



Title	ダイナミックMRIによる膵管癌の進展度診断
Author(s)	村上, 康二; 繩野, 繁; 森山, 紀之 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1997, 57(9), p. 596-601
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/17365
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

ダイナミックMRIによる膵管癌の進展度診断

村上 康二¹⁾ 繩野 繁¹⁾ 森山 紀之¹⁾ 関口 隆三¹⁾
佐竹 光夫¹⁾ 岩田 良子¹⁾ 林 孝行¹⁾ 根本 和久²⁾

1) 国立がんセンター東病院放射線部 2) 船橋中央病院放射線科

Staging of Pancreatic Ductal Adenocarcinoma Using Dynamic MR Imaging

Kouji Murakami¹⁾, Shigeru Nawano¹⁾,
Noriyuki Moriyama¹⁾, Ryuzou Sekiguchi¹⁾,
Mituo Satake¹⁾, Ryoko Iwata¹⁾,
Takayuki Hayashi²⁾ and Kazuhisa Nemoto²⁾

Single breath-hold gradient echo images were obtained before and immediately after bolus intravenous administration of Gd-DTPA (dynamic MR imaging) in the study of the pancreas. Of 37 patients with pathologically proved pancreatic ductal adenocarcinoma, seventeen patients who underwent both dynamic MR imaging studies and curative surgery were included in this study. Correlations between histologic findings in the resected specimens and MR images were analyzed as to tumor extension and staging according to the General Rules for the Study of Pancreatic Cancer (4th Edition) published by the Japan Pancreas Society. In comparison with conventional MR images, dynamic MR imaging improved the detectability of pancreatic carcinoma and delineation of the vasculature by clarifying the margin of the tumor and the vessels. Nonenhanced T1-weighted imaging is the best sequence to estimate peripancreatic tumor extension, because the contrast between the tumor and peripancreatic fat deteriorates with the use of contrast material. There is a tendency to overestimate vascular invasion on MR images, the reason for which is considered to be the contractive nature of fibrotic change induced by pancreatic carcinoma. The diagnostic efficacy of lymph node metastasis remains insufficient on MR images because some cases show no enlargement of lymph nodes in spite of the existence of pathological metastasis. Our results suggest that dynamic MR imaging has the advantage of improving the conspicuity of the tumor and the vasculature.

Research Code No. : 503.9

Key words : Pancreas, Adenocarcinoma, MR imaging,
Contrast enhancement

Received May. 16, 1996; revision accepted Jun. 19, 1997

1) Departments of Radiology, National Cancer Center Hospital East
2) Departments of Radiology, Funabashi Central Hospital

はじめに

腹部領域のMRIは呼吸運動に伴うアーチファクトや腸管からのアーチファクトが多く、X線CTに比べ良好な画像を得ることが難しい。さらに浸潤性膵管癌(以下単に膵癌)の診断においてはT1・T2強調画像ともに正常部と病変部のコントラストが悪いため、従来の報告ではMRI診断の有用性は低いといわれてきた¹⁾⁻³⁾。しかし近年のMRI装置の進歩により呼吸停止下の撮像が可能となったため、腹部においてもアーチファクトの影響が少ない画像が得られるようになった^{4),5)}。また、膵癌のCT診断においてダイナミックCTが必須の撮像法^{6),7)}であるのと同様に、MRI用造影剤の急速静注によるダイナミックMRIを併用すれば正常膵組織と病変部とのコントラストが上昇し、診断能が向上するものと考えられる⁸⁾⁻¹¹⁾。MRIによる膵癌の進展度診断については従来も報告されているが¹²⁾⁻¹⁵⁾、安静呼吸下のT1強調・T2強調画像について述べたものであるため画質が不十分である。今後は高速撮像法の普及とともに、呼吸停止下のダイナミックMRIが腹部領域における主要な撮影法になるものと予想されるが、本論文では切除可能であった膵癌の画像所見と病理所見を比較し、ダイナミックMRIによる膵癌の進展度診断の有用性について検討する。

