

子宮体癌の MRI, 特に造影 MRI の信号強度の検討

前原康延, 橋田 巖, 片野 進, 松本寛子,
境野宏治

群馬県立がんセンター放射線部

はじめに

子宮体癌の診断における MRI の有用性については広く認められている^{1)~4)}が, MRI の信号強度からは, 子宮体癌病巣と正常子宮内膜, 子宮内膜増殖症, ポリープ, 出血や凝血塊などとの鑑別が困難であることが, 診断上の問題点であるとされてきた^{2),3)}. しかし, 最近, ガドペンテト酸ジメグルミン (以下 Gd-DTPA) を用いた造影 MRI が施行され^{5)~7)}質的診断能の向上が得られた^{6),7)}と報告されている. そこで, 造影 MRI を含む術前 MRI の子宮体癌の有無についての診断能を検討し, Gd-DTPA 静注前後の T₁強調画像における子宮の各部位の信号強度を測定して子宮体癌の MR 信号の特徴について検討した.

対象

群馬県立がんセンターにおいて 1989 年 10 月から 1991 年 9 月までに, Gd-DTPA を用いて術前に MRI が施行された症例のうち, 子宮内膜病変あるいは正常子宮内膜と子宮筋層の MRI 信号強度を retrospective に検討することのできた 37 例を対象とした.

子宮体癌症例は, 21 例であり, 高分化腺癌 5

例, 中分化腺癌 7 例, 低分化腺癌 2 例, 淡明細胞癌 2 例, 腺扁平上皮癌 5 例であった.

非子宮体癌症例は, 16 例であった. 子宮内膜増殖症 1 例, 異型子宮内膜増殖症 1 例, 脱落膜様内膜 1 例, 正常子宮内膜症例は 13 例であった. 正常子宮内膜症例は, 子宮筋腫 (3 例), 子宮頸部癌 Cis (2 例), 子宮頸部癌 Ia (4 例), 子宮頸部癌 Ib (3 例) のために手術が施行されていた.

子宮体癌症例の平均年齢は, 57.4 歳であり, 閉経前の症例は 5 例, 閉経後の症例は 16 例であった. 非子宮体癌症例の平均年齢は, 43.9 歳であり, 閉経前の症例は 12 例, 閉経後の症例は 4 例であった.

方法

MR 診断装置は, GE 社製 1.5T MR 診断装置 SIGNA を用いた. コイルは body coil を用い, スピンエコー法で撮像した. T₁強調画像 (TR400ms, TE20ms) とプロトン密度強調画像/T₂強調画像 (TR2000ms, TE20/80ms) を撮像した後に, Gd-DTPA 10ml を静注し, 直ちに T₁強調画像 (造影 MRI) を撮像した. FOV30cm, 256×192 マトリックスの場合は正方形 FOV を用い, FOV40cm, 256×256 マトリッ

キーワード endometrial cancer, Gd-DTPA, MRI, signal intensity

クスの場合は長方形 FOV を用いた。スライス厚は、5mm とした (ボクセルサイズは、 $1.17 \times 1.56 \times 5\text{mm}$ ないし $1.56 \times 1.56 \times 5\text{mm}$)。平均加算回数は 2 回とした。

子宮体癌の有無についての術前 MRI の診断レポートと、術後の組織診断を比較した。MRI の担当者は、カルテから臨床情報を得て検査を施行し、診断した。造影 MRI で子宮内膜に相当する部位があきらかな低信号強度を示したり、子宮内膜の断裂様所見が認められる場合には、異常所見 (子宮体癌病巣) と判断して⁸⁾診断したが、厳密な診断基準の統一は成されていなかった。

子宮体癌病巣の造影効果については、同一スライス位置の T_1 強調画像と造影 MRI を用いて retrospective に検討した。

まず、 T_1 強調画像を用いて、大臀筋の信号強度に対する子宮内膜病変 (あるいは正常子宮内膜)、子宮筋層 (内層と外層に区別される場合は、外層部分) の信号強度の比すなわち相対的信号強度 (relative signal intensity, 以下 RSI) を求めた。次いで、同一スライス面の造影 MRI を用いて造影後の RSI を求めた。造影前後における RSI の変化、すなわち各部位の造影前 RSI を造影後 RSI で除して求めた値を Gd-

