

ISUOG Uygulama Rehberi: Fetusun magnetik rezonans görüntüleme ile incelenmesi

Çeviri: Dr Selim BÜYÜKKURT, Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi. Adana / Türkiye

Makalenin orijinal adı ve künyesi: ISUOG Practice Guidelines: performance of fetal magnetic resonance imaging. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2017; 49: 671–680. DOI: 10.1002/uog.17412.

Klinik Standartlar Komitesi

Uluslararası Obstetrik ve Jinekolojik Ultrasonografi Derneği (International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology [ISUOG]), kadın sağlığında görüntüleme alanında en iyi uygulamalar, eğitim ve araştırmaların yapılmasını destekleyen bir organizasyondur. ISUOG Klinik Standartlar Komitesi (KSK)'nin görevleri arasında sağlık çalışanlarına tanısal görüntüleme alanında üzerinde uzmanlar tarafından uzlaşa sağlanmış, Uygulama Rehberleri ve Fikir Birliği Görüşleri hazırlanması bulunur. Bu yayınlar ilan edildikleri tarihte ISUOG tarafından en iyi uygulamayı yansıtabilecek şekilde tasarlanmışlardır. ISUOG bu rehberler yayınlandığında doğru bilgilerden oluştuğuna dair azami gayreti göstermiş olsa da, dernek, çalışanları, üyeleri KSK tarafından yayınlanan doğru olmayan veri, fikir ya da görüşlerin sonuçları hakkında hiçbir sorumluluk kabul etmemektedirler. ISUOG'ın KSK belgeleri yasal bir zemin oluşturmak üzere tasarlanmamıştır. Zira rehberlere dayandırılan bulgular bireysel durumlardan, yerel protokollerden ve imkanlardan etkilenebilir. Onaylanmış rehberler ISUOG'un izniyle serbest olarak dağıtılabilir (info@isuog.org).

Bu rehberler katılımcıların günlük uygulamalarını ortaya koyan, ISUOG'un 2014'teki anketi üzerinde sağlanan uzlaşmaya dayanmaktadır (Ek S1).

GİRİŞ

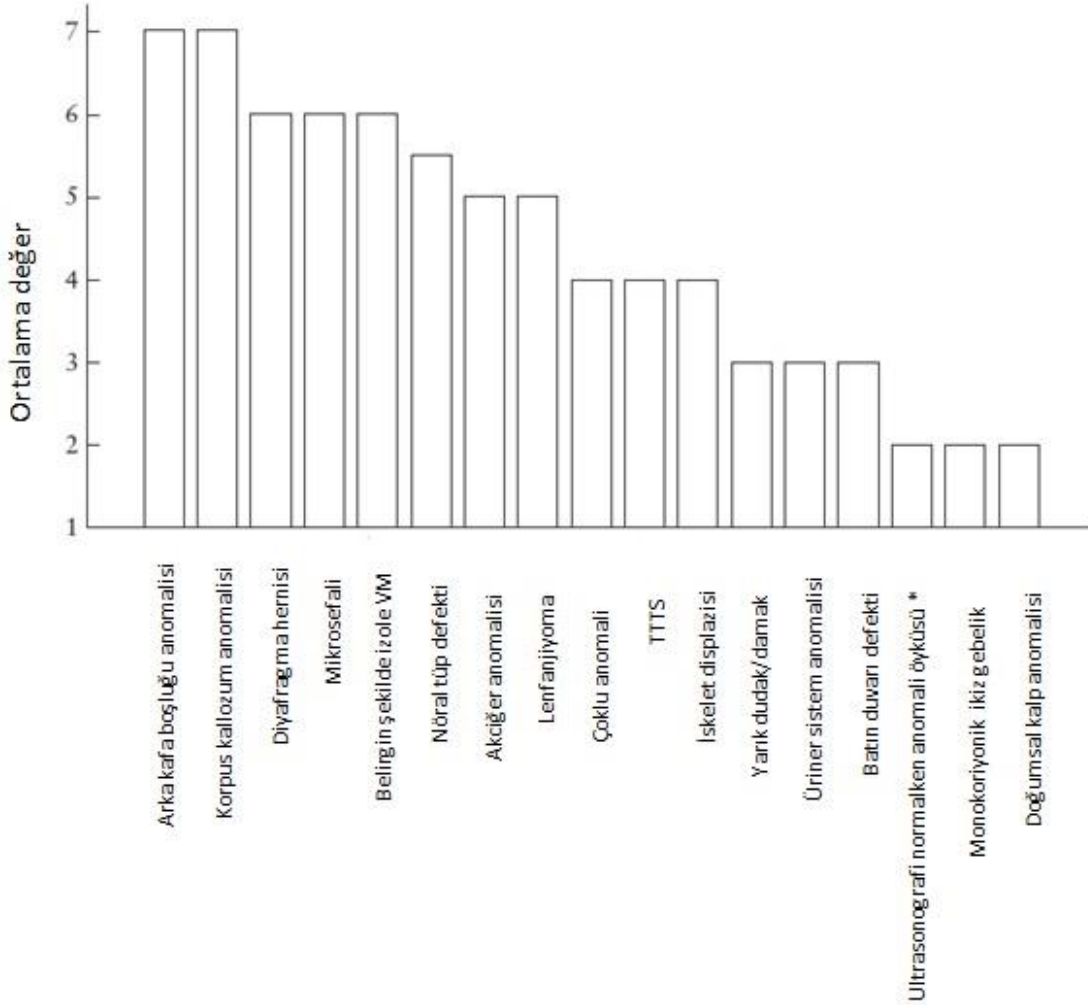
Fetusun magnetik rezonans görüntülemesi (MRG), ultrasonografiyi tamamlayıcı önemli bir tanısal görüntüleme yöntemidir¹, özellikle de fetusun gelişmekte olan beyninin değerlendirilmesinde yeri vardır². 2014 yılında ISUOG tarafından yapılan (Ek S1) ve 60 uluslararası perinatal merkezin katıldığı bir ankete göre dünyada en az 27 ülkede bir ya da daha fazla merkezde fetusa MRG yapılmaktadır. Ancak görüntü kalitesi, kullanılan sekanslar ve uygulayıcının deneyimi merkezler arası geniş farklılıklar göstermektedir³.

Prenatal tanısal ultrasonografinin yanında fetusa MRG incelemesi yapmanın değerini gösteren rehberlerin varlığında bu farklılıkların etkisi azaltılabilir. Bu rehberin amacı fetusa MRG ile inceleyenlere en iyi teknik bilgiyi sağlamanın yanı sıra, sonuçları değerlendiren klinisyenlere de destek olmaktır.

Fetusa MRG incelemesi yapmanın amacı nedir?

Fetusun MRG ile incelenmesinin amacı deneyimli ve uzman bir kişinin yaptığı ultrasonografi muayenesini tamamlamaktır^{4,5}. Bu ya ultrasonografi ile elde edilmiş bilgilerin doğrulanması ya da yeni ilave bilgiler

edinilmesi yoluyla olur⁶. MRG günümüz için doğum öncesi bakımda birincil tarama aracı değildir. Ancak yine de fetusun standardize ve bütüncül anatomisinin incelenebilmesi olasılıkla mümkündür. Resim 1’de ankete katılanların MRG’nin hangi hallerde kullanışlı bilgiler verebileceği yönündeki görüşleri sunulmaktadır.



Resim 1: Fetusun magnetik rezonans görüntülemesi (MRG) indikasyonlarını ele alan ISUOG anketinin sonuçları. 0 puan fetusa MRG hiçbir koşulda gerekmez; 7 fetusa MRG mutlaka gerekir anlamına gelmektedir. *: Önceki gebeliğinde ya da aile üyelerinde anomali fetus öyküsü olan; ancak bu gebeliğindeki ultrasonografi muayenesi normal olan; TTTS: ikizler arası transfüzyon sendromu; VM: ventrikülomegali.

