

Aort Koarktasyonunda Endovasküler ve Cerrahi Tedavi Yöntemlerinin Karşılaştırılması: Olgu Sunumu ve Literatürün Gözden Geçirilmesi

Comparison of Endovascular and Surgical Therapies in Patients with Coarctation of the Aorta: Case Report and Review of Literature

Dr. Göksel AÇAR,^a
Dr. Mustafa AKÇAKOYUN,^a
Dr. Selçuk PALA,^a
Dr. Yunus EMİROĞLU,^a
Dr. Cengiz KÖKSAL,^b
Dr. Ali Metin ESEN^a

^aKardiyoloji Kliniği,
^bKalp ve Damar Cerrahisi Kliniği,
Kartal Koşuyolu Yüksek İhtisas Eğitim
ve Araştırma Hastanesi,
İstanbul

Geliş Tarihi/Received: 22.10.2009
Kabul Tarihi/Accepted: 25.12.2009

Yazışma Adresi/Correspondence:
Dr. Göksel AÇAR
Kartal Koşuyolu Yüksek İhtisas Eğitim
ve Araştırma Hastanesi,
Kardiyoloji Kliniği, İstanbul,
TÜRKİYE/TURKEY
doctorgokselacar@hotmail.com

ÖZET Aort koarktasyonu en sık karşılaşılan konjenital kalp hastalıklarından biri olup, tek başına veya diğer kardiyak defekter ile birlikte çocuklarda ve erişkinlerde görülebilmektedir. Aort koarktasyonunda uygulanan standart tedavi yöntemi cerrahi tamirdir. Buna karşın son iki dekada endovasküler tedavi yöntemleri (balon anjiyoplasti ve primer stent implantasyonu) uygulamaya girmiş ve hızla yaygınlaşmıştır. Bununla beraber seyrek gözlenen fakat çok ciddi seyredebilen major komplikasyonlar sebebiyle hasta seçiminde son derece dikkatli olunması gereklidir. Endovasküler tedavinin kısa dönem sonuçları mükemmel olsa da daha uzun süreli sonuçları ile ilişkili çok az bilgi vardır. Ayrıca, erişkin hasta grubunda endovasküler uygulamalar veya cerrahi tedavi arasında yapılmış randomize kontrollü çalışmalar mevcut değildir. Bu yazıda, cerrahi tamir sonrasında rekürren koarktasyon gelişen olgunun literatür esas alınarak primer stentleme ile tedavisini ve bununla birlikte erişkin aort koarktasyonunda tedavi modaliteleri ve hasta seçiminin incelendiği bir derlemeyi sunmak istiyoruz.

Anahtar Kelimeler: Aort koarktasyonu; anjiyoplasti, balon; hipertansiyon

ABSTRACT Aortic coarctation is one of the most commonly encountered congenital heart disease, presenting in children, or adult population either solely or in association with other cardiac defects. The main treatment strategy of coarctation of the aorta is surgical repair. In the last two decades, however, endovascular repair by balloon angioplasty or stenting has become more widespread. Although rare, major complications may be devastating during stenting which necessitates careful patient selection. Short-term results of endovascular therapy are excellent but there are few data on long-term outcome. Unfortunately, prospective randomized control trials of endovascular versus surgical therapy are unavailable in the adult population. We report a case of recurrent coarctation of the aorta after surgical repair that was treated by primary stenting under the light of literature and reviewed the treatment modality and patient selection for aortic coarctation in the adult.

Key Words: Aortic coarctation; angioplasty, balloon; hypertension

Damar Cer Derg 2009;18(3):157-61

Aort koarktasyonu (AK); arkus aortanın, sıklıkla sol subklaviyan arter sonrasında diskret veya difüz daralması ve buna bağlı üst ekstremitelerde hipertansiyon ile karakterize bir anomali. Erkek cinsiyette daha sık olup diğer kardiyak anomaliler, özellikle biküspit aort kapak ile birlikte görülebilir. Tedavi edilmeyen hastaların çoğu yaşamlarının dördüncü dekadında inme, koroner arter hastalığı veya ani ölüm sebebi ile kaybedilirler.¹ Cerrahi tedavi 50 yıldır uygulanmakta olup standart tedavi yöntemidir, ülkemizde Aort koarktasyonunda endovasküler tedavi yöntemleri ile ilgili sınırlı sayıda vaka serileri olsa da literatürde 1990 ve 2000'li yıllarda koarktasyonlara ait geniş seriler dikkat çekmektedir. Aort

koarktasyonunda kullanışlı olmayan çeşitli sınıflamalar vardır ancak uygulanacak tedavinin belirlenmesinde; hastanın yaşı ve vücut büyüklüğü, koarktasyonun morfolojisi, doğal veya tekrarlayıcı oluşu birinci derecede önemlidir.