DTPA の造影効果 (enhancement ratio, ER) とした。頸管粘膜については、信号強度が計測できた症例が少なく、RSI についての検討は出来なかった。

統計学的検討には t-検定、カイ 2 乗検定、平均値の多重比較 (Ryan 法)、重回帰分析を用いた。

結 果

1) 子宮体癌の有無についての術前 MRI の診断能についての検討

MRI で子宮体癌と診断された 22 例のうちの 21 例は、術後組織学的に子宮体癌と診断された。MRI で非子宮体癌と診断された 15 例全例が、術後組織学的に非子宮体癌と診断された。子宮体癌の有無を指標とした場合の術前 MRI の有病正診率、無病正診率、正確度は、100%、94%、97%であった (Table 1)。

臨床的に子宮体癌が疑われた 25 例のうち、術前に組織診の得られていた 14 例全例が⁹⁾、MRI で子宮体癌と診断され、確認された (Fig.1)。

術前細胞診のみが陽性であった 5 例全例が、MRI で子宮体癌と診断された。このうちの 4 例

Table 1. Evaluation of preoperative MRI in the diagnosis of endometrial cancer, with postsurgical-histological diagnosis as the standard

Diagnosis on MRI	Postsurgical-histological diagnosis		
	Endometrial cancer (n=21)	Noncancerous endometrium (n=16)	
		Atypical hyperplasia	Others
Endometrial cancer (n=22)	21	0	1
Noncancerous endometrium (n=15)	0	1	14

The accuracy of MRI in the diagnosis of endometrial cancer is 97%.

1992年11月20日受理 1993年2月24日改訂

別刷請求先 〒373 群馬県大田市高林617-1 群馬県立がんセンター放射線部 前原康延

は術後組織学的に子宮体癌が認められ⁹⁾MRIで子宮体癌と診断された1例は、組織学的には脱落膜変化を示す内膜であった (Fig.2)。

術前の組織診・細胞診とも陰性であった6例のうち、子宮体癌の3例はいずれもMRIで正診されていた (Fig.3)。3例の非子宮体癌 (子宮内膜増殖症1例, 異型子宮内膜増殖症1例, 正常子宮内膜1例) は、いずれもMRIで非子宮体癌

内膜と診断されていた (Fig.4)。

MRIで異常が指摘された部位に一致して組織学的にも異常所見 (子宮体癌, 脱落膜変化様内膜) が認められた。

臨床的に非子宮体癌とされた正常子宮内膜の12例は、MRIで正診されていた。

2) 子宮体癌病巣の信号強度についての検討

非子宮体癌症例16例の造影MRIでは、14

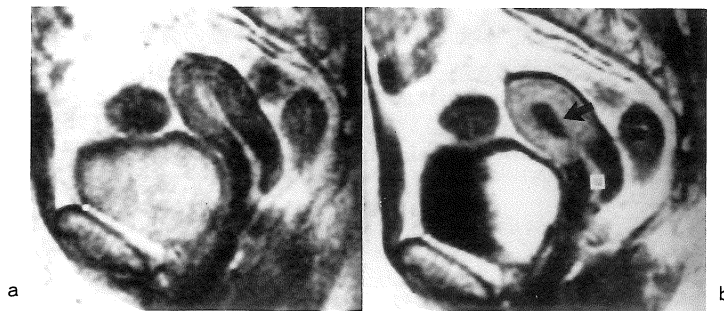


Fig.1. Endometrial cancer. (a) T_2 weighted image. (b) Enhanced T_1 weighted image. Though the junctional zone is not clear, there is not abnormal finding in the endometrium on T_2 weighted image (a). The endometrium (arrow) is less enhanced than the myometrium and cervical mucosa (open square) on enhanced T_1 weighted image (b). The endometrium was diagnosed as cancer on MRI.

