

T.C
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
RADYOLOJİ ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞI

FETAL ANOMALİLERDE USG VE MRG'NİN TANISAL ETKİNLİĞİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI

UZMANLIK TEZİ

Dr. Hatice Ayça ATA KORKMAZ

TRABZON 2010

T.C
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
RADYOLOJİ ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞI

FETAL ANOMALİLERDE USG VE MRG'NİN TANISAL ETKİNLİĞİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI

UZMANLIK TEZİ

Dr. Hatice Ayça ATA KORKMAZ

Tez Danışmanı
Yrd. Doç. Dr. Sibel KUL

TRABZON 2010

TEŞEKKÜR

Karadeniz Teknik Üniversitesi Radyoloji Anabilim Dalında uzmanlık eğitimimi aldığım 2005-2010 yılları arasında edindiğim bilgi ve beceride emek ve katkılarını şükranla anacağım başta Anabilim dalı başkanımız Sayın Prof. Dr. Halit Reşit GÜMELE olmak üzere değerli hocalarım Prof. Dr. Hasan DİNÇ, Prof. Dr. Ahmet SARI, Prof. Dr. Mehmet Halil ÖZTÜRK, Prof. Dr. Ali AHMETOĞLU, Prof. Dr. Polat KOŞUCU ve Yrd. Doç. Dr. Ayşegül CANSU olmak üzere tüm değerli hocalarıma çok teşekkür ederim.

Tezimin hazırlanmasında tecrübelerini ve katkılarını esirgemeyen, özveri ve sonsuz sabır dolu desteklerini her zaman hissettiğim tez danışmanım değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Sibel KUL'a ayrıca teşekkür ederim.

Uzman hekim olma yolumda ve hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini bir an olsun benden esirgemeyen sevgili aileme özellikle her an desteğini hissettiğim sevgili eşim Uzman Dr. Levent KORKMAZ'a ve neşe kaynağım biricik kızım Halide Bahar KORKMAZ'a sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	I
İÇİNDEKİLER.....	II
TABLolar LİSTESİ.....	V
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	VI
ÖZET.....	VIII
ABSTRACT.....	IX
KISALTMALAR.....	X
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. PRENATAL TANI YÖNTEMLERİ.....	3
2.2. PRENATAL TANIDA KULLANILAN RADYOLOJİK GÖRÜNTÜLEME YÖNTEMLERİ.....	3
2.2.1. Ultrasonografi.....	4
2.2.1.1. Ultrason fiziği.....	4
2.2.1.2. Ultrason güvenliği.....	4
2.2.1.3. Obstetrik ultrasonografi.....	6
2.2.2. Fetal Manyetik Rezonans Görüntüleme.....	8
2.2.2.1. Gebelikte Fetal MRG Güvenliği.....	8
2.2.2.2. Fetal MRG'de Kullanılan Sekanslar.....	10
2.3. FETAL GÖRÜNTÜLEMENİN DEĞİŞİK VÜCUT SİSTEMLERİNDE KULLANIMI.....	14
2.3.1. Santral Sinir Sistemi.....	14
2.3.1.1. Ventrikülomegali.....	15
2.3.1.2. Korpus kallozum anomalileri.....	16
2.3.1.3. Dorsal nöral tüp gelişimsel anomalileri.....	16

2.3.1.4. Holoprozensefali.....	16
2.3.1.5. Posterior fossa anomalileri	16
2.3.1.6. Gelişimsel kortikal malformasyonlar	17
2.3.1.7. Konjenital vasküler malformasyonlar	17
2.3.1.8. Nöral tüp defektleri ve diğer spinal anomaliler	17
2.3.2. Yüz ve Boyun	18
2.3.3. Toraks	18
2.3.4. Kardiovasküler Sistem.....	20
2.3.5. Abdomen	21
2.3.5.1. Abdominal duvar defektleri	22
2.3.5.2. Gastrointestinal sistem anomalileri	22
2.3.5.3. Genitoüriner sistem anomalileri	23
2.3.5.4. Abdominal neoplaziler	24
2.3.6. Ekstremiteler ve Kemik.....	24
2.3.7. Kompleks Malformasyonlar	24
2.3.8. Plasenta, Polihidramnion ve Oligohidramnion	25
2.4. PRENATAL GÖRÜNTÜLEMİYİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER	25
2.4.1. Maternal Faktörler	25
2.4.2. Gestasyonel Yaş	26
2.4.3. Operatör Bağımlılık.....	26
2.4.4. Görüntü Rezolüsyonu	26
2.4.5. 3B Boyutlu Yüzey Anatomisi	27
2.4.6. Görüntüleme Yöntemi Uygulama Süresi	27
2.4.7. Kontraendikasyonlar.....	27
2.4.8. Fetal USG ve MRG Standartları.....	27
2.4.9. Maliyet.....	27

3. MATERYAL VE METOD	28
3.1. OLGU SEÇİMİ	28
3.2. FETAL USG	28
3.3. FETAL MRG.....	30
3.4. KESİN TANI.....	31
3.5. İSTATİSTİK YÖNTEMİ	31
4. BULGULAR	32
4. 1. SSS ANOMALİLERİ.....	35
4. 2. TORAKS ANOMALİLERİ	39
4. 3. GİS ANOMALİLERİ.....	40
4. 4. GÜS ANOMALİLERİ	41
4. 5. EKSTREMİTE ANOMALİLERİ	42
4. 6. YÜZ ANOMALİLERİ	43
4. 7. MULTİPLE SİSTEM ANOMALİLERİ	43
4. 8. DİĞER ANOMALİLER	44
5. TARTIŞMA.....	46
5.1. SSS ANOMALİLERİ.....	49
5.2. TORAKS ANOMALİLERİ	51
5.3. GİS ANOMALİLERİ.....	53
5.4. GÜS ANOMALİLERİ	54
5.5. EKSTREMİTE ANOMALİLERİ	55
5.6. YÜZ ANOMALİLERİ	56
6. SONUÇLAR.....	57
7. KAYNAKLAR	58

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1. Etkilenen sisteme göre anomalilerin dağılımı 33

Tablo 2. Prenatal US ve MRG tanılarının sistemlere göre karşılaştırılması..... 35

ŞEKİLLER LİSTESİ

- Şekil 1.** Fetal MRG’de kullanılan T1 ve T2 A sekansları 12
- Şekil 2.** Fetal MRG’de DAG’de (b0 imajı) böbreklerin hiperintens görünümü. 13
- Şekil 3.** Fetal MRG’de thick slab tekniğinde fetal ekstremitelerin görünümü 14
- Şekil 4.** Fetal MRG’de (a) TRUFİ sekansında kalbin dört odacığı ayırtedilebiliyorken, (b) HASTE sekansında aorta, pulmoner damarlar ve kalp, kan akımının olduğu boşluklar olduğu için; SSFSE görüntülerde hipointens olarak izlenmektedir..... 21
- Şekil 5.** Hemimegalensefali; 28. haftada prenatal USG ile megalensefali tanısı almış olguda fetal MRG’de; aksiyel T2A TRUFİ görüntülerinde (a) hemimegalensefali, (b) unilateral serebellar displazi izleniyor. Postnatal dönemde elde olunan T2A beyin görüntülerinde (c) hemimegalensefali ve(d) unilateral serebellar displazi varlığı doğrulandı. 37
- Şekil 6.** Alobar holoprozensefali, DWM, oküler hipoplazi; 18 haftalık fetusta T2A görüntülerde; (a) Sagittal planda posterior fossada DWM ile uyumlu serebellar vermiste hipoplazi ve 4. ventrikül ile ilişkili dorsal geniş kist görülmektedir (ok). (b) aksial planda bilateral oküler hipoplazi (ok), (c) koronal planda beyin orta hatta monoventriküler görünüm ve falks yokluğu izlenmektedir..... 37
- Şekil 7.** Germinal matriks kanaması; 32 haftalık fetusun intrauterin T2A (a) aksiyel görüntüsünde asimetric ventrikülomegali ve (b) koronal görüntüsünde sağ tarafta kaudotalamik olukta hipointens hemorajik sinyal değişiklikleri (ok) ve parankim hasarına sekonder komşu lateral ventrikülde asimetric genişlemesi izleniyor (GMK). Aynı olgunun postnatal MRG’sinde T1A kesitte asimetric ventrikülomegalisi, hiperintens intraventriküler hemoraji ve germinal matriks kanaması izlenmektedir (c)(ok) 38
- Şekil 8.** Galen veni malformasyonu. 34 haftalık fetusta (a) USG’de B-modda orta hatta kistik yapı (b), Renkli doppler USG’de kistik yapı içerisinde kan akımına ait renkli sinyaller izlenmektedir (c). Aynı dönemde aksiyel ve sagittal planlarda alınan T2A HASTE imajlarında içinde akıma bağlı flow-void artefaktının

- izlendiği, sinus rektusa devamlılığı bulunan ve çevresinde besleyici vasküler yapıların izlendiği dilate galen veni ve serebral parankimde yaygın iskemik değişiklikler izlenmektedir. 38
- Şekil 9.** 18 haftalık fetusta fetal MRG’de ventrikülomegaliye ek olarak serebellum ve pons hipolazisis izlenmektedir. 39
- Şekil 10.** Bronkojenik kist; 27 haftalık fetusta toraksta (a) T2A TRUFİ görüntüde hiperintens (b) B-mode sonografide anekoik belirgin kardiak deplasyona neden olan düzgün sınırlı homojen, ince duvarlı kistik yapı izlenmektedir. 39
- Şekil 11.** Gastroşizis; 33. gestasyonel haftada yapılan sonografide (a) ve eş zamanlı uygulanan fetal MRG’de (b) karın ön duvarındaki defekttten protrüde olarak amnion sıvısında serbest yüzen barsak ansları izlenmektedir. 40
- Şekil 12.** Omfalosel; 17 gestasyonel haftada (a) B-mode ultrasonografide karın ön duvarındaki defekttten amnion sıvısına protrüde olan barsak anslar ile dolu olarak raporlanan olguda, sagittal görüntüde kese içerisindeki yapının T2A’da hipointens (b) ve T1A’da hiperintens (c) karaciğer olduğu görölmektedir. 40
- Şekil 13.** Hidrometrokolpos; 34 haftalık fetusta prenatal USG’de (a) abdomen içerisinde dilate barsak ansına ait olduğu düşünölen tübüler anekoik kistik yapı izlenmektedir.. Fetal MRG’de mesane posteriorundan abdomen içerisine doğru uzanan T2A’da (b),(c) sagittal planda ve (d) aksial planda hiperintens tübüler kistik yapı gözlenmiştir. Postnatal sonografik (e) incelemede pelvik bölgede hidrometrokolposa ait kistik yapı saptandı. 42
- Şekil 14.** Yüz anomalisi; 20. gestasyonel haftada (a) fetal MRG’de T2A TRUFİ sekansında sagittal planda ve (b) sonografik incelemede dismorfik yüz, mikrognatı izlenmektedir. (c)Terminasyon sonrası olgunun f otografında yüz anomalisi görölmektedir. 43
- Şekil 15.** Tuberoskleroz; paternal tuberoskleroz öyküsü bulunan 32 haftalık fetusun (a) beyne yönelik alınan aksiyel görüntülerinde sentrum semiovale düzeyinde ventrikül içerisine protrüzyon gösteren milimetrik subependimal T2A’da hiporintens (a), T1A’da hiperintens (b) nodüleri izlenmektedir. (c) Prenatal USG’de sol atriuma protrüde hiperekoik rabdomyom izlenmektedir (ok). 44

ÖZET

AMAÇ: Manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ve ultrasonografi (USG)'nin prenatal tanısal etkinliklerinin karşılaştırılması.

GEREÇ VE YÖNTEM: Mayıs 2008– Mayıs 2010 tarihleri arasında toplam 154 olguya fetal anomali şüphesiyle Karadeniz Teknik Üniversitesi, Tıp Fakültesi hastanesi Radyoloji bölümünde USG ve MRG tetkiki uygulandı. 154 olgudan kesin tanı alan 121 olgu çalışmaya dâhil edildi. Prenatal USG ve MRG bulguları postnatal tanılarla karşılaştırıldı. İki yöntemin tanısal etkinlikleri arasındaki farkın istatistik analizi için Sign testi kullanıldı.

BULGULAR: Postnatal kesin tanı alan 121 olgunun 54'ünde santral sinir sistemi (SSS), 20'sinde genitoüriner (GÜS), yedisinde gastrointestinal sistem (GİS), üçünde toraks, altısında ekstremitte ve ikisinde yüz anomalisi, 15'inde ise multiple sistem tutulumu vardı. Herhangi bir gruba sokulamayan 14 olgu ise diğerleri olarak sınıflandırıldı. Fetal MRG, 70 (%58) olguda USG ile aynı tanıyı koydu. Bir olguda şüphelenilen tanıyı doğruladı, 21 (%17) olguda ek bulgu ya da tanı sağladı. 25 (%21) olguda farklı tanı koydu. Dört (%3) olguda ise USG ile tanımlanan patolojiyi hiç gösteremedi ya da eksik gösterdi.

Altmış-iki (%51) olguda her iki yöntem de doğru, 8 (%7) olguda ise her iki yöntemde eksik ya da yanlış tanı koydu. 47 (%39) olguda MRG üstün, dört (%3) olguda ise USG üstündü. MRG'nin USG'ye tanısal katkısı SSS patolojilerinde %50 ($p<0.001$), GİS patolojilerinde %43 ($p=0.250$) ve GÜS anomalilerinde %35 ($p=0.070$) olarak bulundu. Ekstremitte, kemik, toraks ve yüz anomalilerde MRG USG'ye ek katkı sağlamadı.

SONUÇ: MRG özellikle SSS anomalilerinin prenatal tanısında USG ile birlikte kullanılabilecek yardımcı bir görüntüleme yöntemidir.

ANAHTAR KELİMELELER: Prenatal tanı; Manyetik rezonans görüntüleme; MRG; ultrasonografi; USG; fetal anomali

ABSTRACT

OBJECTIVE: To compare the effectivenesses of magnetic resonance imaging (MRI) and ultrasound (US) in prenatal diagnosis.

METHODS: Between May 2008 and May 2010, 154 pregnant women with suspected fetal anomalies were evaluated with MRI and US at the Radiology department of University hospital. 121 cases having final diagnosis were enrolled in to study. Prenatal diagnosis of MRI and US were compared with final diagnosis. Statistical analysis of the difference between the diagnostic accuracies of two methods was performed with the use of Sign test.

RESULTS: There were 54 cases with central nervous system (CNS), 20 with genitourinary system (GÜS), seven with gastrointestinal system (GİS), three with thoracic, six with extremity and two with facial anomalies. 15 cases had multiple system anomalies. 14 cases could not be inserted to a specific anomaly group and classified as “others”. Fetal MRI and US gave the same diagnosis in 70 cases (%58). In a case sonographically suspected anomaly was confirmed by MRI. MRI provided additional findings or diagnosis in 21 (%18) cases and changed the diagnosis in 25 (%21) cases. In dört (%3) cases, sonographic findings could not be demonstrated by MRI.

Both imaging methods provided correct diagnosis in 62 (%51) cases and wrongly or not diagnosed the anomaly in eight (%7) cases. In 47 (%39) cases MRI was superior to US and in four (%3) cases US was superior to MRI. MRI provided additional diagnostic information to US in 50 % of the cases with CNS anomalies ($P<0.001$), in %35 of the cases with GÜS ($p=0.070$) and in %43 of the cases with GİS ($p=0.250$) anomalies. There was no difference between the diagnostic abilities of two methods in case of extremity-bone, thoracic and facial anomalies.

CONCLUSIONS: MRI might be used as an adjunct to US in the prenatal diagnosis especially in case of CNS anomalies.

KEY WORDS: prenatal diagnosis; magnetic resonance imaging; MRI; ultrasound; fetal anomaly

KISALTMALAR

USG: Ultrasonografi

MRG: Magnetik Rezonans Görüntüleme

AFP: Alfa fetoprotein

SSS: Santral sinir sistemi

GİS: Gastrointestinal sistem

GÜS: Genitoüriner sistem

Mm: Meningomyelose

NT: Nükal translüsenzi

BPD: Biparietal çap (Biparietal diameter)

HC: Baş çevresi (Head circumference)

FL: Femur uzunluğu (Femur length)

KK: Korpus kallozum

AC: Abdomen çapı (Abdominal circumference)

KKAM: Konjenital kistik adenomatoid malformasyon

KDH: Konjenital diafragma hernisi

MMR: Motor mental retardasyon

DWM: Dandy Walker Malformasyonu

WWS: Walker Warburg sendromu

HPS: Holoprosensefali

PBS: Prune Belly sendromu

GMK: Germinal matriks kanaması

BOS: Beyin omurilik sıvısı

SAR: Spesifik absorpsiyon oranı

T: Tesla

T1A: T1 ağırlıklı

T2A: T2 ağırlıklı

TE: Eko zamanı

TR: Tekrarlama zamanı

SSFP: Steady state free precession

SSFSE: Single-shot fast spin echo

FLASH: Fast low angle shot

HASTE: Half-Fourier single shot fast spin-echo

TRUFI: True fast imaging with steady state precession (True FISP)

NEX: Kesit tekrarlama sayısı (Number of excitation)

FOV: Ekranaya uyan görüntüye uyan doku büyüklüğü (Field of view)

FA: Sapma açısı (Flip angle)

WHO: Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization)

DAG: Difüzyon ağırlıklı görüntüleme

ADC: Apparent diffusion coefficient

1. GİRİŞ

Konjenital anomaliler tüm yenidoğanların % 2-3 'ünde görülür. Hayatın ilk yıllarında tespit edilen doğumsal defektler de göz önüne alınırsa insidans iki kat artar. Konjenital anomalileri önceden belirleme, önlem alma, tedavi etmede prenatal tanı önemlidir. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde infantlardaki malnütrisyon ve enfeksiyonlara bağlı mortalite oranlarının azalması konjenital malformasyona bağlı mortaliteleri ön plana çıkarmıştır.

Konjenital anomalilerin yarısından fazlasının sebebi bilinmemektedir. Kromozomal anomaliler perinatal ölümün ve çocuk engelliliğinin bilinen ana nedenidir (1). Anomalilerin prenatal tanısına yönelik öncelikle non-invaziv tarama yöntemleri kullanılır. Bu yöntemler; biyokimyasal olarak maternal serum AFP düzeyi bakılması ve anne kanında fetal hücre aranması ve USG taramadır. Amniosentez, koryon villus örnekleme ve kordosentez gibi invaziv prenatal tanı yöntemleri de mevcuttur ancak bu yöntemlerde %1 oranında gebelik kaybı riski vardır (1).

Fetal anomalilerin tanısında USG primer görüntüleme yöntemidir. Anne ve fetus için emniyetli, ucuz, ulaşılması ve uygulaması kolay ve maliyeti düşük bir görüntüleme yöntemidir. 18–20. gebelik haftalarında anomali taraması için rutin olarak kullanılmaktadır. Ancak uygulayıcı bağımlı olması yanı sıra maternal obezite, oligohidramnioz, uygun olmayan fetal pozisyon durumlarında sağladığı bilginin sınırlı olması gibi dezavantajları mevcuttur (2).

Fetal MRG ilk kez 1980'lerde uygulanmış, ancak son 10 yılda hızlı MRG sekanslarının geliştirilmesinden sonra yaygınlaşmıştır. Bu yeni ve hızlı MRG sekansları sayesinde kesit alma süresi 1 saniyenin altına inmiş ve bir nefes tutumu süresinde incelemenin tamamlanabilmesi mümkün olmuştur.

Manyetik rezonans görüntüleme ile fetal anatomi daha iyi gösterilebilmekte, patolojinin orijini ve uzanımı daha net ortaya konulabilmektedir. Fetal pozisyon değerlendirmeyi engellememektedir. Kontrast rezolüsyonu daha yüksektir. Bilinen zararı yoktur. Fetal MRG en sık (%85) fetal beynin değerlendirilmesinde kullanılmaktadır.

Yapılan birçok çalışma ile de SSS patolojilerinin ve kompleks fetal anomalilerin değerlendirilmesinde MRG'nin USG'ye ek katkı sağladığı gösterilmiştir. Fetal MRG'nin SSS dışında kullanımının yararlarını dokümente eden yeterli çalışma yoktur. Ancak SSS dışındaki vücut sistemlerinde de MRG ile yüksek kaliteli tanısal görüntüler elde edilebilmektedir.

Literatürde Fetal MRG ile USG'nin tanısal etkinliğini karşılaştıran çalışma sonuçları; fetal MRG'nin fetal anatomi ve patolojilerin değerlendirilmesinde USG'yi tamamlayıcı güvenilir ve non-invaziv bir görüntüleme yöntemi olarak kabul edilebileceği yönündedir. Ancak bu çalışmaların birçoğunda karşılaştırma fetal MRG bulguları temel alınarak yapılmıştır. Hâlbuki iki tetkikin etkinliği karşılaştırılacaksa bu bir üçüncü yöntem altın standart kabul edilerek yapılmalıdır. Yine birçok çalışma istatistiksel analiz yöntemleri kullanılmamıştır. Bu yüzden sonuçlar subjektiftir ve güvenilir görünmemektedir.

Biz çalışmamızda, fetal MRG ile USG'nin tanısal etkinliğini postnatal kesin tanıları ile korele ederek ve istatistik analiz yöntemleri kullanarak karşılaştırmayı amaçladık.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. PRENATAL TANI YÖNTEMLERİ

Prenatal tanı esas olarak risk altındaki ailelere doğum öncesi bilgi sağlar. Böylelikle aileler ve ailelerin hekimleri etkilenmiş bebek hakkında doğum öncesi bilgi sahibi olur. Terminasyonun bir seçenek olduğu durumlarda erken dönemde terminasyon kararı verilirse maternal risk oluşturmaksızın terminasyon sağlanabilir. Bir diğer seçenek ise etkilenmiş çocuğun doğumu için çiftlerin emosyonel olarak hazırlanması ve ilgili tıbbi personelin postnatal bakım ve doğum yöntemi için hazırlanmasıdır. Prenatal tanı yöntemlerinin sonuçlarının normal olması durumunda ise risk altındaki ailelerin gebelik süresince yaşayacakları stres ve şüphe giderilmiş olur (3).

Prenatal tanı yöntemleri invaziv ve non-invaziv olabilir. İnvaziv prenatal tanı yöntemleri; 15-20. gestasyonel haftada yapılan amniosentez ve 10-13.gestasyonel haftalarda yapılan koryon villus örneklemedir. Non-invaziv yöntemler ise USG ile 11-14. gebelik haftasında nukal kalınlık ölçümü, 18-20. gebelik haftalarında USG ile fetal anomali taraması yapılması, biyokimyasal olarak 11-14. gebelik haftalarında ve 15-20. gebelik haftalarında maternal serum biyokimyası çalışılması, anne kanında fetal hücre aranması ve seçilmiş olgularda fetal MRG uygulaması şeklindedir.

2.2. PRENATAL TANIDA KULLANILAN RADYOLOJİK GÖRÜNTÜLEME YÖNTEMLERİ

Prenatal tanıda temel olarak iki radyolojik yöntem kullanılır. Bunlar; rutin kullanımda olan tarama amaçlı da kullandığımız USG ve seçilmiş olgularda ileri tanı yöntemi olarak başvurduğumuz MRG'dir.

