

骨盤部 MRI の現況

富樫かおり¹, 小西淳二²

¹大阪赤十字病院放射線科 ²京都大学医学部核医学科

はじめに

今回のシンポジウムでは婦人科領域の MRI の撮像方法と MRI の果すべき役割についての検討が試みられた。まず conventional SE 法と FSE 法による T₂ 強調画像の比較等を含むパルスシーケンスについて、ついで造影剤の意義と投与方法について、最後に MRI が有用であった症例呈示により構成されたシンポジウムについて、以下に簡単に内容をまとめる。

現在の撮像方法

現在婦人科領域において最も標準的と考えられる撮像方法は、phased array multicoil を用いるものである。経腔プローベや経直腸プローベを用い優れた成績が報告されてはいるものの、これらは現在のところ一般的ではない^{2)~4)}。パルスシーケンスとしては 1992 年 Smith らが FSE による T₂ 強調画像は SE 法によるものを凌駕するという報告を出して以来、

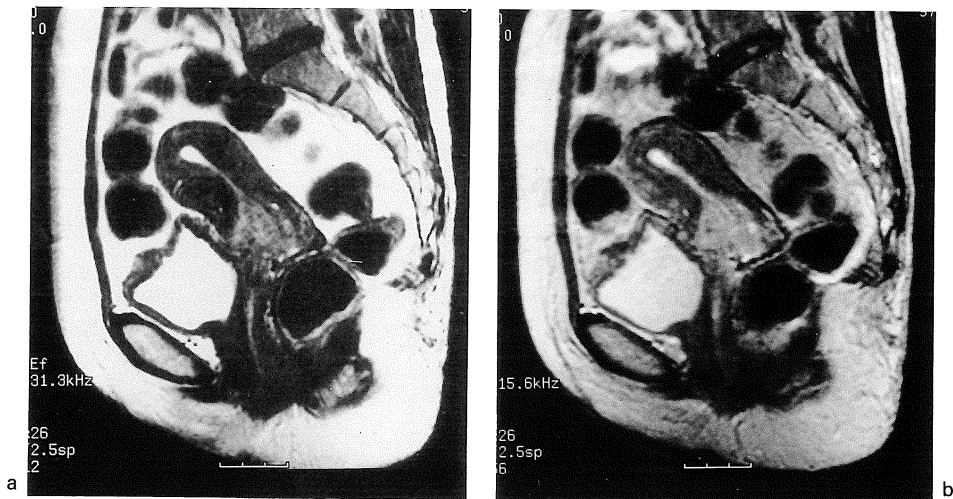


Fig. 1. Cervical cancer. (a) FSE TR/TE=6000/135, echo train 16, (b) SE TR/TE=2000/90. The contrast between the tumor and surrounding tissue is better on SE image than on FSE image.

キーワード MRI, uterus, ovary

T₂強調画像はFSEによるものに置き換わっている¹⁾。当初の報告程には必ずしもFSEがSEに優れるとはいえない面もあるが、FSEによる著しい撮像時間の短縮、およびそれに伴うアーチファクトの減少は抗しがたい魅力で、T₂強調画像はFSE法で撮像するのが通常である。ただFSE法ではSE法に比べて信号に対する信頼性がやや低い印象があり、また、TR、TEの設定にもよるが実質性の腫瘍は従来のSE法に比べ低信号として描出される傾向がある。このため頸癌は比較的低信号を呈し周囲組織とのコントラストがつきにくい (Fig. 1)。またT₂強調画像における低信号は卵巣腫瘍の

鑑別を進める上で重要なポイントであるが、FSE法では評価に際して注意を要する (Fig. 2)。T₂強調画像としてTRはどの程度が適切かに関しては、報告例を見ても3000~7500と現在のところ一定していない。一方、T₁強調画像に関しては従来のSE法でとる施設が多く、TR=500~600が一般的である。我々の施設ではT₁強調画像としてSE法TR/TE=600/8, matrix 512×256, NEX 2, T₂強調画像としてFSE法, TR/TE=6000/135, matrix 512×256, NEX 3, echo train 16, をFOV 26~32, 5 mm thickness, 2.5 mm gap にて撮像している。

