OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

| | |
|---|---|
| Title | 膵癌に対するDynamic MR imagingおよび脂肪抑制の有用性の検討 |
| Author(s) | 赤木, 史郎; 三森, 天人; 郷原, 英夫 他 |
| Citation | 日本医学放射線学会雑誌. 1996, 56(8), p. 550-554 |
| Version Type | VoR |
| URL | https://hdl.handle.net/11094/20381 |
| rights | |
| Note | |

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

# 膵癌に対するDynamic MR imagingおよび脂肪抑制の有用性の検討

赤木　史郎[1)]　三森　天人[1)]　郷原　英夫[1)]　戸上　泉[1)]
平木　祥夫[1)]　河野　良寛[2)]　森　雅信[3)]　浜崎　啓介[3)]　折田　薫三[3)]

1）岡山大学放射線科
2）国立福山病院放射線科　3）岡山大学第1外科

## Dynamic MR and Fat Suppression Imaging of Pancreatic Carcinoma

Shiro Akaki[1)], Akihito Mitsumori[1)], Hideo Gohbara[1)], Izumi Togami[1)], Yoshio Hiraki[1)], Yoshihiro Kohno[2)], Masanobu Mori[3)], Keisuke Hamazaki[3)] and Kunzo Orita[3)]

The usefulness of dynamic MR and fat suppression imaging was investigated in 19 patients with pancreatic duct cell carcinoma. In addition to conventional spin echo imaging, dynamic MR and fat suppression imaging were performed. These images were evaluated for the detectability of lesions. The detectability of lesions was classified as good, fair or poor. On T1 weighted images, 26% of cases were evaluated as "good" and 32% as "fair". On dynamic MRI, 69% of cases were evaluated as "good " and 26% of cases as "fair". On pre- and postcontrast fat suppression images, 32% and 28% , respectively, were evaluated as "good ",and 47% and 39% as "fair". Neither T2 weighted images nor enhanced T1 weighted images were useful. Direct comparison between dynamic MR and fat suppression images was also done. In 42% of cases, dynamic MR was superior to fat suppression images and in 42%, dynamic MRI was equal to fat suppression. In 16% of cases, fat suppression was superior to dynamic MRI. It was concluded that dynamic MR and fat suppression imaging were more useful than conventional spin echo imaging for the detection of pancreatic carcinoma.

*Research Code No. : 515.1*

***Key words :*** *Pancreatic carcinoma, Dynamic study, MR imaging, Fat suppression*

*Received May. 19, 1995 ; revision accepted Sep. 6, 1995*

1) Department of Radiology, Okayama University School of Medicine
2) Department of Radiology, Fukuyama National Hospital
3) First Department of Surgery, Okayama University School of Medicine

## はじめに

膵疾患に対するMRIにおいては，少なくとも通常のspin echo法では膵腫瘤性病変と正常組織のコントラストが乏しく，また呼吸や腸管の蠕動によるアーチファクトのための画像劣化もあり，その評価は必ずしも高くなかった[1),2)]．われわれは以前より膵腫瘤性疾患にdynamic MRIを施行し，膵癌に関してはその有用性を報告してきた[3)]．dynamic MRIは膵の輪郭を変化させないような小病変の検出に有用であり，癌部と膵実質のコントラストの大幅な増強により病変検出能が向上した．一方高磁場装置の進歩に伴い，脂肪からの信号をほぼ選択的に抑制する撮像法[4)-6)]が可能となり，多領域にわたってその有用性が報告されてきた．この脂肪抑制においても癌部と膵実質のコントラストの増強により小病変の検出が可能となる[7),8)]．われわれの施設でもこの脂肪抑制が撮像可能となり，従来のspin echo法との，さらにはdynamic MRIとの併用が可能となった．今回，dynamic MRIと脂肪抑制の2法を従来のspin echo法も加え比較検討し，若干の知見を得たので報告する．

## 対象および方法

対象は岡山大学においてdynamic MRIおよび脂肪抑制の両方が施行され，その後手術，または生検により組織学的に証明された膵管癌19例であり，男性13例，女性6例，平均年齢63歳である．そのうちの12例に手術がなされた．膵癌の占拠部位は頭部7例，頭体部5例，体部1例，体尾部4例，全体癌2例である．

