

直腸癌の magnetic resonance-computed tomography 診断

千葉大学第1外科

井原 真都 齊藤 典男 更科 広実 新井 竜夫
布村 正夫 高橋 一昭 谷山 新次 横山 正之
井上 育夫 鈴木 秀 奥井 勝二

同 手術部

古山 信明 樋口 道雄

同 放射線部

守田 文範

DIAGNOSTIC VALUE OF MAGNETIC RESONANCE-COMPUTED TOMOGRAPHY OF THE RECTAL CARCINOMA

Masato IHARA, Norio SAITOH, Hiromi SARASHINA,
Tatsuo ARAI, Masao NUNOMURA, Kazuaki TAKAHASHI,
Shinji TANIYAMA, Masayuki YOKOYAMA, Ikuo INOUE,
Masaru SUZUKI, Katsuji OKUI, Nobuaki FURUYAMA*,
Michio HIGUCHI* and Fuminori MORITA**

First Department of Surgery, Operation Center* and Division of Radiology**,
Chiba University School of Medicine

直腸癌術前診断における magnetic resonance-computed tomography (MR-CT) 検査の有用性を知るため、X線CT検査の診断能と比較検討した。対象は進行直腸癌21症例である。腫瘍描出能の比較では、X線CT 85.7%の描出率に対しMR-CTは95.2%と良好な成績が得られた。他臓器浸潤診断能の比較では、X線CTにおいて偽陽性例が5例に認められたのに対し、MR-CTでは1例と少なく、X線CTによる偽陽性例の除外診断に有用であった。リンパ節転移診断能では、MR-CTはX線CTに比較し造影剤を使用せずに血管の描出が可能なこと、inversion recovery (IR)像により小さなリンパ節の描出が可能なことなどのため、感受性において優れていた。以上の結果より、MR-CTは直腸癌術前の補助診断法において有用な検査法と考えられた。

索引用語：magnetic resonance-computed tomography, 直腸癌, 直腸癌腫瘍描出能,
直腸癌他臓器浸潤度診断, 直腸癌リンパ節転移診断

はじめに

近年の画像診断の進歩に伴い、直腸癌においてもより詳細な術前診断が試みられるようになってきた^{1)~3)}。直腸癌の診断において、従来より行われている注腸X線や内視鏡検査では、腸管腔内の情報を得る検査法としては優れているものの、管腔外、特に他臓器

浸潤の有無やリンパ節転移の診断に関してはほとんど無力であった。一方、最近では直腸癌に対する手術々式として拡大根治手術に加えその進行程度により神経温存を含めた縮小手術なども試みられるようになった。このような直腸癌の手術々式適応決定の際には、壁外進展やリンパ節転移の程度が重要となるため正確な術前診断が要求されている。このような趨勢から、著者らは核磁気共鳴 (nuclear magnetic resonance: NMR) の臨床応用^{4)~6)}に注目し、1984年7月より直腸

<1986年12月10日受理>別刷請求先：井原 真都
〒280 千葉市亥鼻1-8-1 千葉大学医学部第1
外科

癌の術前検査の1つとしてMR-CTを採用してきた。今回、直腸癌におけるMR-CT診断の有用性について、X線 computed tomography (CT) 診断と比較して検討したので報告する。

I. 対象

1984年7月から1985年11月までの1年4ヶ月間に、MR-CT検査を施行した進行直腸癌21症例を対象とした。これらの症例は、いずれもほぼ同時期にX線CT検査を施行した。腫瘍の占拠部位は大腸癌取扱い規約の大腸の区分⁷⁾に準ずるとRs 2例, Ra 3例, Rb 15例, P 1例である。

II. 方法

使用機種はピッカー社製 VISTA-MR[®]である。その主な使用は表1に示すごとく、主磁石は超電導磁石、磁場強度は0.256Tesla、スライス選択は選択励起法、イメージング方式は2次元フーリエ変換法である。撮像条件は spin echo (SE) 像, inversion recovery (IR) 像を用い、パルス系列では long SE (TE=80msec, TR=1,500msec), middle SE (TE=40msec, TR=1,500msec), short SE (TE=24msec, TR=300msec), IR (TI=500msec, TR=1,500msec) を主に使用した。撮像方法は表2に示すごとく、pilot scan として冠状断を撮像し、横断面、矢状面も同時に撮像した。症例によっては T₁ 像および T₂ 像を求め、T₁ 値および T₂ 値を測定した。X線CTは GECT/T 8,800を使用し、膀胱内オリーブ油注入⁹⁾、およびMR-CTと同様に直腸内空気注入を行い、腹臥位にて撮像した。

