

Fetal Manyetik Rezonans Görüntüleme

Özge Öztekin, Fatma Ceren Sarıoğlu

ÖĞRENME HEDEFLERİ

- Fetal MRG'nin kullanım endikasyonları
- Fetal MRG'nin çekim tekniğini kavramak ve sekansları gözden geçirmek
- Normal serebral gelişime ait yapıların MRG ile değerlendirilmesi
- Santral sinir sistemi ve santral sinir sistemi dışı patolojilerde MRG'nin yeri

Öztekin Ö, Sarıoğlu FC. Fetal Manyetik Rezonans Görüntüleme. Trd Sem 2017; 5: 346-60.

GİRİŞ

Fetüsün incelemesinde temel değerlendirme yöntemi ultrasonografidir (US). Bu makalenin amacı bu fikri değiştirmek değil, fetal manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ve kullanım alanlarıyla ilgili teknik ve klinik bilgilerimizi güncellemek ve kullanıma girdiği ilk günden itibaren her geçen gün artan önemini vurgulamaktır.

1983 yılında Smith FW ve ark.ları [1] tarafından Lancet'te yayınlanan gebelikte MRG'nin kullanımıyla ilgili makaleden başlayarak MRG yavaş yavaş fetal incelemede kendinden bahsettirmeye başlamıştır. Fetal görüntülemeyi diğer yöntemlerden farklı kılan temel parametre, fetüsün hareketli yapısıdır. Doksanlı yılların başında fetal MRG çekim tekniğinde kullandığımız sekansların uzun sürmesi sonucu oluşan hareket artefaktları nedeniyle sedasyon ihtiyacı duyulmaktaydı. MRG yazılım ve donanımındaki gelişmelerle beraber günümüzde anne ve fetüse zarar vermeden fetüsün yüksek rezolüsyonlu anatomik ve fonksiyonel görüntülenmesi yapılabilmektedir.

Fetal beynin morfolojik yapısı gebelik haftası ile beraber hızlı ve dinamik bir değişiklik göstermektedir. Farklı gebelik haftalarındaki MRG görüntülerine aşina olmak anomali değerlendirmesi için önemlidir [2]. Artık günümüzde fetal MRG uygun endikasyon belirlenen grupta, 2. düzey US sonrası yapılan, US'nin en önemli yardımcısı ve çoğu zaman da problem çözücü 3. düzey bir inceleme yöntemi olarak yerini almaya başlamıştır.

Fetal MRG Endikasyonları

Fetal MRG'yi, US'de bir anomali tespit ettiğimizde veya şüphelendiğimizde US bulgularını doğrulamak, kompleks lezyonların tam olarak yaygınlığını ve anatomik ilişkilerini ortaya koymak ve olası ek anomalileri saptamak için gerçekleştiriyoruz. Ayrıca maternal obezite, oligohidramniyoz ya da uygun olmayan fetal pozisyonlar gibi US incelemesini sınırlandıran durumlarda MRG problem çözücü yöntem olarak işlev görmektedir. Fetal MRG fetüsün tamamının anatomik değerlendirmesi

için değil genellikle spesifik bir bölgenin değerlendirilmesi için kullanılmaktadır. Çalışılan merkeze, perinatolog ve sonografik incelemeyi yapan radyoloğun deneyimine bağlı olarak bütün organ sistemlerini içeren oldukça geniş bir endikasyon listesi mevcuttur, ancak günlük pratikte en sık santral sinir sistemine (SSS) ait endikasyonlarla karşılaşmaktayız. Fetal MRG endikasyonları **Tablo 1.**'de özetlenmiştir.

Ventrikülomegali hepimizin bildiği gibi en sık endikasyon olarak karşımıza çıkmakta olup altta yatan patolojiyi belirleyebilmek veya eşlik eden diğer patolojileri göstermek MRG'den temel beklentidir. Korpus kallozum agenezisi-dis-

genezisi gibi US değerlendirmesi her zaman başarılı olarak yapılamayan malformasyonlar diğer sık endikasyon grubunu oluşturmaktadır. Posterior fossaya ait patolojiler fetal MRG'nin çözüm için kullanıldığı diğer bir alandır. Kavum septum pellucidum'a ait patolojiler daha nadirdir ancak 2. trimesterden sonra görüntülenemediğinde önemli nörolojik sonuçlar izlenebilecek olması nedeniyle önemlidir [3].

Fetal MRG SSS dışındaki organ ve patolojilerin görüntülenmesinde de oldukça yararlıdır. Örneğin kistik higroma, teratom gibi boyun kitleleri intrauterin dönemde nadirdir, MRG lezyonun karakterizasyonu ve doğum şeklinin

Tablo 1: Fetal MRG endikasyonları

Fetal sistem	Endikasyon	Görülebilecek patolojiler
SSS	Konjenital anomaliler	Ventrikülomegali, korpus kallozum disgenezisi, holoprozensefali, posterior fossa anomalileri, kortikal gelişim malformasyonları
	Genetik geçişli hastalıklar	Tüberoz skleroz
	Vasküler anomaliler	Vasküler malformasyon, hidranensefali, infarkt, monokoryonik ikiz gebelik komplikasyonları
Spinal	Konjenital anomaliler	Nöral tüp defektleri, sakrokoksigeal teratom, kaudal regresyon, sirenomeli, vertebral anomaliler
Baş-boyun	Kitle	Venolenfatik malformasyon; hemanjiom, guatr, teratom, fasiyal kleft
Toraks	Kitle	Konjenital pulmoner havayolu malformasyonu, pulmoner sekestrasyon, konjenital lobar amfizem, diyafram hernisi, plevral efüzyon
	Volümetrik değerlendirme	Oligohidramniyoz, kitle veya iskelet displazisi gibi sebeplere bağlı olarak pulmoner hipoplazi riski bulunan durumlar
Abdomen, retroperiton ve pelvis	Kitle	Abdominal-pelvik kist, tümörler (hemanjiom, nöroblastom, sakrokoksigeal teratom, renal-surrenal kitleler), kompleks genitoüriner anomaliler, barsak anomalileri (ör: megasistis mikrokolon)
Monokoryonik ikiz komplikasyonları		Tedavi öncesinde vasküler anatominin değerlendirilmesi, fetüslerden birinin ölümü sonrası morbidite değerlendirmesi, yapışık ikizlerin değerlendirilmesi
Fetal cerrahi değerlendirmesi		Meningomyelosel, sakrokoksigeal teratom, hava yolu obstrüksiyonuna sebep olan lezyonlar.

planlaması için kullanılabilir. Postnatal yaşamı belirleyici en önemli faktör olan akciğerlerin volümetrik olarak değerlendirilmesinde, hava yolu obstrüksiyonuna sebep olabilecek hastalıkların tanımlanmasında ve abdominal-genitoüriner patolojilerin görüntülenmesi ve karakterizasyonu, konjenital anomalilerin tanısında MRG oldukça önemlidir.

Ayrıca anomali için yüksek risk oluşturan durumlar, örneğin genetik hastalıklar yönünden pozitif aile öyküsü, daha önceden anomali bir çocuk sahibi olmak veya annenin gebeliği sırasında ciddi bir enfeksiyon geçirmesi durumlarında da US bulguları normal olsa bile MRG tetkiki gerçekleştirilebilir [4].

Fetal MRG'nin bir diğer endikasyonu postnatal MRG'ye alternatif olarak kullanımıdır. Doğumdan hemen sonra çocuğun bir MRG ihtiyacı olaksa bu dönemde bunu en azından bir sedasyonla belki de anestezi ile gerçekleştirmek durumunda kalınacaktır ki bu durumda çocuğun klinik durumu da anne karnındaki döneme göre daha kötü olacaktır. Çoğu zaman da ağırlaşan klinik nedeniyle yenidoğanın üzerinde bulunan kateter, şant gibi malzemeler görüntüleme kalitesini olumsuz etkileyecektir. Bu nedenle özellikle son trimesterde elde edilen MRG postnatal değerlendirmeden daha kolay ve ona iyi bir alternatif olacaktır.

Fetal MRG Ne Zaman Yapılmalı?

Aslında tek optimal bir zamanlama vermek doğru değildir. Çünkü her hastanın kendine özgü ihtiyacı farklı zamanda oluşacaktır. Birçok anomali 18-20. gebelik haftasındaki rutin US incelemede tespit edildiğinden, MRG istemlerinin en sık yapıldığı dönem bu dönem olmaktadır.