装置はSiemens社製 Magnetom H15（超電導1.5Tesla）を使用．撮像方法は，① spin echo法にてT1強調像 600/15/3（TR/TE/excitations）を撮像．スライス厚 6mm，gap 1.5mm，field of view（FOV）350mm，matrix 192×256とした．次いで ② chemical shift selective（CHESS）法による脂肪抑制T1強調像（660-760/15/3，スライス厚 6mm，gap 1.5mm，FOV 350mm，matrix 144×256）を，さらに ③ T2/プロトン密度強調像（2000/90-22/2，スライス厚 6mm，gap1.5mm，FOV 350mm，matrix 160×256）を撮像した．

続いて④ Gd-DTPA 0.1mmol/kgを急速静注し，16例にFLASH 3D法(10/4/1，flip angle18°，3D-partition = 16，スラブ厚 64～96mm，実効スライス厚 4mm～6mm，FOV 300～350 mm，matrix 128 × 256)によるdynamic MRIを施行した．1例のみについてはTurbo-FLASH法(6.5/500/3/1(TR/TI/TE/excitations)，flip angle 8°，スライス厚 10mm，FOV 350mm，matrix 128 × 128)によるdynamic MRIを行った．FLASH 3D法はGd-DTPAを急速静注直後より22秒間の息止めにて膵全体をgaplessで16スライス一度に撮像し，13秒の息つぎ時間をおきながら撮像を計4回繰り返した[3]．引き続いて⑤造影後T1強調像，さらに⑥脂肪抑制造影後T1強調を撮像した．

検討項目は，

1)膵癌病変検出能をgood；周囲膵組織とのコントラスト明瞭，fair；コントラストはあるが弱い，poor；コントラストなし，の3段階に分類し，プロトン密度強調像を除く全てのシークエンスにおいてそれぞれ検討した．

2) 1)とは別に膵癌病変検出能に関して，dynamic MRIと脂肪抑制を直接比較した．この場合，脂肪抑制では造影前と造影後のうち描出良好な方を比較に用いた．

3)FLASH 3D法の造影後早期相および造影前後の脂肪抑制においてはcontrast/noise(CNR)を算出し比較を行った(CNR = (腫瘍の信号強度-膵の信号強度)/バックグラウンドの信号の標準偏差)．バックグラウンドはFOVの4隅で計測した．

4)11例においては手術時に確認された随伴性膵炎の有無と，1)において決定した膵癌病変検出能の関係をT1強調像，dynamic MRI，造影前後の脂肪抑制について検討した．

なお1)，2)の視覚的評価については2名の放射線科医が別々に評価を行い，不一致の場合は協議により決定した．1)における統計学的有意差検定にはWilcoxonの符号付順位検定を用いた．4)についてはMann-Whitney検定にて検討した．

## 結　果

1)各シークエンスでの病変検出能(Table 1)

dynamic MRIで病変検出能がgoodと判定された症例は68％で，fairは26％であった．造影前後の脂肪抑制では，goodはそれぞれ32％および28％，fairはそれぞれ47％および39％であった．造影前のT1強調像ではgoodは26％，fairは32％であり，全体の傾向としてはdynamic MRI，脂肪抑制，T1強調像の順に病変検出能が良好であった．dynamic MRIは他のどのシークエンスよりも有意に優れていた．一方，T2強調像は他のどのシークエンスより有意に劣っていた($p < 0.05$)．

2)dynamic MRIと脂肪抑制の直接比較

dynamic MRIが優れている症例は8例，同等が8例，脂肪抑制が優れている症例は3例で，dynamic MRIが優れている傾向がみられた．

3)CNRの算出では，FLASH 3D法の造影後早期相では−14.2 ± 9.1であった．

脂肪抑制では造影前が−6.8 ± 6.9，造影後が−3.4 ± 15.0であった．dynamic MRI，造影前の脂肪抑制，造影後の脂肪抑制の順にCNRが良好となった．造影後の脂肪抑制では病変が周囲膵組織よりも高信号となり正の値をとる症例も多かった．

4)随伴性膵炎の有無と病変検出能との関係(Table 2)