OLGU SUNUMU

Aort koarktasyonu sebebi ile 8 yıl önce cerrahi tedavi uygulanan ve dirençli hipertansiyon öyküsü mevcut olan 63 yaşındaki kadın hasta baş ağrısı ve efor anginası şikayetleri ile kliniğimize başvurdu. Koroner anjiyografisinde özellik olmayan hastanın yapılan aort görüntülenmesinde sol subklaviyan arterin hemen sonrasında damar lümeninde %80 darlığa sebep olan koarktasyon bölgesi tespit edildi. Kateter ile darlığın proksimal ve distal bölümleri arasında 35 mmHg gradient ölçülen hastanın koarktasyon bölgesine stent uygulaması planlandı. Femoral yolla proksimal inen aorta da sol subklaviyan arterin hemen sonrasındaki koarktasyon bölgesine, 0.035 extra stiff guidewire ve 12F çapında Mullins uzun kılıfı kullanarak 20mm Balloon in Balloon (BIB) kateteri (Numed Inc., Hopkinton, NY, USA) yardımı ile 22mm CP8Z22 (Cheatham Platinum) stent (Numed Inc., Hopkinton, NY, USA) implante edildi. Koarktasyon bölgesinde %90 açıklık sağlandı (Resim 1A, B). İşlem öncesi 35

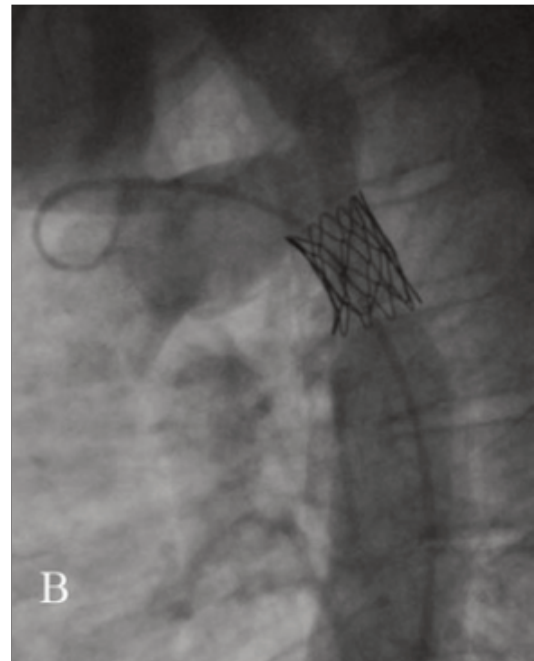
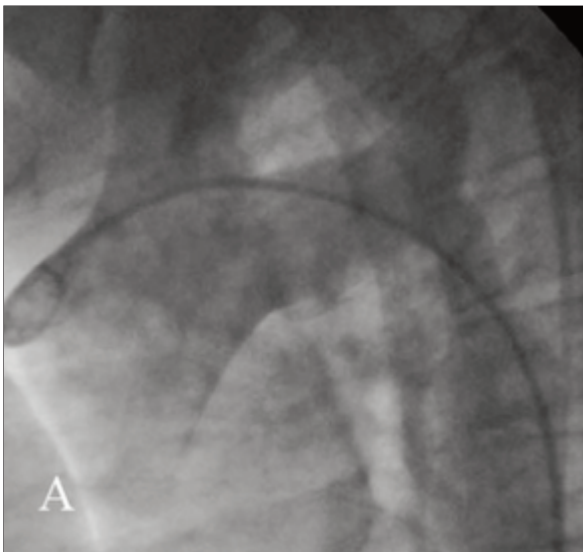
mmHg olan basınç gradienti tamamen giderildi. Takiplerinde komplikasyon olmayan hasta 120/80 mmHg arteriyel kan basıncı ile taburcu edildi. Arteriyel kan basıncı ölçümleri normal seyreden hastada oluşabilecek diseksiyon, anevrizma oluşumu ve intimal proliferasyonu değerlendirmek amacıyla işlem sonrası birinci yılda çok kesitli bilgisayarlı tomografi (ÇKBT) görüntülenmesi yapıldı. Koarktasyon bölgesinde diseksiyon, anevrizma oluşumu ve yeniden daralma gözlenmedi (Resim 2 A, B).

