— 原 著 —

異常妊娠の診断における MRI の有用性に関する研究

天野 康雄

日本医科大学放射線医学教室

The usefulness of MRI for the diagnosis of abnormal pregnancies

Yasuo Amano

Department of Radiology, Nippon Medical School

The clinical usefulness of MRI for the diagnosis of abnormal pregnancies was evaluated.

Pelvic MRI was carried out on 29 cases suspected of abnormal pregnancy by ultrasonography and clinical examinations. The abnormal pregnancies were classified into three categories: (1) maternal abnormalities, (2) fetal abnormalities and (3) placental abnormalities.

(1) MRI was of great value for the diagnosis of maternal abnormalities, particularly in cases of coexistent pelvic tumors. MRI allowed diagnosis of uterine leiomyomas and dermoid cyst through its excellent tissue characterization and broad range of vision.

(2) MRI was useful in making diagnoses of fetal central nervous anomalies and fetal death, since the lack of fetal movement and the lesions were clear enough to be detected by MRI. However, anomalies in the fetal trunk or extremities could only be demonstrated, but not diagnosed, by MRI owing to its inferior spatial and time resolution.

(3) MRI showed placenta accreta and placental hematoma. Although accurate diagnosis was difficult because of their rarity, MRI revealed the hemorrhagic component of the lesions, which was not shown by ultrasonography. The author believes MRI has potential usefulness in making diagnoses of placental abnormalities through its tissue characterization.

MRI was superior to ultrasonography in the soft tissue characterization, field of view, while MRI was inferior in time and spatial resolution.

In summary MRI should be used in case of abnormal pregnancies such as pelvic tumors, fetal nervous anomalies and placental hemorrhagic lesions. MRI will become useful for the diagnosis of other abnormalities as its spatial resolution and fast scan technology advances.

Key words: magnetic resonance imaging, fetal anomaly, pregnancy, placenta, pelvic tumors

緒 言

Magnetic resonance imaging (MRI) は、優れた組織分解能や複数の断面が得られるため、今日では頭部、脊椎領域のみならず骨盤部においても有用な画像診断法となっている^{1,2)}。

また、MRI は X 線被爆のないことから、1983 年以降、欧米にて妊娠中の哺乳動物³⁾やヒト⁴⁾にも使用され、超音波検査に次ぐ画像診断法として評価

されるようになってきた。本邦においても、遺残胎盤や臍帯ヘルニアを MRI で描出しえたとの症例報告⁵⁻⁷⁾や、種々の胎児奇形を診断しえたとの報告^{8,9)}が散見される。しかし、MRI の撮像法の観点から、母体骨盤の異常も含めた産科領域における MRI の有用性や、その問題点に言及した報告は限られている^{6,10-12)}。

そこで今回著者は、MRI の優れた組織分解能や視野の広さなどの利点に注目し、超音波検査との比較を試みながら、異常妊娠に対する本法の診断的有用性を詳細に検討した。また、あわせて MRI の空間・時間分解能の問題点と、これが診断に及

Correspondence to Yasuo Amano, Department of Radiology, Nippon Medical School Hospital, 1-1-5, Sendagi, Bunkyo-ku, Tokyo 113, Japan

ばす影響についても検討を加えたので報告する。

研究対象および方法

(1) 対象

対象は超音波検査および臨床所見より母体骨盤内、胎児、胎盤に異常を指摘され、日本医科大学付属病院放射線科にて MRI 検査が施行された 29 妊婦であり、その年齢分布は 22 から 38 歳、平均年齢 29 歳であった。このうち 1 例で、子宮内および胎盤の両者に異常所見を認めた。また、遺残胎盤の 1 例も対象に加えた。

