

Yenidoğan İzole Pulmoner Stenozunda Pulmoner Valvüloplastinin Yeri

Dr. Arda SAYGILI, Dr. Jean François PIÉCHAUD, Dr. Philippe BONHOEFFER, Dr. Gülhis BATMAZ, Dr. Damien BONNET, Dr. Daniel SİDİ, Dr. Jean KACHANER
Service Cardiologie Pédiatrique, Hopital Necker Enfants Malades, Paris, Fransa

ÖZET

Pulmoner balon valvüloplasti (PBV), yenidoğanın izole pulmoner stenozunda (PS) etkin ve tercih edilen bir tedavi yöntemidir. Bu çalışmanın amacı yenidoğan döneminde (YD) PBV yapılmış olan hastalarda erken ve geç sonuçlarının değerlendirilmesidir.

Çalışmaya Ocak 1986 - Ocak 1997 tarihleri arasında izole PS tanısıyla PBV yapılmış olan 104 YD dahil edildi. Servisimize başvurduklarında bu bebeklerin median yaşları ve vücut ağırlıkları sırasıyla 4 gün ve 3.2 kg'dır. Bebeklerin 37'si prostoglandin E1 (PGE1) perfüzyon almaktaydı. Sağ ventrikül (RV) anatomisi hastaların tümünde tripartitti. Triküspit kapak anülüüs genişliği 9 - 14 mm, ortalama 11 ± 1.7 mm ölçüldü. PBV işlemi 87 hastada (% 83) başarılı oldu. Kullanılan balon - pulmoner anülüüs çapı oranı ortalama 1.2'ydi ve 1.1 ile 1.5 arasında değişiyordu. RV ile pulmoner arter (PA) sistolik basınç farkı ortalama 82 ± 24 mmHg iken girişim sonrası yine ortalama 19 ± 17 mmHg'ya düştü. RV, sistemik basınç oranı ise ortalama 1.34 ± 0.31 'den, 0.65 ± 0.25 'e indi. Bir hastamız major bir komplikasyon olarak ventrikül delinmesi neticesinde kaybedildi. Kalan 16 hastada cerrahi müdahale yapılması gerekti. Girişim sonrası hastalar 8 ay - 9.5 yıl, ortalama 2.7 yıl takip edildiler. Restenoz nedeniyle 8 hastaya ikinci bir PBV uygulanması gerekti. Son ekokardiyografik (EKO) tetkikleri sırasında ortalama RV-PA sistolik basınç farkı 14 ± 12 mmHg bulundu.

Sonuç olarak PBV'nin YD döneminde etkili, nispeten basit ve güvenli bir tedavi metodu olduğu söylenebilir.

Anahtar kelimeler: Pulmoner stenoz, balon valvüloplasti, yenidoğan.

Pulmoner valvüler stenoz (PS), genellikle sağ ventrikül (RV) kavitesinin yeterli genişlikte ve interventriküler septumun intakt olduğu izole bir patoloji olarak karşımıza çıkar. RV sistolik basıncının sol ventrikül (LV) basıncını aşması temel hemodinamik fizyopatolojik sorunların kaynağıdır. Doğumdan itibaren yalnız üfürüm duyulması dışında asemptomatik seyreden formların yanısıra, sağ-sol şant, siyanoz,

sağ kalp yetersizliği ile giden daha ağır şekilleri de görülebilir⁽¹⁾.

İlk kez 1982'de Kan ve ark. PS'lu hastalarda perkütan PBV'yi uygulamaya koymuşlardır⁽²⁾. PBV endikasyonları 1985 - 1989 yılları arasında yenidoğanın (YD) kritik PS'unu da kapsayacak şekilde genişletilmiş, her yaş ve vücut ağırlığındaki çocukta yapılmıştır⁽³⁻⁹⁾. Günümüzde artık YD PS'unda PBV nadir komplikasyonlu ve başarılı bir girişim olup nadiren errahi endikasyon doğmaktadır⁽⁴⁻¹⁰⁾.

