

# İzole Pulmoner Kapak Darlığında Balon Valvuloplasti Sonrası İzlemede Sağ Ventrikül Fonksiyonları

Nagehan Katipoğlu ©

Mehmet Küçük ©

Timur Meşe ©

Rahmi Özdemir ©

Murat Muhtar Yılmaz ©

Utku Karaarslan ©

## Right Ventricular Functions in Patients Undergone Balloon Valvuloplasty for Isolated Pulmonary Valve Stenosis

### öz

**Amaç:** İzole pulmoner kapak darlığı, sağ ventrikül çıkım yolu darlıklarının en sık görüleni olup, tedavisinde ilk seçenek balon valvuloplasti (BVP)'dir. Bu çalışmada, pulmoner darlık nedeniyle pulmoner BVP yapılan olguların ortalama 4 yıllık (2 ay-11 yıl) takiplerinde sağ ventrikül fonksiyonlarının ekokardiyografi ile değerlendirilmesi amaçlandı.

**Yöntem:** Çalışmaya 33 hasta (11 kız, 22 erkek, ortalama yaş 7,7±5,6 yıl), cinsiyet ve yaş uyumlu 50 sağlıklı çocuk alındı. İki boyutlu, PW Doppler ve doku Doppler ekokardiyografi yapılarak sonuçlar her iki grupta karşılaştırıldı.

**Bulgular:** Hasta grubunda iki boyutlu ekokardiyografi ile bakılan TAPSE, RVED, RVFAC değerinin; PW Doppler ekokardiyografi ile bakılan triküspit E ve A dalgası, E/A oranı ve ET'nin; doku Doppler ekokardiyografi ile bakılan triküspit S ve E dalgası, E/A oranı ile ET'nin hasta grubunda daha düşük olduğu saptandı. Hasta grubunda hem PW Doppler hem de doku Doppler ekokardiyografi ile bakılan IVRT ve IVCT'nin artışına bağlı Tei indeksinin arttığı görüldü. Hastalarda %21,2 oranında hafif pulmoner yetersizlik saptandı.

**Sonuç:** Pulmoner kapak darlıklarında BVP etkili ve emniyetli bir yöntemdir. BVP sonrası pulmoner kapaktaki rezidü gradiyent beraberinde ventrikül yetersizliği sorunlarını getirmekte ve sağ ventrikül Tei indeksi göz önüne alındığında sağ ventrikül sistolik ve diyastolik fonksiyonları azalmaktadır.

**Anahtar kelimeler:** Pulmoner darlık, balon valvuloplasti, Doppler ekokardiyografi, miyokard performans indeksi

### ABSTRACT

**Objective:** Isolated pulmonary valve stenosis is the most common cause of the right ventricular outflow tract obstruction, and balloon valvuloplasty (BVP) has been the treatment of choice in these subgroup of patients. In this study, we aimed to evaluate right ventricular functions of patients who underwent BVP for PS using two-dimensional, pulse wave (PW) Doppler and tissue Doppler echocardiography during an average of 4 years (2 months-11 years) of follow-up period.

**Methods:** 33 patients (11 female, 22 male; mean age with a mean age of 7.7±5.6 years) and age and gender-matched healthy 50 children were included in the study. The results of both groups were evaluated using 2-D PW-Doppler and tissue Doppler echocardiographies.

**Results:** In our study, the two-dimensional echocardiography derived TAPSE, RVED and RVFAC values; PW Doppler echocardiography derived tricuspid E and A waves, E/A ratio, and ET; tricuspid S and E wave, E/A ratio and ET obtained from tissue Doppler echocardiography were found to be lower in the patient group. IVRT and IVCT values obtained from both tissue Doppler and PW Doppler echocardiography, and the Tei index, were found to be increased in the patient group. A mild degree of pulmonary insufficiency after BVP was present in 21.2% of the patient group.

**Conclusion:** BVP appears to be a safe and effective option in the treatment of congenital pulmonary valve stenosis. Presence of residual stenosis after BVP is found to be associated with right ventricular failure. Increased Tei index showed the presence of decreased right ventricular systolic, and diastolic functions in patients who underwent BVP for PS.

**Keywords:** Pulmonary stenosis, balloon valvuloplasty, Doppler echocardiography, myocardial performance index

Alındığı tarih: 30.04.2018  
Kabul tarihi: 25.10.2018  
Online Yayın tarihi: 14.03.2019

**Nagehan Katipoğlu**  
Dr. Behçet Uz Çocuk Hastalıkları ve  
Cerrahisi Eğitim ve Araştırma  
Hastanesi, Pediatri Kliniği,  
İzmir, Türkiye  
✉ drn.katipoglu@gmail.com  
ORCID: 0000-0002-5792-3733

**M. Küçük** 0000-0001-6259-0972  
**T. Meşe** 0000-0002-4433-3929  
**R. Özdemir** 0000-0002-2775-166X  
**M.M. Yılmaz** 0000-0003-0819-5829  
Dr. Behçet Uz Çocuk Hastalıkları ve  
Cerrahisi Eğitim ve Araştırma  
Hastanesi, Pediatrik Kardiyoloji Kliniği,  
İzmir, Türkiye

**U. Karaarslan** 0000-0002-3267-6983  
Dr. Behçet Uz Çocuk Hastalıkları ve  
Cerrahisi Eğitim ve Araştırma Hastanesi,  
Pediatrik Yoğun Bakım Ünitesi,  
İzmir, Türkiye



## GİRİŞ

Sağ ventrikül (RV) çıkım yolu darlıkları; pulmoner arter semiluner kapak seviyesinde (valvüler), kapak seviyesinin altında (subvalvüler) ve kapak seviyesinin üzerinde (supravalvüler) olmak üzere üç tipte görülür<sup>(1)</sup>. Subvalvüler darlık %5, supravalvüler darlık %2-3 oranında görülürken, en sık %80-90 oranında izole pulmoner kapak darlığı (PD) görülmektedir. Tüm konjenital kalp hastalıkları içinde PD %8-10 oranında görülür<sup>(2)</sup>.

