

Erişkin Konjenital Kalp Hastalıklarında Kardiyak MRG

Özlem Barutçu Saygılı 

ÖĞRENME HEDEFLERİ

- Kardiyak MR değerlendirmesinde sistematik segmental analiz yöntemini öğrenmek.
- Erişkin konjenital kalp hastalarında kardiyak MRG çekim protokollerini öğrenmek.
- Sık görülen konjenital kalp hastalıklarında pre ve postoperatif kardiyak MR bulgularını öğrenmek.
- Fallot tetralojisinde erişkin yaşta sık görülen komplikasyonları ve kapak replasmanı öncesi kardiyak MR değerlendirme tekniğini öğrenmek.

Saygılı Barutçu Ö. Erişkin Konjenital Kalp Hastalıklarında Kardiyak Mrg. Trd Sem 2018; 6: 249-265.

GİRİŞ

Pediyatrik kardiyoloji ve kardiyak cerrahideki ilerlemelerle birlikte erişkin yaşa ulaşmış konjenital kalp hastası sayısında belirgin olarak artmıştır [1]. Bu gelişmeler, EKKH'nın bir üst uzmanlık dalı olarak değerlendirilmesine yol açmıştır [2, 3].

Kompleks kardiyak malformasyonlar nedeniyle sıklıkla operasyon ve girişim öyküsü bulunan bu hastalarda yaşam kalitesinin ve süresinin optimize edilmesi için ömür boyu takip gereklidir. Hastalar, ileri yaşlarda, rezidüel hemodinamik lezyonlar için girişim veya yeni cerrahi tedavilere ihtiyaç duyarlar. Trantorasik ekokardiyografi (TTE), tanı ve takipte ilk başvuru yöntem olmakla birlikte, yaşla beraber akustik pencerenin yetersiz olması, geçirilmiş operasyonlara bağlı göğüs duvarı deformitele-ri, sternotomi telleri ve kapak protezleri değeri-

lendirmeyi önemli ölçüde sınırlamaktadır.

Son yıllardaki gelişmelerle kardiyak MR, KKH'nın tanı ve postoperatif takibinde rutin yerini almıştır [4, 5]. KMR ile kalbe ait büyük damarlar, kapaklar, konduitler, venöz yapılar ve miyokard aynı zamanda değerlendirilebilir [6]. Buna ek olarak KMR kardiyak fonksiyon ölçümünde de altın standarttır [7].

Erişkin konjenital kalp hastasında KMR değerlendirmede radyoloğun primer malformasyonu, sonrasında uygulanan cerrahi prosedürleri ve gelişen komplikasyonları bilmesi doğru tanı ve tedavinin yönetimi ile yeni girişimlere karar verilmesi açısından oldukça önemlidir [8-10].

Günümüzde KKH'nın değerlendirilmesinde kalp boşlukları ve vasküler yapıların ve bunların birbirleri ile olan anatomik ilişkilerinin belli bir mantık düzeni içerisinde değerlendirildiği "sistemik segmental analiz" metodu kullanılmaktadır. Değerlendirme sadece morfolojik değil

Acıbadem Mehmet Ali Aydınlar Üniversitesi Tıp fakültesi, Radyoloji Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

✉ Özlem Barutçu Saygılı • obarutcu@yahoo.com

aynı zamanda fizyolojik temellere dayandırılır. Segmental analiz, kolay anlaşılabilen ve farklı modalitelere uyarlanabilen özelliği ile KMR ve kardiyak BT incelemelerinde de kullanılmakta ve radyoloğa yol gösterici olmaktadır.

Bu sistemin ve terminolojisinin bilinmesi radyolog, kardiyolog ve kalp cerrahı arasında doğru bir iletişim sağlayarak, kompleks patolojilerin doğru tanısında ve tedavisinin planlamasında oldukça önemlidir [10-12].

Sistematik Segmental Analiz yöntemi ile

- Kardiyak situs
- Kardiyak pozisyon
- Kardiyovasküler yapılar; Atriyum, ventrikül, ana arterler, sistemik venler, pulmoner venler
- Kardiyovasküler yapıların birbirleri ile bağlantıları değerlendirilir

Kardiyak Apeksin Pozisyonu

Kalbin apeksinden geçen uzun eksenine paralel doğru sola doğru ise levokardi (normal), sağa doğru ise dekstroardi olarak tanımlanır.

Atrial Morfoloji ve Situs

Atrial morfolojiyi apendiksleri belirler. Atrial situs solitusta, morfolojik sağ atrium (RA) sağda, sol soldadır. Situs inversusta, morfolojik sağ atriyum solda, sol atriyum (LA) sağdadır.

Situs ambiguus ise her iki atriyum aynı morfolojide (izomerik) olmasıdır.

Ventrikül Morfolojisi

Sağ ventrikül (RV) ve sol ventrikül (LV) morfolojik özelliklerine göre tanımlanmalıdır. Morfolojik sağ ventrikülde apeks trabeküler, triküs pit kapak apekse yakın yerleşimli ve moderator bant bulurken, morfolojik sol ventrikülde apeks daha az trabeküler, mitral kapak daha proksimalde olup septal yüzde trabekülasyon bulunmaz.

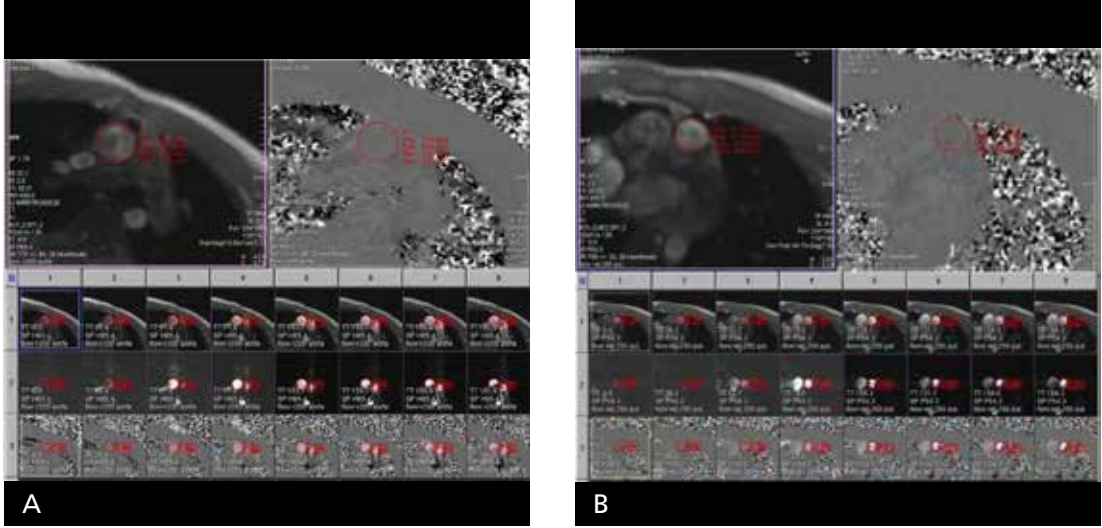
Kardiyak MR (KMR) Tekniği

Kardiyak MR incelemede patoloji türüne göre değişiklikler olmakla birlikte genel olarak kullanılan sekanslar morfoloji, fonksiyon, vas-

TEMEL KMR SEKANSLARI

MORFOLOJİ	DOKU KAREKTERİZASYONU
• FSE/TSE T1, T2 • GRE/SSFP • 3D SSFP • EPI	• T1 • T2 • TSE DIR/TIR • Post Kontrast T1 • Geç kontrastlı • Perfüzyon • T1/T2 mapping
FONKSİYON	VASKÜLER YAPILAR VE AKIM
• Cine SSF • Cine TFE • Tagging	• Akım analizi • GD 3D/4D MRA • 3D Tüm kalp

Resim 1. KMR temel sekansları



Resim 2. A, B. Faz kontrast sine imajda Aorta (A) ve MPA (B) Qp/Qs ölçümü

küler yapılar, akım kapak ve vasküler yapıların akım analizi ve doku karakterizasyonu şeklinde özetlenebilir (Resim 1) [13, 9, 14].

Tüm hastalarda aksiyel ve koronal siyah ve beyaz kan, standart dört boşluk (4B), vertikal uzun ve kısa aks görüntüleri alınarak inceleme başlanır. Buna ek olarak patolojinin türüne göre farklı ek sekanslar uygulanır [4, 6]. Konun ilerleyen kısımlarında ana patolojiye göre uygulanan ek sekanslara değinilmiştir.

