

# Fetal beyinde sulkal gelişimin ve nöronal migrasyonun MRG ile değerlendirilmesi

Ümit Aksoy, Zeynep Yazıcı

## AMAÇ

Merkezi sinir sistemi normal ve anormal olan fetuslarda, sulkal gelişimin ve nöronal migrasyonun prenatal MRG ile değerlendirilmesidir.

## GEREÇ VE YÖNTEM

Gestasyonel yaşları 18-36 haftalar arasında (ortalama 25 hafta) olan 30 fetus, 1.5 T MR ünitesinde HASTE sekansı (TR: 4.4, TE: 64, sapma açısı: 150°) ile görüntüledi. Olgulardan 14'ünün merkezi sinir sistemi anormal (grup I), 16'sının normaldi (grup II). MR görüntülerinde, sulkal gelişim ve serebral parankimal katmanları iki radyolog tarafından değerlendirildi.

## BULGULAR

Sulkus ve fissürlerin %91'i optimal olarak değerlendirilebildi; %5'i ortogonal olmayan görüntü planları ve %3'ü de "blurring" artefaktı nedeniyle değerlendirilemedi. Belirgin hidrosefalinin eşlik ettiği merkezi sinir sistemi malformasyonu bulunan üç olguda kalkanin, parietoookspital ve singular sulkuslar izlenemedi. Bunların dışında sulkusların gelişiminde gecikme saptanmadı. Otuz bir hafta ve daha küçük tüm fetuslarda parankimal katman sayısı 2-4 idi. Grup 2'ye dahil 32 hafta ve üstündeki fetuslarda 2 katman izlendi. Grup 2'de tüm olgularda nöronal migrasyon normaldi. Grup 1'e dahil 36 haftalık 2 olguda (%14) nöronal migrasyonda gecikme görüldü.

## SONUÇ

Kortikal matürasyonun göstergeleri olan sulkal gelişim ve nöronal migrasyon, antenatal dönemde, MRG ile değerlendirilebilir. Anormal kortikal gelişim riski veya aile öyküsü bulunan olgularda MR, yardımcı bir görüntüleme yöntemi olarak kullanılabilir.

Fetal beynin olgunlaşma süreçleri; nöronal migrasyon, girusların gelişimi ve myelinizasyondur. Myelinizasyon, esas olarak postnatal döneme ait bir süreçtir. Giral gelişim ise büyük ölçüde fetal hayatta tamamlanır. Giral gelişim, fissür ve sulkuslara bakılarak değerlendirilebilir. Nöronal migrasyon da, giral gelişim gibi fetal hayatta takip edilebilen bir süreç izler. Bu göstergelere dayanarak, fetal korteksin matürasyonunu değerlendirmek mümkündür (1).

Fetal korteksteki gelişim bozuklukları, mental retardasyon, epilepsi, hipotoni ve spastisite gibi ciddi postnatal anomalliklere neden olabilir. Diğer merkezi sinir sistemi (MSS) anomalilerinde de, giral gelişim ve nöronal migrasyon bozulabilir ve bu prognozu olumsuz etkiler (2). Ayrıca kortikal malformasyonlar konjenital/genetik bozukluklar nedeniyle meydana gelmişse, ailenin sonraki çocuklarında da ortaya çıkabilir. Bu nedenle, fetuslardaki kortikal olgunlaşmanın değerlendirilmesi ve bozuklukların tanınması önemlidir.

Manyetik rezonans görüntüleme (MRG), fetal sedasyona ihtiyacı ortadan kaldıran hızlı sekanslar sayesinde, fetusun görüntülenmesinde giderek artan bir oranda kullanılmaya başlanmıştır (2-6). Normal fetuslar üzerinde yapılan çalışmalarda, MRG ile sulkal gelişim ve nöronal migrasyon aşamalarının, güvenilir bir şekilde değerlendirilebileceği gösterilmiştir (7-9).

Literatürde, MSS anomalliği bulunan fetuslarda MRG ile sulkal gelişimin değerlendirildiği bir çalışma vardır; fakat, nöronal migrasyon değerlendirilmemiştir (3). Sunulan çalışmanın amacı, MSS'si normal ve anormal olan fetuslarda sulkal gelişim ve nöronal migrasyonun MRG ile değerlendirilmesidir.