III. 成績

1. 腫瘍描出能

MR-CTでは、直腸癌腫はSE像において中等度信号域として描出され、IR像では低信号で黒く抜けて描出された(図1)。また、冠状断像、矢状断像の撮像が可能であり、周囲臓器との解剖学的位置関係がよく理解された(図2)。このような画像における腫瘍の描出能を比較するため、次のような判定基準に従いMR-CT像とX線CT像を比較した。

① MR-CTでは、冠状断像、矢状断像、横断像およびパルス系列を変えた画像のいずれかに中等度信号領域を示すものを描出陽性と判定した。

② X線CTでは、高濃度領域を示すもの、あるいは著明な腸管壁肥厚を示すものを描出陽性と判定した。

その結果MR-CTでは21例中20例(95.2%)が描出可能であったのに対し、X線CTでは21例中18例(85.7%)が可能であった(表3)。なおMR-CTで描

表1 使用機種(VISTA-MR)

	超電導 MR(0.256T)
主磁石	ニオブチタン超電導磁石
均一性	30cm直径にて10ppm以下
冷却方式	冷媒
磁石中心開口径	1 m
磁場強度	5000ガウス
イメージング方式	2Dフーリエ変換構成法
スライス選択	選択励起法
スライス厚	2, 5, 10, 15, 20mm
マルチスライス	4, 8, 16, 24, 36
スキャンモード	SR, IR, SE
視野	頭部300mm, 全身530mm
スライス面	横断・矢状・冠状
再構成マトリックス	256×256
表示マトリックス	512×512
グレイ・スケール	256階調
解析機能	ROI, 拡大, アイソデンシティー, コラージュ, フロファイル, アノテーション, マルチビュー・スタック等
心拍同期	オプション
呼吸同期	オプション
各種サーフェスコイル	オプション
T ₁ , T ₂ 演算	標準
¹³ C, ³¹ Pスペクトル測定(インビボ)	不可
磁気ディスク	320メガバイト
Naイメージング	不可

表2 MR-CT検査法(直腸)

- 1) 前処置
 - 洗腸 (GE 60ml)
 - 2時間前より排便を禁ずる。
- 2) 体位
 - 腹臥位
 - 肛門より空気を200~300ml注入(腹臥位にて)
- 3) 撮像
 - A: Coronalにてpilot scan (0.4 min)
 - B: Transverse
 - middle SE multi-slice
 - TE 40 msec, TR 1520 msec. 2ave 8multi (6.4 min)
 - C: Sagittal
 - middle SE multi-slice. 4multi (6.4 min)
 - D: Transverse (症例に応じてsagittal)
 - ① IR
 - TI 500msec, TR 1500msec. 2ave single (6.4 min)
 - ② middle SE
 - TE 40msec, TR 1500msec. 2ave single (6.4 min)
 - ③ long SE
 - TE 80msec, TR 1500msec. 2ave single (6.4 min)
 - ④ short SE
 - TE 24msec, TR 300msec. 2ave single (6.4 min)
 - E: T₁, T₂ image

図1 MR-CT 横断像

a. SE 像 (40/1500), b. IR 像 (500/1500), T: 腫瘍

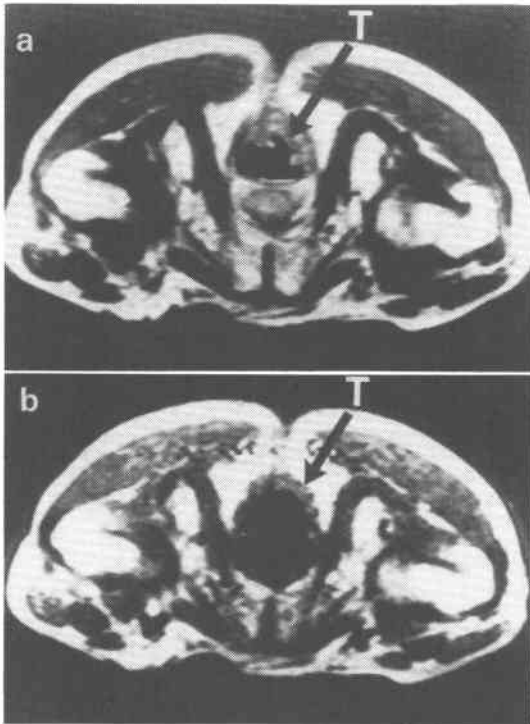
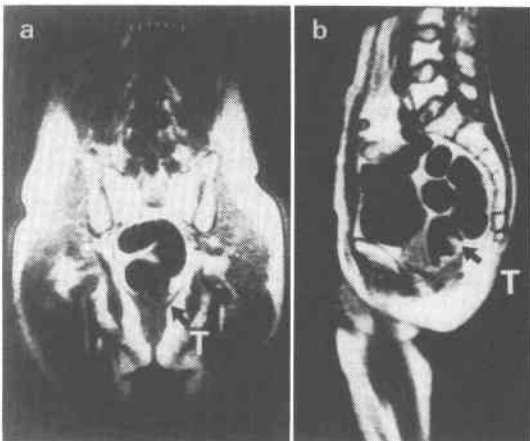


