

태아의 두개골내 이상 및 복강내 이상 진단을 위한 태아자기공명영상의 유용성

연세대학교 의과대학 산부인과학교실*, 영상의학과학교실[†], 여성생명과학연구소[‡]

손용석*, 권자영*, 김명준[†], 김영한*,[‡] 박용원*,[‡]

= Abstract =

Fetal MRI for the evaluation of the fetal intracranial and intraabdominal abnormalities

Yong-Seok Sohn*, Ja-Young Kwon*, Myung-Joon Kim[†], Young-Han Kim*,[‡],
Yong-Won Park*,[‡]

Department of Obstetrics and Gynecology, Department of Radiology[†],
Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea,
Institute of Women's Life Science[‡]*

Objective: Fetal MRI has provided detailed and reproducible fetal anatomy, especially in central nervous system and abdomen. This study was performed to evaluate the usefulness of fetal MRI for the evaluation of the fetal intracranial and intraabdominal abnormalities.

Methods: We retrospectively reviewed 57 cases in which fetal MRI were taken from January, 2000 to November, 2005 to make more accurate diagnosis and to detect more fetal abnormalities following abnormal prenatal ultrasonographic findings in intracranial and intraabdominal organ. Final diagnosis was made by postnatal pathology, postnatal MRI and other modalities (such as pathology, MRI). A 1.5-Tesla superconductive MR imaging unit was used to obtain half-Fourier acquisition single-shot turbo spin images.

Results: Of the 57 fetuses, intracranial abnormalities were found in 35 fetuses, intraabdominal abnormalities in 22 fetuses. There were 8 cases of different diagnosis between fetal MRI and ultrasonography. In that cases, fetal MRI provided more exact diagnosis than ultrasonography (7 VS 0). Four fetuses with intracranial abnormalities on ultrasonography were diagnosed to be normal on fetal MRI and in postnatal diagnosis.

Conclusion: We suggest that fetal MRI is more useful than ultrasonography for the evaluation of intracranial and intraabdominal abnormalities in some instances. For the prenatal counseling and postnatal treatment planning, fetal MRI can be informative when prenatal ultrasonography is inadequate and doubtful.

Key Words : Fetal MRI, Prenatal diagnosis, Ultrasonography, Congenital anomaly

산전 초음파는 태아나 산모에 위험한 영향이 없고 실시간 영상 획득이 가능하며 비교적 저렴한 비용으로 검사를 시행할 수 있다는 여러 가지 장점으로 인해 태아와 태반 및 산모의 골반 내 구조 이상을 진단하는 기본 검사로 널리 이용되고 있다. 그러나 산모의 체지방이 많은 경우나 양수의 양이 적은 경우, 임신 후반기 후두와 구조 등을 확인해야 할 경우에는 정확한 영상을 얻을 수 없는 경우가 많아 진단에 한계가 존재하였다.¹⁻³ 이러한 초음파의 한계를 극복하고 더 나은 영상과 진단을 위한 방법으로 태아 자기공명 영상이 제시되고 있다. 임신중인 산모에 처음 자기공명영상이 이용된 것이 보고된 것은 1983년이며⁴ 초기에는 대부분 산모나 태반에 대한 정보를 얻기 위해 자기공명영상이 이용되었다.⁵ 태아자기공명영상이 국내에 처음 소개된 것은 1990년대 초반이나 영상획득 시간이 긴 관계로 정확한 영상획득이 어렵고, 태아의 움직임 최소화하기 위해 진정제를 투여하여야 하는 경우도 있어 실제 임상에서는 널리 이용되지 못하였으나⁶ 1990년대 후반 고속으로 영상을 얻을 수 있는 영상프로그램이 개발되면서 이러한 단점들이 극복되어 이용이 증가되는 추세이다.^{7,8} 그러나 아직까지는 초음파 검사보다 검사 비용이 비싸고 검사시간이 길며 태아의 심장이나 혈류 정보를 얻을 수 없다는 단점으로 인해 태아 진단에 기본 검사로 시행할 수는 없으나 초음파검사에서 여러 가지 이유로 진단이 정확하지 않거나 추가 기형의 유무를 진단하기 위한 검사로서의 역할은 점점 강조되고 있으며, 현재까지 보고된 바로는 태아의 뇌, 경부, 복부의 검사에 매우 유용하며 특히 태아 수술이 필요한 경우 태아 자기공명 영상이 필수 검사로 정착되어 가고 있는 실정이다.⁹ 이러한 태아 자기공명 영상의 적응증이나 초음파의 보조진단 방법으로서의 유용성에 대해 국내외에서의 문헌 보고는 여러 차례 있었으나 국내에서는 보고된 바 없어 저자들은 본원에서 6년간 산전초음파검사서 두개골내 이상이나 복강내 이상이 발견되어 태아자기공명영상을 시행한 57예의 기록을 후향적으로 연구하여 그 유용성에 대하여 알아보고자 하였다.