## Gereç ve yöntem

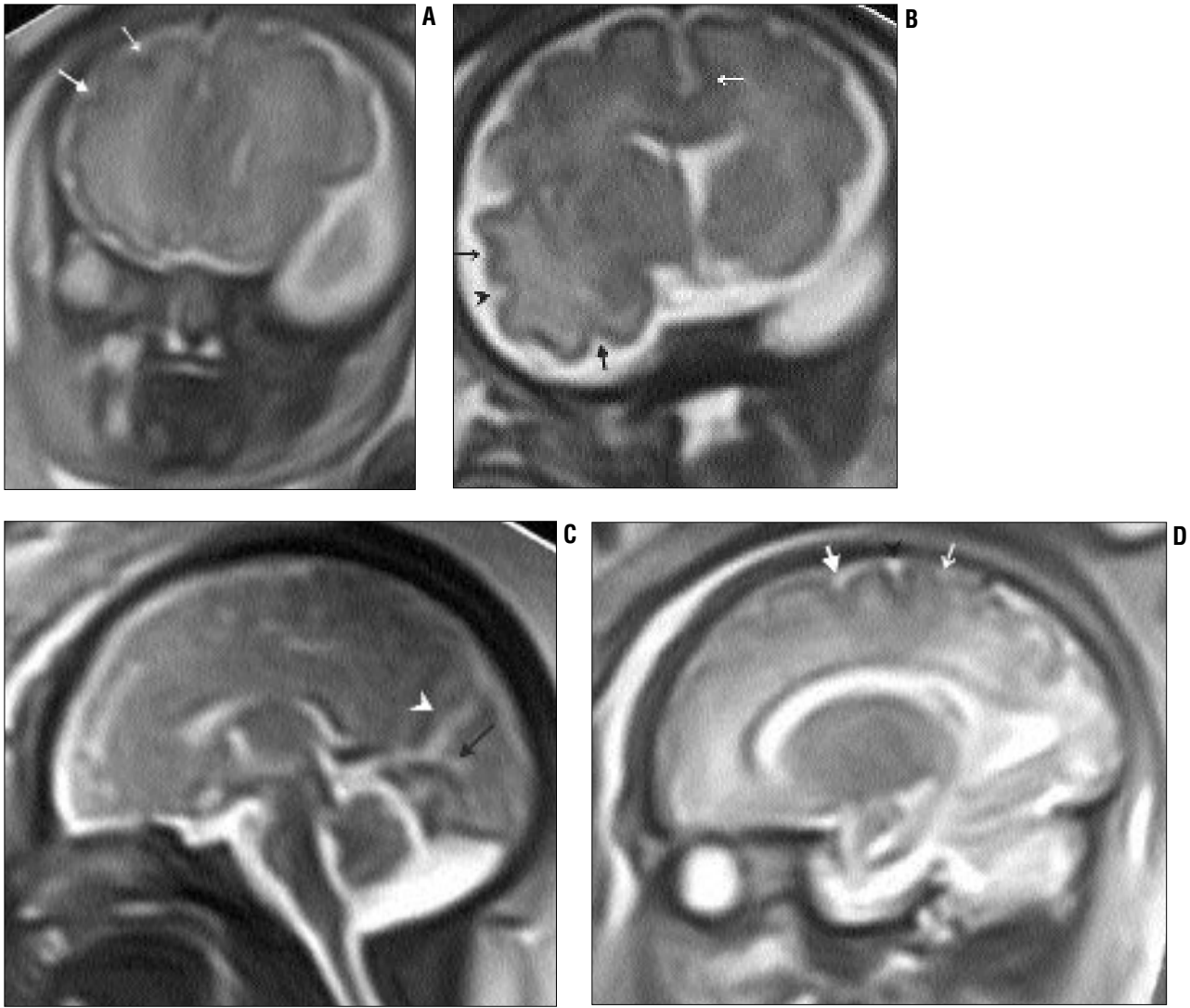
Ocak 2000 ve Haziran 2001 tarihleri arasında, klinik muayene ve/veya US inceleme ile fetal anomali tanısı konan ya da anomali şüphesi bulunan, II. ve III. trimesterdeki 42 gebe çalışma kapsamına alındı. MR görüntüleme öncesinde hastalara açıklama yapılarak onay istendi. Beş hastada klostrofobi nedeniyle, üç hastada da onay vermedikleri için MR görüntüleme yapılamadı. MR ile incelenen 34 olgudan 2'si anensefali, 1'i geniş oksipital ensefalosel ve 1'i alobar holoprozensefali nedeniyle çalışma dışı bırakıldı.

Gestasyonel yaş, son adet tarihi ve US kriterleri (gestasyonel kese çapı, baş-kaide uzunluğu, biparyetal çap, femur uzunluğu) birlikte değerlendirilerek tespit edildi. MR görüntüleme, 1.5 T MR cihazında (Mag-

Ü. Aksoy (E), Z. Yazıcı  
Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyoloji Anabilim Dalı,  
Bursa

22. Türk Radyoloji Kongresi'nde (26-31 Ekim, Antalya) sunulmuştur.

Gelişi: 26.11.2001 / Kabulü: 06.06.2002



**Resim 1.** A. 31 haftalık fetus. Frontal lobun anterior kesiminden geçen koronal HASTE görüntüsünde, superior frontal (*ince ok*) ve inferior frontal (*kalın ok*) sulkuslar izleniyor. B. 31 haftalık fetus. Üçüncü ventrikül seviyesinden geçen koronal HASTE görüntüsünde, singular (*beyaz ok*), superior temporal (*ince siyah ok*), inferior temporal (*siyah ok başı*) ve kollateral (*kalın siyah ok*) sulkuslar görülüyor. C. 36 haftalık fetus. Midsagittal HASTE görüntüsünde, paryetooksipital (*beyaz ok başı*) ve kalkanin (*siyah ok*) sulkuslar izleniyor. D. 36 haftalık fetus. Parasagittal HASTE görüntüsünde, presantral (*beyaz kalın ok*), santral (*siyah ok başı*) ve postsantral (*ince beyaz ok*) sulkuslar görülüyor.