Normalde sistemik (Qs) ve pulmoner (Qp) debileri eşittir. EKKH da sıklıkla kullanılan Qp/Qs ölçümleri ile intrakardiyak ve ekstakardiyak şant miktarı ve yönü hakkında bilgi verir. Ölçümler aortdan (Ao) koroner arterlerin hemen üstünde ve ana pulmoner arterden (PA) uygun hız değeri seçilerek yapılır (Resim 2. A, B.). Soldan sağa şantta (VSD, PDA, ASD), $Q_p > Q_s$, sağdan sola şantta neden olan (venöz dönüş anomalileri, Eisenmenger sendromuna neden olan geniş PDA, VSD)'da ise $Q_s < Q_p$ dir [15, 16].

EKKH'da bradikardi ve hipotansiyon sık görüldüğünden işlem öncesi TA, kalp atım hızı ve oksijen saturasyonlarının bilinmesi ve işlem sırasında takibi hasta güvenliği açısından önemlidir. Genel durumu bozuk ya da MR incelemeyi tolere edemeyen hastalarda tüm sekansları almaya çalışmak yerine tanıya en çok katkı sağlayan sekanslara öncelik verilmeli ve gerekirse çekim hasta dinlendirilerek iki aşamalı olarak gerçekleştirilmez.

Atriyal Septal Defekt (ASD)

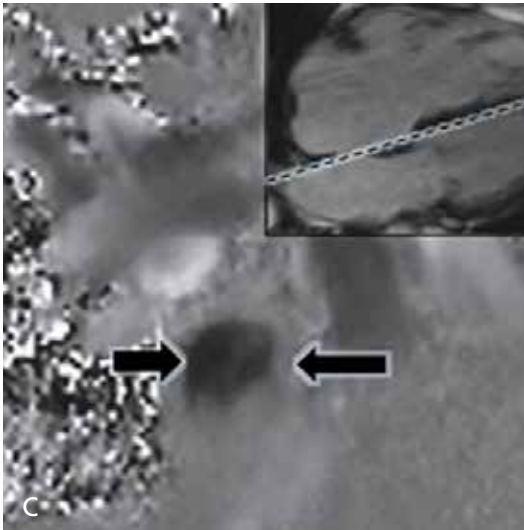
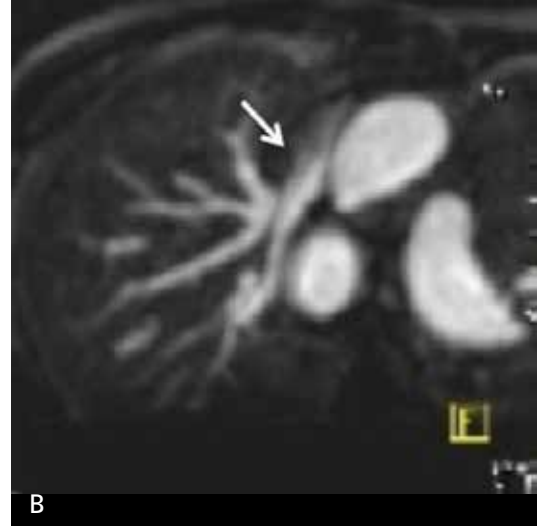
Büyük çoğunluğu çocukluk çağında, nadir olarak da erişkin yaşta saptanır. En sık görülen tipi sekundum ASD (%80), fossa ovalis komşuluğunda, primum ASD ise AV kapaklar komşuluğunda izlenir. Sinüs venozus defekt (%5) süperior vena kava (SVC) giriş yerine yakın olup parsiyel ya da komplet olarak sağ pulmoner venle ilişkili olabilir [2].

Tedavisiz erişkin yaşa ulaşanlarda semptomlar genellikle dördüncü dekkattan sonra ortaya çıkar. Tanı sıklıkla altın standart olan transözefagial (TÖE) ile konulur. Kardiyak MR tamamlayıcı yöntem olup septal defektin gösterilmesi yanında özellikle şant miktarı ve eşlik eden parsiyel venöz dönüş anomalisi (PPVDA)'nın (Resim 3. A-C.) araştırılması için uygulanır (Tablo 1) [15].

Ventriküler Septal Defekt (VSD)

İzole VSD doğumdan sonra saptanan en sık doğumsal kalp hastalığıdır (%35). Çoğu hasta kendiliğinden kapanır ya da çocukluk döneminden tedavi edilir.

Cerrahi tedavi geçirmiş erişkin yaşa ulaşan olgularda VSD düzeyinde rezidüel şantlar olabilir. Tedavi edilmeyen olgularda defektin büyüklüğüne bağlı olarak ileri yaşlarda sol ventrikül volüm yüklenmesi, pulmoner hiper-



Resim 3. A-C. Dört boşluk sine görüntüde ASD (ok) (A) . Kontrastlı MRA'da PPVD ile uyumlu sağ superior PV SVC'ya açılıyor (ok) (B). ASD'den faz Kontrast seride ASD'ye bağlı jet akım (ok) (C)

tansiyon ve Eisenmenger sendromu görülebilir [17] (Resim 4).

Kardiyak MR, VSD'de tamamlayıcı yöntem olup ileri yaşlarda rezidüel defektle birlikte özellikle ventrikül fonksiyonlarının değerlendirilmesinde yararlıdır (Tablo 2).

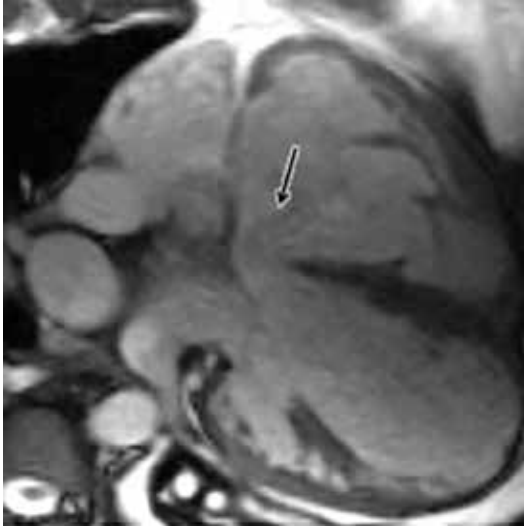
Patent Duktus Arteriozus (PDA)

Proksimal pulmoner arter ile sol subklaviyen arterin hemen distalinde, desendan aorta arasında fetal hayattan kalmış bir bağlantıdır. Erişkin yaşa kadar bulgu vermeyen ve görüntüleme yöntemleri ile tesadüfen saptanan “ses-siz” PDA’lar ile birlikte insidansı 500 canlı doğumda 1 olarak bildirilmiştir [18].

Sebebi açıklanamayan LV ve LA büyümele-rinde PDA araştırılmalıdır.

Küçük PDA’lar ileri yaşa kadar bulgu verme-yebilir (Resim 5. A-E.). KMR’de QP/QS ölçüm-leri ile şant miktarının saptanması ve kontrastlı MR anjiyografi ve sine görüntülerde duktusun gösterilmesi ile tanı konulur (Tablo 3).

Orta derecede PDA’larda soldan sağa şanta, sol ventrikül volüm yüklenmesine, pulmoner arteriyel hipertansiyona ve sağ ventrikül yet-mezliğine yol açarken büyük PDA’larda eriş-kin yaşta Eisenmenger fizyolojisi gelişmektedir [17]. İleri yaşlarda duktusta gelişen anevrizmal dilatasyon ve kalsifikasyon varlığında cerrahi tedavide rüptür riski bulunduğu için kateter yoluyla kapatılması tercih edilmektedir. Bu



Resim 4. Dört boşluk sine görüntüde kalp boşluklarında genişleme ve geniş VDS (ok)

Tablo 1: ASD

KMR Protokolü	KMR değerlendirmede önemli noktalar
- Standart planlar - Ao ve MPA'dan faz kontrast (Qp/Qs ölçümü) - RVOT, MPA Sine - Şant düzeyinden faz kontrast - Tüm atriyal septumu kapsayacak şekilde 4B sine ve kısa aks - Gereken durumlarda kontrastlı MRA	- ASD'nin yeri, büyüklüğü - Ventrikül fonksiyonları ve volümü - Şant miktarı (Qp/Qs) - Eşikli PPVD ve VSD varlığı

hastalarda KMR'ye ek BT inceleme kalsifikasyon varlığının göstermede yararlıdır [19].

Aort Koarktasyonu

Distal arkus aortada daralma ile karakterizedir. Daralma sıklıkla duktus ligamentum hizasında gelişir. Morfolojik olarak infantil tip ve erişkin tip olmak üzere iki gruba ayrılır.

Yerleşim yerine göre sınıflamada koarktasyon en sık aortik istmusta (preduktal, duktal postduktal), daha az olarak arkus, desendan ve abdominal aortada izlenir.