Tablo 1: İşbirliği takımı: Fetusun magnetik rezonans görüntülemesi (MRG) için önerilen katılımcılar ve görevleri

<i>Katılımcı</i>	<i>Görevi</i>
Doğum hekimi	Ultrasonografi ve/veya nörosonografi muayenesini yapar. Aileye bulgular ile olası tanılar hakkında bilgi ve danışmanlık verir. Fetusu MRG çekilmesi indikasyonunu belirler.
Radyoloji uzmanı	Uygun kesitler alınıp MRG muayenesini yapar ve gerektiğinde protokol değişikliği yapılabilir. Bulguları değerlendirip, rapor yazar; hastaya danışmanlık verilebilir.
Gerektiğinde ve mümkün olduğunda işbirliği takımı: doğum hekimi, pediatrik nöroloji, nöroradyoloji uzmanı ve genetik uzmanı, pediatrinin diğer yan dalları, sosyal hizmet uzmanı ve psikolog	Nörosonografi, MRG, genetik bulgular, laboratuvar bulguları ve/veya aile öyküsü ile danışmanlık verilir.

Fetusun MRG incelemesi güvenli midir?

Kontrast kullanılmadığı sürece gebeliğin hiçbir dönemi için MRG'nin fetusa bilinen zararı yoktur⁷. 1,5 Tesla (1,5 T) ile yapılan çekimlerin istenmeyen etkisi bildirilmemiştir⁸. Ancak birim alanda daha yüksek kuvvetin kullanıldığı, 3,0 T gibi^{7,9,10}, sistemlerin insan üzerine olası olumsuz etkisini gösteren çalışma bulunmamaktadır. Ancak yakın zamanda domuz modeline dayanılarak ortaya konulan verilere göre güvenli olacağı düşünülmektedir¹¹.

Hangi hallerde fetusa MRG incelemesi yapılmalıdır?

Fetusa MRG incelemesinin gerekliliğinin ön koşulu olarak deneyimli bir uzmanın yaptığı ultrasonografi sonrası anormallik hakkında yeterli tanısal bilgi edinilememesi kabul edilmektedir. Bu şartlarda yapılan MRG ile elde edilen önemli bilgiler sayesinde ultrasonografi bulguları onaylanabilir, eksik yanları giderilebilir ve hasta yönetimi değiştirilip, düzenlenebilir.

Günümüzde fetusa MRG yapılmasını etkileyen durumlar arasında ultrasonografi ve MRG için deneyim ve cihazın varlığı, MRG'ye erişim imkanı, anneye ait durumlar, gebelik haftası, güvenlik önlemleri, gebeliğin sonlandırılması ile ilişkili yasalar ve uygun şekilde bilgilendirilmesi sonrası ailenin istekleri bulunur^{3,10,12,13}. Bunların dışındaki bazı koşullarda da fetusa MRG incelemesi yapılması düşünülebilir.

ISUOG'un anketinde MRG'nin gerekliliğini ortaya koyabilmek için bazı sorulara 7 basamaklı cevaplar (0 ile hiç gereklilik yoktur; 7 ile mutlak gereklilik vardır.) belirlenmiştir (Şekil 1). Alınan cevaplar arasındaki geniş farklılık; her merkezdeki değişik uzmanlıkların, değişik hastalıklar karşısında görüş ayrılığını yansıtmaktadır. Oluşan fikirler aynı zamanda fetusun ultrasonografi ve MRG ile incelenmesi sırasında ortaya konulan deneyimin farklılığını da göstermektedir.

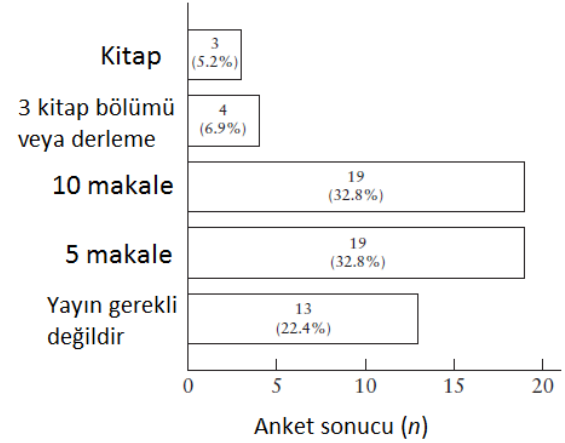
ISUOG'un önermiş olduğu şekilde yapılan, gebeliğin orta dönemindeki temel beyin muayenesinin sonunda sınırlı bilgi elde edilir⁵. Bu haliyle elde edilen veri MRG öncesi yetersizdir.

Anomalinin detaylı bir şekilde tanımlandığı bir sonuç için ortogonal kesitler, yüksek çözünürlüklü problemler ve/veya transvajinal inceleme yapılabilir^{14,15}.

Bazı merkezlerde gebeliğin sonlandırılması ve bununla ilişkili tıbbi-hukuki konular fetusa MRG yapılmasını kararını etkileyebilir. Gebelik sonlandırılmasının 24 haftadan önceye sınırlandırılmış olduğu ülkelerde, MRG yardımıyla ailelere gebeliğin geleceği hakkında karar alma fırsatı verilebilir. Ancak genellikle MRG'nin gebeliğin ikinci üçayının sonu ya da üçüncü üçayında yapılması tercih edilir¹³. Eldeki veriler hala karar vermek için yeterli düzeyde olmasa da, başka anomalinin izlenmediği (izole) ventrikülomegali¹⁶, korpus kallozum agenezisi¹⁷, kavum septum pellucidum yokluğu ve serebellum ya da vermis anomalilerinde¹⁸ MRG yaparak aileye başka anomali olmadığı konusunda daha güçlü bilgi sunulması önerilebilir. Fetusun MRG ile incelenmesinin yararlı olabileceği bir diğer durum, monokorionik ikiz gebeliklerde, ikiz eşinin iatrojenik ya da kendiğinden ölümünün ardından hayatta kalanda olası patolojik değişikliklerin değerlendirilmesidir^{19,20}.

Fetusun MRG incelemesi hangi haftada yapılmalıdır?

18 haftadan önce yapılacak MRG'nin ultrasonografiye ek bilgi sağlaması beklenmez. Bazı olgularda 22 haftadan önce yapılan MRG ilave bilgi verebilir¹³, ancak asıl yararı bu haftadan sonra başlar. Üçüncü üçayda değerlendirilebilecek hastalıklara örnek olarak beyin korteksi gelişim bozuklukları ve hava yolu tıkanıklığı yapabilecek boyun kütleleri gösterilebilir; ancak bu dönemdeki incelemeyi sadece bu hastalıklara sınırlamak doğru değildir²¹. Anormal gelişime neden olan patolojilerin daha iyi öğrenilmesiyle birçok organın detaylı incelemesi 26 ile 32 gebelik haftası arasında mümkün olabilmektedir. Yine



Resim 2: ISUOG anketinin sonuçlarına göre bir merkezin fetusun MRG incelemesi için eğitim merkezi olarak kabul edilebilmesi için gereken yayın sayıları.

de her gebelik ve her fetusun farklılıkları bireysel olarak dikkate alınmalıdır. Gebelik haftası ilerledikçe çekim sırasında kadının rahatça durabilmesi daha zorlaşır. Hastanın sol yana yatırılmasında yarar olabilir.

Fetusun MRG incelemesini kim yapmalıdır?

Doğru kararlar, uygun şekilde çekim yapılırsa ve doğru olarak yorumlanırsa, MRG sadece tanıya yardımcı olmaz; aynı zamanda tedavi seçeneklerinin belirlenmesi, doğum planı ve hasta bilgilendirilmesinde de önemli bir öğe olabilir. Fetusun MRG çekimlerini değerlendireceklerin fetusta olabilecek hastalıklara aşina olması gerekir, zira bunlar diğer hastalarda görülenden farklılıklar içerir. Uygun çekim protokolü ve teknik seçimi ileri deneyim gerektiğinden; uygulama, değerlendirme ve muayene sadece yeterli eğitim ve deneyime sahip olanlara sınırlanmalıdır. Bu nedenle birçok merkezde aile öyküsünün, klinik bulguların, ultrasonografi ve MRG bulgularının birleştirilip, hasta bakımının en iyi düzeyde yapılabilmesi için; prenatal tanıyla ilişkili perinatoloji, yenidoğan, pediatrik nöroloji, nöroradyoloji ve genetik gibi dallardaki

uzmanlardan oluşan ekibin işbirliği gerekir (Tablo 1).