Fetal MRG için ilk trimesterde kesin olarak kontrendike demek doğru değildir. Genellikle 18 haftadan küçük haftalarda, fetüsün küçük oluşu ve oldukça hareketli yapısı nedeniyle MRG çok kullanışlı değildir [3]. MRG her zaman 2. düzey US incelemesinden sonra yapılan 3. düzey bir inceleme yöntemi olmalıdır. Özellikle mediko-legal sorunlar göz önüne alındığında fetal MRG sıklıkla 18-24. haftalar içerisinde yapılan ve sonuçlandırılması gereken bir tetkidir [4].

Güvenlik

MRG iyonizan radyasyon içermeyen, bilinen yan etkisi bulunmayan, invaziv olmayan tanısal inceleme yöntemidir. ACR (American College of Radiology)'nin MRG güvenliği ile ilgili yayınladığı makalelerde gebeliğin herhangi bir döneminde MRG'ye girecek hastalarda kar-zarar yönünden yapılan incelemede hasta yararına olacağı düşünülen durumlarda MRG incelemesinin yapılabileceği kabul edilmektedir [5]. Bununla beraber tedbirli davranarak gelişmekte olan fetüs üzerine olabilecek potansiyel riskleri azaltmak ve erken haftalarda fetüsün küçük boyutu ve hareketliliği nedeniyle 17-18. gebelik haftasından sonra MRG yapmak daha doğru olacaktır. İncelemeden önce gebe anneden mutlaka yazılı onam formu alınmalıdır.

1.5 Tesla mı, 3.0 Tesla mı?

Günümüzde bir çok merkezde 1.5 tesla MRG cihazları fetal görüntüleme için rutin tercih edilen cihazlardır. Bununla beraber 3.0 tesla MRG kullanımıyla ilgili birçok çalışma yayınlanmaktadır. 1.5 tesla cihazla karşılaştırıldığında 3.0 tesla cihazların en büyük avantajı manyetik alan kuvveti ile doğru orantılı olarak artan sinyal gürültü oranlarının (SGO=SNR) daha yüksek olmasıdır. Artan sinyal gürültü oranlarına bağlı olarak rezolüsyon artmakta, görüntüleme süresi kısalmaktadır. Ancak duyarlılık ilişkili artefaktlar da artmaktadır. 3.0 tesla MRG cihazla ilgili en büyük sorun fetüs tarafından absorbe edilen enerjidir. Bu enerji, SAR (specific absorbtion rate) olarak ölçülmektedir. FDA (Food and Drug Association) tarafından yapılan, kullanılan magnetin gücünden bağımsız olarak annenin 4 W/kg altında alacağı SAR değerleri kabul edilebilir sınırlardadır [6, 7]. The Children's Hospital of Philedelphia'da yapılan çalışmaya göre 3.0 tesla cihazla fetal görüntüleme sırasında alınan SAR değerlerinin FDA tarafından kabul edilen limitlerin altında olduğu gösterilmiştir [7].

Hasta Hazırlığı

Annenin beslenmesi incelemeye 4 saat kala durdurulmalıdır. Buradaki temel amaç annenin

barsaklarında oluşacak peristaltizm kaynaklı artefaktları önlemek ve postprandial fetal hareketleri önlemektir. Annenin çekim sırasında konforunu etkilememek amacıyla inceleme öncesi mesane boşaltılmalıdır [8]. Genel MRG çekiminde dikkat edilen bütün unsurlar dikkate alınmalı, özellikle artefakt oluşturabilecek bütün metallere hasta arındırılmalıdır.

Koil Seçimi, Çekim Tekniği ve Sekanslar

Ventral yüzeyel, fleksibl çok kanallı faz dizilimli koil ve masa üzerinde olan dorsal spine koil entegrasyonu en iyi seçeneklerden birisidir.

Çekime öncelikle kılavuz görüntüleri olarak başlıyoruz. Bunun için anne anatomik planlarını esas alan genellikle 3-5 görüntüden oluşan ve 3 farklı ortogonal planda steady state free precession (SSFP) veya half-Fourier acquisition single-shot turbo spin-echo (HASTE) sekansını kullanıyoruz. Bununla fetal oryantasyonu ve plasentanın pozisyonunu belirliyoruz. Aynı zamanda koilin de ilgilenilen bölgeye santralize olup olmadığı bilgisini kılavuz görüntülerle elde ediyoruz. Kılavuz görüntüden sonra bütün fetüsün görüntüleme alanı içerisine girdiği büyük FOV değerine sahip, fetüsün anatomik planlarını esas alan, üç farklı düzlemde elde olunan T2-A single-shot fast spin echo (SSFSE) gibi bir sekansla görüntüler elde ediyoruz. En son aşamada inceleyeceğimiz anatomik bölgeye lokalize olan daha küçük FOV değerlerinde hem HASTE hem de true fast imaging with SSFP (TRUFİ) sekanslarla aksiyel, koronal ve sagittal düzlemlerde yakın plan görüntüler elde ediyoruz. Fetüs inceleme boyunca hareket ettiğinden, genellikle başlan-

gıta aldığımız kılavuz görüntülerle incelemeyi tamamlamak pek mümkün olmadığından aldığımız her bir yeni görüntü bir sonraki alacağımız görüntünün kılavuz görüntüsü oluyor. SSFSE sekansında tek TR aralığında tek kesit almaktayız, yani “single shot”. Bu da bir kesitte izleyebileceğimiz hareket veya artefaktın diğer kesitte izlenmemesini sağlıyor. Kesit kalınlıkları da detaylı incelemeye olanak vermek için 3-4mm kalınlıkta olmalıdır. Kesitler arasında genellikle aralık bırakmıyoruz.

Buraya kadar incelemenin temelini oluşturan, bir fetal MRG incelemesinde mutlaka alınması gereken ultrafast T2-A sekanslardan bahsettik. Bir de ek olarak klinik ön tanıya göre ilave edilecek sekanslar bulunmaktadır. Kullanılan sekansların firmalara göre jenerik isimleri **Tablo 2**'de özetlenmiştir. Diğer ilave sekanslar neler olabilir;

T1-A görüntüleme (Fast Spoiled Gradient Echo, FSPGR) yardımcı bir görüntülemedir. Burada amacımız kanama başta olmak üzere T1-A'da yüksek sinyalli olarak izlenebilecek patolojileri değerlendirmeye çalışmaktır. Daha uzun sürmekte ve rezolüsyonu da daha düşüktür.

Difüzyon (b0, b400, b800) ağırlıklı görüntüleme hem iskemik olaylarda hem de beyin gelişimini değerlendirmede kullanılabilir.

SANTRAL SİNİR SİSTEMİ Normal Serebral Gelişim

Radyologlar olarak patolojiyi ararken hep normalden sapmalara bakarız. O halde fetüste de ilk önce normalin ne olduğunu bilmeliyiz. **Erken 2. trimesterde beyin içerden dışarıya doğru sırasıyla ventriküler zon/germinal mat-**

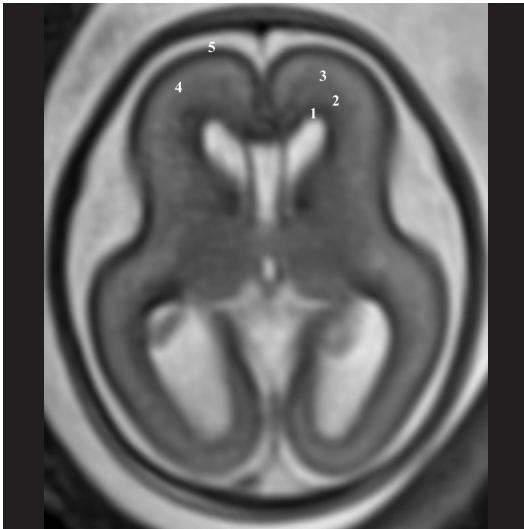
Tablo 2: Fetal MRG'de kullanılan sekansların firmalara göre jenerik isimleri

	GE	Siemens	Phillips	Toshiba
TrueFISP	FIESTA	TrueFISP	Balanced FFE	Balanced SARGE
Single-shot TSE/FSE	SSFSE	HASTE	SSTSE	FASE
T1 gradient echo	Fast SPGR	Turbo FLASH	TFE	Fast FE
DWI	DWI	DWI	DWI	DWI

riks, intermediate zon ve kortikal plate olmak üzere 3 tabakalı yapıdan oluşmaktadır. 20-28. haftalar arasında ise 5 tabakalı yapı izlenir. En içte ventriküler zon/germinal matriksi (T2-A düşük sinyalli) izlenir. Dışa doğru sırasıyla periventriküler zon (T2-A yüksek sinyalli), intermediate zon (T2-A düşük sinyalli), subplate (T2-A yüksek sinyalli) ve en dışta da kortikal zon (T2-A düşük sinyalli) izlenir. Bu multi-tabakalı yapıya germinal matriksten kortekse doğru göçeden hücreler neden olur [9] (Resim 1). 29. haftadan sonraki değerlendirmede multi-tabakalı yapının devamı migrasyonel anomaliler açısından uyarıcı olmalıdır [9].

