

Aort koarktasyonu

Aort coarctation

Nilüfer Ekşi Duran; Yetkin Korkmaz, Feyza Ballı Kurt, Serdar Mustafa Yılmaz, Bekir Yılmaz Cingözbay
Maltepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kardiyoloji A.D., Maltepe, İstanbul.

İletişim adresi: Nilüfer Ekşi Duran, Maltepe Üniversitesi, Tıp Fakültesi Hastanesi; Kardiyoloji AD, Maltepe; İstanbul; 34844;Türkiye; eksiduran@yahoo.com

ÖZET

Aort koarktasyonu kongenital bir kalp hastalığıdır. Çoğunlukla duktus arteriyozusun (geriledikten sonra ligamentum arteriosus adını alır) aortaya tutunduğu bölgede gelişen segmental bir daralmayı tanımlamaktadır. Duktus arteriosus fetal yaşamda fonksiyone olmayan akciğer fizyolojisi nedeniyle sağ ventriküle gelen kanı pulmoner arterden inen aortaya ileterek normal dolaşımı sağlama görevini yürütmektedir. Aort koarktasyonunda uygun tedavi yaklaşımı tartışmalı olmakla birlikte; cerrahi ve endovasküler girişimler başarıyla uygulanmaktadır. Tedavi edilmemiş vakalarda komplikasyon oranları yüksektir. Bu komplikasyonlar stroke, premature koroner arter hastalığı, serebrovasküler anevrizma ve aort rüptürüdür. Uzun dönem takipli çalışmalarda; hipertansiyon ve kardiyovasküler komplikasyonlar nedeni ile başarılı tedaviye rağmen yaşamın beklendiği gibi uzamadığı saptanmıştır. Bu yazı ağırlıklı olarak erişkin aort koarktasyonu ile ilişkin bir derleme olarak hazırlanmıştır

Anahtar kelimeler: aort koarktasyonu, endovasküler tedavi

GİRİŞ

Aort koarktasyonu tüm doğuştan kalp hastalıkları içinde %8-10 oranında gözlenen kongenital bir kalp hastalığıdır. Aortada segmental daralmayı tanımlamaktadır. Bu daralma aortun her düzeyinde olabilmekle birlikte % 98 sıklıkta, sol subklavyan arterin arkus aorttan çıkış yerinin hemen distalinde ve duktus arteriyozusun aorta girdiği yerin tam karşısındadır(1). Erkek cinsiyette görülme oranı daha fazladır (E/A = 2) (2,3).Tedavi edilmediğinde doğal seyir ile ortalama yaşam süresi 34 yıldır ve 50'li yaşlarda ölüm oranı %80'lere ulaşır(4). Tedavi edilmemiş aort koarktasyonlu hastalar kalp yetersizliği, intrakraniyal kanama (büyük anevrizma rüptürü), aort rüptürü ve miyokard infarktüsü nedeniyle yüksek mortalite ve morbidite altındadırlar. Aort koarktasyonlu olguların %46'sında biküspit aort kapağı bulunmakla birlikte

ABSTRACT

Coarctation of the aorta is a type of congenital heart disease. Aortic coarctation is a narrowing of the aorta most commonly found in the area where the ductus arteriosus (its called ligamentum arteriosum after regression) inserts (1). The ductus arteriosus that is a blood vessel connecting between the pulmonary artery and the proximal descending aorta allows most of the blood from the right ventricle to descending aorta due to non-functioning lungs in fetal life. Although the appropriate type of treatment for coarctation of the aorta remains somewhat controversial, surgical and endovascular approach is performed successfully. Complication rate is very high untreated patients. These complications include stroke, early-onset coronary artery disease, and brain aneurysm and aortic rupture. However, several long-term follow-up studies have suggested that despite successful treatment, survival is shorter than expected due to postoperative hypertension and cardiovascular complications. This paper is mainly prepared as a review related with adult aort coarctation.

