

Aort Koarktasyonuna Sekonder Hipertrofik Kardiyomiyopati Gelişmiş İnfant ve Yenidoğanlarda Cerrahi Tedavi Sonrası Sol Ventrikül Kitle ve Sistolik Fonksiyonlarının İncelenmesi

Gürkan ÇETİN, Barbaros KINOĞLU, Ayşe SARIOĞLU, M. Salih BİLAL, Tamer TURAN, Tayyar SARIOĞLU, Rüstem OLGA

İ.Ü. Kardiyoloji Enstitüsü Kalp Damar Cerrahisi ve Pediatrik Kardiyoloji Anabilim Dalları, İstanbul

Aort koarktasyonunun yenidoğan sol ventrikülüne getirdiği basınç yükü ve duvar stresini ventrikülün yenmedeki başarısızlığı, acil cerrahi girişim gerektiren kalp yetersizliğine neden olmaktadır. Kronik yüklenmeye ventrikülün verdiği hipertrofik cevap, başarılı cerrahi girişim sonrası geri dönebilmekte ancak sistemik hipertansiyon ve sol ventrikül adale kitlesindeki artma kalıcı olabilmektedir. Enstitümüz Kalp ve Damar Cerrahisi Anabilim Dalı'nda, Ocak 1990-Ocak 1995 tarihleri arasında izole aort koarktasyonu ve ciddi sol kalp yetersizliği tablosu ile acil olarak ameliyat edilen 13 yenidoğan ve infant hasta, aynı sayıda ve yaş-cins bakımından benzerlik gösteren normotensif infantların oluşturduğu kontrol grubu ile retrospektif olarak karşılaştırıldı. Karşılaştırmada sol ventrikül adale kitlesi ve sistolik fonksiyonlardaki (ejeksiyon fraksiyonu, kısalma fraksiyonu) değişimler noninvazif olarak incelendi.

Sonuç olarak, sekonder hipertrofik kardiyomiyopati gelişmiş ve sol ventrikül sistolik fonksiyonları önemli ölçüde bozulmuş olan hastaların cerrahi girişiminden ortalama 15 ay (min. 3 ay, max. 33 ay) sonra yapılan takiplerinde sol ventrikül adale kitlesinin normale döndüğü, sistolik performansında normal ya da normalin üstüne çıktığı görülmüştür.

GKD Cer Derg 1996; 4: 100-105

Evaluation of the Left Ventricle Mass and Systolic Functions After Surgical Treatment in Infants and Neonates Who Have Hypertrophic Cardiomyopathy Secondary to the Coarctation of the Aorta

Aortic coarctation leads to left ventricular pressure overload and increased left ventricular wall stress. The inability of the neonatal left ventricle to cope with elevated wall stress, results in cardiac failure and calls for immediate surgery. Chronic elevation of left ventricular wall stress stimulation myocardial cell growth and development left ventricular hypertrophy, which might be reversible after relief of the pressure overload. However systemic hypertension and elevated left ventricular muscle mass persist after successful coarctation repair. In our Cardiovascular Surgery Department at the University of Istanbul Institute of Cardiology we compared two groups between January 1990-January 1995. The first group was 13 patients of newborn and infants who have operated urgently for isolated aortic coarctation and serious left sided heart failure. The control group have had the same specifications except for they had blood pressure in normal ranges. At the evaluation, the left ventricle muscle mass and systolic functional changes (ejection fraction, shortening fraction) were examined noninvasively. At the conclusion, the routine follow-up of surgically intervened patients (after min. 3 months, max. 33 month; mean 15 month) who had secondary hypertrophic cardiomyopathy and severely deteriorated left ventricle systolic functions, were evaluated as that the left ventricle muscle mass return to normal value and systolic performance of the left ventricle was evaluated as normal or above normal margins.