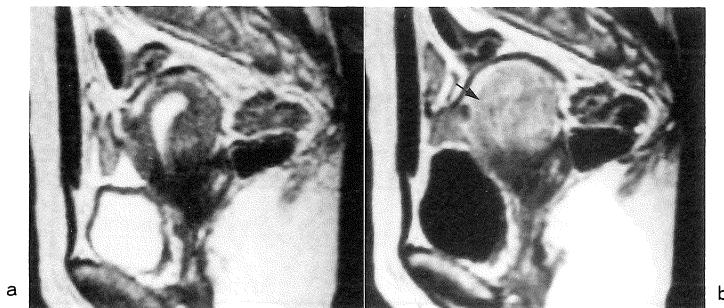


Fig.2. Noncancerous endometrium with decidual change. (a) T_2 weighted image. (b) Enhanced T_1 weighted image. The high-intensity endometrium is homogenous and has clear outline on T_2 weighted image (a). The enhanced endometrium shows heterogenous signal intensity and there are some lower-intensity areas (arrow) in it. The endometrial-myometrial interface seems to be disrupted (b). Endometrial cancer was suspected on MRI, but postsurgical-histological examination revealed noncancerous endometrium with decidual changes in spite of positive preoperative cytology.

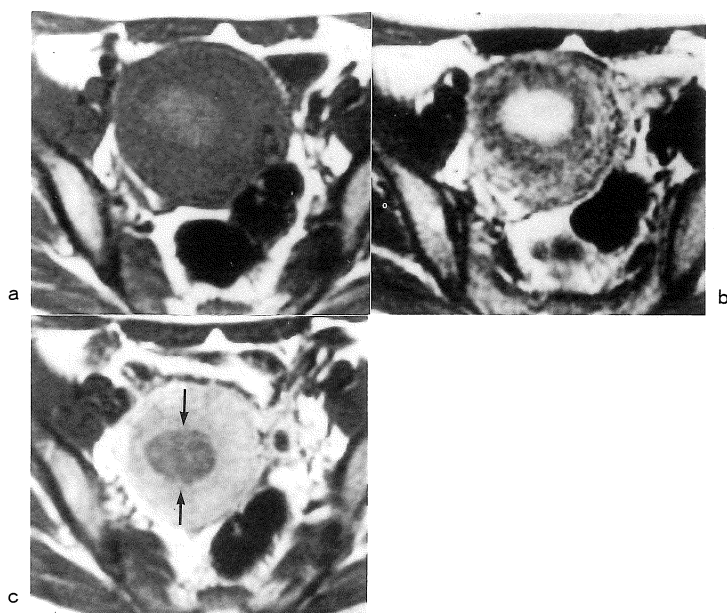


Fig.3. Endometrial cancer. (a) Nonenhanced T_1 weighted image. (b) T_2 weighted image. (c) Enhanced T_1 weighted image. The thick endometrium shows slightly higher signal intensity than the myometrium on nonenhanced T_1 weighted image (a) and it shows normal signal intensity on T_2 weighted image (b). The endometrial-myometrial interface is smooth (b). The endometrium is less enhanced and shows lower signal intensity than the myometrium on enhanced T_1 weighted image (c). The less enhanced area (arrow) was revealed as adenocarcinoma by postsurgical-histological examination.

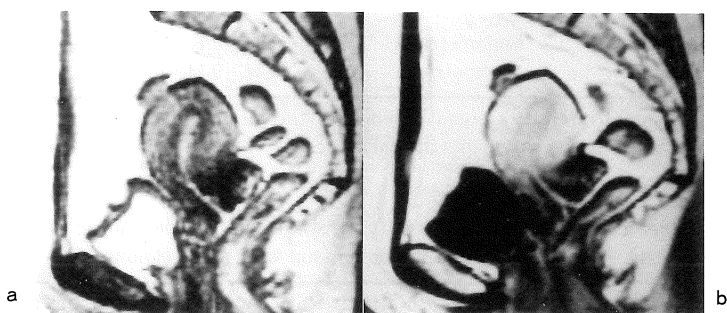


Fig.4. Endometrial hyperplasia. (a) T_2 weighted image. (b) Enhanced T_1 weighted image. There is not abnormal finding on T_2 weighted image (a). The endometrium is homogenously enhanced and normal zonal anatomy is seen. The signal intensity of the endometrium equals the cervical mucosa, but is lower than the outer layer of the myometrium (b). The endometrium was diagnosed as non-cancerous on MRI, and postsurgical-histological examination revealed endometrial hyperplasia.

