



**T.C.
GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ**

**TRANSKATETER YOLLA KAPATILAN PATENT
DUKTUS ARTERİYOZUSLU HASTALARIN
SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ**

YAN DAL UZMANLIK TEZİ

**Uz. Dr. Ahmet İRDEM
ÇOCUK SAĞLIĞI VE HASTALIKLARI
ANABİLİM DALI
ÇOCUK KARDİYOLOJİSİ BİLİM DALI**

**TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Mehmet KERVANCIOĞLU**

Haziran – 2012

**T.C.
GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ**

**TRANSKATETER YOLLA KAPATILAN PATENT
DUKTUS ARTERİYOZUSLU HASTALARIN
SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ**

YAN DAL UZMANLIK TEZİ

**Uz. Dr. Ahmet İRDEM
ÇOCUK SAĞLIĞI VE HASTALIKLARI
ANABİLİM DALI
ÇOCUK KARDİYOLOJİSİ BİLİM DALI**

**TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Mehmet KERVANCIOĞLU**

Haziran – 2012

TEZ ONAY SAYFASI

**T.C.
GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ**

**ÇOCUK SAĞLIĞI VE HASTALIKLARI ANABİLİM DALI
ÇOCUK KARDİYOLOJİSİ BİLİM DALI**

TRANSKATETER YOLLA KAPATILAN PATENT DUKTUS ARTERİYOZUSLU HASTALARIN SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Uz. Dr. Ahmet İRDEM

04.06.2012

Tıp Fakültesi Dekanlığı Onayı
(İmza).....

Prof. Dr. Abdurrahman Kadayıfçı
Tıp Fakültesi Dekanı

Bu tez çalışmasının “Tıpta Uzmanlık” derecesine uygun ve yeterli bir çalışma olduğunu onaylıyorum.

(İmza).....
Prof. Dr. Ayşe Balat
Anabilim Dalı Başkanı

Bu tez tarafımdan okunmuş ve her yönü ile “Tıpta Uzmanlık” tezi olarak uygun ve yeterli bulunmuştur.

(İmza).....
Prof. Dr. Mehmet KERVANCIOĞLU
Tez Danışmanı

TEZ JÜRİSİ:

1. Prof. Dr. Ayşe BALAT
2. Prof. Dr. Mehmet KERVANCIOĞLU
3. Prof. Dr. Nazan ÖZBARLAS
4. Prof. Dr. Metin KILINÇ
5. Doç. Dr. Osman BAŞPINAR

I. ÖNSÖZ

Çocuk Kardiyolojisi Bilim Dalı Başkanı ve tez hocam Prof. Dr. Mehmet KERVANCIOĞLU'na,

Bu tezi hazırlarken, verdiği bilimsel katkılarından ve tüm kişisel desteklerinden dolayı hocam Doç. Dr. Osman BAŞPINAR'a,

Bilgi ve kişisel desteğini esirgemeyen saygıdeğer hocam Prof. Dr. Metin KILINÇ'a,

Tez çalışmamda bilgi ve kişisel desteğini esirgemeyen Uz. Dr. Derya AYDIN ŞAHİN'e ve Yrd. Doç. Dr. Seval KUL'a,

Birlikte büyük bir uyum ve zevkle çalıştığımız kateter laboratuvarı çalışanlarına, tüm asistan arkadaşlarıma,

Yetişmemde ve bu günlere gelmemde büyük emeği geçen sevgili anne ve babama, tanıdığım günden beri sevgi, hoşgörü ve desteğini esirgemeyen, varlığıyla bana güç veren sevgili eşim Kamile İRDEM'e

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım...

Uz. Dr. Ahmet İRDEM

Gaziantep 2012

II. İÇİNDEKİLER

I.ÖNSÖZ.....	I
II.İÇİNDEKİLER.....	II
III.ÖZET.....	V
IV.ABSTRACT.....	VI
V.KISALTMALAR.....	VII
VI.TABLO LİSTESİ.....	VIII
VII.ŞEKİL LİSTESİ.....	X
VIII.RESİM LİSTESİ.....	XI
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Patent duktus arteriyozus.....	3
2.1.1. Tarihçe.....	4
2.1.2. Histoloji ve açık kalma mekanizması.....	4
2.1.3. Duktus Arteriyozusun Anatomisi.....	4
2.1.4. Fetal Dönemde Duktusun Fonksiyonu.....	5
2.1.5. Doğum Sonrası Duktusun Kapanması.....	5
2.2. Prematür Yenidoğanlarda Patent Duktus Arteriyozus.....	6
2.2.1. Sıklık.....	6
2.2.2. Patofizyoloji	6
2.2.3. Klinik Özellikler.....	7
2.2.4. Prematürelerde Görülen Patent Duktus Arteriyozusun Tedavisi.....	7
2.2.4.1. İlaç Tedavisi.....	7
2.2.4.2. Cerrahi tedavi.....	8

2.3. Term Yenidoğan ve Diğer Çocuklarda Patent Duktus Arteriyozus.....	8
2.3.1. Klinik	9
2.3.2. Elektrokardiyografi.....	9
2.3.3. Direkt Grafler.....	9
2.3.4. Ekokardiyografi.	9
2.3.5. Doğal Seyir ve Komplikasyonları.....	11
2.3.6. Ayırıcı Tanı.....	12
2.3.7. PDA ve Diğer Kompleks Lezyonlar.....	13
2.3.8. Tedavi.....	14
2.3.8.1. İlaç Tedavisi.....	14
2.3.8.2. Cerrahi Kapatma.....	13
2.3.8.3. Transkateter Yolla PDA Kapatma.....	14
2.3.8.3.1. Endikasyon ve Hasta Seçimi.....	16
2.3.8.3.2. Metod.....	17
2.3.8.3.3. İşlem Öncesi Hazırlık.....	17
2.3.8.3.4. Kardiyak Kateterizasyon.....	18
2.3.8.3.5. PDA Kapatmada Kullanılan Cihazlar.....	23
2.3.8.3.5.1. Rashkind Çift Disk Şemsiyesi.....	23
2.3.8.3.5.2. Koiller.....	24
2.3.8.3.5.2.1. Kontrollü serbestleştirilemeyen Gianturco Koil.....	24
2.3.8.3.5.2.2. Kontrollü Serbestleştirilen Koiller.....	26
2.3.8.3.5.3. Amplatzer Dukt Oklüder I (ADO I).....	31
2.3.8.3.5.4. Amplatzer Dukt Oklüder II (ADO II).....	34
2.3.8.3.5.5. Amplatzer Dukt Oklüder II Additonal Sizes.....	37
2.3.8.3.5.6. Standart dışı kullanılan cihazlar.....	42
3. GEREÇ VE YÖNTEMLER.....	43
3.1. Hastaların Özellikleri.....	43
3.2. Çalışmada incelenen parametreler.....	43
3.3. Standart dışı kullanılan cihazlar.....	46
3.4. İstatistiksel Analiz.....	47
4. BULGULAR.....	48

5. TARTIŞMA.....	63
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	75
7. KAYNAKLAR.....	77

III. ÖZET

TRANSKATETER YOLLA KAPATILAN PATENT DUKTUS ARTERİYOZUSLU HASTALARIN SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

YAN DAL UZMANLIK TEZİ

Dr. Ahmet İRDEM
ÇOCUK SAĞLIĞI ve HASTALIKLARI AD
ÇOCUK KARDİYOLOJİ BD

TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Mehmet KERVANCIOĞLU
GAZİANTEP-Haziran/2012, 87 Sayfa

Teknolojinin hızlı gelişiminin getirdiği cihaz çeşitliliği ve uygulama kolaylığı, birçok PDA tipinin transkateter yolla kapatılabilir hale gelmesini sağlamıştır. Geriye dönük yaptığımız bu çalışmada, merkezimizde PDA kapatmada kullanılan cihazların sonuçlarını, etkinliklerini, komplikasyonlarını ve birbirine olan üstünlüklerini karşılaştırdık.

Transkateter yolla PDA'sı kapatılan toplam 392 hastanın yaşları 1 ay ile 49 yıl arasında değişmekte olup yaş ortalaması 4.9 ± 5.2 yıl, ortancası üç yıl idi. Çalışmaya alınan hastaların kız/erkek oranı 1.8 olarak bulundu. Yaş ortalamaları karşılaştırıldığında ADO II cihazı daha çok küçük yaş grubunda kullanılırken, Flipper koil (Cook) ise en büyük yaş grubundaki hastalarda kullanıldı ($p=0.001$). ADO II cihazı kullanılan hastaların vücut ağırlıkları ortalamasının, Flipper coil (Cook) kullanılan hastaların vücut ağırlıkları ortalamasına göre anlamlı oranda düşük olduğu saptandı ($p=0.001$). Pulmoner hipertansiyonu olan hastalarda anlamlı olarak daha çok ADO I cihazı kullanıldı ($p=0.001$). Tip A duktusu olan hastalarda sıklıkla (%33.6) ADO II cihazı kullanıldığı tespit edildi. Duktus çapının (D1) en geniş olduğu hastalarda, ADO I cihazı daha fazla kullanılırken, D1'i en dar olan hastalarda Gianturco koilin anlamlı olarak daha fazla kullanıldığı görüldü ($p=0.001$).

İşlemden altı ay sonra hastaların %2.6'sında rezidüel şant olduğu saptandı. Rezidüel şant en sık NOK cihazı kullanılan hastalarda görülmüş olup, işlemten hemen sonra %46.7, 24 saat sonra %31.2 ve altı ay sonra %9 oranında bulundu. İşlem sonrası EKO'da hastaların %3.2'sinde inen aortada, %2.1'inde ise sol pulmoner arter dalında akım hızlanması ve/veya darlık gradiyenti olduğu görüldü.

Sonuç olarak; transkateter yolla PDA kapatmada hasta ve cihaz seçimi önemli olup, hastanın yaş ve vücut ağırlığı, duktusun boyutları ve kullanılacak cihazın büyüklüğü arasındaki dengenin iyi değerlendirilmesi gerekmektedir.

Anahtar kelimeler: Cihaz seçimi, Patent duktus arteriyozus, Transkateter kapatma,

IV. ABSTRACT

EVALUATION OF THE PATIENTS WITH PATENT DUCTUS ARTERIOSUS CLOSED BY TRANSCATHETER METHOD

Dr. Ahmet IRDEM

Resident Thesis, Department of Pediatric Cardiology

Supervisor: Prof. Dr. Mehmet KERVANCIOĞLU

Gaziantep-June 2012, 87 pages

The rapid advances in technology result in the development of variety of devices with the ease of their use and make possible the transcatheter closure of different PDA types. In this retrospective study we compared the results, effectiveness and complications of the devices used in PDA closure in our center and their superiority to each other.

The ages of total 392 patients whose PDAs' were closed via transcatheter method ranged from 1 month to 49 years, and mean age was 4.9 ± 5.2 years and median age was three years. Of the patients, female / male ratio was found as 1.8. Concerning the mean age of the patients, ADO II device was mostly used in little age group more, while, Flipper coil (Cook) was used in the oldest age group ($p = 0.001$). It was confirmed that the average body weight of patients for whom ADO II device was used significantly lower than the average body weight of the patients for whom Flipper coil (Cook) was used ($p=0.001$).

For the patients with pulmonary hypertension, ADO I device was significantly used more ($p = 0.001$). ADO II device was more frequently used in patients with Type A duct (33.6%). ADO I device was used more often in patients with the widest Duct diameter (D1), Gianturco coil was used more significantly in patients with the narrowest diameter of D1 ($p=0.001$).

Six months after the procedure, residual shunt was found in 2.6% of the patients. Residual shunt most frequently observed in patients who were used NOC device was found 46.7% after the procedure, 31.2% 24 hours later and 9% six months later. Echocardiography after the procedure showed increased velocity and/or stenosis in descending aorta (3.2%) and in left pulmonary artery (2.1%) of the patients.

As a result, the patient and device selection are important for transcatheter closure. Besides the balance between the patient age, patient weight, duct dimensions and the size of the selected device must be evaluated carefully.

Key words: Device selection, Patent ductus arteriosus, Transcatheter closure

V. KISALTMALAR

ADO	:Amplatzer duct occluder
ADO I	:Amplatzer duct occluder I
ADO II	:Amplatzer duct occluder II
ADO II AS	:Amplatzer duct occluder II additional sizes
APCA	:Aortopulmoner kollateral arter
ASD	:Atriyal septal defekt
DA	:Duktus arteriyozus
DKH	:Doğumsal kalp hastalıkları
EKG	:Elektrokardiyografi
EKO	:Ekokardiyografi
FDK	:Flipper detachable coil
KKY	:Konjestif kalp yetersizliği
MPA	:Multipurpose kateter
NOK	:Nitt-Occlud coil
PAB	:Pulmoner arter basıncı
PAH	:Pulmoner arteriyel hipertansiyon
PDA	:Patent duktus arteriyozus
PFO	:Patent foramen ovale
PGE1	:Prostaglandin E1
PGE2	:Prostaglandin E2
Qp/Qs	:Pulmoner debi/sistemik debi oranı
VSD	:Ventriküler septal defekt

VI. TABLO LİSTESİ

Tablo 1. D1 çapına göre PDA sınıflandırması.....	15
Tablo 2. Transkateter PDA kapatmada kullanılan cihazlar.....	16
Tablo 3. PDA kapatmada kullanılan Flipper Koiller(Cook).....	27
Tablo 4. Nit-Occlud Koil çeşitleri ve kullanıldığı kateter özellikleri.....	31
Tablo 5. ADO I cihazının boyutları ve tavsiye edilen kılıflar.....	31
Tablo 6. ADO II cihazının boyutları ve tavsiye edilen kılıflar.....	35
Tablo 7. PDA'ya göre tavsiye edilen ADO II cihazı.....	36
Tablo 8. ADO II AS cihazının boyutları.....	39
Tablo 9. Hastaların demografik özellikleri.....	49
Tablo 10. PDA kapatmada en çok kullanılan cihazların karşılaştırılması.....	51
Tablo 11. PDA ile birlikte saptanan doğumsal kalp hastalıkları.....	52
Tablo 12. PDA kapatmada tercih edilen damar giriş yolu.....	54
Tablo 13. PDA'nın en dar çapına (D1) göre sınıflandırılması.....	55
Tablo 14. Cihaza göre tercih edilen duktus D2 çapı ile uzunluk (L) ortalamaları.....	56
Tablo 15. Kullanılan cihazların rezidüel şant ve komplikasyonları.....	58
Tablo 16. Yaş grubuna göre kullanılan cihazın rezidüel şant ve komplikasyonları.....	59
Tablo 17. PDA tipi ile rezidüel şantın ilişkisi.....	60
Tablo 18. Duktusun en dar çapı (D1) ile rezidüel şant ilişkisi.....	61
Tablo 19. İşlem öncesi ve sonrası sol ventrikül çapı ve fonksiyonları.....	61

Tablo 20. Cihaz tipinin, yaş ve vücut ağırlığı ile ilişkisinin diğer çalışmalarla karşılaştırılması.....65

Tablo 21. Krichenko'ya göre PDA tiplerinin diğer merkezlerle karşılaştırılması.....69

VII. ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1. Hastaların yaş dağılımı.....49

Şekil 2. PDA kapatmada kullanılan cihazlar53

VIII. RESİM LİSTESİ

Resim 1. Duktusun şematik görünümü.....	3
Resim 2. Tip A (Konik Tip).....	19
Resim 3. Krichenko ve arkadaşlarının anatomik PDA sınıflandırması.....	20
Resim 4. PDA'ya konulan Gianturco koil.....	25
Resim 5. PDA'ya konulan Flipper koil.....	29
Resim 6. NOK'un serbest bırakıldıktan sonraki görüntüsü.....	30
Resim 7. Venöz yolla ADO I'in yerleştirilmesi ve serbestleştirilmesi.....	33
Resim 8. ADO I serbest bırakılmadan önce.....	33
Resim 9. ADO II serbest bırakıldıktan sonra.....	37
Resim 10. ADO II AS orta eteği duktusu doldurmak için tasarlanmıştır.....	40
Resim 11. ADO II AS için duktus çap (D) ve uzunluğunun (E) ölçülmesi.....	40
Resim 12. ADO II AS kenarları duktusu aşmamalı.....	41
Resim 13. ADO II AS serbest bırakıldıktan sonra.....	41

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Duktus arteriyozus (DA), sol altıncı primitif aortik arktan köken alan, pulmoner arteri sol subklavian arterin çıkış yerinin hemen distalinden inen aortaya bağlayan yapıdır. DA, fetal hayatta işlevsel olup, doğumdan hemen sonra akciğerlerin fonksiyon görmeye başlaması ile birkaç gün içinde fizyolojik, birkaç hafta içinde anatomik olarak kapanır. Doğumdan sonra kapanma gerçekleşmez ise soldan sağa şanta neden olan patent duktus arteriyozus (PDA) olarak isimlendirilir. PDA, 2000-5000 canlı doğumda bir görülür ve doğumsal kalp hastalıklarının (DKH) %10-12'sini oluşturur. PDA'da şant aort ile pulmoner arter arasında olduğundan, başlangıçta sadece sol kalp için yük oluşturur. Duktusun çapı, sistemik ve pulmoner arter dirençleri şant miktarını belirler. Tanı konulup, tedavi edilmezse, ilerleyen dönemlerde, kronik obstrüktif vasküler hastalık (Eisenmenger sendromu) gelişebilir ve şant tersine dönebilir (1-5).

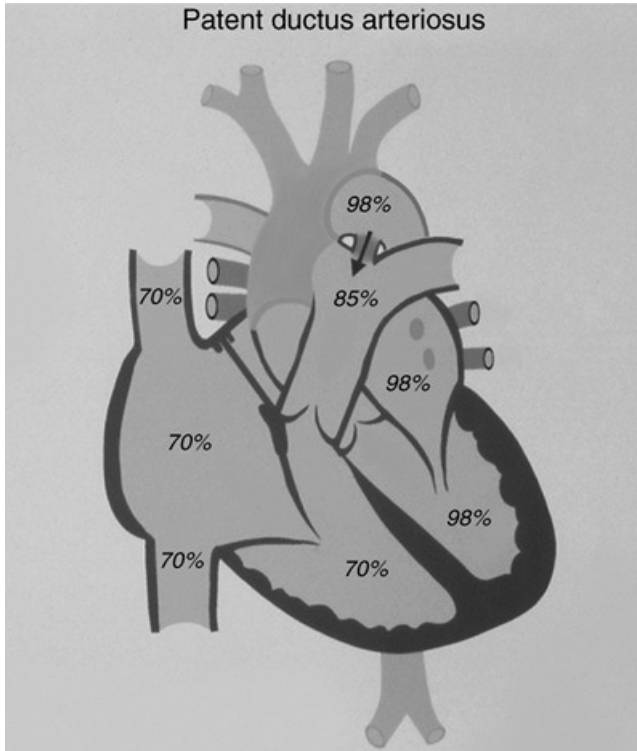
PDA'nın transkateter yolla kapatılması, 1992 yılından beri başarılı bir şekilde uygulanmaktadır (6). Teknolojinin hızlı gelişiminin getirdiği cihaz çeşitliliği ve uygulama kolaylığı ile transkateter yolla kapatma spektrumu çok gelişmiştir. 15 yıl öncesine kadar sınırlı sayıda hastaya transkateter yolla kapatma uygulanabilirken, günümüzde artık az sayıda hastaya cerrahi uygulanır hale gelmiştir (7-14). Transkateter yolla PDA kapatma, bakteriyel endarterit, pulmoner vasküler obstrüktif hastalık, anevrizma formasyonu ve konjestif kalp yetersizliği gibi durumların ortaya çıkma riskini ortadan kaldırır. Literatüre bakıldığında cihaz seçiminde ana kriterin PDA'nın çapı ve morfolojisi olduğu görülmektedir. Genel olarak önerilen, maliyetin de hesaba katılmasıyla, ince duktuslarda koillerin, geniş duktuslarda ise tıkaç özelliği olan cihazların kullanılmasıdır. Duktus morfolojisine göre cihaz seçimi; konik PDA'da koil ve amplatzer dukt oklüder (ADO), kısa duktusta buttoned device, tübüler duktusta Gianturco koil ve buttoned device, uzun ve kıvrıntılı duktusta ise koil, ADO ve buttoned tıkaç şeklinde önerilmektedir (6-14).

Geriye dönük yaptığımız bu çalışmada, kliniğimizde PDA kapatmada kullanılan Gianturco koil, Flipper koil (Cook), Nitt-occlud koil (NOK), ADO I, ADO II, ADO II AS ve diğer (Cardi-O-Fix oklüder, Amplatzer vasküler plug, Amplatzer müsküler VSD cihazı) cihazların sonuçlarını, etkinliklerini, komplikasyonlarını, birbirine olan üstünlüklerini ve ekokardiyografi ile altı aya kadar olan rezidüel şant oranlarını araştırmayı amaçladık.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. PATENT DUKTUS ARTERİYOZUS

Patent duktus arteriyozus (PDA), sol pulmoner arter ve inen aorta arasındaki normal f3tal yapının devam etmesidir (Resim 1). PDA k3çükse hastalar genellikle asemptomatiktir. PDA'nın premat3re infantlar haricinde t3m doğuştan kalp hastalıkları içinde g3r3lme sıklığı %9-12 arasındadır. Geniş aplı PDA alt solunum yolu hastalığı, atelektazi ve konjestif kalp yetersizliğine neden olabilir. Sol kalp yetersizliği, pulmoner vask3ler obstr3ktif hastalık ve sağ kalp yetersizliğine yol açabilir ve enfektif endarterit y3n3nden de y3ksek risk oluşturur. Doğumdan 6 ay sonra açık olan PDA'ların, çok k33k sessiz PDA'lar dışında, kapatılması 3nerilmektedir (1-3).



Resim 1. Duktusun şematik g3r3n3m3

2.1.1. Tarihçe

Duktus arteriyozus (DA), ilk kez Galen tarafından prenatal dönemde, pulmoner arter ile aorta arasındaki dinamik bir vasküler yapı olarak tarif edilmiştir (4). Altıncı gestasyon haftasında, sağ ventrikül debisinin çoğunu taşımak için DA gelişmiştir. DA, sol altıncı aortik arkın distal kısmından köken alan, proksimal sol ana pulmoner arteri subklaviyen arterin çıktığı yerinin hemen distalinden, inen aortaya bağlayan yapıdır. Sol subklaviyen arter çıkışının yaklaşık 5-10 mm distalindedir. Sağ aortik ark durumunda ise DA sağda, sağ pulmoner arteri sağ subklaviyen arterin çıktığı yerin hemen distalinde sağ aortik ark'a bağlayan yapıdır. Nadiren her iki distal altıncı ark varlığında, duktus arteriyozus bilateral olarak görülür (1,5).

2.1.2. Histoloji ve Açık Kalma Mekanizması

Normal arteriyel yapıların tersine, duktus medial tabakası gerçekte dairesel elastik liflerden yapılmıştır. Duktusta içte uzunlamasına, dışta ise sirküler düz kaslar vardır. Bu düz kas tabakasının elastik dokusu gevşek lamina içerir, çok ince duvarlı ve damarlıdır. İntima tabakası düzensiz kalınlaşır, mukoid materyal içerir. Fetüsta düşük oksijen ve yüksek prostoglandin seviyeleri duktusu açık tutar. Prostoglandinin asıl üretim yeri plasenta olduğundan, bu doğum ile ortadan kalkar (1,6).

2.1.3. Duktus Arteriyozusun Anatomisi

Normal kalpte, sol aortik ark ve DA'da, duktus pulmoner arterin sola ayrıldığı nokta ile sol subklaviyen arterin birleşik noktasının hemen distalini birbirine bağlar. Klasik, tipik DA konik şeklindedir, aorta ile ilişkili kısmı geniş iken, pulmoner artere doğru daralır. En dar yeri pulmoner arterle birleştiği noktadır. Konik kısa ve geniş, uzun ve dar, simetrik/asimetrik olabilir. Düz veya kıvrımlı seyir gösterebilir. Uzunluğu milimetreden santimetreye kadar değişebilir. DA bağımlı ağır pulmoner stenoz veya pulmoner atrezili doğumsal kalp hastalıklarında küçük ve kıvrımlı olmaya eğilimlidir (1,7).

2.1.4. Fetal Dönemde Duktusun Fonksiyonu

Fötal dolaşım, erişkin dolaşıma göre birçok yönden farklıdır. Hemen hemen tüm farklılıklar gaz değişimi bölgelerindeki temel değişikliklere bağlıdır. Erişkinde gaz değişimi akciğerlerdedir, fötüste ise gazların ve besinlerin değişimini plasenta sağlar.