Fetusun MRG konusunda eğitim nerede yapılmalıdır?

Fetusa MRG çekilmesi konusunda tanımlanmış bir uzmanlık olduğuna dair bilgimiz olmasa da bu alanda çalışanların uzmanlaşmış bir eğitim merkezi ile işbirliği içinde olmaları gerekir. Bu sayede yeterli sayıda olgu üzerinde çalıştıktan sonra usta işi MRG incelemesi yapabilir hale gelebilirler (İYİ UYGULAMA ÖNERİSİ: Rehberi hazırlayan grubun klinik deneyimleri doğrultusunda önerilen iyi uygulama).

Bu konuda eğitim merkezi olabilmek için öğrencilere, doktorlara, radyoloji teknisyenlerine yüksek standartta çekim yapabilmeyi öğretebilmek gerekir. Eğitim merkezi olarak kabul edilebilmek için bazı özelliklere sahip olunmalıdır. Bunlar:

1. En az perinatoloji uzmanı, radyoloji uzmanı ve doğum hekiminden oluşan bir uzman ekibin işbirliği içinde çalışması

2. Merkezin deneyimli olarak kabul edilebilmesi en az 500 fetal MRG çekiminden sonra mümkündür. Ayrıca haftada en az 2 değerlendirme de gereklidir.
3. Bu konuda bilimsel makaleler veya kaynak eserler yayınlanmalıdır (Şekil 2).

ÖNERİLER

Fetusa MRG çekilmesinin standart kıstaslara (Tablo 2) göre yapılması, fetustaki doğumsal anomalinin ya da kazanılmış bozuklukların olduğu gebeliklerin yönetimini iyileştirecektir (İYİ UYGULAMA ÖNERİSİ).

Fetusun MRG incelemesi nasıl yapılmalıdır?

Alan kuvveti

Günümüzde en çok kullanılan alan kuvveti 1,5 T'dir. Bu miktarda alan kuvveti kullanıldığında 18 hafta kadar erken bir haftada bile yeterince iyi çözünürlük elde edilebilmektedir²². 3 T ile

Tablo 2: Fetusun magnetik rezonans görüntüleme (MRG) incelemesinin basamakları

İndikasyon	Öncesinde yapılan ultrasonografi muayenesinin kalitesine, klinikteki soruna ve gebelik haftasına göre değişir.
Ailenin bilgilendirilmesi	İndikasyonun, işlemin, beklenen yararın ve sonuçların açıklanmasını içerir. İşlemin yapılmasını engelleyecek durumlar, kapalı yer korkusu ve gerekirse sakinleştirici ilaç kullanımı da ele alınır.
MRG birimi ile ön görüşme	İşlemin neden gerekli olduğu, klinikteki sorunun(-ların) ne olduğu, ultrasonografi bulguları ve varsa resimler, ilk üçay ultrasonografi bulguları ile doğrulanmış ya da hesaplanmış gebelik yaşı bilgileri yazılı olarak hazırlanır.
MRG ünitesinde	İşlemin yapılmasına engel bir durumun olup olmadığı belirlenir, hastanın rahat edeceği şekilde yerleşmesi sağlanır (sırt üstü ya da yan yatarak), uygun MR sargısının (coil) yerleştirilir ve uygun protokol gereğince çekim yapılır.
Muayene sonrasında	Hastaya raporun ne zaman hazır olacağı bildirilir. MRG muayene sonuçlarının anında değerlendirilmesi gereken hallerde, hastayı gönderen doktora gecikmeden bilgi verilmelidir.
Görüntülerin saklanması ve raporlama	Görüntülerin elektronik ortamda saklanması, incelenmesi ve yapılandırılmış şekilde raporlanmasını içerir (Tablo 3).

görüntü çözünürlüğü daha yüksek; sinyal-görüntü kaybı oranı daha iyi sonuçlar elde edilebilir. Bu sırada maruz kalınan enerji düzeyi aynı ya da daha azdır²². Yine de günümüzde *in-vivo* fetus görüntülemesi için yüksek alan kuvveti önerilmemektedir¹⁰.

Muayene sırasında

1. MRG çekilmesini engelleyecek bir durum olmadığından emin olunmalıdır²².
2. Hastadan aydınlatılmış onam alınmalıdır.
3. Tercihen ilk üçay ultrasonografisi²³ ile doğrulanmış gebelik yaşı, klinik durum ve ultrasonografi bulguları kayıt altına alınmalıdır.
4. Fetusun hareketlerine bağlı görüntü kalitesinde kayıp ile kaygılı ve klostrofobik hastalar için sedasyon yapılması değerlendirmeye alınmalıdır.
5. Hasta rahat edeceği şekilde yatırılmalıdır²⁴.
6. Bazı merkezlerdeki güvenlik kuralları gereği ya da bazı özel durumlarda bir refakatçinin hastaya çekim odasında da eşlik etmesi değerlendirilmelidir²⁵.
7. Fetusun yerinin ve konumunun belirleneceği kesitler elde edilmelidir.
8. MR sargısının (coil) doğru yerleştirildiğinden emin olunmalıdır. Çekimi yapılacak organ ortaya alınmalı ve diğer kesitler için düzenleme buna göre yapılmalıdır.
9. Çekimi yapılacak organ değerlendirilir.
10. Eğer gerekirse fetusun diğer kısımları ve fetus dışı yapılar da (göbek kordonu, plasenta ve uterusun serviksi) değerlendirmeye dahil edilmelidir.
11. Ablasyo plasenta ya da hipoksik iskemik beyin hasarı gibi acil

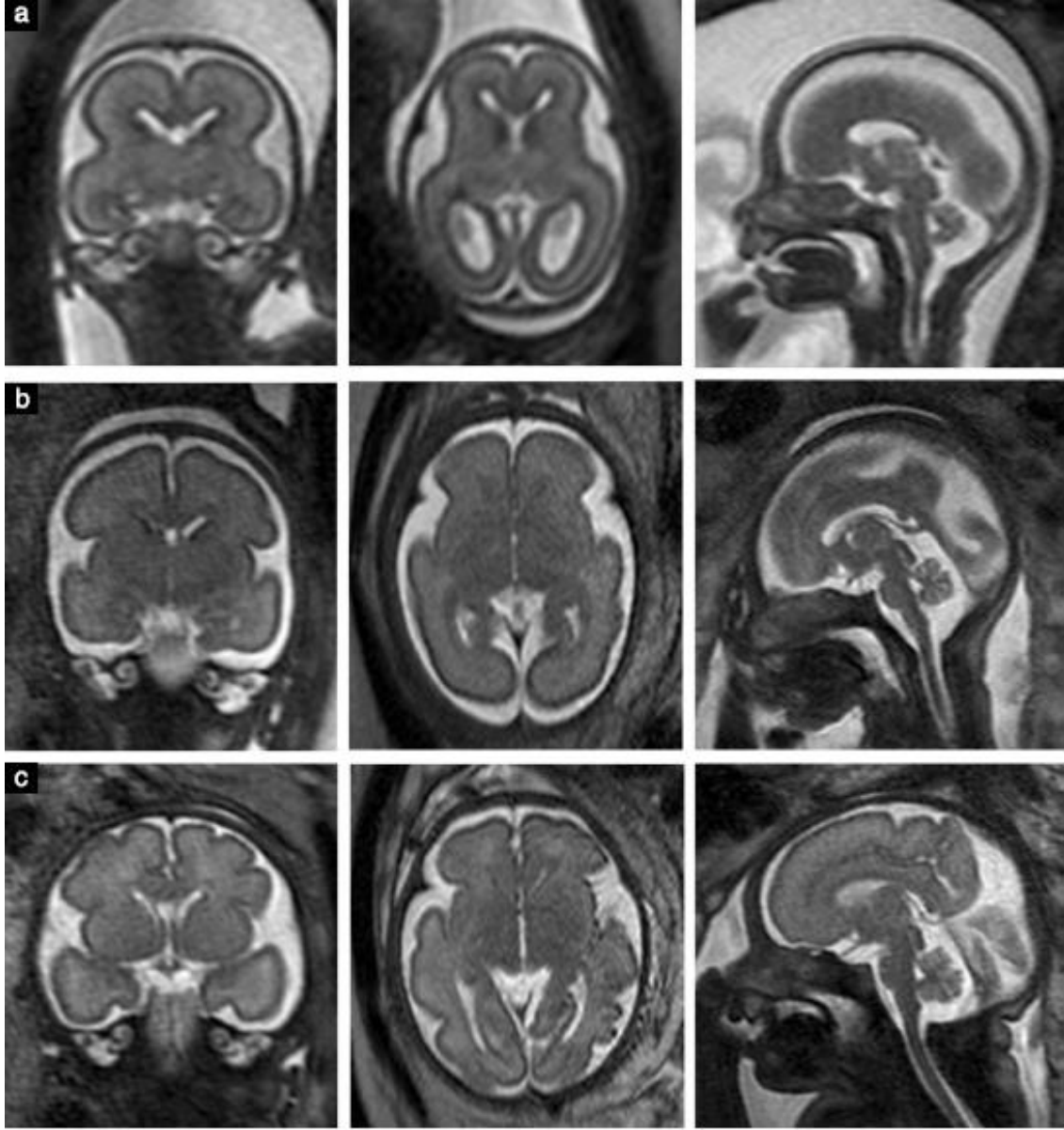
müdahale gerektiren durumlarda hastayı yönlendiren hekim süratle bilgilendirilmelidir.

