

Balon Anjiyoplasti Yapılmış Nativ Koarktasyonlu Çocuklarda İzlem Sonuçları ve Komplikasyonlar

Follow-up Results and Complications of Balloon Angioplasty in Children with Native Coarctation

Gülden Kafalı¹, Arman Bilgiç², Alpaz Çeliker³

¹Bilim Üniversitesi Avrupa Florence Nightingale Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı, Çocuk Kardiyoloji Ünitesi, İstanbul, Türkiye

²Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Çocuk Kardiyoloji Bilim Dalı, Ankara, Türkiye

³Acıbadem Üniversitesi, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı, Çocuk Kardiyoloji Ünitesi, İstanbul, Türkiye

ÖZET

Amaç: Balon anjiyoplastinin (BA) yol açabileceği komplikasyonlar ve rekoarktasyon için risk taşıması nedeniyle infant ve çocuklardaki kullanımı tartışmalıdır. Nativ koarktasyonlu 31 olguyu işlemden 29±18 ay sonra kontrol anjiyografi ile değerlendirdik.

Yöntemler: Olgular kontrol anjiyografi bulgularına göre başarılı izlem ve yeniden girişim grubuna ayrılarak, işlem öncesi ve sonrası veriler karşılaştırıldı. Koarkte segmentin elastik özelliklerinin, aortik segmentlerin hipoplazisinin ve patent duktus arteriozus (PDA) bulunmasının yeniden girişim için risk faktörü olup olmadıkları araştırıldı. Komplikasyonlar kaydedildi.

Bulgular: Olguların BA yaşı 2.9±3.7 yıl idi. 29 olguda (%93.5) diskret tipte koarktasyon saptandı. Patent duktus arteriozus 5 olguda (%16) mevcuttu. Yirmidokuz olguda (%94) anjiyoplasti başarılı idi. Rezidüel gradiente artış saptanan 2 başarısız olgu ile 9 başarılı olguda rekoarktasyon gelişmesi nedeniyle yeniden girişim (%35.5) gerekti. İşlem sonrası rekoarktasyon gelişmeyen 20 olgu ise (%64.5) başarılı izlem grubu olarak alındı. Başarılı izlem grubunun balon yarıçapı ile çevre "stretch" yüzdesi anlamlı olarak daha yüksek bulundu ($p<0.05$). Yeniden girişim için bağımsız risk faktörü yalnız PDA bulunması idi ($p<0.05$). PDA bulunması ve çevre stretch yüzdesinin azalması ile yeniden girişim için süre azalıyordu ($p<0.05$). Bir olguda rekoarktasyon ile birlikte koarkte segmentte anevrizmatik dilatasyon görüldü. Bir olguda bilateral femoral arter trombozisi saptandı. Olguların yeniden girişim gereksiz yaşam şansı 1 yılda %80, 38 aydan sonra %55 civarında idi.

Sonuç: Balon anjiyoplasti nativ koarktasyonlu tüm çocuklarda komplikasyon, mortalite, hospitalizasyon süresi ve maliyeti bakımından cerrahiye üstündür. Ancak yeniden girişim gereksiz izlem sürelerinin giderek azalması, ilerleyici vasküler remodeling ve düz kas proliferasyonuna neden olan bir mekanizmaya bağlı olabilir. Bu konuda çalışmalar yapılmasının uygun olacağı kanısındayız. (*Gazi Med J 2011; 22: 65-71*)

Anahtar Sözcükler: Nativ koarktasyon, balon anjiyoplasti, anevrizma, rekoarktasyon

Geliş Tarihi: 14.05.2011

Kabul Tarihi: 22.07.2011

ABSTRACT

Objective: Balloon angioplasty (BA) is controversial in infants and children with native coarctation because it has the potential risk of complications and recoarctation. We evaluated 31 children with native coarctation by control angiography after 29±18 months.

Methods: The patients were separated as successful follow-up and reintervention groups. All data before and after BA were compared in these groups. The possibility of whether elastic properties of the coarcted segment, hypoplasia of aortic segments and, the presence of a patent ductus arteriosus (PDA) are risk factors or not in the reintervention was investigated. Complications were recorded.

Results: The patients' average age at procedure were 2.9±3.7 years. Twenty nine patients (93.5%) had discrete coarctation and 5 patients (16%) had PDA. Balloon angioplasty was successful in 29 patients (94%). As a result of

Yazışma Adresi/Address for Correspondence: Dr. Gülden Kafalı, Bilim Üniversitesi Avrupa Florence Nightingale Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı, Çocuk Kardiyoloji Ünitesi, İstanbul, Türkiye Tel: +90 542 486 24 55 E-posta: kafaligulden@hotmail.com

©Telif Hakkı 2011 Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi - Makale metnine www.gazimedicaljournal.org web sayfasından ulaşılabilir.

©Copyright 2011 by Gazi University Medical Faculty - Available on-line at www.gazimedicaljournal.org

doi:10.5152/gmj.2011.14

control angiography, 2 patients with increased residual gradient and 9 who developed recoarctation were the reintervention group (35.5%). Twenty patients (64.5%) were the successful follow-up group. Balloon half diameter and circumference stretch percent of the successful group were significantly higher ($p<0.05$). Ductal patent and the lower circumference stretch percent were found with decreasing reintervention duration. Freedom from reintervention was 80% at 1 year and 55% after 38 months.

