

Konjenital Anomalilerin Değerlendirilmesinde Fetal Manyetik Rezonans Görüntülemenin Rolü ***Role of Magnetic Resonance Imaging in the Diagnosis of Congenital Anomalies***

Elif Gündoğdu, Hasan Yiğit

Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Radyoloji Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

Özet: Bu çalışmada, prenatal ultrasonografi (US) ile anomali şüphesi bulunan olguların fetal manyetik rezonans görüntüleme (MRG) bulgularını değerlendirmek, anomali tespit edilen fetusların US ve MRG bulgularını karşılaştırmak ve MRG'nin tanınan yararlılığını araştırmak amaçlanmıştır. Prenatal US incelemesi sonrası çeşitli nedenlerle ek incelemeye ihtiyaç duyulan 38 gebeye fetal MRG uygulandı. Tetkiki tolere edemediğinden incelemesi tamamlanamayan 1 gebe çalışma dışı bırakıldı. US incelemesi dış merkezlerde yapılan olgulara obstetrik US MRG'leri yorumlayan radyologlar tarafından gerçekleştirildi. US incelemesini takiben 2-10 gün arasında değişen sürede MRG tetkiki yapıldı. MRG görüntüleri US verilerinden haberdar iki radyolog tarafından değerlendirildi. MRG bulguları, US bulguları ve MRG'nin US'ye ek bilgi sağladığı durumlar kaydedildi. Fetal MRG tetkiki olguların 18'inde (% 48,6) tanıyı değiştirdi. Olguların 8'inde (% 18,9) ek anomali tespit edildi. Olguların 8'inde (% 18,9) US'de konulan ön tanı desteklendi, ek anomali saptanmadı, ancak daha fazla anatomik detay göstermesi nedeniyle anomalilerin daha iyi anlaşılması sağlandı. 28 olguda US ve MRG bulguları postnatal sonuçlar ile karşılaştırıldı. Postnatal standart referans sonuçlarına göre 28 olgunun 15'inde (% 53,5) hem US, hem MRG ile doğru sonuçlar elde edildi. Bu 15 olgunun 8'inde (% 53,3) fetal MRG, US incelemeye ek katkı sağladı. 28 olgunun 13'ünde (% 46,4) MRG sonucu postnatal bulgular ile uyumlu iken, US sonucu postnatal sonuçlar ile uyumlu değildi. US incelemenin tanınan olarak yetersiz kaldığı ya da saptanan anomalinin tüm bileşenleriyle açıkça değerlendirilemediği kompleks konjenital anomalili olguların bir kısmında MRG ile tanı değişmiş, bir kısmında MRG ile US incelemeye ek katkı sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Konjenital Anomali, Manyetik Rezonans İnceleme, Ultrasonografi

Gündoğdu E. Yiğit H. (2017). *Konjenital Anomalilerin Değerlendirilmesinde Fetal Manyetik Rezonans Görüntülemenin Rolü*, *Osmangazi Tıp Dergisi* 2017, 39(51-64): Doi: 10.20515/otd.18786

Abstract: Evaluating the fetal magnetic resonance imaging (MRI) findings of subjects who have anomaly suspicion or detected anomaly in prenatal ultrasonography (US), comparing the MRI and US findings of anomaly detected fetuses and discussing the diagnostic usefulness of MRI were aimed in this study. 38 pregnant women who were told further investigations are needed after their prenatal US imaging were done, underwent fetal MRI. One pregnant woman was excluded from the study due to uncompleted investigation because she couldn't tolerate the test. Obstetric US imaging of the participants whose US imaging were done in another institution, were performed by the radiologists who assess the MR images for this study. MRI were performed within 2-10 days after US imaging were done. MR images were assessed by two radiologists who know about the US findings. MRI findings, US findings and situations that MRI provides further information in addition to US findings were noted. In 18 of the cases, fetal MRI technique has changed the diagnosis. In 8 cases (24.3%), additional anomalies were detected. In 8 cases (18.9 %), the pre-diagnosis that has made in US imaging were supported, additional anomalies weren't detected but existing anomalies were understood more clearly with its more anatomical detail revealing feature. In 28 cases, US and MRI findings were compared with the postnatal findings. According to postnatal standard reference results, in 15 of 28 cases (53.5%), true results were obtained via both US and MRI. In 8 of these 15 cases (53.3%) fetal MRI provided some additional contributions to US . In 13 of 28 cases (46.4%), it's understood that, MRI results were compatible with the postnatal findings but US results were not compatible. In some cases with complex congenital anomaly that couldn't be assessed totally or even couldn't be adequately diagnosed by US, the diagnosis has been changed with MRI and in some other cases, there was additional contributions provided over US imaging.

Keywords: Congenital Anomalies, Magnetic Resonance Imaging, Ultrasonography

Gündoğdu E. Yiğit H. (2017). *Role Of Magnetic Resonance Imaging In The Diagnosis Of Congenital Anomalies*, *Osmangazi Journal of Medicine* 2017, 39 (51-64): Doi: 10.20515/otd.18786

1. Giriş

US, prenatal dönemde fetus gelişiminin değerlendirilmesinde ve konjenital anomalilerin taranmasında ilk tercih edilen görüntüleme yöntemidir (1, 2). İyonizan radyasyon içermemesi, fetal anatomiye ayrıntılı olarak gösterebilmesi, fetusun gerçek zamanlı incelenebilmesine olanak sağlaması, ucuz ve kolay ulaşılabilir olması nedeniyle yaygın kullanım alanı bulmuştur (3). Ancak maternal obezite, oligohidroamniyoz, fetusun uygun olmayan pozisyonu veya ileri gebelik haftalarında fetal başın angajmanı ve kranial kemik yapılarının oluşturduğu akustik gölge artefaktları nedeniyle teknik olarak yetersiz kalabilmektedir (1, 2). Ayrıca US ile lezyonların tam karakterizasyonu ve/veya eşlik eden anomalilerin tanımlanması her zaman mümkün olmamaktadır (3, 4). MRG özellikle son yıllarda, obstetrik patolojilerin gösterilmesinde tamamlayıcı bir yöntem olarak kullanılmaktadır. Son zamanlarda kısa sürede görüntü oluşturmaya olanak veren hızlı MRG tekniklerinin gelişmesiyle, maternal ve fetal sedasyon gerektirmeden fetal anatomiye ayrıntılı olarak değerlendirebilen görüntüler elde edebilmek mümkün olmuştur (1, 4, 5). Yüksek yumuşak doku kontrast rezolüsyonu, multiplanar görüntüleme üstünlüğü, iyonizan radyasyon içermemesi, kanıtlanmış herhangi bir teratojenik etkisinin bulunmaması nedeniyle obstetri alanında elverişli bir görüntüleme yöntemidir (1). Prenatal US'nin teknik olarak yetersiz kaldığı olgularda fetal MRG tamamlayıcı görüntüleme yöntemi olarak artan sıklıkla kullanılmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, prenatal US inceleme ile anomali saptanan ya da anomali şüphesi bulunan olguların fetal MRG bulgularını değerlendirmek, fetal anomali tespit edilen fetusların US ve MRG bulgularını karşılaştırmak ve MRG'nin yararlılığını araştırmaktır.

2. Gereç ve yöntemler

Hastalar

Prenatal US incelemesinde, fetal anomali saptanan ya da anomali şüphesi taşıyan gebelerde tanının doğrulanması, ayırıcı tanı yapılması ve ek patolojilerin değerlendirilmesi, US tetkiki ile fetüsün değerlendirilmesinin zorluk oluşturduğu obez gebeler ya da ileri hafta gebeliklerde fetüsün değerlendirilmesi amacıyla fetal MRG istenen

olgular çalışma grubumuzu oluşturdu. Ağustos 2009- Eylül 2011 tarihleri arasında açıklanan endikasyonlarla 38 gebeye Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi Radyoloji Kliniği MRG ünitesinde fetal MRG tetkiki uygulandı. Tetkiki tolere edemediğinden incelemesi tamamlanamayan 1 gebe çalışma dışı bırakıldı. Fetal hareketler 18 haftalık 1 gebede sorun oluşturdu, düşük görüntü kalitesinde imajlar elde edilmekle birlikte anomali tespit edildiği için bu gebe çalışmadan çıkarılmadı. Sonuç olarak 37 gebe çalışma grubunu oluşturdu.