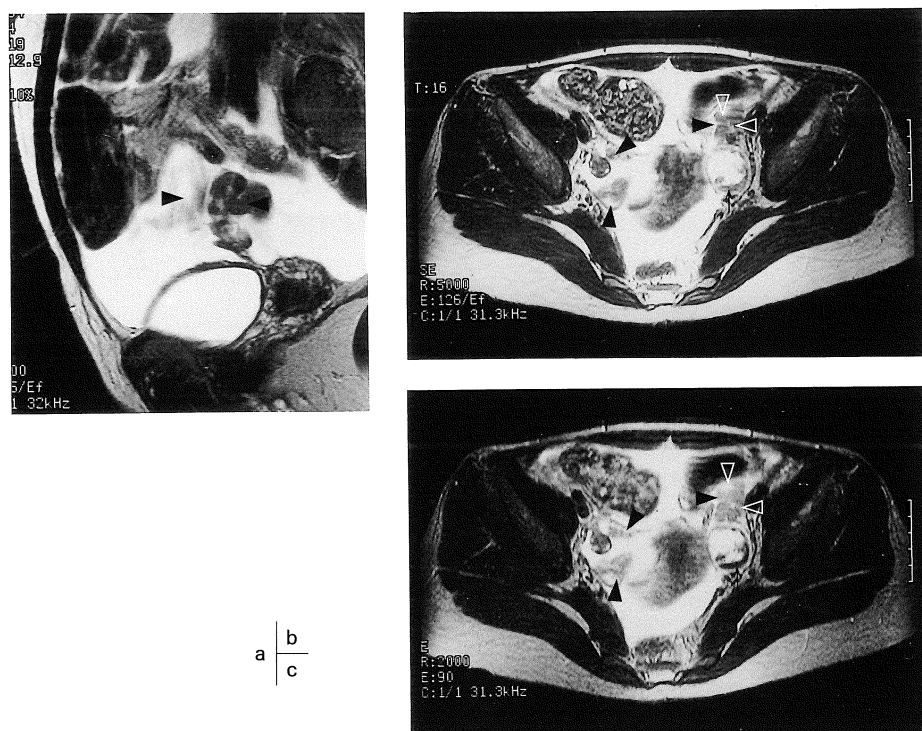


Fig. 2. Chronic granulomatous salpingitis. (a) FSE TR/TE=6000/135, echo train 16, (b) FSE TR/TE=5000/126. (c) SE TR/TE=2000/90. These images show the differences in signal intensity of the thickened tubes (arrowheads) and blood products (arrows) on images obtained with FSE technique (TR/TE=6000/135, and TR/TE=5000/126), and SE technique.

1997年11月22日受理

別刷請求先 〒543 大阪市天王寺区筆ヶ崎町5-53 大阪赤十字病院放射線科 富樫かおり

1) 子宮

子宮病変に関しては1) T₂強調矢状断, 2) T₁強調矢状断を原則としその後症例に応じて3) 必要な断面におけるT₂強調画像を撮像し, さらに子宮体癌では4) 造影後の画像も必須である。粘膜下筋腫などでは水平断面あるいは斜位撮像を加えることにより, 筋腫と内膜の位置関係, 内膜の変形の程度の把握が容易となり筋腫核出術, 子宮鏡下筋腫捻除術等の適応を検討する上で役立つ。

一般に子宮の良性病変には造影剤は用いられないが, 例外として筋腫の信号および造影効果はホルモン療法の治療効果予測に役立つと報告されている⁵⁾。比較的信号が高く, よく造影される筋腫は血流が豊富で薬剤に対して反応しやすく, 一方, 低信号で造影効果の見られないものはヒアリン変性が主体であるためあまり治療効果が期待できない。

子宮頸癌の評価には現在のところ造影剤の使用は一般的でないが⁶⁾, 従来よりダイナミック撮像が微小浸潤癌程度の小病変の描出に優れることが報告されている⁷⁾。子宮頸癌はearly phaseにて濃染するがlate phaseでは周囲頸部間質と等信号となることが多い。このため通常の造影だけでは造影MRIを行う意義は低いが, dynamic studyはT₂強調画像において頸部間質とのコントラストが不良な病変における腫瘍の描出, full stromal invasionにおける傍組織浸潤の評価, 術後再発の評価等に貢献するといわれる^{7)~9)}。FSE法T₂強調画像における腫瘍の描出の悪さを考えると, dynamic撮像等の何らかの方法により病期判定の正診率の向上が期待される。脂肪抑制法の併用については賛否両論があるが, 一般的には用いられていない¹⁰⁾。

子宮体癌では腫瘍は内膜, 筋層に比して造影効果が悪いことが多く腫瘍の描出, 筋層浸潤の評価において造影剤の貢献が大きい⁶⁾。またダイナミック撮像に関する報告も多くdynamic MRIにて早期に強く造影される内側筋層が保

たれていれば筋層浸潤は無いと考えられ, 一部浸潤があっても辺縁が保たれている場合は1/2以下の筋層浸潤, 中断があれば深部筋層浸潤と考えられている (Fig. 3)^{11),12)}。更年期女性やポリープ状の発育を示す大きい腫瘍では筋層浸潤評価において目安となるべきjunctional zoneが見られないことが多く, こういった例にダイナミック撮像法が役立つことが期待される。