Conclusions: Balloon angioplasty is superior to surgery with regard to complications, mortality, hospitalisation duration and cost in all children with native coarctation. However, gradually decreasing freedom from reintervention might be due to a mechanism which causes progressive vascular remodeling and smooth muscle cell proliferation. Further investigations should be carried out to prove this relationship. (*Gazi Med J 2011; 22: 65-71*)

Key Words: Native coarctation, balloon angioplasty, aneurysm, recoarctation

Received: 14.05.2011

Accepted: 22.07.2011

GİRİŞ

Perkütan balon anjiyoplasti (BA) uygulaması ilk kez 1982'de Singer ve ark. (1) tarafından postoperatif rekoarktasyon gelişen bir yenidoğanda yapılmış ve daha sonra yenidoğan, çocuk ve erişkin nativ koarktasyonlarında BA'nin başarısını kanıtlayan pek çok yayın rapor edilmiştir. Balon anjiyoplastinin erken başarısı %64-100 oranında bildirilmektedir (2-7). Adolesan ve erişkinlerde başarılı anjiyoplasti sonrası 1-12 yıllık izlemlerde rekoarktasyona sık rastlanmamasına rağmen (%3-7), çocukluk çağıında %7-30, 1 yaşın altındaki olgularda yaygın olarak gözlenmektedir (>%40) (3, 6-11). Nativ koarktasyonlu olgularda BA'ye bağlı femoral arter zedelenmesi ve trombozis komplikasyonlarının 1 yaşın altındaki olgularda yaygın olduğu ve küçük çaplı kateter kullanımı ile azalabileceği rapor edilmiştir (6, 11-14). Genellikle BA'den 7-14 ay sonra gelişen anevrizmada balon çapının primer faktör olmadığı, koarktasyonun kistik medial nekrozu başlatığı ve anjiyoplasti sırasında oluşan yırtıkların anevrizma veya disseksiyona ilerlediği ileri sürülmektedir (15).

HASTALAR VE YÖNTEM

Temmuz 1995-Kasım 2001 tarihleri arasında anjiyoplasti yapılmış olan 31 nativ koarktasyon olgusuna işlemden 6 ay-5 yıl sonra kontrol anjiyografi uygulandı. Uzun tübüler hipoplazi ve kompleks kalp hastalıklı olgular çalışma dışında bırakıldı. Olguların ailelerinden Helsinki Deklarasyonuna uygun yazılı kabul onayı alındıktan sonra kardiyak kateterizasyon ve anjiyografi yapıldı. Koarkte bölgeden 20 mmHg'dan fazla gradiyent elde edildiğinde *rekoarktasyon* kabul edildi. Olgular başarılı izlem ($n=20$) ve yeniden girişim ($n=11$) gruplarına ayrılarak, anjiyoplasti öncesi ve sonrasındaki hemodinamik ve anjiyografik verilerinin, aortun elastik özelliklerinin (stretch, gain ve recoil), aortik segmentlerin hipoplazisinin (Z değerleri) ve PDA yeniden girişim için risk faktörü olup olmadıkları araştırıldı. Anjiyoplasti işlemine ait geç komplikasyonlar (anevrizma, disseksiyon, duktus açıklığı, femoral arter trombozisi) kaydedildi. Yeniden girişim gereken hastalara koarktasyonun şekli, rezidüel koarktasyonun derecesi, diğer kardiyak anomaliler ve hastanın kliniği dikkate alınarak, cerrahi düzeltme veya tekrar balon anjiyoplasti uygulandı.

Ölçümler ve hesaplamalar: Olguların kateter anjiyogramları incelenerek, anjiyoplasti öncesi ve sonrasına ait Şekil 1'de gösterilen tüm ölçümler alındı. Ölçümler 45° sol oblik, yan ve uzun eksen (60° kaudal, 30° sol oblik) pozisyonlardaki anjiyogram görüntülerinden ve sistolik fazlarda elde edildi. Tüm ölçümler bir araştırmacı tarafından yapıldı.

Biyofizik ölçümler: İşlem öncesi ve sonrası koarktasyon çapı ve kullanılan balon çapı değerleri alınarak çevre "stretch, gain, re-

coil" yüzdeleri hesaplandı (16). Çevre "stretch, gain, recoil" yüzde değerlerini hesaplamak için aşağıdaki formüller kullanıldı. Balon çapı koarktasyonun en dar çapının 2.5 katını geçmeyecek, sol subklaviyan arter çıkışının hemen distalindeki isthmus çapını 1-2 mm'den daha fazla aşmayacak veya diyafragma düzeyindeki inen aorta çapından fazla olmayacak şekilde seçilmişti (17, 18).

Stretch; balon şişirildiğinde koarkte segment çapının balon çapına göre gerilme oranı

Recoil; balon indirildiğinde damar duvarının elastisitesi nedeniyle koarkte segment çapının balon çapına göre tekrar daralma oranı

Gain; anjiyoplasti öncesine göre koarkte segment çapındaki artış oranı

$$\% \text{ Çevre stretch} = \frac{\text{Balon çevresi-anjiyoplasti öncesi Koa çevresi}}{\text{Balon çevresi}} \times 100$$

Balon çevresi

$$\% \text{ Çevre recoil} = \frac{\text{Balon çevresi-anjiyoplasti sonrası Koa çevresi}}{\text{Balon çevresi}} \times 100$$

Balon çevresi

$$\% \text{ Çevre gain} = \frac{\text{Anjiyoplasti sonrası Koa çevresi-anjiyoplasti öncesi Koa çevresi}}{\text{Anjiyoplasti öncesi Koa çevresi}} \times 100$$

Anjiyoplasti öncesi Koa çevresi

$$\text{Çevre} = 2 \times \pi \times \text{yarıçap}$$

Kontrol grubu Z değerleri: Aorta patolojisi bulunmayan ve kateter anjiyografi yapılmış olan 1,5 ay-14 yaş arası 92 çocuk kontrol grubu olarak alındı. Kontrol olgularının aortasından alınan tüm ölçümlerin yaş gruplarına göre ortalama ve standart sapma değerleri elde edildikten sonra; her koarktasyonlu olgunun yaşına uygun olan kontrol grubuna ait ölçümün ortalama ve standart sapması alınarak tüm hastaların anjiyoplasti öncesindeki ölçümlerinin Z değerleri elde edildi (15).

$$Z = \frac{\text{Hastanın ölçülen değeri-kontrol grubu ölçümünün ortalama değeri}}{\text{kontrol grubu ölçümünün standart sapması}}$$

Biyofizik veriler ve aortaya ait Z değerleri başarılı izlem ve yeniden girişim grupları arasında karşılaştırıldı.