Keywords: aort coarctation, endovascular treatment

görülen diğer kongenital anomalilerin başında arkus aortanın tübüler hipoplazisi, PDA, VSD ve ASD gelmektedir (5-8).

SINIFLAMA

Literatürde farklı türde sınıflamalar olmakla birlikte; çoğunlukla patoloji aortik isthmus bölgesindeki duktus ile ilişkilidir. Bonnet 1903'de aort koarktasyonlarını morfolojik açıdan; infantil (preduktal) ve erişkin (postduktal) tipler olmak üzere iki gruba ayırmıştır(9). Preduktal tipte; duktus öncesinde uzun bir segmenti tutan darlık mevcuttur ve duktus açıktır. Darlık distalindeki kan akımı duktus aracılığı ile pulmoner arterden aortaya geçen kan ile temin edilir ve alt ekstremitede siyanoz görülebilir. Preduktal infantil denmesinin nedeni bu patolojinin çoğunlukla infantil çağda görülmesi ile ilişkilidir.

Postduktal (erişkin) tipte; darlık duktus sonrasındadır ve çoğunlukla kısadır, duktus genellikle kapanmıştır. Darlığın distalindeki kan akımı geniş bir kollateral ağ ile beslenir ve siyanoz yoktur. Erişkinde yer ve morfolojik sınıflamaya göre en fazla rastlanılan grubu oluşturur. Anatomik lokalizasyonlarına göre ise koarktasyonlar; aortun istmus bölgesinde (preduktal, duktal, postduktal), arkus aortada, inen aortada ve abdominal aortada (suprarenal, renal, infrarenal) olmak üzere 4 ayrı grupta sınıflandırılırlar. Abdominal aortik ve arkus aorta tiplerinden kaynaklanan koarktasyon aortik istmus bölgesinden kaynaklanan koarktasyona göre oldukça nadir görülmektedir.

Embriyopatogenez

Koarktasyonun embriyolojik patogenezi halen tam olarak anlaşılamamıştır. Koarktasyonun oluşumu hakkında birtakım hipotezler öne sürülmüştür, bunlardan ilki duktal doku yayılım hipotezidir(9). Bu hipoteze göre duktus arteriosus kapanırken, aktif duktal doku aort içine migrasyon göstererek fibrosisin yayılmasına yol açar ve aortun duktusa yakın komşu bölgelerinde darlık oluşturur. Ancak bu hipotez; duktusa uzak bölgelerdeki koarktasyonları açıklayamamaktadır. Diğer hipotez; akım teorisidir ve duktal doku anomalisi nedeniyle akım bozulmakta ve bu akım azlığı ile aort hipoplazisi gelişmektedir(10). Diğer bir teori ise genetik faktör ile ilişkin olabileceğidir. Bu teori ile ilişkili olarak Turner sendromlu kadınlarda koarktasyon insidansının yüksek olması gösterilmektedir(11).

TANI

Akciğer grafisi aort koarktasyonuna ait birtakım ipuçları sunabilir. Koarktasyon bölgesinde daralma ve inen aortadaki poststenotik dilatasyon akciğer grafisinde klasik "3" belirtisini ortaya çıkarır. Gelişmiş kollateral ağına bağlı subkostal çentiklenmeler görülebilir. Ekokardiyografi hastaya yük getirmeyen, kolay ve ucuz tanı yöntemlerin başında gelen bir tetkiktir. Suprasternal pencereden değerlendirme ile subklavyen arter sonrası duktus hizasında renkli Doppler ile turbulans ve yüksek gradyant alınarak tanı konulabilir varsa diğer kardiyak anomaliler saptanır. Magnetik Resonans görüntüleme ile non-invaziv görüntüleme ve fonksiyonel değerlendirme önem kazanmaktadır. Rezidüel stenoz ve anevrizma formasyonu vakalarında ayrıntılı bilgi edinilmesi kollateral morfolojisi ve lokalizasyonunun belirlenmesinde de önerilmektedir.