Germinal matriks

Germinal matriks ventrikül duvarı boyunca T2-A sekanslarda hipointens olarak izlenir. 3. trimesterde giderek kaybolmaya başlayan germinal matriks, yaklaşık 33. haftada temporal hornların çatısında ve oksipital hornların lateralinde, gebeliğin son haftalarına kadar frontal hornların ucunda izlenir [8]. Kaudotalamik olukta ise doğumdan aylar sonra bile izlenebilir [8].



Resim 1. A-C. Germinal matriksten kortekse doğru göç eden hücrelerin oluşturduğu tabakalı yapı. 1. Germinal matriks (ventriküler zon) 2. Periventriküler zon 3. Intermediate zon 4. Subplate 5. Kortikal zon

Sulkasyon

Sulkasyon gebelik boyunca spesifik bir gelişim paterni gösterir ve değerlendirmek için sistematik bir yaklaşım gereklidir. İlk olarak aksiyel plan T2-A görüntülerle incelemeye başlanır. Bu planda izlenen Sylvian fissür 18. gebelik haftasından önce izlenir. Operküler gelişim erken 3. trimesterde başlar ve operkulum geliştikçe insular korteksi örtmeye devam eder [10]. Değerlendirmeye sagittal plan görüntülerle devam edilir. Sagittal planda orta hatta 22. haftada parietookspital fissür, 24. haftada kalkarin fissür ve singulat sulkus ve 27. haftada ise marjinal sulkus izlenmelidir. Her ne kadar parietookspital sulkus ve kalkarin sulkus daha erken gebelik haftalarında izlense de gerçek anlamda sulkasyon süreci ve giral gelişim yaklaşık 25. haftada santral sulkusun gelişimi ile başlar. Takip eden 8 hafta boyunca primer sulkal gelişim kademeli olarak gelişme gösterir. 32. gebelik haftasında başlayan sekonder sulkasyon gebeliğin sonuna kadar devam ederken, sulkasyon tersiyer sulkal gelişim ile devam eder [10]. Orta hattın hemen lateralinde ise 25-26. haftalarda görülmeye başlayan santral sulkus ve 27. haftada presantral sulkus ve 28. haftada postsantral sulkus değerlendirilmelidir. Son olarak koronal kesitler incelenmelidir. Anterior koronal kesitlerde 29. haftadan itibaren superior ve inferior frontal sulkuslar; 3. ventrikül seviyesinde 27. haftada superior temporal sulkus ve 33. haftada inferior temporal sulkus değerlendirilmelidir. Frontal bölge matür yapıya ulaşan son yapıdır. Subaraknoid mesafe artan gestasyonel yaş ile beraber azalır.

Miyelinizasyon

Miyelinizasyon fetal beynin maturasyonu ile ilgili iyi bir belirteçdir. Fetal beyin gelişim sürecinde beyaz cevherin lipid ve protein içeriği artarken sıvı içeriği azalır. Miyelinleşen alan T1 ve T2 kısalmasına bağlı T1-A serilerde hiperintens, T2-A serilerde hipointens olarak izlenir.

Yaklaşık 20. gebelik haftasında başlayan miyelinizasyon ilk beyin sapt posteriorunda izlenir. 27. haftaya gelindiğinde vermiş ve orta se-

rebeller pedikülde bir miktar miyelin izlenmeye başlar. İnternal kapsül posterior bacağında 30. haftada izlenmeye başlayan miyelinizasyon 35-36. haftalara gelindiğinde progresif olarak globus palliduslara uzanır ve gebeliğin sonuna gelindiğinde korana radiataya ulaşır [9].

Fetal Biometri

Prenatal MRG ile serebral yapıların morfolojik ve sinyal özelliklerine dayalı subjektif değerlendirme yanısıra objektif verilere dayalı morfometrik ölçümlerde yapılabilmektedir.

Bu ölçümler; midsagittal planda ölçülen antero-posterior vermis ve supero-inferior vermis uzunluğu (sırasıyla fastigium ile vermis posterior bölümü arasındaki maksimum uzunluk ve buna dik en yüksek ölçüm), serebellum transvers çapı (koronal planda ventrikül atrium planında en geniş lateral-lateral çap), sisterna magna genişliği (aksiyel planda serebellar vermis posterioru ile oksiput içi arasındaki mesafe), orta hattan sagittal planda ölçülen korpus kallozum uzunluğu (splenium ve genu uç noktaları arasından ölçülür), sagittal planda ölçülen fronto-okspital serebral çap (frontal ve oksipital lobların en dış noktaları arasındaki uzunluk), serebral ve kalvaryal biparietal çap (koronal planda lateral ventriküllerin temporal hornları düzeyinden geçen kesitlerde, sırasıyla serebral korteks dıştan dışa ve internal tabular arası içten içe en geniş çap), interhemisferik mesafe (koronal planda lateral ventriküllerin temporal hornu ve 3. ventrikül seviyesinde) ve ventriküler atrium çapıdır (aksiyel planda talamuslardan geçen kesitte koroid pleksusların glomusu posteriorundan, koronal düzlemde ventriküler atriumdan geçen kesitlerde) [11].

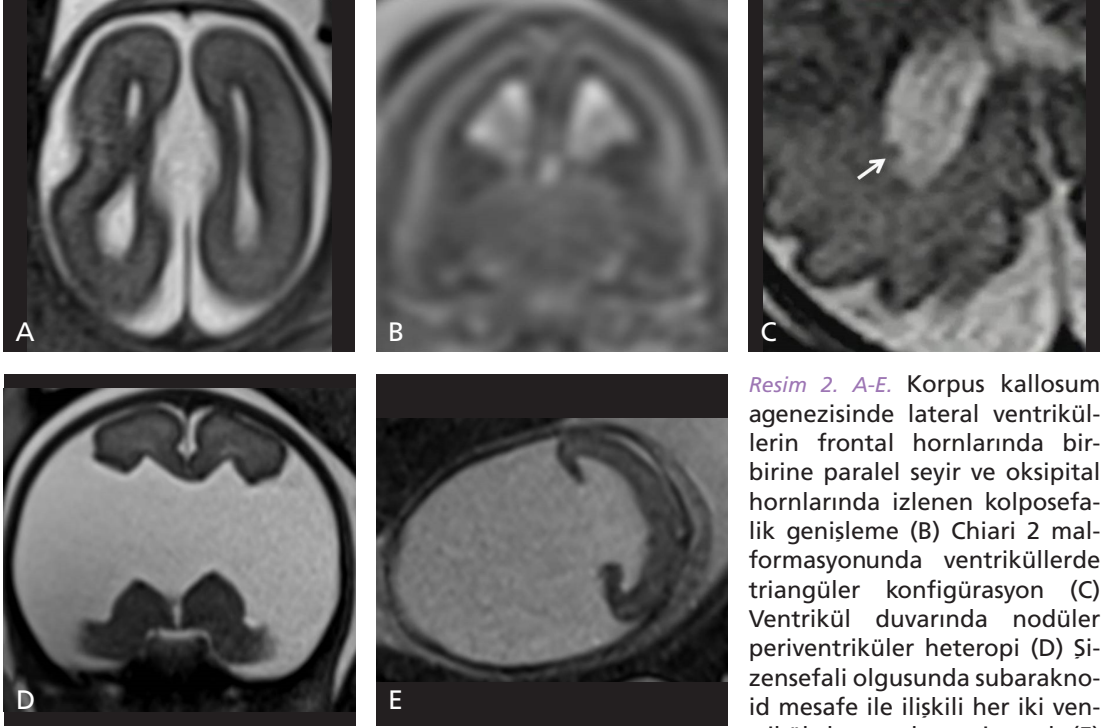
Ventrikülomegali

Ventrikülomegali fetal dönemde izlenen en sık SSS anomalisi olup, bu grup anomaliler içinde en yaygın MRG endikasyonudur [12, 13]. Gebeliğin herhangi bir döneminde, nedenine bakılmaksızın, ventriküler atrium düzeyinde ölçülen genişliğin >10mm olması ventrikülomegali olarak tanımlanır [12, 13].