Kesit tercihleri:

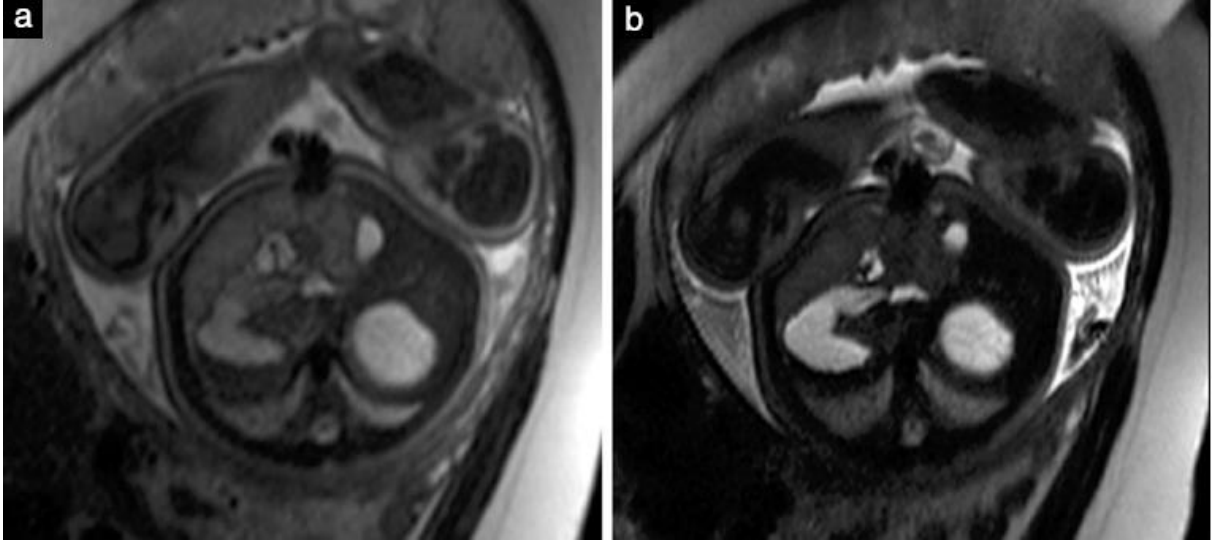
1. T2 ağırlıklı görüntüleme fetusun MRG incelemesinde ana yoldur. Görüntü elde edilmesi sıklıkla T2 ağırlıklı hızlı (turbo) döngüsel-eko (spin-eko [SE]) ya da kararlı durum serbest devinim (steady-state free-precession [SSFP]) ile elde edilir. Uzun eko zamanlı (TE) hızlı (turbo) SE görüntüler fetusun beyninin incelemesinde kullanılır (Resim 3). Kısa TE fetusun gövdesinde daha fazla kontrast elde edilmesini sağlar (Resim 4). SSFP görüntüler hareket halindeki fetusta T2 bilgisi verir ve bu sayede damar ile dokuların birbirinden ayrımını sağlar²⁶.
2. T1 ağırlıklı görüntüler iki boyutlu düşüm ekosu (gradient echo [GRE]) ile 1,5 T'da elde edilir. Annenin nefesini ortalama 15 sn tutması istenerek çekim yapılabilmektedir. Bu sayede harekete bağlı görüntü bozulması olmaksızın resim elde edilebilir²⁷. T1 ağırlıklı görüntüleme subakut kanamadaki methemoglobin, kalsifikasyon, salgı bezleri ve mekonyum ayırt edilebilir (Resim 5a,b)²⁷.
3. Yüksek çözünürlüklü tek çekim (single-shot high-resolution [SSH]) GRE eko-düzlemsel (echoplanar [EP]) görüntüler kemik yapıların ve eski kanamaların gösterilmesinde kullanılır. Deoksihemoglobin eski, hemosiderin daha eski kanamayı gösterir (Resim 5c-e)²⁸.
4. Diğer görüntüleme seçenekleri arasında diffüzyon ağırlıklı görüntüleme, diffüzyon gergi (tensor)

görüntüleme, dinamik SSFP görüntüleme ve 3 boyutlu görüntüye benzer resimler veren SSH magnetik

rezonans kolanjiyopankreatografi görüntüleme bulunur (Resim 5f,g).



Resim 3: Normal fetus beyninin 21+0 (a), 28+1 (b) ve 31+1 (c) haftalarda; koronal, aksiyel ve sağital planlarda elde edilmiş T2 ağırlıklı hızlı (turbo) spin-eko kesitleri (uzun eko zamanıyla elde edilmiş).



Resim 4: Normal bir fetusun 39+4 haftada aksiyel T2 hızlı (turbo) görüntülemesinde hızlı eko zamanının (TE) fetusun gövdesi hakkında ne kadar detaylı sonuçlar verdiği görülmektedir: (a) TE=80 ms; (b) TE=140 ms.

Tüm olgularda görüntülenmesi istenen alan görüş alanında olacak şekilde ayarlama yapılmalıdır. Kesit kalınlığının 3-5 mm'ye ve kesişme aralığının da (intersection gap) % 10-15'e ayarlanması çoğu hasta için uygundur. Muayene sonunda en azından olması istenen görüntüler şunlardır: beyin ve gövdenin her üç ortogonal kesitte T2 görüntüleri ile tercihen frontal ve sağıtal kesitte T1 ve GRE-EP görüntüleri.

Yukarıda belirtilen "en az" protokolünün tamamlanması, fetusun hareketi ve tekrar çekimler olsa bile, 30 dakikadan az sürer. Ancak bu şartları karşılayacak şekilde çekilmiş MRG'ler "usta işi" olarak kabul edilebilirler (İYİ UYGULAMA ÖNERİSİ).

Beynin incelenmesinde standart kesitler:

1. Başın sağıtal kesitleri elde edilmelidir. Bu kesitlerde orta hatta korpus kallozum, akuaduktus serebri ve hipofiz görülmelidir.
2. Koronal kesitler beyin sapına paralel olmalıdır ve her iki tarafın iç kulak yapıları simetrik olarak görülmelidir.

3. Aksiyel kesitler sağıtal kesitlere dik, korpus kallozumun seyrine paralel olmalıdır. Korpus kallozumun olmadığı hallerde ise kafa tabanına paralel olmalıdır. Koronal kesitlerin yardımıyla beynin her iki yarısının simetrik olarak görüntülediğinden emin olunmalıdır.