症例数が少ないが，造影前のT1強調像では病変検出能は随伴性膵炎の存在により低下した($p < 0.05$)．dynamic MRI，造影前の脂肪抑制では有意差はなかった．

次に実際の症例を呈示する．

〔症例1〕69歳，女性．T1強調像，脂肪抑制(造影前)ともに膵頭部(鉤部)の軽度の腫大を呈しているが，同部内に存在する膵癌病変は描出されていない(Fig.1(A)，(B))．dynamic MRI(FLASH3D)早期相で膵癌病変の明瞭な描出が得られている(Fig.1(C))．

〔症例2〕79歳，女性．膵頭部は腫大しており，T1強調像で周囲に比べ淡い低

Table 1　Detectability of duct cell carcinoma on all sequences

| | T1WI (precontrast) | T1WI (postcontrast) | T2WI | dynamic MRI | fat suppression T1WI (precontrast) | fat suppression T1WI (postcontrast) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| good | 5/19 (26%) | 4/18 (22%) | 1/16 (6%) | 13/19 (69%) | 6/19 (32%) | 5/18 (28%) |
| fair | 6/19 (32%) | 5/18 (28%) | 2/16 (13%) | 5/19 (26%) | 9/19 (47%) | 7/18 (39%) |
| poor | 8/19 (42%) | 9/18 (50%) | 13/16 (81%) | 1/19 (5%) | 4/19 (21%) | 6/18 (33%) |

WI; weighted image

Table 2　Relationship between detectability of the lesion and tumor-associated pancreatitis

| Tumor-associated pancreatitis | | T1WI (precontrast) | dynamic MRI | fat suppression T1WI (precontrast) | fat suppression T1WI (postcontrast) |
|---|---|---|---|---|---|
| (+) | poor | 5 | 1 | 2 | 2 |
| | fair | 0 | 3 | 3 | 3 |
| | good | 1 | 2 | 1 | 1 |
| (−) | poor | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | fair | 3 | 1 | 2 | 2 |
| | good | 2 | 4 | 3 | 1 |