Fötal dolaşımda dört şant vardır; plasenta, duktus venosus, foramen ovale ve DA'dır. Plasenta birleşik ventrikül debisinin en büyük kısmını alır ve fetüsteki en düşük vasküler dirence sahiptir. Süperior vena kavaya beyni de içerecek (birleşik ventriküler debisinin %15'i) şekilde vücudun üst bölgesinin kanı dökülürken, inferior vena kavaya vücudun alt kısmı ve plasentadan (birleşik ventriküler debisinin %70'i) kan gelir. Kan plasentada oksijenlendiği için inferior vena kava'daki oksijen satürasyonu (%70) süperior vena kavadakinden (%40) daha yüksektir. Süperior vena kava kanının çoğu sağ ventriküle gider. Yüksek oksijen satürasyonlu inferior vena kava kanının yaklaşık üçte biri "krista dividens" ile yönlendirilerek foramen ovaleden sol atriyauma giderken, kalan üçte ikisi de sağ ventrikül ve pulmoner artere geçer. Fetal dolaşımda akciğerler pulmoner artere giren kanın sadece %5-8'ini alır. Sistemik dolaşımın %50-60'ı sağdan sola şantla fetal DA ile sağlanır. Bu nedenle DA'nın genişliği pulmoner arter ve aortaya eşittir. Pulmoner arterdeki az oksijenlenmiş kan, geniş açık DA'tan inen aortaya ve sonrada oksijenlenmek üzere plasentaya akar (1,7,8).

2.1.5. Doğum Sonrası Duktusun Kapanması

Duktus arteriozus, fetal hayatta işlevsel olup doğumdan hemen sonra akciğerlerin fonksiyon görmeye başlaması ile kapanır (1,7,8-10).

Doğumdan sonra duktusun kapanma mekanizması aşağıdaki gibidir (1,7,8-10):

- 1) Fetal hayatta, duktusta lokal olarak vazodilatör etkili prostoglandin (PG) E₂ sentezlenmektedir. Doğumla birlikte, arterlere yüksek oksijen saturasyonlu kan pompalandığı için lokal PG sentezi durur. Siyanotik doğumsal kalp hastalıklı bebeklerde arteriyel oksijen satürasyonu düşük olduğu için PG sentezi devam eder ve bu nedenle duktus uzun süre kapanmaz. Benzer şekilde yüksek yerlerde yaşayanlarda da, oksijen saturasyonu düşük olduğundan, patent duktus arteriyozus görülme oranı yüksektir.
- 2) Doğumla birlikte göbek kordonunun klampe edilmesiyle, yoğun PG sentezi yapılan bir organ olan plasenta da devreden çıkmış olur.

3) Akciğerlerin açılması ile akciğerlerde PG yıkımı artar, böylece PG düzeyi çok düşük düzeylere iner. Duktusu açık kalanlarda genellikle duktus endotel ve mediasında bozukluk vardır.

Doğumdan sonraki ilk 10-15 saat içinde DA'un kendi medial tabakasının kasılması ile fonksiyonel kapanma sağlanırken, anatomik kapanma, duktusun endotel ve subintimal tabakalarındaki kalıcı değişikliklerin oluşması ile 2-3 hafta içinde olur. Doğumdan üç ay sonra DA hala açık ise buna PDA denir. Oksijen, PG E₂ ve yenidoğanın matüritesi duktusun kapanmasında önemli faktörlerdir. Asetilkolin ve bradikinin de duktusu kapatır (1,7,8-10).

2.2. PREMATÜRE YENİDOĞANLARDA PATENT DUKTUS ARTERİYOZUS

2.2.1. Sıklık

Doğum ağırlığı 1750 gramdan düşük bebeklerin %45'inde ve 1200 gramdan düşük bebeklerin yaklaşık %80'inde PDA'nın klinik bulguları görülür. Doğum ağırlığı 1750 gramdan az olan prematüre bebeklerin %15'inde ve 1500 gramdan düşük bebeklerin %40'ında önemli PDA ile birlikte konjestif kalp yetersizliği gelişir (1).

2.2.2. Patofizyoloji

Prematür bir bebekte DA, doğumdan sonra açık kalmaya daha fazla meyillidir, çünkü prematür bebeğin duktusundaki düz kasın oksijene konstriksiyon yanıtı tam olarak gelişmemiştir. Ayrıca prematür bebeklerde, PG E₂ üretiminin artması veya akciğerlerde yıkımının azalmasından dolayı dolaşımda daha uzun süre kalmaktadır. Hyalen membran hastalığı düzelen prematür bebeklerde PDA önemli bir problemdir. Oksijenasyonda düzelmeyeyle birlikte pulmoner vasküler direnç hızla düşer; ama immatür prematür yenidoğanlarda duktusun oksijene cevapsızlığı nedeniyle duktus açık kalır. Sonuçta oluşan geniş sol-sağ şant akciğerleri sertleştirir, bebeği ventilatörden ve oksijen tedavisinden kurtarmak zorlaşır. Bebek uzun süre ventilatör ve oksijen tedavisi almak zorunda kalırsa, pulmoner hipertansiyon ve sağ kalp yetersizliği ile sonuçlanan kronik akciğer hastalığı gelişir (1,7,8).

2.2.3. Klinik Özellikler

Prematür yenidoğandaki önemli PDA şüphesinde, öykü önemlidir. Tipik olarak, hyalen membran hastalığı olan prematür bebekte doğumdan sonra birkaç günde düzelmeler olur. Ardından bebeği ventilatörden ayırmak zorlaşır veya 4-7 günlük bebeğin oksijen gereksinimi artar, ventilatör ayarlarını yükseltmek gerekir. Ventilatörde olmayan PDA'lı bebeklerde apne veya bradikardi atakları başlangıç belirtileri olabilir. Fizik muayenede sıklıkla sıçrayıcı periferik nabızlar, hiperaktif prekordiyum ve taşikardi gelişir. Sol klavikula altı veya sternumun sol üst kenarındaki klasik devamlı üfürüm tanı koydurucudur. Ancak üfürüm ventilatördeki bebeklerde zor duyulabilir. Aşırı sıvı yüklenmesi veya sıvı retansiyonu olan prematür bebeklerde, daha önce tanımlanan PDA bulgularına benzer bulgular olabilir. PDA'dan ayırımının yapılması gerekir (1,7-10).

Entübe olmayan daha iri prematür bebeklerde direkt göğüs grafisinde kardiyomegali görülebilir. Ayrıca direkt grafide pulmoner ödem veya pulmoner vaskülarite artışı olabilir. Ancak hyalen membran hastalığı varsa bu bulguları değerlendirmek zor olabilir. Entübe ve ventilatör ayarları yüksek olan bebeklerde göğüs filmlerinde kalp normal boyutta veya sadece hafif genişlemiş olabilir. Elektrokardiyografi tanı koydurucu değildir. Genellikle normaldir ama bazen sol ventrikül hipertrofisi görülebilir (8).

İki boyutlu ekokardiyografi (EKO) ve renkli Doppler çalışmalarıyla kesin anatomik ve fonksiyonel bilgi sağlanır (1,8).

2.2.4. Prematürelere Görülen Patent Duktus Arteriyozusun Tedavisi

Semptomatik prematürelere, PDA'nın farmakolojik veya cerrahi yolla kapatılması gerekir. Belirti oluşturmeyen küçük duktus kendiliğinden kapanma olasılığı nedeniyle cerrahi ligasyon yapılmadan ilaç tedavisi ile altı ay izlenmelidir (9,10).

2.2.4.1. İlaç Tedavisi

PDA, preterm yenidoğanlarda sıklıkla karşılaşılan intraventriküler hemoraji, nekrotizan enterolit, kronik akciğer hastalığı risklerinin artmasına yol açarak, morbidite ve mortalite üzerine olumsuz katkıları olan kardiyak bir sorundur. Bu hastalarda duktusun farmakolojik ya da cerrahi yolla kapatılması morbiditeyi önemli ölçüde azaltmaktadır.

Semptomatik PDA'nın ilaçla kapatılmasında indometazin 1976'dan beri kullanılmakta olan standart tedavidir. Seçilmiş olgularda indometazin intavenöz 12 saatte bir 0.2mg/kg üç doza kadar uygulanması tercih edilen yaklaşımdır. Yeterli duktal kapanma sağlamak için, bazen ikinci indometazin tedavi kürü gerekir. Erken dönemde indometazin verilmesi ile ligasyon uygulanan vaka sayısının, kronik akciğer hastalığı görülme sıklığının, ventilatörde kalış süresinin ve oksijen ihtiyacının azaldığı bildirilmiştir (1,8-10).

Yapılan çalışmalarda üç günlükken başlanan intravenöz ibuprofenin (10 mg/kg ilk doz sonrası, 24 saat aralarla 5 mg/kg iki doz) prematür bebeklerde duktus kapanmasında indometazin kadar etkili olduğu gösterilmiştir (9,10).

Ayrıca perinatal bakımdaki düzelmenin, antenatal dönemde kortikosteroid uygulamasının ve surfaktan tedavisinin de PDA insidansını azalttığı saptanmıştır (1,8).

2.2.4.2. Cerrahi tedavi

Tıbbi tedavi başarılı değilse veya indometazin/ibuprofen kullanımı kontrendike ise, transkateter yolla kapatılması veya duktusun cerrahi ligasyonu gerekir. PDA'da standart ameliyat yaklaşımı posterolateral torakotomidir. PDA basitçe bağlanır ve klipsle sıkıştırılır (diviziyon yapılmadan). Günümüzde birçok merkezde PDA ligasyonu yenidoğan yoğun bakım ünitesinde yatak başında yapılmaktadır. Ameliyat mortalitesi %0-3'dür. Son zamanlarda düşük doğum ağırlıklı bebeklerde PDA tedavisinde minimal invazif video-destekli torakoskopik cerrahi uygulaması bildirilmiştir. Ayrıca semptomatik prematürlerde transkateter yolla PDA kapatmada, cerrahi ligasyona alternatif güvenli bir yoldur (1,8).

2.3. TERM YENİDOĞAN VE DİĞER ÇOCUKLARDA PATENT DUKTUS ARTERİYOZUS

Prematüreler hariç, PDA tüm doğumsal kalp hastalıklarının %5-10'unu oluşturur. Kızlarda daha sıktır (erkek/kız oranı 1/3). Sol pulmoner arter ve inen aorta arasındaki normal fetal yapının devam etmesidir. PDA küçükse hastalar genellikle asemptomatiktir. Geniş çaplı PDA alt solunum yolu hastalığı, atelettazi ve konjestif kalp yetersizliğine (KKY) neden olabilir (1,7,8).

2.3.1. Klinik

Çoğu PDA'lı hastada rutin muayenede üfürüm saptanır. Bazen ise herhangi bir yaşta üfürüm ile beraber egzersiz intoleransı vardır. 3-6 haftalık yenidoğanlarda ise taşipne, beslenirken çabuk yorulma, kilo alamama gibi sorunlar olabilir (1).

KKY olan süt çocuklarında taşikardi ve takipne olabilir. Fizik muayenede geniş nabız basıncı ile birlikte, sıçrayıcı periferik nabız (sistolik basıncın artması ve diyastolik basıncın azalmasıyla birlikte) karakteristik bulgulardır. Şant küçükse bu bulgular görülmez. Prekordiyum hiperaktiftir. Sol üst sternal kenarda sistolik tril olabilir. En iyi sol klavikula altı ve sternumun sol üstünde duyulabilen 1-4/6. derece devamlı ("makine sesi" gibi) tipik üfürüm vardır. S₁'den kısa süre sonra başlar, S₂'de pik yapar, diyastolde azalır. Özellikle küçük infantlarda diyastolik komponent duyulmayabilir (8,11).

Pulmoner vasküler obstrüktif hastalık geliştiğinde ise sol üst sternal kenarda kreşendo sistolik üfürüm duyulabilir, S₂ sertleşir. Sağ-sol şant sadece vücudun alt yarısında siyanoza neden olur (diferansiyel siyanoz) (1,7,8).

2.3.2. Elektrokardiyografi

Küçük-orta PDA'larda normal elektrokardiyografi (EKG) veya sol ventrikül hipertrofisi görülebilir. Geniş PDA'da ise biventriküler hipertrofi görülür. Pulmoner vasküler obstrüktif hastalık geliştirse sağ ventrikül hipertrofisi bulguları görülür (1).

2.3.3. Direkt Grafiler

Küçük şanlı PDA'da göğüs grafisi normal olabilir. Orta-geniş şanlı PDA'da sol atriyum, sol ventrikül ve çıkan aortanın genişlemesinden dolayı değişik derecelerde kardiyomegali bulunabilir. Pulmoner vaskülarite artmıştır. Pulmoner vasküler obstrüktif hastalık gelişirse kalp boyutu küçülür, pulmoner arter segmenti ve hiler damarlar belirginleşir (1,8).

2.3.4. Ekokardiyografi

EKO, kalp hastalıklarının tanısı ve yönetiminde çok faydalı, güvenli ve invaziv olmayan bir testtir. Ultrasound kullanılarak yapılan EKO çalışmaları anatomik tanı kadar fonksiyonel bilgi de sağlar. Bu durum özellikle Doppler EKO ve renkli akım

haritalamanın da çalışmaya katılması ile gerçekleşir. M-mode EKO kalbe bir çizgisel bakış sağlar. Kardiyak durum ve fonksiyonların değerlendirilmesinde, özellikle zaman ve çap ölçümlerinde önemli bir araçtır. İki boyutlu EKO yapıların uzaysal ilişkilerini daha iyi gösterir. Bu özellik büyük damar ve kalp anomalilerinin anatomik tanısının daha doğru yapılmasını sağlar. Doppler ve renkli haritalama çalışmaları EKO çalışması sırasında kapak yetmezlikleri ve kardiyak şantların gösterilmesine olanak verir. Ayrıca kalp kapaklarındaki basınç gradiyentleri ve büyük arterler ile ventriküllerin basınçlarının tahmini gibi bazı sayısal bilgiler sağlar (1-3,7,8).

İki boyutlu EKO ile standart parasternal, apikal, subkostal ve suprasternal pencereleri içeren pozisyonlarda inceleme yapılarak önemli kalp yapıları ve büyük damarların görüntüleri incelenebilir. Ayrıca modifiye transüder pozisyonları ve farklı açılanmalarla başka görüntüler de iki boyutlu EKO ile değerlendirilebilir. Doppler EKO kalbin yapısı ve kan akım profilini birlikte değerlendiren çalışmadır. Doppler etkisi kaynak ya da hedefin hareketi sonucu oluşan seslerin frekansındaki değişikliklerdir. Hareket eden obje ya da kanın yönü transüdere doğru ise yansıyan ses dalgalarının frekansı artar (pozitif Doppler kayması). Doppler ultrasound ekipmanı yer değiştirme frekansını tanır ve kırmızı kan hücrelerinin akım yönü ve velositesini belirler. Genel olarak iki Doppler tekniği kullanılır; '*continuous*' ve '*pulse wave*'. Doppler EKO tekniği kan akımının yönünü çalışmada faydalıdır; kardiyak şantların varlığı ve yönü tespit edilebilir; kapakların darlık ve yetmezlikleri çalışılabilir; damar darlıklarının tespiti, lezyonların hemodinamik ciddiyeti, kardiyovasküler sistemin çeşitli bölgelerindeki basınçların tayini; kalp debisi ya da kan akımının belirlenmesi, ventriküllerin diyastolik fonksiyonlarının değerlendirilmesi yapılır. M-mode EKO sol sternal kenar boyunca yerleştirilmiş ve kalbin incelenecek kısmına doğru yönlendirilmiş bir ultrasonik transüder ile gerçekleştirilir. M-mode EKO kalp boşluklarının ve damarların çapları, ventriküler septum ve serbest duvar kalınlığının ölçümü ve sol ventrikül sistolik fonksiyonu hakkında bize önemli bilgiler sağlar (1-3,7,8).

Hastaların çoğunda PDA, EKO ile görüntülenebilir. İki boyutlu EKO ve renkli Dopplerde kesin anatomik ve fonksiyonel bilgi sağlanır. İki boyutlu EKO ile yüksek parasternal bakışta veya suprasternal çentik bakışında PDA'nın çapı, uzunluğu ve şekli görüntülenebilir. Sample volüm pulmoner arterde duktusun açıldığı yerin hemen proksimaline yerleştirilerek yapılan Doppler çalışmasında duktal şant örnekleri (sol-sağ,

iki yönlü veya sağ-sol şant), pulmoner arter basınçları, duktal şantın miktarı veya perfüzyon durumu gibi önemli fonksiyonel bilgiler sağlar. Devamlı pozitif duktal şant akımı, pulmoner arter basıncının aort basıncından düşük olduğu ve soldan-sağa şant olduğunu gösterir. Pulmoner arterden uzaklaşan devamlı negatif akım pulmoner arter basıncının sistemik basınçtan yüksek olduğunu ve sağdan-sola şantı gösterir. İki yönlü şant örneği ise ciddi pulmoner hipertansiyonlu bebeklerde bulunur. Ayrıca yüksek duktal akım hızı düşük pulmoner arter basıncını, düşük akım hızı ise yüksek pulmoner arter basıncını gösterir. Duktusun pulmoner ucu küçük olduğunda, kıvrıntılı PDA'larda veya çapı 3 mm'den küçük ve uzunluğu 10 mm'den fazla tünel tipi PDA'larda basınç, viskoz enerji kaybı nedeniyle olduğundan daha düşük değerlendirilebilir. Ancak sistolik pulmoner arter basıncının en kolay ve en doğru değerlendirme yöntemi, triküspit yetersizliği varsa buradan pik akım hızı ölçülerek, Bernoulli denklemi kullanılarak basıncın hesaplanmasıdır. Sol pulmoner arterden akım hızının artması duktustan geniş sol-sağ şant olduğunu gösterir. Yüksek pulmoner arter basıncı ve akım hızının daha düşük olması akciğer perfüzyonunun yetersiz olduğunu gösterir. İlk 24-36 saatte kötü prognostik belirtidir (1,7,8).

M-mode EKO ile sol atriyum ve sol ventrikülün boyutları ölçülerek, dolaylı olarak sol-sağ şantın miktarı değerlendirilir. Şant miktarı arttıkça bu odacıklar genişler (1).

2.3.5. Doğal Seyir ve Komplikasyonları

- Prematürelerin aksine, genellikle miadında doğmuş yenidoğanlarda ve çocuklarda PDA kendiliğinden kapanmaz. Bunun nedeni miadında doğmuş bebeklerde görülen PDA'nın duktal düz kasın yapısal anomali sonucu meydana gelmesidir (1).
- Şant geniş olduğunda KKY ve/veya tekrarlayan akciğer enfeksiyonu gelişir (8).
- Pulmoner hipertansiyonla birlikte geniş PDA tedavi edilmezse pulmoner vasküler obstrüktif hastalık gelişebilir (1,7,8).
- Endarteritis gelişebilir. PDA tedavisinin majör endikasyonlarından biri infektif endokardit gelişme riskidir. PDA'ya bağlı gelişen pulmoner endarteritis sıklığı %0.45-1 arasında değişmektedir. Vejetasyonlar genellikle pulmoner tarafta görülür ve akciğere tromboemboli atarak, pnömoni, septik embolik infark ve

nadiren de olsa akciğer apsesine neden olur. PDA açıklığı olan hastalarda endarterit önemli bir problemdir. PDA açıklığı tanısının infektif endarterit komplikasyonu ile konduğu olgularda, nüks riskini ortadan kaldırmak için medikal tedaviden sonra PDA mutlaka kapatılmalıdır (12-14).

- Nadir olsa da çok küçük infantlarda, operasyon sonrası, endokardit sonrası veya erişkin dönemde PDA anevrizması gelişebilir ve rüptür olasılığı vardır. Hastalar spontan oluşan mediastinal kitleyle başvurur. Çevre doku ve sinirlere bası yaparak semptom verir. Tanı anjiyografi ve üç boyutlu tomografi ile konur. Tedavide ise kardiyopulmoner by pass tekniği ile anevrizmanın rezeke edilmesi gerekir (15).
- Erişkinlerde PDA'da kalsifikasyon formasyonu görülebilir. Bu durumda cerrahi komplikasyon riski artar (16).

2.3.6. Ayırıcı Tanı

PDA'nın devamlı üfürümüne benzeyen kalp üfürümü ve /veya sıçrayıcı nabızla yol açan durumlarda ayırıcı tanı yapılmalıdır. Ayırıcı tanıda düşünülmesi gereken durumlar aşağıda belirtilmiştir (1).

- **Koroner arteriyovenöz fistül:** Devamlı üfürüm genellikle en iyi sternumun sağ kenarı boyunca duyulur, klavikula altında veya sternumun üst kenarında duyulmaz (1).
- **Sistemik arteriyovenöz fistül:** Prekordiyum üzerinde devamlı üfürüm olmadan geniş nabız basıncı ile birlikte sıçrayıcı nabız ve KKY bulguları gelişebilir. Fistül üzerinde devamlı üfürüm vardır (başta veya karaciğerde) (1).
- **Pulmoner arteriyovenöz fistül:** Sırtta devamlı üfürüm duyulur. Kardiyomegali yoktur, siyanoz ve çomaklaşma vardır (1).
- **Venöz hum:** Venöz hum en iyi hasta oturur pozisyonunda iken ve/veya sol klavikula altında ve/veya üstünde duyulur. Hasta supin pozisyonunda yattığında genellikle kaybolur (1).
- **Aort koarktasyonunda kollateraller:** İnterkostal alanlarda, genellikle bilateral devamlı üfürüm duyulabilir (1).

- **Aort yetmezliği ile birlikte ventriküler septal defekt (VSD):** Sternumun sol orta veya alt kenarında devamlı üfürümden çok *to-and-fro* (''odun kesen testere'') üfürümü duyulur (1).
- **Pulmoner kapak yokluğu sendromu:** Sternumun sol üst kenarında *to-and-fro* üfürümü duyulur. Direkt grafilerde hiler pulmoner arterlerde genişleme ve EKG'de sağ ventrikül hipertrofisi karakteristiktir. Bu defekt sıklıkla Fallot tetralojisi ile birlikte görüldüğü için hastalar sıklıkla siyanotiktir (1).
- **Persistan Trunkus Arteriyozus:** Siyanotik bebekte bazen devamlı üfürüm sternumun sol üst kenarından çok sağ ikinci interkostal aralık veya sırtta duyulur. EKG'de biventrikül hipertrofi, direkt göğüs grafilerinde değişik derecelerde kardiyomegali ve pulmoner vaskülaritede artış görülebilir. Sıklıkla sağ aortik ark bulunur (1).
- **Aortopulmoner pencere:** Bunda, çok nadir durumda sıçrayıcı nabız olur ancak üfürüm ventriküler septal defekt üfürümüne benzer. Erken süt çocukluğu döneminde KKY gelişir (1).
- **Periferik pulmoner arter darlığı:** Tüm toraksta devamlı üfürüm duyulur. Darlık ciddiye EKG'de sağ ventrikül hipertrofisi görülebilir. Bu durum sıklıkla Williams sendromu veya Rubella sendromuna eşlik eder (1).
- **Valsalva sinüs anevrizması rüptürü:** Ani başlayan göğüs ağrısı ve dispneyle birlikte ciddi kalp yetersizliği bulguları gelişir. Kalp bazalinde devamlı üfürüm veya *to-and-fro* üfürümü duyulur. Bu durum Marfan sendromlu hastalarda daha sık görülmektedir (1).
- **Sağ atriyum içine açılan total anormal venöz dönüş anomalisi:** Hafif siyanozlu bir çocukta sternumun sağ kenarı boyunca venöz uğultuya benzeyen üfürüm duyulabilir. Direkt grafilerde kardiyomegali ve pulmoner vaskülaritede artış, EKG'de sağ ventrikül hipertrofisi görülür (8).

2.3.7. PDA ve Diğer Kompleks Lezyonlar

Kalbin sol tarafında görülen obstrüktif lezyonların intrakardiyak şantlı tiplerinde PDA semptomları ağırlaştırır. Duktus bağımlı kalp defektlerinde (VSD'li veya VSD'siz pulmoner atrezi, triküspit atrezisi, hipoplastik sol kalp sendromu, aortik ark kesintisi ve

ağır aort koarktasyonu) durumunda ise yaşam duktusa bağımlıdır. Hastaya müdahale edilene kadar PG E₁ verilerek duktus açık tutulmalıdır (17).

