の断層面が容易に得られ、又組織分解能に優れているため病変の形態的及び質的診断を画像として捉えることができ、膵疾患の診断においても有用であるとの報告¹⁾²⁾が認められるようになってきた。しかし、MRI は、他の画像診断法と比較し撮像時間が比較的長く上腹部に存在する膵臓では、腸管蠕動及び呼吸性移動から発生する artifact による解像力低下による問題が多く、膵頭部癌の診断能に対する MRI の臨床的有用性の評価は定まっていない。今回、撮像時における artifact を減少させる目的にて、腹帯、及び鎮痙剤を使用し膵頭部癌の検出率及び浸潤程度の診断に対する MRI の有用

性を X 線 CT の診断能と対比し検討した。また閉塞性黄疸により PTCD が施行されている症例に対し、総胆管への腫瘍浸潤の状態及び周囲組織との関係を明瞭にする目的にて造影剤（ピロリン酸第二鉄）を使用し良好な結果を得たので併せて報告する。

対象と方法

対象：1985 年 3 月以降、金沢医科大学放射線科において MRI 及び CT が施行され、開腹術により病理組織学的に膵頭部癌と診断された 11 症例を対象とした。対象症例の年齢は、54 才～80 才、平均 66.2 歳。性別は男性 7 例、女性 4 例であった。11 症例の進行度は、³⁾Stage II が 1 症例、Stage III が 3 症例、Stage IV が 7 症例 (63.6%)

キーワード Magnetic Resonance Imaging, Pancreas Cancer, Foric pyrophosphate

表 1 膝頭部癌症例

症例	性別	年齢	腫瘍存在部位	腫瘍最大径	肉眼的分類	Stage
1	男	64	Ph	5.0cm	腫瘤型	III
2	女	74	Ph	2.5cm	腫瘤型	III
3	男	60	Ph~Pb	6.1cm以上	硬化型	IV
4	男	54	Ph	6.0cm	腫瘤型	IV
5	男	61	Ph~Pb	6.1cm以上	硬化型	IV
6	女	64	Ph~Pb	6.1cm以上	硬化型	IV
7	男	68	Ph	5.0cm	硬化型	III
8	女	63	Ph	4.0cm	腫瘤型	IV
9	女	80	Ph	3.4cm	腫瘤型	II
10	男	68	Ph~Pb	4.0cm	腫瘤型	IV
11	男	72	Ph~Pb	6.1cm以上	腫瘤型	IV

Ph：膝頭部

Pb：膝体部

であり進行癌が多く切除症例は症例 7, 9 の 2 例のみであった。(表 1)

装置及び撮像法：MRI 装置は、静磁場強度 0.5 Tesla の超電導型 MRI (MagnetomM5 - Siemens 社製) を用いた。

撮像条件：当科における腹部検査の主な撮像条件は、Spin-echo 法を用い、T₁強調画像は、繰り返し時間：TR=0.3~0.5 秒，エコー時間：TE=22 ミリ秒(300~500/22)，T₂強調画像では、TR=1.6 または 2.0 秒，TE=90 ミリ秒(1600 または 2000/90)で、全例において両撮像法共施行、スライス厚 8 mm，データ収集回数 2 回~4 回，横断及び冠状断にて撮像した。患者に対しては腹帯，鎮痙剤を併せて使用した。

MRI 造影剤：ピロリン酸第二鉄溶液 (3 mmol/L) を使用し，閉塞性黄疸を認め PTCO が施行されている症例に対し PTCO-tube より約 20 ml 注入し撮像した。X 線 CT 装置：

Somaton DR 3 (Siemens 社製) X 線管電圧 125 kV，線量 350 mAs，を使用し，スライス厚 8 mm にて撮像した。MRI との比較には造影剤投与後の造影 CT 画像を使用した。

腫瘍存在診断：上記 MRI のパルス系列を用い，T₁及び T₂強調画像にて腫瘍の検出率を検討した。また，検出された腫瘍について背部筋組織及び皮下脂肪組織との信号強度の比較を行った。