図2 MR-CT 冠状断, 矢状断像

a. Coronal SE 像 (24/300), b. Sagittal SE 像 (40/1500), T: 腫瘍



出不能と判定された症例は, Rb 領域の pm 癌であり癌腫の大きさは20mm×30mmであった。

2. 他臓器浸潤診断能

MR-CT ではSE 像横断面にて perirectal fascia が

表3 腫瘍抽出能

	MR-CT (%)	X線CT (%)
陽性	20 (95.2)	18 (85.7)
陰性	1 (4.8)	3 (14.3)
	N = 21	N = 21

図3 MR-CT SE 像 (40/1500)

矢印は perirectal fascia を示す). U: 膀胱, P: 前立腺

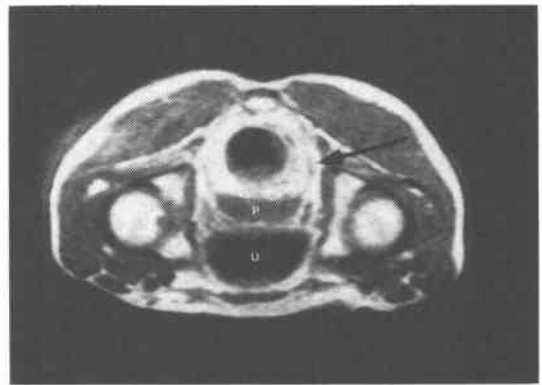
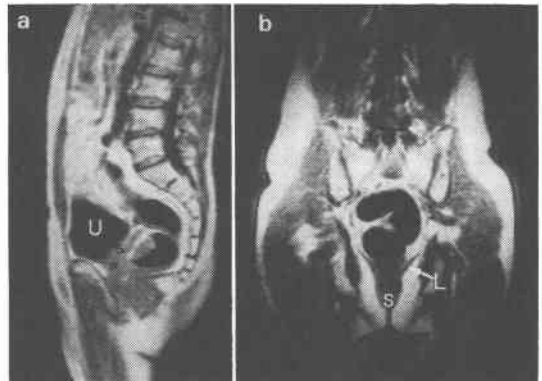


図4 MR-CT 矢状断, 冠状断像

a. Sagittal SE 像 (40/1500), b. coronal SE 像 (24/300). U: 膀胱, S: 精囊, P: 前立腺, L: 肛門挙筋, S: 括約筋群



よく描出され, この fascia の外に膀胱, 前立腺, 精囊, 尿管など他臓器が位置する. このため他臓器浸潤の有無の判定には, perirectal fascia がよい指標となる(図3). また, 矢状断では泌尿器系および仙骨方向への浸潤の有無, 冠状断では肛門挙筋, 括約筋群への浸潤の有無などの判定が可能となる(図4).

図5 症例1の注腸造影とX線CT像

a, 注腸造影: Rb~Ra にほぼ全周性の腫瘤造影を認める。(↓) b, X線CT: 直腸壁はほぼ全周性に肥厚し, 腔後壁への浸潤が疑われる。(↓) T: 腫瘍, V: 腔

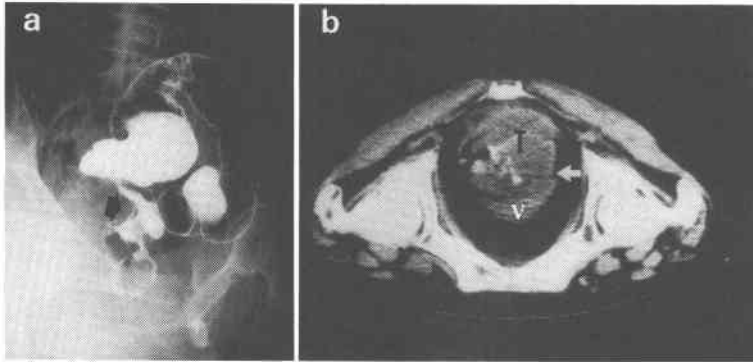


表4 他臓器浸潤診断能の比較

	MR-CT	X線CT	
陽性	1	0	
偽陰性	0	0	
陰性	18	13	
偽陽性	1	5	(例)
感受性	100	—	
特異性	94.7	72.2	
正診率	95	72.2	(%)
	N=20	N=18	

