

Doğumsal Kalp Hastalıklarının Tanısında Manyetik Rezonans Görüntüleme

Nurettin ÜNAL*, Metin MANİSALI**, Timur MEŞE*, Suphi HÜDAOĞLU*,
Şemsettin YUNUS*, Gül Sağın SAYLAM*, Adnan AKÇORAL*

Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi, İZMİR

**Pediatrik Kardiyoloji Bilim Dalı*

***Radyodiagnostik Departmanı*

Doğumsal kalp hastalıklarının tanısında EKG tetiklemeli manyetik rezonans görüntüleme (MRG) yöntemi ile elde edilen bulgular, ekokardiyografi ve kateter-anjiokardiyografi sonuçları ile karşılaştırıldı. Kardiyovasküler patolojilerin incelemesinde kullanılan parametrelerden T1 ağırlıklı spin eko manyetik rezonans görüntüleri, anatomik yapıların belirlenmesinde; sine-gradient eko manyetik rezonans görüntüleri ise akım gibi fonksiyonel değişikliklerini incelemede daha etkin bulundu.

GKDC Dergisi 1998;6:15-23

Magnetic Resonance Imaging in Diagnosis of Congenital Heart Diseases

ECG triggered magnetic resonance imaging (MRI) findings were compared with the results of echocardiography, catheterization and angiographic images in congenital heart diseases as a preliminary study. T1 weighted spin echo magnetic resonance imaging was found useful in demonstrating the morphology and cine gradient echo magnetic resonance images were effective in identifying flow changes.

Giriş

Doğumsal kalp hastalıklarının radyolojik tanısında son 18 yılda gittikçe popülerite kazanan MRG, kalp ve büyük damarların yüksek rezolüsyonda görüntülenebilmesi, anatomik ve fonksiyonel bilgiler sağlayabilmesi nedeni ile birçok merkezde sıkça kullanılmaya başlanmıştır (1,3). İnvaziv olmayışı, kontrast madde ve ionizan ışın kullanılmaması, çok iyi yumuşak doku kontrastı ve üç boyutlu görüntü sağlaması avantajlarına karşılık halen alternatiflerine göre manyetik rezonans (MR) incelemenin pahalı oluşu, tetkikin uzun sürebilmesi, ayrıca ülkemizde MRG içinkardiyovasküler alanda yeterli tecrübe birikiminin olmaması etkin kullanımını engellemektedir (1,2). Yine de invaziv araştırmaların yapılamadığı, ekokardiyografinin görüntülemeye yetersiz olduğu bazı

olgularda özellikle akut post operatif dönemde, göğüs kafesine ait tüp, yeni sütürler, deformite ve hastalıkların varlığında anatomik ve fonksiyonel bilgilerin her ikisini de MRG ile elde etmek mümkün olabilmektedir. Bu çalışmada doğumsal kalp hastalıklarının tanısında ekokardiyografi ve kardiyak kateter-anjiografiye göre MRG'nin yeri araştırılmıştır.

Gereç ve Yöntem

Aralık 1995 – Aralık 1997 tarihleri arasında Pediatrik Kardiyoloji bilim dalında doğumsal kalp hastalığı saptanan olgulardan, MRG yapılan 39 olgunun bulguları, 2 boyutlu, Doppler ve renkli Doppler ekokardiyografi, kateter ve anjiografi bulguları ile prospektif karşılaştırılmıştır. Çeşitli renk ve teknik nedenlerle 6 hasta çalışmadan çıkarılmış, çalışmaya alınan 33 hastanın en küçüğü 9

günlük en büyüğü 10 yaşında olup grubun yaş ortalaması 2.5 yıl bulunmuştur. Prospektif olarak yürütülen bu çalışmada MRG sonuçlarının değerlendirilmesi, ekokardiyografi ve kateter-anjiyografi bulgularından habersiz olarak gerçekleştirilmiştir.

Hastalarımızın tümüne MRG öncesi ekokardiyografik çalışma yapılmış olup, 21 hastaya MRG öncesi, 18 hastaya MRG sonrası kardiyak kateterizasyon - anjiyografi uygulanmıştır. Tablo 1'de hastalara ait ekokardiyografik ve anjiyografik bulgular izlenmektedir.