膝被膜及び周囲組織への腫瘍浸潤程度の診断：MRI では，T₁強調画像で脂肪組織が high intensity area として描出され，腫瘍の周囲組織への浸潤程度の診断が容易であるため T₁強調画像で浸潤度と手術所見を比較検討した。画像上 1) 膝癌が膝被膜内に限局している群を浸潤無し 2) 膝癌が周囲組織に明らかに浸潤しているもの及び，膝癌が明らかに周囲臓器に浸潤しているとは言えないが膝内に限局しているとも確信出来

受付年月日 1989年 8月30日

別刷請求先 (〒920-02) 石川県河北郡内灘町大学1-1 金沢医科大学放射線科 横田 啓

ない群を浸潤有り、として検討した。
 脈管系への浸潤程度の診断に対しては、胃十二指腸動脈、上腸間膜動脈、大動脈を動脈系とし、上腸間膜静脈、脾静脈を門脈系とし1) 腫瘍が脈管系からはなれているもの及び、腫瘍と脈管系との間の正常組織の消失を認めるも脈管壁やその走行に異常を認めないものを浸潤無し、2) 腫瘍と脈管系と連続性が強く脈管壁や走行に異常を認めるもの及び脈管が腫瘍内にあるものを浸潤有りとした。

結 果

1. 膵頭部癌検出率

MRIにより膵頭部癌が鮮明に検出された症例は5例(45%)、やや鮮明であったものは3例(27%)で11症例のうち腫瘍の検出が可能であったものは8例(73%)であった。これらの症例ではT₁及びT₂強調画像共に、正常膵組織と比較して明瞭な abnormal intensity area として描出された。MRIにて検出されなかった症例は、3例(27%)であった。

2. 腫瘍径別膵頭部癌検出率

MRIにて検出可能であった膵頭部癌は、腫瘍径が4.0 cm以下のものでは4症例中3症例(75%)であり、腫瘍径2.5 cmの一例では癌病変の検出は不能であった。また腫瘍径4.0 cm以上の症例においては7例中5症例(71.4%)が検出可能であった。検出不能症例は腫瘍径が5.0 cm

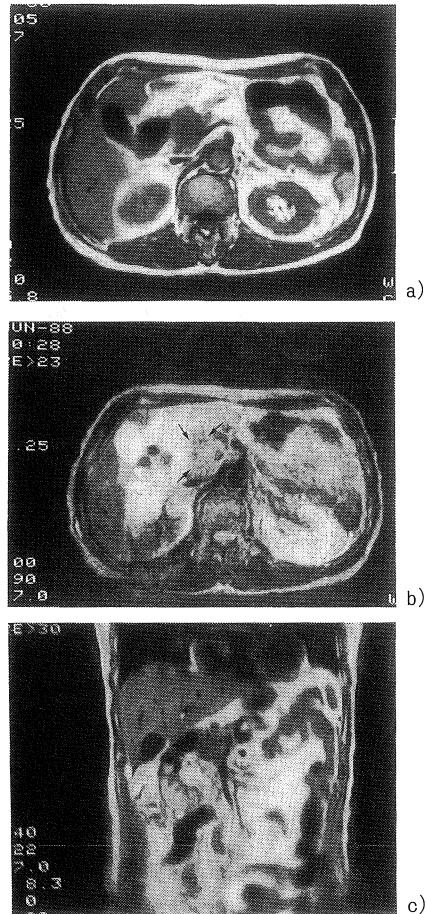


図1 症例10
 a) T₁強調画像 (TR 400/TE 22)
 b) T₂強調画像 (TR 2000/TE 90)
 c) T₁強調画像冠状断 (TR 400/TE 22)

表3 信号強度の比較

膵頭部癌と背部筋組織の信号強度の比較 (n = 8)

	T ₁ 強調画像	T ₂ 強調画像
High intensity	5/8(62.5%)	8/8(100%)
Iso intensity	3/8(37.5%)	0/8
Low intensity	0/8	0/8

膵頭部癌と皮下脂肪組織の信号強度の比較 (n = 8)

	T ₁ 強調画像	T ₂ 強調画像
High intensity	0/8	0/8
Iso intensity	0/8	4/8(50%)
Low intensity	8/8(100%)	4/8(50%)