Çalışmaya dahil edilen 37 gebenin yaşları 17 ile 39 arasında değişmekteydi (ortalama 26,18). Gebelik yaşı 16-36 gestasyonel hafta arasındaydı (ortalama 26,10). Fetal yaş son adet tarihine göre belirlenmişti.

US ve MR İnceleme

US incelemesi dış merkezlerde yapılan olgulara, kendi kliniğimizde, öncelikle detaylı obstetrik US incelemesi yapıldı. US incelemeleri transabdominal bakıyla, 3-6 mHz konveks prob (Toshiba Xario USTS-770A, Tokyo, Japonya) kullanılarak MR görüntülerini yorumlayan radyologlar tarafından gerçekleştirildi. Belirtilen anomali detaylı bir şekilde incelendikten sonra eşlik edebilecek anomaliler açısından fetusa ayrıntılı tarama yapıldı. Prenatal US incelemesini takiben 2-10 gün arasında değişen sürede fetal MRG tetkiki yapıldı. MRG'den önce hastaların hepsine tetkik hakkında bilgilendirici açıklamalar yapıldı. MRG için kontrendikasyonları olup olmadığı sorgulandı ve tüm gebelerden yazılı onam alındı. Fetal hareketlerin mümkün olan en az düzeyde olmasını sağlamak amacıyla 5 saat süreli açlık sonrası çekim gerçekleştirildi. Anne hareketine bağlı oluşabilecek artefaktları engellemek adına anne mesanesinin boş olması sağlandı.

MRG; 1,5 T MRG cihazında (Signa HDi, GE Medical Systems, Milwaukee, Wisconsin, USA) 8 kanallı faz dizimli vücut sargısı kullanılarak gerçekleştirildi. Çekimler supin pozisyonda yapıldı. Gebelerin hiçbirine fetal ya da maternal sedasyon uygulanmadı ve kontrast madde kullanılmadı.

MRG, US'de belirtilen patoloji göz önünde bulundurularak planlandı, ayrıca tüm fetusu

görüntüleyecek şekilde de imajlar elde edildi. İlk olarak fetal oryantasyon ile plasenta pozisyonu belirlemek, incelenecek bölgeden yeterli sinyal alındığını doğrulamak ve fetusun pozisyonuna uygun kesit düzlemlerini oluşturabilmek amacıyla anneye göre üç ortogonal düzlemde kılavuz görüntüler elde edildi. Kılavuz görüntüler, b-SSFP (balanced steady-state free precession, FIESTA) sekansı ile kalın kesit kalınlığı seçilerek (6-8 mm) ve büyük field of view (FOV) kullanılarak alındı. Öncelikle US'de belirtilen patoloji ya da şüpheye göre, amaca yönelik, küçük FOV, ince kesit kalınlığı ve uygun düzlemlerde (genelde koronal, sagittal ve aksiyel olmak üzere üç planda) görüntüler elde edildi. Bu incelemede kesit kalınlığı ve aralığı sabit

olmayıp incelenecek anomaliye ve gestasyonel haftaya göre değişmekteydi. Ayrıca amaca yönelik görüntülemeye başka; fetus, amniotik sıvı, umbilikal kord ve plasentayı içerecek şekilde genel bir görüntüleme yapıldı. T2 ağırlıklı görüntüler için hızlı görüntüleme sekanslarından spin eko tabanlı SSFSE (single shot fast spin echo) ve gradyent eko tabanlı FIESTA sekansları kullanıldı. T1 ağırlıklı görüntüleme için ise hızlı gradyent eko sekanslarından FSPGR (fast spoiled gradient echo) sekansı kullanıldı. Bazı olgularda MR myelografi ve MR ürografi amacıyla ağır T2 ağırlıklı thick-slab görüntüler incelemeye eklendi. Görüntülemeye kullanılan sekanslar ve parametreler Tablo 1'de verildi.

Tablo 1.

Fetal MRG'de kullanılan sekanslar ve parametreler

Değişkenler	FIESTA	SSFSE	FSPGR	Thick-slab
Görüntü Ağırlığı	T2/T1	T2	T1	Ağır T2
TR (ms)	4.5- 4.8	820-1515	135-150	2770-9000
TE (ms)	1.90- 2.1	87- 92	2.6- 4.2	1380-1700
FOV (mm)	290-380	290-340	240-340	260-380
Kesit Kalınlığı (mm)	3-5	3-5	3-5	20-45
Kesitler Arası Boşluk (mm)	0-2	0-2	0-2	0
Bant Genişliği (Hz/pixel)	325.508	162.773	162.773-325.508	122.07
Görüntü Matrisi	256x320	288x256 384x288	288x160 288x192	488x256 384x320
NEX	1	0.50-0.55	1	0.50- 0.55
FA (°)	70	90	80- 85	90
SAR (W/kg)	1.813-1.965	1.845-1.980	0.253-1.446	0.564-1.824

Fetal MRG'de kullanılan sekanslardan SSFSE ve FIESTA sekanslarında nefes tutturmak şart olmamakla birlikte daha iyi görüntü kalitesi için anne nefes tutabiliyorsa nefes tutmalı olarak gerçekleştirildi. Diğer sekanslar nefes tutmalı olarak gerçekleştirildi.

Görüntüler US verilerinden haberdar iki radyolog tarafından değerlendirildi. MRG bulguları, US bulguları ve MRG'nin US'ye ek bilgi sağladığı durumlar kaydedildi. Gebeliğe devam kararı verilen fetuslar postnatal dönem sonuçları, gebeliği sonlandırılan olgular ise genetik analiz ve patoloji sonuçlarının takibi amaçlı izleme alındı.

3. Bulgular

Fetal MRG endikasyonlarını en sık izole santral sinir sistemi SSS anomalisi (n=21) oluşturmaktaydı. SSS anomalisi ile birlikte

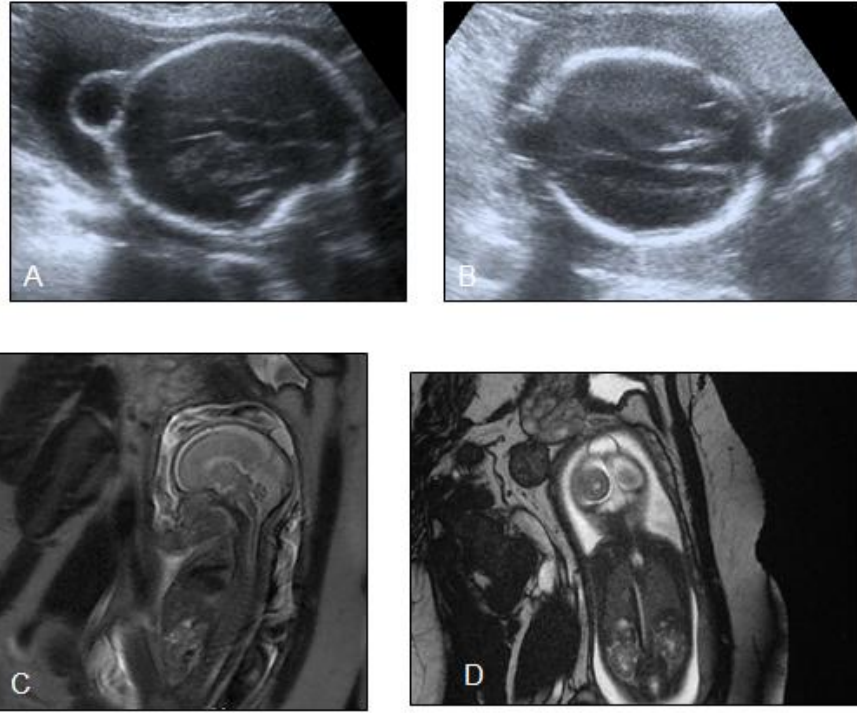
Çekim süresi incelenen anomaliye (kompleks fetal anomalilerde daha uzun) ve fetal hareketlere bağlı olarak değişik zamanlarda tamamlanmış olup ortalama 30-45 dakika arasında değişmekteydi.