対象と方法

国立がんセンター東病院にて1994年2月～1995年6月に膵癌の診断を受けた患者は68例であり、このうちMRIおよび手術が施行された膵癌患者は37例であった(手術のみ国立がんセンター中央病院で施行した例も含む)。今回の対象としたのは、このなかでさらに治癒切除が得られ組織学的進展度が確定した17例である。男性は11例、女性は6例で、平均年齢は63.2歳(39歳～79歳)であった。

腫瘍の部位は膵頭部11例、膵体部5例、膵尾部1例であった。腫瘍の大きさはts1；0例、ts2；11例、ts3；5例、ts4；1例で、全例がMRIにて検出可能であった。その他の組織学的進行度別の症例数は、膵前方被膜への浸潤：s0；15例、s1；0例、s2；2例、s3；0例、膵後面に接する組織へ

の浸潤：rp0；0例，rp1；7例，rp2；9例，rp3；1例，脾内胆管への浸潤：ch0；2例，ch1；0例，ch2；1例，ch3；8例，十二指腸壁への浸潤：du0；5例，du1；1例，du2；1例，du3；4例，門脈系への浸潤：pv0；10例，pv1；2例，pv2；2例，pv3；3例，動脈系への浸潤：a0；17例，a1以上；0例，リンパ節転移陰性1例，陽性16例であった。

使用した装置は1.5T超電導型MRI（シーメンス社製 MAGNETOME H15/SP4000），使用コイルはボディコイルである。撮像方法はT1強調SE画像(TR/TE/excitations = 660/15/2, 256 × 256, 8mm厚・0mm間隔, FOV = 350mm), T2強調TSE画像(4100/103/3, 252 × 256, 7mm厚・1.0mm間隔, 350mm)を安静呼吸下に撮像した後, 2D-FLASH法(TR/TE/flip angle/excitations = 180/6/20°/1, 128 × 256, 8mm厚・0mm間隔, 350mm, 撮像枚数12枚)あるいは3D-FLASH法(12/4/20°/1, 128 × 256 × 16, 350mm, スラブ厚96mm)による呼吸停止下ダイナミックMRIを施行した。ダイナミックMRIはまず単純撮影を施行した後, 早期相として造影剤(Gd-DTPA 0.1mmol/kg)を急速静注後25秒後に撮影し, 次に後期相として5分後にもう1度撮影した。患者には3l/minの酸素吸入を施行し, 呼吸停止に要する時間は約25秒であった。

画像所見の評価は, 事前の臨床情報を知らない2名の放射線診断専門医が別々に行った。進展度の分類は脾取り扱い規約(第4版)¹⁶⁾(以下“取り扱い規約”と略す)における進行度分類に準じた。取り扱い規約では手術所見による進行度を大文字, 組織学的所見による進行度を小文字で表記する。また進行度を4段階に分け, 進行度に従い0から3(腫瘍の大きさは1から4)の数字で表すことと定められている。

今回はこれらの記載との混同を避けるために, 新しく画像所見(本研究の場合はMRI所見)による進行度分類を設定し, 大文字にダッシュ(')をつける表記とした。すなわち画像所見による進行度分類は, 腫瘍の大きさ(TS')・脾前方被膜への浸潤(S')・脾後面に接する組織への浸潤(RP')など, 脾外組織への進展範囲の診断には単純T1強調画像, あるいは呼吸停止下単純FLASH画像が優れていた。これは脾組織と脂肪のコントラストが最も明瞭だったからである(Fig.1, 2)。T2強調画像は腫瘍自体の描出能が劣るために進展度診断における有用性は低いが, 主脾管や総胆管の同定, および拡張の診断には有効であった。

1. 腫瘍の大きさ(TS')・脾前方被膜への浸潤(S')・脾後面に接する組織への浸潤(RP')における診断能の評価

結果をTable 2に示す。TS'は正診率も高く, 若干過小評価する傾向があるものの比較的良好な結果と考えられた。

S'は過大評価する傾向が認められた一方で, RP'はやや過

結 果

主病巣の進展範囲や脈管浸潤の描出に最も優れているのは呼吸停止下ダイナミックMRI早期像であったが, 脾前方被膜への浸潤(S')・脾後面に接する組織への浸潤(RP')など, 脾外組織への進展範囲の診断には単純T1強調画像, あるいは呼吸停止下単純FLASH画像が優れていた。これは脾組織と脂肪のコントラストが最も明瞭だったからである(Fig.1, 2)。T2強調画像は腫瘍自体の描出能が劣るために進展度診断における有用性は低いが, 主脾管や総胆管の同定, および拡張の診断には有効であった。