表2 MRIとCTとの膵頭部癌検出率の比較

膵頭部癌検出率 (n = 11)					
	鮮明	やや鮮明	不能		
MRI	5(45%)	3(27%)	3(27%)		
CT	9(82%)	0	2(18%)		
腫瘍径別膵頭部癌検出率 (n = 11)					
腫瘍径(cm)	~4.0	~5.0	~6.0	6.1~	
MRI	3/4	1/2	1/1	3/4	
CT	3/4	2/2	1/1	3/4	

及び 6.1 cm の硬化型腫瘍であり、検出不能原因として硬化型膵癌の浸潤形式が周囲の脂肪組織を巻き込む形で行われる為と思われた。しかし、MRI の腫瘍型膵癌検出率は CT とほぼ同等であった。

(表 2)

3. 筋組織、脂肪組織と腫瘍の信号強度比の比較

MRI で検出可能であった 8 症例において腫瘍と筋及び脂肪組織との信号強度比を比較した。T₁強調像における筋組織と腫瘍との信号強度の比較では、腫瘍は 5/8(62.5%)が high intensity に、3/8 (37.5%) が iso intensity を示し、T₂強調像においては 8/8(100%)が high intensity を示した。脂肪組織との比較において、T₁強調像では、腫瘍は 8/8(100%)が low intensity を示し、T₂強調像においては 4/8 (50%) が iso intensity を、4/8 (50%) が low intensity を示

した。(図 1, 表 3)

4. 浸潤程度の診断 (表 4)

1) 膵前方被膜及び、膵後面に接する組織への浸潤

今回の症例においては進行癌が多く膵前方被膜への浸潤程度の診断では全例で浸潤が予想されたが、MRI および CT 共 100%の正診率が得られた。

膵後面に接する組織への浸潤程度の診断においては、MRI では、T₁強調像における周囲脂肪組織描出が良好であるため正診率は 75.0%であり、false negative の症例は腫瘍径 3.5 cm の腫瘍型膵癌であった。CT の正診率は 66.6%であった。

2) 脈管系への浸潤

動脈系への浸潤の診断では、MRI において検出し得た 8 症例のうち 7 症例 (87.5%) で正しい評価が可能であった。false negative の症例は、胃十二指腸動脈への浸潤の見落としてであった。

表 4 腫瘍の膵被膜及び周囲組織への浸潤の評価

1) 前方被膜への浸潤			2) 膵後面に接する組織への浸潤		
	MRI(n=8)	CT(n=9)		MRI(n=8)	CT(n=9)
True Positive	5(62.5%)	5(55.6%)	True Positive	5(62.5%)	4(44.4%)
True Negative	3(37.5%)	4(44.4%)	True Negative	1(12.5%)	2(22.52%)
False Positive	0	0	False Positive	1(12.5%)	0
False Negative	0	0	False Negative	1(12.5%)	3(33.3%)
3) 動脈系の浸潤			4) 門脈系への浸潤		
	MRI(n=8)	CT(n=9)		MRI(n=8)	CT(n=9)
True Positive	2(25%)	1(11.1%)	True Positive	6(75%)	4(44.4%)
True Negative	5(62.5%)	6(66.7%)	True Negative	2(25%)	2(22.2%)
False Positive	0	0	False Positive	0	0
False Negative	1(12.5%)	2(22.2%)	False Negative	0	3(33.3%)

また門脈系への浸潤程度の診断率は、MRIにおいては、横断像に冠状断像を加えることにより100%の正診率がえられた。CTでは横断像のみしか撮像出来ないためか66.7%の正診率であった。

造影剤使用症例

膵頭部癌の総胆管への浸潤範囲と膵癌と脈管系の位置関係を明瞭にし治療切除の可能性を検討するために、膵頭部癌が原因となり閉塞性黄疸を認めた症例9に対してピロリン酸第二鉄溶液3mmol/LをPTCD tubeより約20ml注入して膵頭部の横断像及び冠状断像を撮像した。このように総胆管内に造影剤を注入したMRIでは、PTCD造影の所見と同様に膵内胆管に狭窄を認め、膵頭部癌自体も総胆管末端部を取り囲む径3cmのlow intensity像として描出された。腫瘍の門脈及び、上腸間膜静脈への浸潤は認められなかった。同切除標本におけるMRIT₁強調画像では、手術操作の影響によると思われるが膵正常部がhigh intensityに描出されたのに反し、腫瘍部位は術前のMRIの所見と同様に2.5×3.0cmのlow-intensity部位として撮像された。(図2)