diğer organ sistemlerine ait anomali (n=6), izole toraks anomalileri (n=2), toraks ile birlikte genitoüriner sistem anomalisi (n=1), izole kas iskelet sistemi anomalileri (n=2), izole abdominopelvik anomali (n=4) ve çoğul gebelik (yapışık ikiz n=1) diğer MRG endikasyonlarıydı. SSS anomalisi ile birlikte endikasyon oluşturan organ sistemleri kas iskelet (n=2), yumuşak doku (n=2) ve kardiyak (n=2) idi.

Fetal MRG olgularının 18'inde (% 48,6) tanıyı değiştirdi. Korpus kallozum agenezi şüphesi bulunan iki olguda korpus kallozumun normal

olduğunu gösterdi. Ensefalosel şüphesi bulunan bir olguda kranial kemik yapıların intakt olduğu gözlemlendi ve MRG bulgusu epidermal kist olarak tespit edildi (Resim 1). Spina bifida şüphesi olan iki olguda, KKAM şüphesi bulunan iki olguda, Arnold Chiari Tip 2 şüphesi olan bir olguda ve maternal travma sonrası pariyetal kemikte fraktür saptanan bir olguda MRG sonuçları normal bulundu. Dandy Walker varyantından şüphelenilen üç fetusta mega sisterna magna gözlemlendi. US'de

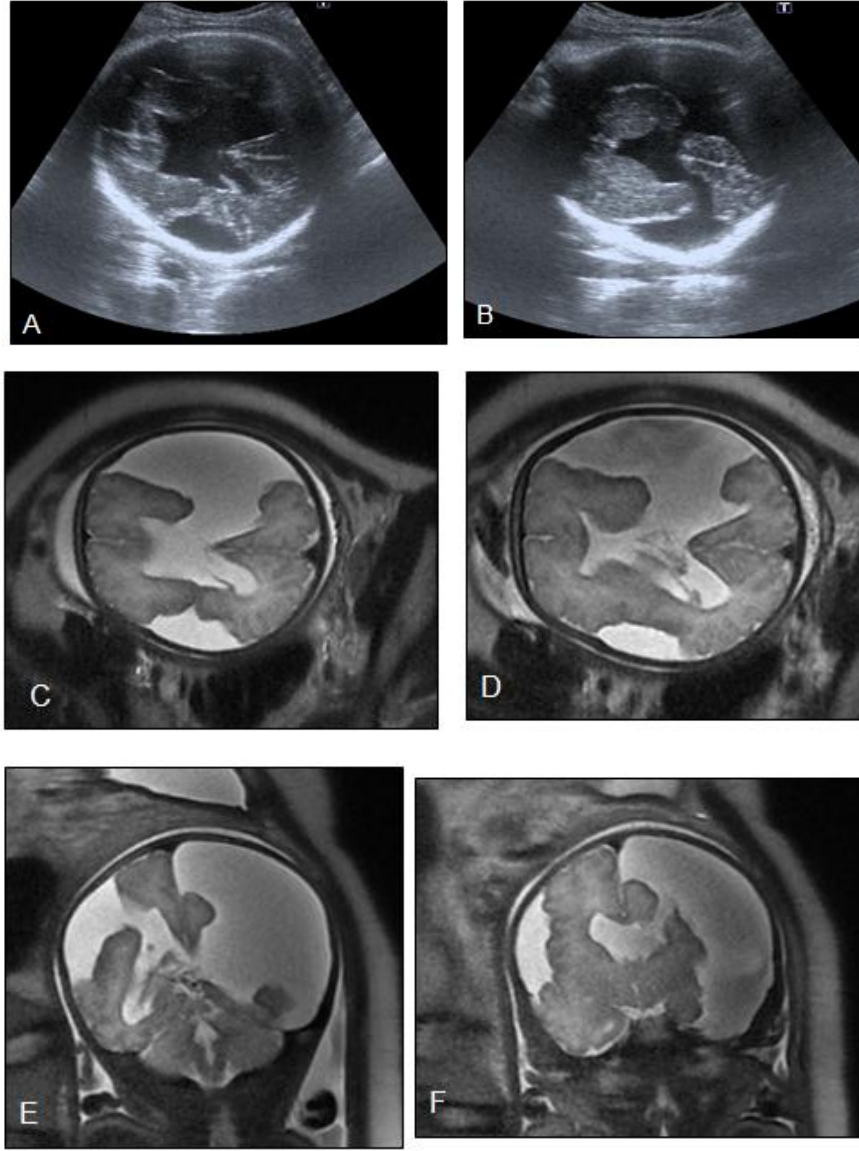
unilateral ventrikülomegali saptanan iki olgunun birinde mega sisterna magna, birinde lateral ventrikül asimetrisi tespit edildi. Mega sisterna magna şüphesi olan bir olguda mega sisterna magna izlenmedi. Enterik duplikasyon kisti tanısı olan olguda solid intraabdominal kitle, unilateral ventrikülomegali tanısı olan olguda hemimegalensefali ve sağ inguinal herni tanısı bulunan olguda sağ inguinal kanalda kistik kitle saptandı.



Resim 1. Skalpte epidermal kist olgusu. **A, B.** US incelemede pariyetooksipital bölgede fetal kranium dışına doğru fıtıklaşan lezyon kaydedilmiş, ensefalosel ile uyumlu olarak değerlendirilmiştir. **C.** Sagittal planda SSFSE sekansında pariyetooksipital bölgede hiperintens sinyal özelliğinde düzgün konturlu lezyon tespit ediliyor, BOS mesafeleri ile ilişkisi saptanmıyor ve epidermal kist ile uyumlu olarak değerlendiriliyor. **D.** Koronal planda FIESTA sekansında kranium kemik yapıları intakt ve pariyetooksipital bölgede epidermal kist ile uyumlu hiperintens lezyon izleniyor.

Fetal MRG tetkiki ile olguların 8'inde (% 18,9) ek anomali tespit edildi. Ekstraksiyel BOS mesafelerinde genişleme, mega sisterna magna, multikistik ensefalomalazi ve korpus kallozum disgenезisi, fetusta korpus kallozum agenezisi ve