WI; weighted image

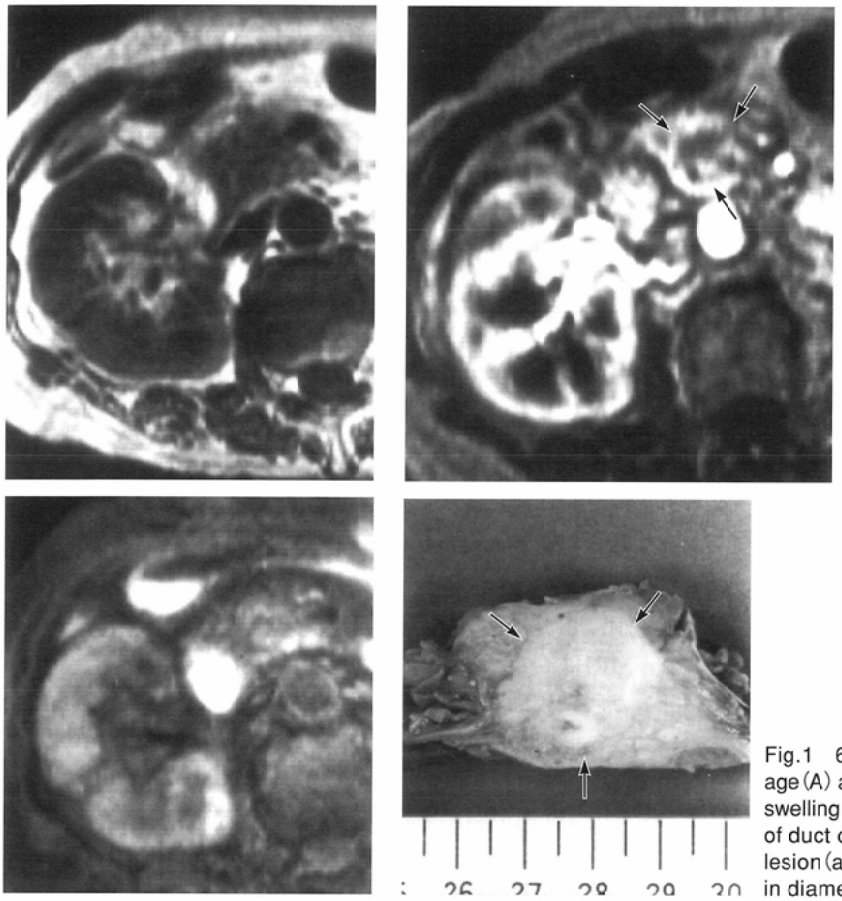


Fig.1 69-year-old female. Both T1 weighted spin echo image (A) and precontrast fat suppression (B) demonstrate slight swelling of the head of the pancreas but fail to depict the lesion of duct cell carcinoma. Dynamic MRI (C) clearly depicts the lesion (arrows). (D); The specimen. Tumor was about 2 cm in diameter.

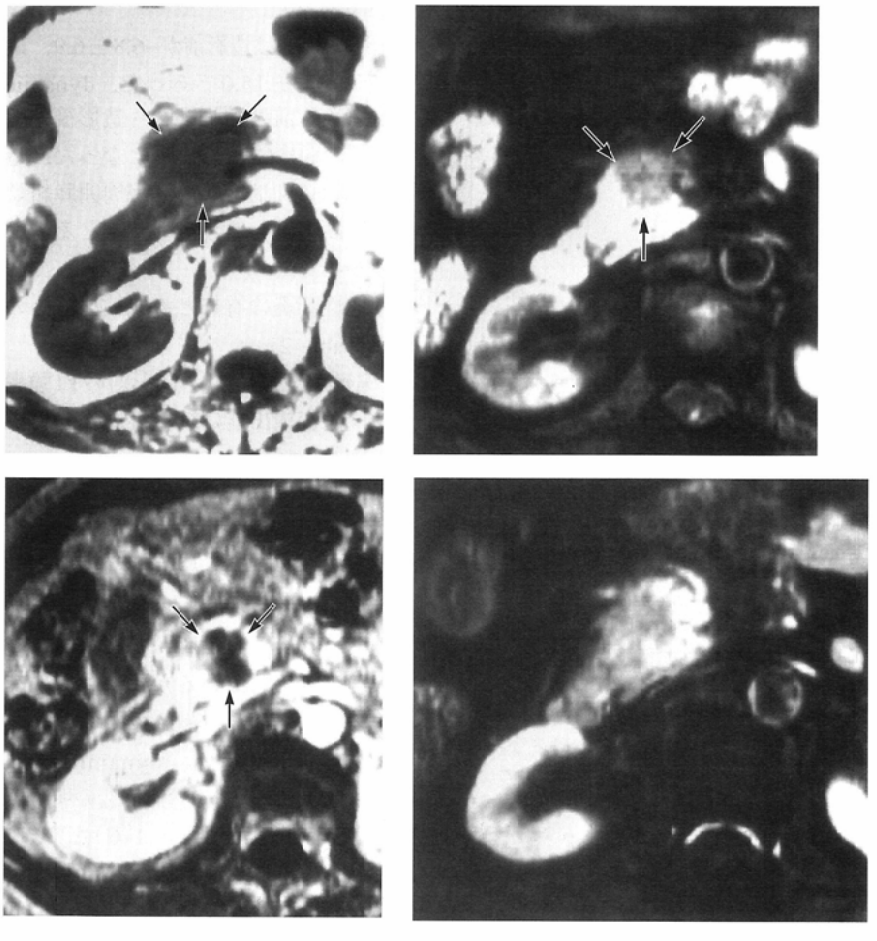


Fig.2 79-year-old female. Swelling of the head of the pancreas is shown. The lesion (arrows) is slight hypointensity on T1 weighted image (A) and becomes obvious hypointensity on early phase of dynamic MRI (B). Precontrast fat suppression (C) also demonstrates the hypointensity lesion clearly (arrows), but it becomes slight hyperintensity and obscure on enhanced fat suppression (D).