Tablo 2: VSD

KMR Protokolü	KMR değerlendirmede önemli noktalar
- Standart planlar - Aorta ve MPA'dan faz kontrast (Qp/Qs ölçümü) - RVOT, LVOT, MPA Sine - Ventriküler septumu kapsayacak şekilde 4B sine - Gereken durumlarda kontrastlı MRA	- VSD'nin yeri, büyüklüğü sayısı - Şant miktarı (Qp/Qs) - Ventrikül fonksiyonları - Eşikli anomali (aort koarktasyonu, ark anomali) - Opere olgularda rezidüel defekt varlığı - RVOT obstrüksiyonu (postoperative hastalarda)

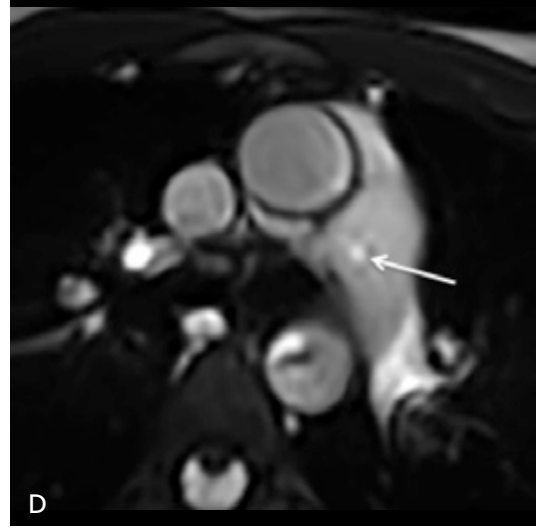
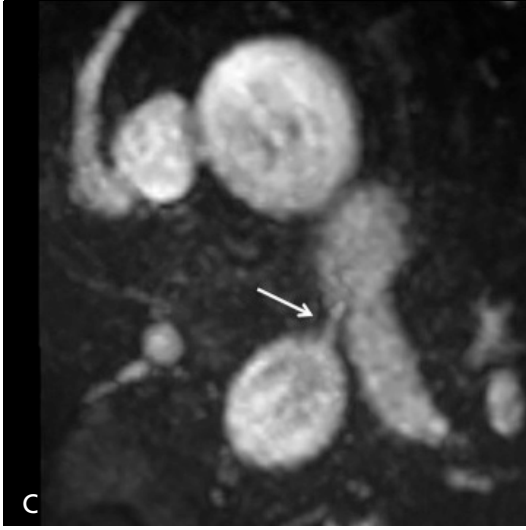
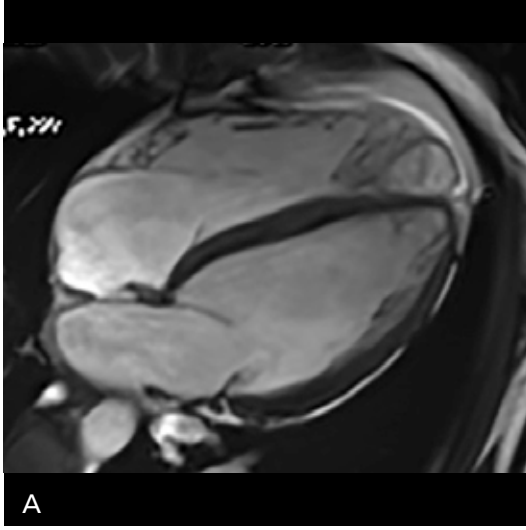
Tablo 3: PDA

KMR Protokolü	KMR değerlendirmede önemli noktalar
- Standart planlar - Arkus aorta sine - MPA aksiyel sine - Aksiyel sine - RVOT, LVOT - Akım analizi - Aorta ve MPA'dan (Qp/Qs) - Kontrastlı MRA	- Sine ve MRA görüntülerde duktusun yeri, genişliği, uzunluğu, şekli - Aksiyel ve sagittal sine görüntülerde pulmoner arterde jet akım varlığı - Şant miktarı (Qp/Qs) - Eşikli anomali olup olmadığı - Ventrikül fonksiyonları ve volümü. - Postoperatif hastalarda rezidüel defekt varlığı

Cerrahi sınıflamada ise izole koarktasyon ve eşikli diğer kardiyak patolojiler şeklindedir. Eşlik eden patolojiler sıklıkla biküspit aorta, subvalvüler, valvüler ve supravalvüler aort darlığı, VSD, ASD ve PDA'dır [20, 21].

Belirgin semptom vermeden erişkin yaşa erişen, tedavi edilmemiş olgular genellikle hafif postduktal koarktasyon veya aşırı kollateral damarları olanlardır [20] (Resim 6. A, B).

Kollateral akımın hesaplanması için stenoz bölgesinin hemen proksimalinde ve diyafragma düzeyinden aortadan through-plane ölçümler yapılır. Desendan aorta akımında %10 dan fazla azalma inen aortaya kollateral doluşu işaret eder [21].



Resim 5. A-E. Dört boşluk sine görüntüde RV'de hafif genişleme (A). Sagittal (B) ve aksiyel (C) kontrastlı MRA'da ince PDA (ok). Sagittal (D) ve aksiyel (E) sine görüntülerde PDA'ya bağlı MPA'da jet akım (ok) izleniyor

Tablo 4: Aort Koarktasyonu

KMR Protokolü	KMR değerlendirmede önemli noktalar
• Standart planlar • Arkusa yönelik sagittal oblik sine • Ventrikül kütlesi ve fonksiyonları • Artik kapak ve LVOT ye yönelik sine • Aortaya yönelik kontrastlı MRA (girişimsel işlem planlanıyorsa femoral arterleri içermeli) • Koarktasyon bölgesinden, koarktasyon öncesi asendan aortada ve diyafragma düzeyinde desendan aortadan faz kontrast sine	Preoperatif hastada • Aorta ve supraaortik damarların anatomisi • Koarktasyonun yeri ve uzunluğu • Eşlikli kesintili aorta olup olmadığı • Desendan aorta çapı, anevrizma ve diseksiyon varlığı • Kollateral varlığı • Aortik kapak morfolojisi, biküspit aortik kapak varlığı, stenoz ya da regürgitasyon varlığı • Sol ventrikül kütlesi, fonksiyonları, ventrikül duvar kalınlığı Postoperatif hasta • Rekoarktasyon varlığı, derecesi • Desendan aortada anevrizma, pseudoanevrizma • Asendan aortada genişleme • Kollateral varlığı • LV kütlesi, fonksiyonları, volümü • Aortik kapakta yetmezlik stenoz • Stent uygulanmışa BT ile değerlendirme



Resim 6. A, B. Kontrastlı MRA'da torasik ve mediastinal yoğun kollateraller ile internal mammarian arterde genişleme(A). Oblik sine MR da koarkte segment (B)

Kardiyak MR erişkin tip aorta koarktasyonunun tanısında ve opere olmuş hastaların takibinde gerek aortanın gerekse ventriküllerin değerlendirilmesinde rutin bir yöntemdir (Resim 7. A, B.). Ek olarak KMR, bu hastalarda gelişen rekoarktasyonda cerrahi tedavi, stent ya da balon dilatasyon seçimlerinde de yol göstericidir (Tablo 4) [22, 23].

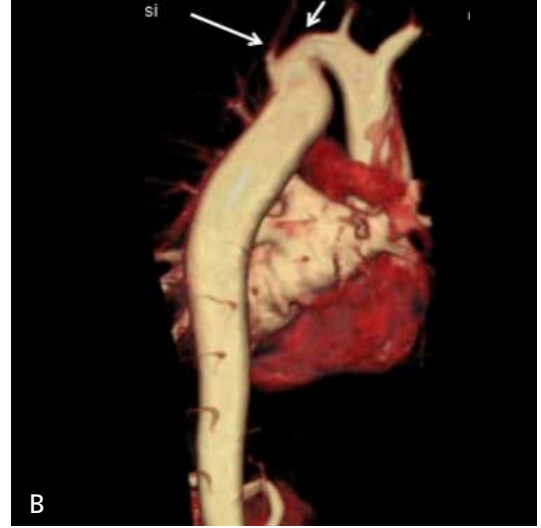
Erişkin tip koarktasyonda tedavi edilmeyen olgularda ileri dönemde hipertansiyona bağlı aort anevrizması, diseksiyon ve rüptür, interkostal arterlerde anevrizma, sol ventrikül hipertrofisi gibi ciddi komplikasyonlar gelişebilir. Ayrıca koarktasyonlu olguların %10'unda

Berry anevrizması görülebildiğinden özellikle semptomu olan hastalarda KMR'ye ek beyin MRG önerilmektedir [9].