Tablo 1. 33 hastanın ekokardiyografi ve MRG bulguları. EKO: İki boyutlu, Doppler, renkli doppler ekokardiyografi ve MRG: manyetik rezonans görüntüleme, PFO: patent foramen ovale, PA: pulmoner arter, MAPKA: Major aortopulmoner kollateral, PDA: Patent duktus arteriosus, ASD: Atrial septal defekt, VSD: Ventriküler septal defekt, d-TGA: Büyük damarlara transpozisyonu, BAS: Balon atrial septostomi, PS: Pulmoner stenoz, DORV: Çift çukamb sağ ventrikül, TY: Triküspid kapak yetersizliği

No	Yaş	Cinsiyet/Ağırlık	Ekokardiyografik (EKO)	Kardiyak kateterizasyon ve Anjiyografi (KKA)	MRG
1	6	K/14	Fallos tet., PFO	+Ana PA, sağ PA hipoplazik	EKO+KKA ile aynı
2	2	K/1	Fallos tet., Sağ arkus Ao., ASD	EKO ile aynı	-Hipoplazik PA
3	7	F/20.7	Fallos tet.	EKO+MAPKA	EKO+KKA ile aynı
4	1.5	E/10	Fallos tet., PFO, MAPKA	EKO ile aynı	EKO+KKA ile aynı
5	2.5	E/13	Fallos tet.	EKO+MAPKA	EKO+KKA ile aynı
6	3.5	E/13	Fallos tet.	EKO ile aynı	EKO+KKA ile aynı
7	3	E/12	Fallos tet. - Sol B-T geçit	EKO ile aynı	EKO+KKA ile aynı
8	22 Ay	E/10.5	Fallos tet. PDA	EKO ile aynı	EKO+KKA ile aynı+MY
9	14 Ay	E/13.6	Fallos tet. MAPKA	EKO ile aynı	EKO+KKA ile aynı
10	10	K/25	VSD+ Pul. atresi, ASD, TY, PDA	EKO+MAPKA	EKO+KKA ile aynı
11	8	E/21	Trunkus Tip I	EKO ile aynı	-TY
12	2	E/4.7	d-TGA, PDA, ASD (BAS)	EKO ile aynı	EKO+KKA ile aynı
13	9/365	F/13.5	d-TGA, ASD (BAS), VSD	d-TGA, ASD (BAS), VSD	EKO+KKA ile aynı
14	1	K/8.3	d-TGA, ASD (BAS), VSD, PS (banding)	EKO ile aynı	EKO+KKA ile aynı
15	6 Ay	E/4.9	d-TGA, PDA, VSD, PS	EKO+PFO	EKO+KKA ile aynı
16	4 Ay	F/4.5	d-TGA, ASD, VSD	EKO+PFO	EKO+KKA ile aynı
17	1.5	K/8	DORV, d-TGA, VSD, PS, PFO, PDA	EKO ile aynı	DORV, d-TGA, VSD, PS, PFO (PDA görüntülenmedi)
18	5	K/19	Deletotarih, DORV, d-TGA, VSD, PS, TY	EKO+Sitüs inversio totalis, Peristan sağ VCS	EKO+KKA ile aynı
19	7	E/16.8	DORV, d-TGA, ASD, VSD, PS, Minimal Atriyal	EKO+Peristan sol VCS	EKO+KKA ile aynı
20	15/365	K/7.4	ASD, VSD, TY, Triküspid kapak hipoplazisi	Yapılmadı	EKO+BN ve PA hipoplazisi
21	11 Ay	K/5	ASD, VSD, PS, PDA, Triküspid kapak atrezisi	EKO ile aynı	ASD, PDA, Triküspid kapak atrezisi (?)
22-23			Aort köküklenmesi	EKO ile aynı	EKO+KKA ile aynı

MRG öncesi hastaların sedasyonu için çalışmanın ilk dönemlerinde demerol-fenergan-torazin karışımı, daha sonraları rektal midazolam ile sedasyon ve bazı hastalar için de Anesteziyoloji Anabilim dalı desteği ile katarlar ve midazolam ile sedasyon uygulanmıştır. Görüntülemeler sırasında solunumları yakından takip edilen hastalarda hiçbir sorunla karşılaşmamıştır.