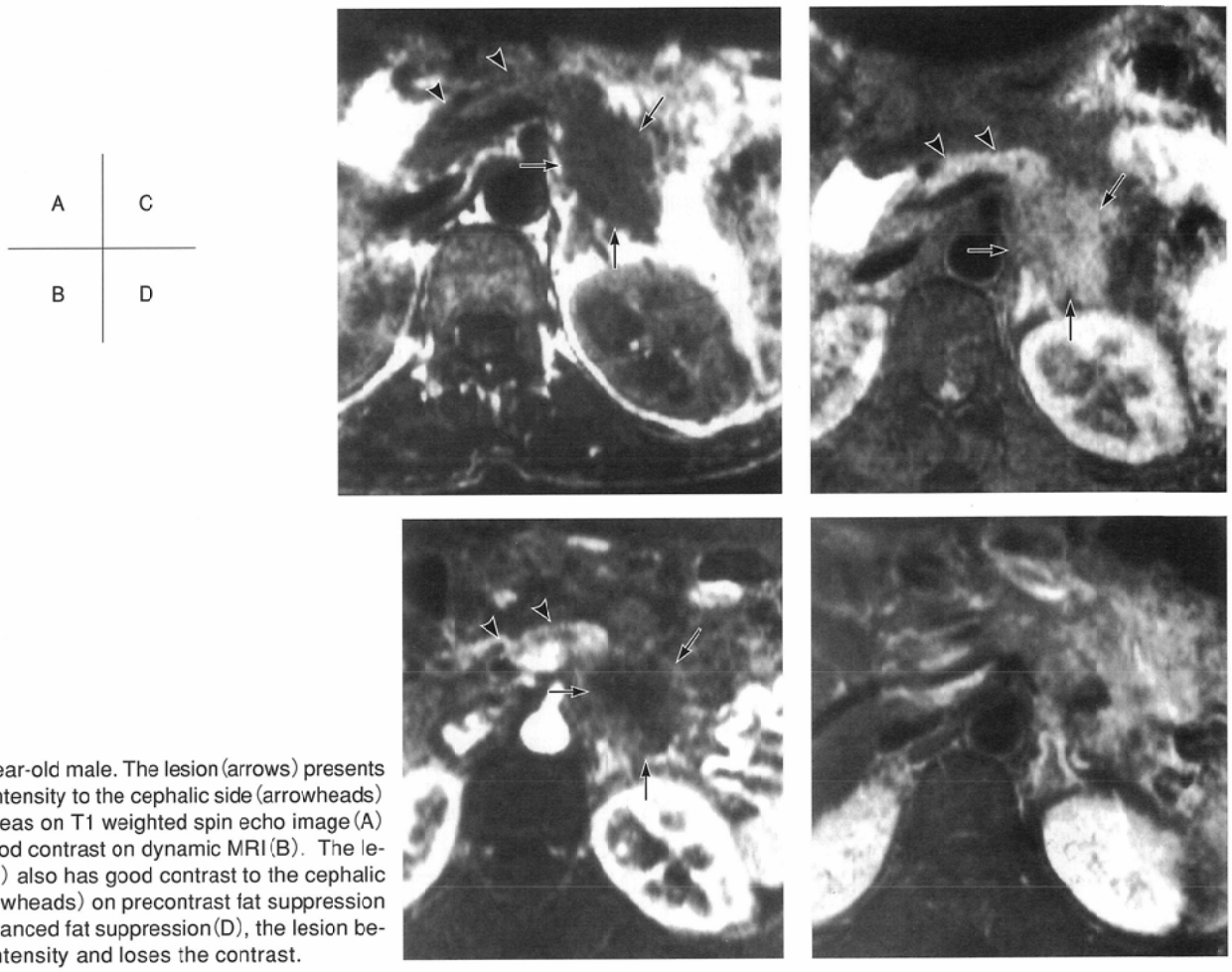


Fig.3　57-year-old male. The lesion (arrows) presents slight hypointensity to the cephalic side (arrowheads) of the pancreas on T1 weighted spin echo image (A) and gets good contrast on dynamic MRI (B). The lesion (arrows) also has good contrast to the cephalic portion (arrowheads) on precontrast fat suppression (C). On enhanced fat suppression (D), the lesion becomes isointensity and loses the contrast.