İstatistiksel Çalışma: Çalışmada kullanılan değişkenlerin dağılımı ve veri analizleri SPSS Versiyon 9.00 (Statistical Package for the Social Sciences) paket programı ile değerlendirildi. Hemodinamik parametreler ve vasküler çap ölçümleriyle ilgili tüm analizlerde student t, paired t, chi-square ve Mann-Whitney U testleri kullanıldı. Olguların erken başarı ve rekoarktasyonsuz izlemi ile tüm veriler arasındaki ilişkiler Cox analizi (Cox's proportional hazard regression modeling), Odds ratio ve Pearson korelasyon analizi ile değerlendirildi. Olguların reintervention gerekmezken izlem süreleri Kaplan-Meier yaşam analiziyle gösterildi. $p<0.05$ olduğunda istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

Anjiyoplasti sonrası 29±18 ay (6 ay-2 yıl) süreyle izlenen 31 olguya kateter anjiyografi yapıldı. Olguların 23'ü (%74) erkek, 8'i (%26) kızdı. Balon anjiyoplasti sırasındaki ortalama tanı yaşı 2.9±3.7 yıl (1 ay-13 yaş) idi. Olguların 2'sinde (%6.5) transvers ark ve isthmusu tutan uzun segment koarktasyon (tübüler hipoplazi), 29'unda (%93.5) diskret tipte koarktasyon saptandı. Beş (%18) olguda PDA mevcuttu.

Geç komplikasyonlar: Bir olguda (%3) minimal duktus açıklığı görüntüsü izlendi. Bir olguda (%3) rekoarktasyon ile birlikte koarkt segmentte anevrizmatik dilatasyon saptandığı için cerrahi düzeltme planlandı (Şekil 2). Bu olgunun çevre "stretch, recoil ve gain" % değerleri sırasıyla 62.7, 28.9 ve 90.7 idi. Anjiyoplasti sonrası duktal ampullada genişleme ve minimal duktus açıklığı gözlenen 3 olgunun 6 ay sonraki kontrol anjiyografilerinde 2 olguda duktusun kapanmış olduğu, 1 olguda ise açıklığın devam ettiği görüldü (Şekil 3). Bu olguların üçünde de rekoarktasyon saptandı ve yeniden girişim yapıldı (2 olguda cerrahi düzeltme, 1 olguda balon anjiyoplasti).

Kontrol anjiyografi planlanan bir diğer olguda ise her iki femoral artere kılıf ilerletilemedi ve kontrast enjeksiyonu sırasında femoral akımın tromboz sonrası gelişen kollateraller yoluyla sağlandığı görüldü. Bu olgu balon komplikasyonları açısından değerlendirmeye alınmadı.

Olguların anjiyoplasti öncesi, sonrası ve kontrol anjiyografilerinden elde edilen aorta gradiyentleri Şekil 4'te, anjiyoplasti sonuçları ve kontrol anjiyografi sonuçlarına göre izlemleri Şekil 5'de gösterildi.

Olguların 29'unda (%94) anjiyoplasti başarılı, 2'sinde (%6) ise rezidüel koarktasyon bulunması nedeniyle başarısız kabul edilmişti. İzlemleri sonrası kontrol anjiyografilerinde, rezidüel gradiyentte artış saptanan 2 başarısız olgu ile erken başarılı kabul edilen 29 olgudan 9'unda izlem sürecinde gradiyentin 20 mmHg'nın üzerine çıkması nedeniyle rekoarktasyon kabul edilerek yeniden girişim gerekti. Rekoarktasyon oranı %33 (n=9), yeniden girişim oranı %35 (n=11) idi. Başarılı anjiyoplasti sonrası kontrol anjiyografilerinde koarktasyon bulunmayan 20 olgu (%65) başarılı izlem grubu olarak alındı.

Anjiyoplasti öncesi ve sonrasındaki hemodinamik ve anjiyografik veriler, biyofizik veriler ve aortaya ait Z değerleri başarılı izlem (n=20) ve yeniden girişim (n=11) grupları arasında karşılaştırıldı (Tablo 1). Başarılı grupta yalnız anjiyoplasti sırasında kullanılan balon yarıçapı ile çevre "stretch" yüzdesi anlamlı olarak daha yüksek bulundu (p<0.05). Kontrol anjiyografilerine ait basınç değerleri yeniden girişim grubunda daha yüksek idi (p<0.05).

Anjiyoplasti sonrası yeniden girişim konusunda yaş, işlem öncesi gradiyent, gradiyent azalma yüzdesi ve koarktasyon çapı artış yüzdesinin risk oluşturup oluşturmadığı Odds oranlarıyla Şekil 6'da gösterildi. İstatistiksel anlamı olmamakla birlikte, yaş azaldıkça ve işlem öncesi gradiyent arttıkça yeniden girişim riski artıyordu. Yalnız duktus arteriosus açıklığı önemli bağımsız risk faktörü olarak bulundu (OR=16.79, %95 CI=1.53-184.9, p<0.05).

Olguların izleminde yeniden girişim süresinde azalmaya etkili olabilecek faktörler Cox analizi (Cox's proportionate hazard modeling) ile değerlendirildi (Tablo 2). Duktus arteriosus bulunması ve çevre "stretch" yüzdesinin azalması yeniden girişim süresinde azalma riskini artırıyordu (p<0.05). Sonuçta, "stretch" yüzdesinin azalması balon çapının azalmasıyla ilişkiliydi.