MR inceleme tekniği

1.0 tesla gücünde süperkondatif MRG cihazında (Siemens Magnetom SP 42) gerçekleştirilen bu çalışmada güçlü sinyal elde edebilmek için bazı olgularda, hastanın iriliğine göre değişmek üzere, vücut sarmalı yerine baş sarmalı kullanılmıştır. MRG incelemeleri EKG tetiklemeli T1 ağırlıklı spin eko görüntülemelerde, TR hastanın EKG'sindeki iki R dalgası arasında geçen süre tarzında değişken natürde gerçekleştirilmiştir. TE: 25 msn düzeyinde tutulmuştur. Hastanın vücut yapısının iriliğine göre değişmek üzere kesit kalınlıkları 5-7 mm, peşpeşe gelen kesitlerde ise kesit aralığı 0.5-0.75 mm olarak belirlenmiştir. Üç sinyal elde edinimi 150-250 FOV ve 128x256-156x256 matrix görüntüler rekonstrükte edilmiştir. EKG tetiklemesine gradient eko görüntüleme hastaya verilen sedasyonun etkinliğine göre (süre ve ses yönünden) turbo FLASH veya FSP sekanslarıyla 6-8 mm kesit kalınlığıyla yapılmıştır. Aynı anatomik düzlemde, kalp seviyesinde iki R dalgası arasında 12 değişik kardiyak fazla görüntüleme yapılırken, medias-ten düzeyinde büyük vasküler yapılar seviyesinde inceleme süresini mümkün olduğu kadar kısa tutmak için 6 fazda görüntüleme yapılmıştır. İnceleme süresi ortalama 50 dakika civarında sürmüştür.

MRG Düzlemleri

İlk olarak mediasteninin uzun aksına dik eksende EKG tetiklemeli T1 ağırlıklı transvers spin eko ve sine gradient eko MR görüntüleri alınmıştır. Takiben kalbi fonksiyonel aksında görüntülemek amacıyla, atriyoventriküler kapakların orta

kısmı düzeyinde ve sol ventrikül çıkımı seviyesinde kalbin uzun aksına paralel sine gradient eko dört odacık MR görüntüler elde edilmiştir. Transvers görüntüleri klinik olarak ön tanıda transpozisyon veya Fallot tetralojisi düşündürülen olgularda aortik kök ve sağ ventrikül çıkımına yönelik modifiye kısa aks sine gradient eko MR görüntüler alınmış olup bazı olgularda arkus aortanın uzun aksına paralel oblik sagittal T1 ağırlıklı spin eko ve sine gradient eko MR görüntüler elde edilmiştir. Her bir anatomik düzlemde değişik fazlarda elde edilen gradient eko MR görüntüler sinematik olarak izlenerek o bölgedeki şantlar ve akan kan dinamiği değerlendirilmiştir.

Bulgular

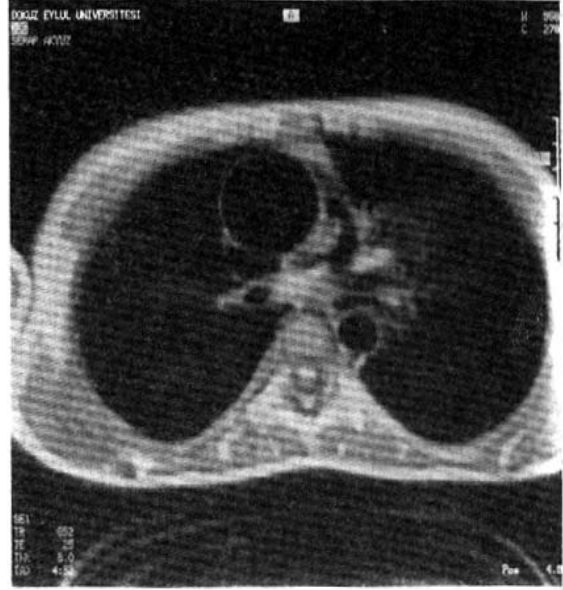
Otuzdokuz olguluk serinin 33'ünde MRG değerlendirmeye alınmıştır. İki olgu ise görüntü kalitesindeki yetersizlikten dolayı çalışma dışında bırakılmıştır. 31 olguda (%94.9) ekokardiyografi ve anjiyografide saptanan doğumsal anatomik yapı MRG ile ortaya konulabilmiştir. Birer adet minör aortopulmoner kollateral, patent duktus arteriozus ve perimembranöz VSD MR ile saptanamamıştır.