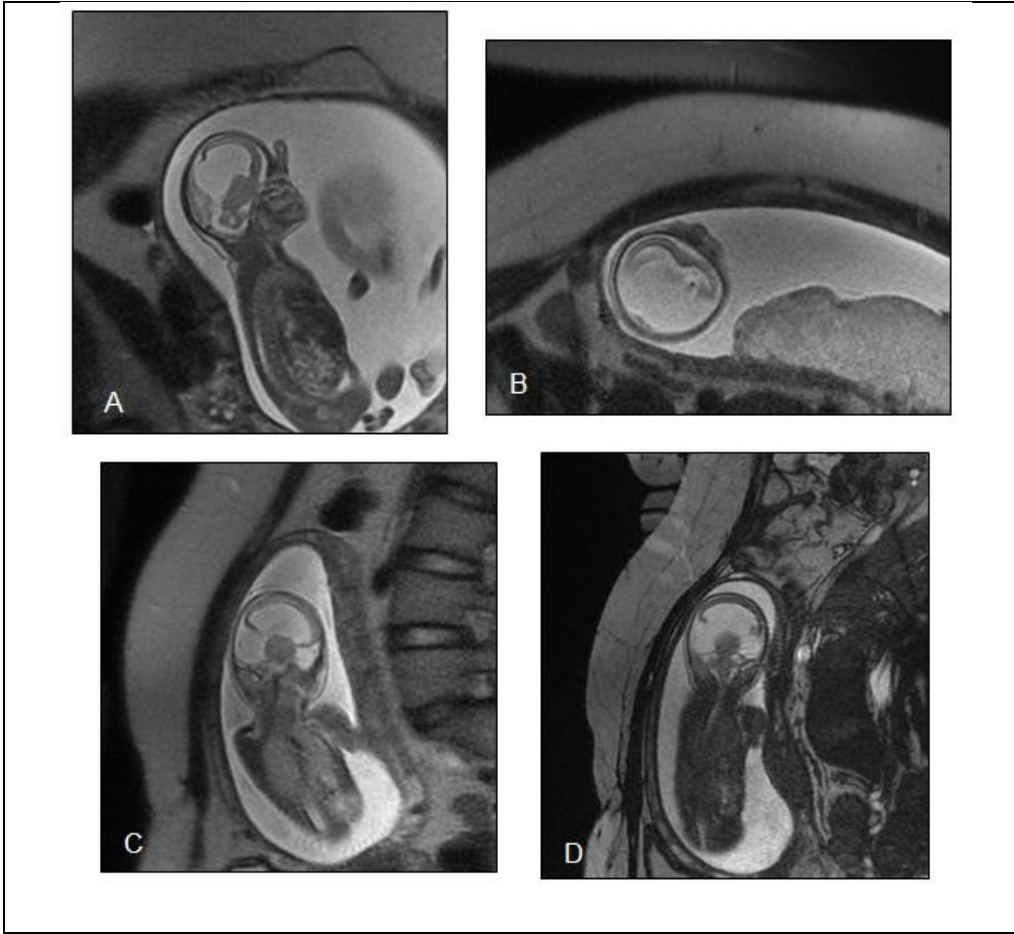
siringohidromiyeli, açık tip şizensefali olan olguların birinde sulkasyon anomalisi (Resim 2), intraventriküler hemoraji, porenşafalik kist ve talamus füzyonu tespit edilen ek anomalilerdi.



Resim 2. Şizensefali olgusu. **A, B.** US incelemede bilateral ventrikülomegali ve lateral ventrikül gövdeleri ile birleşen geniş parankimal defekt izlenmekte. **C,D.** Aksiyal planda FIESTA sekansında bilateral ventrikülomegali ve her iki hemisferde açık dudaklı şizensefali. Yarık dudakları sulkasyon göstermeyen gri cevher ile döşeli. **E, F.** Koronal planda SSFSE sekansında bilateral ventrikülomegali ve her iki hemisferde açık dudaklı şizensefali izlenmekte.

Fetal MRG tetkiki ile olguların 8'inde (% 18,9) US'de konulan ön tanı desteklendi, ek anomali saptanmadı, ancak daha fazla anatomik detay göstermesi nedeniyle anomalilerin daha iyi anlaşılması sağlandı. Bu olgular Arnold Chiari Tip 2 (n=2), Dandy Walker malformasyonu (n=1), diafragmatik

herni (n=1), galen ven malformasyonu (1), disefalik parapagus yapışık ikiz olgusu (n=1) ve alobar holoprozensefali (n=1) idi (Resim 3).



Resim 3. Alobar holoprozensefali olgusu. **A, B.** Sagittal ve aksiyal planda SSFSE sekansında septumun ve interhemisferik fissürün izlenmediği geniş monoventriküler görüntüm, serebral manto belirgin derecede ince olarak izleniyor. Nazal düzeyde probiscis ile uyumlu görüntüm mevcut olup fasiyal yapılar malforme görünümde. **C,D.** Koronal planda SSFSE ve FIESTA sekansında supratentorial düzeyde talamik füzyon, monoventriküler görüntüm ve belirgin ince serebral manto izleniyor.

Çalışmaya dahil edilen olguların prenatal MRG ve US bulguları ile takipleri olan olguların takip sonuçları Tablo 2 de gösterilmiştir.

Postnatal sonuçlar ile US ve MRG bulgularının doğruluğu değerlendirildi. 9 olgu izlemiden çıktığı için postnatal sonuçlarına ulaşamadı. 28 olguda US ve MRG bulguları postnatal sonuçlar ile karşılaştırıldı. Postnatal sonuçları klinik muayene ve gözlem (n=13), postnatal MRG (n=5), otopsi (n= 4), postnatal US (n=3) , postnatal cerrahi (n=2), postnatal BT (n=1), postnatal röntgen (n=2) oluşturmaktaydı. Bir olguda hem cerrahi hem

US, bir olguda ise hem MRG hem US inceleme yapılmıştı.

Postnatal standart referans sonuçlarına göre 28 olgunun 15'inde (% 53,5) hem prenatal US, hem de prenatal MRG ile doğru sonuçlar elde edildi. Bu 15 olgunun 8'inde (% 53,3) fetal MRG, US'ye ek katkı sağladı. Ekstraaksiyel BOS mesafelerinde genişleme, intraventriküler hemoraji, korpus kallozum disgenезisi, mega sisterna manga, porenselalik kist ve talamus füzyonu, sulkasyon anomalisi tespit edilen ek bulgulardı. Ayrıca galen ven malformasyonu saptanan fetusta MRG ile ek olarak drenaj venleri gösterildi (Resim 4).

Tablo 2.
Çalışmaya dahil edilen olguların prenatal MRG ve US bulguları ile takipleri olan olguların takip sonuçları