表5 リンパ節転移診断能の比較

	MR-CT	X線CT	
陽性	6	3	
偽陰性	4	7	
陰性	8	10	
偽陽性	2	0	(例)
感受性	60	30	
特異性	80	100	
正診率	70	65	(%)
	N=20		

MR-CT と X線 CT による他臓器浸潤診断能の比較を表4に示す。今回の検討では他臓器浸潤例は1例のみであり, MR-CT では正診を得たが, X線 CT では画像のコントラストが悪く判定不能であった。このため, 他臓器浸潤陽性例に対する両者の診断能を比較することはできなかった。しかし, 偽陽性例は X線 CT において5例にみられたのに対し, MR-CT では1例のみであり MR-CT は偽陽性例の除外に有用であった。

3. リンパ節転移診断能

MR-CT および X線 CT によるリンパ節転移の診断において, 描出されたリンパ節が転移により腫大したものか否かの診断基準がまだ明確となっていない。このため, 今回の検討では, リンパ節が描出された症例ではこれをすべて転移陽性と判定し, 描出されなかった症例では転移陰性と判定した。MR-CT と X線 CT によるこのような判定と, 病理組織学的なリンパ節転移の有無を比較した結果を表5に示す。MR-CT の正診率は70%であり, X線 CT では65%であったが, 両者に有意差を認めなかった。偽陰性例は X線 CT で7例に対し, MR-CT では4例と少なかった。こ

のように感受性においてはMR-CTの方がX線CTより優れていた。しかし, MR-CT では偽陽性例も2例に認められ描出されたリンパ節の質的診断に問題点が残された。

以下に, MR-CT による術前診断が有用であった症例を提示する。

IV. 症 例

症例1. 58歳, 女。

注腸造影(図5a)で, Rb から Ra に及ぶほぼ全周性の腫瘤陰影を認めた。X線CT(図5b)では直腸壁のほぼ全周性の肥厚が描出され, 腔後壁への浸潤が疑われた。同部位の断層面におけるMR-CT(SE)像(図6a)では, 腔後壁との境界が存在するものと判定され, MR-CT矢状断像(図7a)でも浸潤する所見は認められなかった。本症例は術中の肉眼的所見で仙骨前面への浸潤が疑われたが, 切除標本による組織学的壁深達度はa₂にとどまり, 他臓器への浸潤は否定された(図7b)。

症例2. 44歳, 男性。

図8はX線CTによる直腸後壁の壁在リンパ節の描出例であり, 最大径12mmの転移陽性リンパ節で

図6 症例1のMR-CT像

- a. MR-CT transverse SE 像 (40/1520) } 腔後壁との境界は明らかで、浸潤は認めない。
 b. MR-CT sagittal IR 像 (500/1500) } い。 T: 腫瘍, V: 腔