Büyük damar yapılarının değerlendirilmesinde spin-eko görüntülerde morfoloji net olarak izlenebilmektedir. Büyük arterlerin transpozisyonu tanımlı 8 hastada büyük damar yapıları transvers ve oblik sagittal modifiye kısa aks MR görüntülerde ortaya konmuştur (Resim 1). Yine bu olgularda balon artrial septostomi ile oluşturulan ASD'ye ait MR görüntüleri diğer 5 olgu gibi net olarak izlenmiştir (Resim 2).

Yine doğumsal kalp hastalıklarının tedavilerinin belirlenmesinde değerlendirilmesi gerekli olan pulmoner arterler gradient eko görüntülemelerle anjiyografi kadar değerlidir. VSD-pulmoner atrezili bir olguda genel durumun kritik olması nedeniyle yapılamayan anjiyografi nedeniyle, pulmoner arter dalları MR ile



Resim 1. Büyük arter transpozisyonunda aortanın ön ventrikülden çıkışı



Resim 3. VSD+Pulmoner atrezili olgudaki major aorta pulmoner kollateral arterler



Resim 2. ASD'ye ait görünüm

değerlendirildi (Resim 3). Rastelli operasyonu planlanan bir hasta için sol pulmoner arter görüntülenmesinde MRG son derece faydalı olmuştur.

Değişik doğumsal kalp hastalıkları ile beraber bulunan, ekokardiyografi ve anjiyografi ile saptanan 18 VSD'ye ait MR görüntüsü 17

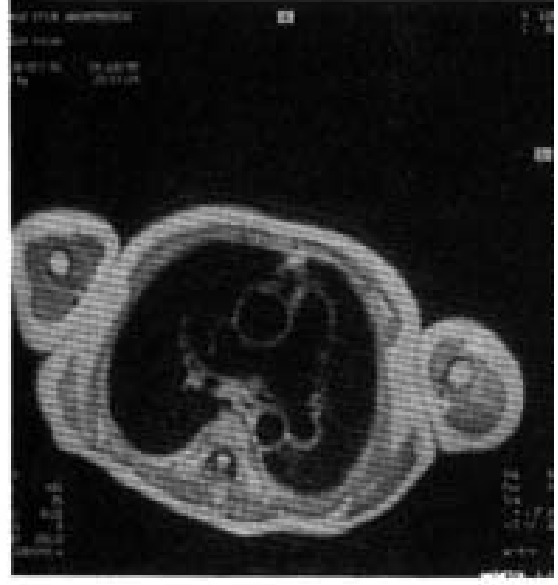
vakada gradient eko imajlarda şanta bağlı sinyal kaybının köken aldığı bölge olarak lokalize edilmiştir. Büyük arter transpozisyonlu sağ ventrikül hipoplazisi bulunan 20 nolu olguda ventriküler havuzun hipointens gözlenmesi nedeniyle VSD'nin kaynaklandığı bölge saptanamamıştır. Perimembranöz outlet ve malalingment gösteren VSD'ler oblik sagittal ve sol ventrikül çıkımı düzeyinden geçen dört odacık görüntülerde daha net olarak saptanmıştır (Resim 4) (4).

Patent duktus arteriozuslu olgularda indirekt bulgu olarak sol pulmoner arter genişliği, bir olgu dışında ise aortadan sol pulmoner arter lümenine duktus yolu ile oluşan jet ve turbülansa ait sinyal kayıpları saptanırken, duktusun MR ile saptanamadığı olduğu (17 nolu olgu) şantın yeterli şiddet ve sürede sinyal değişimine yol açmadığı düşünülmüştür (5,6).