2000년 1월부터 2005년 11월까지 연세의료원 신촌 세브란스병원에서 산전 초음파를 통해 두개골내 태아 기형이나 복강내 태아 기형이 의심되어 태아 자기공명영상을 시행 받은 57예를 대상으로 후향적 연구를 하였다. 태아자기공명영상은 추가 기형의 확인이나 보다 정밀한 진단을 위해 필요하다고 생각되는 산모를 대상으로 원하는 산모에 한하여 시행하였으며 산모 57예 각각의 산전 초음파 소견과 태아 자기공명영상 소견을 확인하였고 최종 진단이 확인 된 25예에 대해서는 각 검사의 결과와 최종 진단을 비교하였다. 자기공명영상의 심장 기형 진단은 한계가 있다는 것은 이미 알려진 사실이므로 산전 초음파 검사에서 심장 기형이 동반된 경우에 심장에 대한 진단은 평가에서 제외하였다. 또한 산전 초음파 검사에서 두 부위 이상의 기형이 진단된 경우에는 태아자기공명영상 촬영의 직접적인 원인이 된 기형부위를 비교하였다. 산전 초음파 검사는 Aloka SSD 5500과 Acuson Sequoia가 이용되었으며 자기 공명 영상은 1.5-Tesla superconductive MR imaging unit가 이용되었다. 출산 후 최종 진단은 수술 후 조직 검사, 출산 후 자기 공명 영상, 출산 후 기타 검사(초음파검사, 식도촬영술, 역행성 요로 검사 등) 등을 통해 이루어졌다.

결 과

총 57예 중 25예에서 최종 진단을 확인할 수 있었으며, 이 중 두개골내 이상은 10예였으며 복강내 이상은 15예였다. 최종 진단을 확인할 수 없었던 32예 중 27예는 추적 관찰이 실패한 경우였으며, 5예는 자궁 내 태아 사망이나 주산기 사망 후 부검 거부로 인해 최종진단을 확인할 수 없었다. 57예 중 두개골내 기형 의심으로 인해 태아 자기 공명영상을 촬영한 경우는 35예였으며, 복강내 이상은 22예였다. 두개골 내 이상에서 태아자기 공명 영상의 적응증으로는 뇌들보 무발생(Agenesis of corpus callosum)이 8예로 가장 많았고 복강내 이상에서 태아자기공명영상의 적응증으로는 신장이나 부신의 이상소견이 13예로 가장 많았다(Table 1). 태아 자기공명영

Table 1. Ultrasonographic Indications for Fetal MRI

Indication	No. of Case (N=57)
Agenesis of corpus callosum	8
Dandy-Walker complex	7
Ventriculomegaly	7
Arachnoid cyst	3
Hypoplastic cerebellum	3
Holoprosencephaly	2
Lissencephaly	1
Brain tumor	1
Intraventricular hemorrhage	1
Periorbital cyst	1
Defect of occipital bone	1
Aplastic or dysplastic kidney	9
Adrenal gland mass or renal mass	4
Bowel obstruction	4
Congenital diaphragmatic hernia	2
Others	3
Total	57

상을 촬영한 시기를 임신 주수 별로 살펴보면, 임신 32주 이상이 23예로 가장 많았으며 임신 24주에서 임신 27주 사이가 16예, 임신 28주에서 임신 31주 사이가 12예, 임신 23주 이하가 6예였으며, 가장 빠른 시기에 태아 자기공명영상을 촬영한 시기는 임신 22주였다. 최종 진단이 확인된 25예 중 산전초음파 소견과 태아 자기공명영상의 소견이 다른 경우는 모두 8예였으며 이 중 7예서는 태아 자기공명영상의 소견이 최종진단과 같았으며 1예는 두 검사 모두 진단이 정확하지 못하였다(Table 2).