Bu çalışmanın amacı izole PS'lu olan YD'larda gerçekleştirilen PBV'de karşılaşılan sorunlar, komplikasyonlar ile kısa ve uzun vadeli sonuçları analiz etmek ve tartışmaktır.

HASTALAR ve METOD

Necker Enfants Malades Hastanesi Pediatrik Kardiyoloji servisinde Ocak 1986 - Ocak 1997 tarihleri arasında izole PS tanısı alıp PBV yapılan 104 YD çalışmaya dahil edildi. Hastaların kardiyak morfolojik, hemodinamik bulguları ile klinik seyirleri retrospektif olarak incelendi. İzole olmayan PS'lu hastalar çalışmaya dahil edilmedi. RV basıncı suprasistemik, arteriyel O₂ saturasyonu % 85'in altında ve akciğer dolaşımı duktusu bağımlı hastalar ile kalp yetersizliği olan bebekler kritik PS olarak tanımlandı⁽¹⁾.

Hastanın başvuru sırasındaki gestasyon ve postnatal yaşı, O₂ saturasyonu, prostoglandin E1 (PGE1) ihtiyacı olup olmadığı kaydedildi. İki boyutlu ve Doppler Ekokardiyografisi (EKO) ile ölçülmüş ventrikül çapları, ventrikül fonksiyonları, triküspit ve pulmoner kapakların çapları ile morfolojisi, RV-PA arası sistolik basınç farkı dikkate alındı. RV morfolojisi ünipartit, bipartit veya tripartit olarak tanımlandı. PBV esnasında işlem öncesi ve sonrası RV basıncı, transvalvüler basınç gradyenti, sistemik basınç ile, girişimde kullanılan balon kateter tipi ile çapı belirlendi.

Çalışmaya alınan tüm yenidoğanlarda PBV ilk tedavi seçeneği olarak uygulandı. Transvalvüler gradyentinin 30 mmHg'dan veya RV/LV basınç oranınının 0.75'ten fazla olduğu tüm hastalarda PBV denendi. Yenidoğanın kritik PS olgularında PA içinde antegrad akım çok az olabildiğinden, RV, PA arasında ölçülebilen basınç farkı çok düşük kalabileceği için, PBV endikasyonu bu basınç farkınının 30 mmHg olduğu hastalara da kondu.

Alındığı tarih: 20 Nisan, revizyon 1 Ekim 1999
Yazışma adresi: Dr. Arda Saygılı, Reşat Bey mah. 240 sok. Can apt. No: 5, Adana
Bu çalışma VI. Balkan Pediatrik Kardiyoloji ve Kalp Cerrahisi Kongresinde kısmen sunulmuştur.

İşlem esnasında lokal anestezi ve sedasyon uygulandı. Kritik PS'lu hastalar entübe edilerek girişime alındı. Hepatokolaviküler pozisyon ve 90° sol lateral pozisyonda RV anjiyografi yapıldı, RV, PA ve sistemik basınçları kaydedildi. Pulmoner anülüs çapının % 110-150'si çapında balon kateterin kapak hizasında şişirilmesi ile PBV gerçekleştirildi. İlk yıllarda tek balonlu Meditech®, Schneider Medintaq®, sonraları genelde trifoil balonlar, son yıllarda ise yine monofoil TayShak® balonları tercih edildi. İşlem sonrası basınç ölçümleri tekrarlandı. Takip sırasında yapılmışsa transkateter veya cerrahi ek girişim ile sonucu, klinik bulgular ile EKO'da bakılan hemodinamik ve morfolojik bulgular değerlendirmeye alındı.

