

モーニングセミナー（よくわかるシリーズ）

3. よくわかる骨盤 MRI 検査

姫路赤十字病院
赤松 信雄座長：近畿大学
渡部 洋

はじめに

1970年代後半から産婦人科領域での第1選択の画像診断は、超音波検査である。超音波診断は放射線被曝がなく、超音波診断装置は小型であるため産婦人科の診察室に広く普及している。産婦人科の診察の際にはまず超音波検査を行い、さらなる画像所見を必要とする際の多くのケースではMRIが選択される。

産婦人科領域の画像診断、特に骨盤MRIの役割を表1に示す。MRIは今や婦人科(骨盤内)腫瘤形成病変における最も診断価値の高い画像診断法である。もちろん最も普及しており、ほとんどすべての産婦人科医療機関で実施できる超音波検査、救急疾患の領域で選択されることの多いX線CT、悪性腫瘍の広がり、再発の評価の高いPET/CTなどそれぞれに特徴のある画像診断法である。

撮像条件による各種MRI画像の特徴

しかしながら、MRIにはそれぞれに特徴のある種々の撮像方法がある。表2にはよく用いられる撮像条件を示している。T2強調画像では、画像は濃度コントラストが高く、鮮明である。T2強調像にT1強調像を組み合わせることで、嚢胞部分の液状成分が推定できること、さらに充実部分の組織性状の違いが推定できる(表3、表4)。

拡散強調像では悪性腫瘍のような細胞密度の高い組織は高信号を呈し、PET/CTと比べて遜色がなく、撮像時間が短くて済み、より廉価である撮像方法である(表5)。造影剤を点滴しながら、時間を追って撮像するダイナミック法や、造影T1強調像では、血流の違いによる組織性状の違いを推定できる(表6、表7)。この他にもケミカルシフト像など、さまざまな撮像条件によって、目的とする組織、液体の信号強度を変えて、コントラストのよい画像を得ることができる。

子宮筋疾患のMRI

過多月経、月経困難を来す子宮疾患の多くは良性疾患であるが、良性で経過観察できる

Well Understood Pelvic MRI

Nobuo AKAMATSU

Japanese Red Cross Society Himeji Hospital, Hyogo

Key words : Pelvic tumor · MRI · Uterine leiomyosarcoma · Endometrial carcinoma · Ovarian cancer

今回の論文に関連して、開示すべき利益相反状態はありません。

(表 1) 画像診断, 特に骨盤 MRI の役割

- ・骨盤内腫瘍の発生臓器・部位などの同定と鑑別
- ・子宮筋の悪性腫瘍の否定
- ・婦人科腫瘍の良性・悪性の推定
- ・婦人科がんの広がりの評価
- ・婦人科がんの治療効果の評価
- ・婦人科がんの再発チェック

(表 2) よく用いられる撮像条件

- ・ T2 強調像
- ・ T1 強調像
- ・ 脂肪抑制 T1 強調像
- ・ 造影 T1 強調像
- ・ ダイナミック像
- ・ 拡散強調像
- ・ Chemical shift 像

(表 3) T2 強調像の特徴

- ・ 高信号(白)のものは, 水, 血液, 脂肪などであり, 低信号(黒)のものは, 出血, 石灰化, 繊維組織, メラニンなどである ¹⁾
- ・ 解剖学的構造評価に優れる
- ・ 子宮体部 内側より ①高信号を呈する内膜, ②低信号の junctional zone, ③中等度信号の筋層
- ・ 子宮頸部 内側より ①高信号を呈する頸管上皮, ②低信号の頸管間質, ③中等度信号の筋層
- ・ 卵巣 ①低信号を呈する間質, ②その中に高信号を呈する卵胞(複数)
- ・ 卵管 通常は描出されない