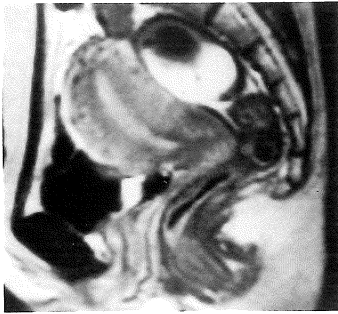


Fig.5. Normal endometrium. Enhanced T₁ weighted image. The zonal anatomy of the uterus is well seen. The high signal-intensity endometrium is well separated from the low signal-intensity junctional zone.

例で筋層内側に junctional zone (JZ) が認められた (Fig.5). このうちの 12 例では, 画像上の肉眼的信号強度は, 子宮内膜>子宮筋層外層>JZ であった. 1 例は子宮筋層外層>子宮内膜=JZ であり, 他の 1 例は子宮筋層外層>子宮内膜>JZ であった. しかし, 子宮筋層内側の JZ に ROI を設定できた症例は, 8 例のみであったので, 今回の検討では, 子宮筋層に JZ が認められる場合も, 子宮筋層外層の信号強度を子宮筋層の信号強度として検討した. また, 子宮内膜と頸管粘膜には, 造影 MRI 上でも肉眼的な信号強度の差は認められなかった.

子宮体癌症例の癌病巣と子宮筋層, 非子宮体癌症例の内膜と子宮筋層の RSI の平均値を比較したところ, T₁強調画像では有意の差は認められなかった. しかし, 造影 MRI においては, 癌病巣の RSI は 1.68 ± 0.29 (mean \pm SD) で他の

Table 2. Relative signal intensity (RSI) of endometrial cancer, noncancerous endometrium and myometrium on T₁ weighted image

Patient group	Region of interest	T ₁ weighted image	
		Nonehanced	Enhanced
with Endometrial cancer (n=21)	Cancer	1.18 \pm 0.21	1.68 \pm 0.29*
	Myometrium	1.10 \pm 0.20	2.23 \pm 0.31
without Endometrial cancer (n=16)	Endometrium	1.15 \pm 0.14	2.48 \pm 0.44
	Myometrium	1.15 \pm 0.14	2.28 \pm 0.40

Note. -Relative signal intensity : signal intensity of the interest/one of the gluteus maximus muscle in each case. All measurements are mean \pm S.D. *Statistically significant at p<0.01.

Table 3. Relative signal intensity (RSI) of endometrial cancer and noncancerous endometrium in comparison with myometrium

Region of interest	Ratio of RSI compared with myometrium	
	≥ 1	< 1
Endometrial cancer (n=21)	1	20
Noncancerous endometrium (n=16)	13	3

Note. -RSI of endometrial cancer is significantly (P<0.01) lower than that of myometrium. And RSI of noncancerous endometrium is significantly (P<0.01) higher than that of myometrium in most cases.

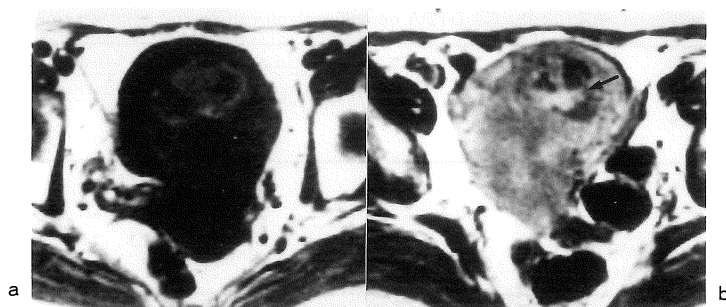


Fig.6. Endometrial cancer with mucin. (a) Nonenhanced T₁ weighted image. (b) Enhanced T₁ weighted image. The complex lesion consists of high-intensity areas and isointensity areas compared with the myometrium (a). High-intensity areas on nonenhanced study are enhanced fairly well, so that they become high (arrow) or isointensity compared with myometrium on enhanced T₁ weighted image. Histological examination revealed well differentiated adenocarcinoma with mucin.