Biküspit Aortik Kapak

En sık görülen doğumsal kardiyovasküler anomalidir (%1-2).

Doğumsal olarak valv kommisürlerinden birinin füzyonu sonucu genellikle simetrik olmayan iki kapakçık şeklindedir. Deforme olan bu kapakçıklar zaman içinde yüksek basınçlı



Resim 7. A, B. Opere aort koarktasyonlu hasta. Sagittal oblik kontrastlı MRA'da rekoarktasyon bölgesi (içi boş ok), distalinde aortada genişleme (çift ok), sol subklavian arter proksimalinde stenoz (tek ok) (A). Üç boyutlu VRT görüntülerde koarkte segment (kısa ok) ve subklavian arterde stenoz (uzun ok) (B)



Resim 8. A, B. Aortik kapak düzeyinden aksiyel sine görüntüde biküspit aortik kapak (A), kontrastlı MRA MIP reformat görüntüde asendan aortada genişleme (B)

akımla kalınlaşır ve kalsifiye olur. Değişikliklere bağlı; kapakta yetmezlik, darlık veya aortada anevrizmal genişleme olmak üzere üç tür lezyon gelişebilir.

Genetik etkiyle ve zaman içinde aortik kapakta gelişen hemodinamik değişikliklerle erişkin yaşta aortada gelişen anevrizmal genişleme ve bunun yol açtığı rüptür riski nedeniyle takibi önemlidir [24]. Bu hastaların takiplerinde TTE'ya ek asendan aortadaki değişiklikler için KMR uygulanır (Tablo 5). KMR ile aortik ka-

paktaki ve aortadaki değişikliklerin yanısıra ventrikül genişlemesi ve hipertrofi bulguları da takip edilir (Resim 8. A, B.) [25].

Fallot Tetralojisi (TOF)

Temel bulgular; VSD, aortun dekstrapozisyonu (<%50), RVOT obstrüksiyonu, (infundibüler, valvüler, supravavüler, PA dalı darlığı ile birlikte veya tek başına) ve sağ ventrikül hipertrofisidir [17]. Fallot tetralojisinde pulmo-

ner arter stenozunun yanında pulmoner atrezi veya pulmoner kapak yokluğu da olabilir.

Opere TOF hastalarının uzun dönem sağkalım oranı oldukça yüksektir (35 yıllık sağkalım %85) [26]. Erken dönemde palyatif cerrahi yöntemler olan Blalock-Taussing şant (pulmoner arter-subklavian arter arası) ya da santral şant (asendan aorta pulmoner arter arası) uygulanır (Resim 9A, B). İleri dönemde şanta bağlı pulmoner arterlerde darlıklar gelişebilir.

Tam düzeltme ameliyatı 6-18 ay civarı yapılır [27]. VSD'nin yama ile kapatılması, infundibulum rezeksiyonu ya da pulmoner valvotomi ile RVOT obstrüksiyonunun giderilerek RVOT'ye yama ya da konduit uygulanmasını kapsar.

Tablo 5: Biküspit aortik kapak

KMR Protokolü	KMR değerlendirmede önemli noktalar
- Standart iki plan LVOT sine - Aortik kapak düzeyinden sine - Aortik kapak düzeyinden faz kontrast sine - Arkus aorta sine - MRA 3B Tüm kalp	- Aortik kapak morfolojisi, stenoz ve yetmezlik derecesi - Sine imajlar aortik kapakta plinimetrik ve hız ölçümlerinde stenoz ve yetmezlik şiddeti - Aortada dilatasyon ve anevrizma varlığı - Sol ventrikül fonksiyon ve duvar kalınlığı

Yetişkin Yaşta En Sık Karşılaşılan Komplikasyonlar

- Pulmoner yetmezlik, triküspit yetmezlik,
- Rezidüel RVOT ya da pulmoner arter stenozu,
- RV dilatasyonu, anevrizma gelişimi (Resim 10),
- Rezidüel VSD,
- Aort kökü dilatasyonu ve aortik yetmezlik,
- RV ve LV fonksiyon bozukluğudur.

Opere TOF olgularında serbest pulmoner yetmezlik yaygın olup belirti olmadan ileri yaşlara kadar tolere edilebilir. Ancak ilerleyen dönemde, sıklıkla pulmoner kapak replasmanı (homograft ya da biyolojik protez), konduit değişimi ve PA stent uygulamalarına ihtiyaç duyulur (Resim 11. A, B.). Bu değişimde amaç RV fonksiyonlarının korunması ve volüm yüklenmesinin azaltılmasıdır. Kapak uygulaması için endikasyonun konulmasında ve diğer komplikasyonların takibinde KMR ile ölçülen ventrikül volümleri ve fonksiyon değerleri önemli yer tutar (Tablo 6), [27, 28, 29].

TOF operasyonu sonrası geç dönemde pulmoner kapak değişimi için başlıca MRG kriterleri:

EDV >150 -170mL/m²

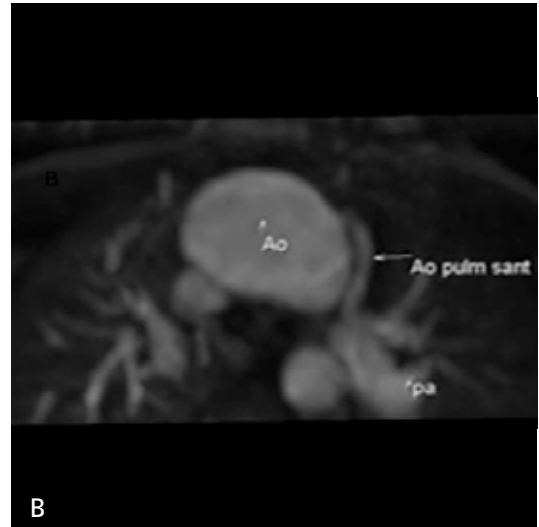
ESV>80-90mL/ m²

RV EF<%47

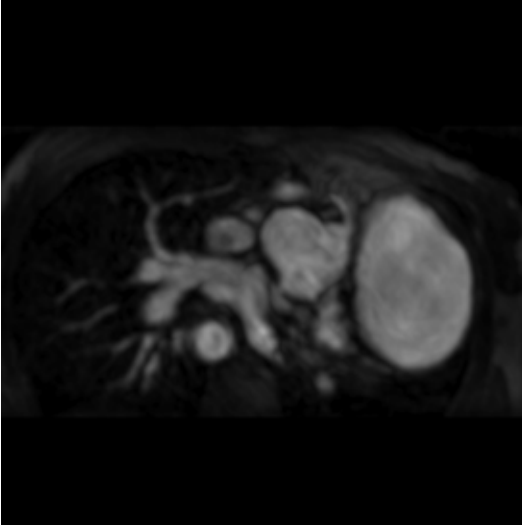
LV EF <%55

RVOT anevrizmasıdır.

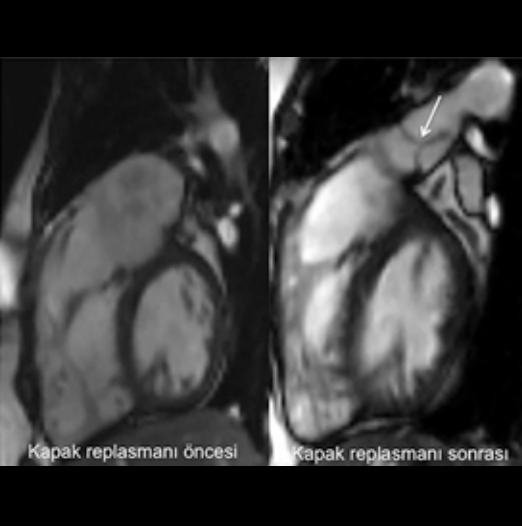
EĞİTİCİ
NOKTA



Resim 9. A, B. Fallot tetralojili hastada kontrastlı MRA koronal plan solda Blalock Taussig şant (A) ve santral şant (B)



Resim 10. Opere TOF öykülü hastada kontrastlı MRA aksiyel planda RVOT'de anevrizma



Resim 11. Opere TOF öykülü hastada sagittal sine görüntüde pulmoner kapak replasmanı öncesi ve sonrası RVOT'deki değişiklik izleniyor

Ebstein Anomalisi

Erken yaşlarda siyanoz ve sağ kalp yetmezliği ile bulgu verebileceği gibi erişkin yaşlara kadar bulgu vermeyebilir.