Pulmoner darlığın şiddetine göre klinik bulgular ve tedavi şekilleri değişmektedir. Pulmoner kapak gradiyenti 40 mmHg'nın altında ya da RV basıncı sol ventrikül basıncının yarısından az ise hafif; gradiyent 40-80 mmHg arasında ya da RV basıncı sol ventrikül basıncının %50-75'i kadar ise orta; gradiyent 80 mmHg'nın üzerinde ya da RV basıncı sol ventrikül basıncının %75'inden fazla ise ağır pulmoner darlık olarak derecelendirilir<sup>(2)</sup>. Hafif ve orta derecede PD klinik olarak iyi tolere edilirken, ağır darlıklara balon valvuloplasti (BVP) veya cerrahi tedavi gerekebilir. Kan ve ark.'nın<sup>(3)</sup> 1982 yılında ilk kez 8 yaşındaki bir çocukta uyguladıkları perkütan pulmoner BVP ile BVP geleneksel cerrahi valvotominin yerini almıştır.

Bu hastalarda pulmoner kapak sistolde tam olarak açılmaz, RV sistolik basıncı yükselir ve pulmoner arter ile arasında sistolik basınç farkı oluşarak klinik bulguların gelişmesine neden olur. Özellikle darlığın şiddetine bağlı RV hipertrofisi gelişir. Müdahale edilmeyen olgularda infundibuler hipertrofi sonucu dinamik subvalvar darlık gelişebilir. Darlığın şiddetinin artması durumunda RV dilatasyonu başlar ve RV yetersizliği ile sonuçlanır. Klinik bulguların derecesini ve tedavi yanıtlarını etkileyen diğer etken ise pulmoner kapağın yapısıdır. Özellikle displastik kapaklar belirgin olarak kalın ve fazla doku parçalarını içeren yaprakçık yapısı, hipoplazik anülüs ve pulmoner arter trunkusunda daralma nedeniyle kötü klinik gidiş ve yetersiz tedavi yanıtlarına neden olabilmektedir<sup>(2)</sup>.

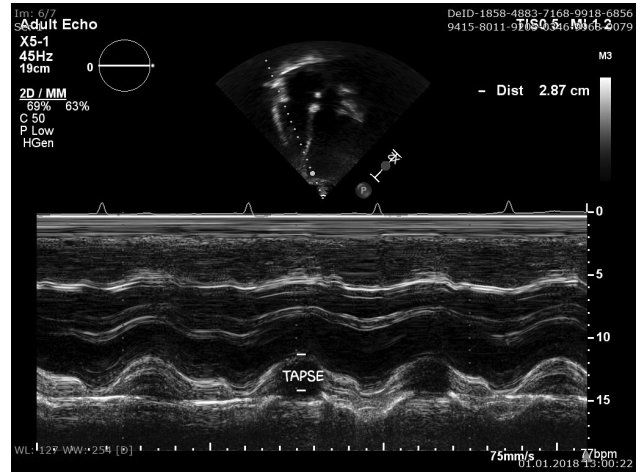
Bu çalışmadaki amacımız, pulmoner BVP sonrası RV fonksiyonlarını iki boyutlu, PW (pulse wave, nabızlı dalga) Doppler ve doku Doppler ekokardiyografi ile incelemek ve kısa-orta-uzun dönem izlem sonuçlarını sunmaktır.

## GEREÇ ve YÖNTEM

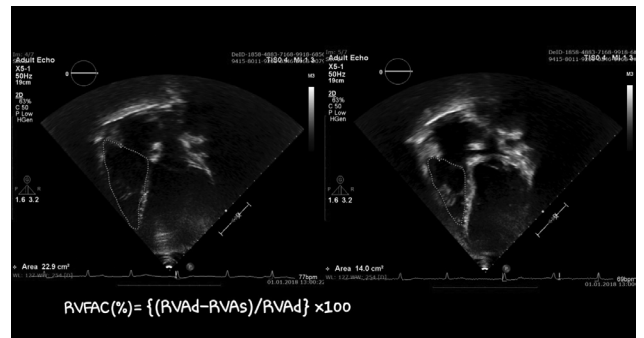
İzmir Dr. Behçet Uz Çocuk Hastanesi Kardiyoloji Kliniğinde 2004-2014 yılları arasında PD nedeniyle BVP yapılan olgulardan Kasım 2014-Nisan 2015 tarihleri arasında poliklinik kontrolüne gelen 33 hasta (11 kız, 22 erkek, ortalama yaş 7,7±5,6 yıl) prospektif olarak incelendi. Benzer yaş ve cinsiyette sağlıklı 50 çocuk kontrol grubu olarak çalışmaya alındı.