İzole olabileceği gibi diğer SSS anomalileri ile de birliktelik gösterebilir. Ventrikülomegaliye eşlik eden SSS anomalisi çalışmalarda kötü prognozla ilişkilendirilmiştir [14, 15]. Ultrasonografide gözden kaçabilecek gelişimsel anomaliler (korpus kallozum disgenезisi, kortikal malformasyonlar, serebellar displazi, Walker-Warburg sendromu), destrüktif (periventriküler lökomalazi, porenselali, subependimal hemoraji) ve obstüktif patolojiler (Chiari-2 malformasyonu, aquadukt stenozu) ventrikülomegaliye eşlik edebilecek veya neden olabilecek başlıca durumlar olup, MRG bu anomalilerin tanımlanmasında büyük öneme sahiptir [16]. Ventrikülün genişlemesinin yanısıra şekli ve duvar yapısı da önemlidir; korpus kallozum agenezisinde lateral ventrikülün oksipital hornunda izole kolposefali genişleme, Chiari malformasyonunda üçgensel-triangular konfigürasyon, subependimal heterotopide ventrikül duvarında nodüler irregülerite izlenir (Resim 2).

Korpus Kallozum Anomalileri

Her iki serebral hemisferi birbirine bağlayan en büyük komissürel fiber olan korpus kallozum gelişimine yaklaşık 8. haftada başlar ve bu gelişim 20. haftaya kadar devam eder [8]. Mantıklı olanı korpus kallozumu sagittal planda hipointens olarak izlemektir. Ancak sözkonusu fetüs olunca bu her zaman mümkün olmamaktadır. Bu nedenle mutlaka aksiyel ve koronal planda değerlendirme yapılmalıdır. Farklı anatomik planlarda incelemeye olanak sağlayan MRG korpus kallozum anomalilerini hipoplazi, parsiyel veya total agenezi şeklinde değerlendirmemize olanak sağlar. Korpus kallozum agenezisinde: septum pellucidum izlenmez. Ventrikül posterior hornunda kolposefali görünüm izlenirken anterior hornunda ventriküller birbirine paralel seyir gösterir, 3. ventrikül yüksek yerleşimli ve genişlemiş olarak izlenir, singulate girusun yokluğuna bağlı giruslar orta hatta doğru radial ışınal seyir gösterirler. İnterhemisferik mesafe artar ve interhemisferik kist sık izlenir [17]. Eşlik eden malformasyonların varlığı kötü prognozda önemli olduğu



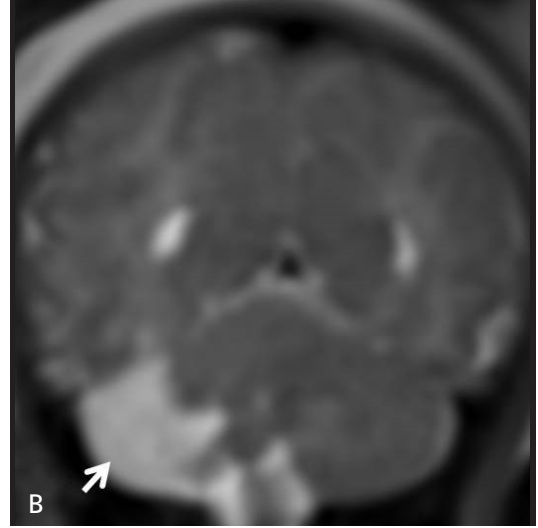
Resim 2. A-E. Korpus kallosum agenezisinde lateral ventriküllerin frontal hornlarında birbirine paralel seyir ve oksipital hornlarında izlenen kolposefali genişleme (B) Chiari 2 malformasyonunda ventriküllerde triangüler konfigürasyon (C) Ventrikül duvarında nodüler periventriküler heteropi (D) Şizensefali olgusunda subaraknoid mesafe ile ilişkili her iki ventrikül duvarında geniş yarık (E) Alobar holoprozensefalide izlenen monoventrikül görünümü

için bu açıdan inceleme önemlidir [17, 18]. Biz radyologların görevi korpus kallozum anomalisi kuşkusu belirtilen olguda yalnızca korpus kallozum anomalisini ve sekonder bulgularını tariflemek değil, olası eşlik edebilecek SSS anomalilerini de aramak olmalıdır. Başta sul-kasyon anomalileri olmak üzere, posterior fossa anomalileri, ventrikül morfolojisinde bozukluk oluşturan periventriküler heterotopi gibi korpus kallozum anomalisine eşlik eden SSS anomalilerinin tanınmasında MRG'nin US'ye üstünlüğü çalışmalarda bildirilmiştir [17, 18].

Posterior Fossa Anomalileri

Fetal MRG ile değerlendirilen başlıca posterior fossa anomalileri Dandy-Walker malformasyonu (DWM), mega sisterna magna, araknoid kist, Blake kesesi kisti, serebellar displazi-hipoplazi, serebellar hemoraji, Walker-Warburg sendromu ve Chiari 2 malformasyonudur [19]. DWM en sık görülen posterior fossa malformasyonu olup serebellar vermis hipoplazisi (veya nadiren agenezisi), tegmento-vermian

açının artışıyla beraber vermisin yukarı rotasyonu ve tüm posterior fossayı dolduran 4. ventrikülün kistik dilatasyonu ile karakterizedir. Posterior fossadaki bu büyümeyle beraber tentoryum, torkula ve transvers sinüsler yukarı doğru yer değiştirir [20]. DWM kriterlerini tam anlamıyla karşılamayan durumlarda geçmişte “Dandy-Walker variant”, “Dandy-Walker kompleksi” ya da “Dandy-Walker spektrumu” gibi terimler kullanılmıştır. Bu durum kafa karışıklığı ve tanısal güçlükler sebepten oluyordu. Artık bu terimler yerine anatomik özelliklerin tariflendiği terminoloji (ör: inferior vermis veya global vermis hipoplazisi) tercih edilmektedir [21]. US ile Dandy-Walker malformasyonu tanınabilir ancak inferior vermis hipoplazisinin mega sisterna magna veya araknoid kistten ayrımı her zaman mümkün olmayabilir. Ayrıca Dandy-Walker malformasyonu eşlik eden supratentorial anomalilerin oldukça sık olması sebebiyle ayrıntılı değerlendirilmesi gereken bir patolojidir. En sık eşlik eden anomaliler ise korpus kallozum agenezisi, polimikrogri, nöro-nal heterotopi ve oksipital ensefaloseldir [21].



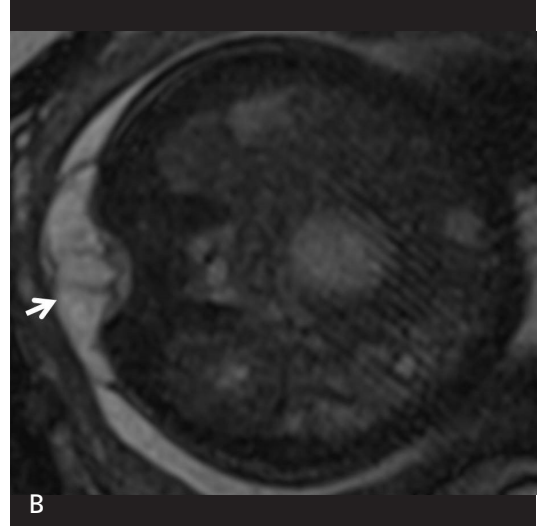
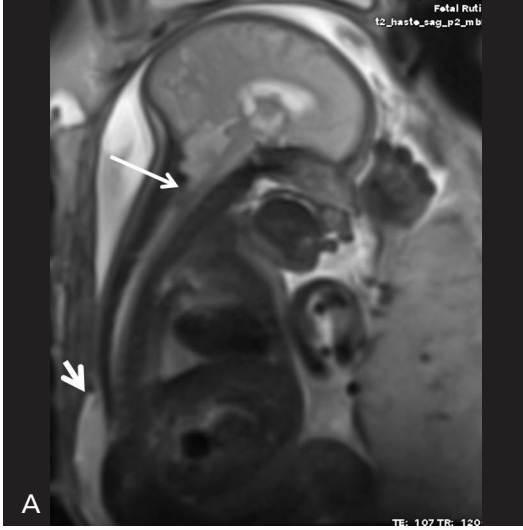
Resim 3. A-C. Prenatal aksiyel (A) ve koronal (B) T2-A görüntülerde izlenen posterior fossa sağ yarısında serebelluma baskı oluşturan araknoid kist (ok) (C) aynı hastanın postnatal bilgisayarlı tomografi görüntüsü