Kardiyak kateterizasyon; koarktasyon yerini ve subklavyen arter ile olan ilişkisini belirleme, koarktasyon bölgesinde basınç hesaplanması ve planlanacak endovasküler girişim açısından büyük öneme sahiptir.

Klinik

İnfantil tip aort koarktasyonu beraberinde ventriküler septal defekt, büyük arter transpozisyon, çift çıkımlı sağ ventrikül, sol ventrikül hipoplazisi gibi major kardiyak anomaliler ile birlikte bulunabilir. %50 sinde patent duktus arteriosus açıktır.

Doğum sonrası patent duktus arteriosusun kapanması ile alt ekstremitelerde hipoperfüzyonu, bağırsak iskemisi, metabolik asidoz ile kardiyovasküler kollaps gelişebilir. Duktusun açık kalması amaçlı PGE1 infüzyonu başlatılarak operasyon zamanı klinik durumuna göre belirlenir.

Erişkin tipi aort koarktasyonunda klinik çoğunlukla hipertansiyon ile ilişkilidir. Hipertansiyon rutin muayene sırasında ortaya çıkabileceği gibi ikinci veya üçüncü dekatta birtakım belirtilerle de saptanabilir. Hipertansiyonda yorgunluk, baş ağrıları, baş dönmesi, eforla nefes darlığı, burun kanaması gibi semptomlar olabilir. Üst ekstremitelerde tansiyon değerleri yüksek olmakla birlikte alt ekstremitelerde tansiyon değerleri yüksek değildir ve alt ekstremitelerde nabızları zayıftır. Alt ekstremitelerde perfüzyonu zayıf olduğundan; perfüzyon vücudun üst bölgelerinden alt bölgelere gelişen kollateraller ile sağlanır, eforla kladikasyon intermittant olabilir. Kollateral dolaşım subklavyen arter, intermamaryan arter, interkostal arterden kaynak alır. Muayene bulgusu olarak üst-alt ekstremitelerde arasında basınç farkı ve darlığı bağlı interskapular alanda sistolik üfürüm duyulabilir. Hipertansiyon bağlı semptomlar fark edilmezse geç dönemde sol ventrikül hipertrofisi ve ardından sol kalp yetersizliği gelişebilir. Biküspit aort kapak hastalığı beraberinde en sık karşılaşılan kongenital kalp hastalığıdır. Biküspit kapağa bağlı yetersizlik veya daralma olabilir.

Özellikle hipertansiyonu kontrol altına alınmayan hastalarda Willis poligonu anevrizma oluşumu ve rüptürü, aort anevrizması, disseksiyon ve rüptürü, prematür koroner arter hastalığı, sol kalp yetersizliği gelişme riski yüksektir. Stenoz bölgesi enfektif endokardit için risk oluşturmaktadır.

Erişkin aort koarktasyonu hastalarda mortalite nedeni olarak; en fazla premature koroner arter hastalığı gelişimine bağlı kardiyovasküler hastalıklar (%37) sorumlu tutulmakla birlikte; konjestif kalp yetersizliği (%9), serebrovasküler olay (%7), poststenotik anevrizma rüptürü (%7) ve ani ölüm (%13) diğer nedenler olarak bilinmektedir(12).

Kollateral gelişimi ile ilişkili anterior spinal arterin genişlemesi ile spinal korda baskı yapması veya rüptürüne bağlı nörolojik komplikasyonlar gelişebilir. Koarktasyon onarımı sonrasında restenoz gelişimi, greft bölgesinde anevrizma veya enfeksiyon riski açısından takip önemlidir.

Tedavi seçenekleri

Amerikan Kardiyoloji Birliği tarafından doğuştan kalp hastalıklı erişkinler için 2008 yılında hazırlanmış olan kılavuzda, aort daralması için iki durumda girişimsel tedavi önerilmiştir(1). Bu durumlar; daralmış segment üzerinde ≥ 20 mmHg zirve basınç gradiyenti olması ve zirve gradiyent < 20 mmHg olsa da, radyolojik olarak önemli kollateral akım ve anatomik olarak önemli aort daralmasının gösterilmesidir.