Olguların görüntüleri sırtüstü veya hafif sol yana yatar pozisyonda 2 boyutlu ve Doppler ekokardiyografi (Vivid S6, General Electric's Healthcare, Milwaukee, WI, USA) cihazı kullanılarak Amerikan Ekokardiyografi Cemiyeti (ASE)'nin önerdiği standart görüntüleme teknikleri kullanılarak elde edildi<sup>(4)</sup>.

İki boyutlu ekokardiyografi ile apikal dört boşluk pozisyonunda RV boşluk genişlikleri değerlendirildi.



Resim 1. İki boyutlu ekokardiyografi ile TAPSE ölçümü. (TAPSE: Triküspit anülüs düzleminin sistolik hareketi)



Resim 2. İki boyutlu ekokardiyografi ile RVFAC ölçümü. (RVFAC: Sağ ventrikül fraksiyonel alan değişimi, RVAd: Sağ ventrikül diastol sonu alanı, RVAs: Sağ ventrikül sistol sonu alanı)

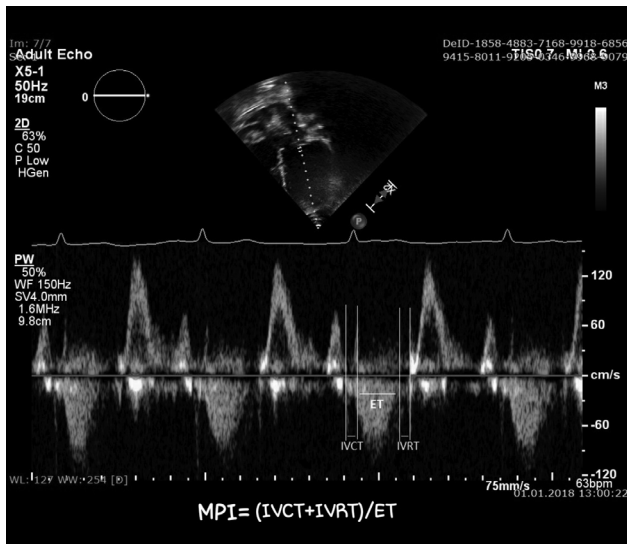
Triküspit anüler düzlemin sistolik hareketi (TAPSE) ölçüldü (Resim 1). Ejeksiyon fraksiyonu (EF) ve sağ ventrikül fraksiyonel alan değişimi (RVFAC) hesaplandı (Resim 2) <sup>(5)</sup>.

Pulse Wave Doppler ve Doku Doppler Ekokardiyografi ile RV miyokard performans indexi (Tei indexi) (MPI) için gerekli zaman aralıkları ASE'ye uygun olarak ölçüldü (Resim 3). Ölçümler birbirini izleyen en az üç atım ortalaması alınarak hesaplandı <sup>(6)</sup>.

Çalışmada, BVP sonrası pulmoner kapakta ölçülen basınç gradiyentinin 40 mmHg'nın altına düşmesi işlemsel başarı olarak tanımlandı.

İstatistiksel analizler 'SPSS 18.0 for Windows' istatistiksel analiz paket programında yapıldı. Veriler dağılımlara göre ortalama±standart sapma ve ortanca, kartiller arası mesafe şeklinde verildi. İki grup arasında karşılaştırmalarda bağımsız grup t testi, non parametrik koşulların sağlandığı durumlarda Mann Whitney U ve gruplar arası oranların karşılaştırılmasında ki-kare testi kullanıldı. Gruplar arası korelasyon için Spearman ve Pearson korelasyon testleri kullanıldı. Çalışmada, p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Çalışmamız için İzmir Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Araştırmalar Etik Kurulundan 06/11/2014 tarihinde 047 no.lu karar ile onay alınmıştır.



Resim 3. Pulse Wave Doppler ekokardiyografi ile MPI ölçümü. (MPI: Miyokard performans indexi, IVCT: İzovolemik kasılma zamanı, IVRT: İzovolemik gevşeme zamanı, ET: Ejeksiyon zamanı)

## BULGULAR

Çalışmaya alınan hasta ve kontrol grubunun yaş ve cinsiyet özellikleri benzer olup, demografik ve klinik özellikleri Tablo 1'de gösterildi.

Hastaların BVP öncesi ortalama pulmoner kapak gradiyenti ekokardiyografide 77,9±24,6 mmHg olup, kataterizasyonda 65,5±21,9 mmHg idi. İşlem sonrası ise ekokardiyografi ile pulmoner kapak gradiyenti 39,7±17,5 mmHg'a, katater ile ölçümü 32,3±18,5 mmHg'ya düştüğü izlendi. İşlem öncesi ve sonrası ekokardiyografi ve katater ile ölçülen pulmoner kapak gradiyentleri arasında anlamlı korelasyon bulundu (sırası ile r=0,82 p=0,00 ve r=0,86 p=0,00). Yenidoğan döneminde tanı alıp BVP uygulanan 4 hastanın ise girişim öncesi ekokardiyografi ile ölçülen ortalama pulmoner arter gradiyenti 83,7±45 mmHg iken, işlem sonrası 45±16,8 mmHg saptandı.