Mega sisterna magna aksiyel planda vermisten oksipital kemiğin internal tabulasına dek yapılan ölçümün 10 mm'den büyük olmasıdır. Vermis çapı ve 4. ventrikül genişliği normaldir, posterior fossa yapılarına baskı oluşturmaz, hidrosefaliye sebep olmaz. Mega sisterna magnanın araknoid kistten ayrımında araknoid kistin vermis veya serebellar hemisferlerde itilmeye sebep olması önemlidir (Resim 3). Blake kesesi kisti ise 4. ventrikülün subaraknoid boşlukla ilişkisini sağlayan transient yapının fenestre olmaması sonucu gelişir. Genişlemiş 4. ventrikülün uzantısı şeklinde infraserebellar veya infra-retroserebellar alana doğru büyüme gösteren kist, sıklıkla tetraventriküler hidrosefali, normal şekil ve çapta izlenen vermis ve medi-

al serebellar hemisferlerde hafif kompresyon, Blake kesesi kistinin tipik bulgularıdır [22].

SPİNAL

Spinal malformasyonlarda fetal MRG'nin temel kullanımı, prenatal US değerlendirmede izlenen spinal anomalinin daha iyi tanımlanabilmesine yönelik tamamlayıcı bir tetkiktir. Burada MRG'nin multiplanar görüntüleme kabiliyeti spinal anomalilerin doğru tanımlanmasına olanak sağlar. Spinal gelişimin normal sürecinin iyi bilinmesi doğru tanımda önemli basamaklardan birisidir. Unutulmaması gereken bir nokta spinal değerlendirmenin çoğunlukla tek başına yapılan bir inceleme değil, sıklıkla



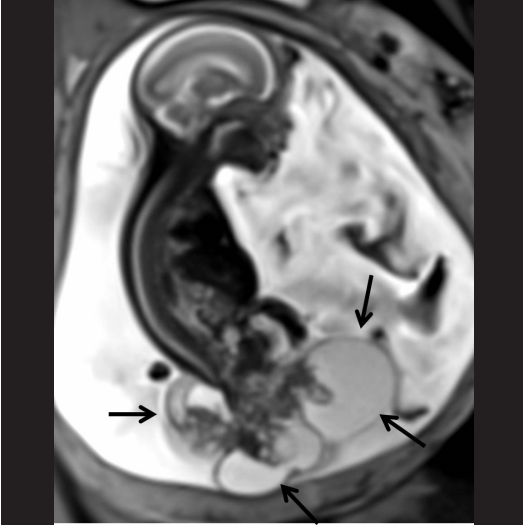
Resim 4. A, B. A (T2-A) HASTE sagittal ve (B) aksiyel kesitte serebellar tonsillerin foramen magnuma doğru herniasyonu (ince ok) ve subaraknoid boşluğun ekspansiyonu ile birlikte posterior spinal defektten cilt dışına doğru protrüde olan nöral plakod (kısık ok) izleniyor.

kranial değerlendirmenin bir parçası, bazen de ürogenital ve gastrointestinal patolojilerle ilişkisi nedeniyle abdominal incelemenin bir parçası olarak yapılan bir inceleme olduğudur.

Spinal disrafizmleri değerlendirirken en temel nokta malformasyonun, hemen her zaman Chiari 2 malformasyonu ile beraber izlenen açık tip spinal disrafizm mi yoksa kapalı tip spinal disrafizmin mi olduğunun tespiti. Açık tip spinal disrafizmlerin büyük bir kısmını oluşturan myelomeningosel en sık görülen fetal spinal anomali olup gelişimini tamamlayamamış spinal kordun, yani nöral plakodun, subaraknoid boşluğun ekspansiyonu ile birlikte vertebra korpuslarının posteriorundaki defektten cilt dışına doğru uzanımı ile karakterizedir [23] (Resim 4). Myelomeningosel ve normalden küçük posterior fossa ile serebellar tonsillerin foramen magnumdan herniasyonu olarak bilinen Chiari 2 malformasyonu kombine patolojiler olarak izlenir. US uygun koşullar sağlandığında genellikle myelomeningosel ve Chiari 2 malformasyonu tanısında yeterlidir ancak US'nin optimal değerlendirilemediği durumlarda ve eşlik eden anomalilerin tanınmasında MRG kullanılır. Ayrıca intrauterin cerrahi myelomeningosel onarımında günümüzde gerekli altyapının oluşturulduğu merkezlerde gittikçe artan sıklıkta kullanı-

lan seçeneklerdendir. Myelomeningosellerin intrauterin cerrahi onarımının prognoza etkisini değerlendirmede çok merkezli National Institutes of Health çalışmasına göre prenatal cerrahi uygulanan hasta grubunda postnatal cerrahi uygulanan gruba göre doğum sonrası dönemde şant ihtiyacında belirgin azalma ve prognozda belirgin iyileşme sağladığı gözlenmiştir [24]. Bu durum göz önünde bulundurulduğunda önümüzdeki yıllarda fetal MRG myelomeningoselli fetüslerde vazgeçilmez hale gelecektir.

Sakrokoksigeal teratom Hensen nodu veya kaudal hücre kümelerinden orijin alan totipent hücrelerden gelişen tümördür. Prenatal tanı alan sakrokoksigeal teratomlarda ölüm nedeni genellikle zor doğum ve polihidramniyozdur [25]. MRG'de sakrokoksigeal bölgede solid, kistik veya mikst paternde kitle lezyonu olarak izlenir (Resim 5). Kanama alanları içerebilir, komşu organlara bası veya invazyon oluşturabilir [25]. Kötü prognoz tümörün solid komponenti ve artmış vaskülaritesi ile ilişkilidir. Sakrokoksigeal teratomlarda uygulanan intrauterin cerrahi ile mortalite ve morbiditenin önüne geçilmeye çalışılmaktadır. Tümörün intrapelvik ve intraspinal uzanımını daha doğru tespit edebilen MRG, teratomun doğru tiplenirilmesi de yardımcı olacaktır.



Resim 5. Sakrokoksigeal teratom olgusunda ağırlıklı olarak kistik yapıda izlenen heterojen kitle izleniyor. Kitlenin hem eksternal komponenti hem de mesane posterioruna uzanan intrapelvik komponenti mevcut.

BAŞ-BOYUN

Fetal baş-boyun görüntülemesinde günlük pratikte en sık karşımıza çıkan patolojiler; lenfatik malformasyon, teratom, hemanjiom, fasiyal kleft ve guatrdır [26]. Bunlardan başka kalvaryumun anormal şekli, skalp, çene ve orbital anomalilerle karşılaşırız. US ile yüz yapıları ayrıntılı olarak değerlendirilebilir, ancak kompleks kraniyofasiyal anomalilerde MRG daha yararlı olacaktır. Ayrıca MRG ile orofarinks ve hipofarinks de değerlendirilerek, hava yolu obstrüksiyonuna sebep olan patolojileri saptayabiliriz. Fetal yüz malformasyonlarını tanımak altta yatan olası kromozomal anomalileri saptamak için yol göstericidir [3, 26]. Yarık dudak ve damak en sık izlenen yüz anomalileridir. MRG'de amniyotik sıvı kleftin içini doldurarak T2-A sekanslarda iyi bir kontrast yaratır. Diğer yüz anomalileri mikrognati, hipo-hipertelorizm, mikoftalmi-anoftalmi ve proptozistir. Hipotelorizm ve hipertelorizm değerlendirmesinde aksiyel planda yapılan interoküler (her iki bulbus okulinin iç kenarları arasındaki mesafe) ve binoküler (her iki bulbus okulinin dış kenarları arasındaki mesafe) ölçümler kullanılır. Pratik değerlendirmede in-

teroküler mesafenin bir bulbus okuli genişliği kadar olması gerektiği kabul edilir [26].