2.3.8. Tedavi

2.3.8.1. İlaç Tedavisi

Miyadında doğan PDA'lı bebeklerde indometazin etkili değildir, kullanılmamalıdır. KKY geliştiğinde dijital, anjiyotensin konverting enzim inhibitörü ve diüretik gibi standart dekonjestif tedavi uygulanabilir. Hastada pulmoner hipertansiyon yoksa egzersiz kısıtlaması gerekmez. Gerekli olduğu durumlarda ise subakut bakteriyel endokardit profilaksisi uygulanmalıdır (1,17).

Hemodinamik olarak önemli duktus, yaşa bakılmaksızın cerrahi veya girişimsel tekniklerle kapatılmalıdır (1,17-19).

2.3.8.2. Cerrahi Kapatma

İlk olarak cerrahi yöntemle PDA ligasyonu, 1939 yılında Gross ve Hubbard (20) tarafında yapılmasından bu yana ligasyon ve divizyon standart bir operasyon olmuştur. Hastalar cerrahi olmayan kapatma tekniklerine uygun değilse, cerrahi olarak PDA kapatılmalıdır. Kardiyopulmoner “bypass” olmadan sol posterolateral torakotomi yoluyla ligasyon ve divizyon (bağlama ve ayırma) yapılarak cerrahi uygulanır. Ayrıca dördüncü interkostal aralıktan üç küçük giriş yapılarak Video-destekli torakoskopik klips ligasyon tekniği, yeterli uzunluktaki (güvenli ligasyona izin verecek kadar) duktusun cerrahi yöntemle ligasyonu da uygulanmaktadır. Her iki tekniğinde cerrahi mortalite oranı sıfırdır (1,8,21,22).

2.3.8.3. Transkateter Yolla PDA Kapatma

Bugün birçok cerrahi yöntemin mortalite ve morbiditesi çok düşük olmakla birlikte; genel anestezi gerekliliği, uzun süreli hospitalizasyon, nervus reccurens hasarı, psikolojik travma, torakotominin neden olduğu göğüs ağrısı, skar dokusu oluşması ve bronkopnömoniye eğilim gibi bir kısmı kaçınılmaz olan sorun ve komplikasyonlar PDA tedavisinde alternatif yöntem arayışına yol açmıştır. Transkateter girişimsel yöntemlerin gelişmesi ve dukt okluder ve benzeri yeni cihazların kullanıma girmesi ile erişkinlerde PDA'nın çapına ve tipine bağımlı olmaksızın hastaların çoğunda cerrahiye

gereksinim ortadan kalkmıştır. Yaşa ve ağırlığa göre değişken olmakla birlikte pulmoner arter tarafındaki en dar çapına göre PDA sınıflandırılır (23) (Tablo 1).

Tablo 1. En dar çapına (D1) göre patent duktus arteriyozus sınıflandırması

Sessiz PDA	çap<1.5 mm altında, devamlı üfürüm yok
Küçük PDA	çap 1.5-2.5 mm, devamlı üfürüm var
Orta PDA	çap 2.5-3.5 mm arası
Orta-Geniş PDA	çap 3.5-4.0 mm
Geniş PDA	çap >4.0 mm

PDA; patent duktus arteriyozus

PDA'nın kateter laboratuvarında kapatılması yöntemi, ilk defa 1967 yılında Portsman ve arkadaşları tarafından Ivalon tıkaç kullanılarak başarılmıştır (24). Ancak oklüzyonda kullanılan Ivalon tıkaçın femoral arter yolu ile yerleştirilmesi için 18F (=6 mm) sheath-introducer'ın kullanılması, hem hasta yaşının büyük olması gerekliliği, hem de sıklıkla arteriyel komplikasyonlara yol açması bu yöntemin yaygın kullanılmasını engellemiştir. 1979'da Rashkind ve Cuaso (25) venöz yolla yerleştirilebilen poliüretan "köpük kaplı-disk şemsiye"yi PDA oklüzyonunda kullanmaya başladı. Konu ile ilgili klinik tecrübelerdeki artış ve teknolojik gelişmelerle şemsiye iki diskli hale getirilmiş, uzun kılıf içine yerleştirilen taşıyıcı sistem geliştirilerek, 1984 yılından itibaren tüm Dünya'da PDA'nın transkateter yolla kapatılmasında yaygın olarak kullanılan bir yöntem haline gelmiştir. Bu teknik daha sonraki yıllarda Mullins ve diğer araştırmacılar tarafından geliştirilerek uygulama kolaylığı sağlanmıştır (26,27). Özellikle 1990'lı yıllardan itibaren çok değişik materyal ve cihazlar PDA'nın transkateter yolla kapatılmasında kullanılmaya başlamıştır (Tablo 2) (24,25,27-31,33-40). Günümüzde bunlardan bazıları artık kullanılmamaktadır.

Gianturco koilleri (Cook Cardiology, Bloomington, IN) 1992 yılından itibaren PDA'nın oklüzyonunda kullanılmaya başlanmıştır (31).

Patent duktus arteriozusun transkateter yolla kapatılmasında, başlangıç ile karşılaştırıldığında, günümüzde geline nokta çok ileridedir. Teknolojinin hızlı gelişiminin getirdiği cihaz çeşitliliği ve uygulama kolaylığı ile transkateter yolla oklüzyon spektrumu çok gelişmiştir. 15 yıl önce sınırlı sayıdaki hastalara transkateter

yolla kapatma uygulanırken artık az sayıdaki hastalara cerrahi uygulanır hale gelmiştir (37,41–48).

Tablo 2. Transkateter patent duktus arteriyozus kapatmada kullanılan cihazlar

Uygulayıcı	Yıl	Cihaz
Porstmann ve ark (24)	1967	Konik, ivalon köpük tıkaç
Rashkind ve Cuaso (25)	1979	Poliüretan kaplı tek şemsiye + minyatör çengeller
Rashkind ve ark (27)	1983	Çift poliüretan şemsiye
Saveliev ve ark (28)	1984	Poliüretan köpük tıkaç
Sideris ve ark (29)	1990	Buttoned tıkaç kare şeklinde poliüretan oklüder ve counter oklüder
Bridges ve ark (30)	1991	Clamshell ASD cihazı
Cambier ve ark (31)	1992	Gianturco koil
Le ve ark (32)	1993	Duct-occlude pfm koil
Cambier ve ark (33)	1993	Cook detachable koil
Uzun ve ark (34)	1996	Flipper detachable koil
Grifka ve ark (35)	1996	Gianturco-Grifka sac (kese)
Grabitz ve ark (36)	1997	Polivinil alkol köpük tıkaç
Masura ve ark (37)	1998	ADO I cihazı
Sideris ve ark (38)	2001	Wireless PDA cihazı (köpük yama)
Thanopoulos ve ark (39)	2008	ADO II cihazı
Agnoletti ve ark (40)	2011	ADO II AS cihazı

2.3.8.3.1. Endikasyon ve Hasta Seçimi

PDA'nın transkateter yolla kapatılmasında hasta seçimi önemlidir. Klinikte üfürüm yapmayacak kadar ince olan ve EKO kullanıma girdikten sonra tanı alan, sessiz PDA'ların kapatılması halen tartışmalıdır. İnfektif endokardit profilaksisi gerekçesi ile kapatmanın faydalı olduğu ileri sürülebilir. Ancak bunların bir kısmı anjiyografide bile zor görüntülenebilmektedir. Kabul gören görüş, eğer hasta kateter odasına alınmışsa ve kılavuz tel üzerinden kateter ilerliyorsa duktus kapatılabilir (18).

İkinci olarak hastanın PDA'sının transkateter yolla kapatmaya uygun olup olmadığına bakılmalıdır. Cihazların ilk kullanıldığı dönemde, özellikle taşıyıcı sistemlerin kalın olması nedeniyle, bebeklerdeki vasküler hasar endişesi ile yaş ve ağırlık kısıtlamaları mevcuttu. Günümüzde ise konu ile ilgili kısıtlamalar, cihaz çeşitliliği ve ince taşıma sisteminin gelişmesi sonucu, hemen hemen kalmamıştır. Yine de, hastanın yaş ve ağırlığı, duktusun boyutları ve kullanılacak cihazın büyüklüğü arasındaki denge iyi hesaplanmalıdır (24,25,27-31,33-40).

Geniş PDA'lar, yeni cihazlar kullanılmadan önce, cihazların boyutlarındaki yetersizlikler nedeniyle transkateter yolla kapatılamamaktaydı. Günümüzde çok daha büyük duktuslar yeterli cihazlar bulunduğundan rahatlıkla kapatılabilmektedir. Duktus çapı arttığında sorun pulmoner hipertansiyon olmaktadır. Eğer pulmoner vasküler obstrüktif hastalık gelişmemişse duktus transkateter yolla kolaylıkla kapatılmaktadır. Transkateter yolla kapatmada, cerrahide olduğu gibi mutlak kontrendikasyon Eisenmenger sendromudur (1,8,17).

Hasta seçiminde göz önünde bulundurması gereken bir diğer husus, ilave kardiyak anomalidir. Eğer kardiyak anomali, hemodinamik problem yaratmıyorsa ve yakın zamanda cerrahi olasılığı az ise (küçük VSD vb.) PDA transkateter yolla kapatılabilir. Ancak hastanın diğer kalp anomalisi erken dönemde cerrahi gerektiriyorsa (geniş VSD gibi) bu hastalar transkateter kapatma için uygun değildir (1,8,17).

2.3.8.3.2. Metod

Daha önceden diğer transkateter tedavi girişimlerin uygulandığı bir merkezde, PDA'nın transkateter yolla kapatılması işlemi kolaylıkla uygulanabilir. Ancak hasta seçiminin iyi yapılması, kullanılacak cihaz ve sistemlerin iyi bilinmesi gerekir. Bu konuda üretici firmaların hazırladığı kullanım kılavuzları, eğitim CD'leri ve demonstrasyon setleri oldukça yardımcıdır. Cihaz, taşıyıcı sistem ve manipülasyonlar önceden incelenmeli bağlantı, yükleme ve serbestleştirme işlemlerine el alışkanlığı kazandırılmalıdır. Mümkünse başlangıçta büyük yaş grubundan hastaların seçilmesi ve komplike olmayan hastaların tercih edilmesi, manipülasyon kolaylığı yaratır ve çabuk öğrenme periyodunun daha güvenle geçilmesine yardımcı olur. İlk hastaların, daha önce tecrübesi olan bir operatör ile yapılması, işlemin güvenli, rahat ve komplikasyonsuz olmasını sağlar (49).

2.3.8.3.3. İşlem Öncesi Hazırlık

PDA'nın kapatılması işlemi öncesinde hasta yeterli süre (işlem sırasında kusma ile ilişkili aspirasyon olmaması için 4-6 saat) aç bırakılmalı, hasta mutlaka görülmeli, öyküde kanama diyatezi ve allerji mutlaka sorulmalıdır. Tam bir fizik muayene yapılmalı, aldığı kardiyak ve nonkardiyak ilaçlar sorgulanmalıdır. İşlem öncesinde tam

kan, EKG ve telekardiyografi çekilmelidir. Küçük çocuklar ve riskli hastalar için, gereğinde verilmek üzere, kan hazırlatılmalıdır (49).

Ayrıca işlem öncesinde aileler yeterli bir şekilde aydınlatılmalıdır. Yapılacak işlem, gerekçesi ve riskleri hakkında bilgi verilmeli ve yöntemin cerrahiye olan avantaj-dezavantajları anlatılmalıdır. İşlem öncesi hasta veya ailesinden yazılı onam alınmalıdır. İşlem öncesinde elde yeterli malzeme olmalıdır. Hem değişik cinslerdeki cihazlar, hem de aynı cins cihaz için değişik çap ve boylardaki malzemenin bulunması gerekir. Eğer malzeme temini ile ilgili sorunlar varsa her boydaki malzemenin yanı sıra kullanılması düşünülen boylardan birkaç adet bulunması daha uygundur. Malzemenin manipülasyonlarda bozulabileceği, alırken yere bile düşebileceği unutulmamalıdır. Embolizasyon riski de düşünülerek yabancı cisim çıkarıcı malzemeler (snare, basket, forseps) hazırda tutulmalıdır (24-49).

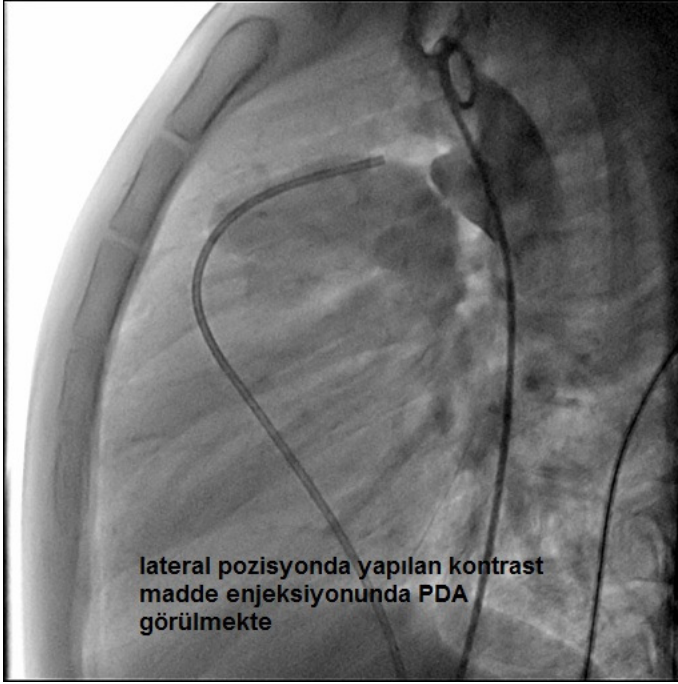
Ayrıca sorun olduğunda cerrahi olanakların hazır olduğu bir merkezde işlem yapılmalıdır (49).

2.3.8.3.4. Kardiyak Kateterizasyon

Çalışmanın kolay ve güvenli bir ortamda yapılabilmesi için genel anestezi önerilmektedir. Entübasyon gerekli değildir. Uygulanacak cihazın uygulama yoluna göre arteriyel ve/veya venöz yollardan damarlara girilir. Seçilecek kılıflar, hastanın yaş ve kilosuna uygun olmalıdır (49).

Eğer daha önceden hemodinamik çalışma yapılmamışsa hemodinamik ölçümler yapılarak şant hesabı için kan örnekleri alınmalıdır. Hastanın vücuduna yabancı bir cisim yerleştirileceğinden profilaktik antibiyotik verilmelidir. Pıhtılaşma sorunları nedeni ile 50-100 U/kg heparin verilmesi önerilmektedir (24-49).

Anjiyografide duktus anatomisinin iyi görüntülenmesi tüm işlemi ve başarısını etkileyen bir basamaktır. Tek düzlemli cihaz kullanılıyorsa tüp 90° sol lateral pozisyona getirilir (Resim 2). Eğer iki düzlemli anjiyografi cihazında çalışılıyorsa vertikal tüp 10-30° sağ oblik +10-30° kranial pozisyona alınmalıdır. Bu ikinci pozisyon özellikle doğrultusu arka-ön olmayan ve açılanma gösteren duktusların görüntülenmesini sağlar. Bu tip duktuslarda lateral pozisyon yetersiz kalmaktadır. Tek düzlemli cihazlarda da eğer DA anatomisi ilk enjeksiyonda yeterli görüntülenememişse ikinci olarak seçilecek pozisyon sağ oblik pozisyonudur (30-49).



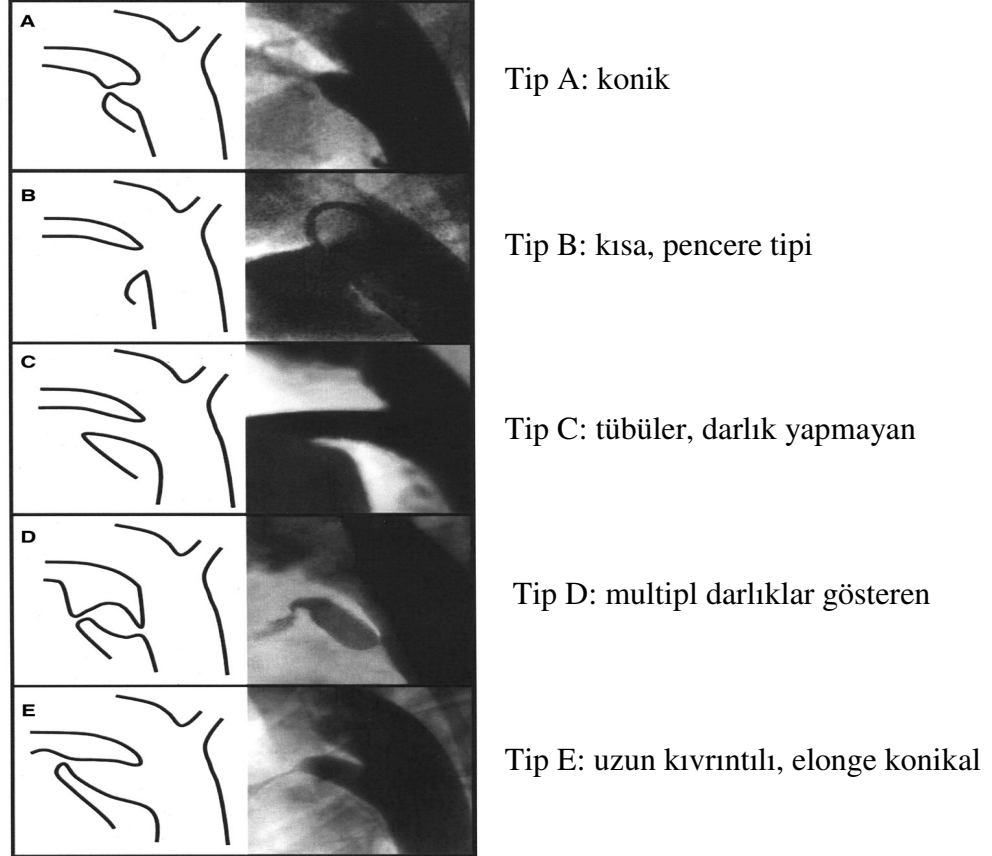
Resim 2. Tip A (Konik Tip) patent duktus arteriyozus.

Kateter arkusun hemen sonrasına yerleştirilmelidir. En uygun yer ise tam duktusun bulunduğu düzlemin hemen üstüdür. *Pig-tail* veya National Institutional Health (NIH) kateterleri kullanılmalıdır (32-49).

İyi kalitede görüntü elde etmek için diagnostik anjiyolarda kontrast madde miktarından kısıntı yapılmamalıdır. Klasik bilgi saniyede 1 cc/kg miktarında verilmesidir. Ancak eğer duktus orta ve genişse 1.5 cc/kg doza ve bazen daha da üzerine çıkılmalıdır. Bol akımlı duktuslarda görüntüleme problem oluşturabilmektedir. İlk diagnostik anjiyografi ile duktusun şekli saptanır ve en dar olduğu bölgedeki çap ölçülür. Buradaki bilgiler ışığında hangi malzemenin kullanılacağına ve boyutlarına karar verilir (49).

Öncelikle duktus morfolojisi çok önemlidir. PDA çok değişik anatomik yapı gösterebilir. PDA'nın morfolojisi Krichenko ve ark.'larının (50) tanımladığı gibi yapılmaktadır (Resim 3). Bu sınıflamada transkateter kapatma açısından önemli olan, konacak cihazın içine gireceği bir ampulla olup olmaması ve cihazın her iki tarafa kaçmasını engelleyecek daralan bir yapı olup olmamasıdır. Tübüler duktuslarda (Tip C) lokal daralma olmadığı için cihazın yerinde tutulabilmesi ile ilgili sorun gelişebilir. Pencere tipi duktuslarda ise cihazın yerleşeceği ampulla olmaması nedeniyle cihaz

özellikle aortaya taşabilir ve buradaki akımı bozarak iyatrojenik koarktasyona neden olabilir. Diğer duktuslar ise transkateter kapatma için ideal yapı oluştururlar ki tüm duktusların %80'inden fazlası bu yapıdadır (24-49).



Resim 3. Krichenko ve arkadaşlarının anatomik patent duktus arteriyozus sınıflandırması

Diğer önemli nokta gerçek duktus çapının belirlenmesidir. Özellikle geniş duktuslarda sorun olur ve ilk enjeksiyonda çap net belirlenemeyebilir. Bu durumda çeşitli teknikler kullanılabilir. Bunlardan biri PDA'dan kateter geçtikten sonra anjiyografi yapılmasıdır. Bu durumda kateterin veya kateterlerin toplam çapı kadar duktus çapında daralma olacak ve duktal akım azalacaktır. Böylece en dar çap ölçümü kolaylaşır (49).

Diğer bir yöntem ise balon oklüzyon anjiyografi tekniğidir. Biraz uğraşı gerektirse de balon ile inen aortanın akımının kesilmesi ve tüm kontras maddenin duktusa yönlendirilmesi ile net bir görüntü elde edilir. Çok geniş duktuslarda daha çok

kullanılan bir yöntem ise balon *sizing* yöntemidir. Bu yöntemde uygun çap ve boyda, tercihen yumuşak bir balon duktusta şişirilerek indentasyon oluşturulur ve duktus çap ölçümü yapılır. Bu yöntem ayrıca ileri pulmoner hipertansiyonu olan hastalarda duktal oklüzyonun test edilmesine de olanak verir (32-49).

PDA çap ve şeklinin belirlenmesinden sonraki aşama oklüzyonda kullanılacak cihazın ve cihaz boyutlarının belirlenmesidir. Literatüre bakıldığında cihaz seçiminde ana kriter PDA'nın çap ve morfolojisidir. Genel olarak önerilen, maliyetin de hesaba katılmasıyla, ince duktuslarda koillerin, geniş duktuslarda ise tıkaç özelliği olan cihazların kullanılmasıdır. Duktus morfolojisine göre cihaz seçimi; konik PDA'da coil ve amplatzer dukt oklüder (ADO), kısa duktusta buttoned tıkaç, tübüler duktusta Gianturco ve buttoned tıkaç, uzun ve kıvrıntılı duktusta ise coil, amplatzer dukt oklüder ve buttoned tıkaç tercih edilebilir (24-49).

Halen ülkemizde Gianturco, Nit-Occlud coil (NOK) ve kontrollü serbestleştirilen Flipper coil (Cook), ADO I, ADO II ve ADO II Additional sizes adlı PDA cihazları mevcuttur. Bu cihazların hepsi ve çeşitli boyutları aynı anda bulunabilse duktusların hemen hepsi sorunsuz olarak kapatılabilir.

Kapatma işlemi için tüm cihazlarda duktustan geçilmesi ve kateterin uygun pozisyon ve yere yerleştirilmesi gerekir. Retrograd yaklaşımda duktustan geçiş için uygun kateter sağ Judkins kateteridir. Kateterin ucu ilk enjeksiyonda saptanan duktus bölgesinde öne çevrilir ve kateter ilerletildiğinde duktustan kolayca geçilebilir. İnce duktuslarda ise kateter ucundan çıkartılan ve ilerletilen hidrofilik kılavuz tel duktustan geçer. Daha sonra kateter ve "exchange" kılavuz tel kullanılarak oklüzyonda kullanılacak kateter geçirilerek pulmoner artere yerleştirilir. Retrograd yaklaşımda cihazın yerleştirilmesinde uygulanan aşamaların anjiyografik kontrolü yoktur. Bu yöntemde anjiyografik kontrol istenirse ikinci bir arteryel kateter yerleştirmek gerekir. Bu nedenle retrograd yol daha çok ince duktuslarda tercih edilir. İşlem aşamalarının kontrolü olmasa da oklüzyonun çok kısa sürede tamamlanmasını sağlar. Retrograd yöntemde operatörün kılavuzu diagnostik anjiyodur. Cihazın yerleştirilme işlemi ilk tanısal anjiyo pozisyonunda yapılır. Eğer aksine bir gereklilik yoksa anjiyo masası ve tüpü ilk enjeksiyon yapıldıktan sonra hiç değiştirilmemelidir. Bu anjiyoda en dar yeri cihazın yerleştirileceği yerdir. Eğer pozisyon değişmişse masa ve tüpü aynı konuma ayarlanmaya çalışılmalıdır. Burada yol gösterici duktus ile trakeanın ilişkisidir.

Duktusun en dar yerinin trakeanın neresine geldiği belirlenerek işlem yapılabilir (24-49).