対象の診断名は手術、あるいは病理所見によることを原則としたが、これらが得られなかった症例については臨床および画像所見による総合的な検討により診断名を決定した。

(2) 方法

MRI は東芝社製 0.5 tesla 超電導型装置 MRT-50 A を使用し、撮像にあたって躯幹用 M あるいは L コイルを母体の骨盤部に装着した。

撮像シーケンスとして Spin echo 法 (SE) T1 強調像 (繰り返し時間 TR 500~600 ms/エコー時間 TE 15~20 ms) を全例に施行し、ついで母体骨盤内および胎盤に異常を認めた症例については、適宜プロトン密度強調像 (TR 2,000 ms/TE 25 ms) および T2 強調像 (TR 2,000 ms/TE 80 ms) を加えた。撮像範囲は 35~40 cm 四方とし、使用マトリクスは 256×128~256 とした。平均加算回数は T1 強調像では 2~4 回、プロトン密度強調像および T2 強調像では 1~2 回であった。撮像断面は母体矢状断面を必須とし、各病変に対する横断面を得ることとした。適宜、各病変に対する矢・冠状断面を加えた。撮像断面のスライス厚は 7~12 mm とし、スライスギャップは 0~3 mm とした。胎動の抑制を目的として、一部の症例には母体の歩行負荷や diazepam 10 mg の静脈ないし筋内への注入を行った。

全検査に要した時間は約 45~60 分であったが、この変動は撮像シーケンスによったものである。

(3) 検討項目

妊娠異常を母体骨盤内の異常、胎児の異常およ

び胎盤異常にわけ、各々について MRI の診断的有用性を検討した。そして、検討に際しては以下に示す評価基準を設けた。

++ : MRI は病変の質的診断や範囲を明らかにした。

++ : MRI は病変を診断できたが、その大きさや個数を正確に把握できなかった。

++ : MRI により病変の存在は明らかであったが診断には至らなかった。

— : MRI による病変の描出は困難であった。

また、同様の基準を超音波検査に対しても適用し、その結果と MRI の評価を比較した。

結 果

1. 母体骨盤内異常について (Table 1-1)

妊娠に合併した母体骨盤内の腫瘍の診断に対しては全例++であり、MRI は非常に有用な検査法であった。特に、腫瘍の大きさや骨・腸管に近接した腫瘍の描出については、MRI は超音波検査にまさっていた。

MRI が診断に有用であった、子宮筋腫 (Photo 1) および巨大類皮嚢腫 (Photo 2) の例を示す。前者では、MRI は恥骨結合直上の変性を伴わない筋腫と胎児頭部の位置関係を、後者では類皮嚢腫

Table 1-1 MRI detectability of maternal abnormalities

Case	Diagnosis	Age	GW (weeks)*	Detectability	
				MRI	US
1	uterine leiomyoma	38	38	++	++
2	uterine leiomyoma	35	39	++	++
3	uterine leiomyoma	32	38	++	++
4	uterine leiomyoma**	32	39	++	++
5	uterine leiomyoma**	32	22	++	++
6	dermoid cyst	37	11	++	++
7	peritonitis ca***	33	27	++	—
8	contracted pelvis**	30	39	++	++
9	uterine wall thinning**	34	31	—	—

*GW : gestational weeks. ** : clinical diagnosis. *** : peritonitis carcinomatosa originating from breast carcinoma. ++ : MRI or US is able to confirm the diagnosis and its extent. ++ : MRI or US is able to make a diagnosis but not detect its accurate extent. — : MRI or US is not useful in detecting the abnormality.

Photo 1 A 35-year-old pregnant woman associated with uterine leiomyoma
Coronal T2-weighted image delineated the uterine leiomyoma showing low intensity (small arrow) below fetal head (long arrow).

の内容や大きさを良好に描出しえた。

2. 胎児異常について (Table 1-2)

頭部および頸部の病変は、多くの例で卍であった。躯幹・四肢の病変は指摘できたものの、解剖学的な構造物が小さく確定診断には至らなかったため+から卍であり、超音波検査より劣っていた。双胎・一児死亡の例では、死亡児が大きければその診断は容易であったが、紙様児化した死亡児の指摘は困難であった。

MRIにて良好に描出しえた、胎児水頭症(Photo 3)、頸部嚢胞性リンパ管腫(Photo 4)および双胎・一胎死亡(Photo 5)の例を示す。水頭症例では、側脳室の拡張や脳実質の菲薄化は明らかであったが、原因となった中脳水道の閉塞は描出しえなかった。頸部嚢胞性リンパ管腫は羊水と等信号を呈し、内容が液状であることが明瞭に示された。双胎・一胎死亡例では、死亡児には心臓

Photo 2 A 37-year-old woman with dermoid cyst
Axial (A) and sagittal (B) T1-weighted images detect the fatty component in dermoid cyst as high intensity region. Sagittal view (B) also shows gestational sac.