Normalden daha apikale yerleşmiş triküspit kapak ile karakterizedir. Normal atrioventriküler birleşme yeri ile yalancı birleşme yeri arasında kalan kısım fonksiyonel olarak atriyum gibi davranır ve “atrialize segment” olarak adlan-

Tablo 6: Fallot tetralojisi

KMR Protokolü	KMR değerlendirmede önemli noktalar
• Standart sekanslar • RVOT'ye paralel sine • PA sine aksiyel • Sağ sol pulmoner artere yönelik sine aksiyel • RV volüm için aksiyel sine • Faz kontrast aorta, MPA • LVOT • Kontrastlı MRA • LGE	Postoperatif MR değerlendirme: • Sağ ventrikül genişliği, duvar hareketleri, fonksiyonu • Konduit genişliği, RVOT'de anevrizma varlığı • Rezidüel VSD varlığı • Pulmoner arterin ve dallarının anatomisi ve akım özellikleri • Ana pulmoner arterlerde hastalığa ya da geçirilmiş BT şanta bağlı darlık • Pulmoner regürgan fraksiyonu • LV boyutları ve fonksiyonları • Aort kökü ve asendan aorta genişliği • Aorta-Pulmoner kollateraller • RVOT' ye ya da pulmoner arterlere yönelik perkütan işlemlerden önce 3B Tüm kalp ile koroner arterlerin RVOT ile ilişkisi • LGE

dırılır. Atrialize segmentte değişen derecelerde dilatasyon, hipertrofi ve incelmeye meydana gelir (Resim 12). İnefektif triküspit kapak nedeniyle sıklıkla yetmezlik ve nadiren stenoz gelişir. En sık eşlikli anomali ASD ve PFO dur [30].

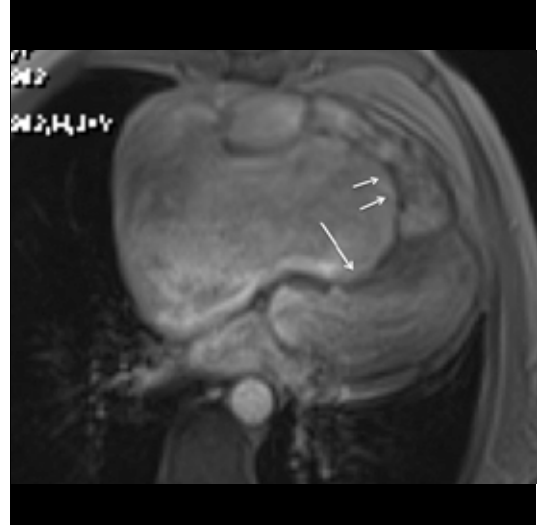
Eko, zayıf aksutik penceresi nedeniyle ileri yaşta takipte sınırlı kalmaktadır. KMR ile bu hastalarda ventrikül hacimleri ve fonksiyonlar, kas kitlesi, kapak morfolojisi ve miyokardiyal fibrozis değerlendirilir (Tablo 7) [31, 6].

Büyük Arter Transpozisyonu (TGA)

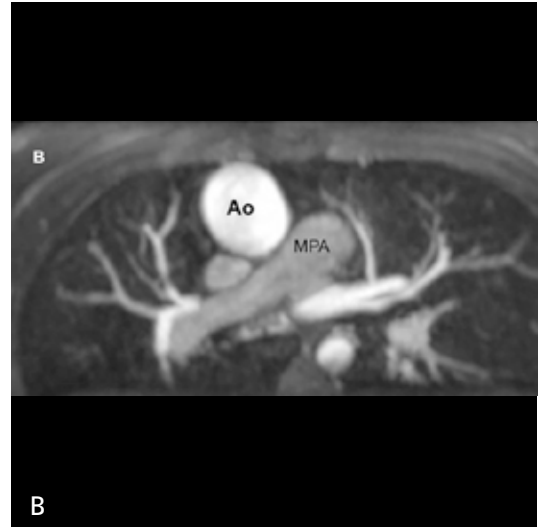
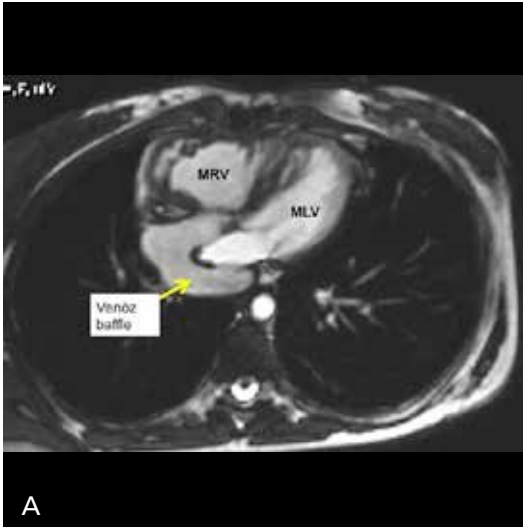
Büyük Arter Transpozisyonu yenidoğan döneminin en sık siyanotik kalp hastalığıdır.

Tablo 7: Ebstein anomalisi

KMR Protokolü	KMR değerlendirmede önemli noktalar
• Standart planlar • Aksiyel sine • Atriyal kısa aks • Qp/Qs • RVOT sine • PA ve triküspit kapağa yönelik akım	• Ventrikül hacimleri ve fonksiyonları • Atriyum hacimleri • Patent foremen ovale/ ASD varlığı • RVOT obstrüksiyonu • Triküspit kapağın ventrikülde yerleşim yeri • Triküspit kapak yetmezliği derecesi • LV de diastolde RV volüm yüklenmesine bağlı bası olup olmadığı



Resim 12. Aksiyel sine görüntüde sağ atriyumda genişleme (ok), normalden apikalde yerleşimli triküspit kapakta yetmezliğe ait jet akım



Resim 13. A, B. Büyük arter transpozisyonu nedeniyle ASO öykülü hasta 4B sine imajda morfolojik sol ventrikül (MLV), morfolojik sağ ventrikül (MRV) ile ilişkilidir. Pulmoner venleri, aortanın çıktığı MRV ile ilişkilendiren venöz baffle izleniyor (A). Aorta morfolojik RV den PA morfolojik LV den çıkıyor (B)

D- Büyük Arter Transpozisyonunda ventriküloarteryel diskordans temel patolojidir. Aorta RV'den, pulmoner arter LV çıkar. Doğumdan sonra hayatla bağdaşabilmesi için ASD, VSD ya da PDA olması gerekir.

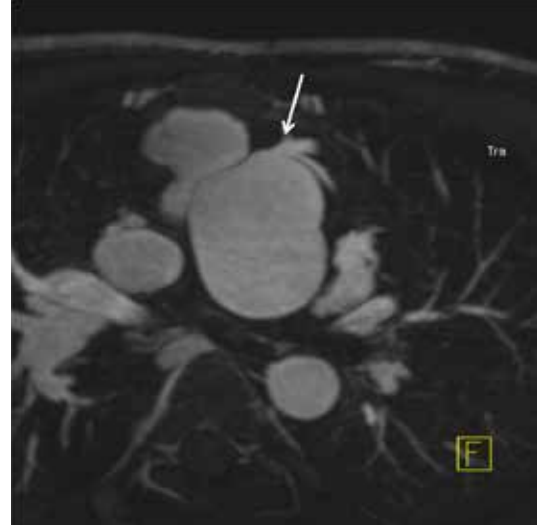
Büyük Arter Transpozisyonu cerrahi tedavisinde önceleri atriyal düzeyde fizyolojik düzeltme sağlayan Mustard ve Senning ameliyatları uygulanmaktaydı. Bu yöntemde, atriyal tünel (baffle) yoluyla sistemik venler sol ventriküle,

pulmoner venler sağ ventriküle yönlendirilir (**Resim 13. A, B.**). Atriyel switch (ATO) olarak da adlandırılan operasyonlar bir dönem yaygın olarak uygulandığından erişkin yaşa ulaşmış hastaların bir kısmında görülebilmektedir ve KMR ile kontrol gerekmektedir.

Atriyal switch operasyonunda kısa dönem komplikasyon ve mortalite riskinin yüksek olması nedeniyle sonraki yıllarda arteriyel düzeyde anatomik düzeltme sağlayan arterial switch

Tablo 8: Opere TGA

KMR Protokolü	KMR değerlendirmede önemli noktalar
Arteriyel Switch - Standart Planlar - Ana pulmoner arter aksiyel - Sağ sol PA'lere yönelik oblik sine 3B Tüm kalp koroner arter ve aort kökü için - Aortik çıkım yolu - PA faz kontrast sine - Kontrastlı MRA - LGE Atriyal Switch - Standart planlar - RVOT sine - Aksiyel sine, sistemik baffle'ın superior ve inferior bacağı için oblik sine pulmoner venöz baffle için uzun aks sine - Kontrastlı MRA, LGE	Arteriyel Switch - Neoaortik neopulmoner stenoz (supra valvuler) - Pulmoner arter dallarında stenoz - Neoaortik kökte dilatasyon ve regürjitasyon - Koroner arter çıkış ve seyir anomalisi - Koroner arter kökünde kink, stenoz - LV fonksiyonları, miyokardiyal iskemi - Aortapulmoner kollateraller Atriyal Switch - Sistemik/ve veya pulmoner venöz baffle obstrüksiyonu - Baffle kaçağı - RV ve LV fonksiyonu - Aorta-pulmoner kollateraller



Resim 14. Arteriyel switch öykülü hasta 3B tüm kalp aksiyel MIP görüntüde normal koroner arter çıkışları ve aort kökünde genişleme

operasyonu (ASO) geliştirilmiştir. Jatene ve arkadaşları tarafından geliştirilen bu yöntemle mortalite oranında %5-25 oranında azalma sağlanmıştır.