Anterograd teknikte uygun açısı nedeniyle multipurpose (MPA) kateter duktustan geçmekte kullanılır. Kateter arka ve hafif sola ilerletilerek duktustan geçilir. Atipik pozisyonlu duktuslarda, kateterin geçmediği durumlarda yine düz uçlu hidrofilik kılavuz tel ile duktustan kolayca geçilebilir. Alışık olmayan ellerde ve özellikle erişkinlerde PDA'dan geçmek çok zor olabilir. Retrograd yol daha kolay olduğundan, işlemin venöz yolla yapılmasının gerektiği durumlarda aort tarafından pulmoner artere geçirilen kılavuz telin pulmoner artere geçirilen kılavuz telin pulmoner arter içinde *snare* ile yakalanması ile venöz geçiş sağlanabilir. Anterograd teknik bazı cihazlardaki tek yoldur. Bu tekniğin en önemli avantajı arteriyel kateter ile yapılan enjeksiyonlar ile işlemin her aşamasının kontrol edilebilir olmasıdır. Orta ve geniş duktuslarda seçilecek yol anterograd yol olmalıdır. Cihazların kılıftan çıkartılması, yerine yerleştirilmesi, aortik protüzyonun, cihazın yerinde olup olmadığının, ilk rezidüel şantın veya oklüzyon derecesinin belirlenmesi kontrol anjiyolarla yapılır. İşlemin en kritik dönemi bu dönem olduğundan öncelikle hastanın iyi uyuduğundan, belirli bir süre (10-15 dakika) uyanmayacağından emin olunmalı, oklüzyon işlemine geçilmeden anestezi durumu tekrar gözden geçirilmelidir. Arteriyel kateter anjiyografi pompasına bağlanmalı, pompa ayarlanmalı (doz-hız) ve pompa enjeksiyon konumuna getirilmelidir. Pompanın içinde yeterli miktarda kontrast madde çekilmiş olmalıdır. İşlemin her aşamasında operatör yeni bir ayar için vakit kaybetmeden anjiyografi yapılabilmelidir. Bu sırada yapılacak anjiyografilerde kontrast madde miktarının fazla olması gerekmez. Oldukça düşük dozlarla yeterli görüntü elde edilebilir ve hastaya fazla kontrast madde verilmesi engellenmiş olur (24-49).

Kontrollü serbestleştirilmeyen cihazlarda operatörün tek hakkı vardır. Cihaz kateterden dışarı çıkartılınca geri alınamaz. Kontrollü serbestleştirilen cihazlarda ise pozisyon, cihaz boyutları veya oklüzyon derecesi uygun görülmezse cihaz geri alınabilir. Cihazların hepsi kateter ya da taşıyıcı sistemden dışarı tam çıkartılmamışsa daha kolay geri alınabilir. Eğer cihaz tam dışarı çıkmışsa geri alma işlemi nispeten daha güvenli bir yer olan sol pulmoner arterde yapılmalıdır. Cihaz kılıf içine alınmadan cihazı hasta dışına çıkarma girişiminde bulunulmamalıdır. Aksi takdirde triküspid kapak kordaları veya kalp içinde herhangi bir yerde cihazın takılıp kalabileceği, basit

torakotomi ile düzeltilebilecek bir hastada açık kalp cerrahisi uygulanmak zorunda kalınacağı akılda tutulmalıdır (30,35,49).

2.3.8.3.5. PDA Kapatmada Kullanılan Cihazlar

2.3.8.3.5.1. Rashkind Çift Disk Oklüder

Günümüzde üretim ve kullanımdan kalkmış bir cihaz olmakla birlikte ancak PDA'nın transkateter kapatılmasında çok önemli bir yeri olduğundan kısaca bahsetmek gerekir. Rashkind şemsiyesi, biri birine ortadan bağlı, metal bacakların desteklediği iki poliüretan diskten oluşur. 12 ve 17 mm çapında olmak üzere iki tiptir. Cihaz venöz taraftan yerleştirildiğinden önce pulmoner arterden ucu açık bir kateterle aorta geçilir. Daha sonra *exchange* kılavuz tel inen aorta yerleştirilir. Seçilen şemsiye cinsine göre 8 F (12 mm cihaz) veya 11 F (17 mm cihaz için) uzun kılıf ve dilatörü kılavuz tel üzerinden ilerletilerek duktus distalinden inen aortaya ilerletilir. Dilatör çıkartılıp uzun kılıfın içindeki muhtemel hava kabarcıkları çıkartılarak heparinli mayi ile yıkanır. Taşıyıcı sistemin ucunda küçük bir çıkıntı şeklinde bağlantı noktası (*knuckle*), sistemin diğer ucunda yer alan metal mekanizma ile kontrol edilir. Yükleme işleminde kullanılan özel bir mekanizma ile ambalajından çıkan şemsiyenin metal bağlantı kolu ve halkası, iki operatörün ortak çalışması ile taşıyıcı sisteme bağlanır ve kilitlenir. Sonraki aşamada şemsiye önce iplerle bağlı bulunduğu yükleyici içine, sonra kontrol teli üzerinden taşıyıcı kateterin ucundaki metal bölümün içine alınarak, taşıyıcı sisteme yüklenir. Daha sonra taşıyıcı sistem uzun kılıf içine sokularak ucu sağ atriyum hizasına getirilir. Burada şemsiye taşıyıcı sistemden çıkartılarak uzun kılıf içinde ilerletilir. 90⁰ lateral pozisyonda şemsiye ilerletilir ve distal bacakları aort içinde açılır. Kontrol anjiyografiler ile sistem geri çekilir ve şemsiyenin distal bacakları PDA'nın aortik ucunda ampullaya yerleştirilir. Daha sonra taşıyıcı kateter sabit tutulurken uzun kılıf kateter üzerinden geri çekilir ve proksimal bacakların duktusun pulmoner arter tarafında açılması sağlanır. Kontrol anjiyografilerde pozisyonun uygun olduğuna kanaat getirilince şemsiye serbestleştirilir. On dakika sonra kontrol anjiyografi ile oklüzyon durumu değerlendirilir (24,25).

Sonuçlar; eğer başlangıçta hasta iyi seçilmemişse işlem başarısız olabilir. Bu özellikle çok büyük ya da çok küçük duktuslar için söz konusudur. Şemsiyenin embolizasyon oranı %5'in altındadır. Şemsiye genellikle pulmoner artere nadiren de

aortaya kaçabilir. Embolizasyon durumunda şemsiye ya yine transkateter yolla ve özel kateterlerle, bu şekilde geri alınamıyorsa cerrahi ile çıkartılır. Şemsiye ile oklüzyon sonrasında klinik ve anjiyografik olarak rezidüel şant insidansı %10-30 arasında bildirilmiştir. Rezidüel şantların belirlenmesinde çok daha hassas bir yöntem olan renkli Doppler EKO ile bu hastalar değerlendirildiğinde rezidüel şant oranının %80'lere ulaştığı görülmüştür. Ancak kısa ve orta dönem izlemlerde bu oranlar %20'lerin altına inmektedir (27,51,52).

2.3.8.3.5.2. Koiller

Koiller hafızası olan, değişik çap ve şekilde metallerdir. Birçok vasküler yapının oklüzyonunda kullanılan koiller, 1992 yılından beri PDA'nın transkateter yolla kapatılmasında kullanılmaktadır (31). Kontrollü serbestleştirici olan ve olmayanlar olmak üzere iki gruptur.

2.3.8.3.5.2.1. Kontrollü serbestleştirilemeyen Koil (Gianturco Koil)

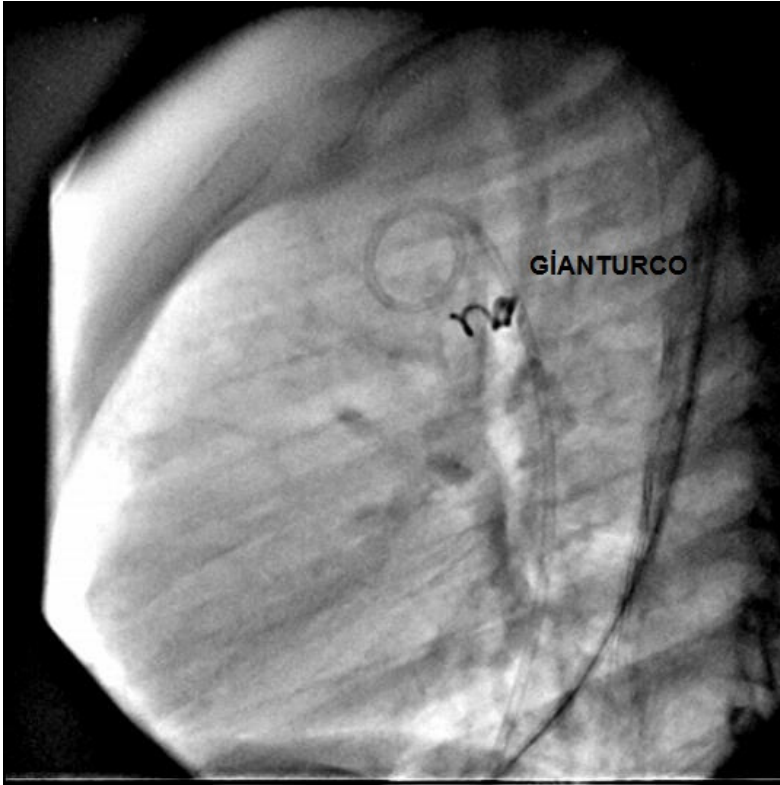
Kontrollü serbestleştirilemeyen Gianturco koiller (Cook Inc., IN) primer kalınlığı 0.014–0.043 inç olan, üzerinde dakron fiberler bulunan, 2-20 mm çaplarda ve değişik boylarda paslanmaz çeliklerdir. Dakron fiberler düzenli aralıklarla 1 cm proksimal uca kadar yerleşmişlerdir. Düzleştirilmiş halde ve yönünü gösteren siyah bantlı kılıflar halinde paketlenmiştir. İtici kılavuz telin proksimal ucu daha kalındır. Ölçülerinin tanımlanması; önce fonksiyonel *size*, koilin boyu ve çap şeklindedir. 38-8-5 diye tanımlanan Gianturco koil 0.038 inç fonksiyonel kalınlıkta, 8 cm boyunda ve sarmal çapı 5 mm olan koil demektir. Sarmal sayısı =koil boyu/ π X sarmal çapı formülüne göre hesaplandığında 38-8-5 koilde 5 sarmal vardır (31,35).

Genel olarak küçük bebekler dışında, 5 mm'den küçük PDA'larda Gianturco koiller başarı ile kullanılabilir. Gianturco koil kullanımında göz önüne alınacak bazı kriterler;

Gianturco koil çapı duktusun en dar yerinin çapından en az iki kat daha fazla olmalı ve koil çapı ampulla çapından büyük olmamalıdır. Koilin en az 3 veya 4 halka oluşturacak kadar uzun olması önerilmektedir. Küçük orta duktuslarda 0.038 inç, daha genişlerde 0.052 inç (daha sert olduğundan) tercih edilmelidir. Diğer tüm cihazlarda olduğu gibi duktusun morfolojisi de çok önemlidir. Oklüzyonu sağlayan koil kitlesini

içine alacak ancak gerek aorta gerekse pulmoner arterde obstrüksiyon yapmayacak yeterli alana (genel olarak duktal ampulla) ihtiyaç vardır (31,35,49).

Standart teknikle PDA anatomisi görüntülendikten ve koil seçildikten sonra, koile uygun çapta kateter ile arteriyel yoldan duktustan geçilir. Kateterin iç lümen çapı koilden çok geniş olmamalıdır. Daha sonra koil ucu kateter ağzına yerleştirilir ve itici kılavuz tel (koil ile aynı çapta) ile kateter içinde ileri ilerletilir. 1/2-3/4 sarmal kateter ucundan dışarı çıkartılır. Tüm ünite kateter dışına çıkmış sarmallar PDA'nın pulmoner arter tarafı ile temas edene dek geri çekilir. Bu sırada koilin hafif deforme olduğu görülür. PDA'nın pulmoner arter tarafını saptamada trakea gölgesi yol göstericidir. Sonrasında kateter yavaşça koil üzerinden geri çekilir. Koilin sabit kalması için itici kılavuz tel kullanılır. Bu sırada koilin halkaları aort tarafında oluşmaya başladıktan sonra, kateter geri alınırken koil itilerek sarmalların aort tarafında duktusa yapışması sağlanır (Resim 4). Eğer pozisyon uygun bulunmamışsa koile *snare* veya biopsi forsepsi kullanılarak yeniden pozisyon kazandırılır (31,35,49).



Resim 4. Patent duktus arteriyozusa konulan Gianturco koil.

Bazı operatörler ise venöz yolu tercih ederler. Bu yolda bir halka dışında tüm halkalar ampullanın aortik tarafında, bir halka ise pulmoner arter tarafında açılır. Bu yöntemde ince duktuslarda geçiş zorluk yaratsa da diğer kateter ile aortografi yapma imkânının olması ile koil ve sarmalların yerleri her aşamada anjiyo ile görüntülenebilir. Koil serbestleştikten 10-15 dakika sonra kontrol anjiyografi ile koil pozisyonu ve oklüzyon değerlendirilir. Eğer rezidüel şant varsa birçok operatör duktus tam kapanıncaya kadar ilave koilleri yerleştirmeyi tercih etmektedir. Bu durumda PDA tekrar yumuşak uçlu kılavuz tel ile geçilir, önceki koili yerinden oynatmamaya dikkat edilerek ince (4F) kateter içinden, sıklıkla ilkinden daha küçük bir koil rezidüel şant bölgesine yerleştirilir (31).

Gianturco koillerinin en önemli sorunu kontrollü serbestleştirilemeyen cihaz olmasıdır. Koil kateterden dışarı çıktıktan sonra geri alınamamakta, yeni pozisyon verilememektedir. Bu durumda her zaman istenilen başarı gerçekleşmemektedir. Özellikle orta-geniş duktuslarda koili yerinde tutmak bile sorun olabilmektedir. Bu da diğer materyallerle karşılaştırıldığında yüksek oranda embolizasyona neden olmaktadır (31).

Koil implantasyonunun ilk sonuçları tam oklüzyon oranı olarak %75 değerini göstermekteydi. İzlemde Rashkind şemsiyesinde olduğu gibi spontan kapanmalar gözlenir. Bugün için kabul edilen rezidüel şant oranı %7-10 civarında bildirilmekle birlikte tam oklüzyon oranları %100'lere çıkmaktadır (31,41,53).

2.3.8.3.5.2.2. Kontrollü Serbestleştirilen Koiller

Standart Gianturco koillerinde kısıtlı kontrol varken kontrollü serbestleştirilen koillerde ise bağlantı mekanizması açılana dek kontrol sürer ve koil geri alınabilir. Günümüzde PDA oklüzyonunda iki salınım kontrollü koil kullanılmaktadır (49).

Flipper Koil (Cook): Gianturco koillerine kontrollü serbestleştirme mekanizmasının uygulanması ile 1990'lı yılların başlarında Jackson koil (Cook) tüm dünyada PDA'nın transkateter yolla oklüzyonunda kullanımı başlamıştır. Önceleri bu koiller ABD kullanmazken sonra çok küçük değişikliklerle Flipper koil (Cook) adı altında piyasaya sürülmüştür. Günümüzde de halen bu koiller kullanılmaktadır (32-34).

Kontrollü serbestleştirilen cihazlardan olan Flipper koiller (Cook Inc., Bloomington. IN) 3,5,6.5 ve 8 mm çapında 3-5 sarmal içeren koillerdir (Tablo 3).

Paslanmaz çelikten yapılan, üzerinde sentetik fiberler bulunan (standart koillerden daha kısa) koilin kalınlığı 0.038 inçtir. 0.041 inç iç lümeni olan kateter gerektirir. Kontrollü serbestleştirmeyi taşıyıcı kılavuz tel sistemi sağlar. Koil ve taşıyıcı kılavuz telin 0.014 inç sert mandreni alacak bir iç lümeni vardır. Hem koilin proksimal bölümü hem de taşıyıcı sistemin distal bölümü gevşek sarmal yay şeklindedir. İç ve sert mandren taşıyıcı kılavuz telden uzundur ve içinden çıkar. Bu mandren plastik kılıf içinde ve düz haldeki koilin iç lümenine sokulur. Daha sonra mandren üzerinden koil ve taşıyıcı sistemin bağlantı bölümleri yan yana getirilir ve koil saat yönünden döndürülür. Bu rotasyon sırasında her iki uçtaki yaylar biri biri üzerinde ilerler ve koil taşıyıcı sisteme bağlanmış olur. Mandren sonuna kadar ilerletildiğinde koil tamamen düz pozisyonudadır. Bağlantı yapıldıktan sonra salınım mekanizmasının çalışıp çalışmadığının kontrol edilmesi, aksi yönde rotasyon ile koilin taşıyıcı sistemden ayrıldığıının test edilmesi yararlıdır. Test sonrası yeniden bağlantı yapılır ve koil plastik kılıftan çıkartılarak düz pozisyonda kateter içine ilerletilir (32-34,49).

Tablo 3. Patent duktus arteriyozusa kapatmada kullanılan Flipper Koiller (Cook)

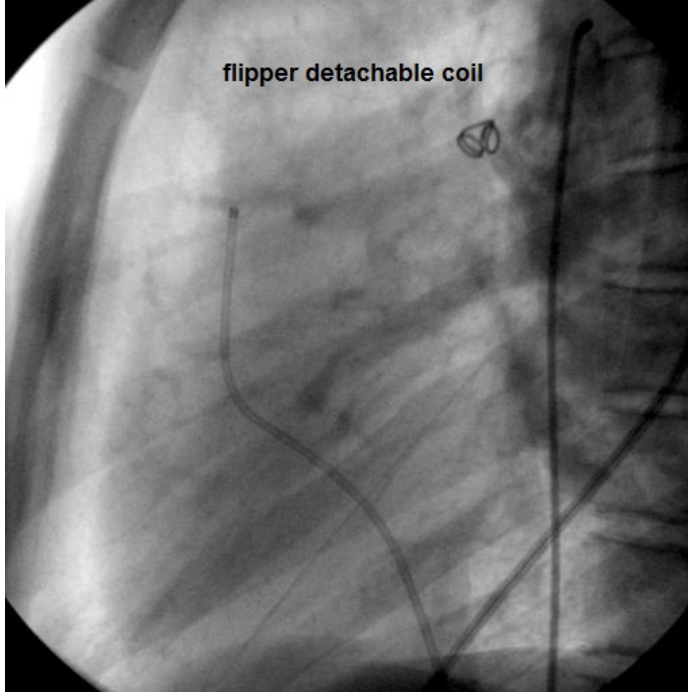
Cihaz numarası	Koil çapı (mm)	Loop sayısı
IMWCE-3-PDA3	3.0	3
IMWCE-3-PDA4	3.0	4
IMWCE-3-PDA5	3.0	5
IMWCE-5-PDA3	5.0	3
IMWCE-5-PDA4	5.0	4
IMWCE-5-PDA5	5.0	5
IMWCE-6.5-PDA3	6.5	3
IMWCE-6.5-PDA4	6.5	4
IMWCE-6.5-PDA5	6.5	5
IMWCE-8-PDA3	8.0	3
IMWCE-8-PDA4	8.0	4
IMWCE-8-PDA5	8.0	5

Taşıyıcı sistemin 80 ve 110 cm boyunda iki seçeneği vardır. Koilin duktusa yerleştirilmesi işlemi 0.041 inç lümeneye sahip ve ucu daralmayan özellikleri olan olan 5F MPA kateter ile yapılır. Bu kateterin de 65 ve 100 cm boyları mevcuttur. Küçük

çocuklarda sorun olmazken erişkinlerde kateter ve taşıyıcı sistemde boy sorunu yaşanabileceği unutulmamalıdır (32-34,49).

Flipper koil seçiminde koil halka çapı duktus en dar çapının 2.5-3 katı kadar olması önerilmektedir. Sarmal halka sayısı da ampulla büyüklüğüne göre ayarlanır ve seçim subjektiftir. Geniş ampullalı duktuslarda 5 sarmal kullanmak hem güvenilir. Hem de oklüzyon yüzdesini artırır. Ancak koil seçiminde bu kurallar unutulmamak kaydıyla duktusa göre davranmak gerekir. Bu kurallara göre 3 mm çapındaki Flipper koil ancak 1-1.2 mm çapındaki duktusu kapatabilir. Bu çapta duktustan 5F (1.67 mm çapında) kateter hemen hemen geçemez. Özellikle böyle ince duktuslar tübüler yapıda olmaktadır ve daha büyük çaptaki koiller duktal tüp içine girememekte ve aorta protrüzyon göstermektedirler. Yine teorik olarak 8 mm çapındaki Flipper koil 3.2 mm ve daha küçük çaptaki duktuslar için durmaktadır. Orta duktuslarda Flipper koil ile obliterasyon küçük duktuslar kadar kolay olmamaktadır. Bu tip duktuslarda tek ve büyük koil yerine eş zamanlı iki koil tercih edilebilir (32-34,49).

Flipper koil ile PDA oklüzyonunda standart yöntem retrograd yaklaşımdır. Gianturco koiller gibi kateter pulmoner arter yerleştirilir. Taşıyıcı sisteme yüklenmiş Flipper koil kateter içinden ilerletilir ve pulmoner arterde kateterden hafif dışarı çıkartılır. Daha sonra iç mandren hafif çekilir ve koilin hafızasına ulaşması ve ½ sarmalın pulmoner arter tarafında oluşması sağlanır. İlk halka oluştuktan sonra tüm sistem geri çekilir ve halka pulmoner arter tarafından duktusa dayandırılır. Pulmoner arter halkasının pulmoner arter tarafında kalmasına dikkat edilerek önce kateter, sonra mandren geri çekilir ve bu manevralarla koilin diğer sarmalları duktusun aort tarafında oluşur. Halkalar oluşturulduktan sonra kılavuz tel ileri itilir ve aort halkaları aort tarafında ampulla içine yerleştirilir. Bu sırada gerektiğinde kateter saat yönünde döndürülerek, ileri geri hareket ettirilerek istenilen pozisyona ulaşılır. Eğer koilin pozisyonu uygun bulunursa kılavuz teli çeviren plastik yapı sıkıştırılır, kılavuz tel saatin aksi yönünde çevrilir. Bu hareketler sırasında koilin yerinden oynamamasına dikkat etmek gerekir. Bu rotasyonlar ile koil taşıyıcı sistemden ayrılarak serbestleşir ve kontrol anjiyografi yapılır (Resim 5). Özellikle orta boy duktuslarda işlemin venöz yolla yapılması arteriyel kateterden her aşamada anjiyografi yapılarak işlemin daha kontrollü olması sağlanır. Bu durumda sarmalların büyük kısmı aort içinde açılır (32-34,49).



Resim 5. Patent duktus arteriyozusa konulan Flipper koil

Kontrollü serbestleştirilen koillerde tam oklüzyon 1.gün de %72 iken 3.ayda %86 civarındadır. Avrupa ortak çalışmasında ise tam oklüzyon yüzdesi izlem sonunda %98'lere ulaşmaktadır (34,51,54-56).

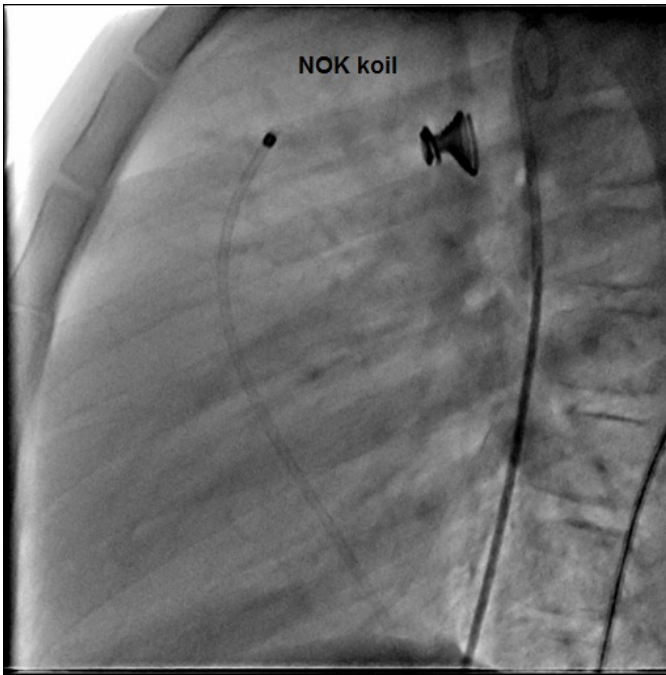
Nadiren oklüzyon sonrası mekanik hemoliz ve rekanalizasyon diğer cihazlarda olduğu gibi koillerde de görülebilir. Koil oklüzyonu sonrası sol pulmoner arter stenozu da görülebilir. Doppler EKO incelemesinde, türbülans görülmesine rağmen, yapılan akciğer perfüzyon sintigrafilerinde belirgin sorun görülmemektedir (49).