1. 腫瘍の大きさ(TS')・脾前方被膜への浸潤(S')・脾後面に接する組織への浸潤(RP')における診断能の評価

結果をTable 2に示す。TS'は正診率も高く, 若干過小評価する傾向があるものの比較的良好な結果と考えられた。

S'は過大評価する傾向が認められた一方で, RP'はやや過

Table 1 Relationship between score and staging on MRI findings, pathological findings

stage of MRI findings	stage of pathological findings			
	0	1	2	3
0	0	-1	-2	-3
1	1	0	-1	-2
2	2	1	0	-1
3	3	2	1	0

※ In the case of TS'・ts factor, the stage are classified 1~4.

※ In the case of CH'・DU'・PV'・A' factor, the stage are classified 0~2.



小評価をする傾向にあった。今回の診断基準はS'・RP'とともに”腫瘍が膵辺縁に接している”場合をステージ1(浸潤疑い)，というように，ほぼ同じ基準でステージを設けたが，本結果より前方浸潤を評価する場合は甘めに，逆に後方浸潤を評価する場合は積極的に所見をとるべきと考えられた。正診率や標準偏差の数字をみると限りでは，どちらも満足のいく診断能ではないものと思われる。

2. 膵内胆管への浸潤(CH')・十二指腸壁への浸潤(DU')・門脈系への浸潤(PV')・動脈系への浸潤(A')における診断能の評価

結果をTable 3に示す。CH'・DU'はどちらも過小評価する傾向にあった。これは十二指腸のアーチファクトの影響が強かったためと考えられる。ブスコパンを使用しても効果が得られない場合は画質の低下が著しかった。

PV'・A'に関しては若干過大評価する傾向にあった。これは膵癌が線維化成分に富むため周辺組織に収縮機転を来し、実際には腫瘍が血管に達していないにもかかわらず壁不整像を示すことがあるためと考えられる。

これら4因子の診断にはダイナミックMRIの早期像が最も適しており、安静呼吸下のMRIに比べて診断能の大幅な向上が認められる。しかし、他検査に比べるといまだに満足が得られる水準ではないものと思われる。

3. リンパ節転移(LN')における診断能の評価

結果をTable 4に示す。17例中16例に病理学的に転移があるため、特異度に関しては信頼性は低い。また、正診率58.8%、感度56.3%という数字は不十分な診断能と考えられるが、肉眼的にリンパ節腫大がない転移例、主腫瘍と一緒にになったリンパ節転移例など、画像的には診断が

A
—
B
—
C

Fig.1 46F. (A) T1-weighted MR image before contrast enhancement does not demonstrate the non-contour-deforming pancreatic cancer.

(B) Dynamic MR Image (early phase) shows small cancer of the pancreatic body (arrow) as a less enhanced area compared to adjacent pancreatic parenchyma.

(C) MR image obtained 5min after administration of contrast material shows uniform enhancement of the small pancreatic cancer. But it is difficult to distinguish between the cancer from pancreatitis secondary occurred in peripheral pancreas.

Dynamic MR Image (early phase) reveals the best contrast resolution between cancer and pancreas.