の flow void, 肝や腸管の高信号はみられず、一方で皮下の浮腫が描出された。

3. 胎盤異常について (Table 1-3)

胎盤血腫や遺残胎盤は、T1強調像にて高信号領域として描出され血性成分の存在が示唆された

Table 1-2 MRI detectability of fetal abnormalities

Case	Diagnosis	Age	GW (weeks)*	Detecta- bility	
				MRI	US
1	hydrocephalus	32	32	++	++
2	hydrocephalus	25	26	++	++
3	hydrocephalus**	24	35	++	++
4	prosencephaly**	32	38	++	+
5	prosencephaly**	26	26	++	+
6	cerebral hypoplasia	38	26	+	+
7	cerebellar hypoplasia	29	28	++	-
8	cyst in parietal lobe**	25	34	-	+
9	cystic hygroma	37	27	++	++
10	cystic hygroma	29	22	++	++
11	twin(one dead fetus)	30	38	-	++
12	twin(one dead fetus)	22	23	++	++
13	thanatophoric dwarfism	25	28	++	++
14	mesenteric cyst	30	39	+	+
15	Potter sequence	27	36	+	++

*GW : gestational weeks. ** : clinical diagnosis. ++ : MRI or US is able to confirm the diagnosis and its extent. ++ : MRI or US is able to make a diagnosis but not detect its accurate extent. + : MRI or US is able to detect the lesion but not confirm. - : MRI or US is not useful in detecting the abnormality.

が、確定診断は困難であった。前置胎盤は辺縁にかかっているのみであり、信号強度も子宮内膜と類似しているため診断しえなかった。

まれな胎盤血腫の1例を供覧した(Photo 6)。T1強調像にて高信号を呈したため血性成分の存在が示唆され、T2強調像では血性嚢胞と充実性の血腫が区別された。血性成分の推定が可能なことは、超音波検査にないMRIの利点であった。

4. その他の症例 (Table 1-4)

1例は子宮筋腫が疑われたがMRIにて否定された症例であり、経腔分娩が可能であった。他の2例は治療後の経過観察であったが、胎児や胎盤に病変のないことが確認された。

考 察

MRIの骨盤部における診断的有用性は、すでに確立されている^{1,2,12,13}。産科領域についても、1983年以降欧米にてMRIの有用性が検討されてき

Photo 3 A 26-week fetus with hydrocephalus
Coronal (A) and sagittal (B) T1-weighted images show the hydrocephalus and thinning of cerebral cortex. Obstruction of aqeduct is not detected.

た^{3,4,12}。

MRIはX線被爆はないが、安全性については確立したとは言い難く、今日までの報告^{15,16})では妊娠14週以降に施行すべきであり、臨床的有用性が上回る場合においてのみそれ以前に施行しうるとされている。本検討では1例を除いては妊娠14週目以降の症例であった。また、妊娠11週目に施行された巨大類皮嚢腫の例では、MRI施行後1週以内に腫瘍摘出術が行われており、臨床的適応に則していたと考えられた。

Photo 4 A 22-week fetus with cervical cystic hygroma
T1-weighted image shows cystic hygroma (arrow) as low intensity area as amniotic fluid.

Table 1-3 MRI detectability of placental abnormalities

Case	Diagnosis	Age	GW (weeks)*	Detectability	
				MRI	US
1	placental hematoma	32	26	+	+
2	marginal placenta previa**	32	22	-	-
3	placenta accreta*** 4*	32		+	+

*GW : gestational weeks. ** : This case is the same one as case 5 in Table 1-1. *** : clinical diagnosis. 4* : the case after artificial abortion to the cervical pregnancy. + : MRI or US is able to detect the lesion but not confirm. - : MRI or US is not useful in detecting the abnormality.