(表 4) T1 強調像・脂肪抑制 T1 強調像の特徴

- ・ 高信号, すなわち白く映し出されるものは, 脂肪, 亜急性期の出血, 銅や鉄の沈着物, メラニンなどであり, 逆に低信号(黒)のものは, 水, 血液などである ¹⁾
- ・ 子宮体部 全体が低信号
- ・ 子宮頸部 全体が低信号
- ・ 卵巣 全体が低信号～中等度の信号 ²⁾
- ・ 卵管 通常は描出されない
- ・ 組織内に出血すると信号レベルが上昇する

(表 5) 拡散強調像の特徴

- ・ 拡散係数が低い水を鋭敏に検出する方法である ¹⁾
- ・ 拡散強調画像は“水分子の拡散”を反映した画像であり, 拡散が制限される〔見かけの拡散係数が低下する〕と高信号となる
- ・ その機序は大きく 3 つに分類することができる. すなわち,
 - 1) 細胞性浮腫ないしそれに類似した病態.
 - 2) 細胞密度が非常に高い. <悪性腫瘍>
 - 3) 粘稠性が高い. <膿瘍と血腫>

(表 6) ダイナミック像の特徴

- ・ 子宮体は早期像で, Subendometrial enhancement(SEE)を示す
- ・ 悪性腫瘍には早期像から後期像まで, 早く, 強く, 造影されるものが多い
 - 子宮平滑筋肉腫
 - 子宮頸癌
 - 卵巣癌
- ・ 子宮内膜癌は造影がゆっくりで, 弱い

(表 7) 造影 T1 強調像の特徴

- ・造影剤(ガドリニウム製剤)には T1 短縮作用があるため、造影剤投与後のコントラストは T1 強調画像で明瞭になりやすい¹⁾
- ・正常内性器は造影される
- ・嚢胞性腫瘍内容は造影されない
- ・充実性腫瘍は造影されるが、その程度はさまざまである
- ・悪性腫瘍は強く造影されることが多い
- ・子宮内膜癌の造影効果は弱い
- ・良性腫瘍の造影効果は弱いことが多い

(表 8) 子宮平滑筋肉腫を考慮すべき MRI の所見³⁾

- ・辺縁の強い不整、周囲への浸潤、転移
- ・T1 強調像での広範な淡い高信号(広範な出血・壊死を反映)
- ・広い造影不良域(広範な出血・壊死を反映)
- ・T2 強調像での低～高の多彩な信号および強い内部不均一
- ・ダイナミック MRI や造影 MRI での造影効果の良好な部位の存在(早く強く造影される)

(表 9) 子宮筋腫瘍 T2 強調像と dynamic 像による分類の結果 (1991 ～ 2003)^{4) 5)} (一部改変)

タイプ 1: T2 強調像で腫瘍内部が均一で周囲筋層より低信号

タイプ 2: T2 強調像で腫瘍内部が低信号主体で一部に周囲筋層と同程度までの信号

タイプ 3: T2 強調像で腫瘍内部が周囲筋層と同等以上の均一な高信号

タイプ 4: T2 強調像で腫瘍内部に低～高までが不均一に混在

パターン A: dynamic MRI で全期間を通じて殆ど造影されないもの

パターン B: dynamic MRI で全期間を通じて周囲筋層ほど造影されないもの

パターン C: dynamic MRI で周囲筋層より遅れて造影され始めるがより強く造影されるもの

パターン D: dynamic MRI で周囲筋層より早期から軽～同程度に造影されるもの

パターン E: dynamic MRI で周囲筋層より早期から強く造影されるもの

	パターン A	パターン B	パターン C	パターン D	パターン E
タイプ 1	平滑筋腫 33	平滑筋腫 84	平滑筋腫 9	平滑筋腫 7	平滑筋腫 1
タイプ 2	平滑筋腫 16	平滑筋腫 164	平滑筋腫 9	平滑筋腫 16	平滑筋腫 20
タイプ 3		平滑筋腫 18		平滑筋腫 6	平滑筋腫 3
タイプ 4	平滑筋腫 9	平滑筋腫 33	平滑筋腫 2	平滑筋腫 13	平滑筋腫 10
		同所性癌肉腫 1	同所性癌肉腫 2	同所性癌肉腫 1	平滑筋肉腫 11
		異所性癌肉腫 10			同所性癌肉腫 2