İki boyutlu ultrasonografik inceleme halen gebelik takibinde en sık kullanılan görüntüleme yöntemidir. Bunun başlıca nedenleri ultrasonografinin ucuz, ulaşılabilirliği ve uygulaması kolay, gerçek zamanlı bilgi veren, yüksek rezolüsyonlu bir tetkik olması ve anne-bebek sağlığı için risk oluşturmamasıdır (4). Üç ve dört boyutlu ultrasonografi her geçen gün santral sinir sistemi, yüz-dudaklar, toraks, spinal sistem gibi fetal vücut

kesimlerinin değerlendirmesinde artan sıklıkla kullanılmaktadır.

MRG gelişmiş bir tanı yöntemidir. MRG teknolojisi özellikle son 10 yılda çok hızlı gelişmiştir. Yeni koil dizaynları ve ultra hızlı sekanslar geliştirilmiş, daha yüksek rezolüsyonlu görüntüler ve görüntü oluşturma süresinde dramatik azalma sağlanmıştır.

2.2.1. Ultrasonografi

2.2.1.1. Ultrason fiziği

Tıp alanında ilk defa 1950 yılında kullanılmaya başlanan ultrasonografide çok yüksek frekanslı ses dalgaları kullanılır. Ultrason dalgaları, elektrik impulsları ile ultrason transduserindeki piezo-elektrik kristalleri hareket ettirerek elde edilir. Tanısal USG’de 1-20 MHz arasında değişen farklı frekanslarda transduserler kullanılır. Transduser yüzeyine birleştirici ajan olarak suda çözülebilen jel sürüldükten sonra ultrason dalgaları farklı yoğunluklardaki dokular arası yüzeylere ulaşıncaya kadar doku tabakaları arasında ilerler. Ara yüzeyler, ses dalgalarının transdüsere geri yansıtılmasına yol açar ve transdüsere yansıyan bu enerjiyi piezo-elektrik kristalleri elektrik impulslarına dönüştürür. Bu impulsların intensite ve dönüş zamanları bilgisi kullanılarak bilgisayar ekranında görüntü oluşturulur.

Sıvılar ultrason dalgalarını yansıtmadığından ekranda görüntü oluşturmaz ve siyah renkte görünür. Kemik gibi sert yüzeylere çarpan ses dalgaları ise tümüyle yansır ve parlak bir görüntü oluşturlar, böylelikle ekranda beyaz renkte görünürler. Ara yoğunluktaki dokular ise ses dalgalarını orta düzeyde yansıtıklarından gri renkte görülürler (5).

2.2.1.2. Ultrason güvenliği

Klinik olarak ultrasonografi elli yılı aşkın bir süredir güvenle kullanılmaktadır. Ultrasonografi doku üzerine iki temel biyolojik etkisi bulunan bir enerji formudur. Bu etkilerden ısı direkt etkisi iken, negatif ve pozitif basınç dalgalarının oluşturduğu ossilatuar hareketler ise indirekt etkisidir (4)

Literatürde tanısal ultrasonografik görüntülemenin fetusa olası yan etkilerini belirten birkaç çalışma mevcuttur ve bu çalışmalar temelde sonografinin termal ve kavitasyon etkilerine odaklanmıştır (5,6,7,8,9). Yumuşak doku ve kemik tarafından

absorbe edilen ultrason dalga enerjisinin ortaya çıkardığı termal etki günümüz modern cihazlarında 1°C 'den azdır. Dünya Tıp ve Biyolojide Ultrason Federasyonu (The World Federation for Ultrasound in Medicine and Biology) tarafından “normal fizyolojik seviyelerden, maksimum 1,5°C'den daha az sıcaklık artışı yaratan tanısal işlemler termik sahada sakınca olmadan kullanılabilir” diye belirtmiştir. Ayrıca,”embriyo ve fetal vücut sıcaklığını 41°C üstüne beş dakikadan uzun süre çıkararak tanısal işlemler potansiyel olarak tehlikeli olarak değerlendirilmelidir” diye eklemiştir (10). B-mod ultrasonografi birinci trimesterde embriyogenez sırasında güvenle kullanılabilir. Ancak doppler ultrasonografinin sıcaklığı 1,5°C'den fazla arttırması olasıdır bu yüzden özellikle 1. trimesterde kullanımında dikkatli olunması gereklidir (5).

Kavitasyon, sese maruz kalan dokuda fiziksel, kimyasal ve biyolojik etkiler oluşturabilen boşluklar ve gaz kabarcıkları oluşumu ve aktiviteleridir. Kavitasyon komşuluğunda, sıvıda meydana gelen gerilim hücre membranını bozar (5, 11). B mod incelemede kavitasyon etkisinden bahsedilse de insan dokusu kavitasyona karşı oldukça dirençlidir. Doppler yöntemlerinde ise negatif maksimal basınç B moddakinden daha büyük değildir, bu nedenle kavitasyon oluşumu beklenmez. Ancak anlamlı biyolojik etkilere sahip akustik outputlar üretme yeteneğindeki modern USG yöntemleri gelişmesi ve USG kullanımının artarak yaygınlaşması güvenlik açısından dikkatli olmayı gerektirir.

Color Doppler ve kan akımı ölçen diğer yöntemler USG 'ye maruziyet süresini uzatmaktadır. Özellikle dokuya yüksek akustik intensiteyi veren Spektral ve Puls Doppler en dikkat edilmesi gereken yöntemlerdir. Embriyonik dönem dış etkenlere özellikle hassas olduğu bilinen bir dönemdir. Bu dönemde Doppler US kullanımı sınırlandırılmalıdır. Ancak kesin tıbbi endikasyonu var ise ve faydalı bilgi vereceği düşünülüyorsa kullanılabilir. Klinik kullanımdaki sonografik uygulamalar, cihazların çıkış güçleri ve maruziyet zamanı kontrol edilerek, daha yeni teknikler ortaya çıkmadığı sürece yapılabilir. Embriyo yumuşak doku gibi davranır, akustik absorpsiyonu daha düşüktür ancak üçüncü ayda kemik mineralizasyonu nedeni ile ısı absorpsiyonu artar ve fetus büyüdükçe artış devam eder. Kullanıcı Doppler çalışmaları sırasında maruziyeti göz önünde bulundurarak inceleme süresini mümkün olduğunca kısa tutmalıdır (12, 13).

Prenatal ultrasonun neonatal ve infant dönemindeki etkilerini değerlendirmek için yapılan hayvan deneylerinde intrauterin ultrasona maruz kalmış yenidoğanlarda düşük

doğum ağırlığı, kısa boy ve düşük beyaz küre miktarı saptanmışsada boyut farklarının üç ay sonra kaybolduğu, hematolojik parametrelerin normale döndüğü belirlenmiştir (14). Nörogelişimsel çalışmalarda motor ve kognitif fonksiyonlarda ya da öğrenme yetilerinde anlamlı fark saptanmamıştır (5, 14). İnsan fetusu ve yenidoğanının değerlendirildiği çalışmalarda da benzer sonuçlara ulaşılmış, düşük doğum ağırlığı bulunan olgularda 7 yaş düzeyinde farkın kaybolduğu gözlenmiştir (15, 16).

2.2.1.3. Obstetrik ultrasonografi

Birinci Trimesterde Ultrasonografi Uygulamaları

Birinci trimesterde ultrasonografi tahmini doğum tarihini, embriyo sayısını ve embriyonun intrauterin yerleşimli olup olmadığını, çoğul gebeliklerde koryonik durumu, anöploidi riskini belirlemede ve fetal morfolojiyi, plasentayı ve uterus-adneksleri değerlendirmede kullanılır (4).

Gestasyonun 11-14. haftalarında sonografik nukkal translusensi boyutu ölçümü ve serum markırları (pregnancy associated plasma protein A ve total β -HCG) birlikte kullanılarak down sendromu için efektif bir tarama testi uygulanır (17).

Gelişen teknolojiyle birlikte fetal anatomi gestasyonun erken dönemlerinde dahi detaylı vizualize edilmeye başlamıştır. Hızla değişen fetal pozisyon fetusu çok yönlü değerlendirmeyi sağlar. Ancak erken dönemde kardiak, iskelet ve santral sinir sistemi anomalileri her zaman saptanamayabilir.

İkinci ve Üçüncü Trimester Ultrasonografi Uygulamaları

Anomali taramaları çoğunlukla 18-20.gestasyonel haftalarda yapılır. 'Royal College of Obstetricians and Gynecologist' tarafından rutin olarak fetal anomalilerin taraması için 20. haftada uygulanması gereken standartlar belirlenmiştir.

Baş aksial planda incelenmelidir ve kafatasının şekli ve mineralizasyonu değerlendirilmelidir. Baş çevresi ve ventrikül genişlikleri ölçülür. Posterior fossa, serebellum ve sisterna manga değerlendirilir (18).

Toraks hem longitudinal hem de aksial planda incelenir. Longitudinal görüntüde diafragmalar belirlenir ve diafragmanın üzerinde kalp, altında ise mide varlığı araştırılır.

Aksial planda kalp boyutu ve aksı değerlendirilir ve dört odacık görünümünün varlığı araştırılır.

Abdomen aksial planda incelenir. Abdomen çevresi ölçülür. Geç evrelerde özellikle büyüme bozukluğu olduğu durumlarda, karaciğer çapı da alınır. Anterior abdominal duvar defektlerini ekarte etmek için abdomende umbilikal kordun giriş yeri değerlendirilir. Böbrekler ve mesane incelenir. Renal pelvisin anterioposterior çapı ölçülür. Perivezikal arterlerin mesane ile ilişkisi kontrol edilir.

Omurga sagittal, aksial planlarda ve mümkünse koronal kesitlerde incelenir. Aksial plan incelemesinde, vertebraya ait üç osifikasyon merkezinin belirlenmesi gereklidir. Bu noktalar servikal bölgede genişlemiş, sakrum bölgesinde ise daralmış olarak izlenmelidir. Sagittal planda, spinanın normal duruşu, vertebra üzerinde derinin ve lamina ile vertebra cisimciklerinin devamlılığı değerlendirilir. Koronal kesitlerde ise transvers süreçler ve laminalar tren yolu görüntüsü vermelidir. Bu görünüm baş bölgesinde genişlemeli, sakrum bölgesinde ise daralmalıdır. Yine koronal planda kostaların dizilimi de izlenmelidir.

Eğer süre ve ekipman sorunu yoksa fetal yüzün ayrıntılı olarak değerlendirilmesi gerekir. Dudakların ve burnun, orbitanın, lenslerin ve yüzün simetrisi ayrıntılı olarak incelenmelidir. Damak anomalilerinin incelenmesi ise kemik yapıların gölgesinden dolayı zordur. Fetal yüzün profilden incelenmesi ise mikrognatinin değerlendirilmesi için önemlidir. Aile tarafından istendiğinde fetal cinsiyet de belirlenebilir.

Üç Boyutlu Ultrasonografi

Konjenital anomalilerin saptanmasında üç boyutlu (3B) US, dört boyutlu (4B) USG ve iki boyutlu standart gri skala sonografi yöntemlerinin spesivite ve sensivitesi arasında anlamlı fark yoktur (19).

3B USG ile fetal yüz gibi yüzey anatomilerinin iki boyutlu sonografik incelemede elde edilemeyecek kadar iyi vizualizasyonunu sağlar. 4B USG (gerçek zamanlı 3B USG) fetal kardiak anatomi görüntülemesinde ilerleme sağlamıştır ve valvuler fonksiyonları daha iyi gösterir (20). Ancak her iki yöntemin efektif kullanılabilmesi için tecrübe şarttır.

2.2.2. Fetal Manyetik Rezonans Görüntüleme

MRG'de görüntü oluşturmak için yararlandığımız veri kaynağı hücre sıvısı ve lipidler içerisindeki hidrojen çekirdeğidir (proton). Hidrojen çekirdeklerinden sinyal elde edebilmek için incelenecek kesimi önce güçlü bir manyetik alan (mıknatıs) içine yerleştirilir, Güçlü manyetik alanda ki vücuda radyo dalgası gönderilerek manyetik alanın etkisindeki dokularda manyetik etki değiştirilir. Bu değişimden sonra tekrar manyetik alanın etkisine geçerken dokulardan yayılan sinyaller toplanarak görüntü oluşturulur. İşlemde bir anlamda dokular radyo dalgası (radyofrekans) gönderir hale getirilip vücuttan gelen sinyaller alınarak görüntü oluşturulur.

Prenatal tanıda MRG, USG ile tanının kesinleştirilemediği, fetal anatomi ya da patoloji hakkında ek bilgiye ihtiyaç duyulduğu durumlarda ve kompleks anomalilerin araştırılmasında kullanılır (21, 39).

Manyetik rezonans görüntüleme, yüksek kontrast rezolüsyonu, , çoğu kez ultrason ile elde edilemeyecek geniş alan görüntüleme olanağı, multiplanar özelliği ve fetal ve maternal fiziksel faktörlerden etkilenmemesi gibi nedenlerle prenatal tanıda etkin bir yöntemdir (21, 24).

2.2.2.1. Gebelikte Fetal MRG Güvenliği

Fetusun elektromanyetik alana kısa dönem maruziyetinin zararlı olduğuna dair kesin bir kanıt yoktur ancak güvenliği de tam olarak ispat edilememiştir. Gebeliği süresince MRG'de çalışan radyoloji personeli incelendiğinde gebelik sonrasında anlamlı bir ciddi sorun artışı saptanmamıştır (22, 39). Gebeliğinde MRG uygulanan kadınların bebeklerinde gelişme geriliği insidansında artış ya da herhangi bir etkilenim saptanmamıştır (21). Bu yüzden geç dönemde meydana gelebilecek potansiyel riskin yok ya da oldukça az olduğu düşünülmektedir (22, 23, 24, 25, 26, 27, 28).

Manyetik rezonans görüntüleme sırasında maruz kalınan radyofrekans dalgalarına bağlı biyolojik dokularda ısı artışı oluşabilmektedir. SAR (spesifik absorpsiyon oranı) monitörleri dokudaki enerji birikimini ölçmek için kullanılırlar. Gebe domuzlarla yapılan çalışmada fetal beyin, abdomen ve amnion sıvısında yapılan ısı ölçümlerinde hızlı MRG teknikleri ile ısı değişikliği saptanmamıştır (29). Yine de önerilen SAR'ın mümkün

olduğunca düşük tutulması yonundedir.

Diğer bir potansiyel risk oluşturan durum da Fetal MRG sırasında ortaya çıkan gürültüdür. Ancak amnion sıvısı ses dalgalarını oldukça iyi bir şekilde zayıflatmaktadır. Fetal dönemde MRG tetkiki uygulanan 2-4 yaş arası 25 çocuğun değerlendirildiği klinik bir çalışmada, çocukların hiçbirinde işitme ile ilgili bir soruna rastlanmamıştır (30). Tüm MRG uygulanan hastalarda olduğu gibi fetal MRG uygulanacak gebelerde de kesin kontraendikasyonlar bulunmaktadır. Bazı hastalar ise tetkik yapılamayacak kadar klostrofobik olabilirler. Bu tip hastalarda kısa gövdeli magnet kullanımı ya da tüpe baş değil ayak girişi ile girmeleri fayda sağlayabilir. Dilaltı benzodiazepin ile sedasyon sağlanabilir. Üçüncü trimestride hasta masasında sırt üstü yatamayan gebeler yan yatırılabilir.

MRG'de kullanılan kontrast madde Gadoliniumun plasentadan geçerek intravenöz verililişinden sadece birkaç dakika sonra fetal mesanede görülmesi, amniona salınması ve fetusun yutması sonrası gastrointestinal traktusundan emilerek fetal sirkulasyona tekrar dönmesi nedeniyle yarı ömrü bilinmemekte, dolayısıyla gebelerde kullanımı önerilmemektedir (31). Gadopentate dimeglumine farelerde yapılan deneylerde; farelere insan dozunun 2,5 katı verilmesi sonrasında gelişme geriliği yaptığı gösterilmiştir (32). C grubu ilaç kabul edilen Gadopentate dimeglumine (ok gerekli durumlarda riske rağmen kullanım) hayvan deneylerinde yan etkileri gösterilmiş ancak insanlarda kontrollü çalışmaları bulunmayan bir ilaçtır (32).

İlk trimesterde gelişen embriyonun bölünmekte olan hücreleri fiziksel herhangi bir ajana karşı hassas olduğundan mümkünse ilk trimesterde fetal amaçlı MRG uygulanmamalıdır. Bu dönemde fetusun küçük boyutu nedeniyle çoğu zaman inceleme de efektif olmamaktadır. Ancak anne veya bebeğe yaklaşımı etkileyecek ise anne bilgilendirildikten ve sözlü ve yazılı onayı alındıktan sonra uygulanabilir.

Gebelikteki MRG güvenilirliği hakkındaki bu tip tartışmalar sadece 1,5 T veya daha düşük manyetik gteki MRG cihazları için yapılmakta olup daha yüksek manyetik gteki cihazlar için halen güvenilirlik belirlenmemiştir.

MRG Grubu Güvenlik Komitesi (Safety Committee of the Society for MRI) diğer non iyonizan görüntüleme yöntemleri yeterli değil ise ya da X-ray veya BT gibi iyonizan

radyasyon içeren tanı yöntemlerini kullanarak elde etmeniz gereken bilgileri size sağlayabilecekse fetal MRG'nin kullanılabilirliğini söylemektedir (33).

Fetal MRG ile ilgili genel yaklaşım, 1,5 T manyetik alan gücünde cihaz kullanılması, tarama zamanının mümkün olduğunca kısa tutulması, SAR'ın düşük tutulması, Gadolinium kullanılmaması ve birinci trimestırda taramadan sakınılmasıdır.

2.2.2.2. Fetal MRG'de Kullanılan Sekanslar

T2 Ağırlıklı Görüntüleme:

Spin eko kaynaklı Half-Fourier acquisition single shot turbo spin-echo (HASTE) ve gradyent eko kaynaklı steady state free precession (trueFISP ya da TRUFI) sekansları tercih edilen puls sekanslarıdır (Şekil 1). Her iki puls sekansı da çok hızlıdır ve ağır T2 görüntüler sağlarlar. Vücut sıvıları ve organlar arasında (örn. fetal BOS ve beyin, amniyotik sıvı ve fetal vücut yüzeyi arasında) yüksek sinyal kontrastı sağlarlar.

- **Single shot spin-eko**

Fetal görüntülemelerde en yaygın olarak kullanılan sekanslardır. Üretici firmaya göre değişen isimleri vardır; single-shot fast spin-echo (SSFSE), half-Fourier acquisition turbo spin-echo (HASTE), half-Fourier rapid acceleration relaxation enhancement (RARE)...

RARE sekansı için başlangıçta tek bir 90 derece RF pulsu uygulanarak longitudinal manyetizasyon yan yatırılır. Sonra multiple RF pulsları (FA= 130°-180°) uygulanarak elde edilen sinyaller kaydedilir. Faz kodlama basamak sayısı kadar RF pulsu gönderilir ve alınan ekolar k- alanına kaydedilir. Görüntülenen parametrelere bağlı olarak her bir görüntü için acquisition time 300-400 milisaniye arasında değişir. Bir seri görüntü elde etme süresi yaklaşık 20 saniyedir. SAR'ın düşük olması için görüntüler arasında bir saniye gibi bir bekleme süresi kullanılır. Fetal dokular için en iyi kontrast rezolüsyonunu RARE sekansları sağlar (34,35,36,37). HASTE sekansı Simense has bir sekans olup RARE'den farkı matriksin faz kodlama bölümünün ve k-alanının yarısı için eko kaydının yapılması, diğer yarının da ilk yarıdaki bilgilerin kullanılması yoluyla doldurulmasıdır. Böylece zamandan kazanılmaktadır (39).

Bu sekanslar single-shot olduğundan fetal ve maternal hareketlere bağlı oluşan artefaktları sınırlarlar (36). Hareket artefaktı sadece hareketin olduğu kesiti etkiler. T2 kontrastı ve sinyal-gürültü oranları yüksektir. Fetal beyin anatomisini görüntülemek için en iyi sekans olarak kabul edilirler. Ancak ileri gestasyonel haftalarda iyi bir doku kontrastı için bazı parametrelerin değiştirilmesi gereklidir. Fetal gövde görüntülemesi için daha kısa TE değeri kullanılabilir. Uzun TE ile (> 250 msn.) daha çok kontrast farkı yaratır, böylece özellikle akciğer kistik lezyonlarının değerlendirilmesi kolaylaşır (38).

- **Balanced Gradient eko**

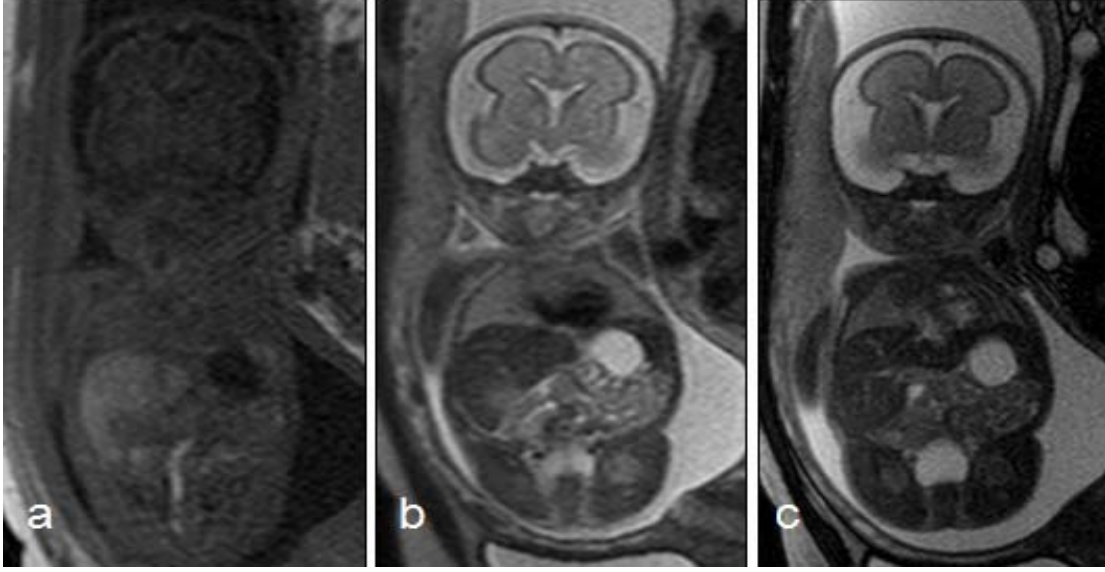
Son zamanlarda popülerite kazanmış yüksek performanslı gradientlere sahip cihazlarda mevcut 'steady state free precession' sekanslardır. Firmaya göre değişen isimlendirmeleri vardır. Bunlar: true fast imaging with steady-state precession (True FISP), fast imaging employing steady-state acquisition (FIESTA) ve balanced fast field echo (Balanced FFE). Görüntülerde hem T1 hem de T2 ağırlığı vardır. T2 ağırlığı sıvılardan yüksek sinyal alınmasını sağlarken, T1 ağırlığı dokularda yüksek kontrastı sağlar. T1 ve T2 ağırlığının derecesi TR süresi ve kayma açısı (FA)'na bağlıdır. >30° FA'larda görüntülerde T2 ağırlığı baskındır. FLASH sekansına benzer bir sekanstır ancak steady state durumunda hem longitudinal hem de transvers manyetizasyon vardır ve SNR daha yüksektir. Ayrıca RARE sekansında bir sorun olarak karşımıza çıkan zamanla T' sinyalindeki kayba bağlı bulanıklaşma bu sekansta izlenmez. Bu sekanslarda kullanılan kısa TR ve geniş FA dokularda RF enerji birikimine neden olabilir ancak bu RARE ya da EPI sekansındakinden daha fazla değildir. SSFP sekansı iyi bir doku kontrastı sağlamakla birlikte göreceli olarak geniş FOV'a ihtiyaç duyar. Bu nedenle özellikle erken gebelik haftalarında küçük detayların izlenmesi güç olabilir (39).