本邦では産科領域における MRI の検討は比較的少なく⁵⁻⁹⁾、欧米においても MRI がどのような病態に有用であるか、また MRI の画像診断法としての特長が超音波検査で得難い情報を提供しうるのかを論じた文献はいまだ少ない^{12,17,18)}。今回著者は、異常妊娠例を、(1) 母体骨盤内の異常、

Photo 5 23-week twin (one dead fetus) An alive fetus show flow void of heart (long arrow) and high intensity of meconium while the dead one does not demonstrate them but the subcutaneous edema (short arrow).

(2) 胎児異常、(3) 胎盤異常の3項目に分類し、MRI の産科領域での適応と診断の有用性を検討した。

1. 母体骨盤内の異常での MRI の適応と有用性について

骨盤内婦人科臓器の腫瘍性病変に対する、MRI の診断的有用性は確立しているが^{2,13)}、妊娠例の場合においても同様に有用であった。Kier ら¹⁹⁾も卵巣腫瘍合併例の検討を行っているが、本検討ではこれに加えて子宮筋腫例においても MRI の有用性が示された。MRI は骨やガスに妨げられることなく、多発する筋腫核を描出し、その変性の有無についても明らかにすることができ、超音波検査と比しても有用と思われた¹⁷⁾。

Photo 6 A 32-year-old woman with placental hematoma
Sagittal T1-weighted image (A) shows high intensity lesion suggestive of hemorrhage. T2-weighted image (B) distinguish the solid hematoma (arrow) and hemorrhagic cyst (arrow head).

Table 1-4 Other cases examined by MRI

Case	Diagnosis	Age	GW(weeks)*	Comments
1	uterine leiomyoma	29	38	MRI confirms to be negative
2	cystic hygroma	25	27	after aspiration of cyst
3	twin(one dead fetus)	31	32	after intrauterine operation

*GW : gestational weeks.

その他の母体骨盤内の異常については症例数が少ないが、すでに報告²⁰⁾にあるように、X線被爆がなく骨盤計測の可能なMRIの有用性が示唆された。一方で、MRIはいまだ空間分解能に劣るため、菲薄化した子宮壁を描出することはできなかった。

以上よりこの領域においては、特に合併腫瘍の診断にMRIが有用と考えられた。

2. 胎児異常でのMRIの適応と有用性について

MRIは胎児奇形の描出にすぐれていると報告^{8,9,17,21,22)}されている。特に中枢神経系の異常については、頭部が相対的に大きいこと、神経系の

異常を有する胎児は胎動が少ないこと²¹⁾から、MRIにて良好な画像を得ることができ、超音波検査に優るとも劣らないとの印象を得た。死児も胎動がなく、心臓のflow voidも認めないため、その確認は容易であり、加えて肝、腸管および皮膚の変化も把握できた。

しかし、相対的に小さい第4脳室や中脳水道、躯幹部の異常は描出困難であった。さらに発育遅延が生じると体内脂肪が少なくなり²³⁾、この結果躯幹内の臓器の分離が困難となるため、胎児腹部腫瘍や腎欠損症などの確定診断は困難であった。また、胎動に影響されないためには、検査を短時間で施行することが必要だが、繰り返し時間や加算回数の減少は、撮像範囲の縮小やS/N比の低

下につながり, MRI の特長がいかせない。今後は、胎動に影響されずらい高速スキャン^{10,11,25)}や S/N 比にすぐれたプロトン密度強調像を用いる^{17,23,24)}などの工夫が必要であり、高磁場装置の使用や安定した傾斜磁場の確保が必要になると思われた。

以上よりこの領域では、中枢神経系や頭頸部の異常の検索に、MRI は有用と考えられた。躯幹部の異常に対しては、steady-state free precession 法¹¹⁾や magnetization prepared rapid acquisition gradient echo 法²⁵⁾などによる、MRI の空間・時間分解能のさらなる向上が必要と思われた。