Duct-Occlud, Nit-Occlud Koil (NOK): 1992 yılındaki ilk kullanımından sonra duct occlud sistemi birçok kereler modifiye edilmiştir. Ancak temel sistem değişmemiştir. Sistem koil ve buna monte itici tel, koil pozisyon verici ve kateterden oluşur. Standart koil kum saati görünümündedir, nitinolden yapılmıştır ve üzerinde dacron fibriller yoktur. Duct occludun son şeklinde distal bölüm konik bir yapıda ve proksimal bölüm geriye ve konik yapının üstüne sarılmış şekildedir. Cihazın boy, çap ve sarmallarına göre birçok çeşidi vardır. 4F veya 5F kateterler ile kullanılır (32,49,57-59) (Tablo 4).

Nit-Occlud koil (NOK), (PFM Medical, Germany) küçük ve orta büyüklükteki duktuslar için kullanılır. Ağırlıkta sınır 3 kg' dir. Cihaz seçiminde daha çok ölçüm ve değerlendirme gerekir. Lateral anjiyografide duktus boyu, en dar ve en geniş yerleri

ölçülür. Cihazın en geniş halkasının çapı en fazla aortik ampulla çapı kadar olmalıdır. Ayrıca duktusun en dar yerinin çapı 4mm den az olmalıdır. Cihazın boyu duktusun boyundan büyük olmamalıdır. Üretici firma ise yeni koillerde cihazın en geniş çapının duktusun aort tarafındaki çapından en fazla 2 mm büyük olmasını, duktusun en dar çapından ise en az 3-4 mm daha büyük olmasını önermektedir (Tablo 4). Transvenöz yol önerilir (32,49,57-59).

Önce cihazın %80-90'ı aortta kateterden çıkartılır ve konik yapı kazandırılır. Tüm sistem geri çekilir ve konik bölüm aortik ampullaya oturtulur. Bir veya iki halkanın pulmoner arter tarafında kalması sağlanır. Daha sonra koil serbestleştirilir (Resim 6). Oklüzyon oranları %95-97 civarındadır. Ampullası olan 4 mm den küçük duktuslar için uygun bir cihazdır. Ancak cihaz için yeterli ampulla gerekir ve Tip B duktuslara uygun değildir (57-59).



Resim 6. Nitt-Occlud Koilin serbest bırakıldıktan sonraki görüntüsü.

Tablo 4. Nit-Occlud Koil çeşitleri ve kullanıldığı kateter özellikleri

Koil çapı	İmplantasyon kateteri	İmplantasyon kateter uzunluğu	Koil uzunluğu	Koil tipi
10 x 6 mm	5 F	105 cm	6.0 mm	Stiff
12 x 6 mm	5 F	105 cm	6.0 mm	Stiff
14 x 6 mm	5 F	105 cm	6.0 mm	Stiff
4 x 4 mm	4 F	85 cm	3.5 mm	Flex
5 x 4 mm	4 F	85 cm	3.5 mm	Flex
6 x 5 mm	4 F	85 cm	3.5 mm	Flex
7 x 6 mm	5 F	85 cm	4.5 mm	Medium
9 x 6 mm	5 F	85 cm	5.0 mm	Medium
11 x 6 mm	5 F	85 cm	6.0 mm	Medium

2.3.8.3.5.3. Amplatzer Dukt Oklüder I

PDA'nın transkateter yolla kapatılmasında başlıca problemler geniş duktuslar ve rezidüel şantlardır. Bu iki soruna da çözüm getiren ve son yıllarda kullanılan cihaz Amplatzer duct Occluderdir I (ADO I). ADO I (AGA medical Corporation, St. Jude Medical, Inc., St. Paul, MN, USA) uygulanması kolay, pratik, güvenli ve etkili bir cihazdır. Özellikle geniş duktusların oklüzyonunda kullanılır. ADO I mantar şeklinde, 0,0004-0,0005 inç nitinol tel ağından oluşmuş, düşük profilli, kendiliğinden genişleyen bir cihazdır. Dışta sert metal disk ve içinde polyester fibriller içeren silindirik ana gövdeden oluşur. 6-4 mm ile 14-12 mm arasında değişik çaplarda cihazlar vardır. ADO I cihaz boyutlarına göre 5F-7F kılıf içerisinden geçebilecek yapıdadır. ADO ile duktus oklüzyonunda hem venöz hem de arteriyel giriş yapılır (37,45,46,49) (Tablo 5).

Tablo 5. Amplatzer Dukt oklüder I cihazının boyutları ve tavsiye edilen kılıflar

Cihaz çeşitleri	İnen aortadaki cihaz çapı(mm)	Pulmoner arterdeki cihaz çapı(mm)	Etek çapı (mm)	Genişlik (mm)	Tavsiye edilen kılıf (french)
9-PDA-003	5	4	9	5	5-6
9-PDA-004	6	4	10	7	6
9-PDA-005	8	6	12	7	6-7
9-PDA-006	10	8	16	8	6-7
9-PDA-007	12	10	18	8	7
9-PDA-008	14	12	20	8	7-8
9-PDA-009	16	14	22	8	7-8

Bu cihazla birlikte kullanılması önerilen malzemeler; 0.035 inçlik (0.89 mm) değiştirme uzunluğu, J uçlu kılavuz tel ile Amplatzer 180° Delivery System ya da Amplatzer TorqVue 180° Delivery Systemdir (49).

Üretici firmanın önerdiği kullanım endikasyonu PDA'sı cerrahi olmayan yöntemle kapatmaya yönelik bir perkütan, transkateter oklüzyon cihazıdır. Cihazın kullanım kontrendikasyonları ise:

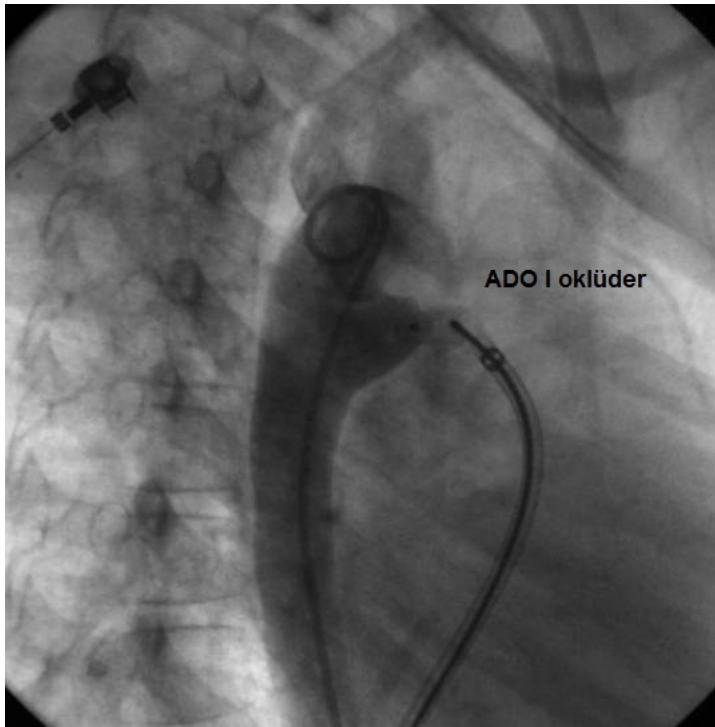
- 6 kg'dan düşük olan hastalar
- Altı aydan küçük olan hastalar
- Duktusun içinde sağdan sola şantı bulunan hastalar
- Cerrahi veya girişim gerektiren kardiyak anomalileri olan
- Aktif enfeksiyonu olan hastalar
- İmplant bölgesinde trombüs bulunan hastalar
- Pulmoner vasküler direncin 8 Wood birimden büyük veya Rp/Rs'nin 0.4'ten büyük olduğu pulmoner hipertansiyonu olan hastalarda kullanımı kontrendikedir (37,45,46,49).

Oklüzyon için seçilen cihaz duktusun en dar yerinden 1-2 mm daha fazla çapta olmalıdır. Cihaz önce taşıyıcı kabloya bağlantı noktasından döndürülerek vidalanır. Daha sonra cihaz hava embolizasyonu engellemek için serum fizyolojik dolu bir kaptan yıkanır. Cihaz serum fizyolojik içinde iken ve yükleyici sabit tutulurken taşıyıcı kablo hızla çekilir ve ADO yükleyici içine alınır. Yükleyici serum fizyolojik ile yıkandıktan sonra uzun kılıf ucuna bağlanır taşıyıcı kablo itilerek kabloya bağlı ADO uzun kılıf içine sokulur. Skopi altında ve lateral pozisyonda taşıyıcı kablo uzun kılıf içinde itilir. Uzun kılıf ucu inen aortta iken cihazı retansiyon diski kılıfta dışarı çıkartılır. Bu pozisyonda tüm sistem geri çekilir ve retansiyon diski duktal ampullaya oturtulur (Resim 7). Bu sırada kontrol anjiyografi ile diskin ampullaya tam oturup oturmadığı kontrol edilir. ADO'nun yeri uygun bulunursa taşıyıcı kablo hafif gergin ama sabit pozisyonda tutulurken uzun kılıf kablo üzerinden geri çekilir. Böylece ADO I cihazı açılarak orijinal şeklini alır ve duktusa tam yerleşir. Kontrol anjiyografi ile pozisyon denetlenir. Eğer sorun olduğu düşünülürse taşıyıcı kablonun hafif hızla geri çekilmesi ile ADO I cihazı kolayca uzun kılıf içine girer ve aynı işlemler tekrarlanır. Cihazın pulmoner artere protrüzyonu ve darlık yapıp yapmadığı, uzun kılıf içinden yapılacak kontras madde enjeksiyonu ile cihaz serbestleştirilmeden kontrol edilir. Cihaz iyi

pozisyonda ise taşıyıcı kablonun saatin aksi yönde döndürülmesi ile cihaz serbestleşir (Resim 8). Diğer sistemlerde olduğu gibi 15.dakikada kontrol anjiyografi yapılır. Başlangıçta cihazın içinden kontras madde geçişi görülebilir. Ancak cihaz boyu ve yeri uygun ise çok kısa zamanda tam oklüzyona ulaşılır (37,45,46,49).



Resim 7. Venöz yolla Ampatzter dukt oklüder I'in yerleştirilmesi ve serbestleştirilmesi.



Resim 8. Amplatzer dukt oklüder I serbest bırakılmadan önce.

ADO I cihazının tam oklüzyon oranı diğer tüm cihazlardan yüksektir ve %99-100'ler düzeyindedir. Bildirilen yayınlarda cihazın büyük olması nedeni ile özellikle küçük bebeklerde inen aorta ve sol pulmoner arterde daralmalar görülebilir. Uzun süreli

izlemde tam oklüzyon sonuçları da yüz güldürücüdür. ADO I'in bir diğer avantajı ise; serbestleştirilmediği sürece çok kolay geri alınabilmesi ve salınma-geri alma işlemlerinin defalarca ve kolayca yapılabilmesidir. Büyük boylarında bulunması (12 mm) büyük duktuslarda da güvenle kullanılmaktadır (37,45,46,49).

Küçük kılıflarla (en fazla 7F) cihazın taşınabilmesi de ayrı bir avantajdır. Venöz yolun kullanılması da arteriyel hasarı engellemektedir. Cihaz şekli ve yapısı nedeni ile özellikle konik duktuslar ile tam bir uyum göstermektedir. ADO I cihazındaki en önemli sorun pulmoner arter ve aortaya protüzyonu olmasıdır. Cihaz serbestleştirilmeden önce bu konuda dikkatli olunması gerekir (37,45,46,49).

Hava girişini önlemek için, taşıma teli ve kateter hastadan yavaşça çıkarılır. Hasta 24 saat gözlendikten sonra, direkt göğüs grafisi çekilerek ve EKO yapılarak, oklüderin konumundan emin olunduktan sonra, hastaya altı ay boyunca infektif endokardit profilaksisi önerilerek taburcu edilir. Rezidüel şanti olan hastalarda duktusun tam kapandığı doğrulana kadar EKO ile izlem önerilir. Ayrıca EKO'da pulmoner akım hızı 3 mm/sn'den fazlaysa veya sol pulmoner arter çapı için Z-skoru -2 ise akciğer perfüzyon sintigrafisi çekilmelidir (37,45,46,49).

ADO I cihazının tam oklüzyon oranı diğer tüm cihazlardan yüksektir ve %99-100'ler düzeyindedir. Bu yayınlardaki toplam 344 hastada dört embolizasyon ve iki cihaz yerinde oynaması görülmüştür. Cihazın rölatif büyük olması nedeniyle özellikle küçük bebeklerde aortik arkusta ve sol pulmoner arterde daralmalar görülebilir. Uzun süreli izlem sonuçları yüz güldürücüdür. Oklüzyon birinci ayda tam olarak bildirilmiştir (37,45,46,60,61).

2.3.8.3.5.4. Amplatzer Dukt Oklüder II

2008 yılında kullanıma sunulan Amplatzer duct Occluder II (ADO II), (AGA medical Corporation, St. Jude Medical, Inc., St. Paul, MN, USA) 6 milimetrenin altındaki PDA'ların kapatılması için tasarlanmıştır. Kendi kendine genişleyen nitinol örgülü bir cihazdır. İki eşit boyda disk, ortasında daha ince bir bel ve bel kısmını disklere birleştiren, cihazın üç boyutlu olarak açılanmasına izin veren iki bağlayıcı parçadan oluşmaktadır. İki tutma diski duktusun pulmoner arter ve aort taraflarında konuşlandırılmak için tasarlanmıştır. Cihazın her iki ucundaki radyoopak işaret şeritleri, floroskopi altında görsel rehberlik sağlar. İçinde dolgu malzemesi olmaması nedeniyle, 4 veya 5 F kateter içinden gönderilebilecek kadar düşük profillidir. Simetrik yapısıyla

diğer cihazlardan ve ADO I'den farklı olarak hem venöz hem de arteriyel yoldan yerleştirilebilmektedir. Taşıma sisteminin içinden radyoopak madde vermeye uygun olmasıyla da tek bir arteriyel girişle yerleştirmeye olanak sağlar. Bu cihaz Amplatzer TorqVue LP taşıma sistemi ve 0.035 inçlik (0.89 mm) kılavuz tel ile birlikte kullanılması önerilmektedir (62,63) (Tablo 6).

Tablo 6. Amplatzer dukt oklüder II cihazının boyutları ve tavsiye edilen kılıflar

Cihaz çeşitleri	Bel çapı	Uzunluk	Disk çapı	Delivery kateterinin boyutu
9-PDA2-03-04	3 mm	4 mm	9 mm	4 Fr
9-PDA2-03-06	3 mm	6 mm	9 mm	4 Fr
9-PDA2-04-04	4 mm	4 mm	10 mm	4 Fr
9-PDA2-04-06	4 mm	6 mm	10 mm	4 Fr
9-PDA2-05-04	5 mm	4 mm	11 mm	5 Fr
9-PDA2-05-06	5 mm	6 mm	11 mm	5 Fr
9-PDA2-06-04	6 mm	4 mm	12 mm	5 Fr
9-PDA2-06-06	6 mm	6 mm	12 mm	5 Fr

Üretici firmanın önerdiği kullanım endikasyonu PDA'u cerrahi olmayan yöntemle kapatmaya yönelik bir perkütan, transkateter oklüzyon cihazıdır. Cihazın kullanım kontrendikasyonları ise:

- 6 kg'dan düşük olan hastalar
- Altı aydan küçük olan hastalar
- Pencere tipi PDA'sı (yani, uzunluğu 3 mm'den küçük) olan hastalar
- Duktusun içinde sağdan sola şantı bulunan
- Cerrahi veya girişimsel düzeltme gerektiren kardiyak anomalileri olan hastalar
- Aktif enfeksiyonu olan hastalar
- İmplant bölgesinde trombus bulunan hastalar
- Pulmoner vasküler direncin 8 Wood birimden büyük veya Rp/Rs'nin 0.4'ten büyük olduğu pulmoner hipertansiyonu olan hastalar
- 12 mm'den uzun duktus veya çapı 5.5 mm'den büyük duktusu olan hastalar.

Oklüzyon için uygun cihaz seçildikten sonra (Tablo 7), taşıma kateterinin içi serum fizyolojik ile yıkandıktan sonra hemostaz valfi taşıma kateterine takılır. Arteriyel veya venöz yaklaşım kullanılarak kılavuz teli ile duktus içinden geçilir. Sonra taşıma kateteri

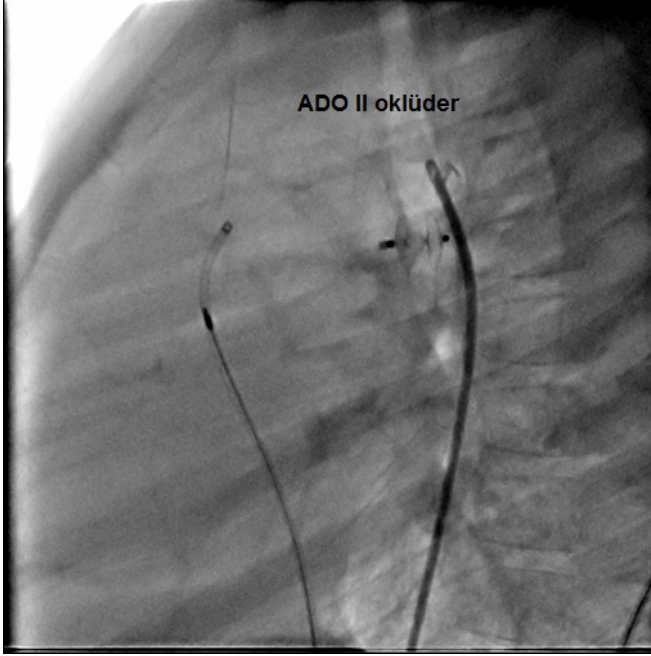
kılavuz tel üzerinden ilerletilir. Taşıma telini yükleyici içinden geçirip, cihazı saat yönünde yaklaşık beş tur çevirerek, cihaz sağlam oturana kadar taşıma teline bağlanır. Ardından, cihazın serbest bırakılmasını kolaylaştırmak için, cihaz saat dönüşünün tersine 1/8 tur çevrilir. Sonra serum fizyolojik içinde, cihaz yükleyicinin içine çekilir. Kılavuz teli taşıma kateterinden çıkarılır, sistemdeki tüm havayı boşaltmak için kanın hemostaz valfinden geri akması beklenir. İşlem tamamlandığında stopkoku kapatılır. Yükleyici, hemostaz valfi içinden taşıma kateteri içine sokup, ilerleyebildiği kadar ilerletilir. Cihaz taşıma kateterine ilerletmek için, taşıma teli itilir. Cihaz, taşıma kateterinin distal ucuna itilir. Distal diskin şekli damar duvarına uyana kadar distal diski yerleştirmek için kateter yavaşça geri çekilir. Fakat cihazın distal diske pulmoner arter veya aorta içinde çıkıntı yapmamasına dikkat edilmelidir. Eğer cihaz pulmoner arterin içine 3 mm' den fazla uzanırsa veya cihaz sol pulmoner arter lümeninin yarısından fazlasını kaplarsa, cihazın pozisyonu yeniden ayarlanmalı veya cihaz çıkarılmalıdır. Taşıma teli gergin tutularak taşıma kateteri geri çekilir cihazın beli ve proksimal ucu yerleştirilir. Cihazın beli duktusun duvarına yapışmalıdır. Sonra cihazın yerini teyit etmek için test enjeksiyonu yapılır. Duktusdaki cihaz orjinal şekle uymalı, disklerin gerğlinliği eşit olmalıdır (62,63).

Tablo 7. Patent duktus arteriyozusa göre tavsiye edilen Amplatzer dukt oklüder II cihazı

Duktus çapı	Duktus uzunluğu <5 mm	Duktus uzunluğu 5-8 mm	Duktus uzunluğu 8.1-10 mm	Duktus uzunluğu 10.1-11	Duktus uzunluğu 11.1-12 mm
< 2.5	9-PDA2-03-04	9-PDA2-03-06	9-PDA2-04-06	9-PDA2-05-06	9-PDA2-06-06
2.5-3.5	9-PDA2-04-04	9-PDA2-04-06	9-PDA2-05-06	9-PDA2-06-06	9-PDA2-06-06
3.6-4.5	9-PDA2-05-04	9-PDA2-05-06	9-PDA2-05-06	9-PDA2-06-06	9-PDA2-06-06
4.6-5.5	9-PDA2-06-04	9-PDA2-06-06	9-PDA2-06-06	9-PDA2-06-06	9-PDA2-06-06

Cihazın yeri ve disklerin damar duvarlarına uyumu tatminkâr ise plastik mengene taşıma kablosuna takılır, saat dönüşünün ters yönünde çevirerek cihaz serbet bırakılır (Resim 9). Taşıma kablosu taşıma kateterinin içine alındıktan sonra tüm sistem hastadan çıkartılır. PDA'nın oklüzyonunu değerlendirmek ve cihazın doğru konumda olup olmadığını teyit etmek için aort anjiyografisi yapılır. Ayrıca işlem sonrası hasta 24 saat gözlenir, cihazın pozisyonu için iki yönlü direkt göğüs grafisi ve rezidüel şant ve

damar obstrüksiyonları için ise EKO yapılır. Cihazın implantasyonunu izleyen altı ay boyunca infektif endokardit profilaksisi önerilir (62,63).



Resim 9. Amplatzer dukt okluder II serbest bırakıldıktan sonra.

2.3.8.3.5.5. Amplatzer Dukt Okluder II Additional Sizes

Daha çok infantlardaki PDA oklüzyonu için yeni kullanıma giren Amplatzer duct Occluder II Additional Sizes (ADO II AS) (AGA medical Corporation, St. Jude Medical, Inc., St. Paul, MN, USA) uygulanması kolay, pratik, güvenli ve etkili bir cihazdır. Nitinol örgüden yapılmış, kendinden genişleyen bir oklüzyon cihazıdır. Tutma diskleri, duktusun pulmoner ve aortik uçlarında konuşlandırılır, orta etek ise duktusu doldurmak için planlanmıştır (Resim 10). Duktus çapının ölçümü duktusun ortasından yapılmalı (Resim 11) ve oklüder kenarlarının duktusu aşmamasına dikkat edilmelidir (Resim 12). Bu cihazın avantajlarından diğeri ise duktusa uygun cihaz kullanıldığında inen aorta ve sol pulmoner arterde darlık yapmamasıdır (Tablo 8). Oklüderin her iki ucundaki radyoopak işaret bantları, floroskopi sırasında görünürlüğü sağlar. Bu cihaz üretici firma tarafından AMPLATZER TorqVue LP kateter taşıma sistemi ve 0.035 inçlik (0.89 mm) kılavuz tel ile birlikte kullanılması önerilmektedir (40,64).

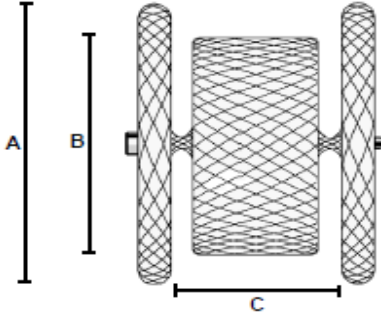
Üretici firmanın önerdiği kullanım endikasyonu PDA'ı cerrahi olmayan yöntemle kapatmaya yönelik bir perkütan, transkateter oklüzyon cihazıdır. Cihazın kullanım kontrendikasyonları ise:

- 6 kg'dan düşük olan hastalar
- Altı aydan küçük olan hastalar
- Pencere tipi PDA'sı (uzunluğu 3 mm'den az) olan
- Duktusun içinde sağdan sola şanti bulunan
- Pulmoner arterde, duktusun çapından daha küçük çaplı bir aortik ampullası bulunan
- Cerrahi veya girişim gerektiren kardiyak anomalileri olan
- Aktif enfeksiyonu olan
- İmplant bölgesinde trombus bulunan
- Pulmoner vasküler direncin 8 Wood birimden büyük veya Rp/Rs'nin 0.4'ten büyük olduğu pulmoner hipertansiyonu olan
- 8 mm'den uzun veya çapı 4 mm'den büyük duktusu olan hastalar.