Fallot tetralojili 9 hastanın hepsinde anatomik yapı net olarak izlenmiştir. Sağ ventrikül hipertrofilerini gösterilmesinde gradient eko görüntüler T1 spin eko görüntüler kadar başarılı bulundu (Resim 5). Yine transvers kesitlerde bu yöntemlerle aort dekstropozisyonu, sağ arkus aorta saptandı. İnfundibuler



Resim 4. Malalignment VSD'nin spin eko MRG görüntüleri



Resim 6. Sağ üst pulmoner arter yokluğu olan Fallot tetraloji olgusu



Resim 5. Fallot tetralojisinde gradient eko MRG görüntüünde aorta ve pulmoner arter çıkışları



Resim 7. Aortanın spin eko (a) ve gradient eko (b) MR görüntüsü

stenoz kısa aks kesitlerde darlığa bağlı oluşan jet ve türbülans net olarak izlenmiştir.

Trunkus arteriozus Tip 1 tanı 1 olguda anatomik patoloji net olarak ortaya konulabilmişken, VSD pulmoner atrezili bir olguda desendan aortadan köken alan kollateraller izlenmiştir (Resim 3). Major aortopulmoner kollateraller Fallot tetralojili iki olguda anjiyokardiyografi ile uyumlu olarak gösterilmiş, bir

olguda ise minör aortopulmoner kollateral MR ile saptanmıştır. Sine gradient eko görüntülerde stenoz sonucu oluşan hemodinamik değişiklikler izlenmiştir.

Aort koarktasyonu olan onüç olguda koarktasyon bölgesi, tipi ve şiddeti net olarak değerlendirilmiştir.

Tartışma

Doğumsal kalp hastalıklarının konvansiyonel tanısında 1980'lerin ikinci yarısından itibaren uygulanmaya başlayan, halen nispeten az klinik kullanımı olan MRG'nin yeri giderek artmaktadır. Noninvaziv ve mükemmel yumuşak doku kontrastı sağlaması nedeniyle doğumsal kalp hastalıklarının tanısında bilgisayarlı tomografiden (BT) daha iyidir (1,4). Yüksek rezolüsyon kapasitesi, üç boyutlu görüntü elde etme olanağı belirgin avantajları iken pahalı oluşu, geleneksel tekniklere göre (ekokardiyografi, anjiyokardiyografi, nükleer kardiyoloji, BT) daha karmaşık oluşu, uzun sürmesi, değerlendirilmesinde yetişmiş eleman azlığı dezavantajları olmaktadır. Bununla beraber ekokardiyografinin derinlik ve görüntü rezolüsyonundaki kısıtlılıklar, anjiografinin invaziv olması, kontrast madde ve ionizan ışın kullanımı sorunlar oluşturmaktadır. Toraks içindeki tüm yapılar MRG ile aynı oranda görüntülenebilir. MRG bu özellikleri ile ekokardiyografiye postoperatif olgularda, şişman kişiler ve göğüs deformitesi olanlarda avantaj sağlar. Halen MRG'nin doğumsal kalp hastalıkları tanısındaki yeri not olarak belirlenmiş değildir (7,10).

İncelemenin temelini oluşturan spin eko sekanslarında görüntülerin artefaktlardan arıtılması için EKG ile kalp atımlarına uyum sağlanmaktadır. Spin eko MRG koronal, sagittal veya kompleks planlarda elde edilen görüntüler çeşitli görüş açıları sağlamaktadır. Doğumsal kalp hastalıklarını değerlendirmede segmental yaklaşım geçerli bir yöntemdir. Bu nedenle MR görüntülerinin sistematik olarak incelenmesi önemlidir. Atrial situs ve sistemik ve venöz bağlantıların değerlendirilmesinde atrial appendiklerden ve veya kava inferiorun vertebral

kolan ile ilişkisinden faydalanılmaktadır serimizdeki bir olguda (7 nolu) persistan sağ VCI, hemiazigos ve azigos devamlılığı da saptanmıştır. Anormal pulmoner venöz dönüşün saptanmasında şu an geçerli en iyi yöntem olarak bildirilen BRG incelemelerdeki hiçbir olgumuzda bu anatomik patoloji olmadığı için değerlendirilememiştir (1,11,12).