Arterial switch operasyonunda temel cerrahi teknikte; aorta ve PA kökleri bırakılarak kesilir ve yerleri değiştirilir. Koroner arterler RV'den çıkan aort kökünden ayrılarak LV'de bırakılan PA köküne anastomoz edilir [32, 33, 34].

Uzun dönemde aort kökünde genişleme, koroner arter anastomoz bölgesinde daralma ve pulmoner anastomoz darlıkları en önemli komplikasyonlardır (Resim14).

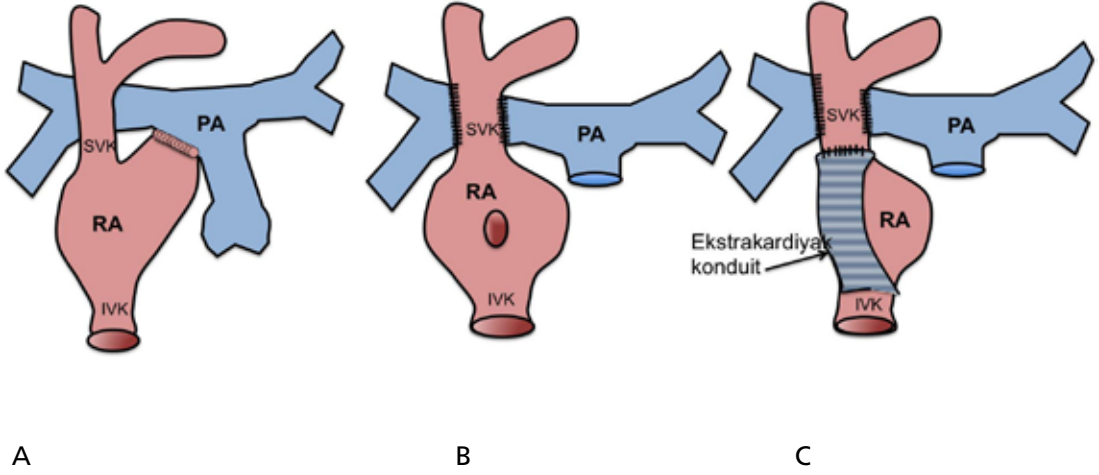
Kardiyak MR, TGA operasyonlarında sonra uzun dönem takipte ventrikül fonksiyonlarının, anatomik düzeltme ameliyatları sonrası ana damarların, koroner arter ostiumlarının, fizyolojik düzeltme ameliyatları sonrası ise tünellerin değerlendirilmesinde önemli rol oynar (Tablo 8).

Düzeltilmiş Büyük arter transpozisyonu (c-TGA)

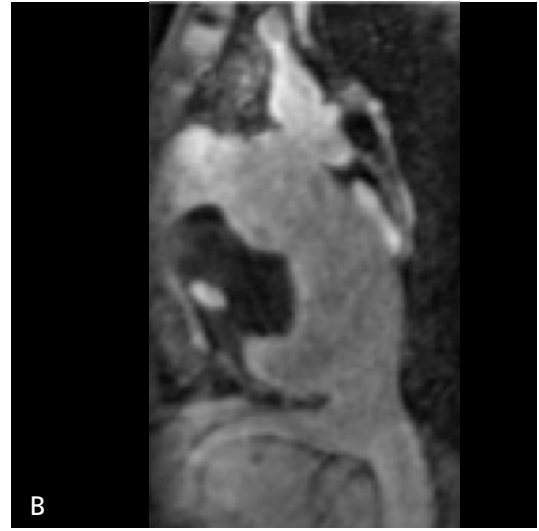
Eşlikli %50 oranında VSD ve pulmoner stenoz bulunur. Ek anomali yoksa ileri yaşa kadar bulgu vermeyebilir. Temel patoloji ventriküllerin yer değiştirmesidir. Aorta orta hattın solundaki “morfolojik sağ ventrikül”den, pulmoner arter orta hattın sağındaki “morfolojik sol vent-

Tablo 9: Kava-Pulmoner anastomozlar

KMR Protokolü	KMR değerlendirmede önemli noktalar
ndart Planlar - Standart planlar - Arkus aortadan karaciğer dahil olacak şekilde aksiyel sine - Fontan tüpünü uzun aksı boyunca görece şekilde koronal oblik sine - Pulmoner arter aksiyel sine - Kontrastlı MRA (sistemik venöz faz dahil) - Batın için koronal T2	- SCV/IVC pulmoner arter anastomozu düzeyinde darlık - Atriyumda ya da vena kavada atrombüs - Vena kavada ya da atriyumda anevrizmatik genişleme - Ventrikül fonksiyonlarında bozulma - Fontan dolaşımında yetersizlik - Venö-venöz, aorto-pulmoner kollateral - Pulmoner venlerde kompresyon bulgusu - Batın içi sıvı, plevral sıvı - Konjestif hepatopati bulguları



Resim 15. A-C. Total kava-pulmoner anastomoz türleri. Atriypulmoner (A), lateral tünel (B), ekstra-kardiyak Fontan (C)

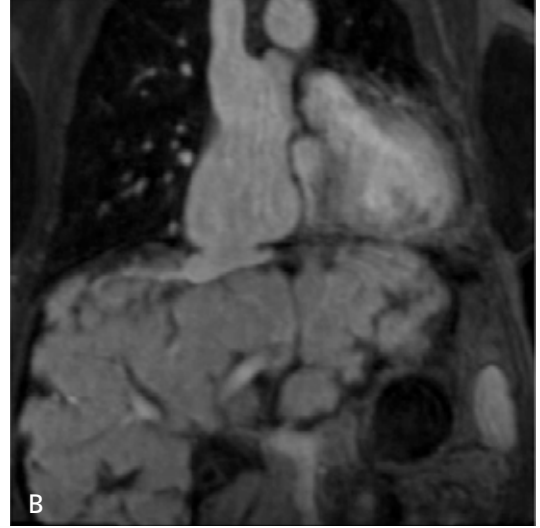
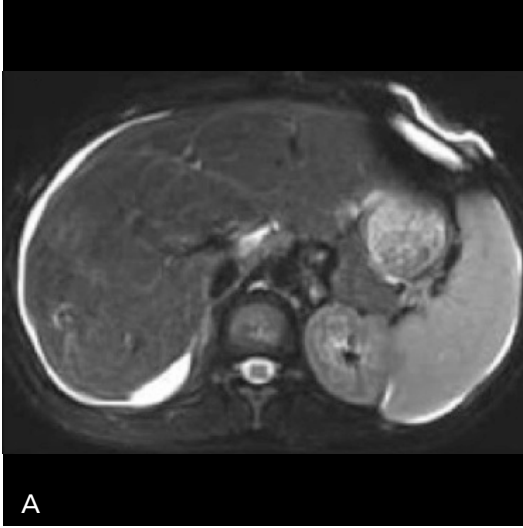


Resim 16. A, B. Atriypulmoner Fontan öykülü hastada kontrastlı MRA'da koronal (A) ve sagittal (B) MIP görüntülerde atriyal dilatasyon ve atriyum içinde hipointens trombüs.

rikül” den çıkar. Sağ atriyum morfolojik sol ventrikül ile sol atriyum morfolojik sağ ventrikül ile ilişkilidir. Sonuçta atriyoventriküler ve ventriküloarteriyel diskordans meydana gelir. Zaman içinde sistemik kanı pompalayan sağ ventrikülde yetmezlik bulguları gelişir. Erişkin yaşa ulaşmış izole c-TGA tanısında ventriküloatriyal, atriyoventriküler ve ventriküloarteriyel ilişkinin doğru tanımlanması önemlidir.