T1 Ağırlıklı Görüntüleme:

Fetusun T1 A görüntülerle görüntülenmesi daha zordur. Bunun nedeni fetusun T1 kontrastının düşük olması yanında bu sekansların single shot olmaması ve çekim sürelerinin uzunluğu nedeniyle harekete duyarlı olmalarıdır. En çok kullanılan sekanslar gradient eko sekanslardır (A). Fast low angle shot (FLASH) ve gradient refocused acquisition in the steady state (GRASS) bu sekansa örnektir. T1 ağırlığı için kısa TR (100-200 ms), kısa TE (2-10 ms) ve büyük kayma açısı (>60°) kullanılır. Anneye nefes tutturularak, sedasyon uygulanarak ya da annenin tetkike aç gelmesi sağlanarak görüntü

kalitesi yükseltilebilir.

T1A sekanslar, maternal pelvisin değerlendirilmesinde, yağ dokusu ve hemorajinin tespitinde, konjenital diafragmatik hernilerde karaciğerin yerini belirlemek amacıyla ve kolonu değerlendirmek için kullanılırlar (40). Kolon ve karaciğer T1A sekanslarda hiperintens olarak izlenirler.



T2- HASTE

T2- TRUFI

T1- FLASH

Şekil 1. Fetal MRG’de kullanılan T1 ve T2 A sekansları

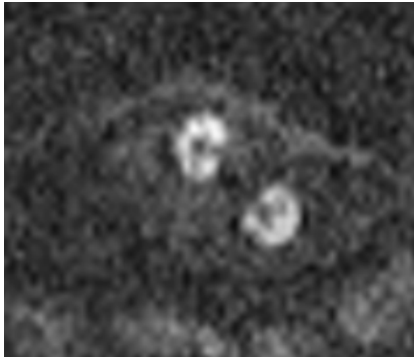
Difüzyon Ağırlıklı Görüntüleme (DAG):

Eko planar görüntüleme ile difüzyon ağırlıklı sekanslar 20 sn.’den daha kısa sürede elde edilebilmektedir. Günümüzde giderek kullanımları artmaktadır (38). DAG, hipoksik iskemik beyin lezyonlarına yüksek duyarlılığı nedeniyle fetal beyin görüntülemenin tamamlayıcısıdır (41, 42).

Akut iskemide difüzyon katsayısında (ADC) bariz düşüş ortaya çıkar (43). Artmış sellülarite ve myelinizasyonda ilerlemeye bağlı da ADC değeri düşer (44). Difüzyon anizotropisinin premyelinasyon yapılarını ayırt edilebilirliği nedeniyle myelinize olmamış korpus kallozum liflerini tanımak için de kullanılabilir (45,46). ADC degerindeki değişiklikler akciğer maturasyonunu değerlendirmede faydalı olabilir (47, 48). DAG kistik lezyonların, yoğun amniotik sıvıdan ayrımını sağlayabilir (49).

22. gebelik haftasından daha küçük fetusların tüm vücudu ve plasenta hiperintens olarak izlenir. Ancak daha ilerleyen gestasyonel haftalarda plasentanın hiperintens görülmesi anormaldir (38)

Fetal dişler ve böbrekler anizotropik yapıları nedeniyle DAG (özellikle b0 imajlarda) görüntülerde hiperintens sinyalleri ile fark edilebilirler. Renal agenezi şüphesi olan olgularda böbreklerin varlığını değerlendirmek için DAG görüntülerinden faydalanılabilir (Şekil 2).



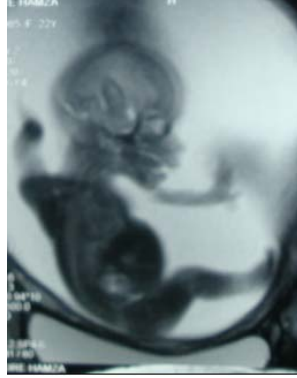
Şekil 2. Fetal MRG'de DAG'de (b0 imajı) böbreklerin hiperintens görünümü.

Kalın Dilim T2A Sekanslar:

Kalın dilim T2A sekanslar orjinalinde fetal manyetik rezonans kolanjiopankreatikografi (MRKP) ve ürografi için geliştirilmiştir. (50, 51, 52) Ancak, fetal duruş ve gross anatomisinin değerlendirilmesinde kullanımı yaygınlaşmış ve popülerite kazanmıştır. Amniotik sıvının uzun T2A görüntülerdeki görünümü ile fetal yumuşak dokular optimal kontrast farkı oluştururlar. Fetal yapılar ne kadar fazla amniotik sıvıyla çevrelenmişse o kadar iyi bir görünüm oluşur. Üç boyutlu görüntü elde edilebilmek için dilim (slab) kalınlığı en az 15 mm olmalıdır. Maksimum dilim kalınlığı ise fetus boyutu, uterusta fetusun pozisyonu ve amniotik kavite boyutu ile ilişkilidir. Yüzey görüntülemenin tek handikapı yetersiz amniotik mayidir.

Kalın dilim T2 ağırlıklı görüntüleme 3B USG'ye nazaran FOV ile limitli değildir. İri fetuslar bu yöntemle görüntülenebilir. Ayrıca 3B USG ile sadece yüzey anatomi ve kemikler görüntülenebilirken, bu tekniğin "ışıldama" etkisiyle daha derindeki organlar da görülebilir (53). Bu transparanlık mide, mesane gibi organlardaki normal sıvıyı da, perikardiak, plevral anormal efüzyonları da görülebilir kılar. Ayrıca kortikal gelişim ve

girasyon gözlemlenebilir (54,55). Fetal ekstremiteler bir bütün olarak görülebilir (Şekil 3). Bu da cüceliği, SSS anomalisi, nörolojik bir hastalığa bağlı ekstremiteler deformasyonunu ya da amniotik bant sekellerini göstermede kullanılabilir.



Şekil 3. Fetal MRG’de thick slab tekniğinde fetal ekstremitelerin görünümü

2.3. FETAL GÖRÜNTÜLEMENİN DEĞİŞİK VÜCUT SİSTEMLERİNDE KULLANIMI

2.3.1. Santral Sinir Sistemi

Yüksek rezolüsyonlu ultrasonografi yöntemlerine ve endovaginal yolla değerlendirilebilirliğe rağmen sonografinin görüntü oluşturmasını sağlayan ses dalgalarının fiziği nedeniyle ossifiye kranyum akustik gölgeleme oluşturarak kafa tabanını, alt beyin yapılarını ve subaraknoid aralığın değerlendirilebilirliğini oldukça zorlaştırır.

Fetal santral sinir sisteminin değerlendirilmesi MRG’nin özellikle yararlı olduğu alanlardan birisidir (21). MRG beyin anatomisini ve parankimini ultrasonografiye göre daha iyi göstermekte olup pek çok yayınlanmış olgu ve seri raporlarında MRG’nin SSS anomalilerinin tanısında ultrasonografiye üstünlüğü gösterilmiştir (56, 57, 58, 59, 60, 61). MRG fetal beynin hem gestasyonel yaş ile uyumlu gelişim gösterip göstermediğini değerlendirmede, hem de intrakranial anomalilerin saptanmasında üstündür. Multiplanar görüntü sağlar. Fetal pozisyon ve anneye bağlı fiziksel faktörlerden etkilenmez. Kortikal gelişim, beyin miyelinizasyonu, orta hat ve posterior fossa yapıları ayrıntılı bir şekilde değerlendirilebilir. Migrasyon anomalileri, iskemik lezyonlar ve ultrasonografi ile saptanamayacak pek çok anomali görüntülenebilir. MRG ile ensefaloseller, arteriovenöz malformasyonlar, distal nöral tüp defektleri ve araknoid kistlerin kitle etkileri ultrasona

göre daha iyi gösterilebilir (37, 62, 63).

Levine D. ve arkadaşlarının 124 SSS anomalisi olan fetus üzerinde yapmış olduğu bir çalışmada 86 olgu konsulte edilerek, 49 olgu tanı amaçlı, 27 tanı almış olguda ise takip ve tedavi planı için inceleme yapılmıştır (64). Bu çalışmada sonografik olarak saptanamayan porensel, korpus kallozum parsiyel ya da komplet agenezileri, kortikal gyrus anomalileri, tethered kord, septum pellicidum anomalileri, holoprozonsefali, serebellar hipoplazi, kortikal ve subkortikal tuberler, vasküler malformasyonlar, hemoraji ve vermian kist olguları sadece MRG ile gösterilebilmiştir. Yine bu çalışmaya göre ventrikülomegalili olgularda MRG eşlik eden anomalileri göstermede oldukça faydalı bulunmuştur.

MRG ile şüpheli tanı netleşir, böylece gebeliğin devam edip etmeyeceği, edecek ise takibinde yapılacak fetal girişimin türü belirlenir. MRG ile erken gestasyonel haftalarda terminasyon kararı, geç haftalarda doğum şekli, zamanı ve perinatal bakım planlanır (3). Ayrıca son trimesterde yapılan SSS'e yönelik MRG'nin postnatal MRG gereksinimini ortadan kaldırabileceği düşünülmektedir.

2.3.1.1. Ventrikülomegali

Serebral ventriküllerin herhangi bir sebeple genişlemesine ventrikülomegali denir. Koroid pleksus düzeyinden yapılan lateral ventrikül ölçümlerinde, lateral ventrikül çapı 10 mm'nin üzeri olması ile tanı konulur (65). En sık USG ile saptanan ve fetal MR ile değerlendirilmesi istenen prenatal beyin anomalisidir.

Ventrikülomegaliye %80 oranında diğer anormallikler eşlik eder. Bu anomaliler; kromozomal, SSS ve SSS dışı anomaliler (nöral tüp defekti, korpus kallozum agenezisi, Dandy-Walker kompleksi, lizensefali, holoprozonsefali, periventriküler nodüler heterotopi, polimikrogiri, intraventriküler-periventriküler –subependimal hemoraji ve porensel) olabilir. SSS anomalileri %17 oranında görülür. En sık görüleni de korpus kallozum agenezisidir. Eşlik eden anomali varlığı riski ventrikülomegalinin derecesi arttıkça artar. Bu risk ciddi ventrikülomegalilerde hafif ventrikülomegalilere kıyasla 10 kat fazladır (66).

Ventrikülomegali değerlendirmesinde dikkat edilmesi gereken temel noktalar: derecesi, simetrisi, ventrikül konturları, etyolojisi ve beraberlik gösteren ek patolojilerin

olup olmadığıdır. Bunlar fetal prognoz ve postnatal tedavi amaçlı girişimlere karar verilebilmesi açısından önemlidir (67, 68, 69, 70).

2.3.1.2. Korpus kallozum anomalileri

Korpus kallozum anomalileri; agenezi, hipogenezi (parsiel agenezi), disgenezi, hipoplazi ve destrüksiyon şeklinde görülür. Normal popülasyondaki sıklığı %0.2-7 oranındadır ve bunların ancak %3'ü MRG ile saptanabilir. Çoğu olguda gelişimsel, kognitif ve epileptik bulgular izlenir. Otopsi çalışmalarında, KK anomalisi olan olguların %85'inde ek SSS anomalisi bulunmuştur. Bu ek anomaliler arasında; Chiari II malformasyonu, Dandy-Walker malformasyonu, gri cevher heterotopisi, holoprozensefali, şizensefali ve ensefaloseller sayılabilir.

Korpus kallozumun görüntülenmesinde MRG USG'den üstündür. Bu yüzden, kallozal patoloji şüphesi varsa ileri tetkik olarak MRG'den faydalanılabilir (21).

2.3.1.3. Dorsal nöral tüp gelişimsel anomalileri

Anensefali, sefalosel, myelomeningosel (Mm) ve tip 2 Chiari malformasyonu bu grup içerisinde yer alır. Anensefali tanısında MRG'nin pek bir önemi yoktur. Çoğu olguda USG tanıda yeterlidir. Meningosellerde MRG lezyonun diğer baş boyun bölgesi kistik lezyonlarından ayrımında yararlıdır. Ensefalosellerde ise kese içeriğinin belirlenmesinde ve eşlik edebilecek diğer beyin anomalilerinin tanısında yarar sağlar.

2.3.1.4. Holoprozensefali

Prosensefalonun ikiye ayrılmasında sorun vardır. Talamuslarda füzyon, septum pellucidum agenezisi, falks tam ya da kısmi yokluğu vardır. Alobar formda monoventrikül görünümü izlenir. Genellikle orta hat yüz defektleri olaya eşlik eder. Tanı genellikle US ile konur. USG ile kesin tanı konulamayan olgularda, holoprosensefali alt tiplerinin ayrımında MRG katkı sağlar.

2.3.1.5. Posterior fossa anomalileri

Özellikle son trimestırda fetal posterior fossa değerlendirilmesinde MRG oldukça avantajlıdır. MRG ile serebellar hemisferler, vermis, beyinsapı, dördüncü ventrikül ve sisterna magna boyut ve morfolojisi detaylı bir şekilde değerlendirilebilir.

Ultrasonografide saptanan posterior fossadaki genişlemiş sıvı aralığının (mega sisterna manga, araknoid kist, Dandy-Walker spektrumu, Blake poş kisti) ayırıcı tanısı yapılabilir. Ek olarak; gerçek kist, küçük serebellum veya vermis, rotasyone vermis, anormal serebellar anatomi tanınabilir. Ancak serebellar hemisferik dokuda MRG'nin parsiyel volüm etkisi nedeniyle bazı otoriteler 25. hafta öncesinde ultrasonografik değerlendirmeyi tercih ederler (71).

2.3.1.6. Gelişimsel kortikal malformasyonlar

Gestasyonel yaşa göre MRG kortikal gelişimin normal ve anormal şekillenmesini detaylı bir şekilde gösterebilir (21). Fetal MRG; şizensefali, lizensefali, pakigiri, polimikrogiri ve gri cevher heterotopisinin gösterilmesinde USG'ye üstündür.

2.3.1.7. Konjenital vasküler malformasyonlar

En sık Galen veni malformasyonları görülür. Willis poligonu veya vertebrobaziller sistemden çıkan arteriel besleyiciler Galen veni ile anastomoz yapar. Galen veninde anevrizmal dilatasyon gelişir. Eşlik eden kardiomegali, konjestif kalp yetmezliği, çalma etkisine bağlı parankimal iskemik hasar, hidrosefali görülebilir. Fetal MRG tanıya katkı sağlayabilir.

2.3.1.8. Nöral tüp defektleri ve diğer spinal anomaliler

Nöral tüp defektleri en sık görülen fetal spinal anomalilerindedir. Vertebra korpusunun posterior elemanlarının yokluğu ve subaraknoid alanın spina bifida defektinden posteriora yer değiştirmesi şeklinde bulgu verir. Defekt düzeyinin ciltle örtülü olup olmaması, defektin cilt düzeyinde ya da posteriora doğru keseleşme göstermesi, bu düzeyde nöral dokunun defekt içinde olup olmaması ve eşlik eden yağ kitlesinin varlığına göre değişen tipleri vardır. Birçoğu Chiari 2 malformasyonu ile birliktelik gösterir. Nöral tüp defektleri hem USG ve hem de MRG ile tanınabilirler.

MRG özellikle sonografik değerlendirilmesi güç olan kaudal defektlerde ve nöral tüp defekti tipinin ayırımında yararlıdır. Ayrıca eşlik eden tip 2 Chiari malformasyonu MRG ile kolaylıkla tanınabilir (37). Fetal MRG'nin myelomeningoselle ilişkili olan diğer ek anomalileri saptamada da üstünlüğü vardır. Bu anomaliler arasında; kallozal agenezi/hipogenezi, periventriküler nodüler heterotopi, serebellar displazi,

syringohidromyeli ve diastematomyeli sayılabilir. Sonografik olarak yeterince vizualize edilebilen spinal nöral tüp defektlerinin cerrahisi planlanmıyorsa MRG ile değerlendirilmesi gereksizdir.

2.3.2. Yüz ve Boyun

Ultrasonografi baş ve boyun anomalilerini, yüz ve boyun ön bölümü fetal pozisyon ya da kemik tarafından gizlenmiyorsa büyük oranda gösterir. 3B teknikler genellikle detaylı yüzey anatomisini saptamak için kullanılır. 2B ve 3B USG ile detaylı yarık damak ve dudak görüntülerine ek olarak fetal ağızda gerçek zamanlı yutma, yalama ve dil çıkarma hareketleri değerlendirilebilir. Ancak fetal pozisyon nedeniyle yüz örtülüyorsa ya da yüz çevresinde yetersiz amnion sıvısı var ise değerlendirme yetersiz olacaktır.

İzole yarık dudağın saptanması USG ile MRG'den daha kolaydır. Ancak, posterior damak maksiler kemiğin oluşturduğu akustik gölge nedeniyle sonografik olarak yeterli görüntülenemez. Fetal MRG ile T2A sagittal görüntülerde posterior damak fetal pozisyondan bağımsız olarak net bir şekilde görülür. MRG, yumuşak damak yarıklarının belirlenmesinde kullanılır (72).

MRG'nin saptayabildiği diğer fasial anomaliler arasında; retrognathi, kraniosinostoz, sefaloseller, vasküler anomaliler, tümörler, dakrokistoseller, mikroftalmi ve diğer oküler, orbital anomaliler sayılabilir (73).

Prenatal dönemde en sık görülen boyun kitleleri kistik higroma olup genellikle posterolateral yerleşimlidir. Boyun anteriorunda en sık görülen kitleler guatr ve teratomdur. 20. gestasyonel haftadan sonra T1 A görüntülerde tiroid bezi hiperintens olarak izlenir. Guatr SSFSE görüntülerde çevre dokulardan ayırt edilemezken, T1A FSE görüntülerde homojen yüksek sinyal intensitesi gösterdiğinden kolaylıkla tanınır. Bu karakteristik özelliği ile guatr, teratom ve hemanjiomdan ayırt edilir. Boyun kitlelerinin fetal hava yoluyla ilişkisi MRG ile USG'den daha efektif bir şekilde değerlendirilebilir (74).

2.3.3. Toraks

Ultrasonografi torasik anomalilerin ve spesifik akciğer lezyonlarının, mediastinal şifitin, plevral effüzyonun saptanmasında temel tarama yöntemidir. Konjenital kistik

adenomatoid malformasyon (KKAM), bronkopulmoner sekestrasyon (BPS), konjenital diafragmatik herni (KDH) ve diğer kist ya da kitleler akciğer gelişimini etkilerler. Bu koşullarda oligohidramnionla birlikte akciğer gelişimi kısıtlanır ve neonatal ölümün en sık nedeni olan pulmoner hipoplazi gelişir. Akciğerin antenatal gelişiminin fetal MRG ile belirlenmesi, surveyi saptamada ve muhtemel hayatın ilk saatlerinde ihtiyaç duyulacak acil operasyonların planlanmasında gereklidir (73).

Akciğerler, nazofarinks, orofarinks ve trakea amniotik sıvı ile dolu olduğundan; SSFP görüntülerde kısmen hiperintens, T1A görüntülerde hipointens olarak izlenir. Timus SSFP görüntülerde intermediate sinyal intensitesinde izlenir.

Intratorasik en önemli kitleler konjenital KKAM, bronkopulmoner sekestrasyon ve diafragmatik hernidir. MRG bu intratorasik lezyonların ayırıcı tanısının yapılmasında yarar sağlar. KKAM tek lobu ilgilendiren bronkopulmoner malformasyondur. KKAM'un tipik görüntüsü mikrokist ve makrokistlerdir (73). Yine MRG ile komprese akciğer volümünün ve sinyalinin değerlendirilmesi yoluyla akciğer hipoplazisinin saptanması mümkündür (75).

BPS'un ekstralobar ve intralobar olmak üzere 2 tipi vardır. Ekstralobar tipte onu normal akciğer dokusundan ayıran kendi plevrası vardır. Ekstralobar tip sıklıkla sol tarafta, intralobar tip her iki tarafta eşit görülür. Sekestre akciğer dokusu normal akciğere göre; SSFSE görüntülerde belirgin hiperintens, T1A FSE görüntülerde ise relatif hipointens izlenir.

KDH (Konjenital diafragma hernisi) genellikle sol tarafta posterolateral yerleşimlidir (Bochdalek hernisi). KDH'de ultrasonografi akciğer/baş oranlarına bakarak ve toraksa herniasyon gösteren normal karaciğerin normal lokalizasyonunda olmamasına bakarak konjenital diafragmatik herni gelişebileceğini öngörebilir. Karaciğer T1A 'da hiperintens, T2A ve EPI sekansında hipointens görülür. Bu bilgi torasik kavitede yer alan karaciğerin diğer torasik kitlelerden ayrımını sağlar. Koronal ve sagittal SSFSE görüntülerde diafragmanın abdomen ve toraksı ayırdığı net olarak görülür. MRG'de sıklıkla mide ve barsaklar daha nadir olarak ise karaciğer, safra kesesi ve dalağın toraks içine herniye olduğu izlenir. SSFSE da mide ve proksimal ince barsaklar, T1A da ise distal ince barsaklar ve kolon parlak olarak izlenir. MRG'de herniye karaciğer ve barsaklar karakteristik sinyal intensiteleriyle akciğerlerden ayırt edilir. USG'de ise herniye

organların akciğer ve akciğerin kitle lezyonlarından ayrımı daha zordur (73).

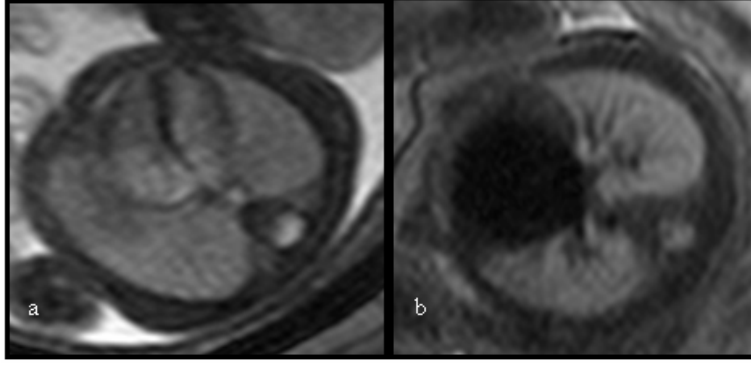
Akciğer kitleleri, KDH ve oligo/anhidramnios pulmoner hipoplaziye yol açabilirler. MRG volümetri ile akciğer volümü hesaplanıp normal değerlerle karşılaştırılarak tanı konulup prognoz hakkında fikir elde edilebilir (76). Akciğer sinyal intensitesi ve manyetik rezonans spektroskopisi de tanıya katkı sağlar. Akciğer volümünün ve T2 sinyalinin azalması akciğer hipoplazisi lehine olan bulgulardır (77).

Plevral effüzyon hem ultrasonografi hem de MRG ile saptanabilir. MRG ek olarak şilöz effüzyonun T1A ve FLAIR sekanslarında hidrotorakstan ayrımını sağlar.

2.3.4. Kardiovasküler Sistem

Fetal eko, normal ve anormal kardiyak yapıların demonstrasyonunda MRG'den üstündür (73). 3B ve 4B teknikler gerçek zamanlı, herhangi bir planda kardiyak görüntüler oluşturabilirler (73). MRG ile T2A görüntülerde fetal kalp değerlendirilir ancak anatomik detay nispeten azdır. Fetal kalbin küçük boyutta olması ve yüksek kardiyak aktivite nedeniyle prenatal kardiyak MRG'nin tanısal etkinliği düşüktür.