T2 強調像でタイプ 4 の 27/94(29%)が悪性腫瘍

T2 強調像でタイプ 4 かつ Dynamic pattern E の 13/23(57%)が悪性腫瘍

疾患と確定するためには、悪性腫瘍と鑑別することが必要である。子宮筋組織の悪性腫瘍である子宮平滑筋肉腫を疑うべき MRI 所見を表8に示す³⁾。

また、T2強調像とダイナミック像の変化をパターン化してみると、T2強調像でタイプ 4(腫瘍内部に低～高までが不均一に混在)の29%が悪性腫瘍であり、さらに T2強調像でタイプ4かつ Dynamic pattern E(周囲筋層より早期から強く造影されるもの)では57%が

(表 10) 典型的な子宮筋腫の MRI 所見

- ・ T2 強調像・T1 強調(脂肪抑制)像ともに低信号を呈する境界明瞭な腫瘍として描出される
- ・ 種々の変性を来し、さまざまな信号強度を呈する
 - 水腫様変性・粘液変性で水分が増えると T2 強調像で高信号を呈する
 - 赤色変性で筋腫内に出血を来すと T1 強調像で高信号を呈する部位が出現する
- ・ 粘膜下筋腫など局在同定が重要
- ・ 漿膜下筋腫では子宮筋層との連続性を探す
- ・ 子宮との間の血管が、flow void(bridging vascular sign)を示す。
 - * 動脈のような早い血流では無信号、すなわち真黒にみえる。これをフローボイドという¹⁾
- ・ 造影効果が弱いものが多い

(表 11) 子宮腺筋症の MRI 所見

- ・ T2 強調像・T1 強調(脂肪抑制)像ともに、異所性内膜周囲に増生した線維組織を反映して、子宮筋層は肥厚、低信号を呈し、筋腫と異なり境界不明瞭
- ・ 異所性内膜が、T2 強調像の低信号内に点状の高信号を呈する
- ・ 異所性内膜からの出血を反映して、T1 強調像の低信号内に点状の高信号を認めることがある

(表 12) 子宮の内腔に発育する腫瘍の鑑別点³⁾

- ・ T2 強調像の信号
正常内膜>内膜ポリープ>子宮体癌>子宮筋腫
- ・ 拡散強調像の信号
子宮体癌≒正常内膜>内膜ポリープ>子宮筋腫
- ・ 造影効果
正常内膜≧内膜ポリープ>子宮体癌
* 子宮筋腫の造影効果はさまざまだが造影効果が良好なものが多い

(表 13) 子宮内膜癌の MRI 所見

- ・ T2 強調像では、高信号を呈する正常内膜に比べてやや低信号を呈する
- ・ 造影 T1 強調像では、正常内膜より造影効果の弱い病変として描出される
- ・ 拡散強調像では、正常内膜と同程度に強い高信号を呈する
- ・ 筋層浸潤が起るとダイナミック早期像で、subendometrial enhancement(SEE: 正常内膜と筋層との境界に認められる一相の造影効果)が断裂する

(表 14) 子宮頸癌の MRI 撮像条件と所見

- ・ 撮像条件として、躯幹の長軸・短軸のみでなく、子宮頸部に沿った長軸・短軸の撮像断面が望ましい
- ・ T2 強調像で、低信号を呈する頸部間質と比較して淡い高信号を呈する
- ・ ダイナミック MRI では、早期濃染される
- ・ 拡散強調像では、強い高信号を呈する
- ・ 深達度が上がると頸部間質像の断裂が起こる