netom Vision, Siemens, Erlangen, Almanya), "phased array" vücut sarmalı kullanılarak yapıldı. Kontrast madde verilmedi, maternal veya fetal sedasyon uygulanmadı. Olgular gebelik yaşına göre, supin ya da sol lateral dekübit pozisyonda incelendi. "Half-Fourier acquisition single-shot turbo spin-echo" (HASTE) sekansı (TR: 4.4, TE: 64, sapma açısı: 150°, kesit kalınlığı: 6 mm, kesitler arası boşluk: 0.1 mm, matriks: 160x256, FOV: 350 mm) kullanıldı. Her plan için görüntüleme zamanı ortalama 20 saniyeydi (18-24 saniye). Fetal başın üç düzlemde mümkün olan en ortogonal görüntüleri alındı. Her yeni plan için, bir önce-

ki çekimin görüntüleri kılavuz görüntü olarak kullanıldı.

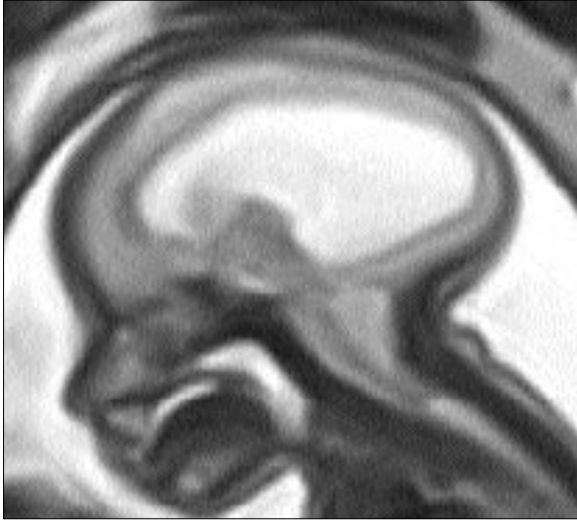
Olgular, MSS'de anormalliği bulunanlar (grup I) ve MSS'si normal olanlar (grup II) olmak üzere ikiye ayrıldı. Grup I'de 14 olgu, grup II'de ise 16 olgu yer aldı. Olguların gebelik yaşları 18 ile 36 hafta arasındaydı (ortalama 25 hafta) (Tablo 1).

MR görüntülerinde sulkal gelişim ve nöronal migrasyon değerlendirildi. Görüntüler, olguların gestasyonel yaşını bilmeyen iki radyolog tarafından birlikte incelendi ve uzlaşmayla karar verildi.

Sulkal gelişim değerlendirilirken, Garel ve ark.'nın normal fetuslarda,

fissür ve sulkusların MR'da ortalama görülme zamanını bildiren çalışması referans olarak kullanıldı (8). Bu çalışmanın sonuçlarına göre: 22-23. haftaya kadar interhemisferik, sylvian ve parietooksipital fissürler; 24-25. haftaya kadar singular sulkus ve kalkanin fissür; 27. haftaya kadar kollateral, santral ve presantral sulkuslar; 28. haftaya kadar postsantral ve intraparietal sulkuslar; 29. haftaya kadar superior ve inferior frontal sulkuslar; 27-32. haftaya kadar superior temporal sulkus ve 33. haftaya kadar inferior temporal sulkus MR'de görünür hale gelmektedir.

Nöronal migrasyonu değerlendir-



**Resim 2.** Arnold Chiari tip II malformasyonu olan 26 haftalık fetus. Midsagittal HASTE görüntüsünde, paryetooksipital, kalkarin ve singular sulkuslar izlenmiyor. Belirgin hidrocefali nedeniyle bu sulkuslar silinmiş olabilir.

mek için her fetusta serebral parankim katmanlarının sayısı ve sinyal intensitesi kaydedildi. Olgular, gebelik yaşlarına göre 21 haftanın altı, 21-31 hafta, 32 hafta-term olarak 3 grup altında toplandı. Normal fetüsler üzerinde yapılmış olan patoloji ve MR çalışmalarının sonuçlarına dayanarak, 32 haftanın üzerinde 2'den fazla parankimal katman görülmesi anormal kabul edildi (7,9,10).