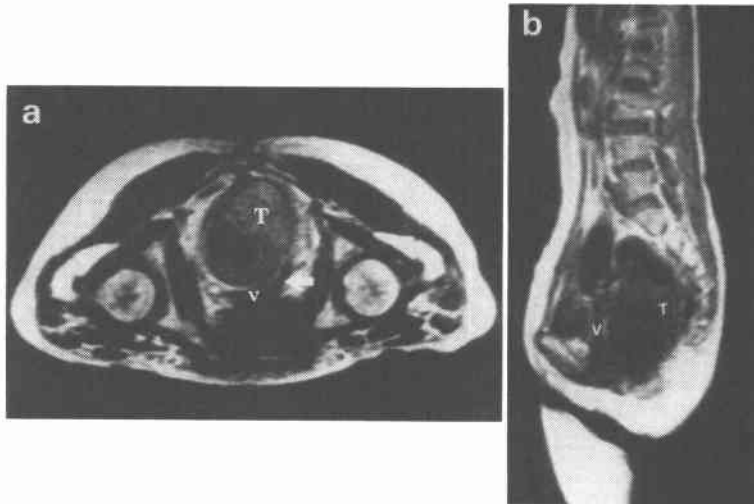
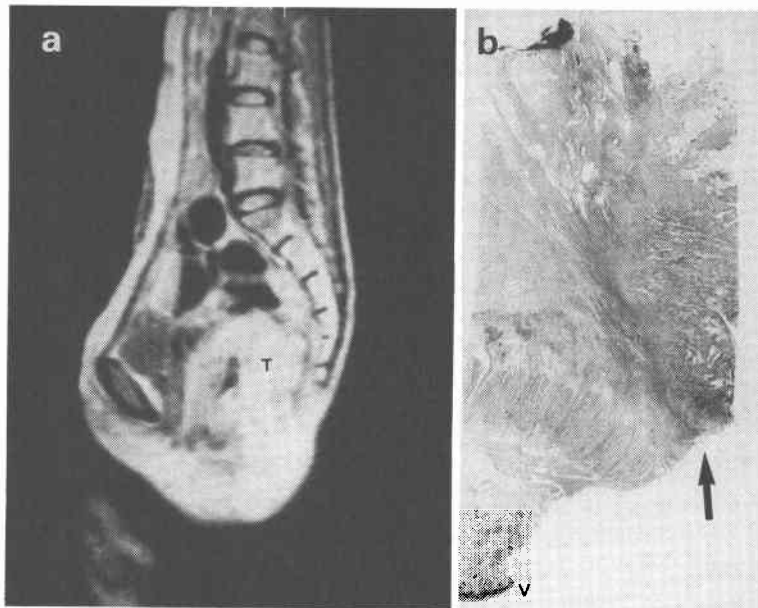


図7 症例1のMR-CT像および病理組織像

- a. MR-CT sagittal SE 像 (40/1520): 仙骨前面への浸潤は認めない。 b. 病理組織像: 深達度は a₂ であり腔への浸潤は認めない。 V: 腔, T: 腫瘍 (矢印は癌先進部を示す)



あった。本症例のMR-CT像において、T₂強調像であるSE像(図9a)ではリンパ節は高信号域に描出され、T₁強調像であるIR像(図9b)では低信号域に描出さ

れた。

症例3. 47歳, 男性。

図10はX線CTによる側方リンパ節の描出例であ

図8 X線CTによる壁在リンパ節抽出例
直腸壁在のリンパ節が抽出されている。(矢印はリンパ節を示す)

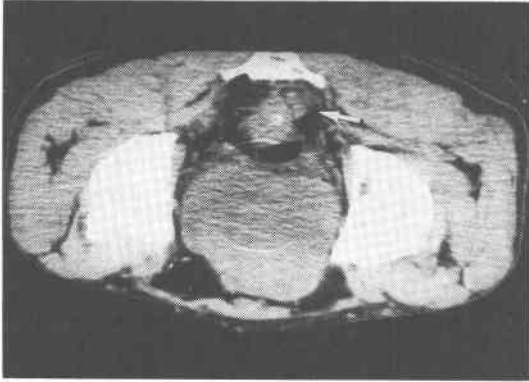


図10 X線CTによる側方リンパ節抽出例
大きな右側方リンパ節が抽出されている。(矢印はリンパ節を示す)

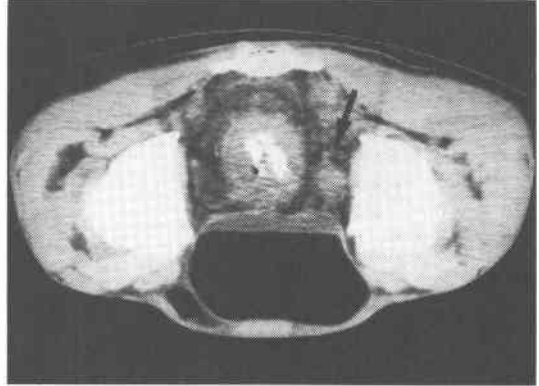


図9 MR-CTによる壁在リンパ節抽出例
a. SE像(40/1500):壁在リンパ節は高信号に抽出。
b. IR像(500/1500):壁在リンパ節は低信号に抽出。
(矢印はリンパ節を示す)