BULGULAR

Çalışmaya 104 YD dahil edildi. Servisimize başvurduklarında bebeklerin median yaşları 4 gün, ortalama 5.6 ± 7 gün, median vücut ağırlıkları 3.2 kg ve ortalama 3.2 ± 0.5 kg'dı (2-4.2 kg). PBV median 7 gün, ortalama 10 ± 8 günlükken uygulandı. PS, bir bebekte Pierre Robin sendromuna, 2 bebekte ise Noonan sendromuna eşlik ediyordu. Tanı 7 bebekte antenatal olarak konulmuştu.

Merkezimize gelen bebeklerin 37'sine bize gelmeden PGE1 infüzyonu başlanmıştı, 11'i ise entübeydi. Arter O2 satürasyonu tüm bebeklerde ortalama % 87 ± 9 iken kritik PS tablosu ile başvuranlarda % 82 ± 6 'ydı.

RV morfolojisi tüm bebeklerde tripartitti. Triküspit anülüsü 11 ± 1.7 mm (9 - 14 mm), pulmoner anülüs 7.8 ± 0.7 mm (6 - 9 mm) ölçülmüştü. Hastaların hepsinde koroner anatomi normaldi, koroner fistül veya sinüzoidde rastlanmamıştı. Pulmoner vasküler yatak 4 hastada hipoplazik olarak değerlendirilmişti.

Hastaların hepsinde RV basıncı suprasistemikti. PBV öncesi ortalama RV basıncı 110 ± 22 mmHg (60 - 165 mmHg), sistemik basınç 83 ± 14 mmHg ve RV/LV basınç oranları 1.34 ± 0.31 'di. PA basıncı ise 24 ± 10 mmHg ve RV-PA sistolik basınç farkı 82 ± 24 mmHg bulunmuştu (Şekil 1). PBV sonrası RV basıncı 53 ± 15 mmHg'ya, RV/LV basınç oranları 0.65 ± 0.25 'e düşerken PA basıncı 33 ± 9.3 mmHg'ya yükselmişti (Şekil 2). Kullanılan balon çapı 11 ± 3 mm, balon / pulmoner anülüs çap oranı ortalama 1.2 (1.1 - 1.5)'ydi. Sadece bir hastada Probe tipi koroner anjioplasti kateteri ile ön dilatasyon yapılması gerekmişti. PBV sonrası PGE1 kullanılmakta olan hastalarda infüzyonu 12 saat ile 9 gün daha sürdürmek gerekmişti.