Aort koarktasyonunun sol ventriküle getirdiği basınç yükünün, sol ventrikül duvar stresini arttırdığı bilinmektedir. Yenidoğanlarda sol ventrikülün artan afterload yükünü yenememesi sonucu gelişen kalp yetersizliği sıklıkla acil cerrahi girişim gerektirmektedir (1).

Sol ventrikül duvar stresinin kronik olarak artması, miyokardiyal hücre büyümesini uyarak sol ventrikül hipertrofisi ile sonuçlanır (2,3,4,5). Graham ve ark. izole aort koarktasyonunda kalp yetersizliğini doğuran fizyopatolojik değişiklikleri incelemişlerdir (6).

Bu araştırmacılar, ilk birkaç hafta içerisinde kalp yetersizliği ortaya çıkan olgularda sol ventrikül duvar kitlesinin normal olmasına karşılık atım hacmi ve ejeksiyon fraksiyonunun ileri derecede düşük olduğunu göstermişler ve bu durumu duktusun kapanması ile hızla ilerleyen koarktasyonun henüz hipertrofi gelişmemiş, hazırlıksız olan sol ventrikülün önünde yüksek bir “afterload” oluşturması ile açıklamışlardır. Aynı araştırmacılar hafif yahut orta derecede kalp yetersizliği bulunan olgularda (%10) ise sol ventrikül duvar kalınlığının belirgin biçimde artış gösterdiğini ve ejeksiyon fraksiyonu ile atım hacminin hafif derecede azaldığını ortaya koymuşlardır.

Böylelikle artmış olan sol ventrikül duvar kalınlığı önündeki direnci düşürmek suretiyle sistolik fonksiyonlarını mümkün olduğunca normale yakın tutarak kalp yetersizliğinin şiddetini azalttığını ifade etmişlerdir. Ancak hastalığın ilerlemesi ile hipertrofideki artış, sol ventrikül sistolik basıncındaki artıştan daha az olmakla ve sonuçta ortaya çıkan afterload artışı sistolik fonksiyonları bozmak sureti ile giderek tabloyu ağırlaştırmaktadır (6,7).

Aort koarktasyonuna sekonder olarak gelişen bu hipertrofik kardiyomiyopatinin infant veya yenidoğan döneminde gerçekleştirilen cerrahi girişim ile büyük ölçüde gerilediği, ancak ileri çocukluk döneminde yapılan girişimlerden sonra rezidüel olarak kaldığı ve bu hususun postoperatif geç dönem mortalite açısından risk oluşturduğu belirtilmektedir (8-13).

Yenidoğan veya infant döneminde aort koarktasyonuna sekonder hipertrofik kardiyomiyopati ve ciddi kalp yetersizliği tablosu ile ameliyat edilen olgularda, cerrahi girişim sonrası sol ventrikül adale kitlesi ve sistolik fonksiyonlarında (ejeksiyon fraksiyonu, kısalma fraksiyonu) değişmeler incelenmiştir.

Materyal ve Metod

İ.Ü. Kardiyoloji Enstitüsü Kalp ve Damar Cerrahisi Anabilim Dalı'nda Ocak 1990-Ocak 1995 tarihleri arasında izole aort koarktasyonu

tanısı konmuş ve ciddi sol kalp yetersizliği tablosu ile acil olarak ameliyat edilen 13 yenidoğan ve infant hastanın postoperatif sol ventrikül fonksiyonları, aynı sayıda ve yaş-cins bakımından benzerlik gösteren, sağlıklı, normotensif infantın oluşturduğu kontrol grubu ile retrospektif olarak karşılaştırılmıştır.