Hastalığın tedavisi perkütan ya da cerrahi yöntemlerle darlığın giderilmesine yöneliktir. Hangi tip te-

davinin uygulanacağı tartışmalı olmakla birlikte ACC/AHA kılavuzunda perkutan veya cerrahi girişimin kardiyalog ve cerrahi takımdan oluşan bir konsey kararı ile belirlenebileceğini sınıf 1 (kanıt düzeyi C) olarak tanımlamıştır. Uzun koarktasyon segment varlığı, istmus hipoplazisi ve beraberinde kalp kapak hastalığı veya diğer kongenital kalp hastalıklarının birlikte bulunma durumlarında cerrahi müdahaleyi stent ile müdahaleden daha öncelikli olarak önermektedir. Aort daralmasının cerrahi onarımı ilk olarak 1944'de, ilk balon anjiyoplasti işlemi 1982'de ve ilk stentleme işlemi ise 1991'de yapılmıştır(13,15).

Perkütan tedavi

Balon ile dilatasyon ve stent yerleştirilmesi olarak iki farklı yöntem kullanılmaktadır. Perkütan yöntemler arasında stent yerleştirme balon anjiyoplasti ile karşılaştırıldığında; komplikasyonların daha az, işlem başarısı ve güvenliğinin daha yüksek olması nedeniyle giderek yerleşen tedavi yöntemi olmuştur(16-20). Balon ile dilatasyon sonrası oluşabilecek elastik geri çekilme ve disseksiyon riskine karşın stent ile müdahale tercih edilmektedir. Günümüzde stent ile tedavi nativ daralmalarda ve restenoz durumlarında da uygulanmaktadır. Stent işlemi esnasında oluşabilecek komplikasyonlar; stentin işlem esnasında distale kayması, disseksiyon veya subklavyen arter ostiyumunun stent ile kaplanmasıdır(21-23). Subklavyen arter ostiyumunun stentle kaplanması durumunda çoğunlukla iyi tolere edilebileceği ve iskemik olay riskinin düşük olabileceği yönünde çalışmalar mevcuttur (24).İşlem sırasındaki aort rüptürü riskine karşın kaplı stenler hazır bulundurulmalıdır. Aort koarktasyon tedavisinde kaplı stentlerin hangi durumlarda endike olduğunun bilinmesi önemlidir. Bu durumlar; koarktasyon bölgesinde anevrizma, ileri yaş (>65 yaş), tekrarlayan daralma, stent kırılması gibi daha önceki stentle ilgili komplikasyonların varlığı olarak sayılabilir. Uzun dönem takipte stenoz bölgesinde anevrizma formasyonu, restenoz ve devam eden hipertansiyon riski mevcuttur. Devam eden hipertansiyon ateroskleroz ve kalp yetersizliği açısından belirgin risk oluşturmaktadır.Literatürde stent implantasyonuna ilişkin işlem başarısı ve erken dönem sonuçlarının iyi olduğuna dair çalışmalar mevcut olup uzun dönem sonuçlarına ait veriler az da olsa olumludur(25-27). İşlem maliyetinin cerrahiden daha fazla olmaması, hızlı iyileşme dönemi, daha az invaziv olması ve anesteziye ait komplikasyonların dışlanması yöntemin avantajları arasındadır. Çok merkezli bir çalışmada stent ile tedavi edilen hastaların uzun dönem sonuçları cerrahiden üstün bulunmuştur(28).