## Bulgular

Otuz olguda incelenen toplam 420 fissür ve sulkusun %91'i, optimal olarak değerlendirilebildi ve hiç birinde gecikme saptanmadı (Resim 1). Fetal beyine göre ortogonal olmayan görüntüleme planları, hem grup I'de hem de grup II'de, fissür ve sulkusların %5'inin güvenilir şekilde değerlendirilmesine engel oldu. Grup I'de sulkus ve fissürlerin %2'si ve grup II'de %3'ü "blurring" etkisi nedeniyle ayrıntılı

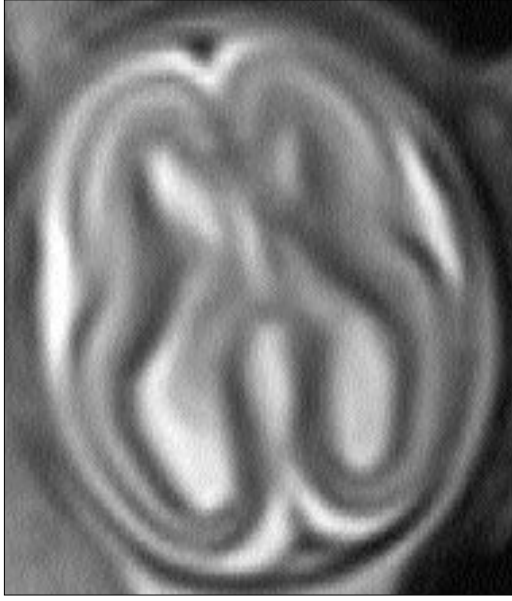
**Tablo 1.** Gestasyonel yaşa göre grup I ve II'deki fetüslerin dağılımı

	21 haftanın altı	21-31 hafta	32 hafta-term	Toplam
Grup I	3	9	2	14
Grup II	2	11	3	16
Toplam	5	20	5	30

**Tablo 2.** Merkezi sinir sistemi anormalliği bulunan (grup I) fetüslerin sulkal gelişimi

No	GY	Tanı	İnter-hemisferik	Sylvian	Paryeto-oksipital	Singular	Kalkarin	Kollateral	Santral	Pre santral	Post santral	Süp. frontal	İnf. frontal	Süp.tem poral	İnf.tem poral	Intra-paryetal
1	18	ACM	+	+	-	-	YP	YP	-	-	-	YP	YP	-	YP	-
2	19	Sakrokoksigeal teratom, VM spina bifida	+	+	-	-	YP	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	19	Kistik higr. Serv. Kolon. Gerilme	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	21	AÜT, KFA, KPK	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	21	AÜT, KPK, VM	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	22	Miyelo-sistosel	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	23	VM	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	23	Dandy-Walker malfr.	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
9	26	Oksipital ensefalosel	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-	-	+	-	-
10	26	ACM	+	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
11	27	ACM	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	-	+	-	-
12	31	ACM	+	+	+	-	**	YP	+	+	+	**	**	+	YP	YP
13	36	Renal agen. OHA, Mega sist. magna	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
14	36	IUGG, VM	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

GY: Gestasyonel yaş. (+): Sulkus görüldü. (-): Sulkus görülemedi. YP: Yetersiz plan nedeniyle değerlendirilemedi. (\*\*): "Blurring" artefaktı nedeniyle değerlendirilemedi. AÜT: Anormal üçlü test, KFA: Kompleks fetal anomali, IUGG: İntrauterin gelişme geriliği, OHA: Oligohidramniyos, VM: Ventrikülomegali, ACM: Arnold-Chiari tip II malformasyonu, KPK: Koroid pleksus kisti



**Resim 3.** 21 haftalık fetus. Aksiyal HASTE görüntüsünde, 4 parankimal katman izleniyor. İçten dışa doğru; germinal matriks, göç eden nöronların oluşturduğu sıra, beyaz cevher ve korteks.

olarak incelenemedi. Grup I'de hidrosefalisi olan 26-27 haftalık 3 olgudan Arnold Chiari tip II malformasyonu bulunan birinde kalkarin ve paryetoksipital, bir diğerinde kalkarin ve singular sulkuslar, oksipital sefaloseli bulunanda ise kalkarin sulkus görülemedi (Tablo 2 ve 3) (Resim 2).

Yirmi bir haftadan küçük tüm fetuslarda, serebral parankimde 3 katman

izlendi (Tablo 4 ve 5). 21-31 hafta arasında, grup I'de olguların %44'ünün ve grup II'de %73'ünün 4 katmanı vardı. 21-31 hafta arasındaki olgularda, parankimal katmanlar açısından grup I ve II arasında, Fischer'in kesin X<sup>2</sup> testine göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı (p>0.05) (Resim 3).

Grup I'de 31 haftanın altındaki tüm

fetuslarda parankimal katman sayısı normaldi. Ancak 36 haftalık olan 2 fetusta (%14) 3 katman görüldü. Bu görünüm normalde germinal matriks 32. haftaya kadar involüsyona uğradığı için anormal olarak kabul edildi. Bu fetuslardan mega sisterna magnası olan ilkinde gebelik bilateral renal agenezis nedeniyle sonlandırıldı. İkinci olguda intrauterin gelişme geriliği ve hafif ventrikülomegali bulunuyordu; bu olgu, doğumdan 2 gün sonra öldü. Her iki olguda da otopsi yapılmadı.