考 察

膵癌は、腫瘍の径が2～3cm以下の時切除率が90～100%であると報告されている。⁴⁾又、このような微小膵癌に於ける各画像診断法の有所見率は、ERCPが約90%、X線CTが約80%超音波断層と血管造影が約70%であり、このような微小膵癌の診断に対してMRIの有用性を論じるためには、少なくともこれに近い、これ以上の有所見率が必要である。MRIは患者への侵襲が極めて少なく、任意の断層画像が得られる外、パルス系列を変えることにより多彩な強調像の評価が可能であり、他の画像診断法と比較し組織分解能が高いため膵癌の存在診断におい

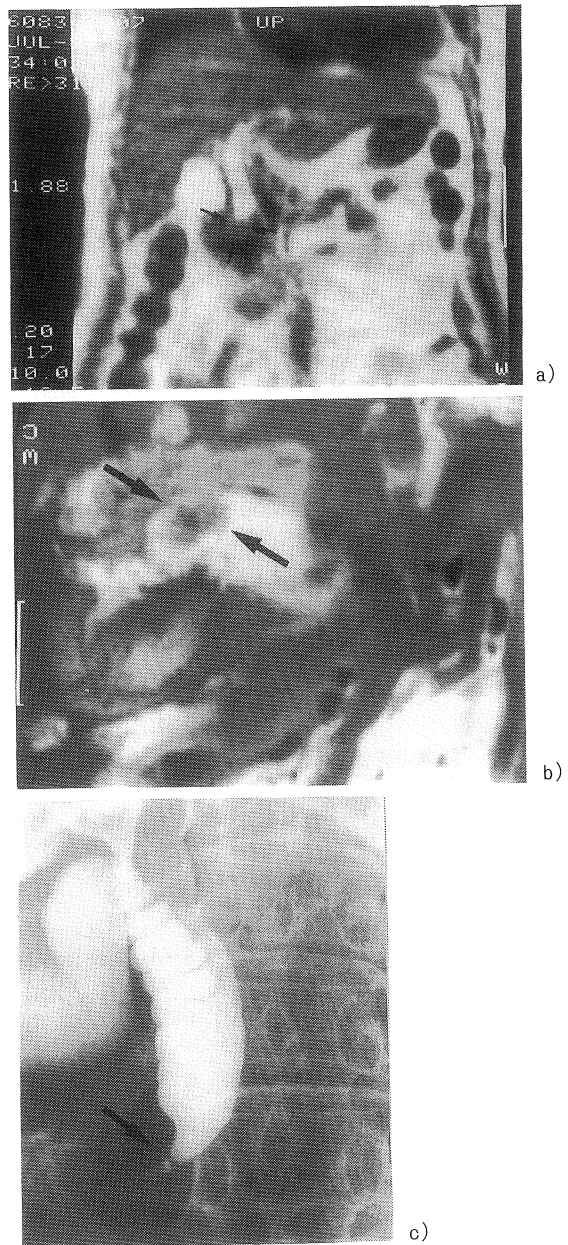


図2 症例9
 a) T₁強調画像冠状断ピロリン酸第二鉄使用症例
 b) 切除標本の T₁強調画像
 c) PTCD 造影

でも、現段階でも CT とほぼ近い診断水準に達し、腫瘍の浸潤範囲や随伴所見の描出においては CT と同程度又はそれ以上の水準に達するものとなりつつある。膵癌に対する MRI の有用性について、Simcone⁵⁾は、artifact を減少させる目的にて、専用の surface coil を用いた T₁強調画像にて 1.5 cm 径の膵頭部癌を描出しえたとも報告している。しかし、現在一般に使用されている body coil を使用した撮像法においては、腫瘍径が 2 cm 以下の膵癌の描出は困難であるとの報告が多い。当教室においても body coil を使用し、腹帯及び鎮痙剤を応用することにより検出できた最小膵癌は 3.4 cm 径のものだった。また、全体の腫瘍検出率は 72 % で、CT 検索の結果とほぼ同等の検出率であり、他家の報告²⁾⁵⁾⁶⁾とほぼ同様であった。Steiner⁶⁾は、T₁強調画像において膵癌は正常膵より 63 % が低信号に、T₂強調画像においては 41 % が高信号に描出されたと報告している。正常膵組織は組織内の信号強度が一様で均等に描出され、全例でほぼ等しい信号強度を示したが、膵癌では症例間の信号強度の差がかなり存在した。この原因としては、膵癌の発育、浸潤形態より影響されるものと考えられ、浸潤型の発育を示す膵癌組織の場合は癌組織中の脂肪の含有量が増加する。T₁、T₂強調画像において腫瘍部と正常膵及び脂肪組織との信号強度比は脂肪の含有量により変化が現れるものであり、腫瘍陰影の検出が不能であった浸潤型に発育を示した症例の T₁、T₂強調画像においては、膵頭部癌の腫瘍部は周囲脂肪組織と比較して Iso intensity に描出され判別が困難であった。