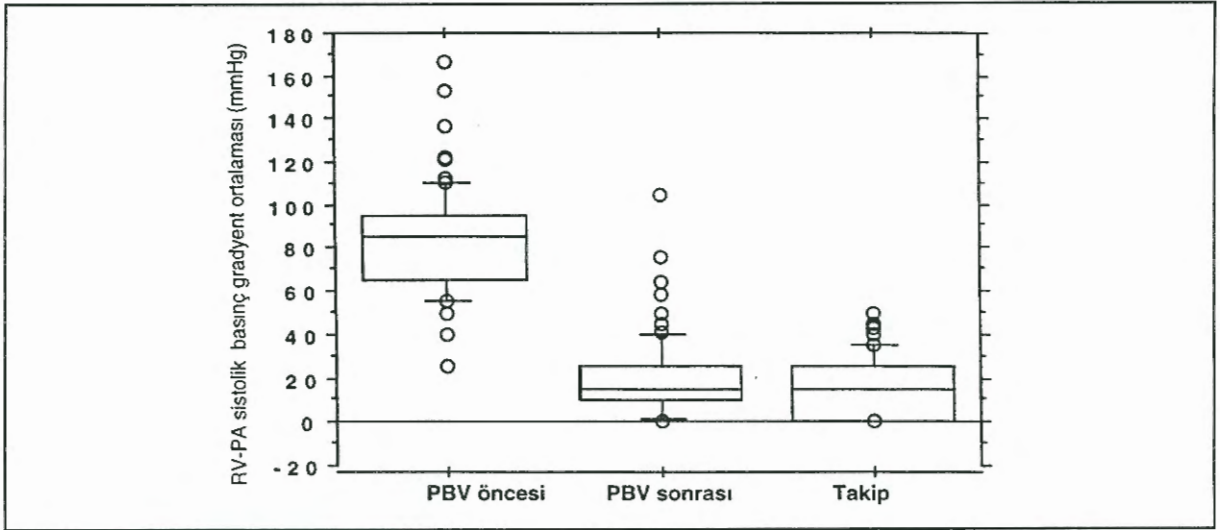
PBV, hastaların 87'sinde (% 83) başarılı olurken, 17'sinde başarısızdı (% 16). Girişimin ilk yapılmaya başlandığı 1986 - 89 yılları arasında, bir hasta ventrikül delinmesi ile kaybedilirken, 5 hastada stenotik kapağı geçmek mümkün olmamıştı. Ayrıca yine bu dönemde kritik PS'lu 28 YD'nin 5'inde hemoperikardiyum, iliak ven zedelenmesi, femoral ven trombozu, nekrotizan enterokolit gibi komplikasyonlara rastlanmıştı (9,11). Komplikasyon sıklığı 1990'dan sonra azalmıştı. Ancak düşük kardiyak debi, iliak ven zedelenmesi, femoral ven zedelenmesi, amiodaron tedavisine yanıt veren ventriküler taşikardi ve balonun şişirilmesi esnasında pulmoner arterin parçalanması komplikasyonlarına yine de 6 hastada rastlanmıştı. RV'ün kompliyans problemi nedeniyle bir hastada girişim sonrası PGE1 infüzyonunun kesilmesi mümkün olmamış ve hastanın cerrahi tedaviye sevkine gerekmişti. RV-PA basınç farkı balon işlemine rağmen 4 hastada azalmamıştı ve 5 hastada ise erken restenoz gelişmişti.

Restenoz nedeniyle 8 hastaya ikinci bir PBV uygulanmış ve ancak 3'ünde başarılı sonuç alınabilmişti. İkinci PBV'nin başarısız olduğu diğer 5 hastanın pulmoner kapakları displazikti ve bunların 2'si Noonan sendromluydu. Yine bu hastaların 3'ünde restenoz ilk PBV'den sonra 17 hafta - 4 ay içinde gelişmişti.

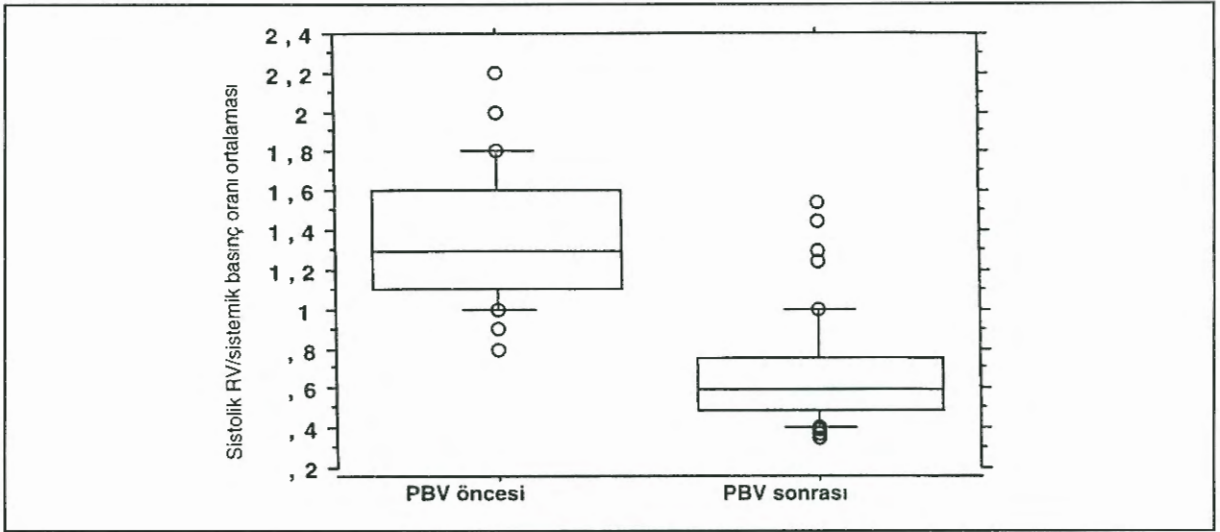
Kritik PS tablosu ile servise başvuran 40 hastada (% 38) O2 satürasyonu ortalama % 82 (% 65-85) bulunmuştu. PBV bu hastaların 23'ünde (% 57) başarılıydı. PBV'nin başarılı olmadığı 17 hastadan biri kaybedildi, 7'sinde ikinci bir PBV denendi ve bunların 2'sinde başarılı olundu, sonuç alınamayan diğer tüm hastalar cerrahiye verildi.