Anjiyoplasti sonrası 6 ay-5 yıl süreyle izlenen 31 olgunun yeniden girişim gereksiz izlem süreleri Kaplan-Meier yaşam analiziyle

Tablo 1. Kontrol anjiyografileri sonucunda olguların başarılı izlem ve yeniden girişim gruplarına ayrılarak hemodinamik ve anjiyografik verilerin karşılaştırılması

Balon anjiyoplasti	Başarılı izlem (n=20)	Yeniden girişim (n=11)	p
Yaş (ay)	43.0±47.0	16.3±30.5	>0.05
Çıkan Ao / İnen Ao basınç oranları (İÖ)	1.5±0.2	1.5±0.2	>0.05
Çıkan Ao / İnen Ao basınç oranları (İS)	1.09±0.009	1.09±0.17	>0.05
Gradyent (mmHg (İÖ))	47.8±14.0	59.0±26.6	>0.05
Gradyent (mmHg (İS))	11.4±7.0	12.8±12.5	>0.05
Gradyent azalma yüzdesi	72.0±16.2	68.7±38.0	>0.05
Çıkan Ao*	15.0±7.6	12.0±3.0	>0.05
Proksimal transvers ark*	9.2±4.0	8.3±3.0	>0.05
Distal transvers ark*	8.9±3.7	7.4±2.5	>0.05
İsthmus*	8.2±4.0	7.3±2.5	>0.05
Koarktasyon*	3.8±1.6	3.5±1.1	>0.05
İnen Ao*	13.0±5.5	9.8±3.4	>0.05
Diyafragmatik Ao*	10.0±4.6	8.3±2.8	>0.05
Koarktasyon çapı artış yüzdesi	73.2±44.0	66.0±27.0	>0.05
Balon yarıçapı	5.0±1.8	4.0±0.08	<0.05
Balon / isthmus çapı*	1.4±0.3	1.2±0.3	>0.05
Koarktasyon / diyafragmatik Ao çapı*	0.39±0.12	0.4±0.11	>0.05
Proksimal transvers ark Z değeri	-1.5±1.7	-0.7±2.4	>0.05
Distal transvers ark Z değeri	-1.26±0.9	-1.1±1.1	>0.05
İsthmus Z değeri	1.05±1.0	-0.4±1.3	>0.05
İnen Ao Z değeri	1.2±2.0	1.0±1.9	>0.05
Çevre stretch %	65.0±9.0	56.5±11.0	<0.05
Çevre recoil %	39.7±13.5	31.5±13.0	>0.05
Çevre gain %	73.6±45.0	65.6±25.0	>0.05
Kontrol anjiyografi			
Çıkan Ao basıncı (mmHg)	110.5±11.0	143.0±31.0	<0.01
İnen Ao basıncı	100.7±12.0	115.0±23.0	<0.05
Anjiyografik gradiyent	10.25±6.0	37.0±15.7	<0.01
Ekokardiyografik gradiyent	22.0±13.5	42.7±12.8	<0.01

*Anjiyoplasti öncesi çap (mm), Ortalama±SD, Ao: Aorta, İÖ: İşlem öncesi, İS: İşlem sonrası

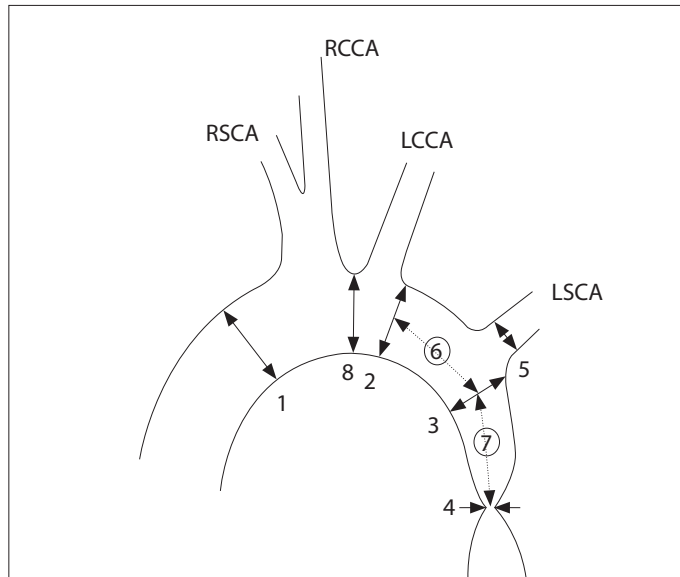
gösterildi (Şekil 7). Yeniden girişim gereksiz yaşam şansı 1 yılda %80, 2 yılda %76, 3 yılda %68 ve 38 aydan sonra %55 civarında idi.

TARTIŞMA

Balon anjiyoplasti sonrası anevrizma gelişiminin nedenleri konusunda, büyük balon kullanımı, 30 saniyeden daha uzun süreli balon şişirilmesi, balon rüptürü, balonun aort içinde çekilmesi veya anjiyoplasti sonrası kateter ve guide wire ile gereksiz manuplasyon gibi teknik faktörler ileri sürülmesine rağmen, halen kesin bir bilgi bulunmamak-

tadır (2, 13, 15). Anevrizma sıklığı konusunda farklı sonuçlar bildirilmekle birlikte (%0-55), bu durum yüksek kalitede anjiyografilerin kullanılmasıyla ilişkili olabilir (19). Yüksek kaliteli anjiyografi ile anjiyoplasti öncesinde gözden kaçan ve anjiyoplasti sonrası beliren duktal bump (çıkıntı) değerlendirilmede karışıklığa yol açabilmektedir (3). Üç olgumuzda BA öncesi bulunmayıp daha sonra gözlenen duktal kanalın minimal açıklığı ile birlikte ampullada genişleme saptadık. Ancak bu görüntüler anevrizma ve disseksiyondan kolayca ayrılabilir.