TEDAVİ ENDİKASYONLARI

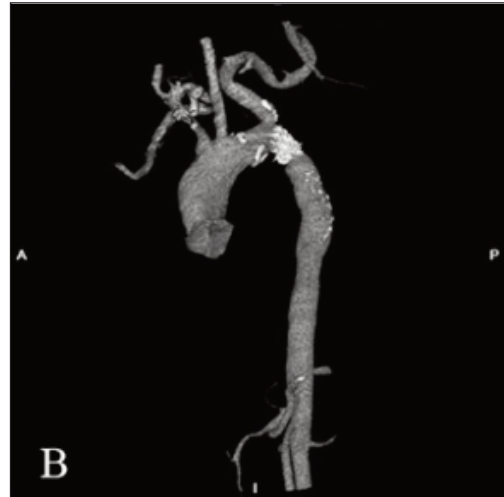
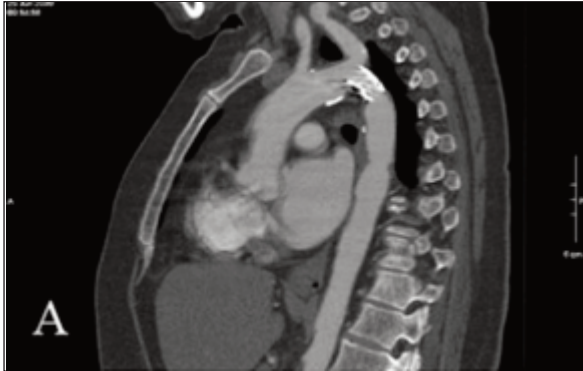
Üst ve alt ekstremiteler arasındaki kan basıncı farkının veya koarktasyon bölgesindeki gradientin 20 mmHg veya daha fazla olması, daha düşük gradientlerde ise ciddi hipertansiyon varlığı iyi bilinen endikasyonlardır. Yeni doğan döneminde duktus varlığı daha büyük yaşlarda ise gelişmiş kollateral dolaşım sebebi ile beklenen basınç farkı ölçülemeyebilir bu yüzden darlığın anjiyografik olarak görüntülenmesi önemlidir.

CERRAHİ TEDAVİ

Erişkin aort koarktasyonunda cerrahi tedavi yandaş kardiyovasküler bozukluklardan kaynaklanan kabul edilebilir bir mortalite ve morbidite ile yapılabilir.² Günümüzde erişkin hastada operasyon son-



RESİM 1A, B: İşlem öncesi (A) ve sonrası (B) anjiyografik görüntüleri.



RESİM 2A, B: Sagittal 'maksimum intensite projeksiyon' (A) ve 'üç boyutlu volume rendering' (B) ÇKBT görüntüleri.

rası cerrahi mortalite %0-1 civarındadır.³⁻⁸ Anevrizma oluşumu, yeniden daralma ve daha nadir olarak iskemik omurilik hasarına bağlı alt ekstremitte felci bilinen cerrahi komplikasyonlardır. Aort koarktasyonu sebebi ile cerrahi tedavi uygulanan 6 vaka serisinin incelendiği güncel bir meta-analizde, cerrahi sonrası yeniden daralma sıklığı %0-9 olarak bulunmuştur. Paraplejik vakaya rastlanmayan serilerde, cerrahi sonrası en sık komplikasyon olarak kanama ve reküren larengeal sinir hasarı bildirilmiştir.³⁻⁸ Farklı cerrahi tekniklerin uygulandığı 891 AK vakasının rapor edildiği geniş bir seride; toplam anevrizma sıklığı %5.4 olup %89 oranında yama aortoplasti tekniği ile ilişkili bulunmuştur.⁹ En sık uygulanan güncel cerrahi yöntem; rezeksiyon ve uç-uca anastomoz bu mümkün değilse araya greft interpozisyonu veya geniş uç-uca anastomozdur. Bu yöntem ile operasyon sonrası anevrizma gelişimi ile ilişkilendirilen prostetik yama kullanımından kaçınılmış olur ancak uzun koarktasyon segmenti varlığında uygulanamayabilir. Cerrahi sonrası takiplerde hastaların %25-35'inde hipertansiyon kalıcı olmaktadır.^{10,11}