ダイナミック撮像法としては脂肪抑制法併用の3D-FISP法, turbo FLASH法の両者についての報告が見られる^{11),12)}。3D-FISP法では17~27秒で12~16スライスの撮像が可能となり, 空間分解能は良好であるが時間分解能の点でturbo-FLASH法に劣る。また撮像断面は1方向だけとなる。一方, turbo-FLASH法では1スライスが1.4秒で撮像され時間分解能が良好であるが3D-FISP法に比して空間分解能が劣る。ただし撮像断面は任意である。どちらの撮像法が最も有効か, あるいは脂肪抑制法の併用が必要かどうかについては, 今後まだ検討が必要と思われる。

2) 卵巣

卵巣病変に関する撮像は, 1) SE法によるT₁強調画像, 2) Fast SE法によるT₂強調画像を同一断面にて撮像することが基本となる。さらにT₁強調画像で高信号を呈する嚢胞性病変に関しては3) 脂肪抑制法によるT₁強調画像を追加し, 実質部分の評価には3') 造影後T₁強調画像を撮像する。播種性病変の描出には4) SPGR法を用い呼吸停止下に脂肪抑制法を併用した造影後T₁強調画像を得ることにより良好な成績が報告されている¹³⁾。

基本となる断面としては, 経腔プローベの画像との対応, および子宮との位置関係の把握には矢状断が優れるが, 両側卵巣が同時に描出されるメリット, CTと対応できるメリットにより水平断面を用いる施設が多いようである。時間が許せば1つの断面だけではなく他の断面におけるT₂強調画像を追加するのが望まし