En sık görülen boyun kitleleri anterior yerleşimde teratom ve guatr, posterolateral yerleşimde lenfatik malformasyondur (eski terminolojide “kistik higroma”) [3]. Teratomlar genellikle orta hatta yerleşim gösterir ve kompleks yapısına bağlı olarak heterojen özellikte kistik-solid alanlar barındırır. Kalsifikasyon teratom tanısında oldukça önemli olup, MRG'de duyarlılık ağırlıklı sekanslar (Difüzyon incelemenin b0 serileri de bu amaç için kullanılabilir) kullanılarak kolaylıkla saptanabilir [26]. Guatr bazen büyük boyutlara ulaşarak US'de tanıda zorluğa sebep olabilir. MRG ile tiroid bezinin T1-A'da hiperintens, T2A'da izointens olan karakteristik sinyali saptanarak guatrın diğer kitlelerden ayırımı sağlanabilir. Lenfatik malformasyon ise iç yapısında ince septalar içeren kistik yapıda bir görünüm verir. Nadir olarak kist içine kanayabilir ve sıvı-sıvı seviyelenmeleri oluşabilir [26]. Lenfatik malformasyona sıklıkla Down sendromu, trizomi 18, Turner sendromu ve fetal hidrops eşlik eder [27].

TORAKS

Fetal trakea, bronşiyal ağaç ve akciğerler sıvı ile dolu olduğundan MRG'de T2-A'da yüksek sinyalli olarak izlenir. İlerleyen gestasyonel hafta ile fetal akciğer volümü ve T2-A sinyali de artış gösterir. Pulmoner hipoplazi ise sinyal intensite ve volümdeki azalma ile karakterizedir. En sık görülen konjenital torasik anomaliler diyafram hernisi, konjenital pulmoner havayolu malformasyonu (KPHM), bronkopulmoner sekestrasyon (BPS) ve bronkojenik kistlerdir [28].

Diyafram hernisi sıklıkla sol hemidiyafram posteriorundaki diyaframın formasyon yetersizliğine bağlı olarak görülür, % 85 soldadır [27]. Pulmoner hipoplazinin derecesi ve karaciğer herniasyonu prognozu belirleyen önemli faktörlerdir. US ile supradiyafragmatik karaciğerin eko yapısını akciğer ekosundan ayırmak güçtür. Aksine MRG'de karaciğerin T1-A'da hiperintens, T2-A'da hipointens yapısı lokalizasyon hakkında direkt bilgi verir.

Diyaframdaki defekt sıklıkla solda olduğundan intestinal ansların ve omental yağ dokusunun toraksa herniasyonu sık gözlenen bulgudur. Diyafram hernisinde, herniye olan mekonyum ve yağın T1-A'daki hiperintens sinyali MRG'de tanısal kolaylık sağlar (Resim 6).

KPHM akciğerde normal trakeobronşiyal ağaçla ilişkili anormal proliferasyon gösteren bronşiyollerle birlikte olan multikistik-solid kitle ile karakterizedir [28]. Tip I ve tip II KPHM MRG'de akciğer parankimine göre hiperintens izlenirken, nadir görülen tip III KPHM solid yapıda homojen ılımlı hiperintens sinyalde izlenir. Lezyonların %50'den fazlası kendiliğinden geriler [29]. Lezyonun boyutu, mediastinal şift miktarı, polihidramniyoz miktarı ve/veya eşlik eden hidrops olup olmaması prognozu belirleyen faktörlerdir [28].

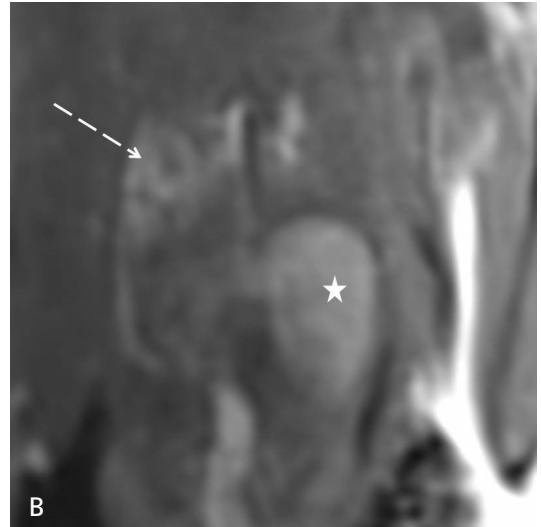
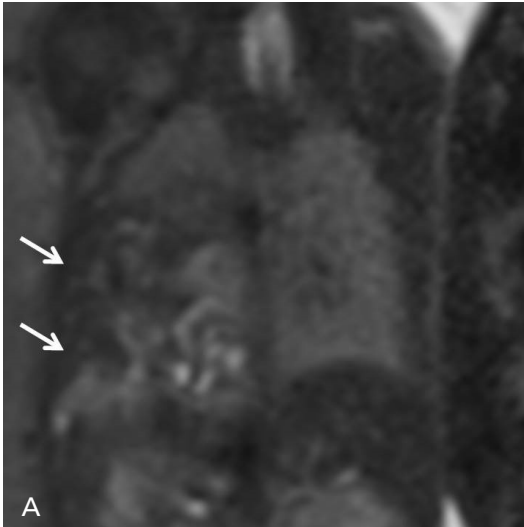
BPS ise trakeobronşiyal ağaç ve pulmoner arterle ilişkisiz nonfonksiyone akciğer dokusundan oluşan bir kitledir. Vasküler beslenmesi sıklıkla torasik ve abdominal aortadan sağlanır. En sık lokalizasyonu sol akciğer alt lobtur. Ekstralober ve intralober olarak iki gruba ayrılır ancak prenatal saptanan BPS sıklıkla ekstraloberdir. Ekstralober tipte venöz drenaj azygos veya vena kava inferiora olur. MRG'de paras-

pinal alanda T2-A'da hiperintens solid lezyon olarak bulgu verir. Tip III KPHM'dan ayrımı aortadan çıkan besleyici dalın gösterilmesi ile gerçekleşir. Ayrıca ekstralober BPS diyafram hernisi, pulmoner hipoplazi ve kardiyovasküler anomalilere eşlik edebilmesi bakımından da önemlidir [28].

Bronkojenik kist fetal toraksta izlenen en sık soliter kistik lezyon olup sıklıkla mediastende; trakea komşuluğunda (sıklıkla trakeal bifurkasyon) yerleşim gösterir. İntrapulmoner ve plevral yerleşim nadirdir. MRG ile kist lokalizasyonu doğru tanımlanarak posterior mediasten yerleşimli nöroenterik kistler ve duplikasyon kistlerinden ayrımı sağlanabilir. Kistin mukoid ve hemorajik içerğine bağlı olarak T1-A'da hiperintens izlenebilir [28].

ABDOMEN

Lüminal organlar sıvı içeriklerine bağlı olarak T2-A kesitlerde hiperintens olarak izlenir. Mekonyum 13. haftadan itibaren üretilmeye başlar ve ince barsaklardan kolona doğru yavaş yavaş ilerler. Anal kanalın 20. haftadaki fonksiyonel obstrüksiyonuna bağlı olarak mekonyum barsaklarda birikir ve proksimal barsak anslarında



Resim 6. A, B. T2-A koronal kesitte solda (karaciğer sağda yerleşim göstermektedir) intratorakal uzanımı bulunan barsak anslarına ait sıvı içeriğine bağlı (oklar) yüksek sinyalli alanların izlendiği diyafram hernisi (B) T1-A koronal kesitte sol diyafram hernisinde barsak anslarındaki mekonyumun intratorasik yerleşimi (kesikli ok). Ayrıca karaciğerin T1-A'da izlenen yüksek sinyalli yapısı dikkat çekiyor (yıldız).

amniyotik sıvıya bağlı T2-A'da yüksek sinyal, orta ve distal barsak anslarında ise mekonyuma bağlı T1-A'da yüksek sinyal izlenir [30]. Eğer barsak anslarında mekonyum görülüyorsa intestinal atreziden kuşulanılmalıdır.

Erken fetal dönemde eritropoezin karaciğerde gerçekleşmesine bağlı olarak karaciğer T1-A'da yüksek sinyalde, T2-A'da düşük sinyalde izlenir [3]. Fetal karaciğer tümörleri nadir olup hemanjioendotelyoma, hepatoblastoma ve hamartomları içerir. Safra kesesi 18. haftadan itibaren kistik bir yapı şeklinde izlenir. Ancak safra kanallarının normalde görülmesi beklenmez.