3者に比べ有意 ($P < 0.01$, Ryan法) に低値であった (Table 2)。

非子宮体癌症例では、内膜のRSI (2.48 ± 0.44) は、子宮筋層 (2.28 ± 0.40) より若干高値であったが、有意の差は認められなかった (Ryan法)。

造影MRIにおける内膜領域の信号強度に対する(1)子宮体癌の有無(2)月経の有無(3)T₁強調画像での信号強度の3者の影響についての重回帰分析では、 β^2 は(1)47%(2)3%(3)11%となった。子宮体癌の有無の影響が最も大きかった。また月経の有無、子宮体癌の有無によっては、子宮筋層のRSIに有意の差は認められなかった (t-検定)。

一方、各症例ごとに、造影MRIのRSIについて検討すると、子宮体癌病巣の多く (21例中20例) は、子宮筋層よりも低信号を示し、非子宮体癌内膜の多く (16例中13例) は、子宮筋層以上の高信号を示した ($P < 0.01$, カイ2乗検定) (Table 3)。また、子宮体癌病巣と頸管粘膜の信号強度を造影MRI上で肉眼的に比較すると、大多数の症例 (21例中20例) で、子宮体癌病巣が低信号を呈していた。造影MRIで子宮筋層より高信号を示した子宮体癌症例は粘液産生の著しい高分化腺癌1例のみであり、T₁強調

画像でも不均一な高信号を示していた (Fig.6)。この症例の高信号部は、頸管粘膜よりも高信号を示していたが、その部位の造影効果 (ER) は1.58で、子宮筋層 (2.04) より低値であった。

一方、造影MRIで子宮筋層より低信号を示した非子宮体癌症例3例 (脱落膜様内膜1例、異型子宮内膜増殖症1例、正常子宮内膜1例) では、子宮体部の2層構造が認められた。後2者の内膜は、頸管粘膜と同等の信号強度を示し、RSIは、それぞれ2.07と2.65癌病巣のRSI (1.68 ± 0.29) に比べ高値であった。

各部位の造影効果 (ER) について検討すると、子宮筋層のERは、子宮体癌群と非子宮体癌群で差が認められなかった。しかし、子宮体癌病巣のERは 1.45 ± 0.25 (mean \pm SD) で、非子宮体癌症例の内膜 (2.17 ± 0.34) より有意 ($P < 0.01$, t-検定) に低値であった。

各症例ごとに検討すると、子宮体癌病巣のERは、21例全例で子宮筋層より低値を示し、非子宮体癌症例の内膜のERは16例中13例で子宮筋層より高値を示していた ($P < 0.01$, カイ2乗検定) (Table 4)。

考 察

Table 4. Enhancement effect of the Gd-DTPA on endometrial cancer and noncancerous endometrium

Region of interest	Ratio of enhancement effect in comparison with myometrium	
	≥ 1	< 1
Endometrial cancer (n=21)	0	21
Noncancerous endometrium (n=16)	13	3

Note. -Endometrial cancers are less enhanced by Gd-DTPA than myometrium ($p < 0.01$), whereas most of noncancerous endometriums are strongly ($p < 0.01$) enhanced.

最近、子宮体癌のMRI診断にGd-DTPAを用いた報告^{5)~7)}がなされ、Hricakら⁶⁾や松本ら⁷⁾は、質的診断能向上が得られたを報告している。著者らも、Gd-DTPA静注後のT₁強調画像(造影MRI)で、子宮体癌病巣が、内膜や筋層より低信号を示した症例を経験したため、1989年10月以降の子宮体癌疑い症例には、可能な限り造影MRIを施行してきた。