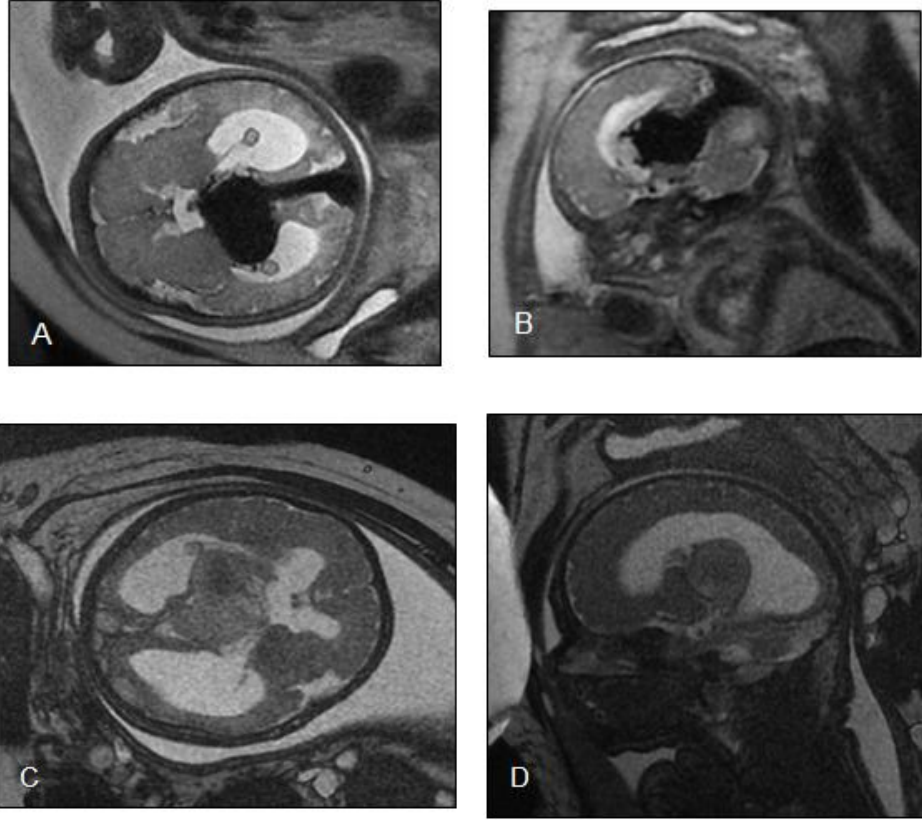
Hasta No	Hasta yaşı	Gebelik haftası	US bulguları	MRG bulguları	Postnatal İzlem/Takip
1	32	32	Sağ hemitoraksta KKAM Tip 3?	Normal MRG bulguları	Takipsiz
2	18	33	Lateral ventriküllerde kolposefali genişleme, korpus kallozum disgenезisi?	Triventriküler ventrikülomegali, ekstraaksiyel BOS mesafesinde genişleme, normal korpus kallozum	Postnatal 6. ayda ex, Klinik izlem ve takip MRG bulguları ile uyumlu
3	39	31	Bilateral ventrikülomegali ve sol lateral ventrikül frontal hornunda kanama	Sol lateral ventrikül frontal hornunda kanama, triventriküler ventrikülomegali, mega sisterna magna	Takipsiz
4	28	27	Dandy Walker Malformasyonu ?	Dandy Walker Malformasyonu	Postnatal MRG ile Dandy Walker Malformasyonu doğrulandı
5	21	18	ORPKBH	ORPKBH ve mega sisterna magna	ORPKBH, postnatal 1. günde Akciğer hipoplazisi nedeniyle ex
6	29	33	Triventriküler hidrosefali, korpus kallozum agenezisi, Dandy Walker varyantı, club foot	Dandy Walker varyantı, triventriküler hidrosefali, korpus kallozum disgenезisi, sulkal gelişimde gerilik ve multikistik ensefalomalazi	Takipsiz
7	32	22	Ensefalosel	Epidermal kist	Postnatal cerrahi ile MRG bulgusu doğrulandı
8	19	21	Diafragmatik herni, sol hemitoraks hacminde azalma ve piyelektazi	Diafragmatik herni, sol hemitoraks hacminde azalma ve piyelektazi	Takipsiz
9	22	23	Spina bifida?	Normal MRG bulguları	Postnatal klinik takip, Normal
10	18	18	Tetrafokomeli ve eşlik eden iskelet displazileri, toraks hacminde azalma	Hipoplazik üst ve alt ekstremiteler, normal toraks hacmi	Takipsiz
11	21	25	Mega sisterna magna?, Dandy Walker varyantı?	Mega sisterna magna	Postnatal BT, mega sisterna magna.
12	29	29	Dandy Walker varyantı	Mega sisterna magna	Klinik takip, normal gelişim

Tablo 2 (devam).
Çalışmaya dahil edilen olguların prenatal MRG ve US bulguları ile takipleri olan olguların takip sonuçları

Hasta No	Hasta yaşı	Gebelik haftası	US bulguları	MRG bulguları	Postnatal İzlem/Takip
13	26	35	Arnold Chiari Tip2	Arnold Chiari Tip 2, korpus kallozum agnezi, siringohidromiyeli	Takipsiz
14	21	36	İntertalamik düzeyde 3. ventrikül ile ilişkili kistik lezyon ve sağ hemisferde açık tip şizensefali	Ventriküler sistemde 3. ventrikül ile devamlılık ve monokaviter görünüm, kapalı ve açık tip şizensefali ve sulkasyon anomalisi	Postnatal MRG ile doğrulandı. Doğumdan sonra 1. yaşında ex.
15	36	19	Sol ventrikül hipoplazisi, geniş ASD, perikardiyal efüzyon, ve bilateral ventrikülomegali.	Lateral ventriküllerde hafif düzeyde ventrikülomegali.	Takipsiz
16	22	35	Talamik füzyon? şizensefali?, semilobar holoprozensefali?	Her iki hemisferde açık tip şizensefali, sulkasyon anomalisi, bilateral ventrikülomegali, korpus kallozum disgenезisi	Postnatal MRG ile doğrulandı. 1 yaşında canlı.
17	23	24	Sol sürrenal kitle?	İntraabdominal kitle.	Postnatal US ve MRG takip, kitle boyutlarında küçülme.
18	29	25	Frontal düzeyde basıklık, Arnold Chiari?	Normal MR bulguları	Postnatal klinik takip, Normal gelişim
19	17	18	Arnold Chiari Tip 2, her iki ayakta club foot	Arnold Chiari Tip 2, sağ ayakta vertikal talus, sol ayakta club foot	Otopsi bulguları: Arnold Chiari Tip II. Genetik analiz normal.
20	22	36	Galen ven malformasyonu?, hidroşefali?, kardiyomegali	Galen ven malformasyonu, triventriküler hidroşefali, kardiyomegali	Postnatal 1. günde kalp yetmezliğinden ex
21	25	16	Kistik higroma, bilateral ventrikülomegali, cilt altı ödem, pes ekinovarus	Kistik higroma, fetal hidrops, bilateral hafif ventrikülomegali	Gebelik sonlandırılmış Otopsi sonucu yok
22	27	25	Univentriküler ventrikülomegali	Mega sisterna magna	Takipsiz
23	26	23	Univentriküler ventrikülomegali	Lateral ventrikül asimetrisi	Postnatal klinik takip, Normal
24	22	33	Univentriküler ventrikülomegali , mega sisterna magna	Univentriküler ventrikülomegali	Postnatal klinik takip, normal gelişim

Tablo 2 (devam).
Çalışmaya dahil edilen olguların prenatal MRG ve US bulguları ile takipleri olan olguların takip sonuçları

Hasta No	Hasta yaşı	Gebelik haftası	US bulguları	MRG bulguları	Postnatal İzlem/Takip
25	24	34	Dandy Walker varyantı?	Mega sisterna magna	Postnatal dönemde transfontanel US, mega sisterna magna
26	31	19	Enterik duplikasyon kisti	İntraabdominal solid kitle lezyonu.	İU 24. haftada ex Otopsi: karaciğerde lenfanjiom
27	28	21	Disefalik parapagus, ASD bulunan kalp	Disefalik parapagus, çift GIS sistem, yapışık kalp, tek GUS	Gebelik sonlandırıldı, otopsi bulgusu disefalik tribrakius parapagus
28	26	33	Unilateral ventrikülomegali	Hemimegalensefali	Postnatal MR , hemimegalensefali
29	28	36	Pariyetal kemikte fraktür?	Normal MR bulguları	Postnatal röntgen ile takip, Normal
30	36	21	Arnold Chiari Tip 2	Arnold Chiari Tip 2	Gebelik sonlandırılmış, klinik muayenenede myelomeningosel kesesi mevcut
31	21	23	Bilateral ventrikülomegali, frontal bölgede lemon sign	İntraventriküler hemoraji, bilateral ventrikülomegali ve korpus kallozum disenezisi	Postnatal 3. ayda ex.
32	29	19	Alobar holoprozensefali, ASD'li kalp, yarı damak dudak	Alobar holoprozensefali ve eşlik eden prosbiscis, normal damak ve dudak	20. haftada gebelik sonlandırılmış, alobar holoprozensefali Annede 13-14 nolu kromozomlarda Robertsonian tip translokasyon
33	27	31	Sağ inguinal herni	Sağ inguinal kistik kitle	Postnatal US ve cerrahi inguinal kistik lenfanjiyom
34	23	27	Lateral ventriküllerde asimetri, korpus kallozum agenezisi?	Lateral ventriküllerde asimetri, normal korpus kallozum	Postnatal klinik takip, Normal
35	33	19	Dandy Walker Malformasyonu?, kistik higroma	Kistik higroma, Dandy Walker Malformasyonu, Hidrosefali ve porensefali kist, talamus füzyonu	Gebelik sonlandırılmış otopsi sonuçları MRG ve US bulguları ile korele Genetik analiz normal.
36	26	22	Spina bifida?	Normal MRG bulguları	Postnatal röntgen normal
37	33	24	Sağ hemitoraksta KKAM?	Normal MRG bulguları	Takipsiz



Resim 4. Galen ven malformasyonu **A,B.** Aksiyal ve sagittal planda SSFSE sekansında **C,D.** Aksiyal ve sagittal planda FIESTA sekansında median porenselalik vende dilatasyon, çevresinde besleyici arterlere ait multipl vasküler yapılar, devamlılığında perzistan falsin sinüste ve transvers sinüslerde ileri derecede dilatasyon mevcut. Ayrıca triventriküler hidrosefali mevcuttur.