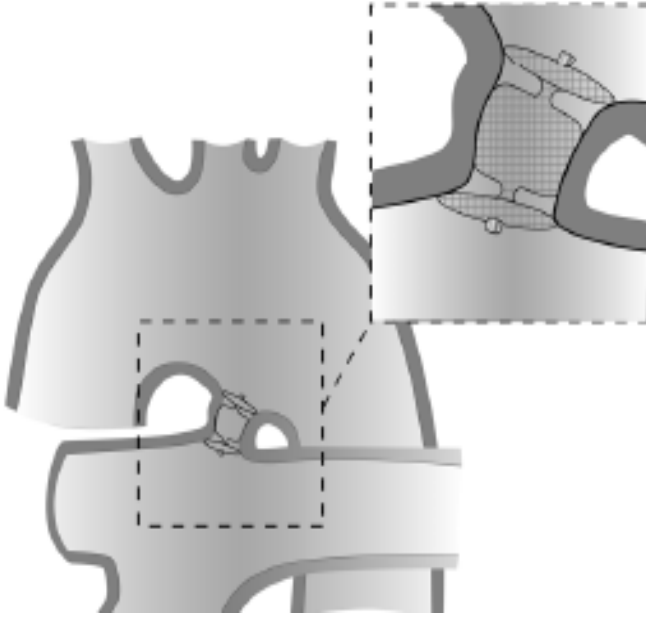
Sağ kalp kateterizasyonu ve hemodinamik ölçümler yapıldıktan sonra, uygun pozisyonda aortografi yapılarak PDA'nın çapı ve uzunluğu ölçülür. PDA'nın doğru ölçülmesi, uygun oklüder boyu seçimi için kritik önemdedir. Kateter, kılavuz teli üzerinden ve duktusun içinden ilerletilir. Taşıma telinin proksimal ucunu, yükleyicinin distal ucunun içinden ve kendinden kapanan hemostaz valfinden ilerletilir. Oklüderin, taşıma telinin üzerine sıkıca vidalanarak geçtiğinden emin olunur. Bağlantı sökmeyi kolaylaştırmak için, oklüderi saat yönünün tersine 1/8 tur çevrilir. Bağlantının fazla sıkılmamasına dikkat edilmelidir. Oklüder ve yükleyiciyi steril serum fizyolojik içine batırıldıktan sonra, oklüder yükleyicinin içine çekilir. Yükleyici ve oklüder, kendinden kapanan hemostaz valfinden steril serum fizyolojik ile yıkanır. Kılavuz teli çıkarıldıktan sonra, sistemden havayı boşaltmak için kanın Tuohy-Borst hemostaz valfinden geriye akmasına izin verilir. Yükleyici Tuohy-Borst hemostaz valfinin içinden kateterin içine, yükleyici durana kadar ilerletilir. Tuohy-Borst hemostaz valfi yükleyicinin üzerine sıkılır. Oklüder, taşıma telini çevirmeden ve bükmeden, kateterin distal ucuna kadar ilerletilir. Sonra taşıma teli tutulur ve distal diski konuşlandırmak için kateter geri çekilir. Oklüderin distal tutma diski PDA'da damar duvarına değene kadar kateter ve taşıma teli birlikte geri çekilir. Oklüderin distal tutma diskinin damar duvarına karşı

doğru yerleştirildiğini doğrulamak için anjiyografi veya EKO ile kontrol edilir. Taşıma teli stabilize edildikten sonra, kateter yavaşça geri çekilir. Oklüderin eteği duktus duvarına yaslanmalıdır. Yine aynı şekilde taşıma teli sabit tutulurken, proksimal tutma diskini konuşturmak için, kateter yavaşça geri çekilir. Aortografi yapılarak, oklüderin pozisyonu, stabilitesinden emin olunduktan sonra cihaz mengen ile serbestleştirilir (Resim 13). Hava girişini önlemek için, taşıma teli kateter hastadan yavaşça çıkarılır. Hasta 24 saat gözlendikten sonra direkt göğüs grafisi çekilerek ve EKO yapılarak, oklüderin konumundan emin olunduktan sonra, hastaya altı ay boyunca infektif endokardit profilaksisi önerilerek taburcu edilir (40,64).

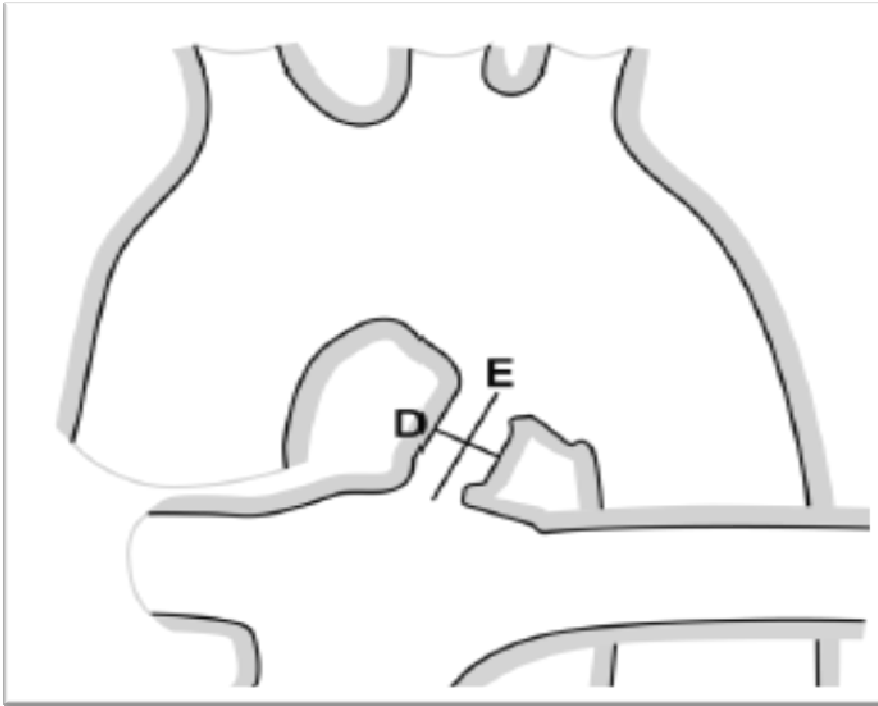
Tablo 8. Amplatzer dukt oklüder II AS cihazının boyutları

			
REF	A mm (in)	B mm (in)	C mm (in)
9-PDA2AS-03-02-L	4.00 (0.157)	3.00 (0.118)	2.00 (0.079)
9-PDA2AS-03-04-L	4.00 (0.157)	3.00 (0.118)	4.00 (0.157)
9-PDA2AS-03-06-L	4.00 (0.157)	3.00 (0.118)	6.00 (0.236)
9-PDA2AS-04-02-L	5.25 (0.207)	4.00 (0.157)	2.00 (0.079)
9-PDA2AS-04-04-L	5.25 (0.207)	4.00 (0.157)	4.00 (0.157)
9-PDA2AS-04-06-L	5.25 (0.207)	4.00 (0.157)	6.00 (0.236)
9-PDA2AS-05-02-L	6.50 (0.256)	5.00 (0.197)	2.00 (0.079)
9-PDA2AS-05-04-L	6.50 (0.256)	5.00 (0.197)	4.00 (0.157)
9-PDA2AS-05-06-L	6.50 (0.256)	5.00 (0.197)	6.00 (0.236)

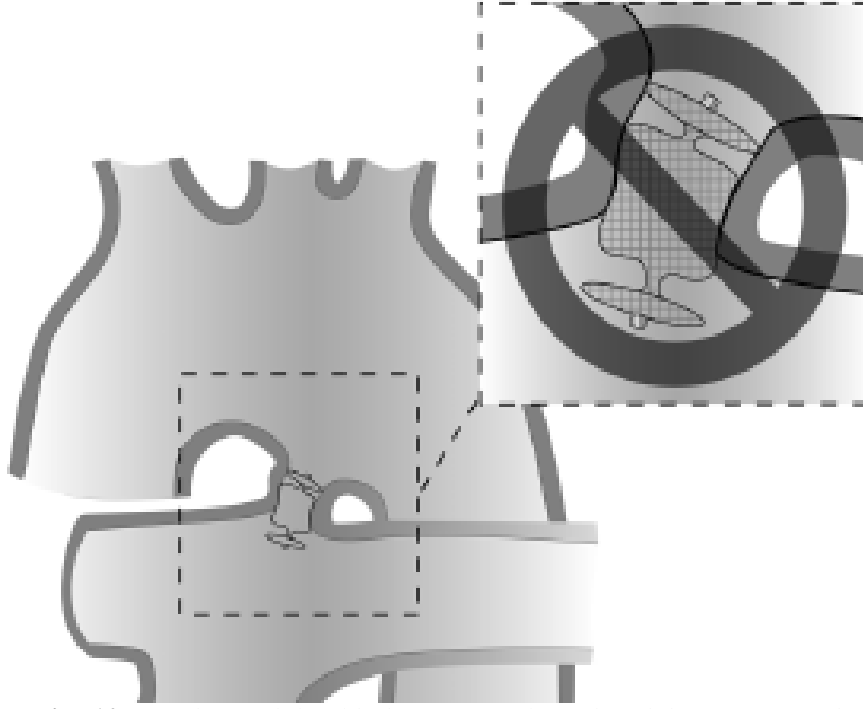
A; tutma diski çapı, B; etek çapı, C; tutma diskleri arasındaki uzunluk.



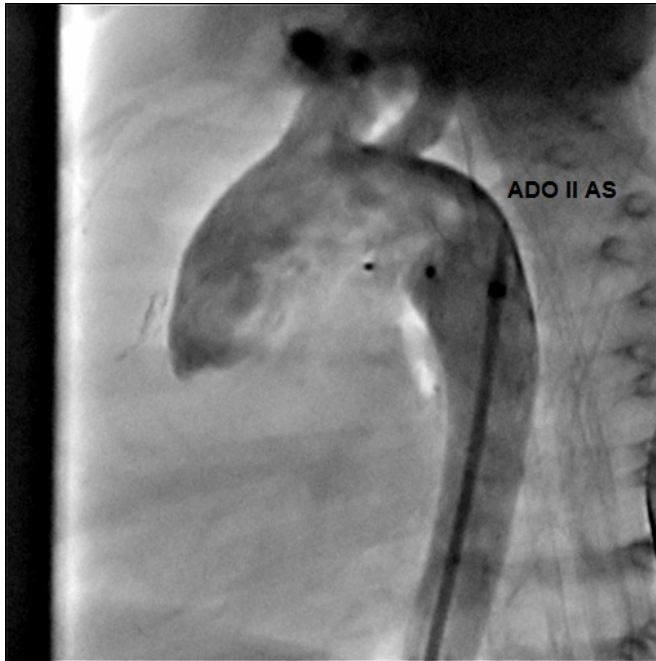
Resim 10. Amplatzer dukt oklüder II AS orta eteği duktusu doldurmak için tasarlanmıştır



Resim 11. Amplatzer dukt oklüder II AS için duktus çap (D) ve uzunluğunun (E) ölçülmesi



Resim 12. Amplatzer dukt oklüder II AS'ın kenarları duktusu aşmamalı.



Resim 13. Amplatzer dukt oklüder II AS serbest bırakıldıktan sonra.

2.3.8.3.5.6. Standart dışı kullanılan cihazlar

Girişimsel kardiyoloji pratiğinde cihazların üretim amaçları dışında kullanılmasına “off-label” kullanım denilir (50). Perkütan PDA kapatmada sıklıkla Amplatzer müküler VSD oklüderi (AGA medical Corporation, St. Jude Medical, Inc., St. Paul, MN, USA) ile Amplatzer vasküler Plug oklüzyon cihazını (AGA medical Corporation, St. Jude Medical, Inc., St. Paul, MN, USA) kullanılır. Embolizasyon riskini azaltmak için geniş PDA ve ağır PAH’ı olan hastalarda bu tür cihazlar kullanılmaktadır. Amplatzer müküler VSD oklüderi, Nitinol tel örgülü malzemeden imal edilmiş, kendi kendine genişleyen çift diskli bir cihazdır. Kısa bir bel parçası ve iki diskten oluşur. Cihazın kapatma kapasitesini artırmak için diskler ve bel parçası poliyester bezle doldurulmuştur. Poliyester bez, cihaza poliyester iplik ile sağlam bir şekilde dikilmiştir. Amplatzer vasküler plug da, Nitinol tel örgülü malzemeden imal edilmiş, kendi kendine genişleyen bir oklüzyon cihazıdır. Cihaz, her iki ucunda radyopak işaret şeritleri ve bir ucunda da taşıma teli için bir mikro-vida bağlantısı içerir (65-67).

3. GEREÇ VE YÖNTEMLER

3.1. Hastaların Özellikleri

Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk Kardiyolojisi Kliniğinde, Haziran 2005 ile Şubat 2012 tarihleri arasında, PDA'sı transkateter yolla kapatılan 392 hastanın dosyaları; muayene, ekokardiyografi, kateterizasyon ve PDA kapatma işlemine ait kayıtları içerecek şekilde geriye dönük olarak incelendi. Çalışma öncesinde 03.04.2012 tarih ve 142 sayılı karar ile Gaziantep Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulundan onay alındı.

Transtorask ekokardiyografide PDA saptanan ve devamlı üfürümü olan hastaların tamamında kapatma endikasyonu konuldu.

Tüm hastaların dosyaları incelendiğinde işlem öncesi fizik muayenelerinin yapıldığı, akciğer grafiği, EKG ve EKO'larının çekildiği, tam kan ve endikasyon olan durumlarda da akut faz reaktanlarına, kanama ve pıhtılaşma zamanına bakıldığı, enfeksiyon ve kanama diyatezi olan hastaların işlemlerinin ise enfeksiyon ve kanama diyatezi geçene kadar ertelendiği görüldü.

İşlem öncesinde ailelere anlayacakları şekilde PDA kapatma konusunda ayrıntılı bilgi verildiği, yapılacak işlem, gerekçesi, riskleri, işlemin cerrahiye olan avantaj-dezavantajının anlatıldığı, bu şekilde ailelerin onayı alınarak ve onam formu imzalatılarak işlem yapıldığı öğrenildi. Hastaların ketamin ve midazolam kokteyli ile sedatize edilerek ve gereğinde ise genel anestezi altında işlem uygulandığı saptandı. Yenidoğan, bir yaş altı ve riskli hastalarda da işlem öncesinde kan hazırlatıldığı öğrenildi.

3.2. Çalışmada incelenen parametreler:

- Hastaların demografik özellikleri (yaş, cins, ağırlık, PDA'nın en dar çapı, Qp/Qs oranı, ortalama PAB, PDA'nın morfolojik sınıflandırması)
- Hastaların ortalama izlem süresi (ay)
- PDA kapatmada giriş yolu (arteryel veya venöz yol)

- PDA'yı görüntülemek için, kontrast madde enjeksiyonunda kullanılan pozisyonlar
- Standart kateterizasyon işlemi (pulmoner arter basıncı ölçümü, hemodinamik değerlendirme)
- Duktusun en dar çapı (D1), en geniş çapı (D2) ve uzunluğu (L)
- Krichenko'ya göre duktusun anatomik sınıflandırması
- Duktusun anatomik tipi ve genişliğine göre cihaz seçimi
- Cihaz serbestleştirildikten 10 dk sonra görülen rezidüel şant ve cihaz embolizasyon sıklığı
- Cihazın pulmoner arter veya inen aortaya protrüzyon sıklığı
- Aynı seansta yapılan diğer invazif girişim sayısı
- Vücut ağırlığı 6 kg'ın altında olan hasta sayısı
- PDA kapatmada kullanılan Gianturco koil, Flipper koil (Cook), NOK, ADO I, ADO II, ADO II AS ve diğer cihazların (Cardi-O-Fix oklüder, müsküler VSD cihazı, vasküler pluq) (yaş aralığı, erkek/kız oranı, vücut ağırlığı, D1 çapı, PDA tipi, PAH, konulan cihaz sayısına göre) karşılaştırılması
- PDA kapatmada kullanılan cihazların rezidüel şant (cihaz serbest bırakıldıktan 10 dk, 24 saat, iki ay ve altı ay sonra görülen) ve komplikasyonlarının (cihaz embolizasyonu, iyatrojenik aort koarktasyonu ve sol pulmoner arter darlığı) karşılaştırılması
- PDA kapatmada kullanılan cihaz tipi ile meydana gelen rezidüel şant ve komplikasyonların yaş grubuna göre (<1yaş, 1-5 yaş, >5 yaş üstü) karşılaştırılması
- PDA'nın morfolojik tipi ile cihaz serbest bırakıldıktan 10 dk ve altı ay sonraki rezidüel şantın ilişkisi
- PDA'nın en dar çapının (D1) büyüklüğü (≤ 1.5 mm, 1.5-2.5 mm, 2.5-3.5 mm, 3.5-4 mm ve >4 mm) ile rezidüel şant ilişkisi
- PDA ile birlikte görülen diğer doğumsal kalp hastalıkları sıklığı
- PDA'lı hastalarda Down sendromu sıklığı
- PDA'lı hastalarda pulmoner hipertansiyon sıklığı

- Cerrahi ligasyon sonrası, rezidüel PDA'sı devam eden hastalarda transkateter kapatma sıklığı
- Transkateter yolla kapatılan PDA'larda devam eden rezidüel akımın ikinci cihaz ile kapatılma oranı
- Yaş grupları (<1 yaş, 1-5 yaş ve >5 yaş) ve duktusun büyüklüğüne göre tercih edilen cihaz oranı
- İşlem öncesi ile işlemden altı ay sonraki sol ventrikül çaplarının ve sistolik fonksiyonlarının EKO ile karşılaştırılması

Uygulanacak cihazın uygulama yoluna göre arteriyel ve/veya venöz yollardan femoral damarlara, Seldinger yöntemi ile hastanın yaşı ve kilosuna göre pediatrik 4F, 5F, normal 5F veya normal 6F kılıf yerleştirildi. Tüm hastalara, kılıflar damara yerleştirildikten sonra, işlem sırasında ve sonrasında gelişebilecek pıhtılaşma sorunları (femoral arter, femoral ven ve intrakardiyak tromboemboli riskini azaltmak için) ve enfeksiyon riski için 50-75 U/kg heparin ve 75mg/kg bir doz Sefazolin sodyum yapıldı.

Tüm hastalarda, kateterizasyonda duktusun anatomisi ve çapını görüntülemek için, kullanılan kontrast madde miktarı saniyede 1-1.5 cc/kg olacak şekilde verildi. Duktusu görüntülemek için ise çoğunlukla skopi cihaz lateral pozisyonuna getirilerek kontrast madde enjeksiyonu yapılırken, bazen ise duktusu iyi görüntülemek için sağ oblik, sol oblik veya kombine pozisyonlarda da kontrast madde enjeksiyonu yapıldı.

Duktusu geçmek için düz uçlu 0.035 inç hidrofilik guide ve kateter olarak da duruma göre MPA, sağ Judkins veya Cobra kateter kullanıldı. Aortografi için pigtail veya NIH kateter kullanıldı. Öncelikle hemodinamik ölçümler yapılarak, şant hesabı için kan örnekleri alındı. Duktus arteriyozusun iyi görüntülenmesi için farklı pozisyonlarda kontrast madde enjeksiyonu ile skopi yapıldı. Yapılan tanısal anjiyografi ile duktusun şekli saptanarak, en dar, en geniş olduğu bölgenin çapı ile uzunluğu ölçüldü. Buradaki bilgiler ışığında hangi malzemenin kullanılacağına ve boyutlarına karar verildi. Duktusun morfolojik sınıflaması Krichenko ve arkadaşlarının (50) tanımladığı gibi yapıldı.

Pulmoner arter ortalama basıncı 25 mmHg'nin üzerinde olduğunda pulmoner hipertansiyon olarak tanımlandı (1). Tüm hastalarda pulmoner artere girilerek pulmoner arter basınçları ölçüldü. Hastalarda PDA'nın çapı, tipi, pulmoner arter basınçları dikkate alınarak 9 farklı cihaz (7 PDA cihazı, 2 rutin dışı cihaz) kullanıldı. En dar çapı 2.5

mm'nin altında olan küçük PDA'larda Gianturco koil (MReye Embolization Coil; Cook Incorporated, 750 Daniels Way Bloomington, IN 47404, USA), ADO II (St. Jude Medical, Inc., AGA Medical Corporation, Golden Valley, MN, USA), ADO II AS (AGA Medical Corporation, Golden Valley, MN, USA), çapı 2.5-3.5 mm olanlarda kontrollü serbestleştirilen koil (MReye Flipper PDA closure Detachable Coil; William Cook Europe, DK-4632 Bjæverskov), daha büyük boyuttakilerde ve pulmoner hipertansiyonu olan olgularda ADO I (St. Jude Inc., AGA Medical Corporation, Golden Valley, MN, USA), ADO II ve Cardi-O-Fix duct occluder (Starway Medical Technology Incorporation, Beijing, China) tercih edildi. Ayrıca konik tip ve uygun boyutta PDA'larda NOK'da (PFM Medikal, Almanya) kullanıldı. Cihaz yerleştirme işlemi, koil kullanılan olgularda transarteriyel veya transvenöz, ADO I ve NOK cihazı kullanılan olgularda ise transvenöz yaklaşımla gerçekleştirildi.

Yerleştirilecek koilin çapı PDA'nın en dar bölümünün iki katı çapında olacak şekilde belirlendi. ADO I ve ADO II cihazı kullanılan hastalarda ise PDA'nın en dar çapından en az 1-2 mm daha büyük cihaz kullanıldı. Cihaz serbestleştirilmeden önce kontrast enjeksiyonu yapılarak cihazın yeri, rezidüel şant varlığı kontrol edildi ve gereken olgularda repozisyon gerçekleştirildi. İşlem sonrası 10.dakikada kontrol enjeksiyonu ile tam oklüzyonun gerçekleşip gerçekleşmediği tespit edildi.

Hastalar yaşlarına göre; bir yaşın altında olanlar, bir-beş yaş arası olanlar ve beş yaşın üzerinde olanlar olmak üzere üç gruba ayrıldı. Rezidüel şant varlığı; cihaz serbestleştirildikten 10 dk sonra kontrol enjeksiyon ile kateter salonunda, 24 saat, iki ve altı ay sonra ise EKO (Renkli Doppler ile rezidüel akım varlığı) ile değerlendirildi. Sol pulmoner arter darlığı (Doppler akım hızı >2.0 m/sn) ve inen aortada akım hızlanması ve darlık tanısı Doppler EKO ile konuldu. PDA'nın boyutu en dar (D1) çapına göre (<1.5 mm, sessiz PDA; 1.5-2.5 mm, küçük PDA; 2.5-3.5 mm orta PDA; 3.5-4 mm, orta-geniş PDA; >4 mm, geniş PDA) sınıflandırıldı.

Hastaların ekokardiyografik değerlendirmeleri, Vivid 3 Expert veya Vivid S-6 (General Electric, Vingmed Ultrasound, Horten, Norway) cihazları kullanılarak yapıldı. İki boyutlu, Doppler ve M-mode EKO kullanılarak değerlendirmeler yapıldı (1, 68). İki boyutlu EKO ile standart parasternal, apikal, subkostal ve suprasternal pencereleri içeren pozisyonlarda inceleme yapılarak önemli kalp yapıları ve büyük damarların

görüntüleri incelendi. Ayrıca modifiye transüder pozisyonları ve farklı açılanmalarla başka görüntüler de iki boyutlu EKO ile değerlendirildi.

Hastaların izlemi, işlemten 24 saat sonra EKO, arka-ön ve lateral akciğer grafisi, bir, üç, altı ve 12 ay sonra ise sadece EKO ile değerlendirildi. İzlemde rezidüel şant, sol pulmoner arter ve inen aortada darlık, cihazda yer değişikliği ve enfeksiyon varlığı araştırıldı. Hastalar ortalama 26.6 ± 19.6 (1-79 ay) ay boyunca izlendi.

PDA çap ve şeklinin belirlenmesinden sonra oklüzyonda kullanılacak cihaz ve cihazın boyutu belirlendi. Genel olarak, ince duktuslarda koil, geniş duktuslarda ise tıkaç özelliği olan cihazlar kullanıldı.

3.3. Standart dışı kullanılan cihazlar

Amplatzer müsküler VSD oklüderi (AGA medical Corporation, St. Jude Medical, Inc., St. Paul, MN, USA) ile Amplatzer vasküler plug oklüzyon cihazları (AGA medical Corporation, St. Jude Medical, Inc., St. Paul, MN, USA), standart PDA cihazları ile kapatılamayan bazı geniş ve tübüler PDA'ların kapatılmasında kullanıldı.