Balon Anjiyoplasti

Aort koarktasyonunda balon anjiyoplasti (BA) ilk olarak 1982 yılında uygulanmıştır. Önceleri cerrahi tamir sonrası tekrarlayan aort koarktasyonunda kullanılan bu teknik günümüzde doğal koarktasyonda da benzer etkinlikle kullanılmakta olup, işlem mortalitesi %1'den azdır.¹² Özellikle yenidoğan

ve ameliyat riski fazla olan komplike olgularda cerrahi tedaviye bir seçenek oluşturmakta ve koarktasyon gradientini önemli ölçüde ortadan kaldırmaktadır.¹³ Son 10 yıldaki raporlarda BA sonrası nörolojik komplikasyon bildirilmemiştir. Girişim yerinde hematoma veya kanama sıklığı son yıllarda daha küçük çapta malzemeler kullanılması ile azaltılmıştır.¹⁰ BA sonrası yeniden daralma sıklığı pediatrik çağda %50'lere ulaşırken, erişkin yaşta %7-11 olarak bulunmuştur.^{14,15} Yeniden daralma oranı 1 yaş ve altı olgularda, 1 yaş ve üzeri olgulara kıyasla anlamlı derecede yüksektir.¹⁶ Erişkin yaşta BA ile ilgili esas endişe geç anevrizma oluşumudur, 8 vaka serisinin toplandığı bir derlemede BA sonrası takiplerde anevrizma sıklığı %0-9 olarak bildirilmiştir.¹⁵ Anevrizma gelişimine yol açan faktörlerin tam olarak bilinmemesine karşın, işlem sırasında aortun intima ve media tabakasında yırtıklar meydana geldiği, balon boyutunun uygun olmamasının ve yeni genişletilen bölgede kateter ya da kılavuz telin uygun olmayan manipülasyonlarının anevrizma gelişimine yol açabileceği bildirilmiştir.¹⁷ BA uygulanan erişkin hastalarının izlendiği bir seride 1 yıllık takip sonucunda hastaların %74'ünde normal kan basıncı değerleri izlenmiştir.¹⁸ BA öncesi koarktasyon bölgesinde yüksek gradient ölçümü, erken girişim tarihi, ileri hasta yaşı ve vakanın tekrarlayan koarktasyon oluşu suboptimal sonuçlar ile ilişkilidir.¹² Aortik istmus çapının küçüklüğü ve arkus aortanın hipoplazisi işlem başarısını azaltan diğer nedenlerdir.^{19,20}

Stent İmplantasyonu

AK vakalarında stent uygulamaları 1990'lı yıllarda başlamıştır.²¹⁻²⁵ Stent implantasyonunun tek başına BA işlemine karşı teorik avantajları; stent rijiditesi sayesinde koarktasyon bölgesindeki 'elastik recoil' in engellenmesi, benzer açıklığın stent implantasyonu beraberinde daha küçük çapta balon kullanılarak sağlanabileceği için daha düşük seviyede vasküler hasar oluşturması, böylece potansiyel anevrizma oluşumundaki azalma ve daha uzun koarktasyon segmentlerinde kullanılabilmesidir. Transvers aortik arkın hipoplazisinde başarılı uygulamalar mevcuttur.²⁶ Stent implantasyonu uygulanan erişkin hastalardan oluşan 8 vaka serisinin incelendiği bir derlemede; koarktasyon bölgesindeki gradient hastaların çoğunda tama yakın düzeyde giderilmiştir, yalnızca 1 ölüm gözlenirken anevrizma oluşumu hastaların %5'inden azında izlenmiştir.¹⁵ Son zamanlarda bildirilen 13 vaka serinin incelendiği bir meta-analizde, yeniden daralma sıklığı %11 olarak bulunmuştur.¹⁰ Stent implante edilmiş 588 hastanın takip verilerin rapor edildiği çok merkezli bir çalışmada, en sık komplikasyon %2.6 sıklığında femoral girişim yerinde gözlenmiştir. Anevrizma oluşumu, aort diseksiyonu ve serebrovasküler olay sıklığı sırasıyla %2.2, %1.5 ve %1 olup işlem ile ilişkili mortalite %0.3 olarak gösterilmiştir.²⁷ Kaplı stentlerin koarktasyon olgularında kullanımı yaygınlaşmaktadır. Özellikle de stentleme sonrası gelişen aort diseksiyonunda ve genişleyen anevrizmaların tedavisinde cerrahiye alternatif olarak kullanılmaktadır. Bununla beraber yan dalların tıkanma olasılığı bulunan koarktasyon bölgelerinde ve yeniden dilatasyona izin vermediği için gelişimini tamamlamamış hastalarda tercih edilmezler.