Çalışmaya dahil edilen olguların 9'u erkek, 4'ü kız olup operasyon tarihindeki yaşları 26 gün ile 12 ay arasında (ort. 4.1 ± 2.8) değişmekte idi. İlave kardiyak patoloji olarak 8 olguda patent duktus arteriosus belirlendi. Preoperatif sistolik kan basınçları 140 ile 200 mmHg arasında (ort. 153.33 ± 28.07 mmHg) iken, kol-bacak sistolik basınç gradiyentleri ise 50 mmHg ile 140 mmHg (ort. 76.67 ± 24.25 mmHg) arasında bulundu. Koarktasyon bölgesinde Doppler ekokardiyografi ile ölçülen sistolik basınç gradiyenti 48 ile 99 mmHg arasında (ort. 69.92 ± 14.53 mmHg) idi (Tablo 1).

Ayrıca iki boyutlu ve M-mode ekokardiyografik incelemede olguların sol ventrikül adale kitlesi (SVAK), ejeksiyon fraksiyonu (EF) ve kısalma fraksiyonu (KF) değerlendirildi. SVAK yaşa göre değişkenlik gösterdiğinden dolayı bu değerler vücut düzeyine bölünerek indekslendi (SVAKİ). Bu parametrelere ilişkin ortalama değerler ise sırasıyla 170 ± 70.9 gr/m², 50.67 ± 10.9 ve 28.08 ± 5.88 olarak bulundu (Tablo 2). EKG inceleme sonrası tüm hastalarda koarktasyona sekonder gelişmiş hipertrofik kardiyomiyopati tanısı kondu ve hiçbir hastada ciddi arkus aorta hipoplazisi (çıkan aortanın genişliğinin %50'sinden daha düşük genişlik) ya da isthmus darlığına rastlanmadı. Olguların tamamı preoperatif yoğun tıbbi tedaviye rağmen (dijital, diüretik, afterload düşürücü droğlar) kontrol edilemeyen ileri derecede konjestif kalp yetersizliği bulguları ile ameliyata alındı.

Cerrahi girişim standart olarak sol posterolateral torakotomi ile 4. interkostal aralıktan toraksa girilerek gerçekleştirildi ve koarktasyon altı olguda Sarioğlu tekniği (14), dört olguda rezeksiyon ve uç uca anastomoz, üç hastada ise subklavian flap aortoplasti (Waldhausen) tekniği ile giderildi.

Olguların yaşları postoperatif kontrollerin yapıldığı sırada 5.5 ay ile 36 ay arasında (ort. 19.8±11.4 ay) idi. takip süresi ise 3 ay ile 33 ay (ort. 15.54±10.35 ay) arasında değişti. Tüm hastalarda arter kan basıncı ve istirahat kol-bacak sistolik kan basınç gradiyentinin yanısıra ekokardiyografik inceleme ile; koarktasyon bölgesinde rezidüel gradient bulunup bulunmadığı, SVAKİ, EF, KF değerleri araştırıldı.

Değerlendirmeler

- İstirahat kol-bacak kan basıncı gradienti; hastanın yaşına uygun ölçüdeki manşonlar ile "fega Doppler 811" cihazı kullanılarak ölçüldü.
- Ekokardiyografik incelemeler 3.5 veya 5 mHz'lik transdüser kullanmak sureti ile Acuson 128XT-10C ekokardiyografi cihazı ile yapıldı.

SVAKİ=SVAK/m² Devereux (15,16) formülüne göre;

SVAK: $0.8 [1.04 (D+IVS+h)^3 - (D)^3] + 0.6$ olup bu formülde;

D: diyastol sonu sol ventrikül kısa eksen çapı

IVS: diyastol sırasındaki arka duvar kalınlığı

h: diyastol sırasındaki arka duvar kalınlığı

1.04: kalp adalesinin spesifik ağırlığını temsil etmekte olup 0.8 ve 0.6 değerleri ise sabitleri ifade etmektedir.