Gövdenin incelenmesinde standart kesitler:

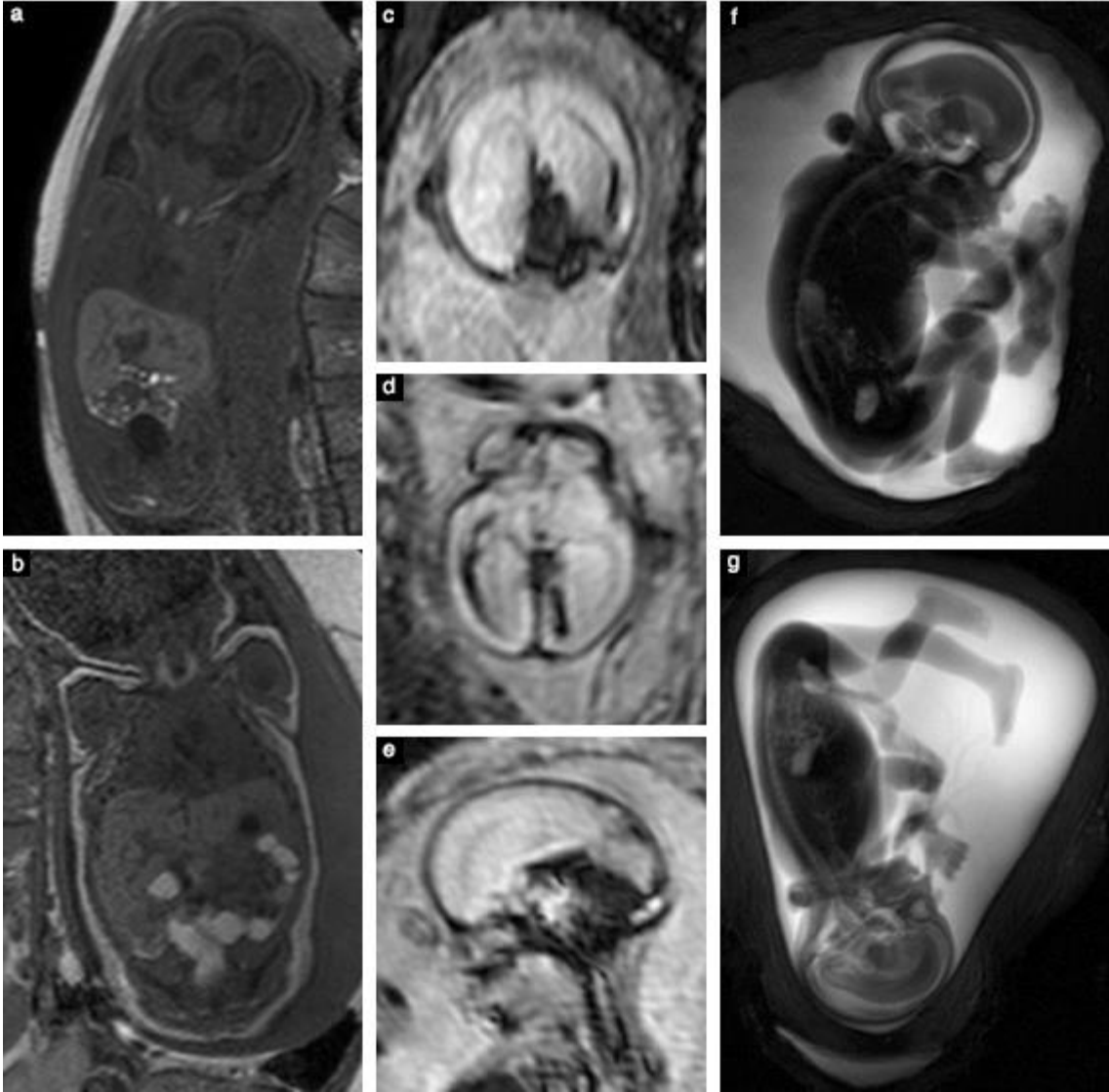
Fetusun duruşu nedeniyle tam ve doğru anlamıyla ortogonal kesitler elde edilemeyeceğinden genellikle görüntü alınması daha zordur.

1. Sağıtal kesitler alınırken orta hattı belirlemek için omurganın toraks kısmı ve göbek kordonunun giriş yeri kullanılır.
2. Koronal kesitler omurganın seyrine göre ayarlanmalıdır. Kesitler omurganın toraks kısmı ve batin duvarına paralel olmalıdır.
3. Aksiyel kesitler görüntülenmesi istenen seviyede omurganın uzun eksenine dik olmalıdır. Örneğin akciğerde hacim ölçümü yapılacaksa

aksiyel kesitler omurganın toraks kısmına dik olmalıdır.

Her ne kadar ultrasonografi ile ölçümler yapılmış olsa da, bazı özel durumlarda MRG ile

ölçüm yapmanın ilave yararları olabilir¹². Eğer sıvı içerikli yapıların MRG ile hacmi ölçülecek olursa, ultrasonografi ile yapılan ölçümden yaklaşık % 10 daha büyük değerlere ulaşılır.



Resim 5: Fetusun magnetik rezonans görüntülenmesinde (MRG), T2 ağırlıklı inceleme esastır. Diğer inceleme teknikleri arasında T1 ağırlıklı MRG (a,b) [buradaki örneklerde 27+1 ve 38+3 haftalık normal fetusta tiroid bezinin ve mekonyum dolu bağırsakların hiperinsensitesi görülmekte]; yüksek çözünürlüklü tek çekim (single-shot high-resolution [SSH]) GRE eko-düzlemsel (echoplanar [EP]) [buradaki örneklerde 22+6 haftalık gebelikte, kafa içi kanama varlığında koronal (c), aksiyel (d) ve sajital (e) kesitlerde kan yıkım ürünleri hipointens olarak görülmekte] ve magnetik rezonans kolanjiyopankreatografi bulunur [buradaki örneklerde 40 mm'lik kesit aralığı ile yapılan incelemede (f) 24+4 haftalık gebelikte kalp anomalisi (burada gösterilmemiştir) ve (g) 20+1 haftalık gebelikte genu recurvatum vardır. Bu teknikle alt ve üst ekstremitelerinin birbirlerine uyumu gözlenebilir].

Tablo 3: Fetusun detaylı magnetik rezonans görüntülemesi sonrasında yapılandırılmış raporda olması gerekenler

Yöntem	Görüntüleme koşulları (Ör: Fetusun hareketi, annenin şişman olması, muayenenin erken sonlandırılması gibi olumsuzluklar), alan kuvveti, MR sargısı, kesitler, planlar
Kafa	Profil, sert ve yumuşak damak (Resim 6), kafatası, göz küresi ölçümleri
Beyin	Gebelik yaşına uygun sulkus ve girus gelişimi, beyin parenkiminin tabakalanması (laminasyon) (30. haftadan sonra: myelinleşme ve myelinleşme öncesi [premyelinasyon]), ventriküller, beyincik, orta hat yapıları ve beyin omurilik sıvısı içeren boşlukların genişliği (Resim 3)
Göğüs kafesi	Göğüs kafesinin yapısı, akciğer sinyalleri, kalbin genel hatlarıyla düzeni (detaylı olarak incelenmez) (Resim 7a,b)
Batın	Fetusun duruşu, mide ve safra kesesi (sıvı içerikleri), bağırsakların sıvı ve mekonyum sinyalleri (Resim 7c,d), böbrekler, mesane (sıvı içeriği). Gerektiğinde erkek/dişi cinsiyet organları (erkeklerde testisin inip inmediği) (Resim 8)
Fetus dışı yapılar	Göbek kordonu (damar sayısı), amniyos sıvı hacmi, plasentanın yeri ve özellikleri, belirgin şekilde kısalmışsa serviks uzunluğu (Resim 9)
İskelet (eğer incelendiyse)	Omurganın bütünlüğü ve uzanımı; kemiklerin şekli, uzunluğu ve konumu; el ve ayak parmakları (genellikle değerlendirilmesi mümkün değildir, özellikle de amniyos sıvısı azsa. Ör: 32-35 haftadan sonra)



Resim 6: 21+5 haftalık normal fetusun T2 ağırlıklı magnetik rezonans görüntülemesinde profil ve bütün şekilli damak görülmektedir.

Akciğer hacmi ele alınacak olursa gebelik yaşına uygun MRG ölçümleri, fetusun gövdesinin hacmi ile uyumludur²⁹ ve akciğer hastalıklı olguların öngörüsünde kullanışlıdır³⁰.