두개골 내 이상 : 두개골 내 기형 의심으로 인해 태아 자기 공명영상을 촬영한 35예의 적응증은 뇌돌보 무발생이 8예, Dandy-Walker complex 및 뇌실 확장증이 각각 7예였으며 거미막낭종 3예, 소뇌 발육부전 3예, 전전뇌증(holoprosencephaly) 2예, 뇌이랑없음증(lissencephaly) 1예, 후두골결손 1예, 뇌실내 출혈 1예, 안와주위 낭종 1예, 뇌종양 1예의 순이었다(Table 1). 최종진단이 확인된 두개골 내

Table 2. Comparison among the findings of ultrasonography, fetal MRI and final diagnosis in 8 cases which showed inconsistent results

U/S findings & G.W. (gestational weeks)	MRI findings & G.W. (gestational weeks)	Final diagnosis
R/O Dandy-walker variant IUP 29 G.W.	Normal IUP 30 G.W.	Normal
Lissencephaly IUP 30 G.W.	Normal IUP 30 G.W.	Normal
R/O Intraventricular hemorrhage IUP 33 G.W.	R/O Choroid plexus originated mass such as papilloma or other masses IUP 33 G.W.	Brain hamartoma
R/O Dandy-walker variant R/O bilateral pyelectasis IUP 24 G.W.	No abnormality in brain Right hydronephrosis IUP 25 G.W.	Normal Right hydronephrosis
Cerebellar hypoplasia Cleft lip and palate IUP at 24 G.W.	Normal cerebellum Cleft lip and palate IUP at 26 G.W.	Normal Cleft lip and palate
Liver hemorrhage IUP at 34 G.W.	Hemangioendothelioma of liver IUP at 34 G.W.	Hemangioendothelioma of liver
R/O Left renal agenesis IUP 25 G.W.	Normal IUP 26 G.W.	Normal
R/O Esophageal atresia Tracheoesophageal fistula IUP 23 G.W.	Polyhydramnios with small stomach No visible dilated pouch IUP 24 G.W.	No tracheoesophageal fistula No esophageal atresia

이상 10예 중, 초음파 소견에서 두개골 내 기형이 의심되었던 4예(Dandy-Walker 변형 2예, 뇌이랑없음증(lissencephaly) 1예, 소뇌발육부전 1예)에서 태아자기공명영상과 최종진단에서 정상으로 진단되었고, 초음파 소견에서 뇌실내 출혈이 의심되었던 예는 태아자기공명영상에서 유두종(papilloma)의 가능성이 높다고 진단되었으나, 출생 후 병리조직 검사 상에서 과오종(hamartoma)으로 최종 진단되었다. Fig. 1은 산전 초음파검사에서 경도의 후두와 확장 소견과 소뇌 벌레(cerebellar vermis)의 부분적 결손이 의심되는 소견 보여 Dandy-Walker 변형이 의심되었던 예로 태아자기공명 소견에서 후두와의 크기 증가 없고 제 4뇌실과 대조(cisterna magna)의 직접적인 연결이 보이지 않으며 소뇌 벌레의 정상소견 보여 정상으로 진단되었으며 출생

후 자기공명영상 촬영에서 정상으로 최종진단 받은 예이다. 최종진단이 확인되지 않은 25예 중 초음파 검사 결과와 태아자기공명영상의 결과가 다른 경우는 8예였으며 이 중 초음파에서 확인하지 못했던 새로운 병변이 태아자기공명영상에서 진단된 경우가 2예, 초음파에서 병변이 의심되었으나 태아자기공명영상에서 정상으로 진단된 경우가 3예 그리고 병변 부위에 대한 해석이 다른 경우가 3예였다. Fig. 2는 산전초음파에서 대조 확장 소견과 소뇌 벌레의 부분 결손 소견 보여 Dandy-Walker 변형이 의심되었던 경우로 태아자기공명영상에서 후두와의 크기 증가 및 소뇌 벌레의 결손으로 인한 4뇌실과 대조의 직접적인 연결이 확인되어 Dandy-Walker 기형으로 진단되었다.