Cerrahi tedavi

Aort koarktasyonunun ilk başarılı cerrahi tedavisi 1945 yılında Crafoord ve Nylin tarafından rezeksiyon ve direkt uç uca anastomoz tekniği ile gerçekleştirilmiştir(13). Bu ilk başarılı cerrahi onarımın üzerinden geçen yıllar içinde aort koarktasyonunun cerrahi tedavisinde değişik teknikler tanımlanmış ve başarıyla uygulanmıştır(29-32). Cerrahi yöntemler olarak; rezeksiyon ve uç uca anastomoz, sentetik yama ile onarım, greft interpozisyonu,

greft ile bypass, subklavyen flep aortoplasti subklavyen ters flep aortoplasti başlıkları altında farklı teknikler uygulanmaktadır. Operasyon sonrası erken mortalite %1 'in altındadır. Reoperasyonda mortalite %1 ile %3 arasındadır, sol ventrikül sistolik disfonksiyonu varlığında ise mortalite oranı %5 ile %10 düzeyine ulaşır (1). Özellikle reoperasyon sonrası erken dönemde kanama, plevral efüzyon, akciğer atelektazileri, recurrent laringeal sinir paralizisi, frenik sinir hasarına bağlı hemidiyafraz paralizileri, zayıf kollateral varlığında gözlenen spinal iskemik durumları, özellikle subklavyen flep tekniği sonrası subklavyen çalma sendromuna bağlı kolda kladikasyon karşılaşılabilen komplikasyonlar olarak sıralanabilir. Geç dönem komplikasyonlar arasında hipertansiyon, rekoarktasyon ve özellikle Dacron patch kullanımı sonrasında gelişebilen anevrizma formasyonu sayılabilir (33-35).

Aort koarktasyon onarım sonrası takip

Başarılı cerrahi veya perkutan girişim sonrasında hastaların %20 ile %40 kadarında hipertansiyon devam etmektedir(36). Erken dönemde gelişebilecek koroner arter hastalığı, sol ventrikül sistolik disfonksiyon, intrakraniyal hemoraji riskini azaltmak için hipertansiyonu kontrol altına almak morbidite ve mortaliteyi azaltma açısından büyük önem taşır. Onarım sonrası dirençli hipertansiyonun; geç yaşta müdahale yapılan hastalarda erken yaşta müdahale yapılan hastalara göre daha fazla olduğu bilinmektedir. Onarım için en uygun yaşın kaç olduğuna dair net bir görüş bulunmamaktadır. Morgan ve arkadaşları opere edilmiş 819 hastanın yaklaşık 60 yıllık takip sonuçlarını yayınladıkları yazılarında; 5 yaş altında müdahale edilen hastaların restenoz, 9 yaş üstü opere edilen hastaların işlem sonrası hipertansiyon riskinin yüksek olduğunu saptamışlardır(32). Yaşam beklentisinin tedavi edilenlerde tedavi edilmeyenlere göre daha iyi olduğu bilinmekle birlikte yine de sağlıklı popülasyona göre daha az olduğu gösterilmiştir. Bu durumun ön planda premature ateroskleroz ile ilişkili kardiyovasküler mortalite ile ilişkin olabileceği belirtilmektedir (32,37).

SONUÇ

Aort koarktasyonu hem fizyopatolijisinde hem de tedavi yönteminde oldukça tartışmalı bir konjenital kalp hastalığıdır. Başarılı aort koarktasyon onarımı yapılan hastaların dahi işlem sonrası tamamen tedavi edilmiş olduğu kanısına varmamalı ve geç dönemde gelişebilecek komplikasyonlar yönünden dikkat edilmelidir. Erişkin hastalarda koarktasyon düzeltilmesi sonrasında yapılan takiplerde uzun dönem mortaliteye etkili en önemli faktör hipertansiyondur ve kontrol altına alınmalıdır. Prematür aterosklerotik kalp hastalığı gelişimi, kalp yetersizliği, intrakraniyal kanama, aort anevrizması ve rüptürü, restenoz, enfektif endokardit gelişim riski yönünden bu hastalar düzenli kontrol altında tutulmalıdırlar.