Anevrizma tanımlamasında farklı yorumlar bulunmakla birlikte, çoğu araştırmacı anevrizmayı diyafragma düzeyindeki aortadan 1.5 kat daha fazla genişlemeyle karakterize olan aort duvarının deformasyonu olarak kabul etmektedir (20-22). Valvuloplasti/anjyoplasti kayıtlarında balon anjiyoplasti yapılan 108 çocukluk çağı olguda anevrizma sıklığı %12 (13 olgu) olarak bildirilirken, infant grubunda ve özellikle 4 yaşın altındaki olgularda anevrizma gözlenmediği rapor edilmiştir (14, 23-25). Marvin ve ark. (26) balon anjiyoplasti yaptıkları 11 çocuğun 6'sında (%55) 7-14 aylık izlem sonunda anevrizma saptamış ve anevrizmatik dokunun patolojik incelemesinde lokal medial incelleme ve lineer yırtıkların bulunduğunu ve adventisyanın normal olduğunu bildirmişlerdir. Anevrizma gelişen bu 6 olguda ko-



Şekil 1. Aortik arkusun anjiyografik ölçüm bölgeleri

1. Çıkan aorta çapı, 2: Distal transvers ark çapı, 3: Aortik isthmus çapı, 4: Koarktasyon çapı, 5: Sol subklavian arter çapı, 6: Distal transvers ark boyu, 7: Aortik isthmus boyu, 8: Proksimal transvers ark çapı, RSCA: Sağ subklavian arter, RCCA: Sağ karotis kommunis arter, LCCA: Sol karotis kommunis arter, LSCA: Sol subklavian arter (Kaine SF (15))

arke segmentin 2.5-3 katı çapta balon kullanıldığı rapor edilmiştir. Lezo ve arkadaşları (20) ve Morrow ve arkadaşları (24) da olgularında %6-20 sıklıkta anevrizma belirlemişler ve balon çapının anevrizma gelişimiyle ilişkili olmadığını ve kistik medial nekrozun asıl faktör olabileceğini ileri sürmüşlerdir. Kistik medial nekrozun herediter duvar zayıflığından kaynaklandığı ve balon anjiyoplasti yapılan olgularda intimal ve medial yırtıkların ilerlemesine neden olduğu rapor edilmiştir (13). Kistik medial nekrozun şiddeti ve alanının genişliği hastanın yaşı, cinsiyeti, koarkte segmentteki gradiyentin derecesi, sistemik kan basıncı düzeyi ve beraberindeki kardiyak defektlerle ilişkili bulunmuştur. Yapılan çalışmalarda balon sonrası anevrizma gelişiminin daha çok 4 yaş ve üzeri olgularda görülmesi kistik medial nekrozun ve dolayısıyla anevrizma riskinin yaşla birlikte arttığının kanıtı olabilir (14, 23, 25, 27). Anevrizma gelişen bir olgumuzun anjiyoplasti yapıldığı sırada 8 yaşında olması bu düşüncüyü destekleyebilir.

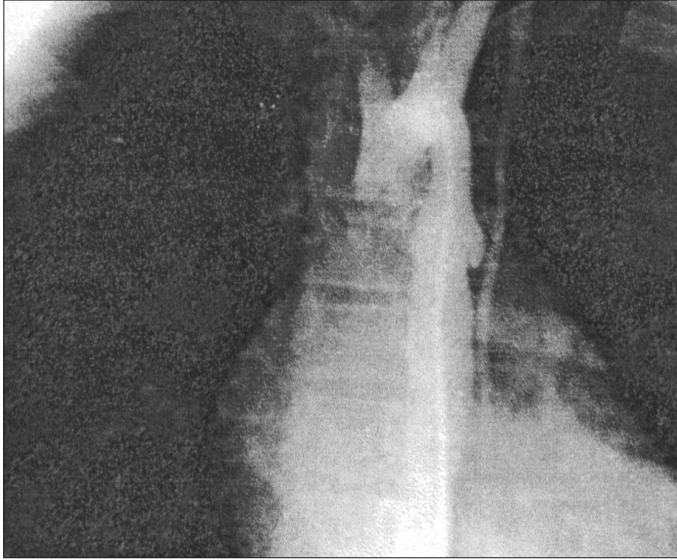
Anjiyoplasti sonrası anevrizma, disseksiyon ve rekoarktasyonların izleminde kateter anjiyografi önerilmekle birlikte, MRI ve transözefageal ekonun hassas tanı yöntemleri oldukları bildirilmektedir (28, 29).

Biofizik veri sonuçları: Ino ve ark. (22) balon anjiyoplasti sonrası yapılan intravasküler ultrasonografik incelemede dilatasyon oranı %50'den daha fazla ise (anjyoplasti öncesindeki çap-sonrasındaki çap/öncesindeki çap) medial yırtık ve arteriyel disseksiyon geliştiğini, %50'den daha az ise ancak arteriyel stretch veya minimal yırtık oluştuğunu rapor etmişlerdir. İyileşme döneminde intimal hiperplaziye bağlı damar çapında azalma olduğu gözlenmiştir. Koarkte segmentin elastik özelliklerinin (stretch, gain, recoil) rekoarktasyona etkisinin araştırıldığı az sayıda çalışma mevcuttur (15, 30-32). Biz de aort duvarının elastik özelliklerinin erken başarısızlık ve geç restenoza etkisinin olup olmadığını inceledik. Başarılı izlem grubunda yalnız anjiyoplasti sırasında kullanılan balon yarıçapı ile çevre "stretch" yüzdesi anlamlı olarak daha yüksek bulundu ($p < 0.05$). İstatistiksel anlamı olmamakla birlikte, yaş azaldıkça ve işlem öncesi gradiyent arttıkça yeniden girişim riski artıyordu (Şekil 6). Yalnız duktus arteriozus açıklığı önemli bağımsız risk faktörü olarak bulundu ($p < 0.05$). Duktus arteriozus bulunması ve çevre "stretch" yüzdesinin azalması yeniden girişim süresinde azalma riskini artırıyordu ($p < 0.05$). Sonuçta, "stretch" yüzdesinin azalması balon çapının azalmasıyla ilişkiliydi. İstatistiksel fark bulunmamakla birlikte, yaş, gradiyent azalma yüzdesi, koarktasyon çapı artış yüzdesi, balon/isthmus çapı oranı ve distal transvers ark Z değerinin azalması yeniden girişim süresinde azalmayla ilişkiliydi.