一方、信号強度に差を認めた浸潤性の膵癌も経験しており、膵癌の質的診断、局在、浸潤範囲の判定には T₁強調像、T₂強調像不撮像法を駆使して、総合的に評価することが膵癌の診断には重要なポイントであると思われた。Stark⁷⁾は、CT においては腫瘍と膵組織はほとんど等しい陰影濃度を示すため腫瘍の正確な浸潤範囲の決定

は殆ど不可能であるが、MRI では、門脈など太い脈管が無信号として、また後腹膜及び周囲脂肪組織が T₁強調画像にて高信号に描出されるため CT より腫瘍の後腹膜への浸潤診断に有効であり門脈系への圧迫及び浸潤の診断も容易であると報告している。腫瘍の膵内外の浸潤の程度の診断能に関する MRI と CT の比較では前方及び動脈系への浸潤診断では MRI と CT ではほぼ同等であったが静脈系や後方組織への浸潤の正診率は、MRI が CT に比べやや優れていた。くわえて呼吸性 artifact に対し腹帯を使用し、鎮痙剤により腸管の蠕動運動をとめることにより MR 画像の S/N 比 (信号/雑音比) が向上し膵頭部領域の描出及び膵癌の検出に良好な結果がえられ、膵癌による門脈浸潤や上腸間動脈への浸潤の程度の情報が CT 以上に得られた。これは、CT においては腫瘍と正常組織との density の差が小さいが、MRI では、T₁強調像において皮下脂肪組織と比較して腫瘍は 100 % が low intensity に、T₂強調画像においては背部筋組織と比較し腫瘍は 100 % high intensity にと多彩に腫瘍が描出できたためであり、T₁、T₂強調画像などの撮像し腫瘍部の組織特異性を総合的に評価できる MRI の優位性によるところが大きいとおもわれる。

Wesbey⁸⁾山口⁹⁾らは、鉄イオンは水素原子の T₁、T₂を短縮させる作用があり、これを MRI にもちいることにより消化管をより明瞭に描出できたとも報告している。PTCD が施行されている症例に対し、ピロリン酸第二鉄溶液を注入し、膵内胆管の描出能の検討を試みた。膵頭部内において閉塞した総胆管末端部が high intensity に描出され、原因病巣としての膵癌が low intensity 腫瘍として明瞭に描出された。このように、造影後の MRI では膵癌の浸潤範囲と、それによる総胆管の閉塞状態が同一画像上で同時に評価が可能となり造影剤の注入後に冠状断、横断、の撮像を施行することにより病変の位置関係や他