TAKİP

Cerrahi veya endovasküler tedavi yöntemleri uygulanan hastaların takiplerinde, özellikle de > 10 mmHg rezidüel gradient izlenen vakalarda latent hipertansiyonu ortaya çıkarmak için ayaktan kan basıncı ölçümleri ve egzersiz testi önerilmektedir.

TARTIŞMA

Aort koarktasyonunda cerrahi tedavi 50 yıldır uygulanmakta iken son iki dekatta endovasküler tedavi yöntemleri de denenmiş ve hızla yaygınlaş-

mıştır. Süt çocuğu döneminde özellikle ilk 6 ayda BA sonrası yeniden daralma riski oldukça fazladır, BA bu yaş grubunda cerrahi tamir sonrası tekrarlayan vakalarda tercih edilir.^{14,27} Doğal AK olan 1-10 yaş arası hastalarda BA ya da cerrahi tedavi uygulayan klinikler mevcut olup ortak bir görüş yoktur, bu yaş grubunda tekrarlayan koarktasyonlarda BA ön planda düşünülür.^{15,27} Vücut ağırlığı 35-50 kg altında olan çocuklarda stent uygulamaları seçilmiş vakalarda önerilir.²⁸ Adolesan ve erişkin hasta grubunda endovasküler uygulamalar veya cerrahi tedavi arasında yapılmış randomize kontrollü çalışmalar mevcut değildir. Cerrahi onarım, BA ve stent implantasyonu yapılan farklı vaka serilerinin karşılaştırıldığı 1995-2005 yıllarında yayınlanmış meta-analizde; erişkin yaş grubunda doğal AK vakalarında cerrahi tedavinin mortalite ve morbiditesi endovasküler yöntemlerle benzer bulunmuş, yeniden girişim gereksinimi ve tekrarlama oranları cerrahi tedavide daha düşük izlenmiştir.¹⁰ Anevrizma sıklığı balon anjiyoplastide daha fazla olup özellikle de başlangıç serilerinde %20'ye varan oranlarda bildirilmiştir.^{29,30} Çoğunlukla cerrahi tedavi gerektirmeyen bu anevrizmaların sıklığı son dönemde balonların diyafragmatik aorta çapına eşit seçilmesi ile %10 altına düşmüştür.¹⁵ Benzer şekilde prostetik yama gerektirmeyen cerrahi tekniklerin kullanılması, cerrahi onarım sonrası anevrizma sıklığını azalmıştır. Stent implantasyonu uygulanan hastaların takip çalışmalarındaki anevrizma sıklığı ile ilgili farklı sonuçların olması, işlem sonrası takiplerde görüntüleme tekniklerinin rutin olarak uygulanmaması ve değişik çalışmalarda farklı görüntüleme tekniklerin uygulanması ile ilişkilidir. Özellikle BA ve stent implantasyonu sonrası takiplerde aort diseksiyonu gibi ciddi komplikasyonlara neden olabilecek anevrizmaların tespiti için bilgisayarlı tomografi (BT) veya manyetik rezonans anjiyografi (MRA) uygulanmasını öneren yayınlar vardır.^{31,32} Cerrahi tedavi sonrası daha uzun süreli takip verilerine sahip olsak da işlem sonrası hipertansiyonun kalıcılığı uygulanan tedavi yönteminin bağımsız gibi durmaktadır.¹⁰