Fetal US ve MRG bulgularının standart referansa göre doğruluk değerleri ve MRG'nin tanıya katkı sağladığı ve sağlamadığı durumlar tablo 3 'te belirtilmiştir.

Yirmi sekiz (n=28) olgunun 13'ünde (% 46,4) prenatal MRG sonucu postnatal bulgular ile uyumlu iken prenatal US sonucu uyumlu değildi. US'de Dandy- Walker varyasyonu saptanan 3 fetusun MRG ile mega sisterna magna olduğu gösterildi. US'de unilateral ventrikülomegali saptanan 2 olgunun, birinin MRG sonucu normal olup diğerinde hemimegalensefali saptandı. US incelemede frontal bölgedeki basıklık nedeniyle Arnold-Chiari Tip 2 şüphesi bulunan fetusun, spina bifida tespit edilen fetusun, mega sisterna magnası bulunan fetusun ve maternal travma sonrası pariyetal kemikte fraktürü bulunan fetusun MRG'si normal bulundu. US ile ensefalosel tanısı alan fetusta MRG'de kranial kemik yapıların intakt olduğu ve lezyonun epidermal kist olduğu saptandı. US'de enterik duplikasyon kisti ile uyumlu olarak değerlendirilen lezyon MRG ile

intraabdominal kitle tanısı aldı. USG'de inguinal herni tanısı alan hastada MRG ile kistik kitle saptandı. USG'de spina bifida tespit edilen fetus postnatal röntgen ile normal olarak değerlendirildi.

4. Tartışma

Prenatal görüntüleme amaçlı en yaygın kullanılan ve ilk tercih edilen tetkik US dir. Ancak her zaman yeterli bilgi sağlamayıp, bazen ek görüntüleme yöntemlerine ihtiyaç duyulabilmektedir (1, 2). Fetusun görüntülenmesinde ve gebeliğin devamı ile ilgili kararın verilmesinde alternatif bir görüntüleme yöntemine ihtiyaç duyulmaktadır (3, 4).

MRG donanım ve yazılım ürünlerinin gelişmesi ile içlerinde T1 ve T2 ağırlıklı ekoplanar ve hızlı gradyent eko sekanslarının bulunduğu çok hızlı MRG sekansları kullanılmaya başlanmıştır (6, 7). Fetal sedasyon ya da paralizye ihtiyaç olmaksızın, yüksek kontrast rezolüsyonlu fetal doku görüntülenmesi mümkün olmuştur. US incelemenin yetersiz kaldığı durumlarda

uygulanabilecek tamamlayıcı bir inceleme yöntemidir.

Tablo 3.

Postnatal takip ile US ve MRG sonucu doğrulanmış olgularda MRG'nin tanıya katkı sağladığı ve sağlamadığı durumlar

Hem US hem MRG inceleme sonucu doğru olup MRG incelemenin ek katkı sağlamadığı durumlar	Hem US hem MRG inceleme sonucu doğru olup MRG incelemenin ek katkı sağladığı durumlar
Dandy Walker Malformasyonu	US'de lateral ventriküllerde genişleme olup korpus kallozum disgenezisi şüphesi, MRG'de lateral ventriküllerde genişleme, normal korpus kallozum ve ekstraaksiyel BOS mesafesinde genişleme
Sol sürrenal lojda kitle	US'de ORPKBH, MRG'de ek olarak mega sisterna magna
Arnold Chiari Tip 2	US'de kistik higroma ve Dandy Walker, MRG'de ek olarak porenşafalik kist, talamus füzyonu
Disefalik parapagus yapışık ikiz	US'de şizensefali, MRG'de ek olarak sulkasyon anomalisi
Kistik higroma, bilateral ventrikülomegali	US'de şizensefali, MRG'de ek olarak sulkasyon anomalisi ve korpus kallozum disgenezisi
Alobar holoprozensefali	US'de bilateral ventrikülomegali, MRG'de ek olarak intraventriküler hemoraji ve korpus kallozum disgenezisi
Arnold Chiari Tip 2	US'de lateral ventriküllerde asimetri ve korpus kallozum disgenezisi şüphesi, MRG'de lateral ventriküllerde asimetri normal korpus kallozum
	US ve MRG'de Galen ven malformasyonu, MRG'de drenaj damarlarını gösterdi

Literatürde fetal MRG'nin en başarılı olduğu inceleme bölgesinin SSS ve spinal kanal olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur (8). Fetal beyin ve spinal kanalın diğer organ sistemlerine göre daha başarılı bir şekilde değerlendirilebildiği gösterilmiştir (1,8,9). Bizim çalışmamızda US incelemede 3 olguda Arnold- Chiari Tip 2 malformasyonu izlenmiş, 1 olguda ise frontal bölgedeki basıklık nedeniyle şüphelenilmişti. MRG ile 3 fetusta Arnold- Chiari Tip 2 malformasyonu tespit edilmişti. Serebellar vermis herniasyonunun varlığı ve derecelendirilmesi US incelemeye göre daha başarılı bir şekilde gösterilmiştir. Arnold- Chiari Tip 2 şüphesi bulunan fetusta ise fetal MRG bulguları normal olup invaziv tanı yöntemlerini engellemiş, postnatal dönemde takip edilen fetusta klinik izlem ile normal gelişim gözlenmiş ve MRG bulguları doğrulanmıştır.

Fetal başın uygun pozisyonlarda görüntülenmesinde ve posterior fossanın değerlendirilmesinde çekilen güçlük nedeniyle, US ile mega sisterna magnanın genişliği her zaman doğru olarak

ölçülememektedir (10, 11). MRG ile kafa kemiklerinden etkilenmeksizin uygun planlarda görüntü alınabilmesi, posterior fossa malformasyonlarının değerlendirilmesinde MRG'yi US'ye üstün kılar (11). Çalışmamızda 4 olguda Dandy-Walker varyasyonu, 2 olguda Dandy-Walker malformasyonu ve 2 olguda mega sisterna magna ön tanıları ile fetal MRG tetkiki gerçekleştirilmişti. Bu olgulardan 1 tanesinde Dandy-Walker varyantı izlenmiş olup US bulgusu desteklendi. Dandy-Walker varyantı olarak değerlendirilen 3 fetusta normal vermis gösterilerek mega sisterna magna tanısı konuldu. Mega sisterna magna ön tanısı bulunan iki fetustan birinde mega sisterna magna tespit edilirken, diğer fetusta sisterna magna genişliği normal sınırlarda ölçülmüş olup MRG ile tanı değişti. Dandy-Walker malformasyonu tanısında US ile tanı güçlüğü çekilmedi, MRG ile de anomalinin varlığı mükemmel bir şekilde ortaya kondu. Ancak US'de Dandy-Walker varyantından şüphelenen olgularda MRG normal vermisi göstererek tanıyı değiştirmiştir. Posterior fossa anomalilerin değerlendirilmesinde

ulaşılabilen postnatal sonuçlar da göz önüne alındığında, literatür ile uyumlu olarak bizim çalışmamızda da MRG, US incelemeye göre üstün bulunmuştur.