Artrial septum bir çok kesitte değerlendirilebilmektedir. Oblik kesitlerde fossa ovalis tabanının yeterli görüntülenmemesi 2 boyutlu ekokardiyografideki drop out görüntülere benzer yanlış ASD tanısına yol açabileceğinden, diğer kesitlerden bu tanının doğrulanması gerekmektedir (1).

Atrioventriküler (AV) bağlantıların değerlendirilmesinde konkordant, diskordant, çift girim (double inlet), AV bağlantı yokluğu saptanabilmektedir. Bir olgumuzda var olan triküspit atrezisini değerlendirmede şüphede kalınmışsa da, mitral atrezisi olan bir vakada patoloji iyi görüntülenmiştir. Bu tip AV kapakların değerlendirilmesinde ekokardiyografi daha üstün görülmektedir (1).

Değişik doğumsal kalp hastalıkları ile beraber bulunan, ekokardiyografi ve anjiyografi ile saptanan 18 VSD'ye ait MR görüntüsü 17 vakada transaksyonel planda inlet ve trabeküler septuma paralel olarak elde edilen kesitlerde gradient eko imajlarda şanta bağlı sinyal kaybının köken aldığı bölge olarak lokalize edilmiştir. Büyük arter transpozisyonlu sağ ventrikül hipoplazisi bulunan 20 nolu olguda ventriküler havuzun hipointens gözlenmesi nedeniyle VSD'nin kaynaklandığı bölge saptanamamıştır. Perimebranöz outlet ve malalingement gösteren VSD'ler oblik sagittal ve sol ventrikül çıkımı düzeyinden geçen dört odacık görüntülerde daha net olarak saptanmıştır (13).

Ventriküloarteriyel bağlantılar ve ventrikül çıkımları (out flow) değerlendirmede MRG oldukça faydalı görünmektedir. Büyük damar yapıları ve bağlantıları için spin eko görüntüler

çok duyarlı yöntemdir. Özellikle koarktasyonun tipi, darlığının derecesi net olarak değerlendirilebilmektedir. Bizim serimizde kateter çalışması yapılmış olgularda sensitivitesi %100 olarak saptanmıştır. Yine aortik ark anomalilerini, major aortopulmoner kollateralleri saptanmıştır. Yine aortik ark anomalilerini, major aortopulmoner kollateralleri saptamada yüksek duyarlılığa sahiptir. Hipoplastik arkus aortalı yenidoğan olgumuza MRG sonrası başarılı cerrahi girişim yapılmıştır. Vasküler ring anomalisi olan 2 olguda elde edilen görüntüler güvenilir olarak yorumlandı. 7 nolu olguda modifiye sol B-T şant sonrası gelişen disekan aort anevrizması MRG'de tesbit edilmiştir (14).

Trunkus arteriozus Tip 1 tanılı bir olguda anatomik patoloji net olarak ortaya konabilmişken, Pulmoner atrezi+VSD gibi olgularda konfluent pulmoner damarları belirleme tedavilerinin yönlendirilmesinde gradient eko görüntülemelerle anjiyografi kadar değerli olmaktadır. VSD-pulmoner atrezili bir olguda ekokardiyografi görüntülerinin yetersiz olması ve genel durumunun kötü olması nedeniyle katater-anjiyografik çalışma yapılamadığından, pulmoner arterler MR ile değerlendirildi. Saptanan konfluent sol pulmoner arter dalına şant yapıldı. Yine MRG şant veya bant gibi girişimlerden sonra pulmoner arterlerin gelişmesini izlemek için de etkili bir yöntemdir. Major aortopulmoner kollateraller Fallot tetralojili iki olguda anjiokardiyografi ile uyumlu olarak gösterilmiş, bir olguda ise minör aortopulmoner kollateral MR ile saptanmamıştır.