KAYNAKLAR

1. Warnes CA, Williams RG, Bashore TM, et al. ACC/AHA 2008 Guidelines for the Management of Adults with Congenital Heart Disease: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (writing committee to develop guidelines on the management of adults with congenital heart disease). *Circulation* 2008;118:e714-833.
2. Kenny D, Hijazi ZM. Coarctation of the aorta: from fetal life to adulthood. *Cardiol J* 2011;18:487-495.
3. Hiratzka LF, Bakris GL, Beckman JA, et al. 2010 ACCF/AHA/AATS/ACR/ASA/SCA/SCAI/SIR/STS/SVM guidelines for the diagnosis and management of patients with thoracic aortic disease. A report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines, American Association for Thoracic Surgery, American College of Radiology, American Stroke Association, Society of Cardiovascular Anesthesiologists, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society of Interventional Radiology, Society of Thoracic Surgeons, and Society for Vascular Medicine. *J Am Coll Cardiol* 2010;55:e27-129.
4. Campbell M. Natural history of coarctation of the aorta. *Br Heart J* 1970;32: 633-640.
5. Duran AC, Frescura C, Sans-Coma V, et al. Bicuspid aortic valves in hearts with other congenital heart disease. *J Heart Valve Dis.* Nov 1995;4(6):581-590.
6. Mahimaiha J, Patra S, Subramaniun AP, et al. Coarctoplasty and Stenting in a Case of Ventricular Septal Defect With Eisenmenger's Syndrome: A Clinical Dilemma. *World J Pediatr Congenit Heart Surg.* 2014;5(3):481-483.
7. Neema PK, Singha SK, Manikandan S, et al. Transesophageal echocardiography and intraoperative phlebotomy during surgical repair of coarctation of aorta in a patient with atrial septal defect, moderately severe mitral regurgitation and severe pulmonary hypertension. *J Clin Monit Comput.* 2012;26(3):217-221.
8. Sinha S.N, Kardatzke M.L, Cole R.B, et al. Coarctation of the Aorta in Infancy. *Circulation*, Volume XL, September 1969; 385-389.
9. Bonnet L. M. Sur la lesion dite stenose congenitale de l'aorte dans la region de l'isthme. *Rev Med (Paris)*1903; 23: 108.
10. Hamdan MA. Coarctation of the aorta: a comprehensive review. *J Arab Neonatal Forum* 2006; 3: 5-13.
11. Volkl TM, Degenhardt K, Koch A, et al. "Cardiovascular anomalies in children and young adults with Ullrich-Turner syndrome the Erlangen experience". *Clin Cardiol* 2005; 28 (2): 88-92.
12. Marc Cohen, MD, Valentin Fuster, MD, Peter M. Steele, MBBS, et al. McGoon. Coarctation of the Aorta Long-term Follow-up and Prediction of Outcome After Surgical Correction. *Circulation* 1989;80: 840-845.
13. Crafoord C, Nylin G. Congenital coarctation of the aorta and its surgical treatment. *J Thorac Surg* 1945;14: 347.
14. Singer MI, Rowen M, Dorsey TJ. Transluminal aortic balloon angioplasty for coarctation of the aorta in the newborn. *Am Heart J* 1982;103:131-132.
15. O'Laughlin MP, Perry SB, Lock JE, et al. Use of endovascular stents in congenital heart disease. *Circulation* 1991;83: 1923-1939.
16. Reich O, Tax P, Bartakova H, et al. Long-term (up to 20 years) results of percutaneous balloon angioplasty of recurrent aortic coarctation without use of stents. *Eur Heart J* 2008;29: 2042-2048.
17. Walhout RJ, Lekkerkerker JC, Ernst SM, et al. Angioplasty for coarctation in different aged patients. *Am Heart J* 2002;144: 180-186.
18. Munayer CJ, Zabal CC, Ledesma VM, et al. Balloon angioplasty in aortic coarctation: a multicentric study in Mexico. *Arch Cardiol Mex* 2002;72: 20-28.
19. Yetman AT, Nykanen D, McCrindle BW, et al. Balloon angioplasty of recurrent coarctation: a 12-year review. *J Am Coll Cardiol* 1997; 30: 811-816.
20. Fletcher SE, Nihill MR, Grifka RG, et al. Balloon angioplasty of native coarctation of the aorta: midterm follow-up and prognostic factors. *J Am Coll Cardiol* 1995;25: 730-734.
21. Tan JL, Mullen M. Emergency stent graft deployment for acute aortic rupture following primary stenting for aortic coarctation. *Catheter Cardiovasc Interv* 2005;65(2):306-309.
22. Hijazi ZM. Catheter intervention for adult aortic coarctation: be very careful! [comment]. *Catheter Cardiovasc Interv* 2003;59(4):536-537.
23. Varma C, Benson LN, Butany J, et al. Aortic dissection after stent dilatation for coarctation of the aorta: a case report and literature review. *Catheter Cardiovasc Interv* 2003;59(4):528-535.
24. Forbes TJ, Garekar S, Amin Z, et al. Procedural results and acute complications in stenting native and recurrent coarctation of the aorta in patients over 4 years of age: a multi-institutional study. *Catheter Cardiovasc Interv* 2007;70: 276-285.
25. Pedulla DM, Grifka RG, Mullins CE, et al. Endovascular stent implantation for severe recoarctation of the aorta: case report with angiographic and 18-month clinical follow-up. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1997;40: 311-314.
26. Yazıcı HU, Göktekin Ö, Ulus T, et al. Erişkinlerde aort daralmasının stent ile tedavisine ilişkin ilk deneyimlerimiz. *Kardiyol Dern Arş - Arch Turk Soc Cardiol* 2011;39(3):214-218.