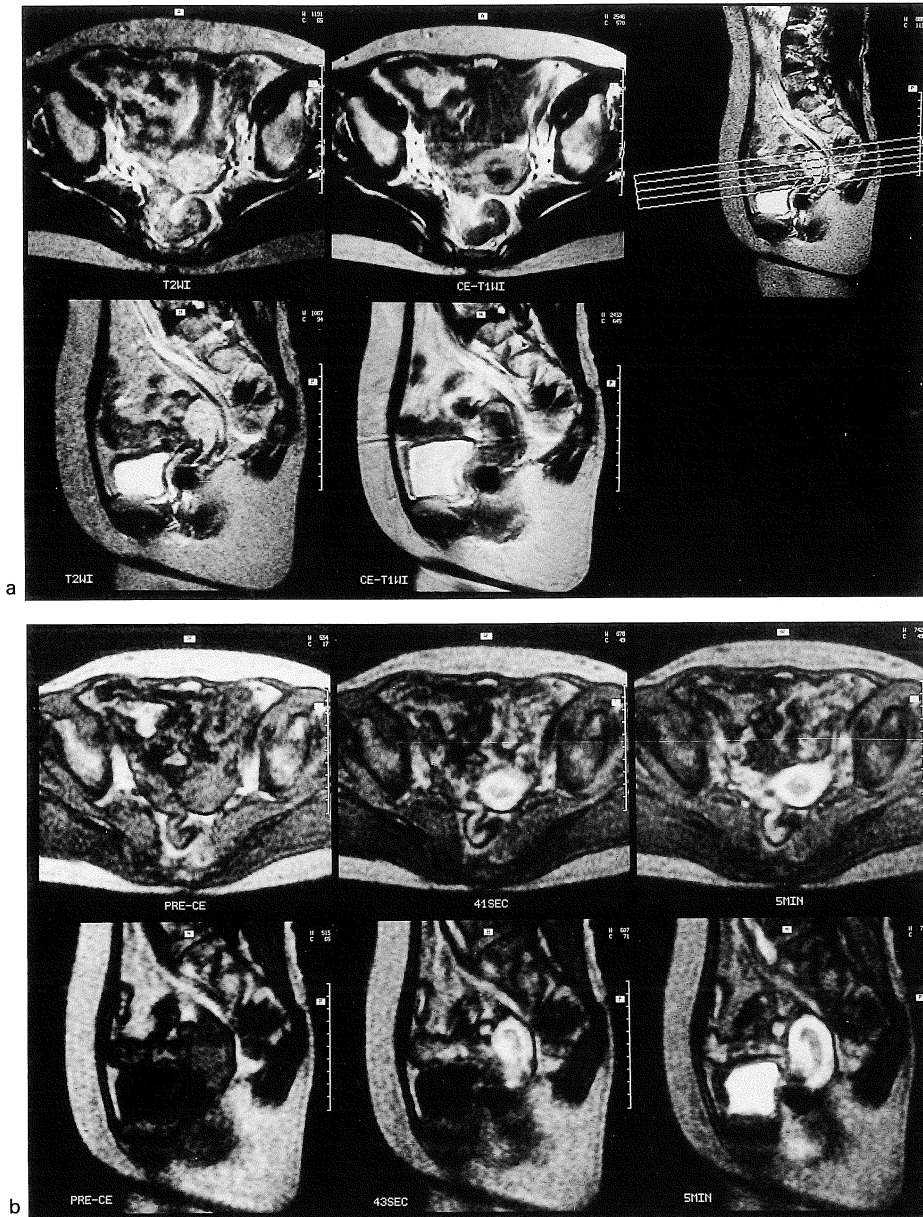


Fig. 3. Endometrial cancer. Myometrial invasion is better delineated on dynamic MR images than on T₂-weighted images. (Courtesy of Dr. Joja I, Department of Radiology, Okayama University)

い。

T₁強調画像において高信号を呈する病変であれば脂肪と血液の鑑別を目的として3) 脂肪

抑制法の追加が望ましい (Fig. 4)^{14)~16)}。また脂肪抑制法は T₁ 強調画像で高信号を呈する小病変の同定を向上させる^{15),16)}。ただし脂肪抑

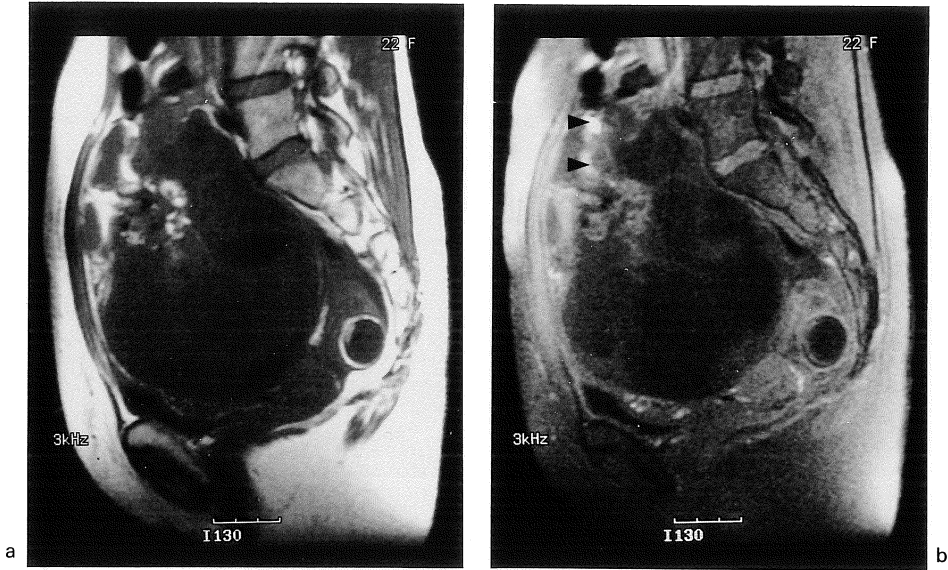


Fig. 4. Mature cystic teratoma. (a) T₁-weighted image, (b) Fat suppression technique. Fat suppression technique is an excellent technique in identifying the fat, however, it occasionally fails in the presence of intestinal loop close to the fatty tissue (arrowheads).

制法は必ずしも万能ではなく、磁場均一性の悪い場合や腸管ガス近くでは、脂肪であるにも関わらず信号の抑制が見られないこともある。また明らかな脂肪の信号を呈しないわずかな脂肪組織の混在をどの程度までとらえられるかについても副腎における化学シフトイメージングの検討を見る限り悲観的と思われる¹⁷⁾。Outphaseにおける信号の低下はCT値にはほぼ比例するもので脂肪が少ないものは信号はあまり低下しない。

卵巣嚢胞性腫瘍の良悪の鑑別に際しては充実部分の有無が重要となるためこの評価には、3') 造影剤の使用が必須である。充実性の腫瘍は線維腫などのごく一部の例外を除いて基本的には卵巣癌と考えられ、嚢胞性腫瘍でも壁在結節、壁肥厚、壁不整等が見られるものはCystadefibromaやデルモイドを除いてほとんど卵巣癌と考えられる。超音波で充実部分が明らかかなようなものにMRIが必要かどうかという議論はさておき、超音波でequivocalな症例を

MRIにて精査する場合、小さい充実部分を見落とさないためには造影剤の使用が必須である^{18),19)}。造影剤を用いなければMRIは経腔超音波に劣る²⁰⁾(Fig. 5)。