Büyük arterlerin transpozisyonu tanılı 8 hastada büyük damar yapıları transvers ve oblik modifiye kısa aks MR görüntülerde ortaya doğru olarak konmuştur.

Patent duktus arteriozuslu olgularda indirekt bulgu olarak sol pulmoner arter genişliği, bir olgu dışında ise aortadan sol pulmoner arter lümeninde duktus yolu ile oluşan jet ve türbülansa ait sinyal kayıpları saptanırken,

duktusun MR ile saptanamadığı olguda (4 nolu olgu) şantın yeterli şiddet ve sürede sinyal değişimine yol açmadığı düşünülmüştür (3).

Fallot tetralojili 9 hastanın hepsinde anatomik yapı net olarak izlenmiştir. Sağ ventrikül hipertrofilerinin gösterilmesinde, sağ ventrikül ventrikül çıkımındaki infundibuler darlıkların gösterilmesinde gradient eko görüntüler, T1 spin eko görüntüler kadar başarılı bulundu. Yine transvers kesitlerde bu yöntemlerle aort dekstropozisyonu ve arkus aorta hakkında bilgiler saptandı. İfundibuler stenoz T1 spin eko kısa aks kesitlerde, darlığa bağlı oluşan jet ve türbülans gradient ek görüntülerde net olarak izlenmiştir.

Tüm aortayı değerlendirmek için ideal inceleme tekniği olarak MRG özellikle aort koarktasyonunun pre ve post operatif dönemde izleminde ideal bir tekniktir. Çalışmamızda aort koarktasyonu olan onüç olguda koarktasyon bölgesi, darlığın şiddeti net olarak preoperatif dönemde değerlendirilmiştir. Bu hastalarımızın post operatif dönemdeki izlemlerinde restenoz ve anevrizma gelişimi yönünden ekokardiyografi bulguları ile MRG de rutin olarak kullanılmaktadır (1,8,9).

Konjenital kalp hastalıklı kişilerde kardiyak kateterizasyonunun ana amaçlarından biri pulmoner ve sistemik dolaşımlardaki akımları ve oranlarını ölçmektir. Çalışmamızda cihazımızın teknik kısıtlılığı nedeniyle biz fonksiyonları gradient eko görüntüleri ile yorumladık (15, 16).

Bu çalışmada MRG incelemesinin ortalama 50 dakika sürmesi ekokardiyografiye göre bir dezavantaj olarak görünmektedir. Ayrıca görüntüleme esnasında hastanın hareketi elde edilen imajların kalitesini düşürmektedir. Bu nedenle hastaların hareketsiz kalmaları yönünden sedasyona ihtiyaç vardır (16).

Sonuç

Günümüzde doğumsal kalp hastalıkları konusunda özelleşmiş merkezlerde tanı kalitesini arttırması, güvenilir olması nedeni ile MRG kullanılabilirliktir. Ancak serimizde olduğu gibi kompleks doğumsal kalp hastalıklarının anatomi ve fonksiyonlarının değerlendirilmesinde konvansiyonel tekniklerin yetersiz olduğu veya uygulanmadığı olgularda her zaman tanıyı tamamlayıcı bilgileri sunamamıştır. Bu da belki aletin teknik kapasitesinin kısıtlılığından ve değerlendiren kişinin deneyimlerinden kaynaklanmıştır. MRG ile hareketli bir organ olan kalbin ve özellikle kapakların görüntülenmesinde sorunlar olabilmesine karşılık nisbeten hareketsiz yapılar olan vasküler yapılardaki başarısı daha yüksektir. Ana ve periferik pulmoner arterlerle, aortanın morfolojisi ve akımlarını değerlendirmede ekokardiografiye üstünlüğü saptanmıştır. Kural olarak hiçbir zaman daha ucuz, kolay, noninvaziv tanı yöntemi olan ekokardiyografiye doğrudan alternatif olarak düşünülmemelidir. Şartlar gerektirdiğinde diğer noninvaziv tanı yöntemleri yetersiz kaldığında ve/veya kateter ve anjiyografi yapılamadığı durumlarda yardımcı olarak gündeme alınmalıdır. MRG teknik ilerlemeye paralel olarak Doppler tekniğinin de uygulandığı cihazların sayısının ülkemizde artması, bu alanda yetişmiş deneyimli radyolog ve pediatrik kardiyologların işbirliği gelecekte bu tanı yöntemini de tanısal alanda konvansiyonel teknikler içine alabilecek ve kateter-anjiyografik incelemeyi sadece girişimsel yöntemlere bırakacak görünmektedir.