Grup II'de 32 haftanın üzerindeki tüm fetuslarda 2 katmanlı görünüm saptandı (Resim 4).

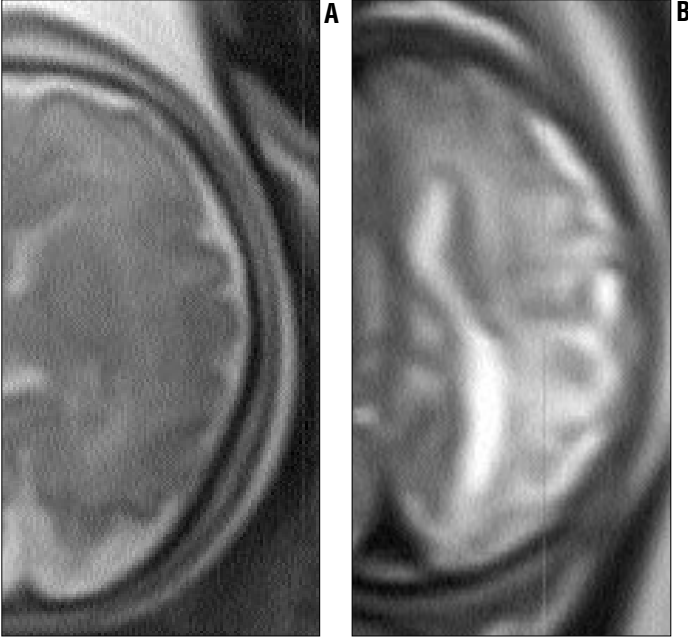
## Tartışma

Kortikal malformasyonlar, epilepsiyeye, motor, öğrenme, gelişim ve davranış bozukluklarına neden olabilir; diğer MSS anomalilerine eşlik ettiklerinde prognoz kötüleşir. Bu nedenle, antenatal dönemde saptanmaları çok önemlidir. Anormal kortikal gelişim riski taşıyan fetuslarda, radyolojik olarak sulkal gelişimin ve nöronal migrasyonun değerlendirilebilmesi,

**Tablo 3.** Merkezi sinir sistemi normal olan (grup II) fetusların sulkal gelişimi

No	GY	Tanı	İnter hemisferik	Sylvian	Paryeto-oksipital	Singular	Kalkarin	Kollateral santral	Pre-santral	Post-santral	Süp. frontal	Inf. fron	Sup. temp	Inf. temp	Intra-parietal
1	18	IUGG	+	+	-	-	YP	-	-	-	YP	YP	-	-	YP
2	20	AÜT	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	22	Bilat. renal age., OHA	+	+	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-
4	22	KKAM	+	+	+	-	-	YP	-	-	YP	YP	YP	YP	YP
5	22	OHA, AÜT	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	24	OHA, AÜT, IUGG	+	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
7	24	KKAM	+	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-
8	24	IUGG, OHA	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	-	+
9	24	Maternal ilaç kul.	+	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-
10	25	MKDB, OHA	+	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
11	26	IUGG, OHA	+	+	+	+	YP	-	+	-	-	-	+	-	+
12	30	MKDB	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
13	31	iskelet displazisi	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
14	32	Ileal atrezi	+	+	+	**	**	+	+	+	**	**	+	+	+
15	36	Bilateral hidronefroz	+	+	+	YP	+	+	+	+	**	**	+	+	**
16	36	Unilateral hidronefroz	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

GY: Gestasyonel yaş. (+): Sulkus görüldü. (-): Sulkus görülemedi. YP: Yetersiz plan nedeniyle değerlendirilemedi. (\*\*): "Blurring" artefaktı nedeniyle değerlendirilemedi. AÜT: Anormal üçlü test, IUGG: İntrauterin gelişme geriliği, OHA: Oligohidramniyos, KKAM: Konjenital kistik adenomatoid malformasyon, MKDB: Multikistik displastik böbrek



**Resim 4. A.** Merkezi sinir sistemi normal olan 36 haftalık fetus. Aksiyel HASTE görüntüsünde, serebral parankimde içte beyaz cevher, dışta korteksten oluşan 2 katman izleniyor. **B.** Mega sisterna magnası bulunan 36 haftalık fetus. Aksiyel HASTE görüntüsünde, içten dışa doğru germinal matriks, beyaz cevher ve korteksten oluşan 3 katman görülmüyor.

fetal beynin matürasyonunun saptanmasında, kortikal bozukluğun erken tanısında ve prognozun belirlenmesinde yardımcı olabilir (3). HASTE sekansı ile yapılan MRG'de, merkezi sinir sistemi gelişimi normal ve anormal olan fetuslarda, sulkal gelişim ve nöronal migrasyon detaylı bir şekilde değerlendirilebilmektedir.