27. Chessa M, Carrozza M, Butera G, 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: 2728-2732.
28. Holzer R, Qureshi S, Ghasemi A, et al. Stenting of aortic coarctation: acute, intermediate, and long-term results of a prospective multi-institutional registry-Congenital Cardiovascular Interventional Study Consortium (CCISC). *Catheter Cardiovasc Interv* 2010;76: 553-563.
29. Hasan Basri Erdoğan, Hasan Ardal, Suat Nail Ömeroğlu, et al. Aort koarktasyonu cerrahi tedavisi: Yirmi yıllık deneyim. *Türk Göğüs Kalp Damar Cer Derg* 2006;14(2):117-121.
30. Bouchart F, Dubar A, Tabley A, et al. Coarctation of the aorta in adults: Surgical results and long-term follow-up. *Ann Thorac Surg* 2000; 70: 1483-1488.
31. Knyshov GV, Sitar LL, Glagola MD, et al. Aortic aneurysms at the site of the repair of coarctation of the aorta: A review of 48 patients. *Ann Thorac Surg* 1996;61: 935-939.
32. Morgan L. Brown , Harold M. Burkhar, Heidi M. Connolly, et al. Schaff Coarctation of the Aorta. Lifelong Surveillance is Mandatory Following Surgical Repair. *J Am Coll Cardiol* . 2013; 62: 1020-1025.
33. Backer CL, Mavroudis C. Coarctation of the aorta and interrupted aortic arch. In: Baue AE, editor. *Glenn's thoracic and cardiovascular surgery*. 6 th ed. Connecticut: Appleton & Lange; 1996. p. 1243-1269.
34. Fujita T, Fukushima N, Taketani S, et al. Late true aneurysm after bypass grafting for long aortic coarctation. *Ann Thorac Surg* 1996; 62: 1511-1513.
35. Clarkson PM, Nicholson MR, Barratt-Boyes BG, et al. Results after repair of coarctation of the aorta beyond infancy: a 10 to 28 year follow-up with particular reference to late systemic hypertension. *Am J Cardiol* 1983;51: 1481-1488.
36. Correia AS, Alves AG, Paiva M, et al. Long-term follow-up after aortic coarctation repair: The unsolved issue of exercise-induced hypertension. *Rev Port Cardiol*. 2013;32:879-883
37. Cohen M, Fuster V, Steele PM, et al. Coarctation of the aorta. Long-term follow-up and prediction of outcome after surgical correction. *Circulation*. 1989;80(4):840-845.