EF(%): $Ved - Ves / Ved \times 100$

Ved: sol ventrikül kısa eksen diyastol sonu hacmi

Ves: sol ventrikül kısa eksen sistol sonu hacmi

KF(%): $Ded - Des / Ded \times 100$

Ded: sol ventrikül diyastol sonu kısa eksen çapı

Des: sol ventrikül sistol sonu kısa eksen çapı

İstatistiksel çalışmalarda, SPSS/PS+istatistik programı kullanılmıştır. Hastaların preoperatif ve postoperatif verileri ile kontrol grubuna ait verilerin ortalamaları ve standart sapmaları alınmış, grupların 20 kişiden az olması nedeni ile istatistiksel anlamda daha doğru ve güvenilir sonuçlar veren Mann-Whitney U, Wilcoxon testi tercih edilerek birbirleri ile karşılaştırılmıştır. Sol ventrikül kitle indeksi, ejeksiyon fraksiyonu ve kısalma fraksiyonlarındaki değişimleri etkileyen faktörler de lineer korelasyon testi, cerrahi tekniklerin sonuçlara etkisi ise varyans analizleri ile değerlendirilmiştir.

Bulgular

Erken ve geç postoperatif dönemde mortalite görülmedi. Postoperatif geç dönemde yapılan kontrollerde tüm hastaların asemptomatik olduğu ve hiçbir ilaç kullanmadığı belirlendi. Sistolik kan basınçları 90 ile 120 mmHg arasında (ort. 105.85±9.96 mmHg) olarak belirlenirken, bu değerlerin yaşa ve cinsiyete göre 90. persantil içinde olduğu görüldü. Hastaların istirahat kol-bacak sistolik kan basıncı gradienti 0 ile 20 mmHg arasında (ort. 6.51±3.33 mmHg) belirlendi (Tablo 1). Doppler ekokardiyografik incelemelerde ise transaortik sistolik gradient 0 ile 30 mmHg arasında (ort. 16.50±14.36 mmHg) belirlendi (Tablo 1)

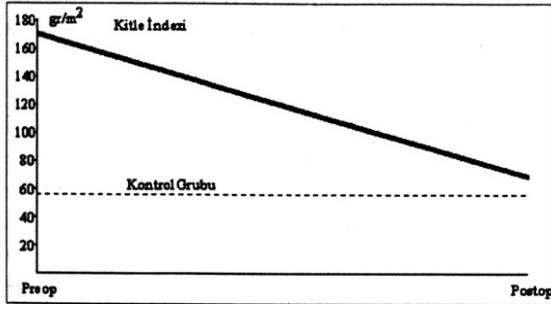
Opere edilen 13 olguda da preoperatif dönemdeki kol-bacak sistolik basınç gradienti ile Doppler ekokardiyografi ile belirlenen koarktasyon bölgesindeki gradientin, postoperatif geç dönemde (ortalama 15 ay sonra) yapılan değerlendirmelerde başarılı cerrahi girişim sonrasındaki kabul edilen sınırlar içerisinde olduğu görüldü. diğer yandan SVAKİ ve global sol ventrikül sistolik fonksiyon göstergeleri olan EF ve KF değerlerinde de postoperatif dönemde anlamlı şekilde değişimler gözlemlendi (Tablo 2).

Tablo 1. Preoperatif ve postoperatif hemodinamik parametrelere ait ortalama değerler

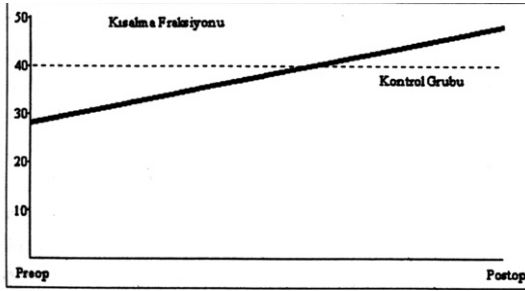
	Preoperatif	Postoperatif	P
Arteriyel kan basıncı (mmHg)	153.33±28.07	105.83±9.96	< 0.05
Kol-bacak gradienti (mmHg)	76.67±24.25	6.51±3.33	< 0.05
Transaortik gradient (mmHg)	69.92±14.43	16.50±14.36	< 0.05