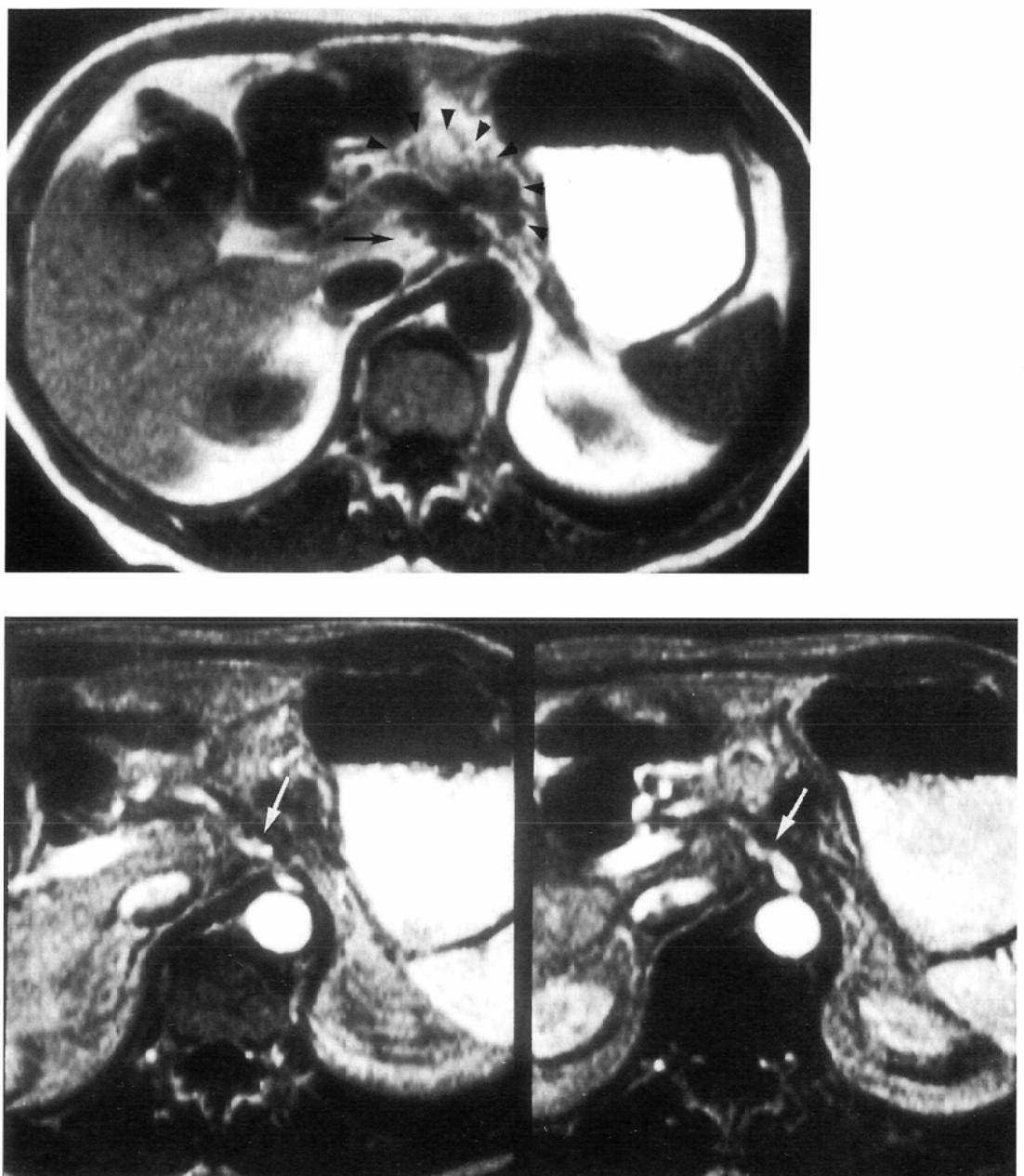


Fig.2 74M.
 (A) Noncontrast T1-weighted gradient-echo MR images shows abnormal thickness of celiac trunk (arrow) adjacent to peripancreatic invasion of cancer (arrow head).
 (B) Dynamic MR Image (early phase) reveals the celiac trunk with irregular shape (arrow), which suggests the encasement by posterior peripancreatic invasion of the pancreatic cancer. The peripancreatic extension is clearly demonstrated on noncontrast T1-weighted image, and the contour of artery can be depicted on Dynamic MR Image.