造影MRIを含む術前MRIについて検討したところ、子宮体癌の有無に関しては、有病正診率100%、無病正診率94%、正確度97%の成績が得られた。この成績自体は、子宮内膜病変(あるいは正常子宮内膜)と子宮筋層にROIが設定できた症例のみを対象とし、臨床情報を得て読影した術前の診断レポートに基づいた検討結果であるので、厳密な意味でのMRIの診断能を示しているものではない。しかし、臨床的に子宮体癌が疑われ、術前の組織診・細胞診とも陰性であった6例全例で、MRIによって体癌の有無が正診されていた事実も考慮すると、造影MRIを加えたMRIの診断能は高いものとする。

造影MRIにおける子宮の正常所見は、T₂強調画像類似の信号パターンであるとされ、子宮頸管粘膜から内膜において均一な信号が認められる⁵⁾。Hricakら⁶⁾は、Gd-DTPA静注後30秒から3分以内にT₁強調画像の撮像を開始し(撮像時間3分30秒ないし4分16秒)、子宮内膜の信号強度は子宮筋層よりも高いことが多いと述べている。松本ら⁷⁾も、Gd-DTPA静注後30

秒後から10分後まで、子宮内膜は筋層より高信号を示すと報告している。しかし、Yamashitaら⁹⁾は、Gd-DTPA静注直後から子宮内膜は徐々に造影されるが、静注後4分までは子宮内膜の信号強度は子宮筋層よりも低いと報告している。Yamashitaら⁹⁾は、Gd-DTPA静注5~6分後に撮像を開始した彼等の造影MRI(撮像時間3分50秒)の所見については述べていないが、静注後4分以降に、子宮内膜と子宮筋層の信号強度が逆転する可能性はある。今回の著者らの検討では、最初の造影MRIの撮像は、Gd-DTPA静注後5~6分以内に完了していたが、大部分の症例の子宮内膜は子宮筋層よりも高信号を示していた。Hricakらの報告⁶⁾や松本らの報告⁷⁾と同様、Gd-DTPA静注後の通常のSE法によるT₁強調画像(造影MRI)では、正常の子宮内膜の信号強度が子宮筋層よりも低値を示すことは少ないと考えられた。また、正常子宮内膜と正常頸管粘膜には信号強度の差は認められず、両者は同等の信号強度を示すものと考えられた。

一方、造影MRIにおける子宮体癌病巣は、子宮筋層より低信号を呈する事が多いとされている^{5)~7)}。しかし、Hricakら⁶⁾は、信号強度に統計学的有意差は認められなかったと報告している。著者らは大臀筋の信号強度を基準として各部位の相対的信号強度(RSI)を求めて比較を行ったが、子宮体癌のRSIは、子宮筋層より有意に低値を示し、造影MRIにおける子宮体癌病巣の信号強度とGd-DTPAの造影効果は、子宮筋

層より低い結果が得られた ($P < 0.01$)。今回の検討では、淡明細胞癌症例も2例含まれていたが、組織型による信号強度の違いは認められず、松本らの報告⁷⁾とは若干異なる結果であった。

造影MRIでは、子宮内膜の信号強度は子宮筋層より高く、子宮体癌病巣は子宮筋層より低いことが多い ($P < 0.01$)。また、今回検討した子宮体癌病巣の大多数が頸管粘膜より低信号を示していたことも考慮すると、子宮体癌病巣は内膜よりも低信号を示すことが多いと考えられる。造影効果も考慮すれば、凝血塊や粘液との鑑別も可能⁶⁾と考えられ、MRIの空間分解能に応じて子宮内膜の小病巣を指摘出来るものと期待される。今回の検討では、子宮内膜増殖症と異型子宮内膜増殖症は、各々一例であったので、これらの疾患については、更に症例を重ねて検討する必要があると考えられる。しかし、造影MRIの子宮内膜の信号強度と造影効果が、子宮筋層よりも低い場合には、子宮体癌を含む病的な子宮内膜が存在する可能性が高いと考えられるので、そのような場合には、慎重に細胞診・組織診を施行すべきであると思われる。

ま と め

子宮内膜病変あるいは正常子宮内膜と子宮筋層のMRI信号強度をretrospectiveに検討することのできた手術症例37例を対象として、MRIの診断能と造影MRIにおける子宮体癌の信号強度・造影効果について検討した。