Tablo 2. Hasta ve kontrol grubuna ait ortalama SVAKİ ve sistolik fonksiyon göstergeleri

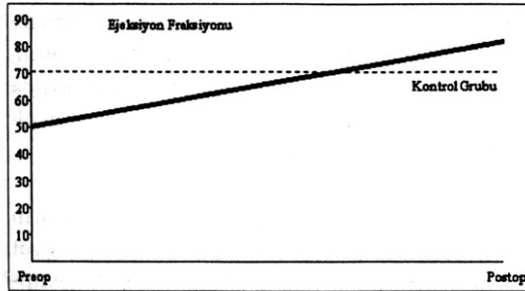
	Preoperatif dönem	Postoperatif dönem	Kontrol
SVAKİ (gm/m ²)	170.00±70.92	69.08±21.09	54.23±12.68
KF (%)	28.08±5.88	48.58±7.96	40.46±4.20
EF (%)	50.67±10.90	82.00±8.61	71.31±5.59



Grafik 1. Preop. Postop ve kontrol grubu SVAKİ değerlerinin birbiriyle karşılaştırılması



Grafik 2. Hasta ve kontrol grubu KF değerlerinin karşılaştırılması



Grafik 3. Hasta ve kontrol grubu EF değerlerinin karşılaştırılması

Hastaların ameliyat öncesi SVAKİ değerlerinin, ameliyat sonrası geç dönem ve kontrol grubu değerleri ile karşılaştırıldığında anlamlı bir biçimde yüksek olmasına karşılık ($p < 0.01$), postoperatif sonuçların kontrol grubu değerleri ile karşılaştırıldığında anlamlı bir fark olmadığı görüldü ($p > 0.05$).

Ancak iki olguda SVAKİ, postoperatif dönemde de yüksek olarak ölçülmüş olmakla beraber istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamıştır. Hasta grubunda EF ve KF değerlerinin de postoperatif dönemde anlamlı bir artış ($p < 0.01$) gösterdiği ancak bu parametrelere ilişkin

postoperatif değerler kontrol grubu ile karşılaştırıldığında anlamlı şekilde yüksek ($p < 0.05$) olduğu dikkati çekti (Grafik 1,2,3).

Tartışma

Bilindiği gibi aort koarktasyonunda sol ventrikül yüksek afterloada karşı çalışması nedeni ile progressif şekilde hipertrofiye olmaktadır. Sol ventrikül adale kitlesindeki artış giderek miyokard dokusunda dejenerasyona yol açmakta ve bu değişiklikler hipertrofinin artmasına paralel olarak şiddetlenmektedir. Mitokondrilerdeki değişiklikler, sarkomer ünitelerinin yıkımı, kas liflerinin uyumsuz şekilde büyümesi ve organel kayıpları karşılaşılan başlıca ultrastrüktif değişiklikler olarak bildirilmektedir (17).

Krayenbuehl ve ark. hipertrofi sonucu sol ventrikül kontraktilesinde meydana gelen bu değişikliklerin morfolojisini, non-müsküler interstisyel dokuların artması, miyokard hücre hipertrofisi ve interstisyel fibrozis ile izah etmişlerdir (18). Aynı araştırmacılar, koarktasyon giderildikten sonra sol ventrikül kitle ve fonksiyonlarındaki düzelmenin; ameliyat öncesi mevcut olan kardiyomiyopatinin şiddeti, miyokard dokusundaki dejeneratif değişikliklerin derecesi ve postoperatif rezidüel gradientin varlığı ile ilişkili olduğunu ifade etmişlerdir.