Fetal nöropatoloji çalışmalarında, sulkusların her biri için kesin bir ortaya çıkış zamanı olduğu ve belirli bir ortaya çıkış sırası gösterdikleri saptanmıştır (11,12). Buna dayanarak gestasyonel yaşın güvenilir bir şekilde tahmin edilebileceği ve fetal beyin matürasyonunun değerlendirilebileceği bilinmektedir. Bu nedenle, fissür ve sulkusların ortalama görülme zamanları için referans teşkil edecek MR standartları oluşturmak amacıyla, çalışmalar yapılmıştır (3,8,9).

Nöropatoloji çalışmalarının sonuçları ile karşılaştırıldığında, MR'de sulkusların daha geç görüldüğü saptanmıştır (3, 8). Bunun sebebi; MR'de kesit kalınlığının nöropatoloji çalışmalarındaki kıyasla çok daha fazla olması, uzaysal çözünürlüğün eksikliği, her zaman fetal beyne ortogonal planlarda görüntülemenin mümkün olmaması

ve "blurring" gibi artefaktlardır (8). Yapılan MR çalışmalarının sonuçları arasında da farklılık mevcuttur (3, 8). Levine ve Barnes'ın çalışmasında, MR'de normal fetal beynin sulkasyonu, anatomik çalışmaların sonuçlarına göre ortalama 2 haftalık bir gecikme gösterirken, Garel ve ark.'nın çalışmasında bu fark 1 haftadır (3,8). İlk çalışmada olgu sayısı 53'tür; 38'inde görüntü planları fetal başa ortogonal değildir; ayrıca, fetusların gestasyonel yaşı son adet tarihine göre belirlen-

miştir (3). İkinci çalışmada ise, olgu sayısı 173'tür; gebeler tetkik öncesi sedatize edildiği için tüm olgularda ortogonal planlar üzerinde çalışılmış ve fetal yaşlar gestasyonel yaş 12 hafta iken US ile teyit edilmiştir (8). Bu nedenle çalışmamızda, Garel ve ark.'nın elde ettiği sonuçları referans olarak kullandık.

Üç olgu hariç sulkusların görülme zamanında gecikme saptamadık. Hidrosefalinin eşlik ettiği Arnold Chiari tip II malformasyonu bulunan iki ve oksipital sefaloseli bulunan bir olguda kalkanin sulkus demonstre edilemedi. Bu olgulardan birinde ek olarak parietookspital ve bir diğerinde de singular sulkus görülemedi. Levine ve Barnes'ın serisinde de nöral tüp defekti ve ventrikülomegali bulunan bir olguda, kalkanin ve parietookspital sulkusların izlenemediği ve ventrikülomegaliye bağlı olarak bu sulkusların silinebileceği öne sürülmüştür (3). Bizim olgularımızda da, kronolojik olarak parietookspital, kalkanin ve singular sulkuslardan daha geç ortaya çıkması beklenen sulkuslar (örneğin, santral sulkus) mevcuttu. Bu nedenden dolayı, olgularımızda bu sulkusların görülmemesinin, fokal sulkasyon anormalliği olabileceği gibi, obstrüktif hidrosefaliye sekonder silinmeye bağlı olabileceğini de düşündük.

Levine ve Barnes, MSS'si anormal olan fetuslarla normal olanlar arasında, sulkal gelişimde 2 haftalık bir ge-

**Tablo 4.** Grup I'de serebral parankimal katmanlar

	21 haftanın altı	21-31 hafta	32 hafta-term	Toplam
2 katman	0	0	0	0
3 katman	3	5 (%56)	2	10 (%71)
4 katman	0	4 (%44)	0	4 (%29)
Toplam	3	9	2	14

**Tablo 5.** Grup II'de serebral parankimal katmanlar

	21 haftanın altı	21-31 hafta	32 hafta-term	Toplam
2 katman	0	1 (%9)	3	4 (%25)
3 katman	2	2 (%18)	0	4 (%25)
4 katman	0	8 (%73)	0	8 (%50)
Toplam	2	11	3	16

çikme bildirmektedir (3). En uzun gecikme holoprozensefali, geniş ensefalosel, korpus kallozum agenezisi ve porenselalinin eşlik ettiği ventrikülo-megalide ortaya çıkmıştır. Belirgin malformasyonu olan beyinde kortikal işaretler güvenilir değildir ve kortikal matürasyonun değerlendirilmesi prognozu değiştirmeyeceği için gereksizdir (3). Bu nedenle çalışmamıza holoprozensefali ve geniş ensefaloselli olgular dahil edilmemiştir.

Nöral hücreler 7. haftadan itibaren germinal matriksten doğar ve 22-26. haftaya kadar beyin yüzeyine doğru göç ederek korteksi oluşturur. Germinal matriks, ventrikül duvarını tamamen saran kesintisiz bir hücreler tabakasıdır ve 31-32. haftaya kadar involüsyona uğrar (13). Germinal matriks, göç eden hücreler, beyaz cevher ve korteks, serebral parankimde ayırtilebilir katmanlar oluşturur. Nöropatoloji çalışmalarının sonuçlarına göre; normal fetuslarda izlenen bu parankimal katmanlanma, öngörülebilir gelişimsel bir sıra göstermektedir, bu nedenle, nöronal migrasyon bozukluklarının erken tanısı mümkün olabilir (11,14).