Genitoüriner sistem anomalilerinde sıklıkla ortaya çıkan oligohidramniyoz US'de tanınal kısıtlılığa neden olur. MRG oligohidramniyozdan daha az etkilenir. Böbrek medullası normalde T2-A'da paravertebral kaslara göre hiperintens izlenir, korteks ise medullaya göre hipointenstir. Terme doğru renal korteks/medulla sinyal oranında progresif artış olur [31]. Dilate olmayan üreterler izlenemezler. Mesane sıvı içeriği nedeniyle kolayca tanınabilir. 30. haftadan sonra dolu mesane fetüsün göreceli olarak küçük pelvisine sığamayıp abdomene doğru yer değiştirebilir, batın içi kistik kitlelerle karıştırılmamalıdır. Fetal MRG'de en sık karşılaşılan genitoüriner anomaliler: pelvis ve kalikslerde dilatasyon, üreteropelvik bileşke obstrüksiyonu, posterior üretralvalv ve çift toplayıcı sistemdir. Kloaka ekstrofisi, mesane ekstrofisi ve kloakal disgenezilere de nadiren rastlanabilir. MRG'de kistik böbrek lezyonlarının dilate toplayıcı kanallardan ayrımı yapılabilir, solid lezyonlar tanınabilir. Kalın duvarlı ve dilate mesane alt üriner trakt obstrüksiyonunu veya nörojenik-myopatik sonuçları olan kompleks genitoüriner anomalileri düşündürür [32]. Alt üriner obstrüksiyon ileri dönemde renal tübüllerin dilatasyonu böbrekte T2-A'da yüksek sinyalde izlenen displastik değişiklikler ile sonuçlanır. Kompleks genitoüriner anormallikleri olan bir fetüste cinsiyet tayini, ayırıcı tanı koymada yararlı olabilir. Örneğin; posterior üretral valv erkek fetüste izlenirken megasistis mikrokolon intestinal hipoperistaltizm sendromu ve kloakal malformasyonlar dişi fetüslerde görülür.

SONUÇ

Fetal MRG doğru endikasyon konularak uygun teknik ve zamanda yapıldığında US'nin en büyük yardımcısı, çoğu zaman da problem çözücü yöntemdir. Multidisipliner çalışmanın ve sistematik bir değerlendirmenin önemli olduğu bu alanda teknik gelişmeler sonucu sadece tanı aşamasında değil, gebeliğin yönetiminde, prenatal tedavi seçeneklerinin planlamasında fetal MRG giderek önem kazanmaktadır.

Kaynaklar

- [1]. Smith FW, Adam AH, Phillips WD. MR imaging in pregnancy. Lancet 1983; 1: 61-2. [\[CrossRef\]](#)
- [2]. Glenn OA. MR imaging of the fetal brain. Pediatric Radiology. 2010; 40: 68-81. [\[CrossRef\]](#)
- [3]. Saleem SN. Fetal MRI: An approach to practice: A review. Journal of Advanced Research. 2014; 5: 507-23. [\[CrossRef\]](#)
- [4]. Masselli G, MRI of Fetal and Maternal Diseases in Pregnancy Switzerland: Springer; 2016 [\[CrossRef\]](#)
- [5]. ACR-SPR Practice Parameter for the Safe and Optimal Performance of Fetal Magnetic Resonance Imaging (MRI). Available from URL: <https://www.acr.org/~media/CB384A65345F402083639E-6756CE513F.pdf>
- [6]. Welsh RC, Nemec U, Thomason ME. Fetal magnetic resonance imaging at 3.0 T. Top Magn Reson Imaging 2011; 22: 119-31. [\[CrossRef\]](#)
- [7]. Victoria T, Jaramillo D, Roberts TP, Zarnow D, Johnson AM, Delgado J, et al. Fetal magnetic resonance imaging: jumping from 1.5 to 3 tesla (preliminary experience). Pediatr Radiol 2014; 44: 376-86. [\[CrossRef\]](#)
- [8]. Glenn OA, Barkovich AJ. Magnetic resonance imaging of the fetal brain and spine: an increasingly important tool in prenatal diagnosis, Part 1. AJNR Am J Neuroradiol 2006; 27: 1604-11.
- [9]. Garel C, Chantrel E, Elmaleh M, Brisse H, Sebag G. Fetal MRI: normal gestational landmarks for cerebral biometry, gyration and myelination. Childs Nerv Syst 2003; 19: 422-5. [\[CrossRef\]](#)
- [10]. Garel C, Chantrel E, Brisse H, Elmaleh M, Luton D, Oury JF, et al. Fetal cerebral cortex: normal gestational landmarks identified using prenatal MR imaging. AJNR Am J Neuroradiol 2001; 22: 184-9.
- [11]. Garel C. Fetal cerebral biometry: normal parenchymal findings and ventricular size. Eur Radiol 2005; 15: 809-13 [\[CrossRef\]](#)
- [12]. Launay S, Robert Y, Valat AS. Cerebral fetal MRI and ventriculomegaly. J Radiol 2002; 83: 723-30.

- [13]. Cardoen L, De Catte L, Demaerel P, Devlieger R, Lewi L, Deprest J, et al. The role of magnetic resonance imaging in the diagnostic work-up of fetal ventriculomegaly. *Facts Views Vis Obgyn* 2011; 3: 159-63.
- [14]. Valat AS, Dehouck MB, Dufour P, Dubos JP, Djebbara AE, Dewismes L, et al. Fetal cerebral ventriculomegaly. Etiology and outcome, report of 141 cases. *J Gynecol Obstet Biol Reprod (Paris)* 1998; 27: 782-9.
- [15]. Durfee SM, Kim FM, Benson CB. Postnatal outcome of fetuses with the prenatal diagnosis of asymmetric hydrocephalus. *J Ultrasound Med* 2001; 20: 263-8. [\[CrossRef\]](#)
- [16]. Benacerraf BR, Shipp TD, Bromley B, Levine D. What does magnetic resonance imaging add to the prenatal sonographic diagnosis of ventriculomegaly? *J Ultrasound Med* 2007; 11: 1513-22. [\[CrossRef\]](#)
- [17]. Tang PH, Barth A, Norton ME, Barkovich AJ, Sherr EH, Glenn OA. Agenesis of the corpus callosum: an MR imaging analysis of associated abnormalities in the fetus. *AJNR Am J Neuroradiol* 2009; 30: 257-63. [\[CrossRef\]](#)
- [18]. Glenn OA, Goldstein RB, Li KC, Young SJ, Norton ME, Busse RF, et al. Fetal magnetic resonance imaging in the evaluation of fetuses referred for sonographically suspected abnormalities of the corpus callosum. *J Ultrasound Med* 2005; 24: 791-804 [\[CrossRef\]](#)
- [19]. Glenn OA, Barkovich AJ. Magnetic resonance imaging of the fetal brain and spine: an increasingly important tool in prenatal diagnosis, Part 2. *AJNR Am J Neuroradiol* 2006; 27: 1807-14.
- [20]. Cotes C, Bonfante E, Lazor J, Jadhav S, Caldas M, Swischuk L, et al. Congenital basis of posterior fossa anomalies. *Neuroradiol J* 2015; 28: 238-53. [\[CrossRef\]](#)
- [21]. Bosemani T, Orman G, Boltshauser E, Tekes A, Huisman TA, Poretti A. Congenital abnormalities of the posterior fossa. *Radiographics* 2015; 35: 200-20. [\[CrossRef\]](#)
- [22]. Azab WA, Shohoud SA, Elmansoury TM, Salaheddin W, Nasim k, Parwez A. Blake's pouch cyst *Surg Neurol Int* 2014; 5: 112. [\[CrossRef\]](#)
- [23]. Huisman TAGMa, Graham EM, Tekes, Poretti A. MRI of fetal spinal malformations. *J Pediatr Neuro-radiol* 2012; 1: 211-23.
- [24]. Adzick NS, Thom EA, Spong CY, Brock JW 3rd, Burrows PK, Johnson MP, et al. A randomized trial of prenatal versus postnatal repair of myelomeningocele. *N Engl J Med* 2011; 364: 993-1004. [\[CrossRef\]](#)
- [25]. Danzer E, Hubbard AM, Hedrick HL, Johnson MP, Wilson RD, Howell LJ, et al. Diagnosis and characterization of fetal sacrococcygeal teratoma with prenatal MRI. *AJR Am J Roentgenol* 2006; 187: W350-6. [\[CrossRef\]](#)
- [26]. Mirsky DM, Shekdar KV, Bilaniuk LT. Fetal MRI: head and neck. *Magn Reson Imaging Clin N Am* 2012; 20: 605-18. [\[CrossRef\]](#)
- [27]. von Kaisenberg CS, Nicolaides KH, Brand-Saberi B. Lymphatic vessel hypoplasia in fetuses with Turner syndrome. *Hum Reprod* 1999; 14: 823-6. [\[CrossRef\]](#)
- [28]. Recio Rodríguez M, Martínez de Vega V, Cano Alonso R, Carrascoso Arranz J, Martínez Ten P, Pérez Pedregosa J. MR imaging of thoracic abnormalities in the fetus. *Radiographics* 2012; 32: E305-21. [\[CrossRef\]](#)
- [29]. Cavoretto P, Molina F, Poggi S, Davenport M, Nicolaides KH. Prenatal diagnosis and outcome of echogenic fetal lung lesions. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2008; 32: 769-83. [\[CrossRef\]](#)
- [30]. Farhataziz N, Engels J, Ramus R, Zaretsky M, Twickler D. Fetal MRI of urine and meconium by gestational age for the diagnosis of genitourinary and gastrointestinal abnormalities. *AJR Am J Roentgenol* 2005; 184: 1891-7. [\[CrossRef\]](#)
- [31]. Caire JT, Ramus RM, Magee KP, Fullington BK, Ewalt DH, Twickler DM. MRI of fetal genitourinary anomalies. *AJR Am J Roentgenol* 2003; 181: 1381-5. [\[CrossRef\]](#)
- [32]. Chauvin NA, Epelman M, Victoria T, Johnson AM. Complex genitourinary abnormalities on fetal MRI: imaging findings and approach to diagnosis. *AJR Am J Roentgenol* 2012; 199: W222-31. [\[CrossRef\]](#)