Steady state free precession sekansı milisaniyede görüntülemeye imkân vererek hareket artefaktını minimize eder. Aorta, pulmoner damarlar ve kalp kan akımının olduğu boşluklar olduğu için; SSFSE görüntülerde hipointens olarak izlenir (Şekil 4). Kalp boşlukları birbirinden ayırt edilemez. Ancak BGE sekansları ile kalbin dört odacığı birbirinden ayırd edilebilir, kardiyak aks değerlendirilebilir. Bu yüzden fetal kalbin değerlendirilmesinde BGE sekansları SSFP sekanslarından daha üstündür. Buna rağmen US daha fazla anatomik detay gösterdiği ve fonksiyonel değerlendirmeye de izin verdiği için prenatal kardiyak görüntüleme en etkin yöntemdir.



Şekil 4. Fetal MRG’de (a) 1RUF1 sekansında kalbin dört odacığı ayırtılabiliyorken, (b) HASTE sekansında aorta, pulmoner damarlar ve kalp, kan akımın olduğu boşluklar olduğu için; SSFSE görüntülerde hipointens olarak izlenmektedir.

2.3.5. Abdomen

Abdominal anatomi USG ve MRG ile iyi bir şekilde görüntülenebilir. Fetal mide, ince barsak, kolon, karaciğer, safra kesesi, dalak, böbrekler, adrenaller ve mesane genellikle 18. gestasyonel haftadan sonra ultrasonografi ve T2A MRG sekansı ile görüntülenebilir. Her iki metotta da gastrointestinal sistemdeki mekonyum ve sıvı kontrast madde gibi kontrast oluşturarak iyi bir görüntüleme sağlar.

Fetal özefagial ve barsak atrezisi, intraabdominal kitle ve abdominal duvar defekti gibi anomaliler MRG ile başarılı bir şekilde görüntülenebilirler (78, 79, 80). Mide tipik olarak sıvı sinyal intensitesindedir. Kolaylıkla tanınan sakküler bir yapı olup bilinen anatomik lokalizasyonu doğrulanmalıdır. Karaciğer SSFSE görüntülerde kısmen hipointens izlenmekte olup çevre yapılardan kolayca ayırt edilir. Sinyal intensitesi dalak ile benzerdir. Safra kesesi karaciğerin altında sıvı intensitesinde kistik yapı olarak izlenir. Proksimal ince barsaklar amniotik sıvıyla, distal ince barsaklar ve kolon mekonyumla dolu olması sebebiyle sinyal intensiteleri farklıdır. Proksimal ince barsak; SSFSE görüntülerde hiperintens, T1A FSE görüntülerde hipointens izlenir. Distal ince barsaklar ve kolon ise; SSFSE görüntülerde hipointens, T1A FSE görüntülerde hiperintens olarak izlenir. Böbrekler ve renal pelvis SSFSE görüntülerde net olarak ayırt edilir. Mesane pelviste sıvı dolu yapı olarak kolaylıkla tanınır. Skrotum ve penis erkek fetusta sıklıkla ayırt edilebilirken kız fetusta genital organlar ayırt edilemez.

MRG kolonografi 20. haftadan sonra T1A sekanslarda mekonyumun oluşturduğu yüksek sinyal intensitesine dayanarak yapılır. Bu teknik konjenital diafragma hernili hastalarda toraksa yer değiştiren barsak anslarını göstermede kullanılır.

2.3.5.1. Abdominal duvar defektleri

Gastroşizisde abdominal duvarda paraumbilikal defekt vardır ve tipik olarak sağ taraftadır. Etrafında membran bulunmayan defekttten dışarı prolabe olmuş barsaklar amniotik sıvı içinde yüzmektedir. Genellikle ince barsaklar prolabe olur bazen de kolon, mide ve karaciğer buna katılır. Obstrüksiyon sonucu oluşan kistik dilate barsaklar MRG’de kolaylıkla tanınır. USG da kistik dilate barsaklar ile kistik neoplazileri birbirinden ayırmak zordur.

Omfalosele, umbilikal kord ile bağlantılı orta hattaki abdominal duvar defektidir. Prolabe organlar (barsaklar, mide ve karaciğer) omfalosele kesesi ile çevrili olup MRG ile net olarak ayırt edilirler.

2.3.5.2. Gastrointestinal sistem anomalileri

Duodenal atrezi tanısı USG ve MRG’de double bubble sign varlığı ile konur. Ayırıcı tanısında double bubble sign yapan duodenal stenoz, annuler pankreas, ladd bantları ve volvulus vardır. İnce barsak atrezisinde obstrüktif segmentin proksimalinde dilate barsak ansları izlenirken kolon izlenmez. MRG’de obstrüksiyonun seviyesi kolaylıkla anlaşılır.

SSFSE görüntülerde hiperintens barsak dilatasyonu proksimal incebarsak obstrüksiyonunu gösterir. SSFSE sekansında hipointens, T1A FSE sekansında hiperintens barsak dilatasyonunun varlığı distal incebarsak veya kolon obstrüksiyonunu gösterir. Bu durum obstrüktif segmentin belirlenmesinde MRG’nin USG’ye göre avantajıdır. Barsak obstrüksiyonunun sonografik tanısı dilate barsak loplari ve anormal artmış peristaltizm kombinasyonuna bağlı olarak konulur. Benzer şekilde dinamik MRG sekansları obstrüksiyon seviyesinin proksimalindeki artmış peristaltizmi gösterebilir.

Barsak perforasyonu ve mekonyum peritonitinin bulgusu olan intraabdominal kalsifikasyonlar ise sonografik olarak gösterilebilir ancak MRG ile saptanamaz. Belirgin barsak obstrüksiyonunda dilate barsak anslari, koledok ve over kisti ile karışabilir.

2.3.5.3. Genitoüriner sistem anomalileri

Böbrek, toplayıcı sistemler ve mesane sonografik olarak iyi bir şekilde vizualize edilir. Ancak sonografik görüntüleme şiddetli oligo veya anhidramnioz olgularında zordur (81). Çoğunlukla gebeler erken membran rüptürüne bağlı amniotik sıvı kaçışını fark etmezler. Bu olgularda renal agenezi ve anomalilerin ekartasyonu için böbrek ve mesane vizualizasyonu mutlaka gereklidir. MRG'de eğer böbrekler agenetik değiller ise T2A sekansında genellikle görülürler (73). DAG'ler böbreklerin varlığını doğrulamak için kullanılabilir. Böbrekler b0 imajlarda hiperintens yapılar olarak fark edilirler. Yine 20. haftadan küçük fetuslarda ektopik böbreğin T2A sekansında benzer görünüm veren çevre organlardan ayırımı zordur. Bu gibi durumlarda da diffüzyon MRG faydalı olabilir (82).

Üriner trakt dilatasyonuna üreteropelvik ya da üreterovezikal bileşke anomalileri, üreteroseller, toplayıcı sistem duplikasyonu, mesane çıkım obstrüksiyonu, kloakal anomaliler, şiddetli vezikoüretal reflü, megaüreter ve megakistik-mikrokolon-hiperperistaltizm sendromu, hidrometakolpos ve pelvik yer kaplayan kitleler yol açabilirler (73). Üriner sistem dilatasyonunu ayırıcı tanısında bazen MRG USG'ye ek katkı sağlayabilir.

Böbreklerde kist oluşumu ile giden birçok hastalık mevcuttur. Basit kistler, multikistik displastik böbrek (MKDB), polikistik böbrek (PKB), renal displazi bunlara örnek olarak verilebilir. Kistik böbrek lezyonlarının hidronefrozdan ayırımı zor olabilir. Bu gibi durumlarda sonografi ile üriner trakt dilatasyonunun değerlendirilmesi gerekir. Kistik böbrek hastalıklarının tanısında MRG'nin USG'ye ek katkı sağlayıp sağlamadığı net değildir. Kortikal incelme ve artmış T2A intensitesi renal displazi ile uyumlu olabilir. Renal displazide bazen uniform küçük boyutlu kortikal kistlerde izlenir ki bu durum kistik renal displazi olarak isimlendirilir.

Üreteropelvik junction obstrüksiyonu prenatal hidronefrozun en sık sebebidir. Çift toplayıcı sistem en yaygın üriner sistem anomalisidir. Dilate üst toplayıcı sistem ektopik üreterosel ile ilişkili olabilir. Multikistik displastik böbrekte dağınık halde birçok kist bulunur. Polikistik böbrekte ise büyümüş ve T2 sinyali artmış böbrekler izlenir.

Yaygın genitoüriner sistem hastalıkları oligohidramnios ile ilişkili olup bu durum USG ile değerlendirmeyi zorlaştırır. Bu durumda MRG tanıya daha fazla yardımcı olur.

Potter sendromunda izlenen hipoplazik akciğerler de MRG ile kolaylıkla tanınabilir.

2.3.5.4. Abdominal neoplaziler

Konjenital hepatik kitleler; hepatik kistler, hemanjiom, mezenkimal hamartom, hepatoblastom ve infantil hemanjioendoteliomadan oluşur. Abdominal kitle karakterizasyonu MRG ile USG'dekinden daha iyi yapılabilir. Örneğin; protein içerikli sıvılar T1A ve FLAIR sekanslarında parlar ve hemoraji ya da nekrozu gösterir.

Sakrokoksigeal teratoma en yaygın fetal tümördür. Eksternal, internal veya ikisinin kombinasyonu şeklinde solid, kistik veya kompleks yapıda olabilir. Kitle tamamen kistik ise myelomeningosel veya meningeselden ayrımı yapılmalıdır. Hastada spinal disrafizmin bulunmaması sakrokoksigeal teratom tanısı için önemli bir ipuçudur ve bu durum kolaylıkla MRG ile gösterilebilir.

2.3.6. Ekstremiteler ve Kemik

Ultrasonografi uzun kemiklerin ölçümü ve anormal parmak pozisyonu, polidaktili gibi gizli ekstremitte anomalilerin saptanması için primer seçilmesi gereken yöntemdir. Ekstremiteler amnion sıvısıyla çevrelendiklerinde 3BUS ile oldukça iyi görüntülenebilirler. Ancak amnion sıvısı azlığında ve son trimesterde bu oldukça güçtür.

Ekoplanar görüntüleme (EPI) sekansı fetal kemiği görüntülemekte ve iskelet gelişimini değerlendirmede kullanılabilir. Gelişmekte olan epifizi detaylı gösterir (73). Ancak hareket halindeki ya da kesit içine tamamen girmeyen el ve ayakların değerlendirilmesi zordur. Dinamik kalın kesit SSFP sekansı kullanılarak bu kısıtlama aşılabilir. Hareket halindeki ekstremitte anomalileri dinamik tarama yöntemleriyle statik görüntülerden çok daha iyi saptanabilir.

2.3.7. Kompleks Malformasyonlar

Sıklıkla fetal malformasyonlar multiple organ sistemlerini etkiler. Ultrasonografik inceleme sırasında, en göze çarpan fetal anomali değerlendirilirken diğer sistemlerdeki anomaliler gözden kaçabilir. Fetal hareket, pozisyon ve anne vücut yapısı multisistem değerlendirmeyi güçleştirebilir. Fetal MRG hızlı görüntüleme sağlayarak, fetal pozisyondan ve anne vücut yapısından bağımsız olarak, tüm fetal anatomisinin

değerlendirilmesine olanak tanır. Ayrıca sonografik incelemenin başarısı incelemeyi yapan hekimin tecrübe ve değerlendirme yetisine bağlı olup, fetal MRG'nin farklı hekimlerce değerlendirilebilirliği ultrasonografik incelemeye avantaj sağlar.

2.3.8. Plasenta, Polihidramnion ve Oligohidramnion

Plasentanın fonksiyonu fetal gelişmeyi yakından etkileyen bir faktördür. Ultrasonografide plasenta normal ve yaşa bağımlı değişik matürasyon evreleriyle sınıflandırılabilir (83). Benzer şekilde T2A MRG kesitlerinde de plasenta evrelendirilebilir. Ancak MRG değerlendirmede prematür plasental yaşlanma çok daha iyi değerlendirilebilir. Günümüzde MRG plasental perfüzyonu, intrauterin büyüme geriliğinin ve fetto-fetal transfüzyonun iyi bir şekilde değerlendirilebilmesine olanak verir (73).

Polihidramnion ultrasonografik incelemeyi tıpkı maternal obezite gibi güçleştirir. Fetal MRG inceleme yapılacak ise tetkik öncesi MRG rezolüsyonunu bozan fetal hareketleri azaltmak için amniosentez yapılarak amnion mayi miktarı azaltılabilir.

Oligohidramnion da sonografik inceleme kalitesini azaltır. Anhidramnion fetal yapıların örtülmesine neden olur ve maternal obezite gibi teknik sorunlar yaratarak değerlendirmeyi güçleştirir. Oligo ya da anhidramnion MRG görüntü kalitesini etkilemez (73). Ancak her iki durum da fetal yüzey anatomisinin ve ekstremitelerin değerlendirilmesini güçleştirir.

2.4. PRENATAL GÖRÜNTÜLEMİYİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

2.4.1. Maternal Faktörler

Obez hastalarda obstetrik USG'nin limitleri ve zorlukları iyi bilinmektedir (73). Bu durum fetal MRG için bir endikasyon oluştursada benzer güçlükler MRG 'de de söz konusudur. Obezite nedeniyle intrauterin ilgilenen bölgelere koilin sinyal alıcı elementlerinin yakın olamaması nedeniyle görüntü rezolüsyonu optimal olmaz. Hasta MRG ünitesine dekübit pozisyonda sığmayabilir. Gebelerde tetkik için kabul edilebilen maksimum ölçüler karın çevresinin 140 cm'nin altında ya da ağırlığın 140 kg'dan düşük olmasıdır.

2.4.2. Gestasyonel Yaş

USG birinci trimesterde tercih edilen görüntüleme yöntemidir. Gestasyonel yaşı belirlemesine, fetal anatominin değerlendirilmesine, birinci trimester komplikasyonlarının saptamasına, ense kalınlığının ölçülmesine olanak sağlar. MRG ise kesit kalınlığı ve parsiyel volüm etkisi nedeniyle birinci trimesterde fetal anatomiye değerlendirebilecek rezolüsyona sahip değildir. Yine, potansiyel teratojen riskleri hakkında konsensus olmaması nedeniyle birinci trimesterde pek çok organizasyon tarafından getireceği kazanç potansiyel risklerinden fazla olmadığı müddetçe birinci trimesterde MRG kullanımını önermez.

2.4.3. Operatör Bağımlılık

Ultrasonografi kullanıcı bağımlı bir tetkik olmakla birlikte MRG’de benzer şekilde kullanıcıya bağımlılık gösterir. Fetal MRG organ sistemleri ve şüpheli durumlar için uygun sekanslara gereksinim duyar. Ayrıca fetal hareket esnasında ve tarama sırasında yeni anomaliler tespit edildiğinde görüntüleme protokolü değiştirilmelidir. Öncelik klinik şüpheye yönelik olsada tüm fetusun ve intrauterin yapıların mümkün olduğunca değerlendirilmesi gerekir.

Tanısal fetal MRG çalışmasında rapor eden doktor, fetal MRG incelemeyi, diğer MRG incelemelerinde olduğu gibi standart MRG protokolleri ile çekim yapan teknisyene bırakamaz. Sekansların seçimi ve optimizasyonu yanında görüntülerin yorumlanması da fetal anatomi ve patolojileri, MRG tekniği konusunda bilgi ve tecrübeyi gerektirir.

2.4.4. Görüntü Rezolüsyonu

Yüksek frekanslı proplar ve optimal tekniklerin kullanımıyla USG ilk trimesterde bile çok küçük fetal yapıları gösterebilir. Günümüzde fetal MRG için elde edilebilen 0,8x0,8x3.0 mm’lik minimum voksel boyutu ise MRG için en büyük kısıtlayıcı faktördür. Bu durum 1 mm’den küçük yapıların görünümünü zorlaştırmakta ve nispeten küçük yapıların doğru olarak ölçümünde problem yaratmaktadır (73).

2.4.5. 3B Boyutlu Yüzey Anatomisi

Hem USG hem de MRG ile günümüzde yüzey görüntüleme mümkündür. Ancak, USG ile halen MRG ile mümkün olmayan 4B tekniği kullanılabilir (84).

2.4.6. Görüntüleme Yöntemi Uygulama Süresi

Normal bir MRG incelemesi tek bebek mevcudiyetinde ortalama 20-30 dakikadır. Fetal anatominin USG incelemesi yaklaşık bir saatte tamamlansa da özellikle fetal ekokardiyografi de eklenmişse iki saati bulabilir. Ayrıca görüntüler yeterli değilse hastanın tekrar incelenmesi için gelmesi gerekebilir.

2.4.7. Kontraendikasyonlar

Fetal MRG kontraendikasyonları diğer MRG incelemelerinde olduğu gibidir. Klostrofobi özellikle ilk defa tetkik yapılacak hastalarda görülebilir. Bu hastalarda oral sedasyon faydalı olabilir. MRG incelemesinde elde edilecek sonuç eğer tedavi yöntemini değiştirmeyecekse bu da bir kontraendikasyon sayılabilir. USG için kontraendike bir durum bilinmemektedir. Bununla birlikte fetal beynin hızlı geliştiği dönem olan 16-22. haftalarda rutin USG incelemelerinin nöral migrasyon üzerinde olası etkileri açısından çekinceler vardır (73).

2.4.8. Fetal USG ve MRG Standartları

Fetal USG için protokol ve standartlar çeşitli organizasyonlar tarafından bildirilmiştir. Rutin incelemede önerilen tarama görüntüleri fetal anamolilerin tespitinde yüksek sensitiviteyi yakalamak içindir. Günümüzde ortak bir görüş sağlanmaya çalışılsada fetal MRG incelemesinde cihaz, protokol ve görüntüleme standartları belirlenmemiştir.

2.4.9. Maliyet

Ultrasonografi fiyatları değişik ülkelerde değişik şekillerde fatura edilmektedir. Bazı ülkelerde tanısal USG fetal MRG'den daha pahalı olabilmektedir.

3. MATERYAL VE METOD

3.1. OLGU SEÇİMİ

Mayıs 2008 – Mayıs 2010 tarihleri arasında Karadeniz Teknik Üniversitesi Farabi Hastanesinde anomali şüphesiyle 154 gebe kadına (gestasyonel yaşları 12- 42 hafta; ortalama 24,6 hafta) gebeliğine yönelik USG ve sonrasında MRG uygulandı ve bu olgular takibe alındı. Bu gebelerde MRG uygulama endikasyonları; önceki gebeliğinde konjenital anomalili bebek öyküsü varlığı, biyokimyasal olarak alfa fetoprotein yüksekliği, USG’de anomali şüphesinin varlığı ya da anomali varlığında daha detaylı değerlendirme yapılması ve anomalinin doğrulanmasıydı. Bu olgulardan çeşitli şekillerde (radyolojik görüntüleme yöntemleriyle, inspeksiyonla, cerrahi ya da otopsi bulgularıyla) kesin tanı alan 121 olgu çalışmaya dahil edildi.

Kapalı yer korkusu, kalp pili, metal protez gibi MRG’ye kontraendikasyon oluşturacak bir durumu olan, fetal MRG’yi kabul etmeyen, postnatal kesin tanı elde edilemeyen olgular çalışma kapsamı dışında bırakıldı.

Çalışmamız fakültemizin etik kurul komitesi tarafından onaylandı. Olgular tetkik öncesi kendilerine yapılacak tetkikler hakkında bilgilendirildi ve olguların yazılı ve sözlü onamı alındı.

3.2. FETAL USG

Çalışma için Karadeniz Teknik Üniversitesi, Radyoloji anabilim dalında bulunan GE Voluson Expert ve Simens Sonoline Antarest USG cihazları kullanıldı. Tüm gebeler yüksek riskli gebelikler konusunda tecrübeli Radyoloji bölümü öğretim üyeleri tarafından incelendi. Gerekli hallerde tetkik ilerleyen gebelik haftalarında tekrarlandı.

Ultrasonografik değerlendirme için AIUM (Amerikan Tıbbi Ultrason Enstitüsü), ACR (Amerikan Radyoloji Birliği) ve ACOG (Amerikan Obstetrik ve Jinekoloji Birliği) tarafından hazırlanan “Obstetrik US İnceleme Pratik Klavuzu (2007)” esas alındı. Bu klavuza uygun olarak gebelik yaşı tayini yapıldı, tahmini fetal ağırlık hesaplandı, maternal anatomi ve fetal anatomi detaylı olarak incelendi.

Gebelik yaş tayini için, 12. haftadan sonra biparietal çap (BPD) talamus ve kavum septum pellucidumun izlendiği aksiyel kesitte dıştan içe ölçüldü. Kafa çevresi (HC) için aynı seviyeden kalvaryumun dış çevresi ölçüldü. Femur uzunluğu (FL) için 14. haftadan sonra diafiz uzunluk ölçüldü. Fetal tahmini ağırlığın hesaplanabilmesi için abdomende portal bifurkasyon düzeyinde aksiyel kesitten abdomen çevresi (AC) ölçüldü.

Fetal anatomi değerlendirmesinde öncelikle SSS'i incelendi. Serebellum, sisterna magna, koroid pleksus, lateral serebral ventriküller ve falks kavum septum pellucidum değerlendirildi. 12. haftada kalvaryum kemiklerindeki ossifikasyona bakıldı. Lateral ventrikül genişliği, glomus düzeyinde ventrikülün uzun eksenine dik ölçüldü 10 mm'nin üzeri patolojik kabul edildi. Serebellum anatomisi değerlendirildi. Sisterna magna genişliği ölçüldü. 11-14. haftalardaki NT, 15-21. haftalarda ense kalınlığı ölçüldü. Ense kalınlığı için suboksipitobregmatik planda posterior fossadan geçen aksiyel planda oksipital kemiğin dışından cilt çizgisinin dışına kadar olan mesafe ölçüldü. NT için 3 mm, ense kalınlığı için 6 mm'nin üzeri patolojik kabul edildi.

Baş, yüz ve boyun incelemesinde yarı damak ve dudak, fetal dudaklarda gerçek zamanlı yutma, yalama ve dil çıkarma hareketleri, fetal guatr ve boynun tiroid bezi komşuluğu muhtemel yumuşak doku kitleleri açısından değerlendirildi.

Fetal toraks ve kalp değerlendirilirken kalp transvers çapı, toraks transvers çapına oranlandı, 1/3'ün üzeri kardiyomegali kabul edildi. Temel fetal kalp taramasında öncelikle kalp aksı, dört odacık planı ve üç damar planı değerlendirildi.

Abdomen incelemesinde öncelikle; mide (varlığı, boyutu, lokalizasyonu) böbrekler, mesane, umbilikal kordun fetal abdomene giriş yeri ve umbilikal kord damar sayısı değerlendirildi.

Vertebral kolon değerlendirilirken servikal, torasik, lomber ve sakral vertebral kolon aksiyel ve sagittal planda incelendi. Vertebralar muhtemel segmentasyon anomalisi, spinal disrafizim, kaudal regresyon sendromu ve kitle varlığı açısından detaylı olarak değerlendirildi.

Ekstremitelerin standart incelemesinde kol ve bacaklar, uzun kemikler, el ve ayaklar anatomik olarak değerlendirildi. FL kısa ise tüm uzun kemik ölçümleri alındı.

Eğrilik, aks bozukluğu, fraktür varlığı ve mineralizasyon durumu bakıldı.