造影MRIを加えたMRIの子宮体癌の有無についての診断能は高いものと考えられた。

造影MRIにおける子宮体癌病巣の信号強度と造影効果は、子宮筋層や正常内膜より有意に低値であった。したがって、造影MRIの信号強度と造影効果は、子宮体癌の診断に非常に有用な情報であると考えられる。

造影MRIで子宮内膜の信号異常が認められる

場合には、注意深く、細胞診や組織診を施行すべきであると思われる。

本研究は厚生省がん研究助成金(課題番号4-25.朝倉班)の助成を受けた。また、本研究にあたり御協力をいただいた群馬県立がんセンター婦人科井上 浩部長、遠藤 究医長、群馬大学医学部公衆衛生学教室桐生康生先生に深く感謝致します。

文 献

- 1) Worthington J L, Balfe D, Lee J K T, et al. : Uterine neoplasms : MR imaging. *Radiology*, 159 : 725-730, 1986.
- 2) Hricak H, Stern J L, Fisher M R, Shapeero L G, Winkler M L, Lacey C G : Endometrial carcinoma staging by MR imaging. *Radiology*, 162 : 297-305, 1987.
- 3) Scoutt L M, McCarthy S M : Application of magnetic resonance imaging to gynecology. *Top Magn Reson Imag*, 2 : 37-49, 1990.
- 4) Sironi S, Taccagni G, Galancini P, Belloni C, DelMaschio A : Myometrial invasion by endometrial carcinoma : Assessment by MR imaging. *AJR*, 158 : 565-569, 1992.
- 5) Schmidt H, Mayr B : Pelvis, in *Enhanced Magnetic Resonance Imaging*, ed. by Runge V M, C, V, Mosby Company, St. Louis, 1989. pp276-289.
- 6) Hricak H, Hamm B, Semelka R C, et al. : Carcinoma of the uterus : Use of gadopentate dimeglumine in MR imaging. *Radiology*, 181 : 95-106, 1991.
- 7) 松本富美子, 馬淵順久, 吉岡寛康 : 子宮体癌における造影MRIの有用性の検討. *日本医放会誌*, 51 : 33-43, 1991.
- 8) 前原康延, 見供 修, 橋田 巖, 古田雅也, 境野宏治 : 骨盤内腫瘍性病変. *画像診断*, 12 : 410-422, 1992.
- 9) Yamashita Y, Takahashi M, Sawada T, Miyazuka K, Okamura H : Carcinoma of the cervix : Dynamic MR imaging. *Radiology*, 182 : 643-645, 1992.

MRI of Endometrial Cancer : Signal Characteristics on Enhanced MRI

Yasunobu MAEHARA, Iwao HASHIDA, Susumu KATANO,
Hiroko MATSUMOTO, Kohji SAKAINO

*Department of Radiology, Gunma Cancer Center Hospital
617-1 Takabayashi, Ohta, Gunma 373*

This study was performed to clarify the signal characteristics of endometrial cancer especially on enhanced MRI. Authors selected 21 cases with endometrial cancer and 16 cases with noncancerous endometrium who had Gd-DTPA enhanced MRI.

We compared preoperative MRI reports with postsurgical-histological proof and measured signal intensity of endometrial cancer, noncancerous endometrium and myometrium using region-of-interest.

The accuracy of preoperative MRI in diagnosis of endometrial cancer was 97%. There were 6 cases suspected as endometrial cancer without preoperative proof. Three cases of them, who had endometrial cancer, were diagnosed correctly on MRI. The other 3 cases, one with endometrial hyperplasia, one with atypical hyperplasia and one with normal endometrium, were diagnosed as having noncancerous endometrium on MRI. These facts will indicate that MRI including enhanced study has good accuracy.

On unenhanced T₁ weighted image, the signal intensity of endometrial cancer was not different from myometrium & normal endometrium. But on enhanced MRI, endometrial cancer showed lower signal intensity than myometrium & normal endometrium ($p < 0.01$). Endometrial cancer was less enhanced than myometrium & normal endometrium after administration of Gd-DTPA ($P < 0.01$). We have to pay attention to signal intensity & enhancement effect of endometrial region on enhanced MRI. The less enhanced endometrium will indicate abnormal endometrium including cancer.