Çalışmadaki hastaların 12 (%36)'sinde işlem sonrası pulmoner kapakta ölçülen basınç gradiyenti 40 mmHg'dan büyüktü. Bu hastaların 7 (%21,2)'si gradiyent artışına bağlı farklı seansta yine BVP işlemine alındı. Diğer 5 hastanın ise izleminde gradiyentlerinin 40 mmHg altına indiği izlendi. Yine BVP uygulanan 7 hastanın 4'ü displastik kapak yapısına sahip olan hastalardı. Displastik kapak insidansımız %15,1 olup, bu hastaların işlem öncesi ve sonrası pulmoner kapak

Tablo 1. Hasta ve kontrol grubunun demografik ve klinik özellikleri.

	Hasta grubu (n=33)	Kontrol grubu (n=50)	P değeri
Yaş (yıl)*	6,4 (9)	5 (6)	N.S
Cinsiyet (E/K) (n)	22/11	28/22	N.S
Boy (cm) **	120±31,4	119±24,8	N.S
Ağırlık (kg) *	21 (25)	21 (13,5)	N.S
Vücut Yüzey Alanı (m <sup>2</sup> ) *	0,81 (0,66)	0,81 (0,38)	N.S
Kan Basıncı :			
Sistolik (mmHg)	96±9,6	101±10,9	0,03
z skoru **	-0,28±0,61	0,53±0,65	0,00
Diastolik (mmHg)	56,3±5,9	62,8±8,8	0,00
z skoru **	-0,26±0,48	0,40±0,71	0,00
Ortalama kalp hızı (dk.) **	85±11	96±12	N.S
BVP yaşı (yıl) *	4 (5,8)		
BVP sonrası geçen süre (yıl) *	4 (3,8)		

\*Veriler ortanca (kartiller arası mesafe) olarak sunulmuştur.

\*\*Veriler ortalama±standart sapma olarak sunulmuştur. N.S.: İstatistiksel olarak anlamsız, BVP: Balon Valvuloplasti.

gradyentleri arasındaki fark ( $23\pm 10,3$  mmHg) displastik olmayan kapak yapısına sahip hastalara ( $35\pm 18,3$  mmHg) göre daha az olmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ( $p>0,05$ ).

Olguların ölçülen pulmoner kapak çapı ortalaması  $13,5\pm 4,9$  mm (z skoru  $-2,5\pm 1,06$ ) iken işlemde kullanılan balon çapları  $17,6\pm 6,3$  mm idi. Balon çapının kapak çapına oranı  $1,3\pm 0,12$  saptandı. Kontrolde 7 hastada hafif pulmoner yetersizlik görülmüş olup bu hastalarda kullanılan balon çapı (oran:  $1,36\pm 0,14$ ) pulmoner yetersizlik gelişmemiş 26 hastaya uygulanan balon çapından (oran:  $1,29\pm 0,12$ ) daha geniş olmasına rağmen, istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p>0,05$ ).

**Tablo 2. Hasta ve kontrol grubu ekokardiyografik ölçümlerin karşılaştırılması.**

	Hasta grubu (n=33)	Kontrol grubu (n=50)	P değeri
<b>Standart Ekokardiyografi*</b>			
RVEDd (mm)	25,7±7,01	26,6±5,3	N.S
RVEDd z skoru	>+3	>+3	N.S
RVFAC (%)	36,8±9,6	37,5±5,4	N.S
TAPSE (mm)	21,1±3,7	23,0±3,3	0,02
TAPSE z skoru	1,2±2,3	2,6±1,7	0,00
EF (%)	62,4±1,51	62,4±1,66	N.S
<b>Pulsed Wave Doppler Ekokardiyografi*</b>			
E (cm/s)	59,8±5,4	69,2±12,5	0,00
A (cm/s)	41±5	42,6±8,8	N.S
E/A	1,4±0,1	1,6±0,1	0,00
IVCT (ms)	55,4±10,3	48,6±7,6	0,02
IVRT (ms)	58,6±11,9	46,5±6,4	0,00
ET (ms)	218,8±20,4	235,7±24,1	0,01
MPI	0,52±0,08	0,39±0,03	0,00
<b>Doku Doppler Ekokardiyografi*</b>			
Sm (cm/s)	11,2±2,1	13,5±1,7	0,00
Em (cm/s)	14±3,3	17±2,8	0,00
Am (cm/s)	9,6±2,5	9,7±2,3	N.S
Em/Am oranı	1,5±0,5	1,7±0,2	N.S
IVRT (ms)	58,4±10,3	48,4±5,5	0,00
IVCT (ms)	54,8±8,9	48±5,9	0,00
ET	222,3±18,9	260,6±6,6	0,00
MPI	0,51±0,07	0,36±0,04	0,00

\*Veriler ortalama±standart sapma olarak sunulmuştur. N.S.: İstatistiksel olarak anlamsız, RVEDd: Sağ ventrikül diyastol sonu çapı, RVFAC: Sağ ventrikül fraksiyonel alan değişimi, TAPSE: Triküspit anüler düzlemin sistolik hareketi, EF: Ejeksiyon fraksiyonu, E: Erken hızlı dolma fazı, A: Atriyal kontraksiyon fazı, IVCT: İzovolemik kasılma zamanı, IVRT: İzovolemik gevşeme zamanı, MPI: Miyokard performans indexi, Sm: Ventriküler ejeksiyon, Em: Pasif ventrikül dolumu, Am: Atriyum kasılması ile oluşan ventrikül dolumu, ET: Ejeksiyon zamanı.

Hasta ve kontrol grubunun ekokardiyografik ölçüm değerleri Tablo 2'de verildi. TAPSE ile yaş ( $r=0,51$ ,  $p=0,00$ ) ve vücut yüzey alanı ( $r=0,56$ ,  $p=0,00$ ) arasında pozitif korelasyon saptandı.