卵巣腫瘍の評価における造影剤の投与方法としてはdelayed phaseの撮像が一般的であるが、筋腫と卵巣腫瘍の鑑別、thecoma等の鑑別に関してはdynamic studyが貢献するという報告も見られ、これについても今後の症例の積み重ねが待たれる(Fig. 6)。

3) 播種性病変

播種性病変を評価するためには全腹部の検索が必要となるため短時間で広範囲の撮像ができることが望ましい。また腹膜の小さいimplantationや腹膜の肥厚などの同定には造影剤の使用が必要であり、これらは通常のT₁強調画像に比べ、脂肪抑制法を用いた画像においてとらえやすい(Fig. 7)。現在のところ呼吸停止下SPGR法により脂肪抑制を用いた造影後T₁強調画像が播種性病変の描出にもっとも優れると

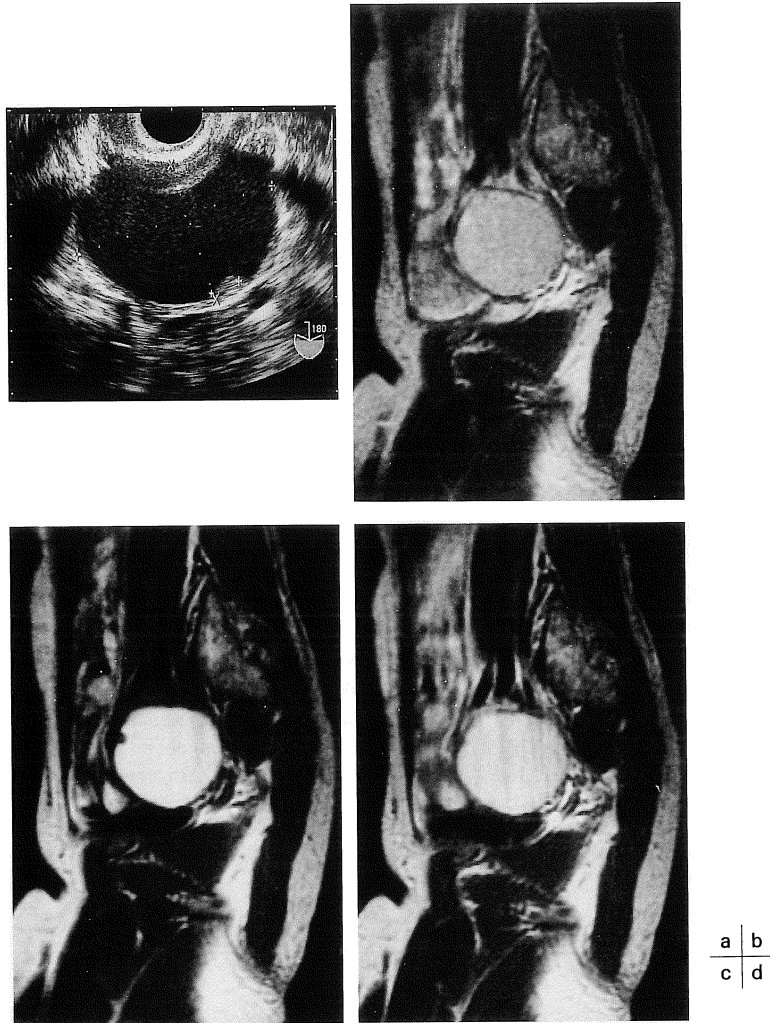


Fig. 5. Clear cell carcinoma arising from the wall of an endometrial cyst. (a) Transvaginal ultrasound (TVUS), (b) T₂-weighted image, (c) T₁-weighted image, (d) postcontrast image. MRI is superior than TVUS only with a use of CE. Postcontrast image distinguish small vegetation (arrow) from the clot adhered to the wall because of the presence of enhancement.

報告されている¹³⁾。経口腸管造影剤を併用し、SPGRにより early phase と delayed phase における播種性病変の描出を比較した検討では delayed phase が優れ約 81%の病変の描出が可能となっており、CT では 50~60%の正診率であったのと比較して著しい成績の向上を認め

る¹³⁾。ただし、1センチ以下の播種性病変の描出も比較的容易となつてはいるものの、現在のところ炎症や内膜症による病変との鑑別はできない欠点もある^{13),21),22)}。