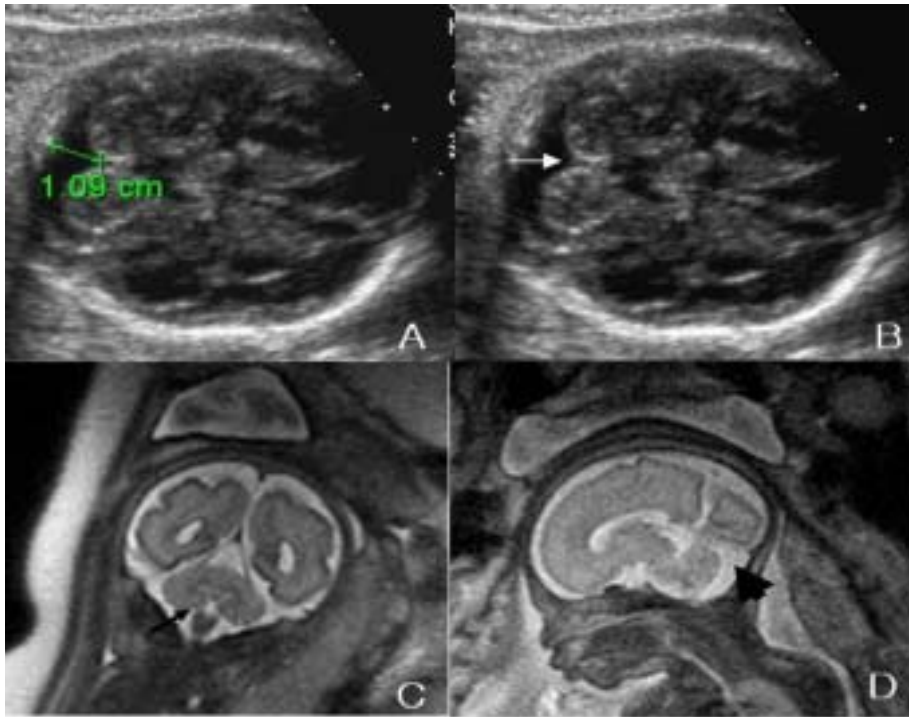


Fig. 1. A case diagnosed as suspicious Dandy-Walker variant by ultrasonography due to mild cisterna magna enlargement (A) and defect of cerebellar inferior vermis. But, fetal MRI shows intact cerebellar inferior vermis (C) and normal sized posterior fossa (D). In postnatal MRI, this fetus was diagnosed to be normal.

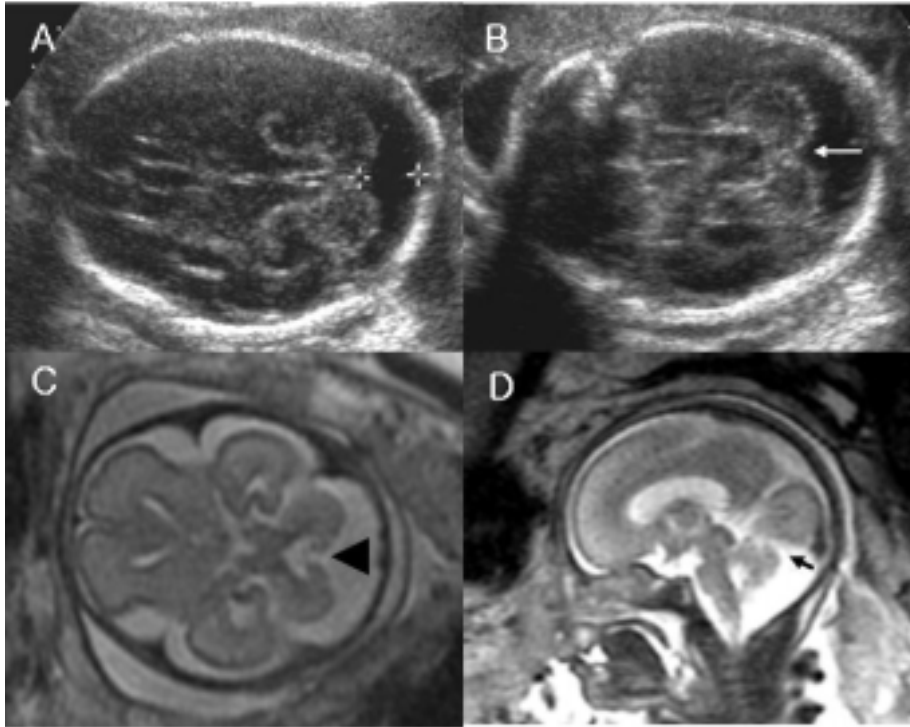


Fig. 2. A case diagnosed as suspicious of Dandy-Walker variant by ultrasonography at 26 weeks' gestation due to enlarged cisterna magna (A) and hypoplastic cerebellar vermis (B). Transaxial magnetic resonance image shows direct communication between 4th ventricle and cisterna magna, black arrow head (C) and sagittal magnetic resonance image shows enlarged posterior fossa and cerebellar vermian defect, black arrow (D). This case was diagnosed as Dandy-Walker malformation by fetal MRI.