## TARTIŞMA

Ekokardiyografi, PD tanı ve takibinde etkinliği ve güvenilirliği kabul görmüş bir yöntemdir. Doppler ekokardiyografi ile elde edilen veriler ile kardiyak kateterizasyondaki direk ölçümler arasında anlamlı korelasyon olduğu gösterilmiştir<sup>(7)</sup>. Çalışmamızda da işlem öncesi ve sonrası ekokardiyografi ve kateter ile ölçülen pulmoner kapak gradyentleri arasında anlamlı korelasyon saptandı. Bu yüzden PD olan hastalarda girişimsel tedavi gerekmedikçe tanısal kalp kateterizasyonuna gerek olmadığı düşünüldü.

Ülkemizde BVP 1989 yılında yapılmaya başlanmış olup, Özme ve ark.'nın<sup>(8)</sup> yaş ortalaması 7 yıl olan 10 olgu (6 erkek, 4 kız) ile yaptıkları ilk çalışmada, işlem öncesi  $114,5\pm 35,4$  mmHg olan pulmoner kapak sistolik gradyentin işlem sonrası  $43,0\pm 13,8$  mmHg olduğu, 3 hastada yeniden darlık nedeniyle yine BVP yapıldığı bildirilmiştir. Akçürin ve ark.'nın<sup>(9)</sup> yaptığı çalışmada, işlem öncesi gradyent ortalama 95 mmHg iken, işlem sonrası 30 mmHg'ya gerilemiş ve %28 minimal pulmoner yetersizlik saptanmıştır. Raquel ve ark.'nın<sup>(10)</sup> çalışmasında, yaklaşık 15 yıllık izlemde tüm hastalarda pulmoner yetersizlik geliştiği görülmüştür. Pulmoner yetersizlik, ekokardiyografik bulgulara göre üç sınıfa ayrılır. Hafif pulmoner yetersizlikte kapak altında küçük mum alevi görüntüsü olup, jet akım genişliğinin RV çıkım çapına oranı 1/3'den küçüktür. Orta pulmoner yetersizlikte pulmoner arterde retrograd diyastolik akım olup, jet akım genişliğinin RV çıkım çapına oranı 1/3 ile 2/3 arasındadır. Ağır pulmoner yetersizlikte ise her iki pulmoner arter dalında retrograd diyastolik akım saptanırken, jet akım genişliğinin RV çıkım çapına oranı 2/3'ten büyüktür<sup>(11)</sup>. Bizim olgularımızda da, BVP ile yeterli gradyent azalması saptanmış olup, ortalama 4 yıllık izlemde hastaların %21'inde hafif pulmoner yetersizlik geliştiği izlendi.

Hastalığın klinik seyri, yenidoğan ve diğer yaş grubu çocuklar olmak üzere iki temel grupta incele-

nir. Hafif ya da orta derece PD olan yenidoğanlar genellikle semptomsuzdur, ağır darlığı olanlar ise girişim yapılmazsa ölümcül seyredebilir. Loureiro ve ark.'nın <sup>(12)</sup> 24 kritik PD nedeniyle takipli yenidoğan olgularında BVP ile %75 başarı oranı elde ettikleri görülmüş olup, Holzer ve ark.'nın <sup>(13)</sup> 211 hasta (%45'i yenidoğan) üzerinde yaptığı çalışmada, yenidoğan olgularında işlemsel başarının %96, büyük çocuklarda ise %87 olduğu saptanmış. Hastalarımızda ise yenidoğan döneminde tanı alıp acil BVP uygulanan 4 hastanın 2 (%50)'sinde işlemsel başarı elde edildi. BVP sonrası pulmoner kapak gradiyenti 40 mmHg'nin üzerinde olan diğer iki hastanın birinde displastik kapak yapısı olduğu ve 2,5 yıllık takibi süresinde yeniden darlık nedeniyle bir kez daha BVP yapıldığı görüldü. Çalışmamızdaki büyük çocuklarda ise ilk yapılan BVP sonrası işlemsel başarı oranı %66 olarak saptandı.

Pulmoner kapak darlığı tedavisinde girişimsel yöntemlerin yanında medikal tedaviler de kullanılmaktadır. Kalp yetmezliği gelişen hastalarda antikonjestif tedaviler, siyanozu olanlarda prostoglandin E1 ve oksijen desteği uygulanmaktadır. Özellikle BVP sonrası hastalarda infundibuler hipertrofi ve spazma bağlı rezidü gradiyent görülebilir. Bunun önlenmesi için atenolol, esmolol ve propranolol gibi beta-blokerler tercih edilir <sup>(14)</sup>. Çalışmamızda, 33 hastanın 12'sinde (%36) rezidüel gradiyent olup, bu gradiyentin benzer mekanizmalar ile oluştuğu düşünülerek propranolol tedavisi başlanmıştır. Beş hastanın rezidü gradiyentinin propranolol sonrası gerilediği görüldü. Yine BVP uygulanan 7 hastanın ise 4'ü displastik kapak yapısına sahip olan hastalardı. Bu dirençli stenozların displastik kapak ile ilişkili olabileceği düşünüldü. Çalışmamızda, displastik kapak insidansı %15,1 iken, Behjadi-Ardakani ve ark.'nın çalışmasında, restenoz nedeniyle %3,8 hastaya ikinci kez BVP yapıldığı ve hastalardaki displastik kapak insidansının %6,7 olduğu saptanmıştır <sup>(15)</sup>.