信号を呈する膵癌病変は指摘可能であるが(Fig.2(A)), dynamic MRI(FLASH3D)早期相では周囲とのコントラストが著明で病変の指摘は容易である(Fig.2(B)). 造影前の脂肪抑制でも同様に周囲との十分なコントラストにより病変は明瞭である(Fig.2(C)). 造影後の脂肪抑制では病変は造影され, 淡い高信号となっているが周囲との境界は今一つ不明瞭である(Fig.2(D)).

〔症例3〕57歳, 男性. 膵体尾部は腫大しており, T1強調像では, 病変は頭部側の正常部分に対しわずかに低信号を呈している(Fig.3(A)). dynamic MRI早期相では病変部と頭部側のコントラストは明瞭となっている(Fig.3(B)). 造影前の脂肪抑制でも病変は明瞭に描出されているが(Fig.3(C)), 造影後の脂肪抑制では病変は等信号化し, その辺縁は再び不明瞭となっている(Fig.3(D)).

## 考　　察

われわれは以前より膵腫瘤性病変にdynamic MRIを試み, その有用性を評価してきた[3]. 膵はGd-DTPA静注後早期に均一に造影効果を受ける. 一方膵管癌は血流に乏しく造影早期においては造影効果を受けにくいので[8], 膵癌と正常部分の信号強度差の増加, ひいては膵の輪郭に変化を及ぼさない程度の小病変の検出が可能となった.

一方, 高磁場装置の普及に伴い, 脂肪からの信号をほぼ選択的に抑制することが可能な装置が普及し, 眼窩, 頭頸部, 乳房, 骨髄などの領域でその有用性が報告されてきている. 脂肪抑制は脂肪と他の軟部組織(水)との緩和時間の差を利用するものと, 周波数の差を利用するものとに大きく分けられ[9], CHESS法は, 脂肪の共鳴周波数に合わせた励起パルスを従来のspin echo法のシークエンスに加え, 脂肪成分を飽和させることによって, 脂肪からの信号をほぼ選択的に抑制する[6]. CHESS法では脂肪抑制の中でも高度の静磁場均一性が必要である[9]. 従来のT1強調像では高信号の脂肪組織の存在のため, 他の組織の信号のダイナミックレンジが押さえられコントラストの低下を招いていた. 脂肪抑制によりT1強調像上著明な高信号を呈する脂肪を抑制することによって, グレイスケールは大きく変化し上腹部の実質臓器は高信号に描出され, 特に膵は腺房内の高蛋白の水分の存在により最も高信号となる[10]. また, 主として腹壁の脂肪から生ずるモーションアーチファクトも軽減される. 脂肪抑制では膵癌は脾や転移性肝癌と同程度の信号強度を有し, 膵自体は肝よりも高信号となるので膵と腫瘤性病変とのコントラストは肝でのそれよりも増大し[11], 病変検出能の向上が期待できる. dynamic MRIも脂肪抑制も原理は全く異なるが, 通常のCTやspin echo法では十分実現されなかった膵癌病変の充実部分と周囲膵実質とのコントラストの明

瞭化を目的として使用されており，正常膵実質を高信号化することで病変の検出率向上を目指している点は奇しくも一致している．

今回，膵癌病変検出能をプロトン密度強調像を除く全てのシークエンスで検討した結果，dynamic MRIで病変検出能がgoodと判定された症例は68％，造影前後の脂肪抑制ではそれぞれ32％および28％，T1強調像では26％であった．fairはdynamic MRIで26％，造影前後の脂肪抑制ではそれぞれ47％および39％，T1強調像では32％で，全体の傾向としてはdynamic MRI，脂肪抑制，T1強調像の順に病変検出能が良好であった．T2強調像，造影後T1強調像の病変検出能は前回の検討[3]でも示されたとおり不良であった．

dynamic MRIと脂肪抑制の直接比較では，通常の状況であれば脂肪抑制は造影前と造影後の両方の撮像が可能であり，直接比較には造影前後の脂肪抑制で病変描出が良好な方を用いた．結果としてはdynamic MRIが優れている傾向がみられたが，今回の検討は病変と膵とのコントラストで評価を行った点を考慮しなければならないであろう．脂肪抑制の方が空間分解能がよいことから，画質等の点をも含め総合的に評価を行った場合，より高い評価を得ることも予想される．

