

原 著

MRIによるヒト正常子宮の月経周期的変化

安澤紀夫（金沢医科大学産科婦人科学教室）

キーワード

Endometrium, Menstrual cyclic change, MRI, T_1 value, T_2 value

はじめに

MRI (Magnetic Resonance Imaging: 磁気共鳴映像) は、映像に影響を及ぼすパラメータが複数であるために、軟部組織のコントラスト分解能にすぐれており、子宮の組織構築を明瞭に描写することが可能である。1985年4月より静磁場を0.5 Tとした超電導型MRI (Magnetom M5) による臨床応用を開始している。今回我々はヒト正常子宮の周期的変化の検討をMRIを用いて行い部位別、月経周期別に T_1 値、 T_2 値を求め、また子宮体部に対する子宮内膜、junctional zoneの相対的面積比を求め、月経周期の月経期、増殖期および分泌期別に検討を加えたので報告する。

研究対象および方法

1986年1月より1987年10月までに調査を施行した。対象は心身ともに健全な女性ボランティア9名で無作為に選択し21歳から30歳までの月経周期(28~35日周期)順調でまた基礎体温が2相性を示した未婚女性である。今回我々は部位別、月経周期変化別に子宮内膜、jun-

ctional zone, 子宮筋層における T_1 値、 T_2 値の比較検討を行った。MRIによる子宮の内部構築像を、overhead projectorを用いて各層の面積を2倍拡大後image analyser (Lussex 500)にて測定し、子宮体部面積比を計算して解析した。

調査実施時期は、月経期および増殖期と分泌期中~後期に原則として実施した。また各期の判定は基礎体温により決定した。使用装置はSiemens社のMagnetom M5で、超電導型MRI, 0.5 Teslaの静磁場を発生し、プロトンの共鳴周波数は約21 MHzであり、高速イメージプロセッサにより、画像の再編成が可能で、画像のスライス厚は10 mmを使用、画像加算回数は1~2回、画像収集は 256×256 、表示は 512×512 で行った。

パルス系列としては、spin-echo (SE)法を採用し、TR (繰り返り時間)は、200 msec~1600 msecまでの4種とし、TE (エコー時間)は、30~90 msecの6種を選択した。また位置決定のためshort SE画像にて異なる2カ所の横断像を求めその中心を結ぶ線を矢状断像とした。 T_1 画像は、TR: 600 msec, 1600 msec, TE: 35~45 msecより、一方 T_2 画像は、TR: 1600 msec, TE: 30~90 msecより計算して得られた。なお統計学的解析はStudent's t検定によった。

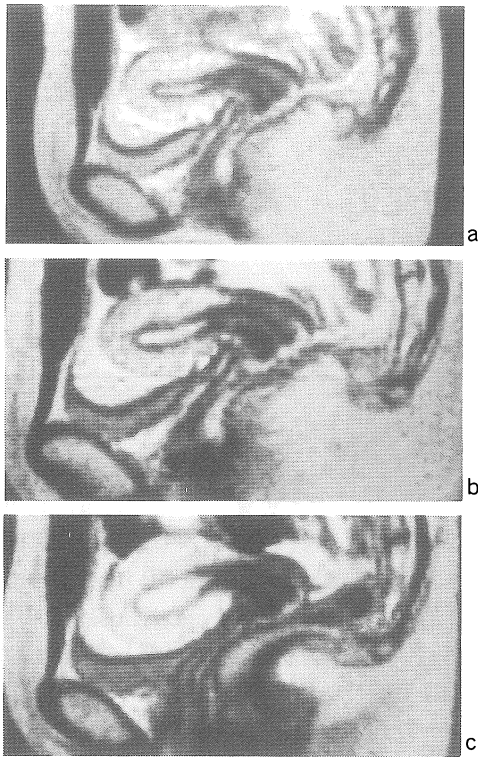


図1 a. 月経期 T₂強調像(月経開始4日目) SE (1600, 70)
 b. 増殖期 T₂強調像(月経開始8日目) SE (1600, 70)
 c. 分泌期 T₂強調像(月経開始前日) SE (1600, 70)