Toplam 16 hasta cerrahi müdahaleye gereksinim duymuştu. Cerrahi müdahale 11 hastada PBV'yi izleyen günlerde, restenozu PBV ile giderilemeyen 5 hastada ise 2-4 ay içerisinde yapılmıştı. Cerrahi girişim 6 hastada izole pulmoner valvotomi, 7'sinde valvotomi ve Blalock - Taussig şantı, 3'ünde ise transannüler yama konulması şeklindeydi. Cerrahiye verilen hastalardan 3'ü kaybedildi. Bunlardan ikisinde ölüm nedeni postoperatuar enfeksiyon, birinde ise acil sistemik - pulmoner şant konulması sırasında pulmoner arter yırtılmasıydı.

Hastaların ortalama takip süresi 2.7 yıldır ve 8 ile 9.5 yıl arasında değişiyordu. Takipten kaybedilen 4 has-



Şekil 1. Pulmoner balon valvüloplasti öncesi ve takipte ölçülen RV-PA sistolik basınç farkı ortalamalarının dağılımı



Şekil 2. Pulmoner balon valvüloplasti öncesi ve sonrası ölçülen RV / sistemik basınç oranı ortalamalarının dağılımı

ta vardı. Son EKO incelemelerinde RV-PA sistolik basınç farkları 14 ± 12 mmHg, RV basıncı 33 ± 24 mmHg'ydı (Şekil 1). Orta derecede veya önemsiz pulmoner yetersizlik akımı 38 hastada (% 38) vardı, 16 hastada ise sağ atriyum dilate kalmıştı. Yalnızca sol - sağ şant gösteren patent foramen ovale 13 hastada devam etmekteydi.

TARTIŞMA

PBV, son 10 yıl içerisinde RV çıkış yolu darlıkları arasında en sık görüleni olan izole PS'da ilk tedavi seçeneği haline almıştır (4-10).

İzole PS'da RV morfolojisi hemen daima tripartittir. Bizim olgularımızda da durum aynı şekildedir. PS'lu YD'larda atrezili bebeklere göre PBV'nin daha başarılı olmasının nedenlerinden biri de budur (11). PBV'nin başarılı olmayıp cerrahi müdahaleye ihtiyaç duyan hastalar ve restenoz gelişenlere bakıldığında kapak morfolojisinin sorun olduğu dikkati çekmektedir. Bizim serimizde de bu olguların pulmoner kapaklarının displazik ve mukoid yapıda oldukları cerrahi müdahale esnasında da görülerek doğrulanmıştır. Böyle displastik kapaklarda PBV'nin başarısızlık oranının % 22'lere çıktığı bilinmektedir (12). Özellikle Noonan sendromu olan hastalarda pulmoner kapakların displastik oluşu cerrahi tedavinin tercih edilme-

sine neden olmaktadır (8,12-14). Displazik pulmoner kapaklar dışında, pulmoner anülüsün hipoplazik olması ve RV kompliyansının bozuk olması PBV'nin başarısız kalmasının diğer nedenleridir (14,15). Bu nedenle PBV öncesi EKO ile pulmoner kapak morfolojisi ve RV kompliyansının değerlendirilmesi önemlidir (14,16-18). RV kompliyansının EKO ile değerlendirilmesi hala subjektiftir ve diastolik fonksiyonları belirlemede daha somut verilere ihtiyaç vardır (16,17).