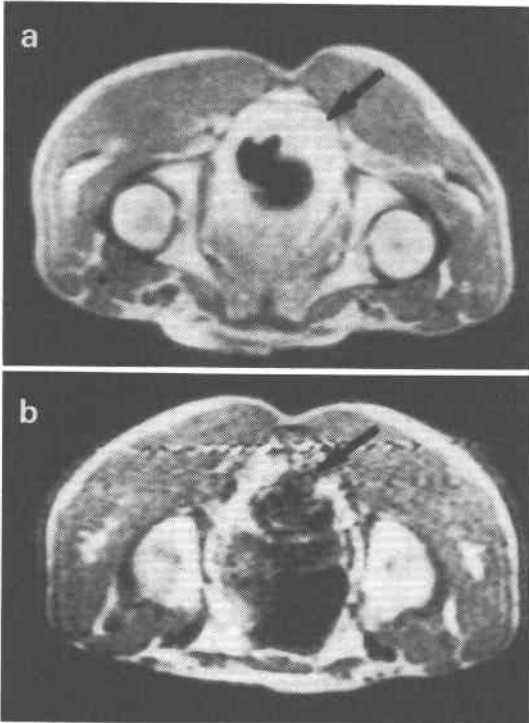
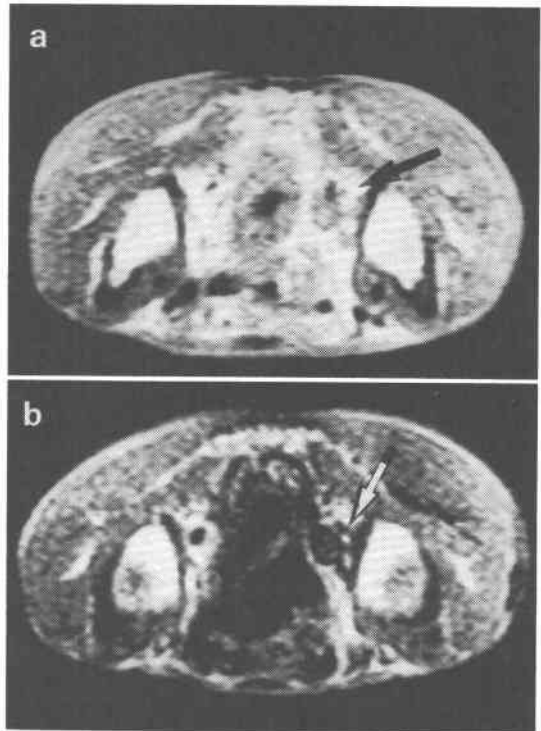


図11 MR-CTによる側方リンパ節抽出例
a. SE像(40/1500):リンパ節は中等度信号域に抽出され、血管との鑑別も容易である。b. IR像(500/1500):リンパ節は低信号に抽出。(矢印はリンパ節を示す)



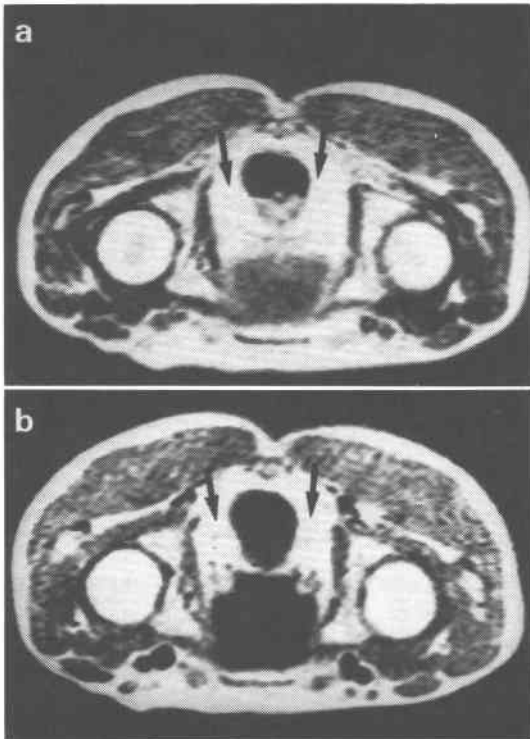
り、最大径28mmの転移陽性リンパ節であった。図11は同症例のMR-CT像であり、SE像(図11a)では中等度信号域に描出され、IR像(図11b)では低信号域に描出された。

症例4. 65歳, 男性。

図12はMR-CTによる直腸壁在リンパ節である。SE像(図12a)でリンパ節は高信号域に描出され(矢印),

図12 MR-CT による壁在リンパ節描出例

a. SE 像 (40/1500) : 高信号に描出された左右壁在リンパ節。b. IR 像 (500/1500) : やや低信号となり描出されている。(矢印はリンパ節を示す)



IR 像 (図12b) ではやや低信号域に描出された (矢印)。このリンパ節は最大径6mm であり、転移陰性であった。MR-CT によるリンパ節描出能は同症例の6mm が最小であった。