Çalışma grubumuzda SSS anomalisi olan fetusları incelediğimizde, literatür bilgileri ile uyumlu olarak (8), US'de saptanmayan; ekstraaksiyel BOS mesafelerinde genişleme, mega sisterna magna, multistik ensefalomalazi, korpus kallozum disgenезisi/agenезisi, siringohidromiyeli, sulkasyon anomalisi, intraventriküler hemoraji ve porenşafalik kist ile talamus füzyonu gibi ek anomaliler tespit ettik. Ayrıca korpus kallozum agenезisi şüphesi olan 2 fetusta korpus kallozumun normal olduğunu MRG ile gösterdik. Ensefalosel şüphesi bulunan bir fetusta kranial kemik yapıların intakt olduğu ve lezyonun epidermal kist olduğu sonucuna ulaşarak, gebeliğin devamı veya termiasyonu ile ilgili kararın verilmesine yardımcı olduk. Alobar holoprozensefali tanısı alan fetusta US inceleme ile de tanı güçlüğü çekilmedi ancak serebral parankim füzyonu ve eşlik eden yüz anomalileri MRG ile daha ayrıntılı bir şekilde gösterildi.

İntratorasik kitle oluşturan başlıca nedenler KKAM, KDH ve bronkopulmoner sekestrasyondur (12). US inceleme ile fetal toraks lezyonlarının birçoğu gösterilmektedir. Ancak bu lezyonlar her zaman doğru bir şekilde tanınmaz. MRG'nin fetal toraks lezyonlarının ileri karakterizasyonunda yardımcı ek radyolojik bulgular sağladığı bildirilmektedir (12,13). KDH olan bir olgumuzda US ile tanıda güçlük çekilmedi. MRG ile de KDH özellikle sagittal ve koronal görüntülerde kolaylıkla gösterilebildi. Diafragma konturlarının devamsızlığı ile birlikte hemitoraks içine herniye olan abdominal yapılar kendine özgü sinyal özellikleri ile karakterize edildi, kalpte sağa doğru yer değişikliği gözlemlendi. US'ye ek olarak MRG ile karaciğer herniasyonu tespit edildi. US incelemede KKAM şüphesi bulunan iki fetusta MRG bulguları normal olarak bulundu. Olguların izlemiden çıkması, nedeniyle postnatal standart referans yöntem ile MRG ve US bulgularının doğruluğu değerlendirilemedi.

Literatürde batın içi patolojilerin değerlendirilmesinde ve anomalinin karakterizasyonunda MRG'nin başarılı olduğunu bildiren yayınlar mevcuttur (12,14,15). Bizim çalışmamızda da US'de

enterik duplikasyon kisti saptanan fetusta MRG ile intraabdominal kitle tespit edildi, otopsi sonucu karaciğerde lenfanjiom olarak raporlandı. US incelemede sol sürrenal lojda kitle tespit edilen olguda MRG ile intraabdominal kitle tespit edildi, sinyal özelliği nedeniyle kitle, nöroblastomdan daha çok ekstrapulmoner sekestrasyon ile uyumlu olabileceği yönünde değerlendirildi. Postnatal US ve MRG'de kitle boyutlarında küçülme izlenmiş olup nöroblastomdan tanısından uzaklaşıldı ve olgu takibe alındı. Ayrıca bu olguda MRG ile lezyonun lokalizasyonu ve çevre organlarla ilişkisi daha net olarak değerlendirilmiştir. US incelemede ORPKBH hastalığı tespit edilen fetusta MRG bulguları US bulgularını destekledi, takipte, postnatal 1. günde, fetus pulmoner hipoplaziye bağlı solunum yetmezliği nedeniyle ex oldu. Hem MRG hem de US incelemede oligohidroamnioz ve pulmoner hipoplazi bulguları saptanmadı. İncelemenin yapıldığı gebelik haftasının küçük olmasına bağlı olarak henüz fetal idrarın amnion sıvı hacmine katkısının az olması nedeniyle bu bulguların incelemenin yapıldığı dönemde var olmadığını düşünüyoruz. US incelemede bilateral piyelektazi tespit edilen fetusta MRG, ara sinyal intensitesindeki renal parankimden ayrı hiperintens geniş toplayıcı sistemi net olarak gösterdi ve US bulgusunu destekledi.

Torakal ve abdominal patolojilerin dışında fetal boyun kitlelerin karakterizasyonunda da MRG başarılıdır (16). Kistik higroma prenatal dönemde en sık rastlanan servikal kitledir, genellikle boynun posterolaterinde yerleşir. Bizim çalışmamızda da US incelemede bir olguda kistik higroma bir olguda ise kistik higroma ile birlikte fetal hidrops bulguları izlenmiş MRG ile de benzer bulgular tespit edilip US bulguları doğrulanmıştır. Her iki inceleme ile, hidropsu olan fetusta, plevral sıvı rahatlıkla gösterilmiştir.

SSS dışındaki fetal anomalilerin değerlendirilmesinde hızlı MRG tekniklerinin bir takım sınırlılıkları mevcuttur (8). Özellikle fetal kalp, yüz ve ekstremiteler gibi gerçek zamanlı inceleme gerektiren sistemlerin değerlendirilmesinde MRG'nin yeterince başarılı olamadığı bilinmektedir. Bizim çalışmamızda iskelet displazisi bulunan bir fetusta MRG ile alt ve üst ekstremitelerde hipoplazi tespit edildi ancak US inceleme ile kemik yapılara ait patolojiler daha detaylı saptanmıştı. Arnold Chiari tip 2

malformasyonu bulunan diğer bir fetusta US inceleme ile her iki ayakta club-foot tespit edilmiş, bu olguda MRG, US bulgularını doğrulamıştır. Pariyetal kemikte fraktür şüphesi nedeniyle MRG tetkiki gerçekleştirilen bir fetusta ise MRG ile pariyetal kemiğin intakt olduğu gösterilmiş, postnatal röntgen ile MRG bulgusu doğrulanmıştır. Bu olguda ileri gebelik haftası ve fetal başın angajmanı nedeniyle US incelemenin yetersiz kalıp, MRG 'nin avantaj sağladığını ve problem çözücü olduğunu gördük.

Günümüzde halen fetal görüntüleme kullanılan hızlı MRG sekansları ile kalp boşlukları ile ilgili yeterli anatomik detayın sağlanmasında başarılı değildir. Mevcut sekansların kardiyak hareketi elimine etmek için henüz yeterince hızlı olmadıkları bilinmektedir (11, 14). US incelemede ASD tespit edilen 2 olguda ve sol ventrikül hipoplazisi saptanan 1 olguda MRG ile kardiyak patoloji tespit edilemedi. Disefalik parapagus yapışık ikiz olgusunda, ASD'si bulunan çift kalp MRG ile yapışık kalp ile uyumlu olarak değerlendirildi, MRG ile kardiyak anomali tespit edildi ancak ASD karakterize edilemedi. Bu olguda otopsi sonucu US bulgusunu doğruladı. Literatür ile uyumlu olarak kardiyak anomalilerin tespitinde US, MRG'den üstün bulundu.

Kompleks fetal anomaliler fetal MRG'nin diğer bir endikasyonudur (12). Bizim çalışmamızda kompleks fetal anomalisi olan disefalik parapagus yapışık ikiz olgumuzda, ortak olan organlar US'den daha ayrıntılı olarak ortaya konmuş, postnatal cerrahi ile ayrılabilme olasılığı ve prognoz hakkında, MRG bulguları, fikir verici olmuştur.

Fetal anomalilerin gösterilmesinde ve saptanan anomalilerin tüm bileşenleriyle değerlendirilmesinde MRG en çok SSS'de başarılı olmuştur (8, 17). Fetal MRG tetkikinde kullanılan sekansların fetal kardiyak hareketi elimine etmek için henüz yeterince hızlı olmamaları nedeni ile kardiyak patolojileri saptamada ve karakterizasyonun yapılmasında US MRG'den üstündü.