(表 15) 卵巣子宮内膜症性嚢胞の MRI 所見

- ・血液を貯めた嚢胞であるため血液の信号強度を呈する
 - ―新鮮な血液は oxy-Hb が主体であり、水と同様の信号強度(T2 強調像で高信号, T1 強調像で低信号)を示す
 - ―亜急性期から慢性期の血液は metho-Hb となり, T2 強調像, T1 強調像ともに高信号を呈する
 - ―さらに時間が経過すると hemojiderine となり, T2 強調像で低信号(shading), T1 強調像で高信号を呈する
- ・周期的に繰り返される出血を反映して, 種々の信号強度を呈する
- ・嚢胞性パターンが多いが, 混合パターンもみられる

(表 16) 成熟嚢胞性奇形腫の MRI 所見

- ・脂肪成分, 石灰化が特徴的で, 脂肪の信号強度を呈する
 - ―T2 強調像, T1 強調像ともに高信号を呈する
 - ―脂肪抑制画像で, 脂肪成分の信号強度が低下する
- ・石灰化は, T2 強調像, T1 強調像ともに著明な低信号を呈する

(表 17) CQ214 の表 1 MRI での卵巣癌の診断基準⁸⁾

- ・主所見
 - 嚢胞部分と充実性部分との混在
 - 隔壁の不規則な肥厚, 隔壁内結節の存在
 - 腫瘍内壊死や出血の存在
 - 内部構造の不均一な造影効果の存在
- ・随伴所見
 - 生理的範囲を逸脱した腹水の存在
 - リンパ節の腫大
 - 周囲への拡大浸潤傾向
 - 腹膜, 腸間膜, 大網への播種巣の存在

悪性腫瘍であるという結果が得られた(表9)⁴⁾⁵⁾. なかでも平滑筋肉腫では, すべてがタイプ4かつ Dynamic pattern E を示した. その後のプロスペクティブな成績でもそれぞれ 17/43(40%), 8/13(62%)とその妥当性が裏付けられた⁴⁾⁵⁾.

一方, 良性腫瘍である子宮筋腫(平滑筋腫)の典型的な MRI 所見は表10に示すとおりである³⁾⁶⁾. さらに子宮体が腫大する疾患として子宮腺筋症も鑑別する必要がある. 子宮腺筋症の MRI 所見は表11に示す通りである³⁾⁶⁾.

子宮内膜疾患の MRI

子宮出血を惹き起こすさまざまな子宮内腔に発育する腫瘍の鑑別が必要となるが, それらの鑑別点は表12に示すとおりである³⁾. 子宮内膜でも悪性腫瘍を鑑別することが最重要である. 悪性腫瘍である子宮内膜癌(子宮体癌)の MRI 所見を表13に示す³⁾⁶⁾⁷⁾.

子宮頸癌の MRI

子宮頸部の悪性腫瘍では子宮頸がんが大多数を占めるが, 多くは細胞診, 生検組織診で発見される. 子宮頸癌に対する画像診断の役割は主として病巣の局在と大きさの評価と子宮外進展である. 子宮頸癌の MRI 撮像条件と所見を表14に示す³⁾⁶⁾.

付属器腫瘍の MRI

子宮付属器腫瘍は多種多様である. その多くを占める嚢胞性腫瘍に対するクリニカルクエスチョンが産婦人科ガイドライン婦人科外来編2011に示す記載されている⁸⁾. 最初に施

(表 18) 卵巣腫瘍の良性・境界悪性・悪性と T2 強調像・T1 強調像・造影 T1 強調像の信号強度¹¹⁾

		良性腫瘍	境界悪性腫瘍	悪性腫瘍
信号強度	症例数	18	19	22
T2 強調像 (皮下脂肪を中等度信号)	高～低信号	7 内膜症 6	11	21
	高～中等度信号	4	7	1
	中等度～低信号	1	1	
T1 強調像 (骨格筋を中等度信号)	高～低信号	2 内膜症 6	5	10
	高～中等度信号			2
	中等度～低信号	10	14	10
造影 T1 強調像 (造影効果)	弱～中等度	11	14	
	中等度～強	1	5	22
	造影効果中等度を目安に 2 群に分けたが、群分け判定困難で、結果再現性不良例もあった			