卵巣腫瘍は手術による staging が原則であるため、術前の画像診断による播種性病変の描出

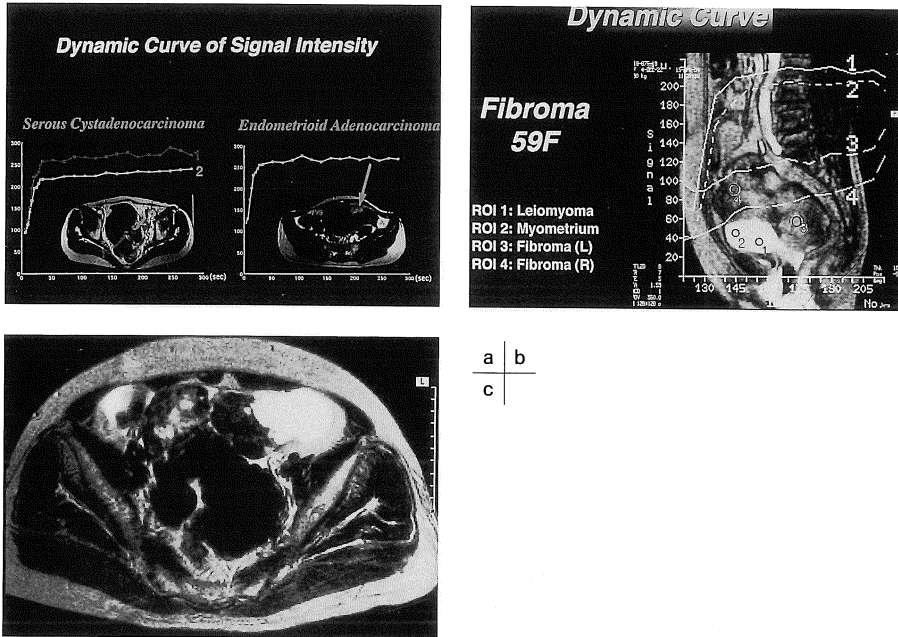


Fig. 6. Dynamic MR image in the diagnosis of fibroma. (a) dynamic study of endometrioid cystadenocarcinoma and serous cystadenocarcinoma show rapid enhancement of these lesions with a turning point at 30~40 seconds. (b, c) Bilateral fibroma both exhibit slow and gradual enhancement during 5 minutes (b), although they show different signal intensity on T₂-weighted images (c). (Courtesy of Dr. Joja I, Department of Radiology, Okayama University)

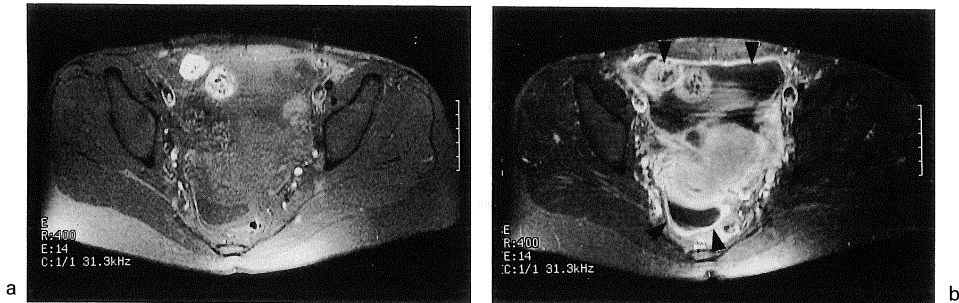


Fig. 7. Diffuse peritoneal enhancement in peritonitis. (a) T₁-weighted image with fat suppression. (b) postcontrast image with fat suppression. Diffuse peritoneal enhancement (arrowheads) is clearly observed on postcontrast image with a use of fat suppression technique.

によって治療方針が変わることは基本的にはない。しかし卵巣癌の手術後の残存腫瘍や再発病変の描出は治療方針を大きく変える可能性があり臨床的意義が高い。従来、卵巣腫瘍においては、2nd look operation により腹腔内病変を

確認した後その後の治療方針が決められていたが、近年はQOLの観点から2nd look operation に関しては議論が起こっており、画像診断が2nd look operation の代わりとなる可能性が示唆されている。画像診断にて腫瘍の残存が明

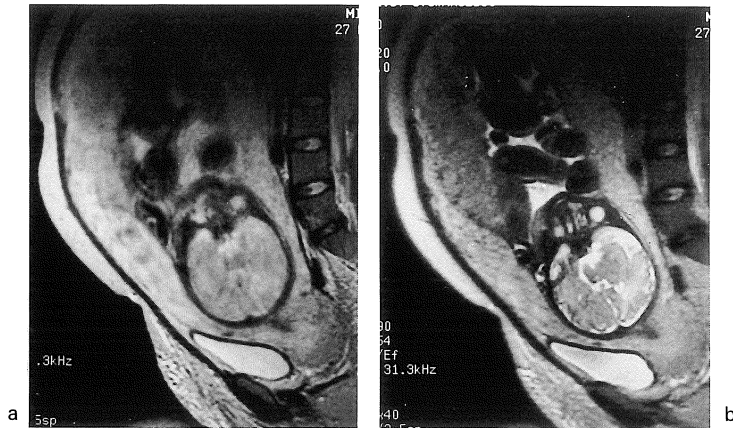


Fig. 8. Fetus. a) T₂-weighted images obtained with FSE technique. b) heavily T₂-weighted image obtained with HASTE. HASTE is an excellent technique to image fetus.