복부 이상 : 태아의 복부 이상이 의심되어 태아자기공명영상을 촬영한 경우는 22예였으며 이들의 적응증으로는 신장 형성 부전이나 이형성 신장이 의심되어 태아자기공명촬영을 시행한 예가 9예, 신장이나 부신의 종괴가 의심된 경우가 4예, 위장관계의 폐색이 의심된 경우가 4예, 선천성황격막탈장이 2예, 기타 3예였다. 22예 중에서 최종진단이 확인된 경우는 15예였으며 이 중 초음파 소견과 태아자기공명영상 소견이 다른 예는 3예가 있었고, 한 예는 산전초음파에서는 좌측 신장 형성 부전으로 태아자기공명영상에서는 정상으로 진단되었으며 출생 후 최종진단은 정상 신장으로 확인되었고, 한 예는 산전초음파검사에서는 간 실질내 출혈이 의심되었으나 태아자기공명영상과 최종진단에서는 간의 혈관내피증으로 진단되었고, 한 예는 초음파에서는 식

도-기관지 누공 또는 식도 폐쇄로, 태아자기공명영상에서는 위가 작은 원인을 정확히 알 수 없으나 태아의 경부와 흉부에서 식도나 기관지의 확장 소견 보이지 않아 식도-기관지 누공 또는 식도 폐쇄의 가능성은 낮은 것으로 보고되었고 출생 후 식도조영술 시행 결과 식도-기관지 누공 또는 식도 폐쇄는 없는 것으로 확인되었다. 최종진단이 확인되지 않은 7예는 산전초음파진단과 태아자기공명영상 진단이 모두 같았다. Fig. 3은 임신 25주 산전초음파 검사에서 태아의 소장 폐색을 동반한 난소낭종 또는 태변성 가성낭종이 의심되어 태아자기공명영상을 촬영한 예로 태아자기공명영상에서는 소장폐색으로 인한 태변성 가성낭종으로 진단되었고, 출생 후 조직검사 결과 공장폐색으로 진단된 예이다.

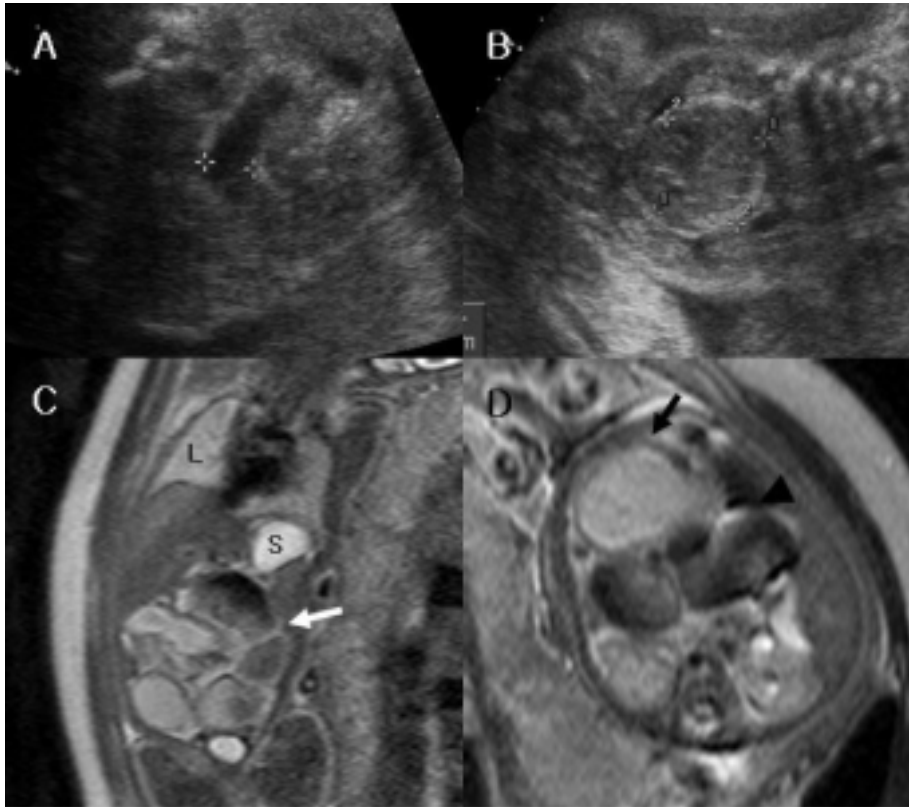


Fig. 3. A case diagnosed as suspicious of fetal ovarian cyst or meconium pseudocyst by ultrasonography at 24 weeks' gestation. A. Axial sonogram shows dilated fetal small bowel. B. Coronal sonogram demonstrates well defined hypoechoic round mass in fetal abdomen. Same patient at 26 weeks' gestation, T2-W sequence (C, D). C. Coronal scan shows dilated loops with meconium-like signal (white arrow) D. Transaxial scan shows well defined large cystic structure (Black arrow) around dilated bowel loops (black arrow head). (L; lung, S; stomach). This case was diagnosed as small bowel obstruction with meconium pseudocyst in fetal MRI and later confirmed as jejunal atresia with meconium pseudocyst by postnatal pathology.