(表 19) 卵巣腫瘍の良性・境界悪性・悪性と Dynamic pattern¹¹⁾

	良性腫瘍	境界悪性腫瘍	悪性腫瘍
症例数	12	19	22
パターン 1 (緩徐に弱く造影)	11	14	
パターン 2 (緩徐に強く造影)		2	3
パターン 3 (早期より強く造影)	1	3	19

(表 20) MRI での実際のポイント

- ・充実部分を持つ卵巣腫瘍は悪性を疑い、充実部分を持たない腫瘍は良性と判断される
- ・粘稠な液体の貯留や出血を伴うことによって充実部分と一見みえることがある
- ・充実部分が殆ど造影されない場合には、良性の可能性が高い
- ・充実部分が強く造影される場合には、悪性の可能性が高い
- ・拡散強調像で充実部分が高信号を呈する場合には、悪性の可能性が高い
- ・成熟嚢胞性奇形腫は、拡散強調像で高信号部分を持つことが多い

(表 21) 卵巣腫瘍茎捻転の画像所見¹⁵⁾

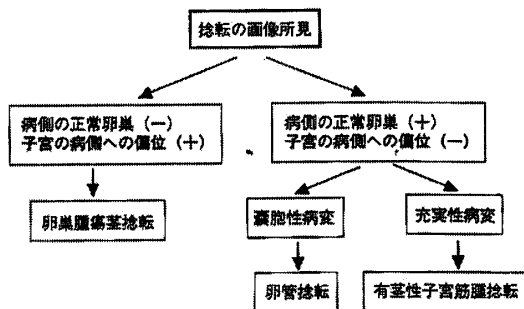
- ・腫瘍から子宮へと向かう protrusion
- ・protrusion 近傍の拡張した血管
- ・支持組織の短縮による子宮の病側への偏位
- ・造影効果の欠如
- ・腫瘍内や嚢胞内への出血
- ・T1 強調像での high intensity rim

行される超音波検査では、卵巣腫瘍のエコーパターン分類2000が利用される。

エコーパターンと同様に MRI でも多種多様の画像パターンと様々な信号が観察される⁹⁾。類腫瘍病変で最も難治性の病変である子宮内膜症による卵巣嚢胞、いわゆるチョコレート嚢胞の MRI 所見を表15に示す⁶⁾⁹⁾。嚢胞性腫瘍では、成熟嚢胞性奇形腫の MRI 所

(表 22) 卵巣腫瘍破裂の画像所見¹⁵⁾

- ・ 嚢胞性病変の緊満性の欠如, くぼみ・たるみ
- ・ 嚢胞性病変の全体の形状が不整形
- ・ 嚢胞壁の一部が不明瞭, または嚢胞外の液体貯留との境界不明瞭な部位の存在
- ・ 嚢胞壁の断裂や内容物の流出
- ・ 上腹部などの離れた部位に脂肪塊や fat-fluid level の存在(成熟嚢胞性奇形腫の場合)
- ・ chemical peritonitis の存在(成熟嚢胞性奇形腫の場合)

(図 1) 捻転をきたす内性器疾患の鑑別診断¹⁵⁾

見(表16)が多彩である⁶⁾⁹⁾¹⁰⁾.

卵巣腫瘍でも悪性腫瘍をピックアップすることが最重要である. 産婦人科ガイドライン 婦人科外来編2011には MRI での卵巣癌の診断基準が示されている(表17)⁸⁾. 我々は1998年に T2強調像, T1強調像, 造影 T1強調像さらに dynamic pattern を組み合わせて良性悪性を判断して報告した(表18,19)¹¹⁾. 実際の MRI でのポイントを表20に示す⁶⁾¹²⁾¹³⁾.