3.4. İstatistiksel Analiz

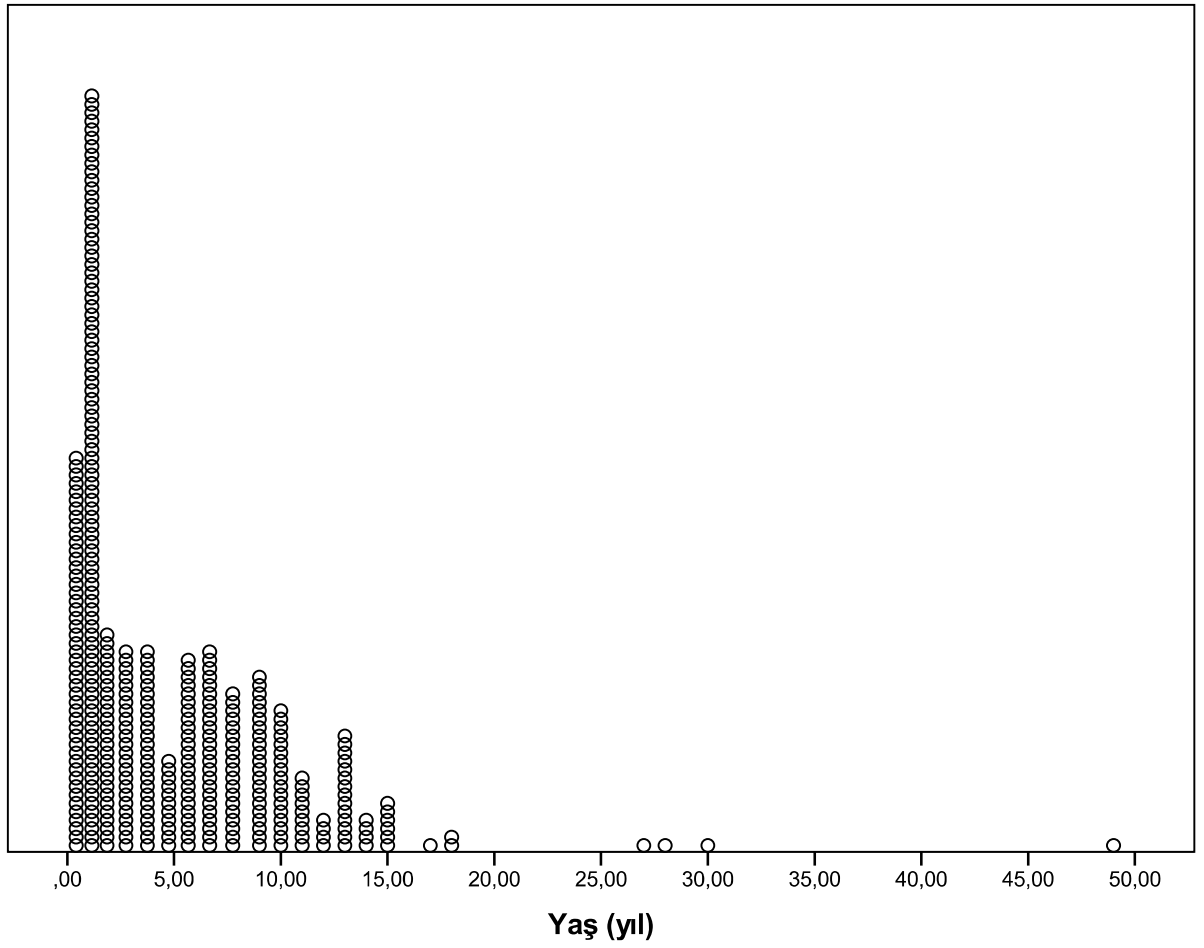
Hastalar Gianturco koil, Flipper koil (Cook), NOK, ADO I ve ADO II cihazı kullanılanlar olmak üzere beş gruba ayrıldı. Devamlı değişkenler ortalama $\pm$ standart sapma, kategorik değişkenleri ise sıklık ve yüzde olarak ifade edildi. Sürekli değişkenlerin normal dağılıma uygunluk kontrolünde Kolmogorov Smirnov testi kullanıldı. Normal dağılıma sahip değişkenlerin ikiden fazla bağımsız grup karşılaştırılmasında ANOVA t testi-LSD çoklu karşılaştırma testleri, normal dağılıma sahip olmayan değişkenler için Kruskal Wallis-Dunn çoklu karşılaştırma testleri kullanıldı. İki bağımlı ölçümün karşılaştırması Paired sample- t test ile yapılmıştır. Kategorik değişkenler arasında ilişkiler Ki kare analizi ile test edildi. Tanıtıcı istatistik olarak frekans, yüzde ve ortalama $\pm$ standart sapma değerleri verilmiştir. İstatistiksel analizler için SPSS for Windows version 11,5 paket programı kullanılmış ve $P \leq 0.05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

Hastaların yaş dağılımı ve yaşlara göre tercih edilen cihazlar: Transkateter yolla PDA'sı kapatılan hastaların yaşları 1 ay ile 49 yıl arasında değişmekte olup yaş ortalaması 4.9 ± 5.2 yıl, ortancası 3 yıl idi. Hastaların 171'i (%43.6) 1-5 yaş arasında, 149'u (%38) beş yaşından büyük, 72'si (%18.4) ise bir yaşın altında idi (Şekil 1). Şekilde de görüldüğü üzere, hastalarımızın çoğunluğu ilk iki yaş grubunda yoğunlaşmış bulunmaktadır.

Hastaların demografik dağılımı Tablo 9'da, kullanılan cihazlara göre hastaların yaş ortalamaları ve ortancaları ise Tablo 10'da görülmektedir. Yaş ortalamaları karşılaştırıldığında ADO II cihazı kullanılan hastaların yaşları, diğer tüm cihazlara göre anlamlı olarak daha düşük saptandı ($p=0.001$). Flipper coil (Cook) ise en büyük yaş grubundaki hastalarda kullanılmış olup, Gianturco coil ile benzer yaş grubunda kullanılırken, diğer cihazlara göre anlamlı olarak yaşı daha büyük hastalarda kullanıldı. ADO II AS ile diğer cihazları (Cardi-O-Fix oklüder, Amplatzer vasküler plug, Amplatzer müküler VSD cihazı) kullandığımız hastaların sayısının az olması nedeni ile istatistiksel değerlendirmenin dışında tutuldu. Bir yaşından küçük hastaların %59'unda (36/61) ADO II cihazı kullanılırken, bunu %22.9 (14/61) ile ADO I takip etmekteydi. Bir yaşından küçük hiçbir hastada Gianturco coil kullanılmadı. Bir ile beş yaş arasındaki hastaların %38.3'ünde (62/162) ADO II kullanılırken, ikinci sırada %24.7 (40/162) ile ADO I kullanıldığı saptandı. Beş yaşından büyük hastalarda ise en az Gianturco coil kullanılırken diğer cihazların kullanım oranı birbirine yakın olduğu tespit edildi (Tablo 10).

Kullanılan cihazların yaş grupları ile karşılaştırmasına gelince; Gianturco coil kullanılan hastaların %57.1'i (8/14) ve Flipper coil (Cook) kullanılan hastaların %56.6'sı (30/53) beş yaşından büyüktü. ADO I ile NOK cihazları sıklıkla bir yaşından büyük hastalarda kullanılırken, ADO II cihazının ise daha çok 1-5 yaş arasındaki hastalarda kullanıldığı saptandı (Tablo 10).



Şekil 1. Hastaların yaş dağılımı

Tablo 9. Hastaların demografik özellikleri

Genel özellikler	Ortalamalar
Hasta sayısı (kız/erkek)	392 (251/141)
Yaş (ortalama) (ortanca) (yıl)	(4.9 ± 5.2) (3)
Vücut ağırlığı (ortalama) (ortanca) (kg)	(17.5±12.7) (13)
PDA'nın en dar (D1) çapı (mm)	2.5 ± 1.4
PDA'nın en geniş (D2) çapı (mm)	7.6 ± 4.1
PDA'nın uzunluğu (L) (mm)	7.6 ± 3.8
Qp/Qs	1.76 ± 0.7
Ortalama PAB (mmHg)	25 ± 12.9
Krichenko PDA sınıflandırması (A/B/C/D/E/diğer)	(318/14/42/1/6/11)

Qp/Qs, pulmoner akım/sistemik akım oranı; PAB, pulmoner arter basıncı; PDA, patent duktus arteriyozus.

Hastaların cinsiyet dağılımı ve cinsiyete göre tercih edilen cihazlar:

Çalışmaya alınan hastaların 251'i (%64) kız, 141'i (%36) erkek, kız/erkek oranı 1.8

olarak bulundu. Kullandığımız cihaza göre hastaların cinsiyet dağılımı Tablo 10'da görülmektedir. Gianturco koil sıklıkla erkek hastalarda (%64.3) kullanılırken, geriye kalan cihazlar ise başta ADO I (%82.6) olmak üzere sıklıkla kız hastalarda kullanıldı ($p=0.001$) (Tablo 10).

Hastaların ortalama/ortanca vücut ağırlığı ve vücut ağırlığına göre tercih edilen cihazlar: Hastaların vücut ağırlıkları ortalaması 17.5 ± 12.7 kg, ortancası 13 kg (2-77 kg) idi. Hastaların vücut ağırlıkları ortalama ve ortancasının kullanılan cihaza göre karşılaştırılması Tablo 10'da görülmektedir. ADO II cihazı kullanılan hastaların vücut ağırlıkları ortalamasının, Flipper koil (Cook) kullanılan hastaların vücut ağırlıkları ortalamasına göre anlamlı olarak düşük olduğu saptandı ($p=0.001$). Diğer tüm cihazların, kullanıldığı hastaların vücut ağırlıkları ortalamaları arasında ise istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı (Tablo 10). Ayrıca %7.6 (30/392) hastanın vücut ağırlığı 6 kg'ın altındaydı. Bunların 12'sine (%40) ADO II, beşer tanesine ise (%16.6) ADO I, NOK ve ADO II AS cihazları kullanıldı. 6 kg'ın altındaki hastalarda istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde ADO II kullanıldığı görüldü ($p<0.05$).

PDA ile birlikte saptanan ek doğumsal kalp hastalıkları: Toplam 392 hastanın 252'sinde (%64.3) izole PDA bulunurken, sıklık sırasına göre; 25'inde (%6.4) ek olarak sekundum ASD, 13'ünde (%3.3) aortopulmoner kollateral (APCA), sekizinde (%2) VSD, altısında (%1.6) biküspid aortik kapak, beşinde (%1.3) subaortik diskret membran ve hafif aort yetersizliği, dördünde (%1) valvüler pulmoner darlık (PD) ve üçünde (%0.8) ise aort koarktasyonu vardı. Hastaların 25'inin (%6.4) aynı zamanda Down sendromlu olduğu tespit edildi. 18 (%4.6) hastada patent foramen ovale (PFO) saptandı. Ayrıca 17 (%4.3) hastada ise hafif veya orta derecede mitral yetersizliği vardı (Tablo 11).

Tablo 10. PDA kapatmada en çok kullanılan cihazların karşılaştırılması

Cihaz tipi sayı (yüzde)	Gianturco 14(%3.6)	Flipper coil (Cook) 53(%13.6)	ADO I 92(%23.5)	NOK 77(%19.6)	ADO II 134(%34.2)	P değeri
Yaş (yıl)* Ortanca	6.6 ± 5.2 6	7.3 ± 7.2 ^a 7	5.3 ± 5.1 4	5.4 ± 5.4 3.5	3.5 ± 3.7 ^a 1.8	0.001
≤1 yaş (n=61) (%)	0 (%0)	4(%7.5)	14(%15.2)	7(%9.1)	36(%26.9)	0.001
>1-≤5 yaş (n=162) (%)	6(%42.9)	19(%35.8)	40(%43.5)	35(%45.5)	62(%46.3)	0.001
>5 yaş (n=147) (%)	8 (%57.1)	30(%56.6)	38(%41.3)	35(%45.5)	36(%26.9)	0.001
Erkek: Kız	9: 5	20: 33	16: 76	34: 43	57: 77	0.001
Va* (kg) Ortanca	23.3 ± 15.5 17.5	22.9 ± 14.5 ^b 19.5	18.7 ± 13.7 14.3	18.0 ± 12.4 14	14.6 ± 10.4 ^b 10.9	0.001
D1 çapı* (mm)	1.4 ± 0.3	2.0 ± 1.2	3.4 ± 1.3 ^c	2.3 ± 1	1.9 ± 0.8	0.001
PDA tipi**						0.001
A 310 (%)	6 (%42.9)	39 (%73.6)	86 (%93.5)	72 (%93.5)	107 (%79.9)	
B 11 (%)	-	2 (%3.8)	2 (%2.2)	-	7 (%5.2)	
C 42 (%)	5 (%35.7)	7 (%13.2)	3 (%3.3)	5 (%6.5)	13 (%9.7)	
D 1 (%)	-	-	-	-	1(%0.7)	
E 6 (%)	-	2 (%3.8)	-	-	3 (%2.2)	
Bilinmeyen 11 (%)	3 (%21.4)	3 (%5.7)	1 (%1.1)	-	3 (%2.2)	
PAH n=89***	0/14(%0)	9/44(%20.5)	36/84(%42.9) ^c	18/74(%24.3)	26/120(%21.7)	0.001
Konulan cihaz sayısı						
1	14	53	92	77	134	
2	-	-	-	6 ^d	1 ^e	
3	-	-	-	-	-	

PAH, pulmoner arteryel hipertansiyon (ortalama pulmoner arter basıncının >25mmHg'nin üstünde olması).va; vücut ağırlığı

* ortalama ± standart deviasyon

D1, PDA'nın en dar çapı

** Krichenko sınıflandırmasına göre

*** PAB'ı kaydedilmiş olan 336 hastanın 89'unda PAH vardı.

^aADO II, Flipper coil'e göre anlamlı bir şekilde yaşı küçük hastalarda kullanıldı.

^bADO II, Flipper koile göre anlamlı bir şekilde vücut ağırlığı düşük hastalarda kullanıldı.

^cADO I anlamlı olarak D1 çapı geniş PDA ve PAH olan hastalarda kullanıldı.

^dNOK kullanılan altı hastada belirgin rezidü olduğundan, ikinci cihaz olarak Flipper coil kullanıldı. Bu hastaların birine cerrahi olarak ligasyon sonrası rezidü devam emesi nedeni ile NOK kullanılmıştı. Sonrasında tüm hastalarda PDA tam oklüze oldu.

^eADO II kullanılan bir hastada, rezidüel akım devam ettiğinden ikinci cihaz olarak Flipper coil kullanıldı.

Tablo 11. PDA ile birlikte saptanan doğumsal kalp hastalıkları

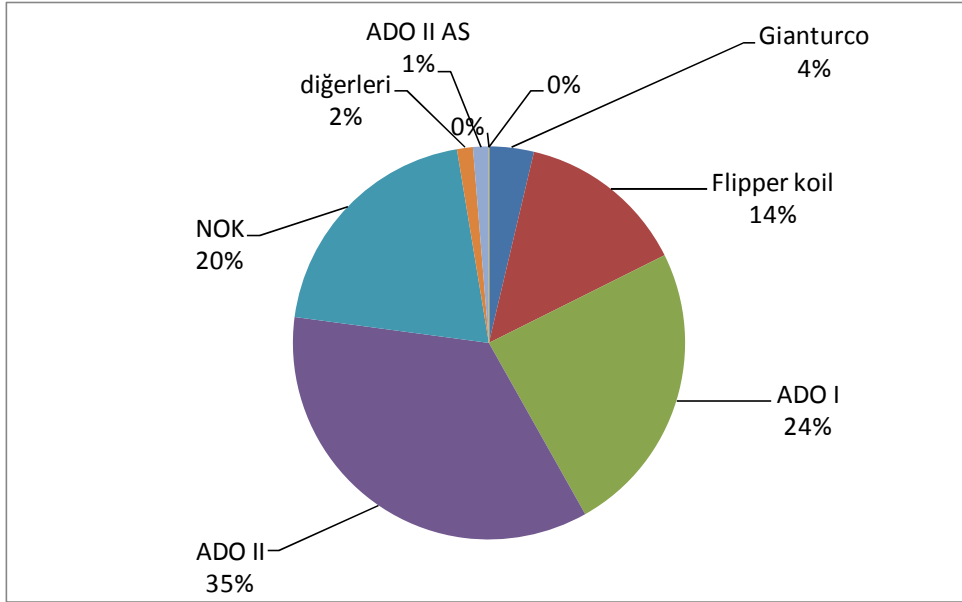
Doğumsal kalp hastalıkları	Sayı (yüzde)
Sekundum atriyal septal defekt	25 (%6.4)
Aortopulmoner kollateral	13 (%3.3)
Ventriküler septal defekt	8 (%2)
Biküspid aortik kapak	6 (%1.6)
Subaortik diskret membran ve hafif aort yetersizliği	5 (%1.3)
Valvüler pulmoner darlık	4 (%1)
Aort koarktasyonu	3 (%0.8)

PDA kapatmada kullanılan anijokardiyografik pozisyonlar ve hemodinamik değerlendirme: Duktusun anatomisini iyi görüntülemek için hastaların 303'üne (%77.3) sadece lateral, 46'sına (%11.7) sağ 45° oblik, 23'üne (%5.9) sağ 45° oblik ve lateral, 10'una (%2.6) sağ 45° oblik, sol 45° oblik ve lateral, 10'una (%2.6) sol 45° oblik ve lateral pozisyonunda kontrast madde enjeksiyonu yapıldı.

Hastaların Qp/Qs oranı ortalama 1.76 ± 0.7 (0.45-10) idi. Hastaların pulmoner arter ortalama basıncı (PAB) 25 ± 12.9 mmHg (10-103 mmHg) idi. Ortalama PAB bakılan 344 hastanın 93'ünde (%27) PAH vardı. ADO I cihazı kullanılan 84 hastanın 36'sında (%42.8), NOK kullanılan 74 hastanın 18'inde (%24), ADO II kullandığımız 120 hastanın 26'sında (%21.6) ve Flipper koil (Cook) kullandığımız 44 hastanın 9'unda (%20) PAH bulunurken, Gianturco koil kullandığımız tüm hastaların PAB'nın ise normal sınırlarda olduğu saptandı. Ayrıca PAH'ı olan hastalarda anlamlı olarak daha çok ADO I cihazının kullanıldığı tespit edildi ($p=0.001$) (Tablo 10).

PDA kapatmada kullanılan cihazlar: 392 hastanın 380'sine (%97) başarılı bir şekilde transkateterle PDA kapatılma işlemi uygulandı. Hastaların 134'üne (%34.2) ADO II, 92'sine (%23.5) ADO I, 77'sine (%19.6) NOK, 53'üne (%13.6) Flipper koil (Cook) 14'üne (%3.6) Gianturco koil, beşer tanesine (%1.3) ADO II AS ve diğer cihazlar (üçüne Cardi-O-Fix ve birer hastaya vasküler Plug ve Amplatzer müküler VSD cihazı) kullanıldı (Şekil 2). İşlemi başarısız olan 12 (%3) hastanın dördünde çok ince PDA, üçünde çok geniş PDA, üçünde inen aorta ve sol pulmoner arterde ciddi darlık görülmesi ve iki hastada ise ciddi pulmoner hipertansiyon olması nedeni ile işleme devam edilmedi. Çok ince PDA'sı olan hastalara klinik izlem önerilirken,

diğerlerine ise konsey kararı ile duktal ligasyon/divizyon yapılması için hastalar cerrahiye yönlendirildi.



Şekil 2. PDA kapatmada kullanılan cihazların dağılımı

PDA kapatmada tercih edilen damar giriş yolu: 249 (%64.4) hastanın PDA'sı venöz yol, 138'inin (%35.6) ise arteriyel yol kullanılarak kapatılırken, sıklıkla venöz yol kullanıldığı saptandı ($p=0.001$). ADO I, NOK ve Cardi-O-Fix cihazlarında sadece venöz yol kullanılırken, Gianturco koilde %78.5 (11/14) hastada, Flipper koilde %77 (41/53) hastada ve ADO II'de %58.9 (79/134) hastada istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde, daha fazla oranda arteriyel yol kullanılarak PDA kapatma işlemi uygulandı ($p=0.001$). ADO II AS'de ise %40 (2/5) hastada arteriyel yol kullanıldı (Tablo 12).

Tablo 12. PDA kapatmada tercih edilen damar giriş yolu

Cihaz tipi sayı (yüzde)	Gianturco 14(%3.6)	Flipper koil (Cook) 53(%13.6)	ADO I 92(%23.5)	NOK 77(%19.6)	ADO II 134(%34.2)	P değeri
Arteriyel yol	11/14 (%78)	41/53 (%77)	-	-	79/134 (%58.9)	0.001
Venöz yol	3/14 (%22)	12/53 (%23)	92/92 (%100)	77/77 (%100)	55 (%41.1)	0.001

Duktusun morfolojik tip dağılımına göre tercih edilen cihazlar: Duktusun morfolojik sınıflaması Krichenko ve arkadaşlarının tanımladığı gibi yapıldı (Tablo 10). Buna göre, diğer tiplere oranla, istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde (%81) Tip A duktus saptandı (p=0.001). Tip A duktusu olan hastalarda sıklıkla (%33.6) ADO II kullanılırken, bunu %27 ve %22.6 ile ADO I ve NOK izlemekteydi. Flipper koil (Cook) ve Gianturco koil ise daha az sıklıkta kullanılmış olmakla birlikte, 53 Flipper koil (Cook) cihazının yine de 39'u (%73.6) Tip A duktusta kullanıldı. Gianturco koilin %42.9'unun ise Tip A duktusta kullanıldığı saptandı. Tip C duktusu olan 42 hastanın 13'üne (%30.9) ADO II kullanılırken, diğer cihazların kullanım oranı birbirine yakın bulundu. Tip B duktusu olan 14 hastanın yedisine (%50) ADO II, ikişer (%14.3) tanesine Flipper koil (Cook) ve ADO I kullanılırken, Gianturco koil ve NOK cihazının ise hiç kullanılmadığı saptandı. Tip E duktusu olan altı hastanın üçüne (%50) ADO II, ikisine Flipper koil (Cook), birine ise diğer cihazlardan kullanıldı. Tip D duktusu olan bir hastaya ise ADO II cihazı kullanıldı. Krichenko sınıflandırmasına uymayan 11 hastanın, duktusu APCA'ya benzer yapıda olup, bu duktuslarda NOK dışındaki cihazlar benzer oranda kullanıldı (Tablo 10).

Cihazların kullanıldıkları duktus tipine göre dağılımı ise; Gianturco koil ve Flipper koil (Cook) en çok Tip A'da, ikinci sıklıkta Tip C'de kullanılırken. ADO I (%93.5), NOK (%93.5) ve ADO II (%79.9) çoğunlukla Tip A duktusta kullanıldı (Tablo 10).

Duktus boyutları: En dar (D1) yerine göre duktus çapının ortalaması 2.4 ± 1.3 mm, ortancası ise 2.0 mm (0.7-10.6 mm), en geniş (D2) yerine göre duktus çapının

ortalaması 7.6 ± 4.1 mm, ortancası 7 mm (1-27 mm), duktus uzunluğunun (L) ortalaması ise 7.6 ± 3.8 mm, ortanca 6.9 mm (1.7-30 mm) olarak bulundu.

PDA'nın en dar çapına (D1) göre sınıflandırılmasında ise; en sık %33.9 oranında küçük PDA (1.5-2.5 mm) görülürken en az ise %7.9 oranında orta-geniş PDA (3.5-4 mm) saptandı (Tablo 13).