Schwartz ve ark. aort stenozlu yetişkin hastalarda yaptıkları çalışmalarda sol ventrikül kitlesinin 300 g/m^2 'den fazla olduğu durumlarda, ameliyat sonrasında sistolik fonksiyonlardaki bozukluğun ve miyokarda oluşan dejeneratif değişikliklerin tamamen geri dönmediğini söylemektedir (17). Bizim hasta grubumuzda ise preoperatif sol ventrikül adale kitlesi 300 g/m^2 'den büyük olarak tespit edilmiş olan bir hasta da dahil olmak üzere tüm olgularda postoperatif dönemde yapılan kontrollerde EF ve KF ile değerlendirilen sol ventrikül sistolik performansında istatistiksel olarak anlamlı bir düzelmeye görülmüştür. Bu da infant döneminde

sol ventrikül adale kitlesi ve sistolik fonksiyonları arasındaki ilişkinin yetişkinlerdekine göre farklılık gösterebileceğini düşündürmektedir.

Yetişkinlerle karşılaştırıldığında; yenidoğan ve infantlarda sol ventrikülün çok daha kısa bir süre yüksek afterloada karşı çalışmış olması ve hipertrofi sürecinin çok uzun olmaması nedeni ile sol ventrikül kitle ve fonksiyonlarındaki bozuklukların düzelme şansının daha yüksek olabileceği kanaatini uyandırmaktadır.

Aort koarktasyonunda cerrahi tedavi sonrası klinik durum ve prognozu; ilave kardiyak patolojinin bulunması, rezidüel gradient veya arkus hipoplazisi ve hipertansiyonun devam etmesi gibi faktörler belirlemektedir (19,20). Bunun yanısıra son yıllardaki çalışmalar göstermiştir ki; ameliyat sonrasında koarktasyon bölgesinde önemli bir gradient kalmayan, istirahat kan basınçları normal sınırlarda olan, asemptomatik hastaların bile çoğunluğunda sol ventrikül kitle ve fonksiyonları normalden yüksek seyretmektedir (8,9,10).

Bizim hasta grubumuzda da ortalama 15 aylık kontrol süresi sonrasında, sol ventrikül hiperkinezisinin devam ettiği görülmektedir. Sol ventrikül kitlesi olguların %88'inde normale inmekle birlikte, 2 olgumuzda sol ventrikül hipertrofisi ve sol ventrikül adale kitlesi ölçümleri reoperatif döneme göre düşmüş ancak normalden yüksek değerler bulunmuştur.

Başarılı cerrahi sonrası hipertrofinin devam etmesinde birkaç farklı etken rol oynadığı bildirilmektedir. Wollam ve Laks gibi araştırmacılar meydana gelen konsantrik hipertrofinin zaman içerisinde sol ventrikül fonksiyonlarını olumsuz yönde etkilediğini ve buna yolaçan primer sebep ortadan kaldırılrsa da normal bir ventrikül fonksiyonu sağlamak için daha fazla adale kitlesi gerektiğini ifade etmişlerdir (21,22).

Benedict ve ark. ise; kronik yüksek katekolamin salınımı olan bu tip hastalarda otonomik dengenin bozulduğunu ve sempatik tonusun artmasıyla ilgili olarak koarktasyonun giderilmesinden sonra plazma norepinefrin konsan-

rasyonunun %750 artmış olduğunu tespit etmişler ve postoperatif 6 ay sonra dahi bu seviyenin normal değerini iki katı olduğunu göstermişlerdir (23). Buna karşılık aynı araştırmacılar diğer tip cerrahi girişimlerden sonra kan norepinefrin düzeylerinde en fazla %50 kadar artış olduğunu ve bu durumun yalnızca birkaç saat sürdüğünü bildirmişlerdir.

Diğer yandan Laks ve ark. (22) 3 ay süreyle devamlı olarak köpeklere, taşikardi ve hipertansiyona sebep olmayacak kadar küçük dozda norepinefrin infüze etmişler, sonuçta bunun kalbin atım hacminde ve adale kitlesinde önemli artışlara neden olduğunu görmüşler. Bu husus koarktasyonun giderilmesinden sonra arter kan basıncı normal seviyelere inse dahi hipertrofinin sebat etmesini izah edebilmektedir.