V. 考 察

NMR の臨床応用は近年急速に確立され、年々増加傾向を示している^{4)~6)}。NMR では X 線 CT および超音波断層法に比較し、形態的情報のみならず生化学的情報が得られることが特徴とされている¹⁰⁾。Damadian らにより、悪性腫瘍の T_1 値が有意に高値を示すことが報告されて以来、NMR 映像法としての MR-CT が開発されてきた¹¹⁾¹²⁾。MR-CT の長所としては、X 線被曝がないこと、プロトン密度、 T_1 値、 T_2 値などの情報の種類が多いこと、また骨、空気などによる artifact が少ないことなどが挙げられる。一方、短所としては撮像時間が長いこと、情報の種類が多いため画像の解析が難しいこと、装置および維持費が高く設置条件が厳しいことなどが挙げられている¹³⁾。X 線

CT と比較すると、まず情報源として X 線 CT では X 線吸収係数の差に基づくのに対し、MR-CT ではプロトン密度、 T_1 値、 T_2 値などに基づいている。また、パルス系列を変化させることにより、さまざまな画像が得られる。断層面では、X 線 CT は横断面が主であり、任意の断層面を得るには画像の再構成や体位変換が必要である。これに対し MR-CT では横断面、矢状面などの断層面は自由に選択できるという利点もっている。以上のように MR-CT では種々の画像が得られ、パルス系列および断層面を有効に利用すれば多方向からの細部の観察が可能であり、非常に有用であると考えられる。

著者らは表 3 のような撮像方法を用いて、 T_1 強調画像として IR 像を、 T_2 強調画像として long SE 像を使用し、冠状断、矢状断、横断像にて直腸癌の形態観察を行った。腫瘍形態の観察において、MR-CT は体位変換を行わずに冠状断、矢状断を観察できるため、腫瘍の縦方向への広がりや腹膜翻転部および肛門挙筋との位置関係の把握が容易であった。また、骨盤腔は上腹部や胸腔内に比べて呼吸性移動が少なく、骨盤内臓器 (膀胱、前立腺、精囊、子宮、直腸) のコントラストが付きやすいこと、また骨、空気などによる artifact も少ない¹⁴⁾¹⁶⁾。このため直腸癌は MR-CT 診断のよい適応と考えられた。

直腸癌の浸潤程度の判定においても、MR-CT では本来持ちあわせるコントラスト分解能の良さ¹³⁾ を利用すること、パルス系列を変化させること、および多方向からの観察が可能なことなどにより、X 線 CT に比較してより詳細な判定が可能であると考えられた。特に今回の他臓器浸潤診断能の検討では、X 線 CT に比べて、偽陽性例の除外に極めて有用であった。すなわち、MR-CT では直腸壁の層構造の描出は不確実であったが、Grabbe ら¹⁷⁾ の述べる perirectal fascia がよく描出されており、この fascia を指標とすること、また各断層面の画像を組み合わせること、およびパルス系列を変化させることにより、X 線 CT に比較しより正確な診断が可能であった。

リンパ節の描出に関して Doom¹⁸⁾¹⁹⁾ や Lee ら²⁰⁾ が報告しているように、MR-CT による描出能は X 線 CT および超音波断層法とほぼ同等である。しかし、MR-CT では造影剤を使用せずに血管の描出が可能であり、またパルス系列を変えることにより周囲の筋肉や脂肪とのコントラストがより明瞭となる。Doom らは T_1 値、 T_2 値を利用したリンパ節の質的診断の検討にお

いて正常リンパ節と転移リンパ節では T_1 値, T_2 値に重複があり識別は不能であるが, 炎症により腫大したリンパ節では T_1 値および T_2 値ともに高値を示し, 識別可能であったと述べている. 今回の検討では IR 像において血管がよく描出され, X 線 CT に比較してより小さなリンパ節の描出が可能であった. しかし, 質的診断に問題点を残しており, 今後は T_1 値を利用した検討を積み重ねる必要がある. 空間分解能に関しては, 現在 X 線 CT の方がやや勝っているが, 今後の機種の改良により, 同等あるいはそれ以上になると思われた.

以上述べてきたように, 直腸癌の術前診断における MR-CT 検査の有用性が示唆されたが, 症例数が少なくその特徴を十分に把握するには今後の検討に待たなければならない. また術後, 特に直腸切断術後の局所再発の診断において X 線 CT は有用²¹⁾²²⁾ではあるが, fibrosis と再発腫瘍の鑑別が困難なこともある. これに対し, MR-CT ではこれらの鑑別が可能であるとされており²³⁾, 術後の follow up に利用できるものと考えられた.