3. 胎盤異常での MRI の適応と有用性について

遺残胎盤や前置胎盤などの胎盤異常に関する MRI の報告は少なく^{6,26)}、本検討でも 3 例のみであった。しかし、MRI のすぐれた組織分解能により、超音波検査にて推測困難な血性成分を描出できるなど、MRI の特長を反映した有用性が示された。また、胎盤の描出には、MRI 用造影剤 gadopentate dimeglumine (Gd-DTPA) の投与が有用とされており⁶⁾、胎児娩出後には試みるべき方法と思われた。

この領域においては、未だ評価は確立していないが、経験をかさねることにより、MRI の有用性は増してくるものと思われた。

全体的に超音波検査と有用性を比較すると、骨盤内腫瘍や胎児頭部などの奇形に対して、MRI の有用性が示唆された。産科領域では超音波検査の有用性はすでに確立しているが、MRI の優れた組織分解能が期待しうる疾患に対しては、積極的に MRI を施行すべきと思われた。

以上のごとく、妊娠異常を 3 項目にわけて MRI の有用性を検討したが、現状では、MRI の優れた組織分解能が胎動による画質の低下や対象の小ささを上回った場合に、MRI の有用性が高く評価されることが各項目に共通のものとして示された。

結 論

異常妊娠 29 例に対し MRI を施行し、その有用性を検討した。

1) 母体骨盤内の合併腫瘍の描出や診断に MRI は非常に有用であった。

2) 胎児の中枢神経系異常の描出や死児の確認に、MRI は有用であった。

3) 胎盤異常の存在診断や病変の推定に MRI は有用であった。

稿を終えるにあたり、ご指導・ご校閲を賜りました日本医科大学放射線医学教室隈崎達夫主任教授に厚く御礼申し上げます。また、貴重な症例をご提供いただいた日本医科大学産婦人科学教室荒木 勤主任教授ならびに教室員諸兄に深謝いたします。さらに、本研究に終始ご協力いただいた日本医科大学放射線医学教室諸兄ならびに MRI 室各位に深く感謝いたします。

なお、本論文の一部は、第 51 回日本医学放射線学会総会(1992 年 4 月)、第 60 回日本医科大学医学会総会(1992 年 9 月)、第 6 回日本医学放射線学会腹部放射線研究会(1993 年 2 月)および第 52 回日本医学放射線学会総会(1993 年 4 月)にて発表した。

文 献

- 1) Hricak, H., Alpers, C., Crooks, L., and Sheldon, P.: Magnetic resonance imaging of the female pelvis; Initial experience. *AJR*, 141, 1119~1128, 1985.
- 2) Togashi, K., Ozasa, H., Konishi, I., Itoh, H., Nishimura, K., Fujisawa, I., Noma, S., Sagoh, T., Minami, S., Yamashita, K., Nakano, Y., Konishi, J., and Mori, T.: Enlarged uterus; Differentiation between adenomyosis and leiomyoma with MR imaging. *Radiology*, 171, 531~534, 1989.
- 3) Foster, M.A., Knight, C.H., Rimmington, J.E., and Mallard, J.R.: Fetal imaging by nuclear magnetic resonance; A study goats. *Radiology*, 149, 193~195, 1983.
- 4) Smith, F.W., Adam, A.H., and Phillips, W.D.: NMR imaging in pregnancy. *Lancet*, 1, 61~62, 1983.
- 5) 細川敦之, 木内孝明, 児島完治, 高島 均, 大川元臣, 田辺正忠, 黒瀬高明, 半藤 保: 子宮頸管妊娠の 1 例; MRI 所見を中心にして。臨床放射線, 36, 975~978, 1991.
- 6) 若林ゆかり, 下山田和裕, 伊達直記, 杉木修二, 黒田真奈, 横内順一, 松田道裕, 阿部公彦: MRI が有用であった産褥期合併症の 3 例。臨床放射線, 36, 1731~1734, 1991.
- 7) 林 浩子, 前田春男, 黒川茂樹, 横山道夫, 幡谷 功, 徳永昭輝, 新田幸壽, 大澤哲雄: 出生前診断に MRI が有用であった 2 例。臨床放射線, 38, 419~422, 1993.