内性器捻転と卵巣腫瘍破裂の MRI

内性器の捻転で最も多い卵巣腫瘍茎捻転の画像所見を表21に示す¹⁴⁾¹⁵⁾. 類似した症状を示すことの多い, 卵巣腫瘍破裂の画像所見を表22に示す¹⁵⁾. さらに捻転を来す内性器疾患の鑑別を図1に示す¹⁵⁾.

《参考文献》

1. フリー百科事典『ウィキペディア (Wikipedia)』<http://ja.wikipedia.org/wiki/核磁気共鳴画像法>
2. 富樫かおり. 子宮卵巣疾患. 日本医師会雑誌 2008; 137: 986—991
3. 三森天人. 子宮腫瘍の鑑別診断. 臨床放射線 2008; 53: 1112—1126
4. 繁田浩三, 守屋聡子, 森本由紀子, 小高晃嗣, 赤松信雄, 三森天人, 赤堀洋一郎. 子宮平滑筋肉腫 (LMS) と癌肉腫 (CS) の画像診断—T2強調像と dynamic 像による MRI 分類から—. 産婦人科の進歩 2004; 56: 523—525
5. 赤堀洋一郎, 河原伸明, 三森天人, 赤松信雄. MRI T2強調像と dynamic 像による子宮間葉性腫瘍および上皮性・間葉性混合性腫瘍の MRI 分類. 産婦人科の実際 2006; 55: 1023—1029
6. 三森天人, 上者郁夫. VII. 腎, 泌尿器, 生殖器, コメディカルのための疾患・画像ファイル. 鈴木正行 (編), 東京: 文光堂, 2010; 180—187
7. 三森天人, 上者郁夫. 子宮体癌の画像診断. 臨床婦人科産科 2010; 64: 1628—1633
8. 日本産科婦人科学会, 日本産婦人科医会 (編). 産婦人科診療ガイドライン—婦人科外来編2011. 東京: 日本産科婦人科学会事務局, 2011
9. 長谷川聡一郎, 三森天人, 上者郁夫, 浅川 徹, 金澤 右. 卵巣・卵管. 臨床画像 2010; 26 (11増刊): 112—143

10. 三森天人, 松原伸一郎, 道家哲哉, 山本道教, 石濱陽子, 守屋聡子, 水谷靖司, 小高晃嗣, 赤松信雄, 藤澤真義, 上者郁夫, 金澤 右. 付属器良性疾患. 臨床画像 2006; 22: 380—387
11. 繁田浩三, 戎谷昌泰, 河原伸明, 青江尚志, 小高晃嗣, 赤松信雄, 山本道教, 上者郁夫. 卵巣腫瘍の dynamic MRI—造影効果による良性悪性の診断—(抄録). 日本癌治療学会雑誌 1998; 33: 137
12. 三森天人, 上者郁夫, 浅川 徹, 赤松信雄, 金澤 右. 卵巣性索間質性腫瘍. 産婦人科の実際 2005; 54: 1539—1548
13. 三森天人, 長谷川聡一郎, 稲井良太, 上者郁夫, 金澤 右. 転移性卵巣腫瘍. 臨床放射線 2008; 56: 1440—1451
14. 赤松信雄, 三森天人. 卵巣腫瘍茎捻転の術前画像診断. 産婦人科治療 2010; 101: 65—70
15. 三森天人, 上者郁夫, 浅川 徹, 郷原英夫, 橘 元見, 松原伸一郎, 道家哲哉, 山本道教, 小高晃嗣, 繁田浩三, 赤松信雄, 金澤 右. CT・MRI 診断 頻度の高い疾患を中心に. 臨床放射線 2004; 49: 967—976