Tek Ventrikül Fizyolojisindeki Konjenital Kalp Hastalıkları

Bu başlık altında sayılabilecek başlıca patolojiler; triküspit atrezisi, hipoplastik sağ ventrikül, hipoplastik sol ventrikül, heterotaksi sendromlarıdır. Bu patolojilerde uygulanan cerrahi yöntemler “kava-pulmoner anastomozlar” olarak adlandırılır [35, 36, 37].



Resim 17. A, B. Ekstrakardiyak Fontan öykülü hastada kontrastlı koronal görüntüde T2A seride karaciğer çevresi serbest sıvı, dalak boyutlarında artış, konjestif hepatopati ile uyumlu heterojen parankim (A) ve Fontan tüpünde genişleme (B).

Stage 1, Glenn prosedürü: Pulmoner arter-süperior vena kava anastomozu

Olası komplikasyonlar: Pulmoner arterde dilatasyon, anastomozda stenoz, aorta-pulmoner kollateral ve/veya venöz kollateral.

Stage 2, Fontan prosedürü :Total kava-pulmoner anastomoz atriopulmoner, lateral tünel, ekstrakardiyak Fontan olarak sınıflandırılır [Resim 15]. Belli başlı komplikasyonlar; Fontan dolaşımında yetmezlik, trombüs, anastomoz düzeylerinde daralma, aortopulmoner kollateral ve buna bağlı akciğerde, batin içinde kanamalarıdır (Resim 16). Hepatik yetmezlik, siroz ve protein kaybettiren entoropati de uzun dönemde sık görülen diğer komplikasyonlardır (Resim 17).

Kaynaklar

- [1]. Andrea A Kelleher MB BS FRCA. Adult congenital heart disease (grown-up congenital heart disease). Continuing Education in Anaesthesia, Critical Care & Pain 2012; 12: 28-32. [CrossRef]
- [2]. Perloff JK, Warnes CA. Challenges posed by adults with repaired congenital heart disease. Circulation 2001; 103: 2637-43. [CrossRef]
- [3]. Dearani JA, Connolly HM, Martinez R, Fontanet H, Webb GD. Caring for adults with congenital cardiac disease: successes and challenges for 2007 and beyond. Cardiol Young 2007; 17: 87-96. [CrossRef]
- [4]. Fratz S, Chung T, Greil GF, Samyn MM, Taylor AM, Valsangiacomo Buechel ER, et al. Guidelines and protocols for cardiovascular magnetic resonance in children and adults with congenital heart disease: SCMR expert consensus group on congenital heart disease. J Cardiovasc Magn Reson 2013; 15: 51. [CrossRef]
- [5]. Steinmetz M, Preuss HC, Lotz J. Non-Invasive Imaging for Congenital Heart Disease-Recent Progress in Cardiac MRI. J Clin Exp Cardiol 2012; doi:10.4172/2155-9880.S8-008. [CrossRef]
- [6]. Burchill LJ, Huang J, Tretter JT, Khan AM, Crean AM, Veldtman GR, et al. Noninvasive Imaging in Adult Congenital Heart Disease. Circ Res 2017; 17: 120: 995-1014. [CrossRef]
- [7]. Attili AK, Schuster A, Nagel E, Reiber JHC, Geest RJ. Quantification in cardiac MRI: advances in image acquisition and processing. Int J Cardiovasc Imaging 2010; 26: 27-40. [CrossRef]
- [8]. Niwa K, Perloff JK, Webb GD, Murphy D, Liberthson R, Warnes CA, et al. Survey of specialized tertiary care facilities for adults with congenital heart disease. Int J Cardiol 2004; 96: 211-6. [CrossRef]
- [9]. Kilner PJ, Geva T, Kaemmerer H, Trindade PT, Schwitter J, Webb GD. Recommendations for cardiovascular magnetic resonance in adults with congenital heart disease from the respective working groups of the European Society of Cardiology. Eur Heart J 2010; 31: 794-805. [CrossRef]
- [10]. Sarioğlu T. Kardiyak Anatominin Sistemik Segmental Analizi. GKD Cer Derg 1991; 1: 42-8.
- [11]. Lapierre C, Déry J, Guérin R, Viremouneix L, Dubois J, Garel L. Segmental Approach to Imaging of Congenital Heart Disease. Radiographics 2010; 30: 397-411. [CrossRef]

- [12]. Van Praagh R. The segmental approach to diagnosis in congenital heart disease. In: Bergsma D, ed. Birth defects: original article series, viii, no. 5. The National Foundation-March of Dimes. Baltimore, Md: Williams & Wilkins, 1972; 4-23.
- [13]. Dorfman AL, Geva T. Magnetic resonance imaging evaluation of congenital heart disease: conotruncal anomalies. *J Cardiovasc Magn Reson* 2006; 8: 645-59. [\[CrossRef\]](#)
- [14]. Narayan B, Giannakoulas G, Valente AM, Li W, Michael A, Gatzoulis MA. Imaging of congenital heart disease in adults. *Eur Heart J* 2016; 37: 1182-95. [\[CrossRef\]](#)
- [15]. Piaw CS, Kiam OT, Rapae A, Khoo LC, Bang LH, Ling CW, et al. Use of non-invasive phase contrast magnetic resonance imaging for estimation of atrial septal defect size and morphology: a comparison with transesophageal echo. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2006; 29: 230-4. [\[CrossRef\]](#)
- [16]. Marin Rodríguez C, Sánchez Alegre ML, Lancharroz Zapata Á, Alarcón Rodríguez J. What radiologists need to know about the pulmonary-systemic flow ratio (Qp/Qs): what it is, how to calculate it, and what it is for. *Radiologia* 2015; 57:369-79. [\[CrossRef\]](#)
- [17]. Baumgartner H, Bonhoeffer P, De Groot NM, de Haan F, Deanfield JE, Galie N, et al. ESC Guidelines for the management of grown-up congenital heart disease (new version 2010). *Eur Heart J* 2010; 31: 2915-57. [\[CrossRef\]](#)
- [18]. Loyd TR, Beekman III RH. Clinically silent ductus arteriosus. *Am Heart J* 1994; 127: 1664-5. [\[CrossRef\]](#)
- [19]. Fisher RG, Moodie DS, Sterba R, Gill CC. Patent ductus arteriosus in adults-long-term follow-up: non-surgical versus surgical treatment. *J Am Coll Cardiol* 1986; 8: 280-4. [\[CrossRef\]](#)
- [20]. Gatzoulis MA, Webb GD, Daubeney, PEF, editors. *Diagnosis and Management of Adult Congenital Heart Disease*. Philadelphia: Elsevier; 2018.
- [21]. Steffens JC, Bourne MW, Sakuma H, O'Sullivan M, Higgins CB. Quantification of collateral blood flow in coarctation of the aorta by velocity encoded cine magnetic resonance imaging. *Circulation* 1994; 90: 937-43. [\[CrossRef\]](#)
- [22]. Chessa M, Carrozza M, Butera G, Piazza L, Negura DG, Bussadori C, et al. Results and mid-long-term follow-up of stent implantation for native and recurrent coarctation of the aorta. *Eur Heart J* 2005; 26: 2728-32. [\[CrossRef\]](#)
- [23]. Hassan W, Awad M, Fawzy ME, Omrani AA, Malik S, Akhras N, Shoukri M. Long- term effects of balloon angioplasty on left ventricular hypertrophy in adolescent and adult patients with native coarctation of the aorta. Up to 18 years follow-up results. *Catheter Cardiovasc Interv* 2007; 70: 881-6. [\[CrossRef\]](#)
- [24]. Wassmuth R, von Knobelsdorff-Brenkenhoff F, Gruettner H, Utz W, Schulz-Menger J. Cardiac magnetic resonance imaging of congenital bicuspid aortic valves and associated aortic pathologies in adults. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2014; 15: 673-9. [\[CrossRef\]](#)
- [25]. Vahanian A1, Baumgartner H, Bax J, Butchart E, Dion R, Filippatos G, et al. Guidelines on the management of valvular heart disease: The Task Force on the Management of Valvular Heart Disease of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J* 2007; 28: 230-68.
- [26]. Murphy JG, Gersh BJ, Mair DD, Fuster V, McGoon MD, Ilstrup DM, et al. Long-term outcome in patients undergoing surgical repair of tetralogy of Fallot. *N Engl J Med* 1993; 329: 593-9. [\[CrossRef\]](#)
- [27]. Reddy VM, Liddicoat JR, McElhinney DB, Brook MM, Stanger P, Hanley FL. Routine primary repair of tetralogy of Fallot in neonates and infants less than three months of age. *Ann Thorac Surg* 1995; 60: 592-6. [\[CrossRef\]](#)
- [28]. Apitz C, Webb GD, Redington AN. Tetralogy of Fallot. *Lancet* 2009; 24: 1462-71. [\[CrossRef\]](#)
- [29]. Davlouros PA, Kilner PJ, Hornung TS, Li W, Francis JM, Moon JC, et al. Right ventricular function in adults with repaired tetralogy of Fallot assessed with cardiovascular magnetic resonance imaging: detrimental role of right ventricular outflow aneurysms or akinesia and adverseright-to-left ventricular interaction. *J Am Coll Cardiol* 2002; 40: 2044-52. [\[CrossRef\]](#)
- [30]. Attenhofer Jost CH, Connolly HM, Dearani JA, Edwards WD, Danielson GK. Ebstein's anomaly. *Circulation* 2007; 115: 277-85. [\[CrossRef\]](#)
- [31]. Cantinotti M, Bell A, Razavi R. Role of magnetic resonance imaging in different way of presentation of Ebstein's anomaly. *J Cardiovasc Med* 2008; 9: 628-30. [\[CrossRef\]](#)
- [32]. Murtuza B, Barron DJ, Stumper O, Stickley J, Eaton D, Jones TJ, et al. Anatomic repair for congenitally corrected transposition of the great arteries: a single-institution 19-year experience. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2011; 142: 1348-57. [\[CrossRef\]](#)
- [33]. Hraška V, Mattes A, Haun C, Blaschczok HC, Photiadis J, Murin P, et al. Functional outcome of anatomic correction of corrected transposition of the great arteries. *Eur J Cardiothorac Surg* 2011; 40: 1227-34. [\[CrossRef\]](#)
- [34]. Tobler D, Motwani M, Wald RM, Roche SL, Verocai F, Iwanochko RM, et al. Evaluation of a comprehensive cardiovascular magnetic resonance protocol in young adults late after the arterial switch operation for d-transposition of the great arteries. *J Cardiovasc Magn Reson* 2014; 16: 98. [\[CrossRef\]](#)
- [35]. Fredenburg TB, Johnson TR, Cohen MD. The Fontan Procedure: Anatomy, Complications, and Manifestations of Failure. *RadioGraphics* 2011; 31: 453-63. [\[CrossRef\]](#)
- [36]. Ro PS, Rychik J, Cohen MS, Mahle WT, Rome JJ. Diagnostic assessment before Fontan operation in patients with bidirectional cavopulmonary anastomosis: are noninvasive methods sufficient? *J Am Coll Cardiol* 2004; 44: 184-7. [\[CrossRef\]](#)
- [37]. Ghaferi AA, Hutchins GM. Progression of liver pathology in patients undergoing the Fontan procedure: chronic passive congestion, cardiac cirrhosis, hepatic adenoma, and hepatocellular carcinoma. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2005; 129: 1348-52. [\[CrossRef\]](#)