Magnetik rezonans görüntüleme resimlerinin saklanması

Çekimin yapıldığı kliniğin kurallarına uygun şekilde, tercihen de elektronik olarak, tüm muayene verisi saklanmalıdır. Muayenenin sonuçlarının CD'ye aktarılması hastanın başka bir görüş almasını da sağlayacaktır (İYİ UYGULAMA ÖNERİSİ).

Raporlama

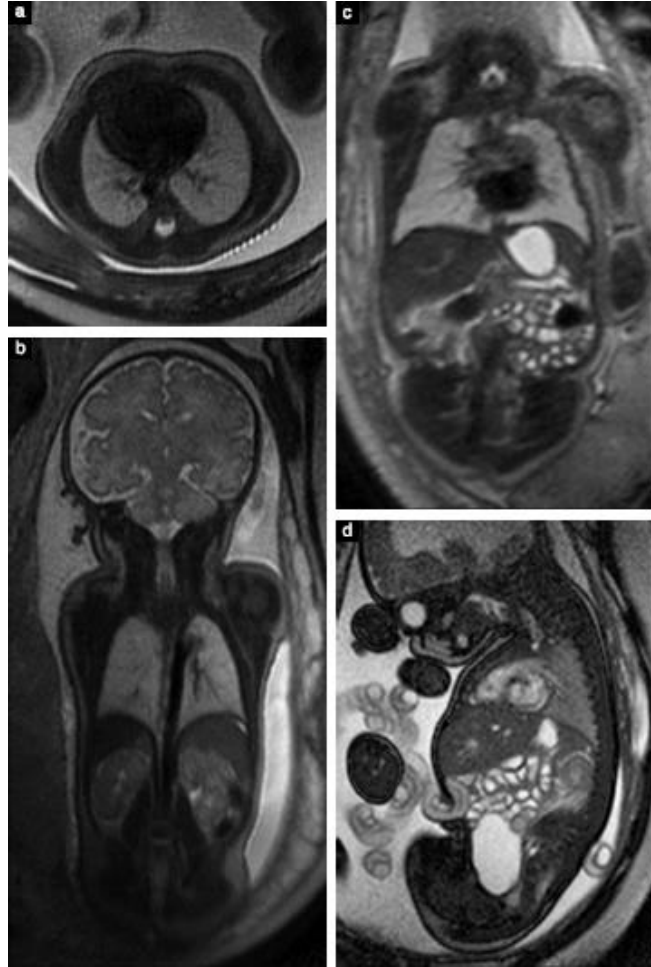
Rapor hazırlanırken iki muayene türü açıkça belirtilmeli ve tanımlanmalıdır:

1. Hedeflenmiş muayenede belli bir anomaliye odaklanılır. Bu tür muayenenin hedefinde belli bir organ vardır ya da özel bir soruya yanıt aranır; fetusun genel olarak değerlendirilmesi hedef değildir.
2. Detaylı incelemede ise ISUOG'un ikinci üçay ultrasonografi rehberinde⁵ ya da buna benzer yerel rehberlerde olduğu gibi fetusun tüm anatomik özellikleri standart bir şekilde ele alınır (Tablo 3). Bu muayene sırasında kalp gibi

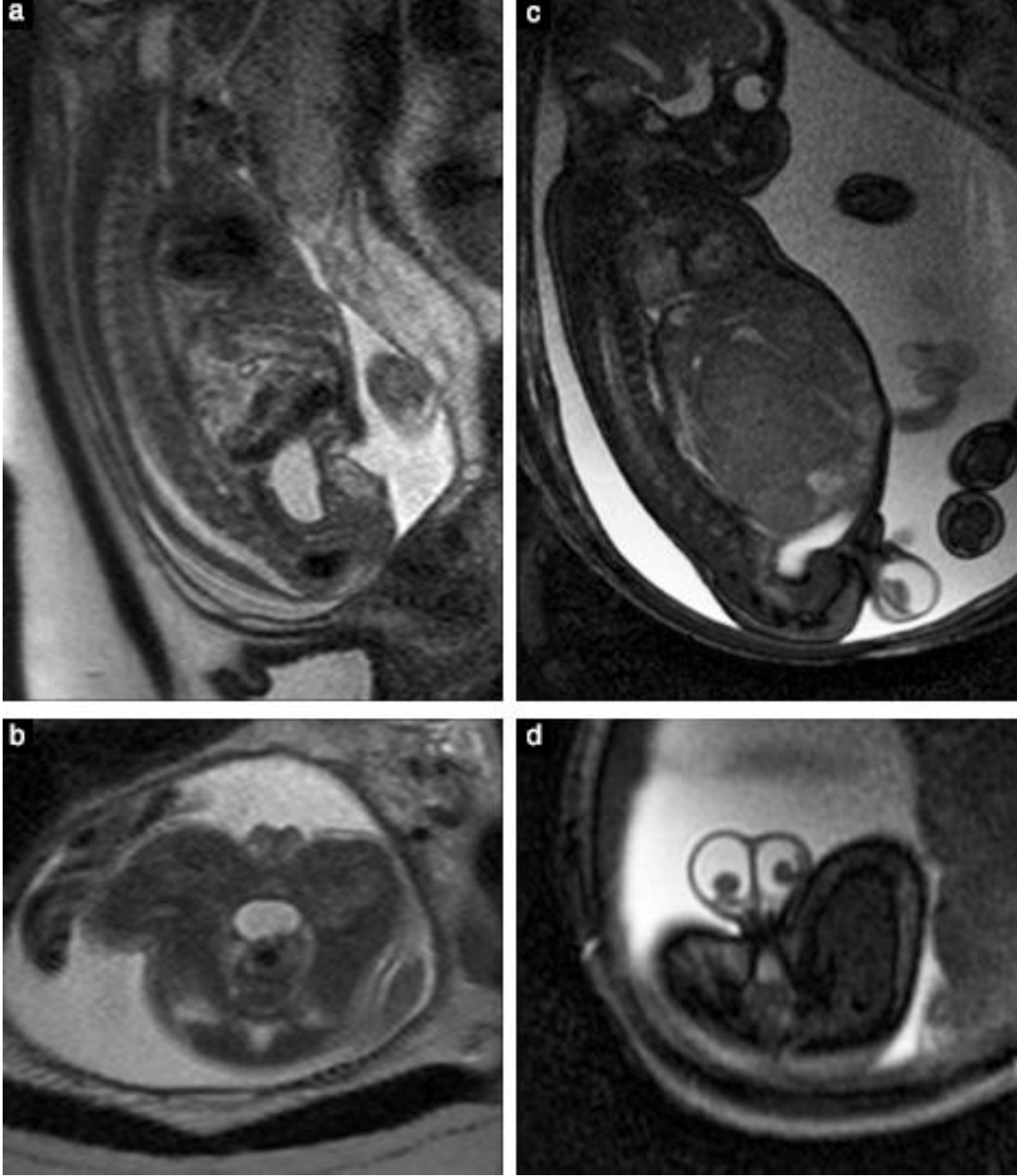
yapılarının incelenmesi ultrasonografideki göre daha verimsiz olabilir. Göbek kordonu, plasenta, serviks ve amniyos sıvı hacmi (hacmi ve sinyal yoğunluğu) gibi fetusun dışındaki kısımlar klinik olarak dikkat çekildiğinde incelemeye dahil edilmelidir. Rutin uygulama içinde değerlendirilmeyen yapılar, raporda açıkça belirtilmelidir.

MRG genellikle ilk basamak değerlendirme aracı değildir ve ikinci uçayda yapılan ultrasonografi incelemesinin tamamlayıcısı olarak kullanılır³¹. Bu nedenle muayenenin ve raporun altını çizerek ele alması gerek kısmı, ultrasonografi ile değerlendirilmesi daha güç olan yapılar hakkında olmalıdır. Detaylı anatomik inceleme isteğe bağlı olarak gerçekleştirilebilir.