Bizim serimizde YD'da PBV'da komplikasyon oranı % 16 olup literatürde bildirilen % 10-30 rakamları ile uyumludur (8,13,14). Ancak ilk yıllardan sonra, özellikle 1990 sonrası komplikasyon oranının azaldığını söylemek mümkündür.

Kritik PS'lu YD'larda sıklıkla birlikte olan RV kompliyans bozukluğu ve pulmoner kapağın displastik yapıda olması, PBV'den sonra da cerrahiye ihtiyaç doğmasına yol açabilmektedir (11,13,19). PBV'nin mortalite ve morbiditesi düşük olup, bizim serimizde mortalite % 0.9 olmuştur. Ancak PBV'nin başarısızlığı nedeniyle YD döneminde cerrahiye verilen hastalarda mortalite hayli yüksektir ve 16 hastadan 3'ünün kaybedilmesi ile % 18'e çıkmaktadır. Hanley'in çok merkezli çalışması ile karşılaştırıldığında, kritik PS'lu YD'larda bizim serimizde cerrahi sonuçlar daha iyi olmakla beraber karşılaştırma yapmak için olgu sayısının nispeten az olduğu görülmektedir (19).

PBV'nin başarılı olması için bazen işlem sonrası da uzun süre PGE1 İnfüzyonunun sürdürülmesini gerekebilir. Zira RV kompliyansının düzelmesi zaman almaktadır (14,20,21). PBV'nin ardından erken dönemde pulmoner vasküler rezistansın yüksek olması, RV basıncının yüksek, atım hacminin düşük olmasına yol açar ve RV'ün toparlanıp atım hacminin artışı pulmoner vasküler rezistansın düştüğü bir süreyi gerektirir. Bu dönemde yüksek pulmoner vasküler rezistans ve RV basıncını düşürecek, RV yetersizliğini düzeltecek pulmoner vazodilatör tedaviye ihtiyaç vardır (14,23). Bazı hastalarda ise uzun süreli PGE1 infüzyonuna rağmen RV kompliyansında düzelme olmayıp sistemik - pulmoner şant ameliyatı yapılması gerekebilmektedir (13,19,20). Uzun süreli PGE1 infüzyonları acil koşullarda yapılan ameliyatları güçleştirebileceği için böyle hastaların fazla bekletilmeden ve koşulları bozulmadan ameliyata verilmeleri

uygundur. Bizim serimizde şant ameliyatı sonrası pulmoner arter yırtılması sonucu ölen bir hastada bu komplikasyonun uzun süreli PGE1 infüzyonu ile alakalı olduğu düşünülmüştür.