3.3. FETAL MRG

Araştırma için Radyoloji Anabilim dalında bulunan Simens Magnetom Symphony 1.5 T MRG cihazı ve faz dizilimli vücut koili kullanıldı. Tetkik için maternal sedasyon, kontrast madde kullanılmadı. Fetal hareketi mümkün olduğunca azaltabilmek için annenin çekim öncesi 3-4 saatlik aç olması istendi. Çoğu olguda MRG tetkiki ultrasondan sonraki ilk üç gün içerisinde, USG bulguları bilinerek yapıldı. Gebeler hasta masasına supin pozisyonda yatırıldı. İleri gebelik haftası nedeniyle supin pozisyonda yatamayan gebeler için sol yan dekübit pozisyon kullanıldı. İnceleme sırasında, teknisyenin yanında olgunun sonografik bulgularını bilen bir radyolog bulunması sağlandı. Radyolog şüphelenilen anomaliye uygun olarak imaj plan ve sekanslarının ayarlanmasını sağlandı. Görüntüleme alanı (FOV) fetus ve anne boyutuna uygun olarak ayarlandı. Her sekansda elde edilen görüntü bir sonraki sekans planını ayarlamada kullanıldı. Önce genel fetal anatomiyi göstermeye yönelik aksial koronal ve sagittal planlarda T2A sekanslar alındı. T2A görüntüleme için TRUFI (TR/TE, 4.9/2.5; matrix, 412x512; FA, 80°; NEX, 1; kesit kalınlığı, 3 mm; kesit aralığı, 30%) ve HASTE (TR/TE, 4000/86; matrix, 256x256; FA, 125°; NEX, 1; kesit kalınlığı, 3 mm; kesit aralığı, 30%) sekansları kullanıldı. Daha sonra şüphelenilen ya da anomali düşünülen vücut kesimine yönelik gerekirse ek sekanslar alındı. Bu sekanslar; kalın dilim T2A sekans (kesit kalınlığı,10 mm), T1A gradient-eko sekansı (fast low angle shot: FLASH) (TR/TE, 107/4.8; matrix, 145x256; FA, 70°; NEX, 1; kesit kalınlığı, 5 mm; kesit aralığı, 30%) ve 2B EPI diffüzyon ağırlıklı sekanslar (TR/TE, 4000/94; matrix, 128x128; NEX, 1; kesit kalınlığı, 4 mm; kesit aralığı, 30%, b=0, 1000) dı. İnceleme yaklaşık 20-30 dakika sürdü.

Fetal MRG görüntüleri, radyoloji bölümümüzdeki çalışma istasyonu ekranlarında (Leonardo, Simens), pediatrik nöroradyoloji ve fetal görüntüleme konusunda tecrübeli bir öğretim üyemiz ile bir araştırma görevlimiz tarafından olguların USG bulguları bilinerek değerlendirildi. Öncelikle genel fetal anatomi değerlendirildi. Daha sonra ise sonografik olarak şüphelenilen patolojiye yönelik daha detaylı değerlendirme yapıldı.

3.4. KESİN TANI

Ultrasonografi ve MRG sonrası takibe alınan fetuslardan terminasyon ve intrauterin ex sonrası otopsi uygulananlarda otopsi bulguları, postnatal ex olanlarda ise inspeksiyon ve otopsi bulguları kaydedildi. Diğer olgularda postnatal radyolojik görüntüleme, cerrahi, inspeksiyon ve klinik muayene bulgularından mevcut olanlar kaydedildi. Tüm bu bulgular ışığında konulan tanılar kesin tanı olarak kabul edildi.

3.5. İSTATİSTİK YÖNTEMİ

Çalışmamızda USG ve MRG sonuçları kesin tanılarla karşılaştırıldı. Sonuçlar; doğru tanı, yanlış tanı ve eksik tanı olarak üç ana gruba ayrıldı. USG ve MRG tanıları karşılaştırıldı ve aynı tanı, farklı tanı, şüphelenilen tanıyı doğrulama, ek bulgu sağlama, şüphelenilen tanıyı saptamada eksiklik ve şüphelenilen anomaliyi saptayamama olarak gruplandı. Daha sonra her iki tetkikin birbirlerine olan üstünlükleri her iki tetkik de doğru, USG üstün, MRG üstün, ikisi de yanlış ya da ikisi de eksik olmak üzere sınıflandırıldı. Prenatal görüntüleme yöntemlerinin birbirlerine ek bulgu ya da tanı değişikliği sağladığı durumlar saptandı.

Çalışmamızda istatistiksel analiz için SPSS 15.0 programı kullanıldı. MRG ve USG'nin prenatal tanıdaki etkinliklerinin karşılaştırılmasında "Sign testi" kullanıldı. P-değerinin 0.05'in altında olması istatistiksel anlamlılık olarak kabul edildi. Tüm bu analizler hem genel olarak tüm anomalilere yönelik olarak yapıldı hem de MRG'nin değişik vücut sistemlerindeki etkinliğini ortaya koyabilmek için ayrı ayrı sistemlere yönelik olarak yapıldı.

4. BULGULAR

Prenatal USG ve MRG ile değerlendirilen 154 olgudan postnatal radyolojik görüntüleme yöntemleri, klinik ya da cerrahi bulguları ile tanı alan 79 (%65,3) ve terminasyon sonrası otopsi ya da inspeksiyonla tanı alan 42 (%34,7) olgu olmak üzere toplam 121 olgu çalışmaya dahil edildi.

Fetal MRG uygulanan ancak postnatal tanı konulamayan 33 olgu ise çalışma dışı bırakıldı. Bu olguların 10 (%30,3)'u terminasyon uygulanan ve araştırılmamış, beş (%15,2)'i intrauterin ex olan ve araştırılmamış, 10 (%30,3)'u postpartum ex olan ve postnatal kesin bir tanıya varılamayan ya da ailelerinin otopsiyi kabul etmediği, sekiz (%24,2)'i ise hiçbir şekilde tetkik sonrası ulaşılamayan olgulardı.

Çalışmaya dahil edilen postnatal tanı almış 121 olgunun 54 (% 44,6)'ünde santral sinir sistemi (SSS), 20 (%16,5)'inde genitoüriner sistem (GÜS), yedi (% 5,8)'inde gastrointestinal sistem (GİS), üç (%2,5)'ünde toraks, altı (% 5)'sında ekstremiteler ve iki (%1,7)'sinde yüz anomalisi vardı. 15 (% 12,4) olguda ise multiple sistem tutulumu mevcuttu. Multiple sistem anomalileri başlığında toplanan gruptaki 15 olguda toplam 32 sistem anomalisi bulunuyordu. Bunlardan 11'i SSS, ikisi GİS, altısı GÜS, üçü toraks, altısı ekstremiteler, üçü yüz anomalisi, biri ise vasküler anomali idi. Hiçbir organ sistemine dahil edilemeyen ve "diğerleri" başlığı altında toplanan grupta ise 14 (%11,6) olgu vardı. Bunlar; hidrops fetalisler, AFP yüksekliği bulunan normal olgular, sonografik olarak korpus kallozum agenezisi şüphesi bulunan normal bir olgu, sonografik olarak omfalosel şüphesi bulunan normal olgu, sonografik olarak koroid pleksus kisti şüphesi bulunan normal olgu, intrauterin KKAM ile uyumlu görünüm izlenen ancak postnatal saptanamayan olgu, sonografik olarak koroid pleksus kisti şüphesi bulunan ancak postnatal saptanamayan normal olgu ve önceki bebekte anomali öyküsü bulunan olgulardı. Fetal anomalilerin vücut sistemlerine göre dağılımı Tablo 1'de verildi.

Fetal MRG 70 (%57,9) olguda USG ile aynı tanıyı koydu. Bir (%0,8) olguda şüphelenilen tanıyı doğruladı, 21 (%17,4) olguda ek bulgu ya da tanı sağladı. 25 (%20,7) olguda farklı tanı koydu. Dört (%3,3) olguda ise sonografik olarak tanımlanan patolojiyi

hiç gösteremedi ya da eksik gösterdi.

Tablo 1. Etkilenen sisteme göre anomalilerin dağılımı

Fetal anomaliler	Postnatal Tanı
Santral sinir sistemi	
Meningomyelosele (Mm)	18
Ventrikülomegali	2
Dandy Walker malformasyonu	6
Serebellar hipoplazi	2
GMK	3
Ensefalosele	7
Korpus kallozum agenezisi	1
Normal	5
Anensefali	2
Hemimegalensefali	1
Holoprozonsefali	1
Atraknoid kist	1
Galen veni anevrizması	1
Serebral parankimal hasar	2
WWS	1
Toraks	
Bronkojenik kist	1
Ektopia kordis	1
Bochdalek hernisi	1
Gastrointestinal sistem	
Abd. duvar anomalileri	
Gastroşizis	1
Omfalosele	4
İntestinal obstruksiyon	1
Özefagial atrezi	1
Genitoüriner sistem	
Hidroüreteronefroz	4
Renal ektopi	3
Renal agenezi	3
Multikistik displastik böbrek	2
Posterior üretral valve	3
Hidrometrokolpos	2
Normal	3

Ekstremitte ve kemik	
Ekstremitte malformasyonu	1
Vertebra segmentasyon anomalisi	1
Klippel-Feil sendromu	1
Osteogenezis imperfekta	1
Akondroplazi	1
Her iki ayak dorsalinde cilt ödemi	1
Yüz	2
Multiple sistem anomalileri	
Myelokistozel+ ekst. anomalisi	1
Kısa vertebral kolon+ higroma+ ensefalozel	1
Bochdalek+ strawbery kafa (trisomi 18)	1
Mm+ renal agenezi	1
Omfalozel+ Mm+ anensefali+ club foot	1
Ensefalozel+ tethred cord+ syringomyeli + eks.anomalisi+ hidrosefali	1
İdiop.İnf. Art. Kalsif +Yüz anomalisi + renal displazi	1
Bil. Renal displazi + Yüz anomalisi	1
DWM+ hidrosefali+ pelvikaliektazi	1
Yarık damak-dudak + HPS + DWM	1
Mm + hidrosefali + ekst. anomalisi	1
Subependimal nodüller + kardiak rabdomyom (Tuberoskleroz)	1
HPS + ekst, yüz anomalisi + rombensefalosinapsis	1
P. Belly Send.	1
Hidronefroz+ kalp kapak anomalisi	1
Diğer	
Normal (AFP yüksekliği)	3
Normal (Önceki çocuk MMR)	2
Normal (KKAM kayboldu)	1
Normal (KK agenezi şüphesi)	1
Normal (Omfalozel şüphesi)	1
Normal(Koroidpleksus kisti şüphesi)	1
Normal (Artmış NT)	1
Hidrops	4
Toplam	121

Çalışmaya dahil edilen 121 olgunun 61 (%50,4)'inde her iki görüntüleme yöntemi de doğru tanı koydu. Kırkyedi (%38,8) olguda MRG üstün, dört (%3,3)'ünde US üstündü.

Sonografik olarak tespit edilen ancak MRG ile saptanamayan dört patoloji; üreter dilatasyonu, ekstremitte anomalisi, makrosefali ve yaygın vasküler kalsifikasyon idi. Yedi (%5,8) olguya her iki yöntemde yanlış, iki (%1,7)'sine ise her iki yöntem de eksik tanı koydu (Tablo 2).

Tablo 2. Prenatal US ve MRG tanıların sisteme göre karşılaştırılması

Sistem	Olgu sayısı	Doğru tanı* (US-MRG)	Yanlış tanı* (US-MRG)	US üstün	MRG üstün	Eksik tanı (US-MRG)	P değeri
SSS	54 (%45)	22 (%41)	5 (%9)	-	27 (%50)	-	P<0.001
Toraks	3 (%3)	3 (%100)	-	-	-	-	P=1.000
GİS	7 (%6)	4 (%57)	-	-	3 (%43)	-	P=0.250
GÜS	20 (%17)	11 (%55)	1 (%5)	1 (%5)	7 (%35)	-	P=0.070
Eks. kemik	6 (%5)	5 (%83)	-	1 (%17)	-	-	
Yüz	2 (%2)	-	-	1 (%50)	1 (%50)	-	P=1.000
Multisistem	15 (%12)	5 (%33)	1 (%7)	1 (%7)	6 (%40)	2 (%13)	P=0.125
Diğer	14 (%12)	11 (%79)	-	-	3 (%21)	-	P=0.250
TOPLAM	121 (%100)	62 (%51)	7 (%6)	4 (%3)	47 (%39)	1 (%1)	P<0.001

*Her iki yöntem için

- Tablodaki rakamlar olgu sayısı ve (%) olarak verilmiştir

Prenatal USG ile 65 olguya (% 53,7) doğru, 24 olguya (% 19,8) eksik ve 32 (% 26,4) olguya yanlış tanı kondu. Fetal MRG ile 107 (%88,4) olgu doğru tanı, yedi (%5,8) olguya yanlış tanı ve yedi (% 5,8) olguya da eksik tanı kondu. Prenatal tanıda MRG, USG ile kıyaslandığında istatistiksel olarak anlamlı üstündü (p<0.001).

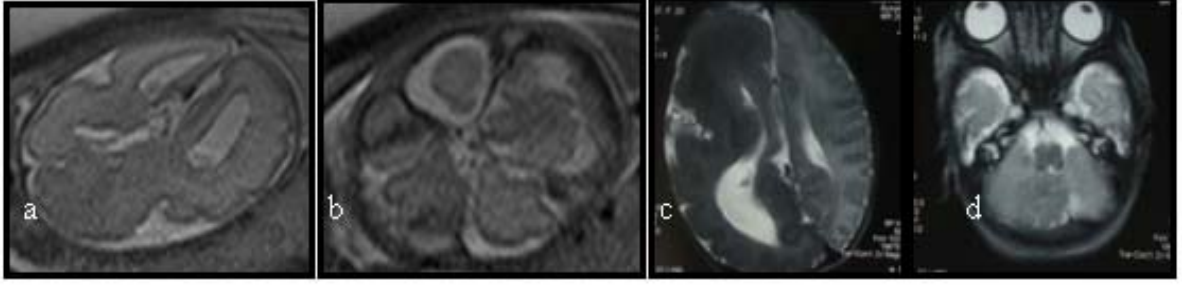
Manyetik rezonans görüntülemenin USG'ye katkısı en belirgin % 50 ile fetal SSS patolojilerinde oldu. Yüz, toraks, ekstremitte ve kemik patolojilerinde MRG'nin USG'ye ek katkısı yoktu. GİS ve GÜS anomalilerinde ise prenatal tanıda MRG lehine bir üstünlük vardı ancak aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildi.

4. 1. SSS ANOMALİLERİ

Çalışmada en sık görülen sistem anomalisi SSS anomalisidir. Postnatal tanı almış 121 olgunun 54 (%44,6)'ünde SSS anomalisi vardı. SSS anomalileri içerisinde en sık görüleni meningo-myelosele olup 18 (% 33,3) olguda izlendi. Diğerleri ise ventrikülomegali, posterior fossa anomalileri, germinal matriks kanamaları (GMK), ensefalosele, korpus kallozum agenezisi, anensefali, hemimegalensefali, holoprozonsefali, araknoid kist, galen

veni anevrizması, serebral parankimal hasar ve Walker Warburg Sendromu (WWS) idi.

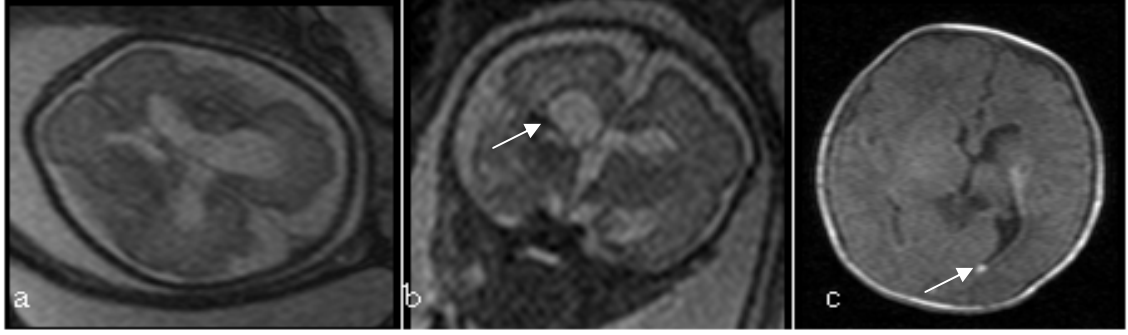
Ellidört olgunun 22 (%40,7)'sinde her iki tanı yöntemide doğru tanı koydu, beş (% 9,3)'inde ikiside yanlış tanı koydu. Yirmiyedi (%50) olguda fetal MRG USG'ye üstünlük sağladı. Bir olguda fetal MRG, USG ile sakral kitle ayırıcı tanısı yapılamayan Mm olgusunun ayırıcı tanısını yaptı. USG ile yanlış olarak DWM tanısı konan bir olguda ise sadece hidrosefali bulunduğunu gösterdi. USG'de megalensefali olarak raporlanan diğer bir olguda hemimegalensefali varlığını ve USG ile saptanamamış serebellar displaziyi gösterdi (şekil 5). Mm bulunan bir olguda USG ile gösterilememiş KK agenezisini gösterdi, bir olguda ise hem KK agenezisini hemde perisylvian polimikrogriyi tanıdı. İki olguda USG ile saptanamamış ensefaloseli göstererek, bunlardan birinde de DWM saptadı. USG ile holoprozonsefali tanısı alan bir olguda MRG holoprozonsefali tipinin belirlenmesini sağladı (şekil 6). USG ile sadece NT artışı görülen bir olguda Mm tanısını koydu. Fetal MRG, USG ile ventrikülomegali tanısı konan iki olguda eşlik eden GMK ve parankimal hasarı gösterdi (şekil 7). USG ile saptanmış Galen veni malformasyonu bulunan bir olguda parankimal hasarı ayrıntılı olarak gösterdi (şekil 8). USG'nin meningesel olarak raporladığı bir olguda MRG bağlı kordu ve meningomyeloseli gösterdi. Üç olguda USG ile saptanamamış meningomyeloseli saptadı. Fetal MRG, Mm'i bulunan üç olgudan birinde USG ile saptanamamış syringomyeli ve parankimal hasarı, bir olguda kalp aks bozukluğunu, bir olguda ise sevikal epidermoid kisti gösterebildi. USG ile tanınmış iki ensefalosel olgusunun birinde DWM tanısını koydu birinde ise eşlik eden bağlı kordu tanıdı. USG'de ventrikülomegalisi saptanan bir olguda eşlik eden serebral parankimal hasarını, anensefalisi bulunan bir olguda ise ek olarak spinal disrafizmi gösterdi. USG tarafından DWM düşünülen bir olguda ise tanıyı Dandy Walker varyantı olarak düzeltilti. Fetal MRG, Mm bulunan bir olguda eşlik eden vertebral deformasyonu gösterdi. USG'nin chiari malformasyonu tanısı koyduğu iki olgudan bir olguda anomalinin serebellum ve beyin sapı hipoplazisi olduğunu gösterdi (şekil 9) diğerine ise WWS tanısını koyarak üstünlük sağladı. SSS anomalilerinin prenatal tanısında MRG USG'den belirgin üstündü ($p<0.001$). SSS anomalilerinin tanısında hiçbir olguda USG, MRG'ye üstünlük sağlayamadı.



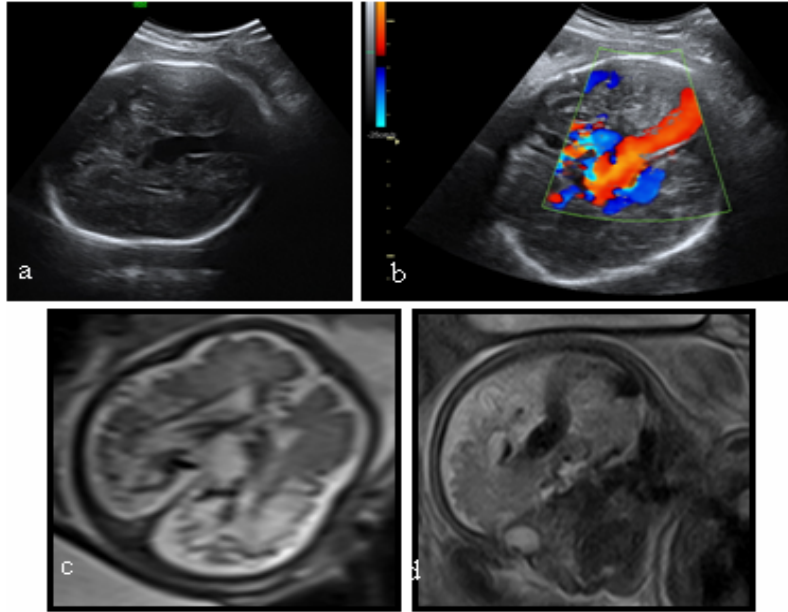
ŞEKİL 5. Hemimegalensefali; 28. haftada prenatalı USG ile megalensefali tanısı almış olguda fetal MRG'de; aksiyel T2A TRUFİ görüntülerinde (a) hemimegalensefali, (b) unilateral serebellar displazi izleniyor. Postnatal dönemde elde olunan T2A beyin görüntülerinde (c) hemimegalensefali ve(d) unilateral serebellar displazi varlığı doğrulandı.



Şekil 6. Alobar holoprozensefali, DWM, oküler hipoplazi; 18 haftalık fetusta T2A görüntülerde; (a) Sagittal planda posterior fossada DWM ile uyumlu serebellar vermiste hipoplazi ve 4. ventrikül ile ilişkili dorsal geniş kist görülmektedir (ok). (b) aksial planda bilateral oküler hipoplazi (ok), (c) koronal planda beyin orta hatta monoventriküler görünüm ve falks yokluğu izlenmektedir.

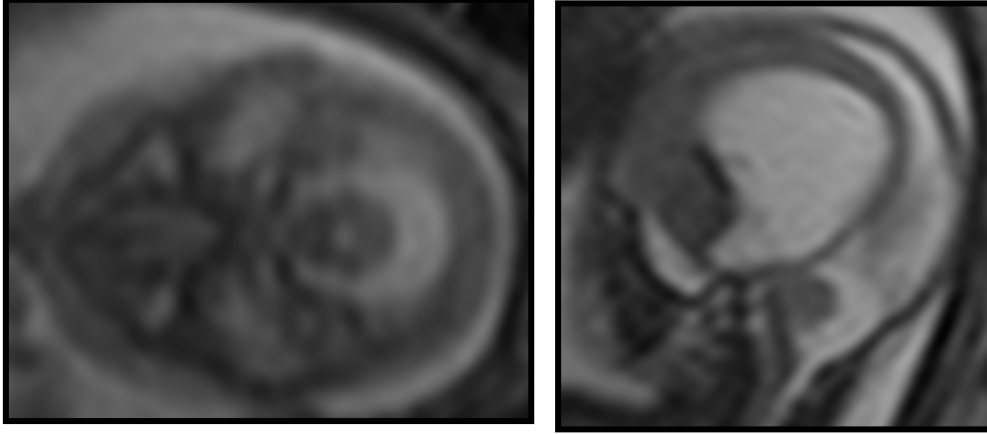


Şekil 7. Germinal matriks kanaması; 32 haftalık fetusun intrauterin T2A (a) aksiyel görüntüsünde asimetrik ventrikülomegali ve (b) koronal görüntüsünde sağ tarafta kaudotalamik olukta hipointens hemorajik sinyal değişiklikleri (ok) ve parankim hasarına sekonder komşu lateral ventrikülde asimetrik genişlemesi izleniyor (GMK). Aynı olgunun postnatal MRG'sinde T1A kesitte asimetrik ventrikülomegalisi, hiperintens intraventriküler hemoraji ve germinal matriks kanaması izlenmektedir (c)(ok) .