고 찰

초음파검사는 현재 임신 중 태아의 구조적 이상과 안녕 평가를 위해 이용되는 기본 검사로서 여러 가지 장점을 가지고 있지만 몇몇 경우에 있어 정확한 진단을 내리거나 향후 치료계획을 세우고 산전 상담을 하기에 불충분한 정보를 제공하는 경우가 있다. 이러한 경우에 자기공명영상은 초음파검사에서는 제공하지 못한 여러 유용한 정보를 제공함으로써 정확한 산전 진단을 하고 향후 산전진찰 계획을 세우거나 태아치료를 계획하는 데 있어 중요한 수

단으로 최근 그 이용이 증가하고 있다. 현재까지 자기공명영상이 흔히 이용되는 태아기형으로는 뇌들보 무발생, 대조 이상, 양측 신장 형성 부전, 선천성 횡격막 탈장 등이 있다.¹⁰ 태아자기공명영상은 임신 초기 기관이 만들어지는 시기에 미치는 영향에 대해 아직까지는 정확히 밝혀지지 않았기 때문에 임신 1분기에는 이용되지 않고 있으나, 임신 1분기 이후 태아에 대한 어떤 부작용도 보고되지 않고 있어 임신 2분기 이후 산전 태아자기공명영상 촬영은 태아에 안전하다고 생각되고 있다.¹¹⁻¹⁵ 조영제를 사용할 경우에는 태아에서는 혈액으로 들어간 조영제가

신장을 통해 양수로 배출되고 이를 다시 흡입하여 위장관으로 들어가 재 흡수되므로 반감기를 알 수 없기 때문에 조영제 사용은 금하고 있다.¹⁶ 산전 태아의 기형을 진단하는데 있어 산전초음파검사의 보조적인 수단으로 태아자기공명영상이 우수한 역할을 하고 있음은 이미 널리 인정되는 사실이며 본 연구에서도 최종진단이 확인된 25예 중 8예에서 진단이 바뀌었고 이 중 7예에서 태아자기공명영상소견이 정확한 것으로 확인되었다. 그러나 태아자기공명영상이 어느 정도의 정확성을 보이는지에 대한 정확한 통계는 구하기 어렵다. 그 원인으로 태아자기공명영상 촬영 후 정상소견을 보이는 경우에는 다시 1차나 2차 의료기관으로 전원하여 가는 경우가 많고 비정상 소견을 보인 경우에는 불량한 예후를 고려하여 임신 중절을 선택함으로써 추적 관찰이 되지 않거나 추적관찰이 되더라도 여러 이유로 산후 정확한 진단을 얻을 수 없는 경우가 있기 때문인 것으로 생각되며 본 연구에서도 전체 연구 대상 산모 57예 중 25예인 약 43.9%에서만 최종진단을 확인할 수 있었다. 태아자기공명영상은 신경원의 이동(neuronal migration), 대뇌이랑형성(gyral formation), 수초형성(myelination) 등에 의한 뇌 발육에 따른 변화를 초음파보다 정확히 판별할 수 있으며¹⁷ 후두와의 기형을 진단하는데 산전 초음파보다 우수한 것으로 알려져 있다. 보고된 바에 의하면 두개골내 기형이 의심되는 경우 태아자기공명영상을 시행하는 흔한 적응증으로는 뇌실확장증, 뇌돌보무발생, Dandy-Walker 기형, 거미막낭종, 전전뇌증 등이 있으며¹⁸ 그 중 가장 흔한 적응증은 뇌실 확장증으로 뇌실확장증이 있는 태아의 약 70-84%에서 중추신경계 기형이 동반되며 정신박약 등의 확률이 높아 출생 후 예후가 좋지 못한 것으로 알려져 있다.¹⁹⁻²³ 본 연구에서도 뇌돌보무발생과 Dandy-Walker 기형, 뇌실확장증이 가장 흔한 적응증이었다. 본 연구결과 최종진단이 확인된 두개골내 기형 10예 중 4예에서 태아자기공명영상을 촬영한 후 진단이 바뀌고 치료 계획이 바뀌어 두개골 내 이상이 의심될 경우 추가적인 태아자기공명영상을 시행하는 것이 유용한 것임을 확인할 수 있었다. 태아의 위장관계나 비뇨생식기계의 기형이 의심되는 경우 태아자기공명영상은 장의 위치, 소