PBV için yaş, doğum ağırlığı ve pulmoner kapağın aşılması günümüzde artık sorun olmaktan çıkmıştır. Günümüzde 1.22 kg'lık prematürelere girişim yapılabilmekte (7), pulmoner artere juguler veya umbilikal ven yoluyla ulaşılabilmektedir (23). Hatta intrauterin dönemde 24. gestasyon haftasında kapağın perforasyonu ile valvüloplasti yapılan olgu dahi bildirilmiştir (24). PBV sırasında kullanılan materyal ve teknik iyileştirilmiş, yoğun bakım koşulları mükemmelleşmiştir. Bizim serimizde de olduğu gibi, tekniğin ilk uygulama ve öğrenilme yıllarında, YD'a uygun materyalin henüz tam gelişmediği dönemde başarısızlık ve komplikasyonlara daha fazla rastlanıyordu. Oysa ilerleyen yıllarda, tekniğin düzelmesi ve tecrübenin artması ile komplikasyonlar yok denecek kadar azalıyordu. Günümüzde artık tüm girişim pulmoner artere yerleştirilen bir kılavuz telin üzerinden ilerletilen anjiyografi ve hemodinamik çalışma için kullanılan Multi Track® kateter ardından da monofoil balon kateteri ile çokkolaylaşmıştır (25). PBV komplikasyon oranı azalmış olmakla beraber, bebeklerin girişim sonrası yoğun bakım koşullarında izlenmesi sonuçların daha da düzelmesini sağlamıştır.

Takip döneminde hastalarımızın % 38'inde EKO ile hafif - orta derecede pulmoner yetersizlik belirlenmiş olup, bu bulgu literatür verileri ile uyumludur (5,8). Ancak pulmoner yetersizliğin değerlendirilmesi subjektif olarak yapılmıştır. Hastaların bir yakınmaları olmamakla birlikte efor testi ile egzersiz kapasiteleri değerlendirilmemiştir. Pulmoner yetersizliği olan opere Fallot teteralojili hastalar dışında böyle efor kapasitesi objektif olarak değerlendirilen pulmoner yetersizlikli hasta gruplarına literatürde de rastlanmamıştır (5).

PBV; YD izole PS'unda, kullanılan materyalin iyileşmesi ve tekniğin sadeleştirilmesi sayesinde komplikasyonu az etkili ve kesin bir tedavi yöntemi haline gelmiştir. PBV, cerrahi endikasyon sahasını daraltmıştır. Ayrıca uzun vadeli sonuçları da yeterince yüz güldürücüdür. Ancak displazik pulmoner kapaklı, RV kompliyansı bozuk, kritik PS'lu hastalarda sonuçlar daha az yüz güldürücü olup, bunlarda da yine ilk girişim olarak kalmakla beraber, ardından cerra-

hiye ihtiyaç duyulabilmektedir. Antenatal tanının yaygınlaşması ile de postnatal müdahalenin erken ve yoğun bakım ile acil müdahale imkanının bulunduğu koşullarda planlanması açısından faydalı olacaktır.

KAYNAKLAR

1. Dupuis C, Kachaner J, Freedom R, et al: Malformations obstructives et anomalies valvulaires In: Cardiologie Pédiatrique. Medecine et Sciences Ed. Flammarion, paris 1991; 226-34

2. Kan JS, White RI Jr, Mirchell SE, Gardner TJ: Percutaneous balloon valvuloplasty; A new method for treating congenital pulmonary valve stenosis. N Engl J Med 1982; 26: 540-2

3. Allen HD, Beekman RH, Garson A et al: Pediatric therapeutic cardiac catheterization: a statement for healthcare professionals from the council on cardiovascular disease in the young. American Heart Association. Circulation 1998; 97: 609-25

4. Saygılı A, Piechaud JF, Kachaner J: Çocukluk çağında girişimsel kalp kateterizasyonu. Türk Pediatri Arşivi 1998; 33: 4-11

5. Rome JJ: Balloon pulmonary valvuloplasty. Pediatr Cardiol 1998; 19: 18-24

6. Ladusans EJ, Querehi SA, Parsons JM, et al: Balloon dilatation of critical stenosis pulmonary valve in neonates. Br Heart J 1990; 63: 362-7

7. Hofbeck M, Singer H, Buheitel G, Ries M: Balloon valvuloplasty of critical valve stenosis in a premature neonate. Pediatr Cardiol 1999; 20 (2): 147-9

8. Masura J, Burch M, Deanfield JE, Sullivan ID: Five-year follow-up after balloon pulmonary valvuloplasty. J Am Coll Cardiol 1993; 21: 132-6