の組織への浸潤の程度の診断がさらに改善されるものと考えられた。

おわりに

MRI の画像診断に有効な代表的な部位としては、脳、脊椎、心、大血管系、縦隔などがある。しかし、腹部、特に膵疾患に対しての MRI 診断の有用性は未だ十分とは云えず、診断能及び画像も満足するものとはいいがたい。これは MRI の持つ欠点の撮像時間の長さ、膵の呼吸性移動の影響に問題があると思われる。我々は、腹帯による呼吸移動の軽減と鎮痙剤投与による腸管運動の抑制により motion artifact を出来る限り改善することが出来た。又、組織分解能が高いことに加えて T₁、T₂ 強調像を組み合わせる評価することが非常に有用であると思われた。又、横断像、冠状断像、矢状断像を組み合わせることにより腫瘍が隣接した胆管系、動脈系や門脈系の解剖学的位置関係を明確に診断できた。このように MRI においては、種々の工夫による解像力の向上と、MRI のもつ多彩な画像撮像機能を駆使することにより診断能の向上がこんごも十分期待出来るものと思われる。また、胆道系の造影剤の使用、により MRI は、膵頭部癌の画像診断に有用性の向上が期待できるものと思われた。

文 献

- 1) 南 学, 大友 邦, ; 膵癌の MRI 診断, 画像診断, VDL 8 No9 1036-1041 (1988)
- 2) 吉田雅博, 菊池俊之, 山本 宏, 他; 膵癌診断に対する MRI の有用性の検討, 膵臓, 3 (4) : 43-51, 1988
- 3) 日本膵臓病学会: 膵癌取扱い規約第 3 版金原出版, 9-22, 1986
- 4) 石井兼央; 膵疾患の変遷, 内科, 53 : 604-606, 1984
- 5) Edward. Steiner, David D. Stark, Peter F. Hahn, et.al, Imaging of Pancreatic Neoplasms : Comparison of MR and CT ; AJR 152 : 487-491, March 1989
- 6) Joseph F. Simeone, Robert R. Edelman, David D. Stark, et al : Surface Coil MR Imaging of Abdominal Viscera ; Radiology 157 : 437-441, 1985
- 7) David D. Stark, Albert A. Mass, Henry I. Goldberg, et al : Magnetic Resonance and CT of the Normal and Diseased Pancreas ; A comparative study. : Radiology 150 : 153-162, 1984
- 8) George E. Wesbey, Robert C. Brasch, Barry L. Englstad, et al : Nuclear Magnetic Resonance Contrast Enhancement Study of the Gastrointestinal Tract of Rats and a Human Volunteer using Nontoxic Oral Iron Solution : Radiology 119 : 175-180, October 1983
- 9) 山口武人, 江原正明, 税所宏光, 他, 膵の磁気共鳴画像 (MRI) 診断-特に X 線 CT との比較検討 - ; 膵臓 2(3) : 317-326, 1987

MR Imaging in Pancreas Head Cancer

HAJIME YOKOTA,* BAISETSU YAMANOUCHI,*
AKIRA TAKARADA HISAO TONAMI,*
TETSURO OKIMURA,* TOSHIO MIYAMURA*
ITARU YAMAMOTO,* YOSHIO KINAMI**

**Department of Radiology, Kanazawa Medical University*

***Department of Surgery II, Kanazawa Medical University*

To reduce artifacts associated with MRI, we used abdominal belts and anticholinergic during the examinations in patients with pancreas head cancer. In selected cases, foric pyrophosphate was injected into the common bile duct as a contrast medium.

We made a comparative study of the results of MRI with those of CT with regard to lesion detectability and diagnostic ability of tumor invasion. MR examinations were performed at 0.5 Tesla superconducting unit using spin-echo (SE) pulse sequences. Eleven patients with pancreas head cancer were enrolled in this study.

As to the lesion detectability, eight cases (73%) were detected clearly or moderately clearly on MRI, almost corresponding to 9 cases (82%) on CT.

With regard to the neoplastic infiltration to the surrounding area, MRI and CT were almost equally efficient as to the capsular and the arterial invasion. However, as to the invasion to the posterior surface of pancreas and the portal system, MRI was a little superior to CT.

In patients to whom foric pyrophosphate was injected, the choledochal duct was clearly separated from the tumor.

In conclusion, our results suggest that MRI using abdominal belts, anticholinergic and foric pyrophosphate solution is extremely effective in the diagnosis of pancreas head cancer and is almost as efficient as CT.