Aort koarktasyonunda stent implantasyonu, tek başına BA ile karşılaştırıldığında; tama yakın gradient azalması sağlaması, yeniden daralma riskinin da-

ha az olması ve muhtemelen daha düşük anevrizma oluşumu sıklığı nedeniyle üstündür.¹⁹ BA göre daha büyük çapta girişimsel materyale ihtiyaç duyması ve ileriki yaşlarda gelişen aorta çapına göre yetersiz kalması pediatrik çağda stent uygulaması ile ilgili zorluklardır. Son yıllarda önceden uygulanan stentlerin gerektiğinde yeniden dilatasyonunun başarılı ve güvenilir olduğuna dair vaka serileri yayınlanmıştır.³³ Metalik stent materyalinin damar duvarında dalga yayılımı ve kompliyans üzerinde zararlı etkileri sonucu kalıcı hipertansiyon riskinde artış olabileceği

endişesi ile yapılan küçük çaplı deneysel çalışmalarda, erken sonuçlar stent uygulamaları lehine olumlu bulunmuştur.³⁴ Günümüzde erişkin AK vakalarında cerrahi onarım endovasküler tedavi yöntemlerine benzer şekilde çok düşük mortalite ve morbidite oranlarına sahiptir ancak endovasküler tekniklerdeki gelişmeler, alet ve donanımların daha kolay ulaşılabilir olması, hastanede kalış süresinin kısa olması ve daha ucuz maliyet; endovasküler tedavi yöntemlerini erişkin yaştaki AK vakalarında ilk tercih haline getirmiştir.