らかで在れば 2nd look operation を行わず化学療法を追加するなどの option が在り、この領域における画像診断の貢献が期待される。上記の報告でも手術時にとらえることのできなかつた nonpalpable lesion が、画像では描出されていたという記載もあり¹³⁾、卵巣腫瘍の画像診断はまだまだ改善していくものと思われる。

今後の可能性

MRI の撮像法の進歩は著しく今後もまだまだ急速な改善があるものと思われその中の 2, 3 について言及する。

まず MTF は内容液の評価に貢献する可能性はあるが、卵巣腫瘍は手術治療が原則であるため治療方針に大きく関わる情報が得られるとは考えにくい。頸癌についてはその治療に対する反応性を評価する上で貢献しようという報告があるが、まだ症例数が少なく今後の検討が待たれる²³⁾。

HASTE 法は呼吸停止下に 1 スライスを 2 秒で撮像し、heavily T₂-WI を得ることのできる高速スキャンであるため体動によるアーチファクトの影響を受けにくい (Fig. 8)。コント

ラストに難点があるため現在ではもっぱら胎児のイメージングに用いられており²⁴⁾、婦人科領域における使用報告はないが、胎児の良好な画像をみると、卵巣腫瘍においても前腹壁、腸管の動きなどで良好な画像を得られない場合などに試してみる価値があるかもしれない。

超高速撮像法の echoplanar imaging は婦人科領域では現在のところまだ実用とはなっていない。EPI は検査時間が 30~50 ms と非常に短く濃度分解能が良好であるものの、EPI 特

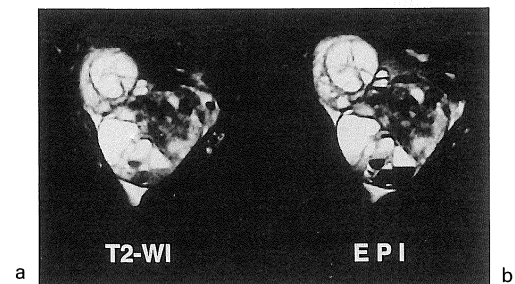


Fig. 9. Ovarian cancer. (a) FSE technique, and (b) multishot EPI. In this tumor, EPI offers better contrast than does FSE technique. (Courtesy of Department of Radiology, Shimane Medical School)

有の著しいアーチファクトがあり現在のところ空間分解能が明らかに劣るといふより、絵にならない。一方、multishotのecho planar imagingはFSEの撮像にかかるのと同程度の時間をかけて撮像を行うと比較的良好な画像がえられる²⁵⁾。Preliminary studyではFSEに比べmultishot EPIの評価は低いが、今後撮像の工夫と対象症例の選択によりコントラストに優れる利点を生かし、優れた画像を得られる可能性がある (Fig. 9)。