Fetal Manyetik Rezonans Görüntüleme

Özgür Öztekin, Fatma Ceren Sarıoğlu

Sayfa 349

Erken 2. trimesterde beyin içerden dışarıya doğru sırasıyla ventriküler zon/germinal matriks, intermediate zon ve kortikal plate olmak üzere 3 tabakalı yapıdan oluşmaktadır. 20-28. haftalar arasında ise 5 tabakalı yapı izlenir. En içte ventriküler zon/germinal matriks (T2-A düşük sinyalli) izlenir. Dışa doğru sırasıyla periventriküler zon (T2-A yüksek sinyalli), intermediate zon (T2-A düşük sinyalli), subplate (T2-A yüksek sinyalli) ve en dışta da kortikal zon (T2-A düşük sinyalli) izlenir. Bu multitabakalı yapıya germinal matriksten kortekse doğru göçeden hücreler neden olur. 29. haftadan sonraki değerlendirmede multitabakalı yapının devamı migrasyonel anomaliler açısından uyarıcı olmalıdır.

Sayfa 350

Yaklaşık 20. gebelik haftasında başlayan miyelinizasyon ilk beyin sapı posteriorunda izlenir. 27. haftaya gelindiğinde vermis ve orta serebellar pedikülde bir miktar miyelin izlenmeye başlar. İn-ternal kapsül posterior bacağında 30. haftada izlenmeye başlayan miyelinizasyon 35-36. haftalara gelindiğinde progresif olarak globus palliduslara uzanır ve gebeliğin sonuna gelindiğinde korana radiataya ulaşır.

Sayfa 352

DWM en sık görülen posterior fossa malformasyonu olup serebellar vermis hipoplazisi (veya nadiren agenezisi), tegmento-vermian açının artışıyla beraber vermisin yukarı rotasyonu ve tüm posterior fossayı dolduran 4. ventrikülün kistik dilatasyonu ile karakterizedir. Posterior fossadaki bu büyümeyle beraber tentorium, torkula ve transvers sinüsler yukarı doğru yer değiştirir. DWM kriterlerini tam anlamıyla karşılamayan durumlarda geçmişte "Dandy-Walker variant", "Dandy-Walker kompleksi" ya da "Dandy-Walker spektrumu" gibi terimler kullanılmıştır. Bu durum kafa karışıklığı ve tanısal güçlükler sebepten oluyordu. Artık bu terimler yerine anatomik özelliklerin tariflendiği terminoloji (ör: inferior vermis veya global vermis hipoplazisi) tercih edilmektedir. US ile Dandy-Walker malformasyonu tanınabilir ancak inferior vermis hipoplazisinin mega sisterna magna veya araknoid kistten ayrımı her zaman mümkün olmayabilir. Ayrıca Dandy-Walker malformasyonu eşlik eden supratentorial anomalilerin oldukça sık olması sebebiyle ayrıntılı değerlendirilmesi gereken bir patolojidir. En sık eşlik eden anomaliler ise korpus kallozum agenezisi, polimikrogri, nöronal heterotopi ve oksipital ensefaloseldir.

Sayfa 355

Diyafram hernisi sıklıkla sol hemidiyafram posteriorundaki diyaframın formasyon yetersizliğine bağlı olarak görülür, %85 soldadır. Pulmoner hipoplazinin derecesi ve karaciğer herniasyonu prognozu belirleyen en önemli faktörlerdir. US ile supradiyafragmatik karaciğerin eko yapısını akciğer ekosundan ayırmak güçtür. Aksine MRG'de karaciğerin T1-A'da hiperintens, T2-A'da hipointens yapısı lokalizasyon hakkında direkt bilgi verir. Diyaframdaki defekt sıklıkla solda olduğundan intestinal ansların ve omental yağ dokusunun toraksa herniasyonu sık gözlenen bulgudur. Diyafram hernisinde, herniye olan mekonyum ve yağın T1-A'daki hiperintens sinyali MRG'de tanısal kolaylık sağlar.

Sayfa 356

Lüminal organlar sıvı içeriklerine bağlı olarak T2-A kesitlerde hiperintens olarak izlenir. Mekonyum 13. haftadan itibaren üretilmeye başlar ve ince barsaklardan kolona doğru yavaş yavaş ilerler. Anal kanalın 20. haftadaki fonksiyonel obstrüksiyonuna bağlı olarak mekonyum barsaklarda birikir ve proksimal barsak anslarında amniyotik sıvıya bağlı T2-A'da yüksek sinyal, orta ve distal barsak anslarında ise mekonyuma bağlı T1-A'da yüksek sinyal izlenir. Eğer barsak anslarında mekonyum görülmüyorsa intestinal atreziden kuşku kullanılmalıdır.

Fetal Manyetik Rezonans Görüntüleme

Özgür Öztekin, Fatma Ceren Sarıoğlu

- Aşağıdakilerden hangisi 20-28. haftalar arasında izlenen beyindeki multitablekalı yapının içerden dışarıya doğru sıralamasını göstermektedir?
 - Ventriküler zon-intermediate zon-periventriküler zon-subplate-kortikal zon
 - Ventriküler zon-periventriküler zon-subplate-intermediate zon-kortikal zon
 - Ventriküler zon-subplate-periventriküler zon-intermediate zon-kortikal zon
 - Ventriküler zon-periventriküler zon- intermediate zon-subplate-kortikal zon
 - Ventriküler zon-periventriküler zon- intermediate zon-kortikal zon-subplate
- Fetal sulkasyonda gerçek anlamda gelişen ilk sulkus hangisidir ve kaçınıcı haftada gelişir?
 - Santral sulkus-25. hafta
 - Parietooksipitalsulkus- 25. hafta
 - Santral sulkus-20. hafta
 - Singulat sulkus-25. hafta
 - Kalkarin fissür-24. Hafta
- Prenatal tanı alan diyafram hernisi en sık hangi lokalizasyonda olur?
 - Sol medial
 - Sol posterior
 - Sağ posterior
 - Sağ lateral
 - Sol anterior
- BPS en sık olarak aşağıdakilerden hangisiyle karışır?
 - Tip I KPHM
 - Tip II KPHM
 - Tip III KPHM
 - Diyafram hernisi
 - Bronkojenik kist
- Fetal MRG çekimi ile ilgili aşağıda verilen bilgilerden hangisi yanlıştır ?
 - Fetal MRG çekimi fetüsün hareketli ve küçük yapısı nedeniyle genellikle 18. gebelik haftasından sonra yapılır.
 - 3.0 T MRG, SAR (specific absorbtion rate) değerlerinin kabul edilebilir seviyelerde olmaması nedeniyle henüz FDA onayı alamamıştır.
 - Çekim öncesi fetal hareketleri azaltmak amacıyla anneye işlemiden en az 4 saat öncesi başlayan açlık tavsiye edilir.
 - Fetal MRG çekiminde kullanılan kılavuz görüntülerde anne anatomik planları esas alınır.
 - Fetal MRG çekiminde sedasyon ve kontrast madde kullanılmaz.