Şekil 8. Galen veni malformasyonu. 34 haftalık fetusta (a) USG'de B-modda orta hatta kistik yapı (b), Renkli doppler USG'de kistik yapı içerisinde kan akımına ait renkli sinyaller izlenmektedir (c). Aynı dönemde aksiyel ve sagittal planlarda alınan T2A HASTE imajlarında içinde akıma bağlı flow-void artefaktının izlendiği, sinus rektusa devamlılığı

bulunan ve çevresinde besleyici vasküler yapıların izlendiği dilate galen veni ve serebral parankimde yaygın iskemik değişiklikler izlenmektedir.



Şekil 9. 18 haftalık fetusta fetal MRG’de ventrikülomegaliye ek olarak serebellum ve pons hipoplazisi izlenmektedir.

4. 2. TORAKS ANOMALİLERİ

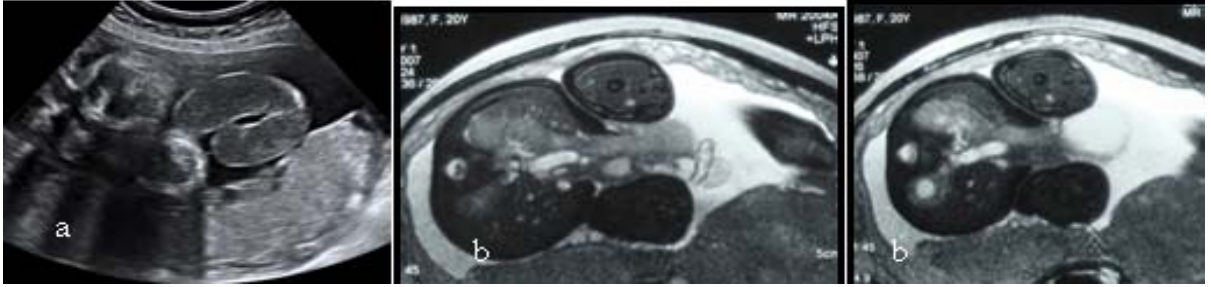
Toraks anomalileri postnatal tanı almış 121 olgunun üç (%2,5)’ünde saptanmıştır. Bu olgular; bronkojenik kist (şekil 10), ektopia kordis ve bochdalek hernisi bulunan olgulardır. Olguların üçünde de hem USG ve hemde MRG doğru tanıyı koydu. USG ve MRG’nin torakal anomalileri saptamada birbirlerine üstünlükleri saptanmadı (P=1,000).



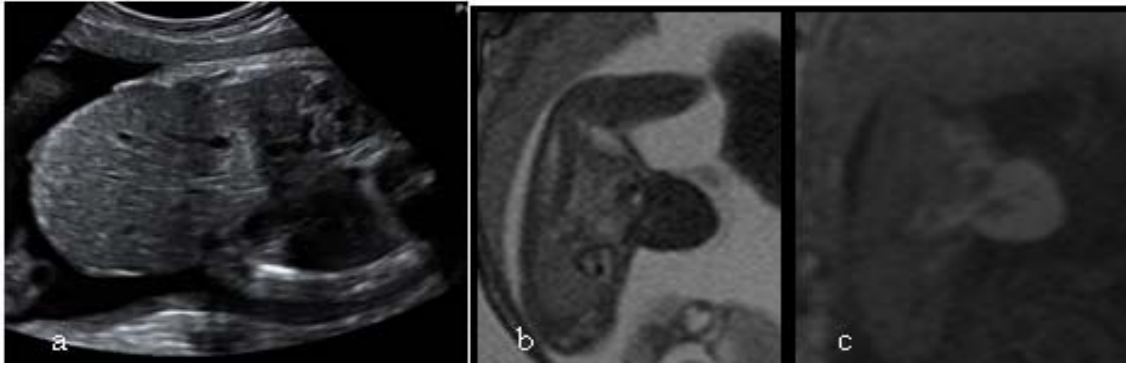
Şekil 10. Bronkojenik kist; 27 haftalık fetusta toraksta (a) T2A TRUFİ görüntüde hiperintens (b) B-mode sonografide anekoik belirgin kardiak deplasyona neden olan düzgün sınırlı homojen, ince duvarlı kistik yapı izlenmektedir.

4. 3. GİS ANOMALİLERİ

GİS anomalileri postnatal tanı almış 121 olgunun yedi (%5,8)'sinde saptandı. Dört (%57,1) olguda USG ve MRG doğru tanı koydu. Bu olguların ikisinde omfalosel, birinde gastroşizis (şekil 11), birinde ise intestinal obstruksiyonu vardı. Üç (%42,9) olguda fetal MRG, USG' ye üstündü. USG'nin gastroşizis tanısı koyduğu bir olguda fetal MRG omfalosel kesesini net bir şekilde göstererek tanıyı değiştirdi. Omfaloselli bir olguda ek olarak kese içerisinde fetal karaciğerin bulunduğunu gösterdi (şekil 12). Özefagus atrezisi bulunan olguda ise tanı MRG ile konulabildi. USG ile MRG'nin GİS anomalilerin prenatal tanısal etkinlikleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı (P=0.250).



Şekil 11. Gastroşizis; 33. gestasyonel haftada yapılan sonografide (a) ve eş zamanlı uygulanan fetal MRG'de (b) karın ön duvarındaki defekttan protrüde olarak amnion sıvısında serbest yüzen barsak ansları izlenmektedir.



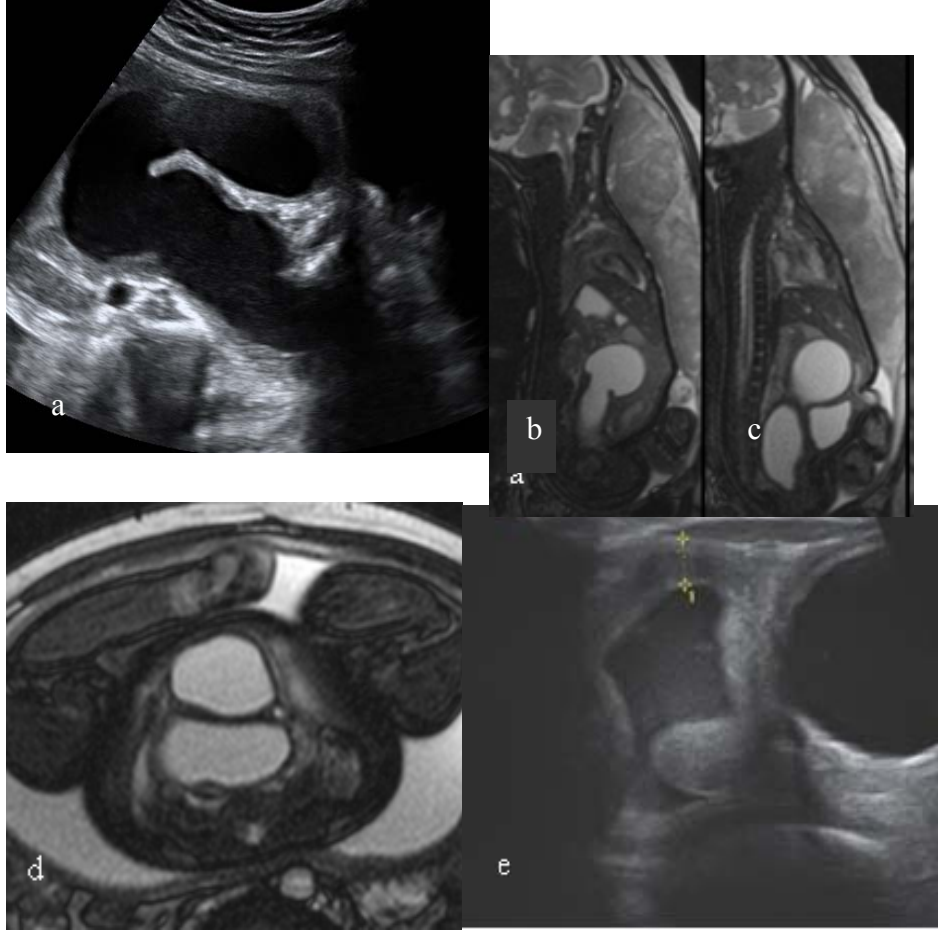
Şekil 12. Omfalosel; 17 gestasyonel haftada (a) B-mode ultrasonografide karın ön duvarındaki defekttan amnion sıvısına protrüde olan barsak ansları ile dolu olarak raporlanan olguda, sagittal görüntüde kese içerisindeki yapının T2A'da hipointens (b) ve T1A'da hiperintens (c) karaciğer olduğu görülmektedir.

4. 4. GÜS ANOMALİLERİ

GÜS anomalileri postnatal tanı almış 121 olgunun 20 (%16,5)'sinde saptanmıştır. Bu olgular; dört hidroüreteronefroz, üç renal ektopi, üç renal agenezi, iki multikistik displastik böbrek, üç posterior üretral valve, iki hidrometrokolpos ve üç normal olguydu. GÜS anomalilerinin 11 (%55)'ine hem USG hemde MRG ile doğru tanı kondu. Bir olguda her iki görüntüleme yöntemi de yanlış tanı koydu. Yanlış tanı konan olguda postnatal olarak üreterovaginal fistül ve hidrometokolpos mevcuttu. Kitle basısı sonucu komprese olan rektum proksimalindeki dilate barsak ansları USG ve MRG'de rektal agenezi tanısı konmasına neden oldu (şekil 13).

Yedi olguda fetal MRG, USG' ye üstünlük sağladı. USG'nin spesifiye edemediği iki abdominopelvik kist olgusundan birinde fetal MRG posterior üretral valv (PUV) tanısı koydu, birinde ise hidrometokolposu gösterdi. USG'nin unilateral renal agenezi olarak yorumladığı bir olguda fetal MRG her iki böbreğin de var olduğunu, ancak bir böbreğin çapraz ektopik yerleşimli olduğunu gösterdi. USG tarafından pelvikaliyektazi olarak raporlanan bir olguda fetal MRG normal tanısı koydu. USG tarafından testiküler kalsifikasyon tanısı konan diğer bir olguda, fetal MRG parankimin normal olduğunu göstererek USG' ye üstünlük sağladı. Bu olguda postnatal yapılan sonografide de testiküler parankim tamamen normaldi. Ayrıca USG'nin renal ektopiyi saptadığı bir olguda fetal MRG ektopik böbreğin füzyonunu gösterdi, diğer bir olguda da gastroşizise ek olarak fetal hidronefrozun bulunduğunu saptadı. USG ve MRG'nin GÜS anomalilerin prenatal tanısındaki etkinlikleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p=0.070$).

GÜS sistem anomalilerinde USG sadece bir olguda fetal MRG'e üstünlük sağladı. Bu olgunun her iki görüntüleme yöntemiyle saptanabilmiş pelvikaliksiyel dilatasyonuna ilaveten USG, üreter dilatasyonunu da gösterdi.



Şekil 13. Hidrometrokolpos; 34 haftalık fetusta prenatal USG’de (a) abdomen içerisinde dilate barsak ansına ait olduğu düşünülen tübüler anekoik kistik yapı izlenmektedir.. Fetal MRG’de mesane posteriorundan abdomen içerisine doğru uzanan T2A’da (b),(c) sagittal planda ve (d) aksial planda hiperintens tübüler kistik yapı gözlenmiştir. Postnatal sonografik (e) incelemede pelvik bölgede hidrometrokolposa ait kistik yapı saptandı.

4. 5. EKSTREMİTE ANOMALİLERİ

Ekstremitte anomalileri postnatal tanı almış 121 olgunun altı (%5)’sında saptanmıştır. Ekstremitte anomalisi saptanan olgular; vertebra segmentasyon anomalili bir olgu, Klippel-Feil sendromlu bir olgu, ekstremitte malformasyonu bulunan bir olgu, postnatal osteogenezis imperfekta tanısı alan intrauterin multiple fraktürleri olan bir olgu, akondroplazili bir olgu ve her iki ayak dorsalinde cilt ödemi bulunan bir olgu idi. Olgulardan beş (%83,3)’inde her iki görüntüleme yöntemi de doğru tanı koydu, bir olguda ise USG, MRG tarafından saptanamamış makrosefaliyi göstererek fetal MRG’ye üstünlük sağladı. Ekstremitte anomalilerinde fetal MRG, USG’ye üstünlük sağlayamadı. Ekstremitte

anomalilerinin MRG ve USG ile prenatal tanısında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu.

4. 6. YÜZ ANOMALİLERİ

Yüz anomalileri postnatal tanı almış 121 olgunun iki (%1,7)'sinde saptanmıştır. Bu olgulardan birinde fetal nazal, maksiler, mandibular agenezi ve probosis her iki görüntüleme yöntemiyle saptanış ancak fetal MRG ek olarak orbital hipoplazi ve hipotelorizm varlığını göstererek USG'ye üstünlük sağlamıştır. Diğer olguda ise mandibullar ve nazal agenezi her iki görüntüleme yöntemiyle saptanmış, ancak beraberinde görülen ekstremité anomalisi sadece USG ile saptanabilmiştir (şekil 14). Yüz anomalilerinin prenatal tanısında MRG ve USG'nin etkinlikleri birbirine eşitti (P =1.000).



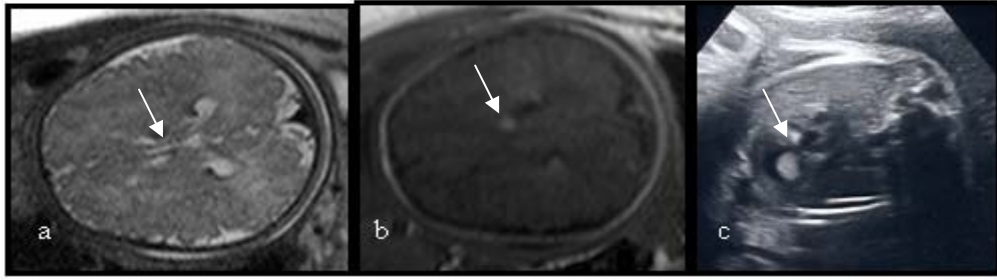
Şekil 14. Yüz anomalisi; 20. gestasyonel haftada (a) fetal MRG'de T2A TRUFİ sekansında sagittal planda ve (b) sonografik incelemede dismorfik yüz, mikrognati izlenmektedir. (c)Terminasyon sonrası olgunun fotoğrafında yüz anomalisi görülmektedir.

4. 7. MULTİPLE SİSTEM ANOMALİLERİ

Postnatal tanı almış 121 olgunun 15 (%12,4)'inde multisistem tutulumu saptanmıştır. Bu anomaliler ayrıntılı olarak Tablo 1'de gösterdi. Multisistem anomalilerinin beş (%33,3)'inde her iki görüntüleme yöntemi de doğru tanı koydu. Bir olguda her iki görüntüleme yöntemi de yanlış tanı koydu. Prune belly sendromlu bu olguda; üretral atrezi, intestinal atrezi, renal displazi ve mesane dilatasyonu mevcuttu. USG ve MRG bu olguyu mesane çıkım obstrüksiyonu olarak yorumları. Yaygın vasküler kalsifikasyonu ve bilateral renal hipertrofisi bulunan bir olguda USG, MRG ile görüntülenemeyen vasküler kalsifikasyonları göstererek MRG'ye üstünlük sağladı. Altı (% 40) olguda MRG, USG'ye üstünlük sağladı (P=0.125). Oksipital ensefaloseli, ventrikülomegalisi ve ekstremité anomalisi bulunan bir olgunun spinal kordundaki syringomyeli ve bağlı kord patolojisini sadece fetal MRG gösterebildi. USG'nin sadece ventrikülomegaliyi gösterdiği bir olguda fetal MRG DWM, ventrikülomegali ve

pelvikaliektaziyi saptayarak USG' ye üstünlük sağladı. USG'nin mikrosefali olarak raporladığı bir olguda fetal MRG yarık damak-dudak malformasyonu, holoprozensefali ve DWM'i saptayarak USG'ye üstünlük sağladı. Mm ve ventrikülomegalili bir olguda fetal MRG ek olarak pes ekinovarusu saptadı. USG ile kardiyak kitlesi saptanan bir olguda fetal MRG subependimal tuberleri ve kardiyomegaliyi saptayarak olguya tuberoskleroz tanısını koydu (şekil 15).

Multisistem tutulumlu iki (%13,3) olguda her iki görüntüleme yöntemi de eksik tanı koydu. Bu olgulardan birincisinde hidronefroz her iki yöntemiyle de tanındı, ancak mevcut kalp kapak anomalisi gösterilemedi. Diğer olgunun ise alobar holoprozonsefalisi, dorsal kisti her iki görüntüleme yöntemiyle saptanabildi, fetal MRG ayrıca serebellar rhombonsefalosinapsisi ve fasial anomaliyi gösterdi. Ancak bu olguda her iki görüntüleme yöntemi de mevcut ekstremitte anomalisini gösteremedi.



Şekil 15. Tuberoskleroz; paternal tuberoskleroz öyküsü bulunan 32 haftalık fetusun (a) beyne yönelik alınan aksiyel görüntülerinde sentrum semiovale düzeyinde ventrikül içerisine protrüzyon gösteren milimetrik subependimal T2A'da hipointens (a), T1A'da hiperintens (b) nodülleri izlenmektedir. (c) Prenatal USG'de sol atriuma protrüde hiperekoik rabdomyom izlenmektedir (ok).

4. 8. DİĞER ANOMALİLER

Postnatal tanı almış 121 olgudan hiçbir organ sistemine dahil edilemeyen ve “diğerleri” başlığı altında toplanan grupta ise 14 (%11.6) olgu vardı. Bu olgulardan dördü hidrops fetalis, üçü AFP yüksekliği bulunan normal olgular, sonografik olarak net değerlendirilemeyen ve korpus kallozum şüphesi bulunan iki normal olgu, sonografik olarak ön karın duvarı defekti düşünülen ancak abdomeni net değerlendirilemeyen bir normal olgu, , intrauterin KKAM ile uyumlu görünüm izlenen ancak postnatal saptanamayan bir olgu, sonografik olarak koroid pleksus kisti şüphesi bulunan bir normal

olgu ve önceki bebekte anomali öyküsü bulunan iki olgu idi.

Diğerleri grubuna alınan 14 olgudan 11 (%78,6)'inde USG ve fetal MRG doğru tanı koydu. Üç (%21,4) olguda ise MRG tetkiki USG' ye üstündü. Fetal MRG'nin USG' ye üstün olduğu olgular; ultrasonografide KK agenezisi şüphesi bulunan normal olgu, sonografik olarak omfalosel şüphesi bulunan normal olgu ve USG tarafından koroid pleksus kisti saptanal normal olgu idi.

Diğerleri grubuna alınan olgularda USG'nin MRG'e üstün olduğu olgu yoktu. USG ile MRG'nin bu gruba giren olgulardaki tanısal etkinlikleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildi ($P=0.250$).

5. TARTIŞMA

Günümüzde gelişmekte olan tıbbi tedavi ve tekniklerle enfeksiyon ve malnutrisyona bağlı mortalitedeki düşüş, konjenital malformasyonları infant mortalitesinin önde gelen sebepleri arasına sokmuştur. Bu da konjenital malformasyonların erken tanısını daha da önemli kılmıştır. Bu nedenle mümkün olduğunca erken ve doğru prenatal tanıya ulaşarak mortalite ve morbiditeyi azaltmak için yapılan çalışmalar aralıksız devam etmektedir.

Fetal anomalilerin değerlendirilmesinde USG anne ve fetus için emniyetli, non-invaziv, ulaşılması ve uygulaması kolay, gerektiğinde tekrarlanabilir, gerçek zamanlı görüntü sağlayan, maliyeti düşük bir görüntüleme yöntemi olması nedeniyle prenatal tanıda primer görüntüleme yöntemidir. Ancak USG'nin teknik olarak yetersiz kaldığı ya da başarısız olabildiği bazı durumlar vardır. Örneğin, maternal obezite, oligohidramniyoz, geç gebelik döneminde fetal başın annenin kemik pelvisine angajmanı ve fetal kranial kemiklerin ossifikasyonu gibi durumlarda USG'nin diagnostik kalitesi düşer (85). Halen altın standart prenatal konjenital anomali tarama yöntemi USG olmasına rağmen istenen duyarlılık ve özgüllük değerlerine ulaşamamıştır. Bu gibi nedenlerle fetusun görüntülenebilmesi, gebeliğin devamı ya da sonlandırılması ile ilgili kararın verilmesinde alternatif bir prenatal görüntüleme yöntemine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu gereksinim yeni arayışlara yol açmış ve MRG fetusun konjenital anomali yönünden incelenmesinde giderek artan sıklıkta kullanılan bir radyolojik görüntüleme yöntemi haline gelmiştir.

Manyetik rezonans görüntüleme yüksek kontrast rezolüsyonuna sahip olması, multiplanar görüntü alabilme yeteneği, iyonizan radyasyon içermemesi, oligohidramniyoz, fetal pozisyondan ve anne vücut yapısından etkilenmemesi (obezite, intraabdominal gaz distansiyonu, pelvik kitleler...vs.) nedeniyle fetusun incelenmesinde, prenatal tarama yöntemlerine ek olarak, seçilmiş olgularda uygulanabilen tanı koydurucu ve problem çözücü bir yöntem konumuna ulaşmıştır. Ayrıca fetal MRG ileri gebelik haftalarında ossifiye kranyumun ve diğer fetal yapıların ultrasonografide oluşturduğu görüntüleme kısıtlılıklarına da sahip değildir. Fetal MRG en sık fetal beynin değerlendirilmesinde kullanılmaktadır ve bu konuda USG'ye olan üstünlüğü şüphe

götürmez bir şekilde ortaya konmuştur (4) .

Manyetik rezonans görüntüleme ile fetal beyin parankimi direkt olarak görüntülenebilmektedir. Korpus kallozum, posterior fossa yapıları, parankimal hasarlar, serebral korteks gelişimi ve myelinizasyonun değerlendirilmesinde MRG USG'ye belirgin üstünlük sağlamaktadır. Fetal MRG'nin SSS dışı anomalilerde kullanımı ile ilgili çalışmalar sınırlıdır. Ancak santral sinir sistemi dışı anomalilerde de iyi görüntüleme sağlar. MRG ile fetal anatomi daha iyi görüntülenebilmekte, patolojinin orijini ve uzanımı daha net ortaya konulabilir. Fetusu çevreleyen amnion sıvısı, fetal akciğerler, gastrointestinal trakt, mesane, böbrekler, orofarinks ve orbitalar da MRG ile kolaylıkla vizualize edilebilir. MRG'nin de bazı limitasyonları söz konusudur. Örneğin, hareketli bir organ olması nedeniyle tümöral lezyonları hariç fetal kalbin değerlendirilmesinde mevcut teknolojiyle uygun bir tetkik değildir. Ayrıca peristaltik, respiratuar ve fetal hareketlere duyarlıdır. MRG'nin diğer dezavantajları ise; sabit ferromanyetik objelerin artefakt oluşturması (örn; protez), klostrofobili gebelerde kullanılamaması, pahalı olması, her zaman kolayca bulunamaması, tetkikin uzun sürmesi ve ileri gebelik haftalarında pozisyona bağlı vena kava kompresyon sendromuna yol açmasıdır.