結 語

直腸癌21症例に MR-CT 検査を施行し, 術前診断における有用性を X 線 CT 検査と比較検討した結果, 以下の結論を得た.

1. MR-CT では腫瘍の立体的な形態診断が可能であり, 腫瘍描出能は X 線 CT 85.7%, MR-CT 95.2%であった.

2. 他臓器浸潤の有無の判定において, 特異性は MR-CT 94.7%, X 線 CT 72.2%と MR-CT は偽陽性例の除外に有用であった.

3. リンパ節転移診断能では感受性は X 線 CT 30%に対して MR-CT は60%と優れていたが, 質的診断には今後の検討が必要である.

以上より, MR-CT 検査は直腸癌症例における術前の進行度診断に有用であると考えられた.

本論文の要旨は第27回日本消化器外科学会総会(昭和61年2月米子)で発表した.

文 献

- 1) 辻仲康伸, 土屋周二, 大見良裕ほか: 直腸癌の CT 診断. 日本大腸肛門病会誌 37: 540—545, 1984
- 2) 間島 進, 西岡文三: 直腸癌治療における CT 診断. 消外 4: 1709—1719, 1981
- 3) 齊藤典男, 鈴木 秀, 布村正夫ほか: 直腸癌診断における経直腸的超音波断層法について. 日本大腸肛門病会誌 37: 522—528, 1984
- 4) 河野 敦, 小野由子, 成松明子ほか: MRI の臨床

- 応用. 映像情報 17: 131—134, 1985
- 5) 福田信男, 池平博夫, 館野之男ほか: NMR の臨床応用. 映像情報 15: 730—736, 1983
- 6) 永井輝夫: NMR-CT の臨床的有効性. 映像情報 15: 408—414, 1983
- 7) 大腸癌研究会編: 大腸癌取扱い規約. 改訂, 第3版, 東京, 金原出版, 1983
- 8) 大橋 慎, 寺田弘司, 牧 賢蔵ほか: VISTA-MR —その研究開発状況について—. 日放線技会誌 32: 20—29, 1985
- 9) 片山 泰, 堀 信一, 大川元臣ほか: オリーブ油注腸法による下部大腸癌の CT. 臨放線 28: 443—447, 1983
- 10) 竹中栄一: 核磁気共鳴計測およびその CT. 東京医 88: 109—121, 1981
- 11) 竹中栄一: 悪性腫瘍の NMR-CT 画像診断の意義. 日臨 41: 1579—1588, 1983
- 12) 竹中栄一: 新しい Tumor localization. 癌の臨 28: 1341—1350, 1982
- 13) 佐久間貞行, 浅井英彰, 島本佳寿広ほか: NMR-CT と X 線写真の比較. 臨 ME 9: 13—19, 1985
- 14) Bryan PJ, Butler HE, Lipum JP et al: NMR scanning of the pelvis. AJR 141: 1111—1118, 1983
- 15) Hricak H, Alpers C, Crooks JE et al: Magnetic resonance imaging of the female pelvis. AJR 141: 1119—1128, 1983
- 16) Hricak H, Williams RD, Spring DB et al: Anatomy and pathology of the male pelvis by magnetic resonance imaging. AJR 141: 1101—1110, 1983
- 17) Grabbe E, Lierse W, Winkler R et al: The perirectal fascia: Morphology and use in staging of rectal carcinoma. Radiology 149: 241—246, 1983
- 18) Doods GC, Hricak H, Moseley ME et al: Characterization of lymphadenopathy by magnetic resonance relaxation times: Preliminary results. Radiology 155: 691—697, 1985
- 19) Doods GC, Hricak H, Crooks LE et al: Magnetic resonance imaging of the lymph nodes: Comparison with CT. Radiology 153: 719—728, 1984
- 20) Lee JK, Heiken JP, Ling D et al: Magnetic resonance imaging of abdominal and pelvic lymphadenopathy. Radiology 153: 181—188, 1984
- 21) 原 英, 木戸長一郎, 遠藤登喜子ほか: 直腸癌の局所再発と CT. 日本大腸肛門病会誌 37: 551—556, 1984
- 22) Butch RJ, Wittenberg J, Mueller PR et al: Presacral masses after abdominoperineal resection for colorectal carcinoma. AJR 144: 309—312, 1985
- 23) Glazer HS, lee JK, levitt RG et al: Radiation fibrosis: Differentiation from recurrent tumor by MR imaging. Radiology 156: 721—726, 1985