Balon çapının seçiminde yapılan çalışmalar sonucunda, "over-sized" balon kullanımı konusunda görüş birliği vardır. Girişimin yaygınlaşmaya başladığı ilk yıllarda pulmoner anülüs çapına eşit balon kullanılmaktaydı. Fakat yapılan hayvan deneylerinden sonra insanlarda da anulus çapından %20-40 daha fazla çapa sahip balonlar kullanılmaya başlandı <sup>(16)</sup>. "Over-

sized" balon kullanımının etkinliği Aydoğan ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada ortaya konulmuştur <sup>(17)</sup>. Biz de çalışmaya dahil ettiğimiz tüm hastalarda pulmoner kapak çapının yaklaşık %20-30'u kadar geniş balon kullandık. Berman ve ark.'nın <sup>(18)</sup> çalışmasında, pulmoner yetersizlik gelişen hastalarda "over-sized" balon (oran: 1,33-1,5) kullanıldığı saptanmış. Çalışmamızda da, pulmoner yetersizlik gelişen 7 hastamızda kullanılan balon çapının daha geniş olduğu görüldü.

Pulmoner yetersizlik nedeniyle uzun dönemde volüm yüküne maruz kalan sağ ventrikülde dilatasyon ve yetersizlik esas sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Mercer-Rosa ve ark.'nın <sup>(19)</sup> Fallot tetralojisi ve izole pulmoner kapak darlığı olan hastaları karşılaştırdığı çalışmasında, pulmoner yetersizliğin RV disfonksiyonu ile ilişkili olduğu saptanmıştır. Çalışmamızda saptanan pulmoner yetersizliğin hafif olması nedeniyle hastalarda volüm yüküne bağlı görülen periferik ödem, venöz dolgunluk, hepatomegali, asit, plevral efüzyon gibi klinik RV disfonksiyonu saptanmadı.

Pulmoner BVP morbidite ve mortalite oranı oldukça düşük olan bir girişimdir. Komplikasyon görülme sıklığı yaş ile ters orantılıdır. Kapak ve anülüsün yırtılması, tamponad, triküspit ve pulmoner kapak yetersizliği, femoral ven trombozu, infektif endokardit, aritmiler, kanama ve tromboz, bradikardi, hipotansiyon ve ölüm gibi komplikasyonlar görülebilir <sup>(20)</sup>. Parent ve ark.'nın <sup>(21)</sup> yaptığı bir çalışmada olduğu gibi çalışmamızda da pulmoner yetersizlik dışında komplikasyon saptanmadı.

Son yıllarda sistolik ve diyastolik zaman aralıklarının ölçülmesi ile elde edilen MPI global sağ ve sol ventrikül fonksiyonlarının değerlendirilmesinde yararlıdır. Bu indeks kalp hızı, kan basıncı, triküspid yetersizliği ve pulmoner hipertansiyon gibi ön ve ard yükten etkilenmediği için önemlidir. Ancak orta ve ağır pulmoner yetersizlik varlığında PW Doppler ile elde edilen MPI global RV fonksiyonlarını ölçmede hassas olmayıp, bu grup hastalarda doku Doppler yöntemi ile elde edilen MPI daha hassastır <sup>(22)</sup>. Burwash ve ark.'nın <sup>(23)</sup> çalışmasında, miyokardiyal fonksiyonlar bozulduğunda ejeksiyon zamanının kısaldığı, izovolemik kasılma ve gevşeme zamanları-

nın uzadığı bildirilmiştir.

Sağ ventrikülün anatomik yapısı ve geometrisi nedeniyle sol ventrikül gibi EF ölçümü M-mode veya Simpson yöntemi ile net bir şekilde ölçülemeyebilir<sup>(24)</sup>. TAPSE ve RVFAC, Amerika ve Avrupa ekokardiyografi klavuzlarında yer alan ve RV sistolik fonksiyonlarını değerlendirmede kullanılan basit, invaziv olmayan ekokardiyografik parametredir. TAPSE ilk olarak 1984'te Kaul ve ark.<sup>(25)</sup> tarafından radyonüklid yöntemle ölçülen sağ ventrikül EF ile korele bir indeks olarak gösterilmiştir. Kalp yetersizliği olan hastalarda azalmış olan TAPSE kötü prognozla yakından ilişkilidir. Sağ ventrikül EF ile TAPSE arasındaki güçlü korelasyon birçok çalışmada gösterilmiştir<sup>(26)</sup>. Erişkinlerde TAPSE'nin 2 cm ve altında olması, sağ ventrikül EF'nun %40 ve altında olduğu anlamına gelir. Çocuk yaş grubunda normal erişkin değerleri kullanılmakta ve TAPSE gelişimsel değişkenlik göstermektedir. Kız ve erkeklerde TAPSE normal değerleri arasında anlamlı farklılık yoktur<sup>(27)</sup>. Koestenberger ve ark.<sup>(28)</sup> yaş ve vücut yüzey alanı ile TAPSE arasında güçlü pozitif korelasyon olduğunu göstermiştir. Bizim çalışmamızda da benzer korelasyon gösterildi.