結 果

写真1は、23歳未婚女性(月経周期28日型)の月経期(写真1 a), 増殖期(写真1 b), 分泌期(写真1 c)各期のMRI矢状断像である。膀胱後方に正常子宮像を認め、T₂強調像であり、高信号に描写された子宮内膜、低信号の junctional zone, 中信号の子宮筋層の三層構造に描画され、月経期では子宮内膜は薄く、junctional zoneは幅広く認められ、逆に分泌期になると子宮内膜は厚く、junctional zoneは薄くやや高信号を示し、子宮筋層の信号強度も高信号として認められた。

表1は、子宮内膜、junctional zoneおよび子宮筋層のT₁値、T₂値の平均値と月経周期各層との関係を示している。部位別ではT₁値、T₂値共に junctional zone → 子宮筋層 → 子宮内膜の順に増加を示した。また月経周期各期ではT₁値、T₂値共に月経期 → 増殖期 → 分泌期の順に増加を示した。

次に、image analyser (Lussex 500: 画像解析装置)を用いて子宮体内各層つまり子宮内膜および junctional zone との子宮体部の面積を月経周期別に求め(1ポイント=0.0267 cm²)、子宮体に対する子宮内膜、junctional zoneの相対

表1 月経周期変化毎の子宮内膜、junctional zone および子宮筋層のT₁値、T₂値

月経周期	症例数	子宮内膜		junctional zone		子宮筋層	
		T ₁ 値	T ₂ 値	T ₁ 値	T ₂ 値	T ₁ 値	T ₂ 値
平均		2.06±0.23	0.11	1.22±0.15	0.06	1.66±0.18	0.09
月経期	6	1.63±0.44	0.09	0.81±0.06	0.05	1.40±0.30	0.08
増殖期	9	2.16±0.40	0.11	1.19±0.20	0.06	1.75±0.36	0.08
分泌期	8	2.38±0.38	0.14	1.65±0.30	0.07	1.85±0.29	0.09

mean±SE (sec)
 T₁値:(対各部位別) P>0.005

T₂値:(対各部位別) P>0.05
 (Student's t test)

受付年月日 平成1年1月23日

別刷請求先 (〒920-02) 石川県河北郡内灘町字大学1-1 金沢医科大学産婦人科 安藤紀夫

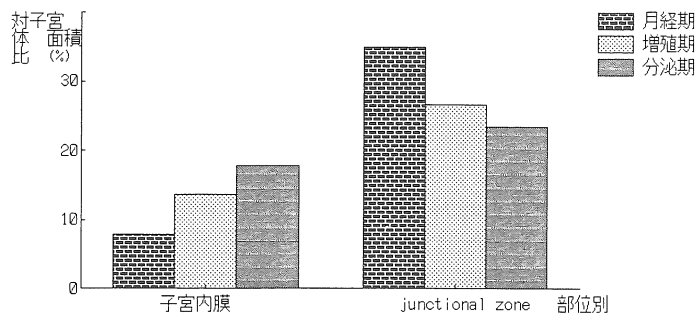


図2 子宮内膜, junctional zone における面積比 (対子宮体) の周期的変化

的面積比率を求めた。月経期, 増殖期および分泌期の相対的面積比は子宮内膜でそれぞれ8.0%, 13.8%, および17.9%であり(対周期別: $p < 0.005$), junctional zone ではそれぞれ35.0%, 26.6%および23.4%であった(対周期別: $p < 0.025$)。

図2は, その結果をグラフに表したものである。月経期→増殖期→分泌期の進行に従い子宮内膜は, 全例増加を認めた。一方 junctional zone については, 平均的に減少傾向が認められた。なお図3に示すごとく月経発来時期の特徴として9例中2例(22.0%)に限局性の junctional

zone が出現し, 月経時期における子宮内膜の変化の特異的所見を表すものと考えられた。

考 察

MRI は, 軟部組織のコントラスト分解能にすぐれており, 子宮内腔の組織構築を描写することが可能である。子宮の形態的特徴また周囲臓器である膀胱, 直腸等との位置関係を把握するには矢状断像のほうが理解しやすい²⁾。T₂強調の long SE 像で子宮壁は明らかな三層構造を呈する。すなわち高信号を示す子宮内膜(基底層+機能層), 中信号を示す子宮筋層(漿膜側筋層), その間に位置する低信号の junctional zone (内膜直下の筋層)の三層に識別可能であり³⁾⁻⁵⁾, 子宮内膜の信号強度は月経周期の最初2/3で増強し, 月経前に少し減弱する。また子宮中心部の子宮内膜やその外側の junctional zone の厚さも変化する。子宮筋層の信号強度は25%, 厚さは100%変化する⁶⁾。