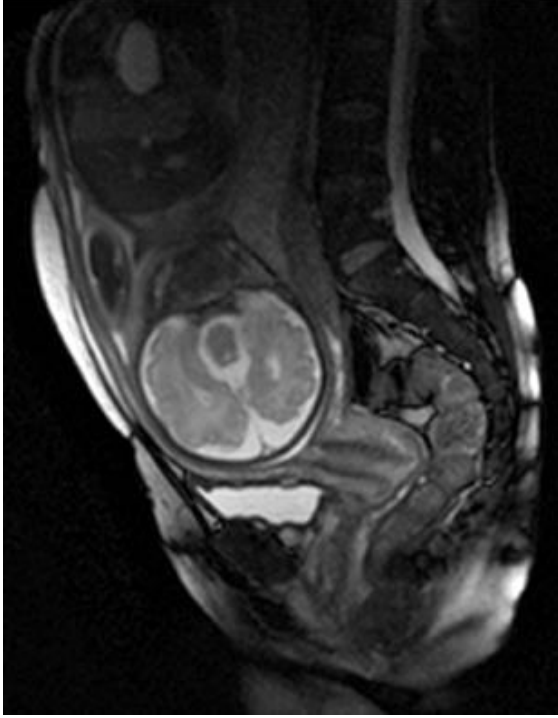
Standart raporlarda, Tablo 3'te gösterilen yapılar ele alınmalıdır (İYİ UYGULAMA ÖNERİSİ).



Resim 7: Normal fetusun göğüs kafesi (a, b) ve batin (c,d) magnetik rezonans görüntülemesi (MRG). (a) 34+2 haftalık gebelikte T2 ağırlıklı aksiyel kesitlerde normal şekilli göğüs kafesi ve gebelik yaşına uygun sinyale sahip akciğerler izlenmektedir. (b) 35+3 haftalık gebelikte koronal kesitte ilave olarak karaciğerin bir kısmı, böbrekler ve sağda böbrek üstü bezi görülmektedir. (c) 32+2 haftalık gebelikte T2 ağırlıklı koronal kesitlerde sıvı içerikli mide ve bağırsaklar izlenmektedir. (d) 35+6 haftalık gebelikte kararlı durum serbest devinim (steady-state free-precession [SSFP]) ile elde edilen sağıtal kesitte ilaveten sıvı içerikli mesane de görülmektedir. (c)'deki T2 ağırlıklı görüntünün aksine (d)'de kalbin hiperintens olmasına dikkat ediniz.



Resim 8: 31+1 haftalık gebelikte normal dişi fetusun T2 ağırlıklı sağıtal (a) ve aksiyel (b) magnetik rezonans görüntülerinde dış genitaler izlenmektedir. 35+1 haftalık gebelikte erkek fetusun kararlı durum serbest devinim (steady-state free-precession [SSFP]) ile elde edilen sağıtal (c) ve aksiyel (d) görüntülerinde testislerin inmiş olmasına rağmen karaciğerdeki tümör nedeniyle hidrosel de görülmektedir.



Resim 9: 33 haftalık gebelikte annenin batin kesitlerini içeren T2 ağırlıklı görüntüde normal serviks izlenmektedir.

REHBERİN YAZARLARI

D. Prayer*, Division of Neuroradiology ve Musculoskeletal Radiology, Department of Radiology, Medical University of Vienna, Viyana, Avusturya.

G. Malinger*, Division of Ultrasound in Obstetrics & Gynecology, Lis Maternity Hospital, Sourasky Medical Center ve Sackler Faculty of Medicine, Tel Aviv University, Tel Aviv, İsrail.

P. C. Brugger, Division of Anatomy, Center for Anatomy and Cell Biology, Medical University of Vienna, Viyana, Avusturya.

C. Cassidy, Texas Children's Hospital and Fetal Center, Houston, TX, ABD.

L. De Catte, Department of Obstetrics & Gynecology, University Hospitals Leuven, Leuven, Belçika.

B. De Keersmaecker, Department of Obstetrics & Gynecology, University Hospitals Leuven, Leuven, Belçika.

G. L. Fernandes, Fetal Medicine Unit, Department of Obstetrics, ABC Medicine University, Santo Andre, Brezilya.

P. Glanc, Departments of Radiology and Obstetrics & Gynecology, University of Toronto and Sunnybrook Research Institute, Obstetrical Ultrasound Center, Department of Medical Imaging, Body Division, Sunnybrook Health Sciences Centre, Toronto, Kanada.

L. F. Gonçalves, Fetal Imaging, William Beaumont Hospital, Royal Oak and Oakland University William Beaumont School of Medicine, Rochester, MI, ABD.

G. M. Gruber, Division of Anatomy, Center for Anatomy and Cell Biology, Medical University of Vienna, Viyana, Avusturya.

S. Laifer-Narin, Division of Ultrasound and Fetal MRI, Columbia University Medical Center - New York Presbyterian Hospital, New York, NY, ABD.

W. Lee, Department of Obstetrics and Gynecology, Baylor College of Medicine and Texas Children's Pavilion for Women, Houston, TX, ABD.

A.-E. Millischer, Radiodiagnostics Department, Hôpital Necker-Enfants Malades, Assistance Publique-Hôpitaux de Paris, Université Paris Descartes, Paris, Fransa.

M. Molho, Diagnostique Antenatal, Service de Neuroradiologie, CHU Sud Réunion, St Pierre, La Réunion, Fransa.

J. Neelavalli, Department of Radiology, Wayne State University School of Medicine, Detroit, MI, ABD.

L. Platt, Department of Obstetrics and Gynecology, David Geffen School of Medicine, Los Angeles, CA, ABD.

D. Pugash, Department of Radiology, University of British Columbia and Department of Obstetrics and Gynecology, BC Women's Hospital, Vancouver, Kanada.

P. Ramaekers, Prenatal Diagnosis, Department of Obstetrics and Gynecology, Ghent University Hospital, Ghent, Belçika.

L. J. Salomon, Department of Obstetrics, Hôpital Necker-Enfants Malades, Assistance Publique-Hôpitaux de Paris, Université Paris Descartes, Paris, Fransa.

M. Sanz, Department of Obstetrics and Gynecology, Baylor College of Medicine and Texas Children's Pavilion for Women, Houston, TX, ABD.

I. E. Timor-Tritsch, Division of Obstetrical & Gynecological Ultrasound, NYU School of Medicine, New York, NY, ABD.

B. Tutschek, Department of Obstetrics & Gynecology, Medical Faculty, Heinrich Heine University, Düsseldorf, Almanya ve Prenatal Zurich, Zürich, İsviçre.

D. Twickler, University of Texas Southwestern Medical Center, Dallas, TX, ABD.

M. Weber, Division of Neuroradiology and Musculoskeletal Radiology, Department of Radiology, Medical University of Vienna, Viyana, Avusturya.

R. Ximenes, Fetal Medicine Foundation Latin America, Centrus, Campinas, Brezilya.

N. Raine-Fenning, Department of Child Health, Obstetrics & Gynaecology, School of Medicine, University of Nottingham ve Nurture Fertility, The Fertility Partnership, Nottingham, Birleşik Krallık.

*D. P. ve G. M. makalenin hazırlanmasında eşit olarak katkı sağlamışlardır.

ATIFTA BULUNMA

Prayer D, Malinger G, Brugger PC, Cassady C, De Catte L, De Keersmaecker B, Fernandes GL, Glanc P, Gonçalves LF, Gruber GM, Laifer-Narin S, Lee W, Millischer A-E, Molho M, Neelavalli J, Platt L, Pugash D, Ramaekers P, Salomon LJ, Sanz M, Timor-Tritsch IE, Tutschek B, Twickler D, Weber M, Ximenes R, Raine-Fenning N. ISUOG Practice Guidelines: performance of fetal magnetic resonance imaging. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2017; **49**: 671–680.

KAYNAKLAR

1. Hedrick HL, Flake AW, Crombleholme TM, Howell LJ, Johnson MP, Wilson RD, Adzick NS. History of fetal diagnosis and therapy: Children's Hospital of Philadelphia experience. *Fetal Diagn Ther* 2003; **18**: 65–82.
2. Jokhi RP, Whitby EH. Magnetic resonance imaging of the fetus. *Dev Med Child Neurol* 2011; **53**: 18–28.
3. Malinger G, Lev D, Lerman-Sagie T. Is fetal magnetic resonance imaging superior to neurosonography for detection of brain anomalies? *Ultrasound Obstet Gynecol* 2002; **20**: 317–321.
4. Sonographic examination of the fetal central nervous system: guidelines for performing the "basic examination" and the "fetal

neurosonogram". *Ultrasound Obstet Gynecol* 2007; **29**: 109–116.