Pelech ve ark. çalışmalarında koarktasyonun giderilmesinden sonra istirahat kan basıncı normal olup kol-bacak basınç gradientleri önemsiz olan hastalarda efor sırasında bu değerlere ilişkin önemli derecede yükselme olduğunu, bunun da santral ve periferik arterlerdeki yapısal ve fonksiyonel değişikliklerin yanısıra duvar rijiditesinin artmasına bağlı olduğunu, sonuçta da efor sırasındaki hipertansiyonun da sol ventrikül adale kitlesinde artışa neden olduğunu bildirmişlerdir (8,9).

Carpenter ve ark. izole koarktasyonu başarılı bir cerrahi müdahale ile giderilen ve ameliyat sonrası dönemde de normotensif asemptomatik olan hastaların uzun dönem takiplerinde erken kardiyovasküler morbidite ve mortalitenin görüldüğü, bunun nedeninin de postoperatif dönemde de devam etmekte olan sol ventrikül kitle ve sistolik fonksiyonlarındaki görülen yükseklik olduğu ileri sürmüşlerdir (24).

Aynı araştırmacılar ortalama yaşın 12 yıl olduğu normotensif hastalarda koarktasyon tamirinden 2-27 yıl (ort. 15 yıl) sonra bile görülen sol ventrikül hiperkinezisinin ameliyat sırasındaki hasta yaşıyla ve kontrole kadar geçen süreyle korelasyon göstermediğini söylemektedir. Yaş ortalamasının 4 ay olduğu bizim çalışmamızda da benzer sonuçların çıkması Carpenter'in bulgularına paralellik göstermektedir. Bunun yanında genel eğilimin aksine,

bizim çalışmamızda hafif derecelerdeki rezidüel gradyent ile postoperatif sol ventrikül kitle ve fonksiyonlarının yüksekliği arasındaki ilişki saptanamamıştır.

Sonuç olarak bu çalışmada; sekonder hipertrofik kardiyomyopati gelişmiş ve ventrikül sistolik fonksiyonları büyük ölçüde bozulmuş yenidoğan ile infantların cerrahi girişimden ortalama 15 ay sonra yapılan takiplerinde sol ventrikül adale kitlesinin normale döndüğü, sistolik performansın da normale ya da normalin üstüne çıktığı görülmüştür. Bunun yanında hastaların çoğunluğunda sistolik ventrikül fonksiyonlarının normalden yüksek seyretmesi dikkat çekici bulunmuş ve bu olguların normal populasyona göre daha genç yaşlarda ortaya çıkabilecek kardiyak problemler açısından uzun dönem tıbbi takiplerinin gerekli olduğu sonucuna varılmıştır.

Kaynaklar

1. Krogmann ON, Kramer HH, Rammos S, Heusch A, Bourgeois M: Non-invasive evaluation of left ventricular systolic function late after coarctation repair: influence of early vs late surgery. *Eur Heart J* 1993; 14:764-9.
2. Grossman W, Jones D, Mc Laurin LP: Wall stress and patterns of hypertrophy in the human left ventricle. *J Clin Invest* 1975; 56:56-64.
3. Perloff JK: Development and regression of increased ventricular mass. *Am J Cardiol* 1982; 50:605-11.
4. Moskowitz WB, Schieken RM, Mosteller M, Bosano R: Altered systolic and diastolic function in children after "successful" repair of coarctation of the aorta. *Am Heart J* 1990; 120:103-9.
5. Pelech AN, Kartodihardjo W, Balfe JW, Olley PM, Leenen FHH: Exercise in children before and after coarctectomy: hemodynamic, echocardiographic, and biochemical assessment. *Am Heart J* 1986; 112:1263-70.
6. Graham TP Jr, Atwood GF, Boerth RC, Boucek RJ Jr, Smith CW: Right and left heart size and function in infants with symptomatic coarctation. *Circulation* 1977; 56:641.
7. Kennedy JW, Twiss RD, Blackmon JR, Dodge HT: Quantitative angiocardiology. III. Relationships of left ventricular pressure, volume, and mass in aortic valve disease. *Circulation* 1968; 38:838.
8. Pelech AN, Kartodihardjo W, Balfe JA, et al: Exer-