Demas et al.⁷⁾は超電導型 MRI, 0.5 T を用い増殖期において T₁値/T₂値は子宮筋層 814.0 ± 112.0/55.0 ± 2.0 msec, 子宮内膜 1077.0 ± 115.0/61.0 ± 5.0 msec であり, とくに増殖期初期~分泌期中期に T₁値, T₂値が増加したと説明している。また Hricak et al.⁸⁾は 0.35 T 超電導型

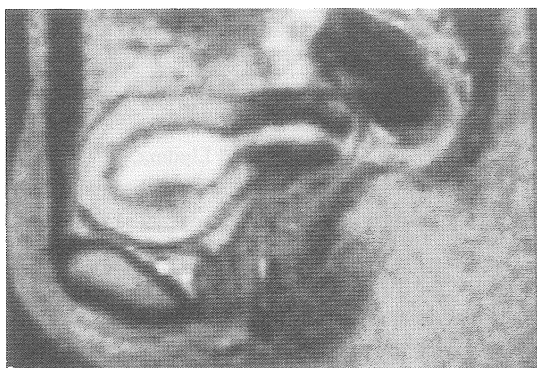


図3 月経発来における junctional zone 変化の特徴としての限局性 low intensity 像 SE (1600, 90)

MRI を使い子宮筋層, 子宮内膜, junctional zone の T_1 値, T_2 値を測定し, 各部位の差は T_2 緩和時間が有意に認められたと述べている. 今回の我々の調査でも月経周期による各層の変化が画像上観察可能であった. T_1 値および T_2 値について子宮筋層, 子宮内膜および junctional zone の各層を月経周期変化別に検討した. T_1 値, T_2 値ともに子宮内部位別では, 子宮内膜が高値を示し, 月経周期変化別では分泌期がいずれも高値を示した. 子宮内部位別において T_1 値は 0.5% 以下で, T_2 値は 5% 以下で有意差が認められた. また Hricak et al.⁹⁾ は子宮内膜の厚さは月経周期により変化し, 増殖期で 1~3 mm, 分泌期で 3~5 mm に変化したと報告している. また Haynor et al.⁹⁾ は子宮筋層の厚さと子宮内膜面積について月経周期変化別に比較検討を行いともに増殖期で増加したと報告している. そこで我々は, image analyser (Lussex 500) を用いて子宮体内部各層つまり, 子宮内膜, junctional zone の相対的面積比率を検討した. 月経期→増殖期→分泌期の進行に従い子宮内膜は全例増加が認められ (対周期別: $P < 0.005$), junctional zone では逆に減少傾向が認められた (対周期別: $P < 0.025$). junctional zone は閉経後あるいは閉経前で経口避妊薬を内服している女性は不明瞭となる¹⁰⁾が, この zone は子宮筋層—子宮内膜結合部での血流による生化学的な現象に関係があると推測されている¹¹⁾. Lee et al.¹¹⁾ は, MRI における高信号域について組織学的な検討を行い, MRI での高信号域の最大幅の 1/2 が組織学的に子宮内膜の厚さに相当すると説明している.

今回我々の調査により, 子宮内腔の組織構築の変化をとらえるのには, 矢状断像が, 有用であり, 緩和時間である T_1 値および T_2 値測定により, 子宮筋層, junctional zone および子宮内膜の定量的, 周期的な観察が可能であった. 特に子宮内膜と junctional zone の相対的面積比(対

子宮体) は, 負の相関を示した.

最後に MRI は, 従来の X 線に基づく CT スキャン, 超音波断層法とまったく異なり, 電磁波を応用した MR 現象に基づいているため, 放射線による影響がなく, 性腺への影響が問題となる若年層に対して安全に非侵襲的に見える検索法であり, 将来, 婦人科領域には不可欠なものになるであろうと推測される.