KAYNAKLAR

- Campbell M. Natural history of coarctation of the aorta. *Br Heart J* 1970;32(5):633-40.
- Apaydın AZ, Posacıoğlu H, Nalbantgil S, İslamoğlu F, Özbaran M, Büket S, et al. [Surgical treatment of aortic coarctation in adults: mid-term results and effect on systolic blood pressure]. *Anadolu Kardiyol Derg* 2002;3:189-92.
- Carr JA, Amato JJ, Higgins RSD. Long-term results of surgical coarctectomy in the adolescent and young adult with 18-year follow-up. *Ann Thorac Surg* 2005;79:1950-6.
- Bauer M, Alexi-Meskishvili VV, Bauer U, Alfaouri D, Lange PE, Hetzer R. Benefits of surgical repair of coarctation of the aorta in patients older than 50 years. *Ann Thorac Surg* 2001;72:2060-4.
- Bhat MA, Neelakandhan KS, Unnikrishnan M, Rathore RS, Singh M, Lone GN. Fate of hypertension after repair of coarctation of the aorta in adults. *Br J Surg* 2001;88:536-8.
- Bouchart F, Dubar A, Tabley A, Litzler PY, Hass-Hubscher C, Redonnet M, et al. Coarctation of the aorta in adults: surgical results and long-term follow-up. *Ann Thorac Surg* 2000;70:1483-9.
- Aris A, Subirana MT, Ferrer P, Torner-Soler M. Repair of aortic coarctation in patients more than 50 years of age. *Ann Thorac Surg* 1999;67:1376-9.
- Wells WJ, Prendergast TW, Berdjis F, Brandl D, Lange PE, Hetzer R, et al. Repair of coarctation of the aorta in adults: the fate of systolic hypertension. *Ann Thorac Surg* 1996;61:1168-71.
- Knyshev GV, Sitar LL, Glagoli MD, Atamanyuk MY. Aortic aneurysms at the site of the repair of coarctation of the aorta: A review of 48 patients. *Ann Thorac Surg* 1996;61:935-9.
- Carr J. The results of catheter based therapy compared with surgical repair of adult aortic coarctation. *J Am Coll Cardiol* 2006;47:1101-7.
- Cohen M, Fuster V, Steele PM, Driscoll D, McGoon DC. Coarctation of the aorta. Long term follow-up and prediction of outcome after surgical correction. *Circulation* 1989;80:840-5.
- McCordle BW, Jones TK, Morrow WR, Hagler DJ, Lloyd TR, Nouri S, et al. Acute results of balloon angioplasty of native coarctation versus recurrent aortic obstruction are equivalent. *Valvuloplasty and*
- Angioplasty of Congenital Anomalies (VACA) Registry Investigators. *J Am Coll Cardiol* 1996;28:1810-7.
- Tokel NK, Ekici E, Kutsal A, İkizler C. [Balloon valvuloplasty in congenital aortic stenosis in children: early and intermediate-term results]. *Türk Kardiyol Dern Arş* 1997;25:287-92.
- Hernandez-Gonzalez M, Solorio S, Conde-Carmona I, Rangel-Abundis A, Ledesma M, Munayer J, et al. Intraluminal aortoplasty vs. surgical aortic resection in congenital aortic coarctation. A clinical random study in pediatric patients. *Arch Med Res* 2003;34:305-10.
- Hornung TS, Benson LN, McLaughlin PR. Interventions for Aortic Coarctation Cardiology in Review 2002;10(3):139-48.
- Okur F, Tavli V, Sarıtaş T, Tavli T. [Short- and mid-term results of balloon angioplasty in the treatment of aortic coarctation in children]. *Türk Kardiyol Dern Arş* 2008;36:26-31.
- Çeliker A, Alehan D, Lenk M, Ceviz N, Bilgiç A. [Balloon angioplasty in native coarctation of aorta]. *Türk Kardiyol Dern Arş* 1996;24:480-3.
- Fawzy ME, Sivanandam V, Pieters F, Stefadourous MA, Galal O, Dunn B, et al. Long-term effects of balloon angioplasty on systemic hypertension in adolescent and adult patients with coarctation of the aorta. *Eur Heart J* 1999;20:827-32.
- Kaine SF, Smith EO, Mott AR, Mullins CE, Geva T. Quantitative echocardiographic analysis of the aortic arch predicts outcome of balloon angioplasty of native coarctation of the aorta. *Circulation* 1996;94:1056-62.
- Ovaert C, McCordle BW, Nykanen D, MacDonald C, Freedom RM, Benson LN. Balloon angioplasty of native coarctation: Clinical outcomes and predictors of success. *J Am Coll Cardiol* 2000;35:988-96.
- Ebeid MR, Prieto LR, Latson LA. Use of balloon expandable stents for coarctation of the aorta: Initial results and intermediate term follow-up. *J Am Coll Cardiol* 1997;30:1847-52.
- Magee AG, Brzezinska-Rajszys G, Qureshi SA, Rosenthal E, Zubrzycka M, Ksiazek J, et al. Stent implantation for aortic coarctation and recoarctation. *Heart* 1999;82:600-6.
- De Lezo JS, Pan M, Romero M. Immediate and followup findings after stent treatment for severe coarctation of aorta. *Am J Cardiol* 1999;83:400-6.
- Marshall A, Perry SB, Keane JF, Lock JE. Early results and medium-term follow-up of stent implantation for mild residual or recurrent aortic coarctation. *Am Heart J* 2000;139:1054-60.
- Thanopoulos BD, Hadjnikolaou L, Konstadopoulou GN, Tsousis GS, Triposkiadis F, Spirou P. Stent treatment for coarctation of the aorta: intermediate term follow-up and technical considerations. *Heart* 2000;84:65-70.
- Boshoff D, Budts W, Mertens L, Eyskens B, Delhaas T, Meyns B, et al. Stenting of hypoplastic aortic segments with mild pressure gradients and arterial hypertension. *Heart* 2006;92:1661-6.
- Golden AB, Hellenbrand WE. Coarctation of the Aorta: Stenting in Children and Adults. *Catheterization and Cardiovascular Interventions* 2007;69:289-99.
- Rosenthal E. Stent Implantation for Aortic Coarctation: The Treatment of Choice in Adults? *Journal of the American College of Cardiology* 2001;38:1524-7.
- Paddon AJ, Nicholson AA, Ettles DF, Travis SJ, Dyet JF. Long-term follow-up of percutaneous balloon angioplasty in adult aortic coarctation. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2000;23:364-7.
- Shaddy RE, Boucek MM, Sturtevant JE, Ruttenberg HD, Jaffe RB, Tani LY, et al. Comparison of angioplasty and surgery for unoperated coarctation of the aorta. *Circulation* 1993;87:793-9.
- Aphrodite Anagnostopoulos-Tzifla. Management of Aortic Coarctation in Adults: Endovascular versus Surgical Therapy. *Hellenic J Cardiol* 2007;48:290-5.
- Mahadevan V, Mullen MJ. Endovascular management of aortic coarctation. *Int J Cardiol* 2004;97 Suppl 1:75-8.
- Zanjani KS, Sabi T, Moysich A, Ovrutski S, Peters B, Miera O, et al. Feasibility and Efficacy of Stent Redilatation in Aortic Coarctation. *Catheterization and Cardiovascular Interventions* 2008;72:552-6.
- Pihkala J, Thyagarajan GK, Taylor GP, Nykanen D, Benson LN. The effect of implantation of aortic stents on compliance and blood flow. An experimental study in pigs. *Cardiol Young* 2001;11(2):173-81.