文 献

- 1) Smith RC, Reinhold C, Lange RC, McCauley TR, Kier R, McCarthy S : Fast spin-echo MR imaging of the female pelvis. Part 1. Use of a whole-volume coil. *Radiology* 1992 ; 184 : 665-669
- 2) Milestone BN, Schnall MD, Lenkinski RE, et al. : Cervical carcinoma : MR imaging with an endorectal surface coil. *Radiology* 1991 ; 180 : 91-95
- 3) deSouza NM, Hawley IC, Schwieso JE, Gilderdale DJ, Soutter WP : The uterine cervix on *in vitro* and *in vivo* MR images : a study of zonal anatomy and vascularity using an enveloping cervical coil. *AJR* 1994 ; 163 : 607-612
- 4) Kaji Y, Sugimura K, Kitao M, et al. : Histopathology of uterine cervical carcinoma : diagnostic comparison of endorectal surface coil and standard body coil MRI. *JCAT* 1994 ; 18 : 785
- 5) Okizuka H, Sugimura K, Takemori M, et al. : MR detection of degenerating uterine leiomyomas. *JCAT* 1993 ; 17 : 760-766
- 6) Hricak H, Hamm B, Semelka RC, et al. : Use of Gd-DTPA in the MR evaluation of carcinoma of the uterus. *Radiology* 1991 ; 181 : 95-106
- 7) Yamashita Y, Takahashi M, Sawada T, Miyazaki K, Okamura H : Carcinoma of the cervix : dynamic MR imaging. *Radiology* 1992 ; 182 : 643-648
- 8) Yamashita Y, Harada M, Torashima M, et al. : Dynamic MR imaging of recurrent postoperative cervical cancer. *JMRI* 1996 ; 6 : 167
- 9) Kinkel K, Ariche M, Tardivon AA, Spatz A, Castaigne D, Lhomme C, Vanel D : Differentiation between recurrent tumor and benign conditions after treatment of gynecologic pelvic carcinoma : value of dynamic contrast-enhanced subtraction MR imaging. *Radiology* 1997 ; 204 : 55-63
- 10) Postema D, Peters LAW, Hermans J, Trimboos IB, Pattynama PMT : Cervical carcinoma : do fast SE and fat suppression techniques improve MR tumor staging at 0.5T? *JCAT* 20 : 807-811
- 11) Joja I, Asakawa M, Asakawa T, et al. : Endometrial carcinoma : dynamic MRI with turbo-FLASH technique. *JCAT* 1996 ; 20 : 878-887
- 12) Ito K, Matsumoto T, Nakada T, et al. : Assessing myometrial invasion by endometrial carcinoma with dynamic MRI. *JCAT* 1994 ; 18 : 77-80
- 13) Low RN, Carter WD, Saleh F, Sigeti JS : Ovarian cancer : comparison of findings with perfluorocarbon-enhanced MR imaging, In-111-CYT-103 immunoscintigraphy, and CT. *Radiology* 1995 ; 195 : 391-400
- 14) Stevens SK, Hricak H, Campos Z : Teratomas versus cystic hemorrhagic adnexal lesions : differentiation with proton-selective fat-saturation MR imaging. *Radiology* 1993 ; 186 : 481-488
- 15) Sugimura K, Okizuka H, Imaoka I, et al. : Pelvic endometriosis : detection and diagnosis with chemical shift MR imaging. *Radiology* 1993 ; 188 : 435-438
- 16) Ha HK, Lim YT, Kim HS, et al. : Diagnosis of pelvic endometriosis : fat-suppressed T1-weighted vs conventional MR images. *AJR* 1994 ; 153 : 127-131
- 17) Outwater EK, Siegelman ES, Huang AB, Birnbaum BA : Adrenal masses : correlation between CT attenuation value and chemical shift ratio at MR imaging with in-phase and opposed-phase sequences. *Radiology* 1996 ; 200 : 749-752
- 18) Yamashita Y, Torashima M, Hatanaka Y, et al. : Adnexal masses ; accuracy of characterization with transvaginal US and precontrast and postcontrast MR imaging. *Radiology* 1995 ; 194 : 557-565
- 19) Komatsu T, Konoshi I, Mandai M, et al. : Adnexal masses : transvaginal US and gadolinium-en-

- hanced MR imaging assessment of intratumoral structure. *Radiology* 1996 ; 198 : 109-115
- 20) Jain KA, Friedman D, Pettinger TW, Alagappan R, Jeffrey RB, Sommer FG : Adnexal masses : comparisons of specificity of endovaginal US and pelvic MR imaging. *Radiology* 1993 ; 186 : 697-704
- 21) Ascher SM, Agrawal R, Bis KG, et al. : Endometriosis : appearance and detection with conventional and contrast-enhanced fat-suppressed spin-echo techniques. *JMRI* 1995 ; 5 : 251-257
- 22) Outwater EK, Siegelman ES, Wilson KM, Mitchel DG : Benign and malignant gynecologic disease : clinical importance of fluid and peritoneal enhancement in the pelvis at MR imaging. *Radiology* 1996 ; 200 : 483-488
- 23) Kobayashi S, Takeda K, Sakuma H, Kinoshita Y, Hakagawa T : Uterine neoplasms : magnetization transfer analysis of MR images. *Radiology* 1997 ; 203 : 377-382
- 24) Yamashita Y, Namimoto T, Abe Y, Takahashi M, Iwamasa J, Miyazaki K, Okamura H : MR imaging of the fetus by a HASTE sequence. *AJR* 1997 ; 168 : 513-519
- 25) Niitsu M, Tanaka YO, Anno I, Itai Y : Multishot echoplanar MR imaging of the female pelvis : comparison with fast spin-echo MR imaging in an initial clinical trial. *AJR* 1997 ; 168 : 651-655

Current Consensus in the Pelvic MR Imaging

Kaori TOGASHI¹, Junji KONISHI²

*¹Department of Radiology, Osaka Red Cross Hospital
5-53 Fudegasakicho, Tennoji-ku, Osaka 543*

²Department of Radiology, Faculty of Medicine, Kyoto University

This article briefly introduces the discussion at the symposium entitled abdominal MRI-current consensus. The topics were imaging techniques and the use of contrast enhancement for uterine malignancy, ovarian malignancy, and benign gynecological diseases.