Kaynaklar

1. Sağın Saylam G, Kilner P. Magnetic Resonance Imaging in Congenital Heart Disease. *Türk Kardiyol Dern Arş*, 1995; 23:416-424.
2. Irsik DR, White RD, Robitaille PM. Cardiac Magnetic Resonance Imaging. in: (eds) Emmanuelides GC, Allen HD, Reimenschneider TA, Gutdesell HP. Moss and Adams, Heart Disease in Infants, Children, and Adolescents. Fifth Edition, Baltimore: Williams and Wilkins, Volume 1,1995: 206-222.
3. Higgins CB, Caputo GR. Role of MR imaging in acquired and congenital cardiovascular disease. *AJR*, 1993; 161:13-22.
4. White RD. Magnetic Resonance Imaging of Congenital Heart Disease. in: Pohost GM, ed. Cardiovascular Applications of Magnetic Resonance. Am Heart Assoc Monograph Series, New York: Futuro Publishing; 1993:59-77.
5. Chien CT, Lin CS, Hsu YH et al. Potential diagnosis of hemodynamic abnormalities in patent ductus arteriosus by cine MRI. *Am Heart J* 1991; 122:1065-1073.
6. Kersting-Sommerhoff BA, Diethelm L, Teitel DF, Higgins CB. Magnetic resonance imaging of congenital heart disease: Sensitivity and specificity using receiver operating characteristic curve analysis. *Am Heart J* 1989; 118:155-161.
7. Chung KJ, Simpson JA, Newman R et al. Cine magnetic resonance imaging for evaluation of congenital heart disease role in pediatric cardiology compared with echocardiography and angiography. *J Pediatr* 1988; 133:1028-1035.
8. White RD, Pschal CB, Tkach JA et al. Functional cardiovascular evaluation by magnetic resonance imaging. *Top Magn Reson Imag*, 1990, 2; 31-48.
9. Higgins CB, Holt W, Plugfelder P, et al. Functional evaluation of the heart with magnetic resonance imaging. *Mag Res Med* 1988; 6: 121-139.
10. Didier D, Higgins CB, Fisher MR, Osaki L. Congenital heart disease gated MR imaging in 72 patients. *Radiology*, 1986; 158: 227-235.
11. Link K, Lesko NM. Magnetic resonance imaging in the evaluation of congenital heart disease *Magn Reson Q* 1994; 7:173-190.
12. Geva T, Vick W, Wendt RE, Rokey R. Role of spin echo and cine magnetic resonance imaging in presurgical planning of heterotaxy syndrome. *Circulation* 1990; 90: 348-356.
13. Sechtem U, Pflugfelder P, Cassidy MC et al. Ventricular septal defect: visualization of shunt-flow and determination of shunt size by cine MR imaging. *AJR* 1987; 149: 689-692.

Yazışma Adresi: Dr. Nurettin Ünal
1835/1 Sok. No: 160/7
Karşıyaka - İzmir

14. Sechtem U, Pflugfelder P, White RD, Cassidy MC. Quantitation of regurgitant volumes in patients with mitral and aortic regurgitation by cine MRI Radiology 1988; 167:425-430.
15. Rebergeen SA, Van der Wall EE, Doornbos J, De Roos A. Magnetic resonance measurement of velocity and flow technique, validation and clinical applications. Am Heart J 1993; 126: 1439-1456.
16. Manisalı M, Ünal n, Yunus Ş, Kovanlıkaya A, Özaksoy D, Meşe T, Hüdaoğlu S, Akçoral A. Siyanotik Konjenital Kardiovasküler hastalıkların tanısında Manyetik Rezonans Görüntülemenin yeri. Türk Radyoloji Dergisi (Turkish Journal of Radiology). 1997; 32 (1): 23-31