장 및 대장의 구분, 장 폐쇄의 위치 등을 파악하거나,²⁴ 선천성 횡격막 탈장 시 탈장된 간의 용적을 계산하여 출생 후 예후를 예측하고²⁵ 신형성부전증 등을 진단하는데 초음파검사보다 우수하며, 복강 내 큰 종양이 있을 경우 광범위하고 다양한 영상면을 얻을 수 있기 때문에 초음파검사보다 종양의 발생 부위를 잘 알 수 있는 장점이 있다.²⁶ 본 연구에서는 최종진단이 확인된 15예의 복강내 이상 중 3예에서 태아자기공명영상 촬영 후 진단이 바뀌었으며 3예 모두 태아자기공명영상이 정확한 것으로 확인되었어 태아의 복강내 이상을 진단하는데 있어서도 태아자기공명영상이 유용함을 확인할 수 있었다. 산전초음파검사는 산전 태아의 구조적 기형이나 안녕 평가에 필수적인 일차 검사로서 많은 정보를 제공하고 있다. 그러나 초음파소견이 여러 가지 이유로 불충분하거나 진단이나 치료의 방침을 결정하지 못할 경우 보조적인 영상검사로서 태아자기공명영상은 초음파의 부족한 소견을 보완하거나 초음파에서 발견되지 않은 새로운 기형이나 병변을 발견하는데 유용한 검사로서의 역할을 할 수 있는 것으로 판단된다. 본원에서의 경험으로 보았을 때 산전초음파에서 두개골내 기형이나 복강내 기형이 의심될 경우 태아자기공명영상을 시행함으로써 추가적으로 유용한 정보를 얻는 경우가 많아 태아자기공명영상을 시행하는 것이 좋을 것으로 판단된다. 자기공명영상기기와 프로그램의 개발이 빠른 속도로 진행되고 있어서 영상획득방법의 변화 및 검사시간의 단축이 가능할 것이고 태아자기공명영상의 검사기준과 방법이 확립되어 감에 따라 앞으로 태아자기공명영상의 이용이 점차 늘어날 것으로 생각되지만 초음파기기의 발달과 판독능력의 발전도 더불어 이루어지고 있으므로 그 적응증에 대해서는 지속적으로 논의되고 수정되어야 할 것이다.

참고문헌

1. Garel C, Brisse H, Sebag G, Elmaleh M, Oury JF, Hassan M. Magnetic resonance imaging of the fetus. *Pediatr Radiol* 1998;28:201-11.
2. Angtuaco T, Shah H, Mattison D, Quirk J. MRI in high risk obstetric patients: a valuable complement to US. *Radio Graphics* 1992;12:91-109.