Damar duvarının biyofizik özellikleri ilk olarak Rensing ve ark. (33) tarafından koroner anjiyoplasti yapılan olgularda araştırılmıştır. Bu çalışmada gain arttığında damar hasarının da arttığı ve artan intimal hi-

Tablo 2. Yeniden girişim süresinde azalmayla birlikte olabilecek faktörler

	n	Beta Coefficient (Standart hata)	p	RR (%95 CI)
Yaş	31	-0.0149 (0.0143)	0.29	0.99 (0.96-1.01)
Koarktasyon şekli	31	-0.2913 (1.2754)	0.82	0.75 (0.06-9.10)
Duktus arteriozus	31	1.6446 (0.7433)	<0.05	5.18 (1.21-22.2)
Gradiyent azalma yüzdesi	31	-0.01 15 (0.0144)	0.42	0.98 (0.96-1.01)
Balon / İsthmus çapı	27	-1.3726 (1.3057)	0.29	0.25 (0.19-3.27)
Koarktasyon çapı artış yüzdesi	27	-0.0094 (0.0124)	0.45	0.99 (0.97-1.01)
Distal transvers ark Z değeri	28	-1.3334 (0.3214)	0.68	1.14 (0.61-2.14)
Çevre stretch yüzdesi	26	-0.0789 (0.0401)	<0.05	0.9241 (0.85-0.99)

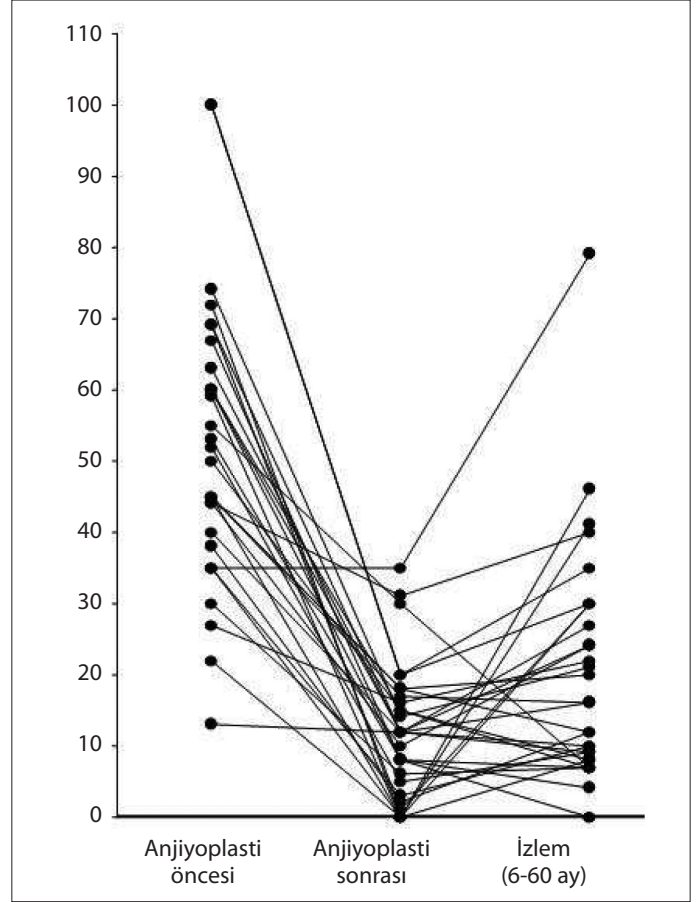


Şekil 2. Anevrizmatik dilatasyon

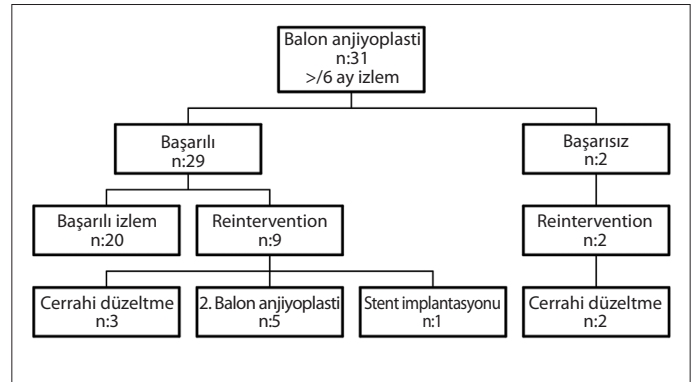


Şekil 3. Minimal duktus açıklığı

perplazi sonucu restenoz riskinin arttığı ileri sürülmüştür. Daha sonra Ino ve ark. (31) aynı yaklaşımı kullanarak daha büyük "gain" ve "stretch" de geç restenoz olduğunu rapor etmişlerdir. Rao ve ark. (30) ise anjiyoplasti sonrası restenozun olmadığı grupta "recoil" in daha büyük olduğunu rapor etmiştir. Bu raporda, daha büyük "recoil" olduğunda intakt elastik dokunun korunduğu ve "recoil" az ise restenoz riskinin artacağı ve böyle olgularda kistik medial nekrozun ve elastik doku yetersizliğinin daha ciddi olabileceği ileri sürülmüştür. Ovaert ve ark. (16) Ino'nun çalışmasındaki gibi daha büyük çevre "gain" ve "stretch" in hem erken başarısızlığa neden olduğunu, hem de yeniden girişim için sü-

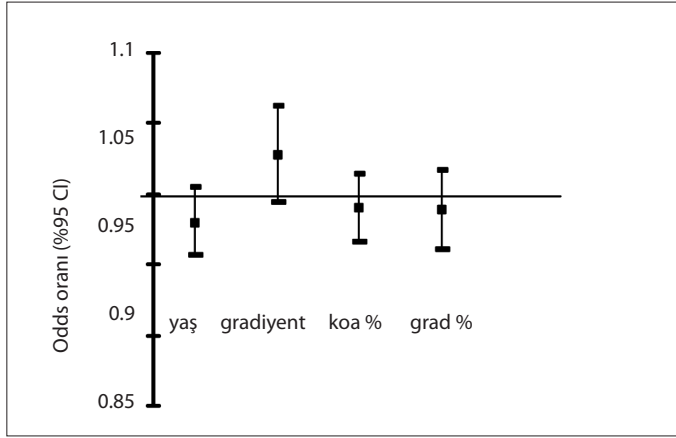


Şekil 4. Olguların (n=31) anjiyoplasti öncesi, sonrası ve kontrol anjiyografilerinde bulunan aorta gradientleri