著しく困難な例も含まれることからこのような結果になったものと思われる。

さらに、今回の検討症例数には含まれていないが、開腹にて初めて腹膜転移が確認され、そのまま手術の非適応となつた例が2例存在した。これらはいずれも全ての術前検査において指摘不可能であった。

考 察

ダイナミックMRIが腫瘍の存在診断において有用性が高いことは、すでにいくつかの報告で述べられている^{8)-11),17)}。しかし存在診断が問題となる小腫瘍(直径2cm以下)の割合は現在10%以下といわれており、大部分の腫瘍は発見時2cm以上、つまり存在診断よりも進展度診断が重要な進行腫瘍であ

る。進展度診断には現在X線CT・US・ERCPなどが用いられている¹⁸⁾が、いずれも長所・短所があり、最終的には術中所見にて切除・非切除を決めているのが現状といえる。治療方針の決定のためにも進展度診断における更に正確で非侵襲的な術前診断法の出現が望ましい。

MRIを用いた腫瘍の進展度診断の報告は従来も散見されるが、安静呼吸下の単純T1強調・T2強調画像について述べたものが多く、CTやUSに比べると有用性が高いものではなかった^{12),13),19)}。安静呼吸下のT1強調画像でも、造影剤を使用すれば進展度の診断能はほぼCTに匹敵するまで向上するといわれている¹⁴⁾。しかし腫瘍は線維成分が多いため造影開始から時間がたつにつれ腫瘍内部が染まっててしまい、安静呼吸下での撮像は理想的とはいえない。ダイナミックMRIの特徴は造影剤注入直後に最も正常脾実質と病変部の

Table 2 Results of readings about tumor size and anterior/posterior peripancreatic extension

	TS'	S'	RP'
accuracy	70.6%	38.2%	50.0%
average	-0.11	0.59	-0.29
standard deviation	0.53	0.73	0.82

(N = 17)

Table 3 Results of readings about tumor invasion to intrapancreatic bile duct, duodenum, portal vein, and artery

	CH'	DU'	PV'	A'
accuracy	63.6%	59.1%	35.3%	58.8%
average of score	-0.48	-0.32	0.21	0.41
standard deviation	0.66	0.92	0.83	0.49

(CH'・DU' ; N = 11, PV'・A' ; N = 17)

コントラストが強い時期を捉えて撮影することであり、腫瘍や血管の明瞭な描出が期待できる。さらに呼吸を停止させるため、腹壁のモーションアーチファクトが無く、スライス面のずれもない。一方、進展度の診断には膵全体を撮影する必要があるが、従来のMRI装置では呼吸停止時間内の撮影枚数が少なく、ダイナミックMRIの利用は存在診断に限られていた。装置の改良によって一回の呼吸停止下に膵臓全体の撮影が可能となったのは最近のことである。

ところでダイナミックMRIの撮像法には大きく分けて2D法と3D法がある。3D法は空間分解能を向上させることが可能であり、当初は2D法と3D法を比較して検討を試みた²⁰⁾。その結果、3D法はS/N比やコントラスト分解能が2D法に劣るため、後半の症例では2D法だけによる検討となっている。

従来のMRIに比べてダイナミックMRIを施行することによる最大の利点と考えられるのは腫瘍描出能である。単純MRIや造影後期相のMRIに比べると明らかに正常膵実質と腫瘍のコントラストが明瞭になっており、診断能が向上する。一方、膵外の浸潤に関してはダイナミックMRIによって逆に病変部と膵周囲脂肪とのコントラストが低下するため、S'・RP'については単純T1強調画像による評価が必要である。CH'・DU'の診断においても、腫瘍の範囲が明瞭になるためダイナミックMRIの有用性が高い。しかしこの部位は内視鏡やERCPといった他の優れた検査法があるため、MRIによる診断が必須というわけではない。また、血管の描出もダイナミックMRIでは明瞭になるため、PV'・A'の診断能も単純MRIや造影後期相のMRIに比べると向上がみられる。LN'因子の診断に関してはダイナミックMRIの有用性は少ない。その理由の一つは撮影範囲が狭いことであり、呼吸停止の限られた時間内でリンパ節の評価に必要な撮影枚数を確保することは現状では困難である。また、造影することによりウインドウ幅が広がるためリンパ節と脂肪とのコントラストが無くなってしまう。さらに空間分解能も現時点では不十分であるため、LN'因子の診断には単純T1強調画像が最も優れている。