Erişkin Konjenital Kalp Hastalıklarında Kardiyak MRG

Özlem Barutçu Saygılı

Sayfa 249

Günümüzde KKH'nın değerlendirilmesinde kalp boşlukları ve vasküler yapıların ve bunların birbirleri ile olan anatomik ilişkilerinin belli bir mantık düzeni içerisinde değerlendirildiği "sistemik segmental analiz" metodu kullanılmaktadır. Değerlendirme sadece morfolojik değil aynı zamanda fizyolojik temellere dayandırılır. Segmental analiz, kolay anlaşılabilen ve farklı modalitelere uyarlanabilen özelliği ile KMR ve kardiyak BT incelemelerinde de kullanılmakta ve radyoloğa yol gösterici olmaktadır.

Sayfa 255

Kardiyak MR erişkin tip aorta koarktasyonunun tanısında ve opere olmuş hastaların takibinde gerek aortanın gerekse ventriküllerin değerlendirilmesinde rutin bir yöntemdir. Ek olarak KMR, bu hastalarda gelişen rekortasyonda cerrahi tedavi, stent ya da balon dilatasyon seçimlerinde de yol göstericidir.

Sayfa 257

Opere TOF olgularında serbest pulmoner yetmezlik yaygın olup belirti olmadan ileri yaşlara kadar tolere edilebilir. Ancak ilerleyen dönemde, sıklıkla pulmoner kapak replasmanı (homograft ya da biyolojik protez), konduit değişimi ve PA stent uygulamalarına ihtiyaç duyulur. Bu değişimde amaç RV fonksiyonlarının korunması ve volüm yüklenmesinin azaltılmasıdır. Kapak uygulaması için endikasyonun konulmasında ve diğer komplikasyonların takibinde KMR ile ölçülen ventrikül volümleri ve fonksiyon değerleri önemli yer tutar.

Sayfa 260

Arterial switch operasyonunda temel cerrahi teknikte; aorta ve PA kökleri bırakılarak kesilir ve yerleri değiştirilir. Koroner arterler RV'den çıkan aort kökünden ayrılarak LV'de bırakılan PA köküne anastomoz edilir.

Sayfa 262

Stage 2, Fontan prosedürü :Total kava-pulmoner anastomoz atriopulmoner, lateral tünel, ekstra-kardiyak Fontan olarak sınıflandırılır. Belli başlı komplikasyonlar; Fontan dolaşımında yetmezlik, trombüs, anastomoz düzeylerinde daralma, aortopulmoner kollateraller ve buna bağlı akciğerde, batin içinde kanamalardır. Hepatik yetmezlik, siroz ve protein kaybettiren entoropati de uzun dönemde sık görülen diğer komplikasyonlardır.

Erişkin Konjenital Kalp Hastalıklarında Kardiyak MRG

Özlem Barutçu Saygılı

1. Sistematik segmental analiz yöntemine göre aşağıdakilerden hangisi YANLIŞTIR?
 - a. Kompleks kardiyak patolojilerin değerlendirmesini kolaylaştıran bir yöntemdir
 - b. Kardiyak patolojilerin değerlendirilmesinde radyolog, kalp cerrahı ve kardiyolog arasında doğru iletişimi sağlar.
 - c. Ventrikül büyük damar, ventrikül atriyum ilişkisi, atriyal situs ve apeksinin durumu belli başlı tanımlama başlıklarıdır
 - d. BT ve MR'a da uyarlanabilir
 - e. Değerlendirme sadece fizyolojik temellere dayanır
2. Aşağıdakilerden hangisi aort koarktasyonu için doğru değildir?
 - a. Kardiyak MR değerlendirmede eşlikli kardiyak anomali olup olmadığı belirtilmelidir
 - b. Kollateral akım miktarını ölçmede siyah kan görüntüler değerlidir
 - c. Aortik kapak morfolojisi değerlendirilmelidir
 - d. Şüpheli olgularda beyin MRG çekim protokolüne eklenmelidir
 - e. KMR'de sol ventrikül fonksiyonları ve duvar kalınlığı da değerlendirilmelidir
3. Fallot tetralojisi için aşağıdakilerden hangisi YANLIŞTIR?
 - a. Tedavi sonrası uzun dönemde en önemli değişiklikler sağ ventrikülde meydana gelir
 - b. İleri dönemde, pulmoner kapak replasmanı kararının verilmesinde KMR bulguları oldukça önemlidir
 - c. Kontrastlı MRA'nın KMR protokolünde yeri vardır
 - d. Cerrahi tedavi yöntemlerinden biri Senning operasyonudur
 - e. Aort kökü ve aortik çıkım yolu sine görüntüler KMR protokollerinde bulunmalıdır
4. Aşağıdakilerden hangisi KMR için DOĞRUDUR?
 - a. ASD ve VSD tanısında altın standarttır
 - b. Biküspit aortik kapakta tanı konulduktan sonra erişkin yaşta KMR ile takibe gerek yoktur
 - c. Erişkin konjenital kalp hastalarında cerrahi geçmişlerinin olması hastaların MR çekim protokollerini etkilemez
 - d. KMR ile Qp/Qs ölçümleri yapılarak şant miktarı ve yönü saptanabilir.
 - e. Erişkin konjenital kalp hastalıklarında KMR'de geç kontrastlı serilere ihtiyaç yoktur
5. Aşağıdakilerden hangisi büyük arter transpozisyonu nedeniyle opere edilmiş hastalar için doğru değildir?
 - a. KMR'de arteriyel switch ameliyatları sonrası aorta ve pulmoner arter anastomoz darlıkları değerlendirilmelidir
 - b. Arteriyel switch sonrası 3B tüm kalp sekansı protokolde bulunmalıdır
 - c. Kava-pulmoner anastomoz düzeyini değerlendirmek için sine ve MRA görüntüler protokole dahil edilmelidir
 - d. Atriyal switch operasyonu fizyolojik düzeltme sağlar ve komplikasyon oranı yüksektir
 - e. c-TGA olgularının değerlendirilmesinde sistematik segmental analiz yöntemi doğru tanı koymada yol göstericidir