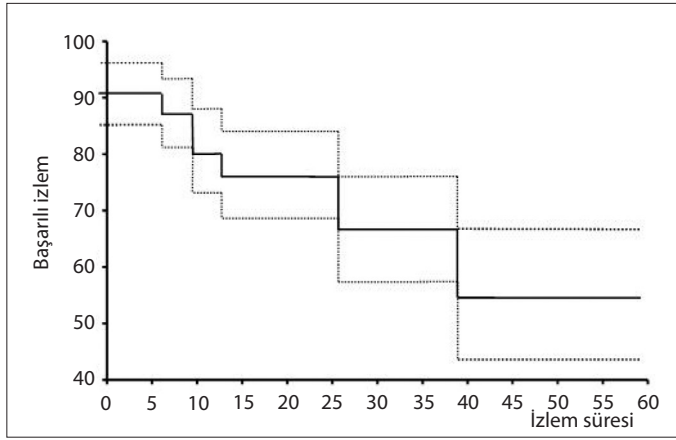


Şekil 5. Balon anjiyoplasti uygulanan 31 olgunun sonuçları ve kontrol anjiyografi sonuçlarına göre izlemleri

renin azaldığını rapor etmişlerdir. Bizim çalışmamızda ise yalnız PDA bulunması ve tersine çevre "stretch" yüzdesinin azalması yeniden girişim süresinde azalma riskini attırıyordu. Biz literatürleri ve sonuçlarımızı dikkate alarak, önerilen sınırların üzerinde büyük balon kullanılmadığı sürece biyofizik verilerin erken başarı ve yeniden girişim için belirleyici faktörler olmayacağını düşünüyoruz. Çalışmamızda PDA bulunmasının yeniden girişim için önemli risk faktörü olduğunu saptadık. Ancak tüm yaş gruplarındaki yeniden girişim riskini PDA ve balon çaplarıyla açıklamak yeterli olmayacağından, bu konuda önemli başka faktörler de söz konusu olabilir.



Şekil 6. Anjiyoplasti sonrası yeniden girişim için bağımsız risk faktörleri



Şekil 7. Kaplan-Meier yaşam analizine göre anjiyoplasti sonrası izlenen olguların yeniden girişim gereksiz izlem süreleri

Ayrıca aort segmentlerine ait Z değerlerini başarılı izlem ve yeniden girişim grupları arasında karşılaştırdığımızda, yeniden girişim riski açısından da Z değerlerini önemli bulmadık. Kaine ve ark. (15) isthmus Z değeri $< -2,16$ ise restenoz riskinin yüksek olduğunu, Z değeri > -1 olan olguların % 90'ında restenoz gelişmediğini bildirmiştir.

Sonuç olarak; Nativ koarktasyonlu olgularda biyofizik veriler erken başarı ve yeniden girişim tahmini için belirleyici faktörler değildir. Yeniden girişim gereksiz izlem süresinin giderek azalması, ilerleyici vasküler remodeling ve düz kas proliferasyonuna neden olan bir mekanizmanın başarılı anjiyoplastiye rağmen aktivasyonuna devam ettiğini düşündürebilir.

Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

KAYNAKLAR

1. Singer MI, Rowen M, Dorsey TJ. Transluminal aortic balloon angioplasty for coarctation of the aorta in the newborn. *Am Heart J* 1982; 103: 131. [CrossRef]
2. Rao PS, Galal O, Smith PA, Wilson AD. Five-to nine-year follow-up results of balloon angioplasty of native aortic coarctation in infants and children. *J Am Coll Cardiol* 1996; 27: 462-70. [CrossRef]
3. Walhout RJ, Lekkerkerker JC, Oron GH, Bennink GB, Meijboom EJ. Comparison of surgical repair with balloon angioplasty for native coarctation in patients from 3 months to 16 years of age. *Eur J Cardiothorac Surg* 2004; 25: 722-7. [CrossRef]