ところで、今回の検討では安静呼吸下MRIを用いた従来の報告に比べ、必ずしも全ての因子の診断能が改善したという結果ではなかった。その主な原因は、今回は対象を組織学的病理所見が得られた症例に限っているためと考えられる。従来の報告は画像所見と手術所見(肉眼的病理所見)

Table 4 Results of readings about lymph node metastasis

image findings	pathological findings	
	negative	positive
negative	1	7
positive	0	9

accuracy; 10/17 = 58.8% specificity; 1/1 = 100% (N = 17)
sensitivity; 9/16 = 56.3%

とを比較したものが多い。しかし画像診断の目指すものはやはり組織学的病理診断であるとの立場から、本研究では厳密に組織学的所見が得られた症例のみを対象とした。周知のごとく手術所見と組織学的病理所見とは必ずしも一致せず、またわれわれはMRI診断は組織学的病理所見よりも手術所見との相関が高いことを報告している²¹⁾。したがって、検討に手術所見だけが得られた症例も含めると、結果は従来の報告を上回っているものと予想される。画像診断が進歩し詳細な進展範囲が診断可能になった現在、手術所見との比較なのか組織学的病理所見との比較なのかは、今後厳密に区別されるべきものと考える。

また、取り扱い規約に手術所見・組織学的病理所見の規約があるのと同様に、総合画像所見についての規約も今後は検討されてよい時期であろう。本報告では画像所見の規約を英大文字にダッシュ(')をつけて記載したが、必ずしも病理所見との良好な相関関係が得られたわけではなく、規約の設定にはさらに詳細な検討が必要である。しかし、未だに膵癌の手術適応や治療法の選択には施設間で差があり、一定ではない現状を考えると、治療前の総合画像所見に統一規約があれば、治療法による予後の差などの比較が容易になり、今後の膵癌の診断および治療に寄与するものと考えられる。

一方、どの因子の診断にはどの検査法が最善かを検討する必要もある。特にCTとMRIに関してはどちらも断層画像であるために比較した研究も少なくないが、CTが優れているという報告¹⁹⁾、或いはMRIが優れているという報告^{11,22)}が混在しており、ほぼ同等^{3,23)}というのが現状であろう。しかしこれらの報告も最新のヘリカルCTやフェーズド・アレイコイルを用いたMRIを用いた画像ではない。今後も診断機器の進歩に応じた検討が必要と考えられる。

ま と め

治療切除が得られた脾管癌17例において呼吸停止下ダイナミックMRIを施行し、進展度診断における有用性を検討した。画像所見と組織学的病理所見とを比較した結果、以下の結論を得た。

- 1) 安静呼吸下のT1・T2強調画像、造影T1強調画像と比較して、呼吸停止下ダイナミックMRIを施行することにより腫瘍描出能や血管描出能が向上した。したがって腫瘍の大きさ(TS)・脾内胆管浸潤(CH)・十二指腸浸潤(DU)・門脈浸潤(PV)・動脈浸潤(A)の各因子の診断能が向上するものと考えられた。
- 2) 前方被膜浸潤(S)・後方浸潤(RP)の診断には、造影によって腫瘍と脾周囲脂肪組織とのコントラストが低下するため、単純T1強調画像が最も有効であった。

3) T2強調画像は胆管や脾管の評価、付随する囊胞性病変の評価に有用性が認められるが、腫瘍自体の診断には有用性は認められなかった。

- 4) 腫瘍の大きさ(TS)については比較的良好な診断能が得られたが、前方被膜浸潤(S)や血管浸潤(PV・A)は過大評価をする傾向にあった。血管浸潤の過大評価は脾癌の線維化傾向に伴う収縮機転によるものと考えられた。一方、後方浸潤(RP)は過小評価する傾向にあった。
- 5) リンパ節転移の診断能は不十分であった。また、腹膜転移の診断においては無効と考えられた。