3. Sonigo PC, Rypens FF, Carteret M, Delezoide AL, Brunelle FO. MR imaging of fetal cerebral anomalies. *Pediatr Radiol* 1998;28:212-22.
4. Smith FW, Adam AH, Phillips WDP. NMR imaging in pregnancy. *Lancet* 1983;1:61-2.
5. Stark DD, McCarthy SM, Filly RA, Apere JT, Hricak H, Callen PW. Pelvimetry by magnetic resonance imaging. *AJF* 1985;144:947-50.
6. Yuh WTC, Nguyen HD, Fisher DJ. MR of fetal central nervous system abnormalities. *AJNR* 1994; 15:459-64.
7. Kiefer B, Grassner J, Hausman R. Image acquisition in a second with half Fourier acquisition single-shot turbo spin-echo. *J Magn Reson Imaging* 1994;4: 86-7.
8. Levine D, Barnes PD, Sher S. Fetal fast MR imaging: reproducibility, technical quality, and conspicuity of anatomy. *Radiology* 1998;206:549-554.
9. Hubbard AM. Ultrafast fetal MRI and prenatal diagnosis. *Seminars in Pediatric Surgery* 2003;12: 143-53.
10. Ertl-Wagner B, Lienemann A, Strauss A, Reiser MF. Fetal magnetic resonance imaging: indications, technique, anatomical considerations and a review of fetal abnormalities. *Eur Radiol* 2002;12:1931-40.
11. Wolff S, Crooks L, Brown P, Howard R, Painter R. Test for DNA and chromosomal damage induced by nuclear magnetic resonance imaging. *Radiology* 1980;136:707-10.
12. Schwartz J, Crooks L. NMR imaging produces no observable mutations or cytotoxicity in mammalian cells. *Am J Roentgenol* 1982;139:583-5.
13. Kanal E, Gillen J, Evans J, Savitz D, Shellock F. Survey of reproductive health among female MR workers. *Radiology* 1993;187:395-9.
14. Baker P, Johnson I, Harvey P, Mansfield P. A three-year follow-up of children in utero using echo-planar magnetic resonance. *Am J Obstet Gynecol* 1994;170:32-3.
15. Shellock FG, Kanal E. Policies, guidelines, and recommendations for MR imaging safety and patient management. *SMRI safety committee. J Magn Reson Imaging* 1991;1:97-101.
16. Shellock FG, Kanal E. Bioeffects and safety of MR procedures. In: Edelman RR, Hesselink JR, Zlatkin MB(eds) *Clinical magnetic resonance imaging*, 2nd edn. Saunders, Philadelphia, p429.
17. Hubbard AM, Harty MP, States LJ. A new tool for prenatal diagnosis: ultrafast fetal MRI. *Seminars in Perinatology* 1999;23:437-47.
18. Blaicher W, Prayer D, Bernascheck G. Magnetic resonance imaging and ultrasound in the assessment of the fetal central nervous system. *J Perinat Med* 2003;31:459-68.
19. Pretorius DH, Davis K, Manco-Johnson ML, Manchester D, Meier PR, Clewell WH. Clinical course of fetal hydrocephalus: 40 cases. *AJR* 1985; 144:827-31.
20. Nyberg DA, Mack LA, Hirsch J, Pagon RO, Shepard TH. Fetal hydrocephalus: sonographic detection and clinical significance of associated anomalies. *Radiology* 1987;163:187-91.
21. Vintzileos AM, Campbell WA, Weinbaum PJ, Nochimson DJ. Perinatal management and outcome of fetal ventriculomegaly. *Obstet Gynecol* 1987;69: 5-11.
22. Cochrane DD, Myles ST, Nimrod C, Still DK, Sugarman RG, Wittmann BK. Intrauterine hydrocephalus and ventriculomegaly: associated abnormalities and fetal outcome. *Can J Neurol Sci* 1985;12:51-9.
23. Chervenak FA, Duncan C, Ment LR. Outcome of fetal ventriculomegaly. *Lancet* 1984;2:179-81.
24. Benachi A, Nigo P, Jouannic JM. Determination of anatomical location of an antenatal intestinal occlusion by magnetic resonance imaging. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2001;18:163-5.
25. Levine D. Fetal magnetic resonance imaging. *The Journal of Maternal-Fetal and Neonatal Medicine* 2004;15:85-94.
26. Toma P, Lucigrai G, Doderio P. Prenatal detection of abdominal mass by MR imaging performed while the fetus is immobilized with pancuronium bromide. *Am J Roentgenol* 1990;154:1049-50.
27. Hubbard AM, Crombleholme T, Adzick NS. Prenatal MRI evaluation of giant neck masses in preparation for fetal exit procedure. *Am J Perinatol* 1998;15: 253-7.

국문초록

목적: 본 연구는 태아의 두개골내 또는 복강내 이상을 진단하는데 있어 태아자기공명영상의 유용성에 대해 알아보려고 시행되었다.

연구 방법: 2000년 1월부터 2005년 11월까지 신촌 세브란스병원에서 산전초음파로 태아의 두개골

내 또는 복강내 이상소견이 발견되어 태아자기공명 영상을 시행한 57예의 산모를 대상으로 산전초음파 소견, 태아자기공명영상 소견, 출산 후 최종 진단을 확인하였다. 최종진단은 출산 후 조직검사, 산후 자기공명영상, 산후 초음파 등을 통해 이루어졌으며 1.5-Tesla superconductive MR imaging unit가 이용되었다.

결과: 총 57예 중 중추신경계 이상으로 인해 fetal MRI를 시행한 경우가 35예, 복강내 이상이 22예였으며 25예에서 최종진단이 확인되었다. 산후 최종진단을 확인할 수 있었던 25예 중 산전 초음파 진단과 태아자기공명영상의 진단이 다른 경우는 총 8예였고, 이 중 7예는 fetal MRI의 진단이 정확하였

으며, 1예는 두 검사 모두 진단이 정확하지 못하였다. 특히 산전초음파에서 두개골내 이상이 의심되었으나 fetal MRI에서 정상 소견이었던 4예는 산후에 모두 정상인 것으로 확인되었다.

결론: 태아의 두개골내 이상이나 복강내 이상을 진단하는데 있어 산전초음파의 진단이 정확하지 않거나 여러 이유로 정확한 영상을 얻을 수 없을 경우 시행하는 태아자기공명영상은 보다 정확한 정보를 제공함으로써 산전상담 및 산후 치료를 위한 계획을 세우는데 유용한 검사로 판단된다.

중심 단어 : 태아자기공명영상, 초음파, 태아기형