稿を終わるにあたり, 御指導, 御校閲をいただきました金沢医科大学産科婦人科学教室, 桑原惣隆教授に深謝致し, また御指導, 御協力を賜りました金沢医科大学放射線学教室, 宝田陽講師に謝意を表します. なお本論文の一部を第 38 回日本産科婦人科学会学術講演会 (1986 年 3 月, 東京), 第 31 回日本不妊学会 (1986 年 10 月, 仙台), 第 12 回国際不妊学会 (1986 年 10 月, シンガポール) で発表し, 本論文の要旨を第 39 回日本産科婦人科学会学術講演会 (1987 年 3 月, 東京), 第 6 回 World Congress on Human Reproduction (1987 年 10 月, 東京) において発表した.

文 献

- 1) 飯尾正宏, 吉川宏起: 産婦人科領域における MRI の臨床評価. 日産婦誌, 37: 1030-1035, 1985.
- 2) 上者郁夫, 青野 要: 婦人骨盤内臓器疾患の MRI. 日独医報, 30: 707-720, 1985.
- 3) 富樫かおり: 女性骨盤内臓器の MRI, 画像診断, 8: 1325-1336, 1988.
- 4) Butler, H., Bryan, p.j., and Lipuma, J.P., et al.: Magnetic resonance imaging of the abnormal female pelvis. Am. J. Roentogenol. 143: 1259-1266, 1984.
- 5) McCarthy, S., Tauber, C. and Gore, J.: Female pelvic anatomy: MR assessment of variations during the menstrual cycle and with use of oral Wotraceuticals. Radiology, 160: 119-123, 1986.
- 6) 大内敏宏: 国際 MRI 学会印象記. 日独医報, 30: 731-737, 1985.
- 7) Demas, B.E., Hricak, H. and Jaffe, R.B.: Uterine MR imaging: Effects of hormonal stimula-

- tion. *Radiology*, 159 : 123-126, 1986.
- 8) Hricak, H., Alpers, C., and Crooks, L.E. et al. :
Magnetic resonance imaging of the female
pelvis. Initial experiences. *Am. J. Roentgenol*,
141 : 1119-1128, 1983.
- 9) Haynor, D.R., Mack, L.A., and Soules, M.R., et
al. : Changing appearance of the normal uterus.
during the menstrual cycle: MR studies.
Radiology, 161 : 459-462, 1986.
- 10) 上者郁夫, 林 英博, 清水光春, 他 : 婦人科腫瘍
の MRI 診断. *画像診断* : 6 : 1273-1278, 1986.
- 11) Lee, J.K.T., Gersell, D.J., and Balfe, D.M. et al. :
The uterus : In vitro MR-anatomic correlation
of normal and abnormal specimens. *Radiology*,
157 : 175-180, 1985.

Menstrual Cyclic Changes of Human Physiological Uterus Analyzed by MRI (Magnetic Resonance Imaging)

Michio YASUZAWA

(Department of Obstetrics and Gynecology, Kanazawa Medical University)

MRI (Magnetic Resonance Imaging) is useful facilitation to perform analysis of tissue structures with the gray scale. By use of super-conducting MRI with 0.5T resistive magnet, present study was designed to analyse characteristic features of the human uterus throughout menstrual cycle. Both T_1 and T_2 values of the endometrium, the junctional zone and the myometrium were estimated on total nine volunteers of normal healthy women aged from 21 to 30 y.o. during menstrual cycle. MRI was taken in the mid~late proliferative, the secretory, and the menstrual stage. Moreover, relative square ratio of the endometrium and the junctional zone to the corpus uteri were measured by computed image analyser (Lussex 500). Following results were obtained.

- 1) Both T_1 and T_2 values of the endometrium and the junctional zone were lowest in the menstrual phase. In the myometrium, T_1 values were shown as same tendency comparing with the above two layers but T_2 values were lowest in the proliferative phase and the menstrual one.
- 2) Proportional values of the endometrium to the corpus uteri increased from 13.8 % in the proliferative phase to 17.9 % in the secretory phase and decreased to 8.0 % in the menstrual phase. While that in the junctional zone decreased from 26.6 % to 23.4 % in secretory phase and increased to 35.0 % in the menstrual phase.