9. Guamera S, Piéchaud JF, Kachaner J, et al: Traitement des sténoses valvulaires pulmonaires critique du nouveau-né par valvuloplastie pércutanée. Arch Fr Pédiatr 1989; 46: 503-8

10. Saltık İL, Batmaz G, Sarioğlu A, Öztürk S, Arat S: Yenidoğanın kritik pulmoner stenozunda balon valvüloplastisi uygulaması: İki olgunun sunumu. Türk Kardiyol Dern Arşv 1996; 24: 126-8

11. Goumay V, Piéchaud JF, Delogu A, Sidi D, Kachaner J: Balloon valvotomy for critical stenosis or atresia of pulmonary valve in newborns. J Am Coll Cardiol 1995; 26 (7): 1725-31

12. McCrindle BW, for the VACA registry investigators. Independant predictors of long-terms results after balloon pulmonary valvuloplasty. Circulation 1994; 89: 1751-9

13. Caspi J, Coles J, Benson L, et al: Management of neonatal critical pulmonic stenosis in the balloon valvotomy area. Ann Thorac Surg 1990; 49 (2): 273-8

14. Beekman R: Determinants of successful balloon valvotomy in infants with critical pulmonary stenosis or membranous pulmonary atresia with intact ventricular septum. J Am Coll Cardiol 1995; 25 (2): 460-5

15. Piéchaud JF, Voshtani H, Kachaner J, et al: Problèmes posés par la valvuloplastie pulmonaire chez l'enfant. Arch Mal Coeur 1987; 4: 413-9

16. Nakanishi T, Tsuji T, Nakazawa M, Momma K: Configuration of right ventricular pressure curves and infundibular stenosis after balloon pulmonary valvuloplasty. Cardiol Young 1995; 5: 44-7

17. Frantz EG, Silverman NH: Doppler ultrasound evaluation of valvar pulmonary stenosis from multiple transducer positions in children requiring pulmonary valvuloplasty. Am J Cardiol 1988; 61: 844-9

18. Rowland DG, Hammill WW, Aleen HD, Gutgesell HP: Natural course of isolated pulmonary valve stenosis in infants and children utilising doppler echocardiography. Am J Cardiol 1997; 79: 344-9

19. Hanley FL, Sade RM, Freedom RM, Blackstone E, Kirklin JW: Outcomes in critically ill neonates with pulmonary stenosis and intact ventricular septum: a multiinstitutional study. Congenital Heart Surgeons Society. J Am Coll Cardiol 1993; 22 (1): 183-92

20. Gildein HP, Kleinert S, Goh TH, Wilkinson JL: Treatment of critical pulmonary valve stenosis by balloon dilatation in the neonate. Am Heart J 1996; 131: 1007-11

21. Schimidt KG, Cloez JL, Siverman NH: Changes of right ventricular size and functions in neonates after valvotomy for pulmonary atresia or critical pulmonary stenosis and intact ventricular septum. J Am Coll Cardiol 1992; 19: 1032-7

22. Saygılı A, Ledieu C, Casterman PH, et al: L'interet du monoxyde d'azote (NO) dans le défaillance ventriculaire droit néonatale. Arch Fr Pédiatr 1998; 5: 93-4

23. Weber HS, Cyran SE: Effectiveness of an umbilical artery "snare assisted" approach for critical pulmonary valve stenosis or atresia in the neonate. Am J Cardiol 1997; 80: 1502-5

24. Daubeney PEF, Sharland GK, Cook AC, et al: Pulmonary atresia with intact ventricular septum: Impact of fetal echocardiography on incidence at birth and postnatal outcome. Circulation 1998; 98: 562-6

25. Bonhoeffer PH, Piechaud JF, Stümper O, et al: The multi-track angiography catheter: a new tool for complex catheterisation in congenital heart disease. Heart 1996; 76: 173-7