Çalışmamızın en önemli sınırlılıkları arasında olgu sayımızın az olması yer almaktadır. Daha geniş olgu serileri ile yapılacak araştırmalar ile elde edilen bulgular desteklenmelidir.

Çalışmamızda hastaların klinik ve US sonuçlarını bilerek MRG'lerini değerlendirmiş olmamız çalışmanın bir kısıtlılığı olarak yorumlanabilir. Ancak amacımız, fetal görüntüleme US ile MRG'yi karşılaştırmaktan çok, MRG'nin varolan bilgiye katkısını değerlendirmektir. MRG obstetrik görüntüleme US'ye alternatif bir tarama yöntemi olmadığından, US bulgularından habersiz olarak yapılacak bir çalışmanın pratik uygulama ile örtüşmeyeceğini düşünüyoruz. Ayrıca standart bir fetal MRG tetkikinden daha çok, olguya özel gerçekleştirilmiş bir fetal MRG, tetkikin daha detaylı planlanmasını sağlayıp, ek çekimleri engelleyeceğinden hasta uyumunu artırmakta ve tetkik süresini kısaltmaktadır.

Tüm olguların postnatal referans standart yöntemle karşılaştırılamaması çalışmamızın sınırlamalarından biri olarak kabul edilebilir. Fetal MRG bulguları toplam 28 olguda (% 75,6) değişik modaliteler ile doğrulandı. Termine edilen tüm olgulara otopsi yapılmadı. Terapotik abortus ile sonlandırılan pek çok 2. trimester gebeliklerinde fetus masere olmaktadır bu nedenle otopsi yapmak güçleşmektedir. Otopsi yapılan olgularda bile özellikle fetal beyni tüm olarak çıkartmak ve formalin ile fikse etmek son derece güçtür (10,18). Hatta bu nedenle, fetus ve yenidoğan otopsilerinin yorumlanmasında fetal görüntüleme yararlanılabileceği belirtilmektedir (17). Bazı olgularda prenatal MRG, yeterince spesifik olarak kabul edilmektedir (10,17, 18). Bu nedenle bu sınırlamanın da tartışmalı olduğunu düşünüyoruz.

Fetal MRG hem normal fetal anatominin tanımlanması hem de anomalilerin gösterilmesinde başarılı bir görüntüleme yöntemidir. US incelemenin tanısal olarak yetersiz kaldığı ya da saptanan anomalinin tüm bileşenleriyle açıkça değerlendirilemediği kompleks konjenital anomalili olguların bir kısmında MRG ile tanı değişmiş, bir kısmında MRG ile US incelemeye ek katkı sağlanmıştır. Bazı olgularda ise US'de konulan tanı desteklenerek tanısal güven artırılmıştır.

5. Sonuç

Fetal MRG inceleme, klinik yaklaşımı etkileyebilecek bilgiler sağlayabilmekte ve sağladığı bilgiler ile gebeliklerin

yönlendirilmesine önemli katkılarda bulunmaktadır. Bugünkü bilgilerimizle teratojenik etkisi bulunmayan MRG, seçilmiş olgularda uygulanabilecek ileri görüntüleme yöntemidir.

Kaynaklar

1. Kubik-Huch, R. A., Huisman, T. A., Wisser, J., Gottstein-Aalame, N., Debatin, J. F., Seifert, B., & Marinček, B. (2000). Ultrafast MR imaging of the fetus. *American Journal of Roentgenology*, 174(6), 1599-1606.
2. Frates, M. C., Kumar, A. J., Benson, C. B., Ward, V. L., & Tempany, C. M. (2004). Fetal Anomalies: Comparison of MR Imaging and US for Diagnosis 1. *Radiology*, 232(2), 398-404.
3. Huisman, T. A. (2008). Fetal magnetic resonance imaging. *Seminars in roentgenology*, 4, 314-336.
4. Coakley, F. V., Hricak, H., Filly, R. A., Barkovich, A. J., & Harrison, M. R. (1999). Complex Fetal Disorders: Effect of MR Imaging on Management—Preliminary Clinical Experience 1. *Radiology*, 213(3), 691-696.
5. Aaronson, O. S., Hernanz-Schulman, M., Bruner, J. P., Reed, G. W., & Tulipan, N. B. (2003). Myelomeningocele: Prenatal Evaluation—Comparison between Transabdominal US and MR Imaging 1. *Radiology*, 227(3), 839-843.
6. Hubbard, A. M., Harty, M. P., & States, L. J. (1999, December). A new tool for prenatal diagnosis: ultrafast fetal MRI. In *Seminars in perinatology* (Vol. 23, No. 6, pp. 437-447). WB Saunders.
7. Levine, D., Hatabu, H., Gaa, J., Atkinson, M. W., & Edelman, R. R. (1996). Fetal anatomy revealed with fast MR sequences. *AJR. American journal of roentgenology*, 167(4), 905-908.
8. Gonçalves, L. F., Lee, W., Mody, S., Shetty, A., Sangi-Haghpeykar, H., & Romero, R. (2016). Diagnostic accuracy of ultrasonography and magnetic resonance imaging for the detection of fetal anomalies: a blinded case-control study. *Ultrasound in obstetrics & gynecology : the official journal of the International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology*, 2, 185-192.
9. Irwin, K., Henry, A., Gopikrishna, S., Taylor, J., & Welsh, A. W. (2016). Utility of fetal MRI for workup of fetal central nervous system anomalies in an Australian maternal-fetal medicine cohort. *The Australian & New Zealand journal of obstetrics & gynaecology*, 3, 267-273.
10. Aksoy, U. Y. Z. (2001). Fetal Merkezi Sinir Sisteminin İncelenmesinde MRG'nin Yeri. *Tamsal ve Girişimsel Radyoloji*, 7, 307-14.
11. Stazzone, M. M., Hubbard, A. M., Bilaniuk, L. T., Harty, M. P., Meyer, J. S., Zimmerman, R. A., & Mahboubi, S. (2000). Ultrafast MR imaging of the normal posterior fossa in fetuses. *American Journal of Roentgenology*, 175(3), 835-839.
12. Rathee, S., Joshi, P., Kelkar, A., & Seth, N. (2016). Fetal MRI: A pictorial essay. *The Indian journal of radiology & imaging*, 26(1), 52.
13. Levine, D., Barnes, P. D., & Edelman, R. R. (1999). Obstetric MR Imaging 1. *Radiology*, 211(3), 609-617.
14. Shinmoto, H., Kashima, K., Yuasa, Y., Tanimoto, A., Morikawa, Y., Ishimoto, H., ... & Hiramatsu, K. (2000). MR Imaging of Non-CNS Fetal Abnormalities: A Pictorial Essay 1. *Radiographics*, 20(5), 1227-1243.
15. Gómez Huertas, M., Culiñez Casas, M., Molina García, F. S., Carrillo Badillo, M. P., & Pastor Pons, E. (2016). Complementary role of magnetic resonance imaging in the study of the fetal urinary system. *Radiologia*, 2, 101-110.
16. Tonni, G., Granese, R., Martins Santana, E. F., Parise Filho, J. P., Bottura, I., Borges Peixoto, A., ... & Araujo Júnior, E. (2016). Prenatally diagnosed fetal tumors of the head and neck: a systematic review with antenatal and postnatal outcomes over the past 20 years. *Journal of Perinatal Medicine*.
17. Bekiesinska-Figatowska, M., Romaniuk-Doroszevska, A., Duczkowska, A., Duczkowski, M., Iwanowska, B., & Szkudlińska-Pawlak, S. (2016). Fetal MRI versus postnatal imaging in the MR-compatible incubator. *La Radiologia medica*, 9, 719-728.
18. Simon, E. M., Goldstein, R. B., Coakley, F. V., Filly, R. A., Broderick, K. C., Musci, T. J., & Barkovich, A. J. (2000). Fast MR imaging of fetal CNS anomalies in utero. *American journal of neuroradiology*, 21(9), 1688-1698.