Optimal bir obstetrik USG incelemesinde tetkik süresi yaklaşık bir saattir. Fetal MRG'de tetkik süresi ise; fetal hareket nedeniyle tetkik tekrarına, fetus sayısına ve fetusta komplike malformasyon varlığına göre değişkenlik gösterir. Ancak ortalama 20-30 dakikadır. Hareket MRG'de tetkik süresini ve görüntü kalitesini etkileyen en önemli faktördür. Araştırmacılar tarafından tetkik süresini kısaltmak ve görüntü kalitesini arttırmak amacıyla anne ya da fetusun farmakolojik sedasyonu denendiyse de taşıdığı riskler nedeniyle bundan vazgeçilmiştir. Ancak Levin ve arkadaşları klostrofobi öyküsü bulunan olgularda sublingual Xanax'ın (0,5-3 mg; dozu kişinin daha önceki anksiyete düzeyine ve medikasyonuna göre değişebilir) gebelikte güvenle kullanılabileceğini bildirmişlerdir (40). Günümüzde hızlı MRG sekansları sayesinde T2 ağırlıklı görüntüleme sedasyon kullanılmadan yapılabilmektedir. Bu sekanslar hem 'single shot' olmaları hemde kesit alma sürelerinin bir saniyenin altında olması nedeniyle hızlı ve hareketsiz görüntüler elde edilebilmesini mümkün kılmışlardır (21,40). Diğer yardımcı bir yöntem ise bizim de kullandığımız gibi fetal hareketleri azaltabilmek için gebelere 3-5 saat açlık sonrası MRG tetkiki yapmaktır. T1 ağırlıklı sekanslardaki maternal solunuma bağlı artefaktlar ise gebeye nefes tutturularak aşılabilir. Biz de çalışmamızda T1 ağırlıklı sekanslar alınırken gebelere

nefes tutturduk. Maternal aort pulsasyon artefaktının görüntü kalitesini etkilememesi için de faz yönünü kraniokaudal ya da right-left olarak ayarlandı.

Fetal MRG'de T2 ağırlıklı single shot sekansları temelde 'stady-state free precession' (Simens'de HASTE sekansı) ve 'balanced gradient eko' (Simens'de TRUFI sekansı)'dır. İkisi de ağır T2 sekanslardır (38, 40, 55). Biz çalışmamızda her iki sekansı da kullandık. Özellikle ileri gestasyonel haftalarda TRUFI sekansı intrakraniyal yapıları değerlendirmede oldukça iyi bir kontrast oluşturur, ama geniş FOV sebebiyle erken dönemde fetuslarda kullanımı kısıtlı olabilir (55). Yine fetal kalbi değerlendirme de TRUFI sekansı ile mümkündür. Fetal SSS görüntülemesi için daha iyi bir kontrast çözünürlüğüne sahip olması nedeniyle günümüzde HASTE sekansı en uygun sekans olarak önerilmekte ve daha yaygın olarak kullanılmaktadır (38). Çalışmamızda, özellikle hareketli fetuslarda TRUFI sekansı ile nispeten daha iyi görüntüler elde ettik. Ancak HASTE sekansı ile sinyal/gürültü oranı daha yüksek olup ve fetal dokular ile anomaliler arasındaki fark nispeten daha iyi ortaya konuldu.

T1A sekans olarak FLASH önerilmektedir. FLASH sekansının uzun TR degerine sahip olması nedeniyle T1A görüntüler fetal harekete daha duyarlıdır ve görüntü kalitesi düşüktür. Ancak T1A incelemenin bize ek olarak sağlayabileceği bilgiler kimi olgularda şüpheli tanıda çözümü sağlayabilmektedir. Örneğin tüm fetal sistemleri gözönünde bulundurarak bir değerlendirme yaparsak; fetal guatr T2A görüntülerde çevre dokulardan ayırt edilemezken T1A görüntülerde homojen yüksek sinyal intensitesi ile hemen tanınabilir. Kolon T1A görüntülerde yüksek sinyal intensitesi nedeniyle ayırd edilebilir. Konjenital diafragmatik hernilerde karaciğerin yeri kolaylıkla belirlenebilir. Ve yağ içeren kitleler ve hemorajiler bu sekansla ayırd edilebilir (40). Olgularımızdan birinde omfalosel kesesi içerisindeki karaciğer T1A sekanslarla belirlenmiştir. Yine abdominopelvik kistlerin ayırıcı tanısını yaparken kolonun durumunu değerlendirebilmek için T1A sekansları kullandık İki olgumuzda USG ile tespit edilemeyen germinal matriks kanamaları T1A sekansı ile net bir şekilde ortaya konulabildi. Yine USG'de kardiak kitlesi saptanan bir olguda T1A sekansında subependimal nodülleri temsil eden noktasal hiperintensiteler gösterilerek tuberoskleroz tanısı koyulabilmektedir.

Fetal MRG ile ilgili literatürde birçok yayın mevcuttur. Bunların birçoğunu vaka sunumları ve USG ile MRG'nin karşılaştırıldığı çalışmalar oluşturmaktadır. Bu çalışmalar

fetal anomalilerin prenatal tanısında MRG'nin USG'ye %36-57 arasında değişen oranlarda ek katkı sağladığını göstermiştir. Fetal MRG fetal anatomi ve patolojilerin değerlendirilmesinde USG'yi tamamlayıcı güvenilir ve non-invaziv bir görüntüleme yöntemi olarak kabul edilebilir. Ancak bu çalışmaların birçoğunda karşılaştırma fetal MRG temel alınarak yapılmıştır ve birçoğunda istatistik analiz yapılmamıştır. Hâlbuki iki tetkikin etkinliği karşılaştırılacaksa bu bir üçüncü yöntem altın standart kabul edilerek yapılmalıdır. Biz çalışmamızda fetal MRG ile USG'nin tanısal etkinliklerini postnatal kesin tanımlarla korele ederek ortaya koyduk ve farkların anlamlılığını değerlendirmede de istatistik analiz yöntemlerini kullandık.

Yakın tarihli literatürde saptayabildiğimiz ve tüm sistem anomalilerinin USG ve MRG ile değerlendirmesinin yapıldığı en geniş kapsamlı yayın Santos ve ark.'nın 2010'da yayımlanan 224 olguluk çalışmalarıdır (90). Santos ve arkadaşları (90) prenatal tanıda USG ve MRG'nin kombinasyonu ile %95 doğruluk elde etmişlerdir. İkinci düzey USG ve MRG bulgularının kombinasyonu %57 olguda dışmerkez geliş USG tanımlarının değiştirilmesini ya da ek tanı konulmasını sağlamıştır.

Biz çalışmamızda aynı merkezde yapılan üst düzey USG ve MRG sonuçlarını postnatal kesin tanımlarla karşılaştırarak her iki yöntemin tanısal etkinliklerini hesapladık ve birbiriyle kıyasladık. USG ve MRG 121 olgunun 61 (%50)'ine doğru tanı koydu. Dokuz (%8) olguda her iki görüntüleme yöntemi de yanlış ya da eksik tanı koydu. Dört (%3) olguda USG, MRG'ye üstünlük sağladı ve 47 (%39) olguda MRG, USG tarafından gösterilemeyen anomaliyi göstererek USG'ye üstünlük sağladı.

Literatürdeki fetal MRG çalışmalarının çoğu SSS'e yönelikse de, son yıllarda SSS dışındaki organlarda da MRG'nin başarılı olduğu, USG'ye yardımcı, tamamlayıcı ve kimi zaman üstün olduğu bildiren çalışmalar mevcuttur (73, 80, 81, 85, 90, 91, 92).

5.1. SSS ANOMALİLERİ

Fetal MRG ile SSS anomalilerinin tanısı hakkında çok sayıda yayın mevcuttur. Çok çeşitli endikasyonlar için yapılan çalışmalar göstermiştir ki olguların yaklaşık %50'sinde USG ile saptanamayan anomaliler fetal MRG ile saptanabilir (86, 87, 88). Sonografik olarak saptanamayan ya da zayıf vizualizasyon nedeniyle atlanan gelişimsel ya da destrüktif lezyonlar MRG ile tanı alabilmektedir. Özellikle korpus kallozum agenezisi,

girasyon-sulkasyon anomalileri, heterotopiler, serebellar displazi, posterior fossa kistleri, periventriküler lökomalazi, porensfali, multikistik ensefalomalazi, germinal matriks kanamalarını belirlemede MRG oldukça etkindir (86, 87, 88, 96).

Bizim çalışmamızda da SSS anomalisine sahip 54 olgunun 27 (%50)'sinde fetal MRG, USG'ye üstünlük sağladı. Ayrıca multiple sistem anomalisine sahip 15 olgudan SSS anomalisine de sahip 11 (%73) olgu içinde fetal MRG her olguda SSS anomalisine doğru tanı koydu, bunlardan beş (%46)'inde de USG'ye üstünlük sağladı. Fetal MRG özellikle korpus kallozumun değerlendirilmesinde, girasyon anomalilerinin, parankimal kanama ve iskemik değişikliklerinin gösterilmesinde posterior fossa patolojilerinin tanısında ve Nöral tüp defektlerinin tespitinde USG'den üstündü. Bu üstünlük USG ve MRG teknolojileri arasındaki farklılıklardan kaynaklanmaktadır. Kalvaryum ve omurilik gibi kemik yapılar dolayısıyla SSS'nin değerlendirilmesinde USG yetersiz kalırken, MRG mükemmel kontrast farkı oluşturarak serobrospinal sıvı ve solid nöral yapıları daha ayrıntılı değerlendirmeye olanak sağlamaktadır.

Wang ve arkadaşları (89) USG'de tespit edilen ve daha sonra MR incelemesine giden 34 olguda MR ve USG'nin tanısal doğruluklarını test etmişlerdir. Ultrason ile vakaların %76'sında doğru tanı konulurken MRG ile bu oran %97'lere çıkmıştır. Sheffield ünitesi, UK, tarafından 50 gebe üzerinden yapılan bir çalışmada; fetal MRG'nin 10 (%20) olguda USG tanısını değiştirdiği bildirilmiştir (100). Aynı ünite tarafından gerçekleştirilen ve 100 gebeyi kapsayan bir başka çalışmada ise 35 olguda fetal MRG, USG tanısını değiştirmiş ya da klinik kararı etkileyecek önemli ek bulgulara ulaşmıştır. (101). Levine ve arkadaşları yapmış olduğu üç ayrı çalışmada (63, 64, 99) SSS yönelik fetal MRG incelemelerinin önemli ek bilgiler sağladığını ve bu bilgilere göre %39 ile %47 arasında değişen oranlarda fetal MRG'nin, ailenin gebelik devamı ile ilgili kararını değiştirdiğini bildirmişlerdir.

Bizim çalışmamızda fetal MRG, 21 (%17) olguda USG ile konulan tanıya önemli ek bilgiler sağladı, 25 (%21) olguda tanıyı değiştirdi, bir (%0,8) olguda ise USG ile şüphe edilen tanıya kesinlik kazandı. SSS anomalilerinin prenatal tanısında MRG, USG' den istatistiksel olarak anlamlı üstündü ($p<0.001$).

Fetal SSS değerlendirilmesinde ventrikül genişlikleri önemlidir. Gebeliğin 25. haftasına dek ventriküllerde fizyolojik genişleme mevcuttur. 25 hafta sonrası ise lateral

ventrikül atrium genişlikleri 10 mm altında olmalıdır. 10-15 mm arası ise izole hafif ventrikülomegali olarak kabul edilir. Ventrikülomegaliye %17 oranında diğer SSS anomalileri eşlik edebilmektedir. Bu risk ciddi ventrikülomegalilerde 10 kat daha fazladır. Bu yüzden birçok merkezde ventrikülomegali varlığı fetal MRG endikasyonu kabul edilmektedir. Bizim çalışmamızda da USG ve eş zamanlı yapılan MRG tetkiklerinde ventrikülomegali tanısı konan üç olgumuz vardı. Bu olguların postnatal USG'lerinde ventrikül genişlikleri normaldi.

Ancak in utero dönemde ventrikülomegali tanısı konulan vakalarda postnatal erken dönem USG incelemeleri normal olabilmekte ve bir yaş civarı yapılan MRG'de ventrikülomegali tespit edilebilmektedir (97, 98). Bu yüzden prenatal izole ventrikülomegali olgularında neonatal erken dönemde kafa USG incelemesinin duyarlı olmadığı bunun yerine bu vakaların bir yıl sonra MR ile incelenmesinin daha doğru olabileceğine karar vermiştir

5.2. TORAKS ANOMALİLERİ

1990'ların sonlarında yapılan bildirimlerde fetal MRG çalışmaları SSS dışı organ sistemlerine yönelmişti (80). SSS dışı organ sistemleri arasında fetal akciğerlere ve torasik malformasyonlara yönelik çalışmalar dikkati çekmekteydi (80).

Fetal akciğerlerin görüntülenmesinde aksial, sagittal ve koronal planlarda alınan T2 A özellikle 'steady state free precession' sekansı kullanılır. Fetal MRG'nin torakstaki en sık iki kullanım amacı: 1. akciğer hipoplazisinin tespiti 2. akciğer kitlelerinin ayırıcı tanısını yapabilmektir.

Akciğer hipoplazisi pulmoner hava yolları, alveoller ve vasküler yapılarıdaki yetersiz gelişimin sonucunda oluşan düşük akciğer volümü ile karakterizedir (102). Fetal akciğer gelişimini değerlendirmek için MRG'de akciğer volüm hesaplamaları yapılabilir, akciğer parankim sinyal intensitesi değerlendirilebilir. Yine bu amaçla diffüzyon ağırlıklı görüntülemeninde yararı olabileceğine yönelik bazı çalışmalar mevcuttur (95).

Brewerton ve arkadaşlarının gestasyonel haftası 16-40 hafta arasında değişen 157 olgu üzerinde yaptıkları bir çalışmaya göre fetal akciğer intensitesinin fetal karaciğer intensitesine oranı (LLSIR) 25 haftanın üzerindeki fetuslarda fetal akciğer matüritesini

belirlemede kullanılabilir. LLSIR için bir normalizasyon skalası oluşturmuş bu çalışmaya göre 25 haftanın üzerindeki fetuslarda LLSIR, akciğer hipoplazisi varlığında anlamlı olarak düşüktür (103).

Diffüzyon ağırlıklı inceleme sıvı moleküllerinin randomize hareketine (Brownian hareketi) bağlı sinyal kaybına dayanır (104). ADC değeri biyolojik dokulardaki su moleküllerinin hareketini direkt olarak yansıtır. Moore ve arkadaşları fetal akciğer matüritesini değerlendirmede ADC değerleri kullanılabileceğini bildirmişlerdir (105) . Ancak Balassy ve arkadaşları ise farklı gestasyonel haftalarda 53 normal akciğerli olguda diffüzyon ağırlıklı incelemeyle ADC değerlerini hesaplamışlar ve ADC değerlerinin fetal gestasyonel yaş ile uyum göstermediğini saptayarak akciğer maturitesini değerlendirmede kullanılamayacağını savunmuşlardır (95).

Wiliams ve arkadaşları farklı gestasyonel haftalara sahip normal akciğerli fetal olgularda akciğer volümünü hesaplayarak pulmoner hipoplazili olguları saptamaya yarayacak bir skala geliştirmeye çalışmışlardır. Olguların fetal akciğer volümü hesaplanarak aynı gebelik haftasındaki normal olguların akciğer volümü ile karşılaştırılarak hipoplazi tanısı koyulmaya çalışılmıştır (102).

Fetal dönemde karşılaşılabilecek akciğer kitlele arasında KKAM, sekestrasyon, lobar amfizem, bronkojenik kist sayılabilir. Hubbard ve arkadaşlarının yapmış olduğu bir çalışmada prenatal USG ile saptanmış akciğer kitleleri MRG ile değerlendirilerek MRG'nin USG' ye tanı üstünlüğü araştırılmıştır (106). Hubbar'da ve arkadaşlarına göre fetal MRG'de akciğer kitlelerinin farklı karakteristik görüntüleri bulunuyordu. MRG konjenital diafragmatik herni ve kistik adenomatoid malformasyon ayırıcı tanısında, daha nadir tanıları saptamada ve akciğer tümörlerinin orjinini saptamada üstündü (106). Levine ve arkadaşlarının (75), torasik anomaliye sahip 74 fetusla yaptıkları çalışmada 28 (%38) hastada fetal MRG USG' ye ek bulgu sağlamıştır.

Biz çalışmamızda bronkojenik kisti bulunan bir olgu, ektopia kordisli bir olgu, bochdalek hernisi bulunan iki olgu, kardiak rabdomyomlu bir olgu ve KKAM'lu bir olgu olmak üzere toplam altı olguda toraks patolojisi bulunuyordu. USG ve MRG'nin torakal patolojilerin tanısında birbirlerine üstünlükleri yoktu (P= 1.000).

5.3. GİS ANOMALİLERİ

Fetal MRG çalışma alanlarının abdomen ve gastrointestinal traktusa kayması yeni değildir (80). MRG'nin farklı yapılardaki görüntüleme yeteneği, yapının boyutuna, değişik sekanslardaki sinyal karakteristiğine bağlıdır. Gestasyonel yaş abdominal anatomisinin gösterilebilmesinde önemlidir, fetus ne kadar büyük ise görüntü o kadar detaylı olur. Pek çok organ karakteristik gelişimini gösteren çok çeşitli sinyal intensite değişikliği gösterir (80).

Abdomen patolojilerinde diğer sistemlerde olduğu gibi T2A TRUFI ve HASTE sekanslarını en temel sekanslar olarak kullandık ancak abdomen patolojilerinde T1A sekansı da görüntülemeye ekledik. T1A kesitler alınırken anneye nefes tutturmaya özen gösterdik.

Literatürde fetal yutkunma hareketinin 9-10. gestasyonel haftalarda başladığı bildirilmiştir (22, 23). Anlamlı miktarda amnion sıvısı mide hariç diğer GİS yapılarına 25. haftadan önce dolmayacağı için barsaklar tam değerlendirilemez. 25. haftadan sonra ise ince barsaklar T1A'da hipo T2A'da hiperintens yapılar olarak seçilir. Bu dönemde distal ince barsa ve kolon ise T1A görüntülerde hiperintensdir.

Ösefagial patolojiler sonografik olarak vizualizasyonu en zor olan gruplardandır. MRG'de sagittal planda özellikle T2A kesitlerde zaman zaman sıvı ile dolu proksimal özefagus tübuler yapı olarak görüntüleyebiliriz. Özefagus patolojilerinin MRG ile tanısı zordur. Bizim çalışmamızda özefagus atrezisi ve trakeoözefagial fistülü (TÖF) olan olguda USG ile saptayamadığımız özefagus atrezisini fetal MRG ile gösterebildik.

Çalışmamızda ayrıca dört omfalosel ve bir gastroşizis olgusu vardı. Bu iki antitenin ayırıcı tanısının yapılması omfaloselin çoğu kez kromozom anomalileriyle birliktelik göstermesi ve beraberinde önemli sistem malformasyonlarının görülebilmesi nedeniyle önemlidir. Oysa gastroşizisin prognozu omfalosel kadar kötü değildir. Bu iki patolojinin tanısında USG ile rahatlıkla konulabilmektedir. Bizim çalışmamızda USG'de gastroşizis olarak değerlendirilen bir olguda omfalosel tanısı fetal MRG ile konulabildi. Diğer bir olguda ise omfalosel kesesi içerisinde ki karaciğer sadece MRG ile tanınabildi.

GİS anomalilerinde üç (%43) olguda fetal MRG, USG'ye üstünken (P=0.250) hiçbir olguda USG MRG'ye üstünlük sağlayamadı. %43 farka rağmen istatistik anlamlılık elde edilememesinin anomali grubuna giren olgu sayısının azlığında kaynaklandığını düşünüyoruz.

5.4. GÜS ANOMALİLERİ

Genitoüriner anomaliler intrauterin tespit edilen en sık anomaliler olup antenatal saptanan anomalilerin %30'unu oluşturur (107). Genellikle izole ortaya çıkmakla birlikte kompleks malformasyonların ya da kromozom anomalilerinin bir parçası da olabilirler. Prenatal görüntüleme yöntemleri ile hem patolojinin tanısı konulmaya hem de beraberinde görülebilecek anomaliler tespit edilmeye çalışılır. Bazı şiddetli GÜS malformasyonlarında pulmoner hipoplazi gelişebilir bu da kötü prognoz göstergesidir.

Prenatal en sık görülen GÜS anomalileri hidronefroz, renal agenezi ve renal displazidir (85). Görülebilecek diğer anomaliler ise bilateral renal agenezi, kistik böbrek hastalıkları, nefromegali, çift toplayıcı sistem, posterior üretral valv, megasistis ve oligohidramniyozdur.

Bizim çalışmamızda 20 (%17) izole GÜS anomalisi bulunuyordu. Bunun dışında multisistem anomalisine sahip 15 (%12) olgunun beş (%4)'ünde de GÜS anomalisi mevcuttu. Böylelikle 121 olgumuzun 25 (%21)'inde GÜS anomalisi saptadık. Çalışmamızda tespit ettiğimiz en sık izole GÜS anomalisi hidronefrozdu (dört olguda). Diğer saptadığımız anomaliler renal ektopi, renal agenezi, multikistik displastik böbrek, posterior üretral valve ve hidrometrokolpostu. İzole GÜS anomalisine sahip yedi olguda (%35) fetal MRG, USG'ye üstünlük sağladı (P=0.070). Santos ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmada renal anomali saptanan yedi olgunun üçünde (% 43) fetal MRG'nin USG'ye üstünlük sağladığı bildirilmiştir (90).

Çalışmamızda USG'nin abdominopelvik kist tespit ettiği ancak detaylandıramadığı iki olgudan birine MRG ile posterior üretral valv değerine ise hidrometokolpos tanısı konuldu. USG'nin unilateral renal agenezi tanısı koyduğu bir olguda fetal MRG her iki böbreğin de var olduğunu, ancak çapraz ektopik yerleşimli olduğunu gösterdi. USG tarafından pelvikaliektazi olarak raporlanan bir olguda fetal MRG normaldi. Prenatal USG'de testiküler kalsifikasyon düşünülen diğer bir olguda, fetal MRG parankimal lezyon

göstermedi. Bu olguda postnatal yapılan sonografide testiküler parankim tamamen normaldi. Ayrıca USG'nin renal ektopiyi saptadığı bir olguda fetal MRG ek olarak ektopik böbreğin füzyone olduğunu gösterdi. Bir gastroşizis olgusundaki eşlik eden hidronefroz da MRG ile saptandı. USG sadece bir olguda fetal MRG'ye üstünlük sağladı. Bu olgunun her iki görüntüleme yöntemiyle saptanabilmiş pelvikaliksiyel dilatasyonuna ilaveten USG, ureter dilatasyonunu gösterdi. Diğer sistem anomalileri ile birliktelik gösteren altı GÜS olgumuzun ise sadece birinde fetal MRG unilateral pelvikaliektaziyi saptayarak USG'ye üstünlük sağladı.

5.5. EKSTREMİTE ANOMALİLERİ

Prenatal ultrasonografik görüntüleme fetal MRG'ye göre ossifikasyon hakkında çok daha fazla bilgi sağlar (109). Örneğin kemikteki ossifikasyon merkezi USG ile dokuzuncu gestasyonel haftadan itibaren saptanabilmektedir. Pediatrik popülasyonda MRG gelişmekte olan kartilaj zonlarını gösterebilirse de fetal kemiklerin gelişiminin MRG ile değerlendirilmesi hakkında yeterli bilgi yoktur. Bununla birlikte USG'nin gerçek zamanlı görüntüleme sağlaması MRG'ye önemli bir üstünlüğüdür. Böylece değişen fetal hareketle birlikte hekimin kolaylıkla yeni bir kesitte ekstremitayı değerlendirebilmesine olanak sağlar.

Blaicher ve arkadaşları yaptıkları çalışmada (108) iskelet anomalisi olan 14 fetustan 10'unda (%71) USG'nin MRG'den daha fazla tanısal değer taşıdığı görülmüştür. MRG spina bifida vakalarında faydalı olmuş ve vakaların %57'sinde perioperatif ek bilgiler sağlamıştır.