4. Munayer Calderón J, Zabal Cerdeira C, Ledesma Velazco M, Aldana Pérez T, Ramírez Reyes H, Lázaro Castillo JL, et al. Balloon angioplasty in aortic coarctation: a multicentric study in Mexico. *Arch Cardiol Mex* 2002; 72: 20-8.
5. Suárez de Lezo J, Pan M, Romero M, Segura J, Pavlovic D, Ojeda S, Algar J, et al. Percutaneous interventions on severe coarctation of the aorta: a 21-year experience. *Pediatr Cardiol* 2005; 26: 176-89. [CrossRef]
6. del Cerro MJ, Fernández-Ruiz A, Benito F, Rubio D, Castro MC, Moreno F. Balloon angioplasty for native coarctation in children: immediate and medium-term results. *Rev Esp Cardiol* 2005; 58: 1054-61. [CrossRef]
7. Rodés-Cabau J, Miró J, Dancea A, Ibrahim R, Piette E, Lapiere C, et al. Comparison of surgical and transcatheter treatment for native coarctation of the aorta in patients ≥ 1 year old. The Quebec Native Coarctation of the Aorta study. *Am Heart J* 2007; 154: 186-92. [CrossRef]
8. Fawzy ME, Sivanandam V, Galal O, Dunn B, Patel A, Rifai A, et al. One- to ten-year follow-up results of balloon angioplasty of native coarctation of the aorta in adolescents and adults. *J Am Coll Cardiol* 1997; 30: 1542-6. [CrossRef]
9. Fiore AC, Fischer LK, Schwartz T, Jureidini S, Balfour I, Carpenter D, et al. Comparison of angioplasty and surgery for neonatal aortic coarctation. *Ann Thorac Surg* 2005; 80: 1659-64. [CrossRef]
10. Rao PS, Jureidini SB, Balfour IC, Singh GK, Chen SC. Severe aortic coarctation in infants less than 3 months: successful palliation by balloon angioplasty. *J Invasive Cardiol* 2003; 15: 202-8.
11. Parra-Bravo JR, Reséndiz-Balderas M, Francisco-Candelario R, García H, Chávez-Fernández MA, Beirana-Palencia LG, et al. Balloon angioplasty for native aortic coarctation in children younger than 12 months: immediate and medium-term results. *Arch Cardiol Mex* 2007; 77: 217-25.
12. Burrows PE, Benson LN, Williams WG, Trusler GA, Coles J, Smallhorn JF, et al. Iliofemoral arterial complications of balloon angioplasty for systemic obstructions in infants and children. *Circulation* 1990; 82: 1697-704. [CrossRef]
13. Cooper RS, Ritter SB, Rothe WB, Chen CK, Griep R, Golinko RJ. Angioplasty for coarctation of the aorta: long-term results. *Circulation* 1987; 75: 600-4. [CrossRef]
14. Tynan M, Finley JP, Fontes V, Hess J, Kan J. Balloon angioplasty for the treatment of native coarctation: results of valvuloplasty and angioplasty of congenital anomalies registry. *Am J Cardiol* 1990; 65: 790-2. [CrossRef]
15. 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.
16. Ovaert C, McCrindle 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. [CrossRef]
17. Morris MJ, McNamara DG. Coarctation of the aorta. In: *The Science and Practice of Pediatric Cardiology*. Garson AJ, Bricker JT, Fisher DJ Neish SR (eds). 2nd edition. Baltimore: Williams & Wilkins 1998, p 1317-38.
18. Beekman RH. Coarctation of the aorta. In: *Heart Disease in Infants, Children and Adolescents*. Allen HD, Gutgesell HP, Clark EB, Driscoll DJ (eds). 2nd edition. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins 2000, p 988-1010.
19. Beekman RH, Rocchini AP, Dick M 2nd, Snider AR, Crowley DC, Serwer GA, et al. Percutaneous balloon angioplasty for native coarctation of the aorta. *J Am Coll Cardiol* 1987; 10: 1078-84. [CrossRef]
20. De Lezo JS, Sancho M, Pan M, Romero M, Olivera C, Luque M. Angiographic follow up after balloon angioplasty for coarctation of the aorta. *J Am Coll Cardiol* 1989; 13: 689-95.
21. Lababidi ZA, Daskalopoulos DA, Stoeckle H. Transluminal balloon coarctation angioplasty: Experience with 27 patients. *Am J Cardiol* 1984; 1281-91.
22. Ino T, Ohkubo M. Dilatation mechanism, causes of restenosis and stenting in balloon coarctation angioplasty. *Acta Paediatr* 1997; 86: 367-71. [CrossRef]
23. Isner JM, Donaldson RF, Fulton D, Bhan I, Payne DD, Cleveland RJ. Cystic medial necrosis in coarctation of the aorta: a potential factor contributing to adverse consequences observed after percutaneous balloon angioplasty of coarctation sites. *Circulation* 1987; 75: 689-95. [CrossRef]

24. Morrow WR, Vick GW 3rd, Nihill MR, Rokey R, Johnston DL, Hedrick TD, et al. Balloon dilatation of unoperated coarctation of the aorta: Short-and intermediate-term results. *J Am Coll Cardiol* 1988; 11: 133-8. [\[CrossRef\]](#)
25. Wren C, Peart I, Bain H, Hunter S. Balloon dilatation of unoperated aortic coarctation: immediate results and one year follow up. *Br Heart J* 1987; 58: 369-73. [\[CrossRef\]](#)
26. Marvin WJ, Mahoney LT, Rose EF. Pathologic sequela of balloon dilatation angioplasty for unoperated coarctation of the aorta in children (abstr). *J Am Coll Cardiol* 1986; 7: 117A.
27. Zile MR, Isner JM, Bing OHL, et al. Cystic medial necrosis in the ascending aorta of puppies with experimental ascending aortic coarctation. *J Am Coll Cardiol* 1985; 5: 488.
28. Weber HS, Cyran SE. Initial results and clinical follow-up after balloon angioplasty for native coarctation. *Am J Cardiol* 1999; 84: 113-6. [\[CrossRef\]](#)
29. Erbel R, Bednarczyk I, Pop T, Todt M, Henrichs KJ, Brunier A, et al. Detection of dissection of the aortic intima and media after angioplasty of coarctation of the aorta. An angiographic, computer tomographic, and echocardiographic comparative study. *Circulation* 1990; 81: 805-14. [\[CrossRef\]](#)
30. Rao PS, Waterman B. Relation of biophysical response of coarcted aortic segment to balloon dilatation with development of recoarctation following balloon angioplasty of native coarctation. *Heart* 1998; 79: 407-11.
31. Ino T, Ohkubo M, Akimoto K, Nishimoto K, Yabuta K, Kawasaki S, et al. Angiographic assessment of the stretch-recoil-gain relation after balloon coarctation angioplasty and its relation to late restenosis. *Jpn Circ J* 1996; 60: 102-7. [\[CrossRef\]](#)
32. Brili S, Dernellis J, Aggeli C, Pitsavos C, Hatzos C, Stefanadis C, et al. Aortic elastic properties in patients with repaired coarctation of aorta. *Am J Cardiol* 1998; 82: 1140-3. [\[CrossRef\]](#)
33. Rensing BJ, Hermans WR, Strauss BH, Serruys PW. Regional differences in elastic recoil after percutaneous transluminal coronary angioplasty: a quantitative angiographic study. *J Am Coll Cardiol* 1991; 17: 34B-8B. [\[CrossRef\]](#)