9. Carpenter MA, Dammann JF, Watson DD, et al: Left ventricular hyperkinase at rest and during exercise in normotensive patients 2 to 27 years after coarctation repair. *J Am Coll Cardiol* 1985; 6:879-86.
10. Ong CM, Canter CE, Gutierrez FR, Sekarski DR, Goldring DR: Increased stiffness and persistent narrowing of the aorta after successful repair of coarctation of the aorta: relationship to left ventricular mass and blood pressure at rest and with exercise. *Am Heart J* 1992; 123:1594-600.
11. Moskowitz WB, Schieken RM, Mosteller M, Bosano R: Altered systolic and diastolic function in children after "successful" repair of coarctation of the aorta. *Am Heart J* 1990; 120:103-9.
12. Kimball TS, Reynolds JM, Mays MA, et al: Persistent hyperdynamic cardiovascular state at rest and during exercise in children after successful repair of coarctation of the aorta. *J Am Coll Cardiol* 1994; 24:194-200.
13. Cokkinos DV, Leachman RD, Cooley DA: Increased mortality rate from coronary artery disease following operation for coarctation of the aorta at late age. *J Thorac Cardiovasc Surg* 77:315-8.
14. Sarıoğlu T, Süzer K, Akçevin A, et al: A new surgical technique for repair of aortic coarctation. *Vascul Surg* 1992; 26:103-8.
15. Devereux RB, Reichek N: Echocardiographic determination of left ventricular mass in man. Anatomic validation of the method. *Circulation* 1977; 55:613-8.
16. Devereux RB, Alonson DR, Lutas EM, et al: Echocardiographic assessment of left ventricular hypertrophy: comparison to necropsy findings. *Am J Cardiol* 1986; 57:450-8.
17. Schwarz F, Schaper J, Flameng W, et al: Correlation between left ventricular function and myocardial ultrastructure in patients with aortic valve disease. *Circulation* 1976; 53/54 (Suppl II): II-67.
18. Kraysenbuehl HP, Hess OM, Monrad ES, Schneider J, et al: Left ventricular myocardial structure in aortic valve disease before, intermediate, and later after aortic valve replacement. *Circulation* 1989; 79:744.
19. Kirklin JW, Barratt-Boyes BG: Cardiac surgery. Second edition 1993. Churchill Livingstone p.497-1263.
20. Sabiston DC, Spencer FC: Surgery of the chest. Fifth edition 1990. WB Saunders Company p.1133.
21. Wollam GL, Hall WD, Porter WD, et al: Time course of regression of left ventricular hypertrophy in treated hypertension. *Am J Med* 1983; 75:100.
22. Laks MM, Garner D, Wong V: Increased ejection fraction produced by a long term subhypertensive infusion of norepinephrine in the conscious dog. *Am Heart J* 1979; 98:732.
23. Benedict CR, Phil D, Grahame-Smith G, Fisher A: Changes in plasma catecholamines and dopamine beta hydroxylase after corrective surgery for coarctation of the aorta. *Circulation* 1978; 57:598-602.
24. Johnston MC, Canter CE, Strauss AW, et al: Repair of coarctation of the aorta in infancy: Comparison of surgical and balloon angioplasty. *Am Heart J* 1993; 125:464-8.

Yazışma adresi: Dr. Gürkan Çetin, İ.Ü. Kardiyoloji Enstitüsü Kalp ve Damar Cerrahisi Anabilim Dalı, Aksaray-İstanbul