Bizim çalışmamızda ise ekstremita anomalileri postnatal tanı almış 121 olgunun altı (%5)'sında saptandı. Olgulardan beş (%83)'inde her iki görüntüleme yöntemi de doğru tanı koydu, bir olguda ise USG fetal MRG'ye üstünlük sağladı. Bu olguda USG, MRG'de saptanamamış makrosefaliyi gösterebildi. Ekstremita anomalilerinde hiçbir olguda fetal MRG, USG'ye üstünlük sağlayamadı. Ekstremita anomalilerinin prenatal tanısında MRG ve USG nin tanı etkinlikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu (P=1.000).

5.6. YÜZ ANOMALİLERİ

Çalışmamızda izole yüz anomalisi postnatal tanı almış 121 olgunun ikisinde (%2) mevcuttu. Multisistem anomalisine sahip üç fetusta da yüz anomalisi bulunuyordu. Yüz anomalili iki (% 40) olguda her iki görüntüleme yöntemi de doğru tanı koydu. Bir (%20) olguda her iki görüntüleme yöntemi de oligohidramnios nedeniyle yüz anomalisini gösteremedi. Bir (%20) olguda yüz anomalisi MRG ve USG tarafından gösterildi, ancak beraberinde görülen ekstremitte anomalisi USG tarafından gösterildiğinden bu olguda USG üstünlük sağladı. Bir (%20) olguda ise orbital hipoplazi ve hipotelorizmi saptayarak fetal MRG, USG'ye üstünlük sağlamıştır. Fasial anomalilerinin prenatal tanısında MRG ve USG nin tanı etkinlikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu.

6. SONUÇLAR

Bu çalışmada; SSS anomalilerinin prenatal tanısında MRG %50 olguda USG'ye ek bulgu ya da tanı değişikliği sağlamak yoluyla katkıda bulunmuştur ($P<0.001$). Yine GİS ve GÜS anomalilerinin prenatal tanısında da MRG sırasıyla %43 ve %35 oranında USG'ye ek katkı sağlamıştır ($P=0.250$, $P=0.070$). Ancak bu iki grupta MRG ve USG'nin tanısall etkinlikleri arasındaki fark istatistik olarak anlamlı değildir. Toraks, yüz ve ekstremitte anomalilerinin prenatal tanısında ise MRG'nin USG'ye ek katkısı saptanmamıştır.

Sonuç olarak; MRG özellikle SSS anomalilerinin prenatal tanısında USG ile birlikte kullanılabilir bir yardımcı bir görüntüleme yöntemidir. Ancak abdomen patolojilerinin prenatal tanısındaki etkinliği belirsizdir ve bu alana yönelik daha geniş hasta grupları ile yapılacak çalışmalara ihtiyaç vardır.

7. KAYNAKLAR

1. Rumack C. M, Wilson S, Charboneau J.W, Diagnostic Ultrasound 3rd ed. volume 2 Mosby, Inc., , St. Louis, Missouri ; 2005 ; 34-1157
2. Frates MC, Kumar AJ, Benson CB, Ward VL, Tempany CM. Fetal anomalies: Comparison of MR imaging and US for diagnosis. Radiology (2004) 232:398-404
3. Callen P. W, Ultrasonography in obstetrics and gynecology 5th ed., Elsevier Inc., Philadelphia, PA.; 2008; 2:48
4. Uma M., Reddy, Roy A. Filly, Joshua A. Copel, prenatal imaging ultrasonography and magnetic resonance imaging, Obstetrics & Gynecology, vol. 112, no. 1, july 2008
5. Hershkovitz R, Sheiner E, Mazor M : Ultrasound in pbstetrics : a rewiev of safety. Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol 101:15,2002.
6. Cavicchi TJ, O'Brien WD Jr: Heat generated by ultrasound in an absorbing medium. J Acoust Soc Am 76:1244, 1984.
7. Nyborg WL, Steele RB : Temperature elevation in a beam of ultrasound. Ultrasound Med Biol 9:611, 1983
8. Flynn HG : Phycics of acoustic cavitation in liquids. In Mason WP (ed): Physical Acoustics, Vol 1B. New York, Acedemic Pres, 1964.
9. Child SZ, Hartman CL, Shery LA, et al: Lung damage from exposure to pulsed ultrasound. Ultrasound Med Biol 16:817, 1990.
10. Barnett SB: Recommendation on the safe of the ultrasound. Paper presented at Proceeding of the Symposium on Safety of Ultrasound in Medicine, WFUMB (World Federation for Ultrasound In Medicine and Biology), 1998

11. O'Brien WD Jr: Ultrasound bioeffect issues related to obstetric sonography and related issues of the output display Standard. In Fleisher AC, Manning FA, Jeanty P, et al (eds): Sonography in Obstetrics and Gynecology, Principals and Practise. New York, Mc Hill, 1996, pp 17-33.
12. Barnett SB, Maulik D. Guidelines and recommendations for safe use of Doppler ultrasound in perinatal applications. The Journal of Maternal-Fetal Medicine 2001;10:75–84.
13. Schmidt W, Kurjak A. Obstetri ve Jinekolojide Renkli Doppler Sonografi.In: Rott H, Rott D. Doppler ve Renkli Doppler Sonografinin Güvenlik Unsurları. Tanrıverdi HA, Ertan AK (Çevirenler).1. baskı, İstanbul: Nobel ,2003.
14. Tarantal AF, Hendrickx AG: Evaluation of the bioeffects of prenatal ultrasound exposure in cynomolgus macaque (Macaca fascicularis) : 2. Growth and behaviour during the first year. Teratology 39;149, 1989.
15. Lyonse EA, Dyke C, Toms M, et al: In utero exposure to diagnostic ultrasound : a 6 year follow up. Radiology 166:687, 1988
16. Stark CR, Orleans M, Haverkamp AD, et al: Short and long term risks after exposure to diagnostic ultrasound in utero. Obstet Gynecol 63: 194, 1984
17. Screening for fetal chromosomal abnormalities. ACOG Practice Bulletin No. 77. American College of Obstetricians and Gynecologists. Obstet Gynecol 2007;109:217–27.
18. Bruyn R, Pediatric Ultrasound, Elsevier Lim., Churchill Livingstone 2007; 15-34
19. Gonçalves LF, Nien JK, Espinoza J, Kusanovic JP, Lee W, Swope B, et al. What does 2-dimensional imaging add to 3- and 4-dimensional obstetric ultrasonography? J Ultrasound Med 2006 Jun;25:691–9.
20. Gonçalves LF, Lee W, Espinoza J, Romero R. Three- and 4-dimensional ultrasound in obstetric practice: does it help? J Ultrasound Med 2005;24: 1599–624.

21. Levine D, fetal magnetic resonance imaging, the journal of maternal-fetal neonatal medicine 2004;15:85-94
22. Kanal E, Gillen J, Evans JA, et al. Survey of reproductive health among female MR workers. Radiology 1993;187:395-9
23. Schwartz JL, Crooks LE, NMR imaging produces no observable mutations or cytotoxicity in mammalian cells. Am J Roentgenol 1982;139:583-5
24. Wolff S, Crooks LE, Brown P, et al. Tests for DNA and chromosomal damage induced by nuclear magnetic resonance imaging. Radiology 1980;136:707-10
25. Baker PN, Johnson IR, Harvey PR, et al. A three-year follow-up of children imaged in utero using echo planar magnetic resonance. Am J Obstet Gynecol 1994;170:32-3
26. US Food and Drug Administration. Guidance for Content and Review of a Magnetic Resonance Diagnostic Device 510 (k) Application. Washington, DC:FDA,1988.
27. Beers GJ (1989) Biological effects of weak electromagnetic fields from 0 Hz to 200 MHz: a survey of the literature with special emphasis on possible magnetic resonance effects. Magn Reson Imaging 7:309–331
28. National Radiological Protection Board Ad Hoc Advisory Group on Nuclear Magnetic Resonance Clinical Imaging (1983) Revised guidelines on acceptable limits of exposure during nuclear magnetic resonance clinical imaging.. Br J Radiol 53:974–977
29. Levine D, Zuo C, Faro CB, et al. Potential heating effect in the gravid uterus during MR HASTE imaging. J Magn Reson Imaging 2001;13:856-61
30. Baker PN, Johnson IR, Harvey PR et al. A three year follow-up of children imaged in utero with echo-planar magnetic resonance. Am j Obstet Gynecol 1994; 170:32-33).

31. Shellock FG : Biological effects and safety aspects of magnetic resonance imaging. *Magn Reson Q* 5:243, 1989.
32. Magnevist Product Information. Wayne, NJ, Berlex Laboratories, 1994.
33. 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
34. Yamashita Y, Namimoto T, Abe Y, et al. MR imaging of the fetus by a HASTE sequence. *Am J Roentgenol* 1997;168:513-19
35. Levine D, Edelman RR. Fast MRI and its application in obstetrics. *Abdom Imaging* 1997;22:589-96
36. Levine D, Barnes PD, Sher S et al. Fetal fast MR imaging: reproducibility, technical quality, and conspicuity of anatomy. *Radiology* 1998;206:549-54
37. Levine D, Barnes PD, Madsen JR, et al. Central nervous system abnormalities assessed with prenatal magnetic resonance imaging. *Obstet Gynecol* 1999;94:1011-19
38. Brugger P.C, Stuhr F, Linder C, Prayer D, Methods of fetal MR: beyond T2-weighted imaging. *European Journal of Radiology* 2006;57:172-81
39. Levine D. Atlas of Fetal MRI. 1st ed. Taylor&Francis Group, New York, 2005
40. Deborah Levine, MD1, Obstetric MRI, *journal of magnetic resonance imaging* 24:1–15 (2006)
41. Borowska-Matwiejczuk K, Lemancewicz A, Tarasow E, et al. Assessment of fetal distress based on magnetic resonance examinations: preliminary report. *Acad Radiol* 2003;10:1274–1282.
42. Baldoli C, Righini A, Parazzini C, Scotti G, Triulzi F. Demonstration of acute ischemic lesions in the fetal brain by diffusion magnetic resonance imaging. *Ann Neurol* 2002;52 80.

43. Huppi PS. Advances in postnatal neuroimaging: relevance to pathogenesis and treatment of brain injury. *Clin Perinatol* 2002; 29:827–856.:243–246.
44. Agid R, Lieberman S, Nadjari M, Gomori JM. Prenatal MR diffusion-weighted imaging in a fetus with hemimegalencephaly. *Pediatr Radiol* 2006;36:138–140.
45. Prayer D, Barkovich AJ, Kirschner DA, et al. Visualization of nonstructural changes in early white matter development on diffusion-weighted MR images: evidence supporting premyelination anisotropy. *AJNR Am J Neuroradiol* 2001;22:1572–6.
46. Righini A, Bianchini E, Parazzini C, et al. Apparent diffusion coefficient determination in normal fetal brain: a prenatal MR imaging study. *AJNR Am J Neuroradiol* 2003;24:799–804.
47. Righini A, Bianchini E, Parazzini C, et al. Apparent diffusion coefficient determination in normal fetal brain: a prenatal MR imaging study. *AJNR Am J Neuroradiol* 2003;24:799–804.
48. Moore RJ, Strachan B, Tyler DJ, Baker PN, Gowland PA. In vivo diffusion measurements as an indication of fetal lung maturation using echo planar imaging at 0.5T. *Magn Reson Med* 2001;45: 247–253.
49. Amano Y, Hayashi T, Takahama K, Kumazaki T. MR imaging of umbilical cord urachal (allantoic) cyst in utero. *AJR Am J Roentgenol* 2003;180:1181–1182.
50. Brugger P.C, Mittermayer C, Prayer D, A new look at the fetus: Thick-slab T2-weighted sequences in fetal MRI. *European Journal of Radiology* 2006;57:182-6
51. Laing AD, Gibson RN. Magnetic resonance cholangiopancreatography. *Australas Radiol* 1999;43:284–93.

52. Vitellas KM, Keogan MT, Spritzer CE, et al. MR cholangiopancreatography of bile and pancreatic duct abnormalities with emphasis on the single-shot fast spin-echo technique. *Radiographics* 2000;20:939–57.
53. Lee W. 3D fetal ultrasonography. *Clin Obstet Gynecol* 2003;46:850–67.
54. Garel C, Brisse H, Sebag G, et al. Magnetic resonance imaging of the fetus. *Pediatr Radiol* 1998;28:201–11.
55. Prayer D, Brugger PC, Prayer L. Fetal MRI: techniques and protocols. *Pediatr Radiol* 2004;34:685–93.
56. Thickman D, Mintz M, Mennuti M, et al: MR imaging of cerebral abnormalities in utero. *J Comput Assist Tomogr* 8:1058, 1984.
57. Herman-Sucharska I, Bekiesinska-Figatowska M, Urbanik A. Fetal central nervous system malformations on MR images. *Brain Dev* 2009; 31:185-99
58. Levine D. Ultrasound versus magnetic resonance imaging in fetal evaluation. *Top Magn Reson Imaging* 2001; 12:25–38
59. Messing-Jünger AM, Röhrig A, Stressig R, Schaper J, Turowski B, Blondin D. Fetal MRI of the central nervous system: clinical relevance. *Childs Nerv Syst*. 2009; 25:165-71
60. Wang GB, Shan RQ, Ma YX, Shi H, Chen LG, Liu W, Qiu XL, Wei YL, Guo L, Qu L, Li HH. Fetal central nervous system anomalies: comparison of magnetic resonance imaging and ultrasonography for diagnosis. *Chin Med J (Engl)*. 2006; 119:1272-7
61. Whitby EH, Paley MN, Sprigg A, Rutter S, Davies NP, Wilkinson ID, Griffiths PD. Comparison of ultrasound and magnetic resonance imaging in 100 singleton pregnancies with suspected brain abnormalities. *BJOG* 2004;111:784-92
62. Levine D, Mehta T, Trop T, et al. Fast MRI of fetal CNS anomalies with prenatal MRI: results of 149 cases, *Radiology* 2000;217:101

63. Levine D, Barnes PD, Madsen JR, et al. Fetal central nervous system anomalies: MR imaging augments sonographic diagnosis. *Radiology* 1997;204:635-42
64. Levine D, Barnes PD, Robertson RR, et al. Fast MRI of fetal CNS abnormalities. *Radiology* 2003;229:51-61
65. Cardoza JD, Goldstein RB, Filly RA. Exclusion of fetal ventriculomegaly with a single measurement: the width of the lateral ventricular atrium. *Radiology* 1988; 169:711-4
66. Griffiths P.D, Reeves M.J, Morris J.E, et al . A Prospective Study of Fetuses with Isolated Ventriculomegaly Investigated by Antenatal Sonography and In Utero MR Imaging, *American Journal of Neuroradiology*, 2010; 31:106-11
67. Vergani P, Locatelli A, Storbelt N, et al. Clinical outcome of mild fetal ventriculomegaly. *AM j Obstet Gynecol* 1998;178:218-22
68. Patel MD, Fillye AL, Hersh DR, et al. Isolated mild fetal cerebral ventriculomegaly: clinical course and outcome. *Radiology* 1994;192:759-64
69. Bloom SL, Bloom DD, Dellanebbia C, et al. The developmental outcome of children with antenatal mild isolated ventriculomegaly. *Obstet Gynecol* 1997;90:93-7
70. Nicoladies KH, Berry S, Sniders RJ, et al. Fetal lateral cerebral ventriculomegaly: associated malformations and chromosomal defects. *Fetal Diagn Ther* 1990;5:5-14
71. Guibaud L. Practical approach to prenatal posterior fossa abnormalities using MRI. *Pediatr Radiol* 2004;34(9):700-11.
72. Ghi T, Tani G, Savelli L, Colleoni GG, Pilu G, Bovicelli L. Prenatal imaging of facial clefts by magnetic resonance imaging with emphasis on the posterior palate. *Prenat Diagn* 2003;23(12):970-5.

73. Denise pugasha,, Peter c. Bruggerb, Dieter bettelheimc, daniela prayerd, prenatal ultrasound and fetal mri: the comparative value of each modality in prenatal diagnosis , european journal of radiology 68 (2008) 214–226
74. Quinn TM, Hubbard AM, Adzick NS. Prenatal magnetic resonance imaging enhances fetal diagnosis. *J Pediatr Surg* 1998;33(4):553–8.
75. Levine D, Barnewolt CE, Mehta TS, Trop I, Estroff J, Wong G. Fetal thoracic abnormalities: MR imaging. *Radiology* 2003;228(2):379–88.
76. Kasprian G, Balassy C, Brugger PC, Prayer D. MRI of normal and pathological fetal lung development. *Eur J Radiol* 2006;57(2):261–70.
77. Keller TM, Rake A, Michel SC, et al. MR assessment of fetal lung development using lung volumes and signal intensities. *Eur Radiol* 2004;14(6):984–9.
78. Garel C, Dreux S, Philippe-Chomette P, Vuillard E, Oury JF, Muller F. Contribution of fetalmagnetic resonance imaging and amniotic fluid digestiveenzymeassays to the evaluation of gastrointestinal tract abnormalities. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2006;28(3):282–91.
79. Saguintaah M, Couture A, Veyrac C, Baud C, QuereMP. MRI of the fetal gastrointestinal tract. *Pediatr Radiol* 2002;32(6):395–404.
80. Brugger PC, Prayer D. Fetal abdominal magnetic resonance imaging. *Eur J Radiol* 2006;57(2):278–93.
81. Shinmoto H, Kashima K, Yuasa Y, Tanimoto A, et al., MR Imaging of Non-
82. SSS Fetal Abnormalities: A Pictorial Essay1, *RadioGraphics* 2000; 20:1227–1243
83. Savelli S, Di Maurizio M, Perrone A, et al. MRI with diffusion-weighted imaging (DWI) and apparent diffusion coefficient (ADC) assessment in the evaluation of normal and abnormal fetal kidneys: preliminary experience. *Prenat Diagn* 2007;27(12):1104–11.

84. Grannum PA, Berkowitz RL, Hobbins JC. The ultrasonic changes in the maturing placenta and their relation to fetal pulmonic maturity. *Am J Obstet Gynecol* 1979;133(8):915–22.
85. Kubik-Huch RA, Wildermuth S, Cettuzzi L, et al. Fetus and uteroplacental unit: fast MR imaging with three-dimensional reconstruction and volumetry–feasibility study. *Radiology* 2001;219(2):567–73.
86. Martin C, Darnell A, Duran C, et al., Magnetic resonance imaging of the intrauterine fetal genitourinary tract: normal anatomy and pathology, *Abdom Imaging* (2004) 29:286–302
87. Glenn O.A., Barkovich A.J, Magnetic Resonance Imaging of the Fetal Brain and Spine: An Increasingly Important Tool in Prenatal Diagnosis, Part 1, *American Journal of Neuroradiology*, 2006;27:1604-11
88. Malinger G, Ben-Sira L, Lev D, Ben-Aroya Z, Kidron D, Lerman-Sagie T. Fetal brain imaging: a comparison between magnetic resonance imaging and dedicated neurosonography. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2004; 23:333-40
89. Glenn O.A., Barkovich A.J., Magnetic Resonance Imaging of the Fetal Brain and Spine: An Increasingly Important Tool in Prenatal Diagnosis Part 2, *American Journal of Neuroradiology*, 2006;27:1807-14
90. Wang GB, Shan RQ, Ma YX, et al. 2006. Fetal central nervous system anomalies: comparison of magnetic resonance imaging and ultrasonography for diagnosis. *Chin Med J (Engl)* 119(15): 1272–1277. Whitby EH, Paley MN
91. M. Santos X.M, Papan R, Johnson A, et al., The use of combined ultrasound and magnetic resonance imaging in the detection of fetal anomalies, *Prenat Diagn* 2010; 30: 402–407.
92. Frates MC, Kumar AJ, Benson CB, Ward VL, Tempany CM. Fetal anomalies: Comparison of MR imaging and US for diagnosis. *Radiology* (2004) 232:398-404

93. Perrone A, Savelli S, Maggi C, et al., Magnetic resonance imaging versus ultrasonography in fetal pathology, *Uro-Genital Radiology, Radiol med* (2008) 113:225–241 DOI 10.1007/s11547-008-0242-0
94. Coakley FV, Hricak H, Filly RA, et al. Complex fetal disorders: effect of MR imaging on management—preliminary clinical experience. *Radiology* 1999; 213:691–696.
95. Balassy C, Kasprian G, Brugger P.C, et al., Diffusion-weighted MR imaging of the normal fetal lung, *Eur Radiol* DOI 10.1007/s00330-007-0784-x;
96. Sonigo PC, Rypens FF, Carteret M, Delezoide A, Brunelle FO (1998) MRI imaging of fetal cerebral anomalies. *Paediatr Radiol* 28:212–222 Fetal MRI in the evaluation of intrauterine myelomeningocele.
97. Nelson MD Jr, Tavaré CJ, Petrus L, Kim P, Gilles FH. 2003. Changes in the size of the lateral ventricles in the normal-term newborn following vaginal delivery. *Pediatr Radiol* 33(12): 831–835.
98. Falip C, Blanc N, Maes E, et al. 2007. Postnatal clinical and imaging follow-up of infants with prenatal isolated mild ventriculomegaly: a series of 101 cases. *Pediatr Radiol* 37(10): 981–989.
99. Levine D, Barnes PD, Abbott J, Wong GP, Edelman R (1999) Fetal CNS anomalies revealed with ultrasound MR imaging. *Am J Obstet Gynecol* 180:174
100. Griffiths PD, Widjaja E, Paley MNJ, Whitby EH (2006) Imaging the fetal spine using in utero MR: diagnostic accuracy and impact on management. *Pediatr Radiol* 36:927–933
101. Whitby EH, Paley MN, Spring A, Rutter S, Davies NP, Wilkinson ID, Griffiths PD (2005) Comparison of ultrasound and magnetic resonance imaging in 100 singleton pregnancies with suspected brain abnormalities. *BJOG* 112:784–792

102. Obenauer S, Maestre L. A, Fetal MRI of lung hypoplasia: imaging findings, *Clinical Imaging* 32 (2008) 48–50
103. Brewerton L. J, Chari R.S, Liang Y, et al., Fetal Lung-to-Liver Signal Intensity Ratio at MR Imaging: Development of a Normal Scale and Possible Role in Predicting Pulmonary Hypoplasia in Utero, *Radiology* 2005; 235:1005–1010
104. Luypaert R, Boujraf S, Sourbron S, Osteaux M (2001) Diffusion and perfusion MRI: basic physics. *Eur J Radiol* 38:19–27
105. Moore RJ, Strachan B, Tyler DJ, Baker PN, Gowland PA (2001) In vivo diffusion measurements as an indication of fetal lung maturation using echo planar imaging at 0.5 T. *Magn Reson Med* 45:247–253
106. Hubbard AM, Adzick NS, Crombleholme TM, Coleman BG, Howell LJ, Haselgrove JC, Mahboubi S. Congenital chest lesions: diagnosis and characterization with prenatal MR imaging. *Radiology* 1999;212:43–8.
107. Fong KW, Ryan G (1998) The fetal urogenital tract. In: Rumack CM, Wilson SR, Charboneau JW (eds) *Diagnostic ultrasound*, 2nd ed. Mosby, St Louis, pp 1093–1121
108. Blaicher W, Mittermayer C, Messerschmidt A, Deutinger J, Bernaschek G, Prayer D. 2004. Fetal skeletal deformities—the diagnostic accuracy of prenatal ultrasonography and fetal magnetic resonance imaging. *Ultraschall Med* 25(3): 195–199.
109. Sprock Z, Vugt V, et al., Ultrasonographic and radiologic visualization of the developing embryonic skeleton. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1997;9:392-397