- 8) 川鱒市郎, 玉舎輝彦: MRI を用いた胎児診断の臨床への応用. 周産期医学, 21, 831~835, 1991.
- 9) 高橋康一, 刳部正隆, 野口顕一, 中村幸雄: 胎児診断としての MRI の有用性. 産婦人科の実験, 41, 789~794, 1992.
- 10) Garden, A.S., Griffiths, R.D., Weindling, M., and Martin, P.A.: Fast-scan magnetic resonance imaging in fetal visualization. Am. J. Obstet. Gynecol., 164, 1190~1196, 1991.
- 11) 天沼 誠, 長谷川真, 榎本京子, 渡部恒也, 平敷淳子: SSFP 法による胎児異常の MRI 診断. 日磁医誌, 13, 239~246, 1993.
- 12) McCarthy, S.: Magnetic resonance imaging in obstetrics and gynecology. Mag. Reson. Imaging, 4, 59~66, 1986.
- 13) 富樫かおり: 婦人科疾患の MRI 診断. p. 82~242. 医学書院, 1990.
- 14) Benson, R.C., Colletti, P.M., Platto, L.D., and Ralls, P.W.: MR imaging of fetal anomalies. AJR, 156, 1205~1207, 1991.
- 15) Food and Drug Administration: Magnetic resonance diagnostic device; Panel recommendation and report on petitions for MR reclassification. Federal Register, 53, 7575~7579, 1988.
- 16) Consensus Conference: Magnetic resonance imaging. JAMA, 259, 2132~2138, 1988.
- 17) McCarthy, S.M., Filly, R.A., Stark, D.D., Hricak, H., Brant-Zawadzki, M.N., Callen, P.W., and Higgins, C.B.: Obstetrical magnetic resonance imaging; Fetal anatomy. Radiology, 154, 427~432, 1985.
- 18) McCarthy, S.M., Stark, D.D., Filly, R.A., Callen, P.W., Hricak, H., and Higgins, C.B.: Obstetrical magnetic resonance imaging; Maternal anatomy. Radiology, 154, 421~425, 1985.
- 19) Kier, R., McCarthy, S.M., Scoutt, L.M., Viscarello, R.R., and Schwartz, P.E.: Pelvic masses in pregnancy; MR imaging. Radiology, 176, 709~713, 1990.
- 20) Stark, D.D., McCarthy, S.M., Filly, R.A., Parer, J. T., Hricak, H., and Callen, P.W.: Pelvimetry by magnetic resonance imaging. AJR, 144, 947~950, 1985.
- 21) Thickman, D., Mintz, M., Mennuti, M., and Kressel, H.Y.: MR imaging of cerebral abnormalities in utero. J. Comput. Assist. Tomogr., 8, 1058~1061, 1984.
- 22) McCarthy, S.M., Stark, D.D., and Higgins, C.B.: Demonstration of the fetal cardiovascular system by MR imaging. J. Comput. Assist. Tomogr., 8, 1168~1169, 1984.
- 23) Brown, C.E.L., and Weinreb, J.C.: Magnetic resonance imaging appearance of growth retardation in a twin pregnancy. Obst. Gynecol., 71, 987~988, 1988.
- 24) McCarthy, S.M., Filly, R.A., Stark, D.D., Callen, P.W., Globus, M.S., and Hricak, H.: Magnetic resonance imaging of fetal anomalies in utero; Early experience. AJR, 145, 677~682, 1985.
- 25) 渡部恒也, 天沼 誠, 榎本京子: MP, RAGE 法による高速撮影. 日独医報, 37, 578~588, 1993.
- 26) Powell, M.C., Buckley, J., Price, H., Worthington, B.S., and Symonds, E.M.: Magnetic resonance imaging and placenta previa. Am. J. Obstet. Gynecol., 154, 565~569, 1986.

(受付: 1993年10月6日)