本研究は、厚生省がん研究助成金指定研究「難治がんの総合的な対策に関する研究」垣添班内岡田小班「脾癌の早期診断に関する研究」および森山班の研究補助を受けた。

文 献

- 1) Stark DD, Moss AA, Goldberg HI, et al: Nuclear magnetic resonance imaging of the pancreas. Radiology. 150: 153-162, 1984
- 2) Tscholakoff D, Hricak H, Thoeni R, et al: MR Imaging in the diagnosis of pancreatic disease. AJR 148: 703-709, 1987
- 3) Steiner E, Stark DD, Hahn PF, et al: Imaging of Pancreatic Neoplasms: Comparison of MR and CT. AJR 152: 487-491, 1989
- 4) Unger EC, Cohen MS, Gatenby RA, et al: Single Breath-Holding Scans of the Abdomen Using FISP and FLASH at 1.5T. J Comput Assist Tomogr 12: 575-583, 1988
- 5) 村上康二, 繩野繁, 森山紀之, 他: 腹部の呼吸停止下撮像の臨床応用. INNERVISION 10(10): 26-30, 1995
- 6) 森山紀之: 脾のDynamic CT. 胆と脾 4: 767-772, 1983
- 7) Freeny PC, Marks WM, Ryan JA, et al: Pancreatic Ductal Adenocarcinoma: Diagnosis and Staging with Dynamic CT. Radiology 166: 125-133, 1988
- 8) Chezmar JL, Nelson RC, Small WC, et al: Magnetic Resonance Imaging of the Pancreas with Gadolinium-DTPA. Gastrintestinal Radiol 16: 139-142, 1991
- 9) 赤木史郎, 河野良寛, 郷原英夫, 他: 脾癌に対するDynamic MRI. 日磁医誌 14: 350-357, 1994
- 10) Gabata T, Matsui O, Kadoya M, et al: Small Pancreatic Adenocarcinoma: Efficacy of MR Imaging with Fat Suppression and Gadolinium Enhancement. Radiology 193: 683-688, 1994
- 11) Semelka RC, Kroeker MA, Shoenut JP, et al: Pancreatic disease: Prospective Comparison of CT, ERCP, and 1.5T MR Imaging with Dynamic Gadolinium Enhancement and Fat Suppression. Radiology 181: 785-791, 1991
- 12) Reznik RH, Stephens DH. Review: The Staging of pancreatic adenocarcinoma. Clin Radiol 47: 373-381, 1993
- 13) Nghiem HV, Freeny PC: Radiologic Staging of Pancreatic Adenocarcinoma. Radiol clin North Am 32: 71-79, 1994
- 14) 広瀬由紀, 西川俊邦, 馬場信雄, 他: Magnetic Resonance Imagingによる脾癌の術前進展度診断. 胆と脾 12: 641-646, 1991
- 15) 西原謙二, 川端章弘, 濱崎達憲, 他: 脾癌のMRI. 胆と脾 14: 447-454, 1993
- 16) 日本脾臓学会編: 脾癌取り扱い規約. 第4版, 金原出版, 1993
- 17) Semelka RC, Ascher SM: MR Imaging of the pancreas. Radiology 188: 593-602, 1993
- 18) Müler MF, Meyenberger C, Bertschinger P, et al: Pancreatic Tumors: Evaluation with Endoscopic US, CT and MR Imaging. Radiology 190: 745-751, 1994
- 19) Megibow AJ, Zhou XH, Rotterdam H, et al: Pancreatic Adenocarcinoma: CT versus MR Imaging in the Evaluation of Resectability-Report of the Radiology Diagnostic Oncology Group. Radiology 195: 327-332, 1995
- 20) 村上康二, 繩野繁, 森山紀之, 他: 脾癌におけるDynamic MRIの有用性; 2D FLASH法と3D FLASH法の比較. 日本医学会誌 55: S81, 1995
- 21) 村上康二, 繩野繁, 森山紀之, 他: Dynamic MRIによる脾癌の進展度診断. 日磁医誌 15(supl.): 276, 1995
- 22) Vellit AD, Romano W, Bach DB, et al: Adenocarcinoma of the Pancreatic ducts: Comparative evaluation with CT and MR Imaging at 1.5T. Radiology 183: 87-95, 1992
- 23) Thoeni RF, Blankenberg F: Pancreatic Imaging: Computed Tomography and Magnetic resonance Imaging. Radiol clin North Am. 31: 1085-1113, 1993