CNRの算出では，FLASH3D法の造影後早期相が最も大きく，次いで造影前の脂肪抑制，造影後の脂肪抑制の順に小さくなる傾向があり，上記の視覚的評価の結果を裏付けていると考えられる．

随伴性膵炎の存在と病変検出能の関係では，T1強調像では随伴性膵炎の存在により病変検出能は悪化し，dynamic MRI，脂肪抑制では随伴性膵炎の有無の影響を受けにくい傾向がみられた．dynamic MRIに関してはすでに報告されており[3),7)]，CNRの検討でも示されたとおりdynamic MRIでは病変と周囲膵実質とのコントラストが大きく，随伴性膵炎と膵癌病変の分離が可能な場合が多かったためと考えられる．

膵癌にMRIを行う意義は，dynamic MRIや脂肪抑制の高いコントラスト分解能により比較的小さな，膵の輪郭を変化させないような病変を検出することにある[7),8)]．そのため今回の検討では，大きな病変であっても，病変と周囲膵組織とのコントラストのみで評価を行っている．膵外部への浸潤やリンパ節転移の評価は撮像領域の制限もありCTの方に分があると思われる．特に脂肪抑制では膵周囲の脂肪織の信号が抑制されており，周囲組織との関係はかなり不明瞭となった．あえて外部浸潤の評価をMRIで行うなら通常のT1強調像が適当であろう[7)]．

脂肪抑制は脂肪の共鳴周波数に合わせた励起パルスをかけるためTRは延長する傾向にあり，T1コントラストを重視しTR延長を控えるとマルチスライス法で得られるスライス枚数は減少する．われわれの装置の場合でも撮像領域の頭尾側両方にspatial presaturationを施した場合TR660msで9スライス，TR760msで11スライスしか得られない．症例によっては膵全体を撮像できない場合もあるのでT1強調像などであらかじめ病変の疑われる部位を求め，慎重に撮像領域を決定する必要がある．

## 結　語

dynamic MRIと脂肪抑制の2法における膵癌病変検出能を，従来のspin echo法も加え比較検討した．傾向としてはdynamic MRI，脂肪抑制，T1強調像の順に病変検出能が良好であった．

## 文　献


1) Tscholakoff D, Hricak H,Thoeni R, et al : MR imaging in the diagnosis of pancreatic disease. AJR 148:703-709, 1987
2) Steiner E, Stark DD, Hahn PF, et al: Imaging of pancreatic neoplasms: Comparison of MR and CT. AJR 152: 487-491, 1989
3) 赤木史郎，河野良寛，郷原英夫，他：膵癌に対するdynamic MRI．日磁医誌 14：350-357，1994
4) Chan TW, Listerud J, Kressel HY: Combined chemical-shift and phase-selective imaging for fat suppression : Theory and initial clinical experience. Radiology 181: 41-47, 1991
5) Semelka RC, Kroeker MA, Shoenut JP, et al : Pancreatic disease: Prospective comparison of CT, ERCP, and 1.5-T MR imaging with dynamic gadolinium enhancement and fat suppression. Radiology 181: 785-791,1991
6) 可知謙治，大友　邦，内山　暁，他：脂肪抑制(fat suppresion)の有用性　膵腫瘤性病変．Innervision 8：79-83，1993
7) Gabata T, Matsui O, Kadoya M, et al : Small pancreatic adenocarcinomas: efficacy of MR imaging with fat suppression and gadolinium enhancement. Radiology 193: 683-688, 1994
8) Semelka RC, Ascher SM: MR imaging of the pancreas. Radiology 188: 593-602, 1993
9) 畑　雄一，多田信平：脂肪抑制画像．画像診断 14：48-54，1994
10) Semelka RC, Cumming MJ, Shoenut JP, et al: Islet cell tumors: Comparison of dynamic contrast-enhanced CT and MR imaging with dynamic gadolinium enhancement and fat suppression. Radiology 186: 799-802, 1993
11) Mitchell DG, Shapiro M, Schuricht A, et al : Pancreatic disease: Findings on state-of-the-art MR images. AJR 159: 533-538, 1992