Miller ve ark.<sup>(26)</sup> MPI ve TAPSE'nin RV sistolik fonksiyonlarını belirlemede yüksek sensitivite ve spesifitesiye sahip olduğunu göstermişlerdir. Çalışmamızda da, hasta ve kontrol grubunda MPI ve TAPSE değerleri arasında anlamlı fark saptandı (sırası ile  $p=0,00$ ,  $p=0,02$ ).

Amerika ve Avrupa ekokardiyografi klavuzlarında erişkinlerde RVFAC değerinin %60'ın üzerinde olması normal ventriküler fonksiyonları gösterdiği, %40 olması hafif ventrikül disfonksiyonunu ve %20'nin altındaki değerler ciddi ventrikül disfonksiyonunu gösterdiği, bunun yanında RVFAC değerinin %35'ten fazla olması normal RV sistolik fonksiyonlarının tahmininde kullanılabileceği belirtilmiştir<sup>(6)</sup>. Çalışmamızda, hasta grubunda RVFAC  $36,8 \pm 9,6$  iken, kontrol grubunda  $37,5 \pm 5,4$  ölçülse de istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ( $p=0,73$ ).

Çalışmamızın en önemli kısıtlayıcı yönü, olguların nispeten sayıca az olması ve hastaların pulmoner BVP öncesi doku Doppler incelemelerinin olmamasıdır.

Sonuç olarak, PD nedeniyle BVP uygulanıp takibinde rezidü gradiyent saptanan olguların, pulmoner

yetersizlik ile RV subklinik yetersizliği sorunları açısından standart ekokardiyografinin yanında MPI ve TAPSE ile yakın takip edilmesi yararlı olacaktır. Bu hastalarda subklinik RV yetersizliği risklerinin belirlenmesine yönelik daha geniş çaplı, ayrıntılı çalışmalara gereksinim vardır.

## KAYNAKLAR

1. Kliegman RM, Behrman RE, Jenson HB, Stanton BF. Nelson Textbook of Pediatrics. 19<sup>th</sup> ed. Philadelphia: Saunders Elsevier; 2011.
2. Allen HD, Driscoll DJ, Shaddy RE, Felters TF. Heart Disease in Infants, Children and Adolescents. Prieto LR, Latson LA, editors. Pulmonary stenosis. 8<sup>th</sup> ed. USA: Lippincott Williams Wilkins; 2013. p. 913-38.
3. Kan JS, White RI Jr, Mitchell SE, Anderson JH, Gardner TJ. Percutaneous transluminal balloon valvuloplasty for pulmonary valve stenosis. Circulation. 1984;69(3):554-60. <https://doi.org/10.1161/01.CIR.69.3.554>
4. Lang RM, Bierig M, Devereux RB, Flachskampf FA, Foster E, Pellikka PA, et al. Recommendations for chamber quantification: a report from the American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee and the Chamber Quantification Writing Group, developed in conjunction with the European Association of Echocardiography, a branch of the European Society of Cardiology. J Am Soc Echocardiogr. 2005;18(12):1440-63. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2005.10.005>
5. Feigenbaum H, Amstrong WF, Ryan T. Feigenbaum's Echocardiography. 6th ed. USA: Lippincott Williams Wilkins; 2005. p. 139-41.
6. Rudski LG, Lai WW, Afialo J, Hua L, Handschumacher MD, Chandrasekaran K, et al. Guidelines for the echocardiographic assessment of the right heart in adult: a report from the American Society of Echocardiography endorsed by the European Association of Echocardiography. J Am Soc Echocardiogr. 2010;23(7):685-713. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2010.05.010>
7. Lima CO, Sahn DJ, Valdes Cruz LM, Goldberg SJ, Barron JV, Allen HD, et al. Noninvasive prediction of transvalvular pressure gradient in patients with pulmonary stenosis by quantitative twodimensional echocardiographic Doppler studies. Circulation. 1983;67(4):866-71. <https://doi.org/10.1161/01.CIR.67.4.866>
8. Ozme S, Celiker A, Ozkutlu S, Ozer S, Baysal K. Percutaneous transluminal balloon pulmonary valvuloplasty: immediate and medium-term results. Turk J Pediatr. 1990;32(1):25-31.
9. Akcurin G, Kahramanyol O, Atakan C. Intermediate-term follow-up results of pulmonary balloon valvuloplasty in children. Turk J Pediatr. 2000;42(2):126-31.
10. Merino-Ingelmo R, Santos-de Soto J, Coserria-Sánchez F, Descalzo Se-oran A, Valverde-Pérez I. Long term results of percutaneous balloon valvuloplasty in pulmonary valve stenosis in the pediatric population. Rev Esp Cardiol. 2014;67(5):374-9. <https://doi.org/10.1016/j.rec.2013.08.020>
11. Li W, Davlouros PA, Kilner PJ, Pennell DJ, Gibson D, Henein MY, et al. Doppler echocardiographic assessment of pulmonary regurgitation in adults with repaired tetralogy of Fallot:

- comparison with cardiovascular magnetic resonance imaging. *Am Heart J.* 2004;147(1):165-72.  
[https://doi.org/10.1016/S0002-8703\(03\)00527-1](https://doi.org/10.1016/S0002-8703(03)00527-1)
12. Loureiro P, Cardoso B, Gomes IB, Martins JF, Pinto FF. Long-term results of percutaneous balloon valvuloplasty in neonatal critical pulmonary valve stenosis: a 20-year, single-centre experience. *Cardiol Young.* 2017;27(7):1314-22.  
<https://doi.org/10.1017/S1047951117000178>
  13. Holzer RJ, Gauvreau K, Kreutzer J, Trucco SM, Torres A, Shahanavaz S, et al. Safety and efficacy of balloon pulmonary valvuloplasty: a multicenter experience. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2012;80(4):663-72.  
<https://doi.org/10.1002/ccd.23473>
  14. Patnana SR. Valvar Pulmonary Stenosis Medication, 2014. Available from: <https://emedicine.medscape.com/article/891729-medication>
  15. Maostafa BA, Seyed-Hossien M, Shahrokh R. Long-term Results of Balloon Pulmonary Valvuloplasty in Children with Congenital Pulmonary Valve Stenosis. *Iran J Pediatr.* 2013;23(1):32-6.
  16. Radtke W, Keane JF, Fellows KE, Lang P, Lock JE. Percutaneous balloon valvulotomy of congenital pulmonary stenosis using oversized balloons. *J Am Coll Cardiol.* 1986;8(4):909-15.  
[https://doi.org/10.1016/S0735-1097\(86\)80434-X](https://doi.org/10.1016/S0735-1097(86)80434-X)
  17. Aydoğan U, Ertuğrul T, Cantez T, Tanman B, Eker R, Dindar A. Çocukluk çağında perkütan balon pulmoner valvuloplasti: oversize balon uygulama sonuçları. *Türk Kardiyoloji Derneği Arşivi.* 1992;20(1):40-3.
  18. Berman W Jr, Fripp RR, Raisher BD, Yabek SM. Significant pulmonary valve incompleteness following oversize balloon pulmonary valveplasty in small infants: A long-term follow-up study. *Catheter Cardiovasc Interv.* 1999;48(1):61-5.  
[https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1522-726X\(199909\)48:1<61::AIDCCD11>3.0.CO;2-E](https://doi.org/10.1002/(SICI)1522-726X(199909)48:1<61::AIDCCD11>3.0.CO;2-E)
  19. Mercer-Rosa L, Ingall E, Zhang X, McBride M, Kawut S, Fogel M, et al. The Impact of Pulmonary Insufficiency on the Right Ventricle: A Comparison of Isolated Valvar Pulmonary Stenosis and Tetralogy of Fallot. *Pediatr Cardiol.* 2015;36(4):796-801.  
<https://doi.org/10.1007/s00246-014-1087-z>
  20. Güvenç O, Çimen D, Arslan D, Eyüp A, Sert A, Oran B. Pulmoner balon valvüloplasti yapılan çocuklarda kalp kateterizasyonu sonuçlarının değerlendirilmesi. *Genel Tıp Dergisi.* 2014;24(1):22-7.  
<https://doi.org/10.15321/GenelTipDer.20142014/16359>
  21. Parent JJ, Ross MM, Bendaly EA, Breinholt JP. Results of Pulmonary Balloon Valvuloplasty persist and improve at late follow-up in isolated Pulmonary Valve Stenosis. *Cardiol Young.* 2017;27(8):1566-70.  
<https://doi.org/10.1017/S1047951117000804>
  22. Lakoumentas JA, Panou FK, Kosteroglou VK, Aggelini KI, Harbis PK. The Tei Index of Myocardial performance: Applications in Cardiology. *Hellenic J Cardiol.* 2005;46(1):52-8.
  23. Burwash IG, Otto CM, Pearlman AS. Use of Doppler-derived left ventricular time intervals for noninvasive assessment of systolic function. *Am J Cardiol.* 1993;72(17):1331-3.  
[https://doi.org/10.1016/0002-9149\(93\)90313-2](https://doi.org/10.1016/0002-9149(93)90313-2)
  24. Lamia B, Teboul JL, Monnet X, Richard C, Chemla D. Relationship between the tricuspid annular plane systolic excursion and right and left ventricular function in critically ill patients. *Intensive Care Med.* 2007;33(12):2143-9.  
<https://doi.org/10.1007/s00134-007-0881-y>
  25. Kaul S, Tei C, Hopkins JM, Shah PM. Assessment of right ventricular function using two-dimensional echocardiography. *Am Heart J.* 1984;107(3):526-31.  
[https://doi.org/10.1016/0002-8703\(84\)90095-4](https://doi.org/10.1016/0002-8703(84)90095-4)
  26. Miller D, Farah MG, Liner A, Fox K, Schluchter M, Hoit BD. The relation between quantitative right ventricular ejection fraction and indices of tricuspid annular motion and myocardial performance. *J Am Soc Echocardiogr.* 2004;17(5):443-7.  
<https://doi.org/10.1016/j.echo.2004.01.010>
  27. Gupta S, Khan F, Shapiro M, Weeks SG, Litwin SE, Michaels AD. The associations between tricuspid annular plane systolic excursion (TAPSE), ventricular dyssynchrony, and ventricular interaction in heart failure patients. *Eur J Echocardiogr.* 2008;9(6):766-71.  
<https://doi.org/10.1093/ejechocard/jen147>
  28. Koestenberger M, Ravekes W, Everett AD, Stueger HP, Heinzl B, Gamillscheg A, et al. Right ventricular function in infants, children and adolescents: reference values of the tricuspid annular plane systolic excursion (TAPSE) in 640 healthy patients and calculation of z score values. *J Am Soc Echocardiogr.* 2009;22(6):715-9.  
<https://doi.org/10.1016/j.echo.2009.03.026>