MR görüntüleme, kullanılan sekansa bağlı olarak değişik serebral katmanlanma paternleri izlenebilir. Bizim kullandığımız HASTE sekansında en içteki hipointens katman germinal matrikse, en dıştaki göreceli olarak düşük sinyal intensitesine sahip katman, kortekse karşılık gelmektedir (9,10). Beyaz cevher hiperintens; beyaz cevher içinde ara zondan migrasyon gösteren glial hücreler, germinal matriks ve kortekse göre hafif hiperintensdir. Bu intensite farklılıkları tam olarak açıklanamamıştır. Germinal matriks, korteks ve göç eden hücre

katmanındaki intensite düşüklüğünün yüksek sellüler yoğunluğa, beyaz cevherdeki intensite yüksekliğinin ise yüksek su içeriğine bağlı olduğu sanılmaktadır (7,9).

Literatürdeki diğer araştırmalar incelendiğinde; T1 ağırlıklı spin eko sekansı ile 33 normal fetusun incelendiği bir çalışmada, 23-28 haftada serebral parankim çok katmanlı izlenirken, 28. haftadan sonra sadece 2 katman saptanmıştır; germinal matriks ve korteks hiperintens, göç eden hücre tabakası ve beyaz cevher hipointensdir (7). Lan ve ark.'nın, HASTE sekansı ile yaptıkları çalışmada, 12-23 haftada 2-3 katman, 24-26 haftada 3 katman ve 27-29 haftada 2 katmandan söz edilmektedir. (9). Chung ve ark.'nın çalışmasında ise HASTE ve ek olarak TRUE FISP sekansı kullanılmış, 16. haftada 3, 19-22 haftada 4 ve 34. haftada 2 katman izlendiği bildirilmiştir (10). Dört katmanlı beyin parankimi görünümünün ara zonda migrasyon gösteren nöronlara bağlı olduğu düşünülmektedir ve bizim serimizde de olguların %40'ında izlenmiştir (7).

Lan ve ark. 25 normal fetus ve Chung ve ark. 10 normal fetus üzerinde çalışmıştır. Bizim sonuçlarımız ise 30 fetusu içermektedir ve bunlardan 14'ünün MSS'si anormaldir. Grup I'deki 14 olgudan 36 haftalık olan ikisinde, saptanan 3 katmanlı parankimal tabakalanma anormal olarak kabul edilmiştir. Ayrıca literatürdeki hiçbir çalışmada, MSS'si normal olan bu yaştaki fetuslarda 2'den fazla serebral katman bildirilmemiştir (7, 9, 10). Grup I'den farklı olarak, MSS'si normal olan grup II'de ne sulkasyonda ne de migrasyonda gecikme saptanmamıştır.

Çalışmamızda ve literatürdeki diğer

çalışmalarda giral gelişim ve nöronal migrasyon, farklı iki süreç olarak değerlendirilmektedir. Ancak belirtmek gerekir ki, girus ve sulkusların gelişimi, nöronal migrasyonun doğrudan sonucudur (15). Lizenefali ve pakigri gibi sulkal gelişimin yetersiz olduğu anomaliler, nöronal migrasyon bozukluğuna bağlıdır. Geniş gri cevher heterotopilerinde de, komşu kortekste sulkal gelişim genellikle geri kalmaktadır. Nöronal migrasyon bozukluğu olduğunu düşündüğümüz iki olgumuzda, sulkal gelişim normaldi.

MR'de kesit kalınlığının 6 mm olması geometrik rezolüsyonu kısıtlamaktadır ve küçük fokal anormalliklerin saptanmasında yöntemin yetersiz kalmasına neden olabilir. Ayrıca, serebral parankimal katmanlar değerlendirilirken, germinal matriksin fetal beynin her tarafında homojen şekilde gözlenmediği ve fetal yaşla orantılı şekilde ventrikül duvarında farklı lokalizasyon ve kalınlıklarda görülebileceği akılda tutulmalıdır (16).

Sonuç olarak, fetal kortikal matürasyonun göstergeleri olan sulkal gelişim ve nöronal migrasyon, HASTE sekansı kullanılarak yapılan MRG ile değerlendirilebilmektedir. Merkezi sinir sistemi anomalisi bulunan olgularda MRG, fetal beynin matürasyonu hakkında ayrıntılı ek bilgi sağlamaktadır. Ancak, fetal MRG'nin heterotopi ve diğer kortikal gelişim malformasyonlarını saptamadaki duyarlılığı henüz tam olarak bilinmemektedir. MSS anomalisi bulunan fetuslarda MR'nin duyarlılığının ve MR bulgularının prognostik değerinin belirlenebilmesi için, MR bulgularının patolojik inceleme veya postnatal izlem ile test edileceği, geniş serileri içeren çalışmalara ihtiyaç vardır.