5. Salomon LJ, Alfirevic Z, Berghella V, Bilardo C, Hernandez-Andrade E, Johnsen SL, Kalache K, Leung KY, Malinger G, Munoz H, Prefumo F, Toi A, Lee W. Practice guidelines for performance of the routine mid-trimester fetal ultrasound scan. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2011; **37**: 116–126.
6. Jakab A, Pogledic I, Schwartz E, Gruber G, Mitter C, Brugger PC, Langs G, Schopf V, Kasprian G, Prayer D. Fetal cerebral magnetic resonance imaging beyond morphology. *Semin Ultrasound CT MR* 2015; **36**: 465–475.
7. Ray JG, Vermeulen MJ, Bharatha A, Montanera WJ, Park AL. Association between MRI exposure during pregnancy and fetal and childhood outcomes. *JAMA* 2016; **316**: 952–961.
8. Bouyssi-Kobar M, du Plessis AJ, Robertson RL, Limperopoulos C. Fetal magnetic resonance imaging: exposure times and functional outcomes at preschool age. *Pediatr Radiol* 2015; **45**: 1823–1830.
9. Victoria T, Jaramillo D, Roberts TP, Zarnow D, Johnson AM, Delgado J, Rubesova E, Vossough A. Fetal magnetic resonance imaging: jumping from 1.5 to 3 tesla (preliminary experience). *Pediatr Radiol* 2014; **44**: 376–386; quiz 373–375.
10. Patenaude Y, Pugash D, Lim K, Morin L, Bly S, Butt K, Cargill Y, Davies G, Denis N, Hazlitt G, Naud K, Ouellet A, Salem S. The use of magnetic resonance imaging in the obstetric patient. *J Obstet Gynaecol Can* 2014; **36**: 349–363.
11. Cannie MM, Keyzer FD, Laere SV, Leus A, de Mey J, Fourneau C, Ridder FD, Cauteren TV, Willekens I, Jani JC. Potential heating effect in the gravid uterus by using 3-T MR imaging protocols: Experimental study in miniature pigs. *Radiology* 2016; **279**: 754–761.
12. Garel C. *MRI of the Fetal Brain: Normal Development and Cerebral Pathologies*. Springer: Berlin, Heidelberg, 2004.
13. Reddy UM, Abuhamad AZ, Levine D, Saade GR. Fetal imaging: Executive summary of a Joint Eunice Kennedy Shriver National Institute of Child Health and Human Development, Society for Maternal-Fetal Medicine, American Institute of Ultrasound in Medicine, American College of Obstetricians and Gynecologists, American College of Radiology, Society for Pediatric Radiology, and Society of Radiologists in Ultrasound Fetal Imaging Workshop. *Am J Obstet Gynecol* 2014; **210**: 387–397.
14. 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**: 333–340.

15. Malinger G, Kidron D, Schreiber L, Ben-Sira L, Hoffmann C, Lev D, Lerman-Sagie T. Prenatal diagnosis of malformations of cortical development by dedicated neurosonography. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2007; **29**: 178–191.
16. Melchiorre K, Bhide A, Gika AD, Pilu G, Papageorghiu AT. Counseling in isolated mild fetal ventriculomegaly. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2009; **34**: 212–224.
17. Moutard ML, Kieffer V, Feingold J, Lewin F, Baron JM, Adamsbaum C, Gelot A, Isapof A, Kieffer F, de Villemeur TB. Isolated corpus callosum agenesis: a ten-year follow-up after prenatal diagnosis (how are the children without corpus callosum at 10 years of age?). *Prenat Diagn* 2012; **32**: 277–283.
18. Guibaud L, Larroque A, Ville D, Sanlaville D, Till M, Gaucherand P, Pracros JP, des Portes V. Prenatal diagnosis of “isolated” Dandy–Walker malformation: imaging findings and prenatal counselling. *Prenat Diagn* 2012; **32**: 185–193.
19. Griffiths PD, Sharrack S, Chan KL, Bamfo J, Williams F, Kilby MD. Fetal brain injury in survivors of twin pregnancies complicated by demise of one twin as assessed by in utero MR imaging. *Prenat Diagn* 2015; **35**: 583–591.
20. Jatzko B, Rittenschober-Bohm J, Mailath-Pokorny M, Worda C, Prayer D, Kasprian G, Worda K. Cerebral lesions at fetal magnetic resonance imaging and neurologic outcome after single fetal death in monozygotic twins. *Twin Res Hum Genet* 2015; **18**: 606–612.
21. Twickler DM, Magee KP, Caire J, Zaretsky M, Fleckenstein JL, Ramus RM. Second-opinion magnetic resonance imaging for suspected fetal central nervous system abnormalities. *Am J Obstet Gynecol* 2003; **188**: 492–496.
22. Shellock FG, Crues JV. MR procedures: biologic effects, safety, and patient care. *Radiology* 2004; **232**: 635–652.
23. Salomon LJ, Alfirevic Z, Bilardo CM, Chalouhi GE, Ghi T, Kagan KO, Lau TK, Papageorghiu AT, Raine-Fenning NJ, Stirnemann J, Suresh S, Tabor A, Timor-Tritsch IE, Toi A, Yeo G. ISUOG practice guidelines: performance of first-trimester fetal ultrasound scan. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2013; **41**: 102–113.
24. Kienzl D, Berger-Kulemann V, Kasprian G, Brugger PC, Weber M, Bettelheim D, Pusch F, Prayer D. Risk of inferior vena cava compression syndrome during fetal MRI in the supine position - a retrospective analysis. *J Perinat Med* 2014; **42**: 301–306.
25. Leithner K, Prayer D, Porstner E, Kapusta ND, Stammer-Safar M, Krampfl-Bettelheim E, Hilger E. Psychological reactions related to fetal magnetic resonance imaging: a follow-up study. *J Perinat Med* 2013; **41**: 273–276.
26. Brugger PC, Stühr F, Lindner C, Prayer D. Methods of fetal MR: beyond T2-weighted imaging. *Eur J Radiol* 2006; **57**: 172–181.
27. Asenbaum U, Brugger PC, Woitek R, Furtner J, Prayer D. [Indications and technique of fetal magnetic resonance imaging]. *Radiologe* 2013; **53**: 109–115.
28. Prayer D, Brugger PC, Kasprian G, Witzani L, Helmer H, Dietrich W, Eppel W, Langer M. MRI of fetal acquired brain lesions. *Eur J Radiol* 2006; **57**: 233–249.
29. Weidner M, Hagelstein C, Debus A, Walleyo A, Weiss C, Schoenberg SO, Schaible T, Busing KA, Kehl S, Neff KW. MRI-based ratio of fetal lung volume to fetal body volume as a new prognostic marker in congenital diaphragmatic hernia. *AJR Am J Roentgenol* 2014; **202**: 1330–1336.
30. Zamora IJ, Sheikh F, Cassady CI, Olutoye OO, Mehollin-Ray AR, Ruano R, Lee TC, Welty SE, Belfort MA, Ethun CG, Kim ME, Cass DL. Fetal MRI lung volumes are predictive of perinatal outcomes in fetuses with congenital lung masses. *J Pediatr Surg* 2014; **49**: 853–858; discussion 858.
31. Yagel S, Cohen SM, Porat S, Daum H, Lipschuetz M, Amsalem H, Messing B, Valsky DV. Detailed transabdominal fetal anatomic scanning in the late first trimester versus the early second trimester of pregnancy. *J Ultrasound Med* 2015; **34**: 143–149.

İNTERNET KULLANICISI İÇİN DESTEKLEYİCİ BİLGİ

Ekteki ilave bilgiler bu makalenin çevirimiçi sürümünde bulunmaktadır:



EK S1: ISUOG bünyesindeki Fetal MRG Özel İlgi Grubu'nun 2014 yılında yürüttüğü anket