## THE ASSESSMENT OF SULCAL DEVELOPMENT AND NEURONAL MIGRATION IN FETAL BRAIN WITH MRI

**PURPOSE:** The aim of this study is to evaluate the sulcal development and the neuronal migration in fetuses with normal and abnormal central nervous system development with prenatal MRI.

**METHODS AND MATERIALS:** Thirty patients with gestational ages between 18 and 36 weeks (mean 25 weeks) were imaged in a 1.5 T MR unit with HASTE sequence (TR: 4.4, TE: 64, flip angle: 150). Fourteen fetuses had CNS abnormalities (Group I), and 16 had normal CNS (Group II). Two radiologists analysed the development of sulcation and cerebral parenchymal layering.

**RESULTS:** Ninety-one percent of sulci and fissures were evaluated confidently, but 5% could not be assessed because of non-orthogonal imaging planes, and 3% because of "blurring" artifact. In 3 cases with overt hydrocephaly, calcarine, parietooccipital and cingular sulci could not be observed. No delay in sulcal development was observed in other cases. The number of parenchymal layers were 2-4 in all fetuses less than 32 weeks of both groups and 2 in those more than 31 weeks of group II. In 2 cases which were 36 week old age in group I, neuronal migration was delayed. In group II, all cases had a normal cerebral layering pattern.

**CONCLUSION:** As markers of cortical maturation, sulcal development and migration disorders can be evaluated in the antenatal period with MRI. MR imaging may be used as a complementary modality for patients who are at risk of abnormal cortical development and a positive family history.

TURK J DIAGN INTERVENT RADIOL 2002; 8:388-394

### Kaynaklar

1. Barkovich AJ, Gressens P, Evrard P. Formation, maturation, and disorders of brain neocortex. *AJNR* 1992; 13:423-446.
2. Simon EM, Goldstein RB, Coakley FV, et al. Fast MR imaging of fetal CNS anomalies in utero. *AJNR* 2000; 21:1688-1698.
3. Levine D, Barnes PD. Cortical maturation in normal and abnormal fetuses as assessed with prenatal MR imaging. *Radiology* 1999; 210:751-758.
4. Şener RN. Obstetrik MRG ile fetal santral sinir sisteminin değerlendirilmesi. *Tanısal ve Girişimsel Radyoloji* 1999; 5:468-471.
5. Aksoy Ü, Yazıcı Z. Fetal merkezi sinir sisteminin incelenmesinde MRG'nin yeri. *Tanısal ve Girişimsel Radyoloji* 2001; 7:307-314.
6. Tetik S, Kaya A. Prenatal US ve MRG ile tanı konulan kranyotorakoomfalopagus. *Tanısal ve Girişimsel Radyoloji* 2000; 6:122-126.
7. Girard N, Raybaud C, Poncet M. In vivo MR study of brain maturation in normal fetuses. *AJNR* 1995; 16:407-413.
8. Garel C, Chantrel E, Brisse H, et al. Fetal cerebral cortex: normal gestational landmarks identified using prenatal MR imaging. *AJNR* 2001; 22:184-189.
9. Lan LM, Yamashita Y, Tang Y, et al. Normal fetal brain development: MR imaging with a half-Fourier rapid acquisition with relaxation enhancement sequence. *Radiology* 2000; 215:205-210.
10. Chung HW, Chen CY, Zimmerman RA, Lee KW, Lee CC, Chin SC. T2-weighted fast MR imaging with true FISP versus HASTE: comparative efficacy in the evaluation of normal fetal brain maturation. *AJR* 2000; 175:1375-1380.
11. Chi JG, Dooling EC, Gilles FH. Gyral development of the human brain. *Ann Neurol* 1977; 1:86-93.
12. Dorovoni-Zis K, Dolman CL. Gestational development of brain. *Arch Pathol Lab Med* 1977; 101:192-195.
13. Barkovich AJ. Normal development of the neonatal and infant brain, skull, and spine. In: *Pediatric neuroimaging*. Barkovich AJ, ed. 3rd ed. Philadelphia; Lipincott Williams&Wilkins, 2000; 13-69.
14. Brisse H, Fallet C, Sebag G, Nessmann C, Blot P, Hassan M. Supratentorial parenchyma in the developing fetal brain: in vitro MR study with histologic comparison. *AJNR* 1997; 18:1491-1497.
15. Klucznik RL, Wolpert SM, Anderson ML. Congenital and developmental abnormalities of the brain. In: *MRI in pediatric neuroradiology*. Wolpert SM, Barnes PD, eds. 1st ed. St Louis; Mosby Year Book 1992; 83-120.
16. Girard NJ, Raybaud CA. In vivo MRI of fetal brain cellular migration. *J Comput Assist Tomogr* 1992; 16:265-267.