Tablo 13. PDA'nın en dar çapına (D1) göre sınıflandırılması

PDA tipi	Sessiz PDA (<1.5mm)	Küçük PDA (1.5-2.5mm)	Orta PDA (2.5-3.5mm)	Orta-geniş PDA (3.5-4mm)	Geniş PDA (>4 mm)
Hasta sayısı (%)	96 (%24.5)	133 (%33.9)	74(%18.9)	31 (%7.9)	42 (%10.7)

Duktus boyutuna göre kullanılan cihazlar: Duktusun en dar (D1) yerinin çapı ile tercih edilen cihaz ilişkisi Tablo 10'da görülmektedir. D1'i en geniş olan hastalarda anlamlı olarak ADO I cihazı daha fazla kullanılırken, D1'i en ince olan hastalarda ise anlamlı olarak daha çok Gianturco koil kullanıldı. İstatistiksel olarak bakıldığında ise Gianturco koilin ADO I ve NOK ile, Flipper koil (Cook) ADO I ile, ADO I' in ile tüm cihazlar ile, ADO II'nin ADO I ve NOK ile, NOK'un ile Gianturco koil ve ADO I cihazı ile arasında anlamlı bir şekilde farklılık gösterdiği tespit edildi ($p=0.001$). ADO II AS'de, duktusun orta kısmının ortalama çapı 2.1 ± 0.6 mm, ortancası 1.6 mm (1.2-4 mm) ve diğer cihazlarda (Cardi-O-Fix, vasküler plug, müsküler VSD cihazı) ise D1 ortalama çapı 4.7 ± 0.4 mm, ortanca 4.8 mm (4-5 mm) idi.

Duktusun en geniş (D2) yerinin çapı ve uzunluğunun (L), tercih edilen cihaza göre ortalamaları Tablo 14'te görülmektedir. ADO I cihazı kullanılanlarda D2 en geniş bulunurken, Gianturco koilde ise D2'inin en küçük olduğu bulundu. Duktusun uzunluğu ADO II'de biraz kısa olmakla birlikte tüm cihazlarda birbirine yakın olduğu görüldü. ADO II AS'de duktus uzunluğu (L) (ADO II AS kullanılacağı duktusların ortasının çapı ve uzunluğu ölçülür) 3.4 ± 0.2 mm ve 3.9 ± 0.2 mm, diğer cihazlarda (Cardi-O-Fix, vasküler plug, müsküler VSD cihazı) ise D2, 10.5 ± 1.4 mm ve L 10.6 ± 5.9 mm idi.

Tablo 14. Cihaza göre tercih edilen duktus D2 çapı ile uzunluk (L) ortalamaları

Cihaz tipi	Gianturco koil	Flipper koil (Cook)	ADO I	NOK	ADO II	P değeri
En geniş çap (D2)* (mm)	3.0 ± 2.5	5.6 ± 3.8	10.4±4.2	8.0±3.6	6.4±3.1	0.001
Uzunluk (L)* (mm)	7.9 ± 7.5	8.9 ± 5.0	8.0 ± 3.6	7.4±3.5	6.6±2.2	0.001

*ortalama ± standart deviasyon

Cihazların rezidüel şant ve komplikasyonlarının karşılaştırılması

- **Hemen görülen rezidüel şant sıklığı:** Cihaz serbestleştirildikten 10 dk sonra yapılan kontrast madde enjeksiyonunda 379 hastanın 108'inde (%28.5) rezidüel şant olduğu görüldü (Tablo 15). Rezidüel şant en sık NOK kullanılan hastalarda (%46.7) görülürken, bunu sırasıyla Flipper koil (Cook) (%30.2), ADO II (%23.1), ADO I (%22.8) ve Gianturco koil (%7.1) takip etmekteydi. ADO II AS ve diğer cihazların kullanıldığı hasta sayısı az olduğundan istatistiksel olarak değerlendirmeye alınmadı. Kullanılan tüm cihazlar karşılaştırıldığında, rezidüel şant oranı, sıklıkla NOK'de (p=0.001) görülürken, bir yaş altı hastalarda ise ADO II cihazı (%68.8) kullanılanlarda daha sık olduğu görüldü (p=0.007) (Tablo 15). Bir-beş yaş ve beş yaş üstü hastalar arasında ise kullanılan cihazlarla rezidüel şant arasında farklılık saptanmadı (p=0.794).
- **24 saat sonra görülen rezidüel şant sıklığı:** Hastaların işlemden 24 saat sonra yapılan EKO'larında rezidüel şantın %10 (38/380 hasta) oranında olduğu saptandı. Rezidüel şant NOK kullanılanlarda, diğer tüm cihazlara göre anlamlı olarak (%31.2) daha yüksek bulundu (p=0.001) (Tablo 15) (Tablo 16).
- **İki ay sonra görülen rezidüel şant sıklığı:** 372 hastanın 20'sinde (%5.4), iki ay sonraki EKO kontrolünde rezidüel şantın devam ettiği görüldü. Kullanılan cihazlar karşılaştırıldığında, rezidüel şant oranı, anlamlı olarak NOK cihazında (%19.5) yüksek oranda devam ettiği görüldü (p=0.001).
- **Altı ay sonra görülen rezidüel şant sıklığı:** Altı ay sonra kontrole gelen 377 hastanın 10'nunda (%2.6) EKO'da rezidüel şantın devam ettiği görüldü. Rezidüel şantın anlamlı olarak %9 sıklıkla en fazla NOK cihazında devam ettiği tespit edildi (p=0.007) (Tablo 15). Yaş grupları ile kullanılan cihazlar

karşılaştırıldığında ise beş yaş üstü hastalarda ve NOK cihazı kullanılanlarda anlamlı olarak daha yüksek oranda olduğu bulundu ($p=0.003$).

- **Cihaz protrüzyonuna bağlı inen aortada iyatrojenik koarktasyonu veya akım hızlanması sıklığı:** Cihaz serbestleştirildikten sonra, yapılan hemodinamik değerlendirmede inen aortada cihazın proksimali ile distali arasında 375 hastanın 5'inde (%1.3) (3 ADO II, 2 ADO I cihazına bağlı) 20-25 mmHg gradiyent oluşturan iyatrojenik aort koarktasyonu vardı. İşlemden 24 saat sonra bakılan EKO'da ise 372 hastanın 12'sinde (%3.2) (10 ADO II, 2 ADO I cihazına bağlı) inen aortada akım hızlanması veya 20 mmHg gradiyentin üzerinde iyatrojenik aort koarktasyonu saptandı. Diğer tüm cihazlara göre inen aortada akım hızlanması veya iyatrojenik aort koarktasyonu sıklıkla ADO II cihazı kullanılan hastalarda görüldü ($p=0.004$) (Tablo 15). ADO II cihazı kullanılan ve inen aortada önemli derecede darlığa neden olan bir hastaya balon anjiyoplasti yapılmasına rağmen, darlık gradiyentinde azalma olmadı. Fakat hastanın büyüme-gelişmesinin normal olması, üst ve alt ekstremitte tansiyon farkının olmaması ve EKO'sunda sol ventrikülde genişleme-hipertrofi görülmemesi nedeni ile klinik izlem kararı alındı. İnen aortada darlık oluşturma sıklığı ADO I kullanılan bir yaş altı hastalarda (%33.3), diğer tüm cihazlara göre, anlamlı olarak daha fazla bulundu ($p=0.006$).
- **Cihaz protrüzyonuna bağlı sol pulmoner arter dalında akım hızlanması veya darlık sıklığı:** 371 hastanın sekizinde (%2.1) işlemden 24 saat sonra bakılan EKO'da sol pulmoner arter dalında akım hızlanması veya darlık gradiyentinin olduğu görüldü. Bu sekiz hastanın dördünde ADO I cihazı kullanıldı. Cihazlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmadı ($p=0.360$) (Tablo 15). Yaş grupları (<1 yaş, 1-5 yaş ve >5 yaş) karşılaştırıldığında ise cihazlar arasında anlamlı farklılık saptanmadı ($p=0.369$).
- **Serbestleştirildikten sonra embolize olan cihaz tipi ve sıklığı:** 375 hastanın altısında (%1.6) cihaz serbestleştirildikten sonra embolize olduğu saptandı. İki hastanın duktusu çok geniş ve tübüler olması nedeniyle cerrahi yolla duktal ligasyon uygulanırken, diğer altı hastaya ise ya farklı boyutta aynı tip cihaz ya da farklı cihaz kullanılarak, transkateter yolla PDA kapatıldı. Embolize olan cihaz tipleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı ($p=0.209$).

Yaş grupları (<1 yaş, 1-5 yaş ve >5 yaş) karşılaştırıldığında ise cihazlar arasında anlamlı farklılık saptanmadı (p=0.265).

Tablo 15. Kullanılan cihazların rezidüel şant ve komplikasyonları

Cihaz tipi sayı (yüzde)	Gianturco 14(%3.6)	Flipper koil(Cook) 53(%13.6)	ADO I 92(%23.5)	NOK 77(%19.6)	ADO II 134(%34.2)	P değeri
Hemen olan RŞ	1(%7.1)	16 (%30.2)	21 (%23.1)	36(%46.8) ^a	31 (%23.1)	0.001
24 h EKO'da RŞ	-	7 (%13.2)	3 (%3.3)	24(%31.2) ^a	2(%1.5)	0.001
İki ay EKO'da RŞ	-	3 (%5.7)	-	15(%19.5) ^a	2(%1.5)	0.001
Altı ay sonra RŞ	-	1 (%1.9)	-	7 (%9,1) ^a	2 (%1.5)	0.007
Embolizasyon	1 (%7.1)	-	1 (%1.1)	1 (%1.3)	-	0.209
İyatrojenik AK	-	-	2 (%2.2)	-	10 (%7.5) ^b	0.004
LPA darlığı	-	1 (%1.9)	4 (%4.3)	-	2 (%1.5)	0.360

RŞ, rezidüel şant; 24 h EKO'da RŞ, işlemden 24 saat sonra çekilen EKO'da rezidüel şant sıklığı; iki ay EKO'da RŞ, işlemden iki ay sonra yapılan EKO'da rezidüel şant sıklığı; AK, aort koarktasyonu; LPA, sol pulmoner arter.

^arezidüel şant oranı, diğer cihazlara göre, NOK'de anlamlı bir şekilde fazla olduğu tespit edildi.

^biyatrojenik aort koarktasyonu ADO II'de diğer cihazlara oranla daha sık olduğu görüldü.

PDA tipi ile rezidüel şantın ilişkisi: Cihaz serbestleştirildikten 10 dk sonra, rezidüel şantı olan 108/380 hastanın 94/314 (%29.9)'ü Tip A duktus, 9/35'u (%25.7) Tip C duktus, 4/12'ü (%33.3) Tip B duktus ve 1/16'i Tip E duktus idi. Cihazlar arasında istatistik olarak anlamlı farklılık saptanmadı (p=0.102). Altı ay sonra bakılan EKO'da Tip A duktuslu hastaların 8/135'inde (%2.5) ve Tip C duktuslu hastaların ise 2/35'sinde (%5.7) rezidüel şantın devam ettiği saptandı. Cihazlar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı (p=0.770) (Tablo 17).

Tablo 16. Yaş grubuna göre kullanılan cihazın rezidüel şant ve komplikasyonları

	≤ 1 yaş (n=60)	1-5 yaş (n=162)	>5 yaş (n=147)	P
Hemen olan rezidüel şant (n=108/380)	16 (%16.6)	49 (%46.3)	40 (%37.1)	0.794
Gianturco (1)	0	0	1 (%2.5)	
Flipper coil (Cook) (n=16)	1 (%6.3)	7 (%14.3)	8 (%20)	
ADO I (n=21)	0	12 (%24.5)	9 (%22.5)	
NOK (n=36)	4 (%25)	16 (%32.7)	16 (%40)	
ADO II (n=31)	11 (%68.8)	14 (%28.6)	6 (%15)	
Altı ay sonra devam eden rezidüel şant (n=10/380)	0	1 (%10)	9 (%90)	0.003
Gianturco (n=0)	0	0	0	
Flipper coil (Cook) (n=1)	0	0	1(%11.1)	
ADO I (n=0)	0	0	0	
NOK (n=7)	0	0	7(%77.8)	
ADO II (n=2)	0	1(%100)	1(%11.1)	
Embolizasyon (n=4/363)	0	2 (%40)	4 (%60)	0.265
Gianturco (n=1)	0	0	1	
Flipper coil (Cook) (n=1)	0	0	1	
ADO I (n=1)	0	1	1	
NOK (n=1)	0	0	1	
ADO II (n=0)	0	0	0	
İyatrojenik aort koarktasyonu (n=12/360)	6 (%50)	5 (%41.7)	1 (%8.3)	0.006
Gianturco (n=0)	0	0	0	
Flipper coil (Cook) (n=0)	0	0	0	
ADO I (n=2)	2	0	0	
NOK (n=0)	0	0	0	
ADO II (n=10)	4	5	1	
Sol pulmoner arter stenoz (n=6/361)	3 (%37.5)	4 (%50)	1 (%12.5)	0.369
Gianturco (n=0)	0	0	0	
Flipper coil (Cook) (n=1)	0	1	0	
ADO I (n=3)	1	1	1	
NOK (n=0)	0	0	0	
ADO II (n=2)	1	1	0	

Tablo 17. PDA tipi ile rezidüel şantın ilişkisi

Krichenko sınıflaması	Tip A	Tip B	Tip C	Tip D	Tip E	Sınıflandırılmayan	P
Hemen olan rezidüel şant (n=108/380)	94/314 (%29.9)	4/12 (%33.3)	9/35 (%25.7)	-	1/6 (%16.7)	-	0.102
Altı ay sonra rezidüel şant (n=10/380)	8/314 (%2.5)	-	2/35 (%5.7)	-	-	-	0.770

Hemen olan rezidüel şant; kateter salonunda cihaz serbestleştirildikten 10 dk sonra yapılan enjeksiyonda duktustan kontrast maddenin geçmesi olarak değerlendirildi. Altı ay sonra RŞ; cihaz serbestleştirildikten altı ay sonra bakılan Doppler EKO'da görülen rezidüel duktus akımı olarak değerlendirildi.

PDA'nın D1 çapı ile kullanılan cihaz ilişkisi: PDA'ların ortalama D1 çapı ile kullanılan cihaz ilişkisi Tablo 18'de görülmektedir. İstatistiksel olarak Gianturco koilin ADO I ve NOK ile, Flipper koilin (Cook) ADO I ile, ADO I'in Gianturco koil, Flipper koil (Cook), ADO II ve NOK ile, ADO II'nin ADO I ve NOK ile, NOK'un Gianturco koil ve ADO I cihazı ile arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ($p=0.001$).

PDA'nın D1 çapı ile rezidüel şantın ilişkisi: Cihaz serbestleştirildikten 10 dk sonra, D1 çapı ≤ 1.5 mm'nin altında olan hastaların %19.8'inde (18/91), D1 çapı 1.5-2.5 mm olanların %22.6'sında (33/129), D1 çapı 2.5-3.5 mm olanların %30.1'inde (22/73), D1 çapı 3.5-4 mm olanların %50'sinde (16/30) ve D1 çapı 4 mm'nin üstünde olanların %37.5'inde (12/32) rezidüel şant vardı. İstatistiksel olarak D1 çapı ile rezidüel şant arasında anlamlı fark bulundu ($p=0.029$). Altı ay sonra bakılan EKO'da D1 çapı 1.5-2.5 mm olanların %3.2'sinde (4/126), D1 çapı 2.5-3.5 mm olanların %2.7'sinde (2/73), D1 çapı 3.5-4 mm olanların %10'unda (3/30) ve D1 çapı 4 mm'nin üstünde olanların %3.1'inde (1/32) rezidüel şantın devam ettiği görüldü. İstatistiksel olarak D1 çapı ile altı ay sonra devam eden rezidüel şant arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p=0.090$) (Tablo 18).

Tablo 18. Duktusun en dar çapı (D1) ile rezidüel şant ilişkisi

	≤1.5mm	1.5-2.5mm	2.5-3.5 mm	3.5-4 mm	>4 mm	Bilinmeyen	P
Hemen olan rezidüel şant (n= 105/369)	18/91 (%19.8)	33/129 (%25.6)	22/73 (%30.1)	15/30 (%50)	12/32 (%37.5)	5/14 (%35.7)	0.029
Altı ay sonra olan rezidüel şant (n= 10/366)	-	4/126 (%3.2)	2/73 (%2.7)	3/30 (%10)	1/32 (%3.1)	-	0.090

PDA kapatma işlemi öncesi ve altı ay sonrası sol ventrikül diastol sonu (SVDSC) ile sol ventrikül sistol sonu çaplarının (SVSSÇ) karşılaştırılması: İşlem öncesi ile sonrası SVDSC, SVSSÇ ve EF değerleri ortalamaları Tablo 19’da görülmektedir. Yapılan EKO’da işlem sonrası SVDSSÇ ile SVSSÇ çaplarında işlem öncesine göre küçülme görülürken, EF’de ise işlem sonrasında artış saptandı ve bunlar istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p=0.001$). EF’sine bakılan toplam 335 hastanın 24’ünde (% 7.2) işlem öncesi, 5’inde (%1.5) ise işlem sonrası $\leq\%60$ ve altında tespit edildi ve aralarındaki fark anlamlı bulundu ($p=0.001$) (Tablo 19).

Tablo 19. İşlem öncesi ve sonrası sol ventrikül çapı ve fonksiyonları

	İşlem öncesi n=333	İşlem sonrası n=333	P değeri
SVDSC (n=333)	3.5 ± 0.9	3.2 ± 0.8	0.001
SVSSÇ (n=333)	2.4 ± 3.8	1.9 ± 0.5	0.001
EF (n=319)	%68 (49-85)	%71 (56-89)	0.001
EF ≤%60 (n=335)	24 (%7.2)	5 (%1.5)	0.001

EF, ejeksiyon fraksiyonu; EF ≤%60; ejeksiyon fraksiyonu %60’ın altında; SVDSC, sol ventrikül diastol sonu çap; SVSSÇ, sol ventrikül sistol sonu çap.

Pulmoner hipertansiyonu olan hastalarda kullanılan cihazlar: Pulmoner hipertansiyonu olan hastalarda kullanılan cihazlar ilişkisi Tablo 10’da görülmektedir. PAH’ı olan hastalarda anlamlı olarak daha fazla ADO I (%42.8) kullanılırken ($p=0.001$), PAH’ı olan hiçbir hastada Gianturco koil kullanılmadı.

Cerrahi ve perkütan yolla duktal oklüzyon uygulanan ve rezidüel şantı devam eden hastaların PDA’larının kapatılması: Cerrahi yöntemle duktal ligasyon uygulanan ve sonrasında rezidüel şantı devam eden yedi (%1.8) hastaya transkateter yolla PDA kapatma uygulandı. Ayrıca transkateter yolla PDA’sı kapatılan ve rezidüel şantı devam eden sekiz (%2) hastaya ikinci cihaz kullanıldı. Bu hastaların beşinin PDA’sının NOK ile, ikisinin ADO II ile, birinin ise cerrahi yolla ligasyon sonrası

rezidüel şantı devam etmesi nedeni ile rezidüel PDA'lar NOK ile kapatıldı. Bu sekiz hastaya ikinci cihaz olarak Flipper coil (Cook) kullanıldı ve bu hastaların PDA'larının tamamen oklüze olduğu görüldü.

Aynı seansta yapılan diğer invazif girişimler: Transkateter yolla PDA kapatma ile birlikte aynı seansta; iki hastaya Amplatzer septal oklüder ile ASD kapatma, birer hastaya ise APCA'nın Gianturco coil ile oklüzyonu, Amplatzer perimembranöz VSD cihazı ile VSD kapatma ve valvüler pulmoner darlığa balon valvüloplasti uygulanması işlemi yapıldı.

PDA ile ilişkili pulmoner endarterit sıklığı: İki hastada (%0.5) PDA ile ilişkili pulmoner endarterit saptandı. Hastalardan birisinde altı hafta süresince uygulanan medikal tedavi sonrasında, aktif enfeksiyon geçmesine rağmen, EKO'da pulmoner arter içindeki vegetasyonların devam ettiği görüldü. Bu nedenle cerrahi olarak vegetasyonlar temizlendi; yapısı bozulan pulmoner kapağa tamirat yapılarak PDA'ya duktal ligasyon uygulandı. Diğer hastanın ise altı haftalık medikal tedavi sonrasında, enfeksiyonun geçmesi, akut faz reaktanlarının negatifleşmesi ve pulmoner arter içindeki vegetasyonların kaybolması sonucu PDA'sı transkateterle yolla kapatıldı.

5.TARTIŞMA

Prematüreler hariç tutulduğunda, PDA tüm doğumsal kalp hastalıklarının %5-10'unu oluşturmaktadır (1,7,8). Perkütan yolla PDA kapatılması, 1992 yılından beri başarılı bir şekilde uygulanmaktadır (31). Teknolojinin hızlı gelişiminin getirdiği cihaz çeşitliliği ve uygulama kolaylığı, birçok PDA tipinin transkateter yolla kapatılabilir hale gelmesini sağlamıştır. 15 yıl öncesine kadar sınırlı sayıdaki hastaya transkateter yolla kapatma uygulanırken, artık az sayıda hastaya cerrahi uygulanır hale gelmiştir (29-38). Transkateter yolla PDA kapatma, bakteriyel endarterit, hipertansif pulmoner vasküler hastalık, anevrizma formasyonu ve konjestif kalp yetersizliği gibi durumların oluşma riskini ortadan kaldırır (23). Geriye dönük yaptığımız bu çalışmada, kliniğimizde PDA kapatmada kullanılan Gianturco koil, Flipper koil (Cook), NOK, ADO I, ADO II, ADO II AS ve diğer cihazların sonuçlarını, etkinliklerini, komplikasyonlarını ve birbirine üstünlüklerini karşılaştırdık.

Transkateter yolla PDA'ları kapatılan hastaları, işlemden 24 saat sonra, iki ve altı ay sonra tam oklüzyon ve rezidüel şant oranını, sol pulmoner arter ve inen aortadaki darlığın izlemine ve sol ventrikül diastol-sistol sonu çaplarını EKO ile takip ettik. PDA'nın tam oklüzyonu durumunda, rekanalizasyon görülmediği gibi, rezidüel şantı olan hastalarda ise altı aylık takip süresince PDA'nın tamamen kapandığı bilinmektedir (69). Bu nedenle rezidüel şantı olan hastalarda, tekrar müdahale etmek için, altı aylık izlem önerilmektedir. Bizim hastalarda tam oklüzyon oranı, ADO II AS, ADO I ve Gianturco koilde %100, ADO II %98.5, Flipper koil (Cook)'de %98.1 ve NOK'da ise %90.9 olarak bulundu. ADO I ve ADO II cihazları kullanıma girmeden önce, kullanılabilecek cihaz tipinin ve sayısının kısıtlı olması nedeni ile NOK ile görülen rezidüel şant oranının yüksek çıkmasının buna bağlı olabileceği düşünüldü.

Cinsiyet, yaş ve vücut ağırlığının kullanılan cihazlarla karşılaştırılması: PDA kızlarda erkeklere göre 2-3 kat daha sık görülmektedir (1,7,8,48,61,62,70-73). Bizim çalışmada da literatürle uyumlu bir şekilde kız cinsiyet oranının (kız/erkek; 1.8) daha yüksek olduğu görüldü.

Hastaların yaşları ve vücut ağırlıkları Tablo 20’de de belirtildiği gibi cihaz seçiminde etkili olabilmektedir (39,40,62,63,70-75). Brunetti ve ark.’ları (73) çoğunlukla ADO I cihazı, Flipper koil (Cook) ve Gianturco koil kullandıkları 359 hastanın yaş ortalamasını 4.3 ± 6.8 yıl, vücut ağırlığı ortalamasını 18.7 ± 18.4 kg, Takata ve ark.’ları (70) 286 hastanın ortanca yaşını 5.0 yıl (0.7-74 yıl), vücut ağırlığı ortancasını 18.1 kg (5.9-99.1 kg) bulmuşlardır. Bizim çalışmada ise 392 hastanın yaş ortancası 3 yıl (1 ay-49 yaş), vücut ağırlığı ortancası 13 kg (2-77 kg) olup, literatürle paralellik göstermektedir. Pass ve ark.’ları (45), çok merkezli ve ADO I cihazı kullandıkları 484 hastayı içeren çalışmalarında, yaş ortancasını 1.8 yıl (0.2-70.7 yıl), vücut ağırlığı ortancasını 11 kg (4.5-164.5 kg) saptamışlardır. Ghasemi ve ark (71) ADO I kullandıkları hastaların yaş ortalamasını 6.8 ± 10.1 yıl, Gianturco’da 4.7 ± 5.1 yıl, Flipper koil (Cook)’de 4.3 ± 5.1 , NOK’da 6.5 ± 8.6 yıl olarak bildirmişlerdir. NOK kullandıkları hastaların yaş ortalamasını, diğer gruplara göre anlamlı bir şekilde yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Brunetti ve ark’ları da (73) hastaların yaş ortancasını ADO I’de 4.3 yıl, Gianturco koilde 4.2 yıl ve Flipper koil (Cook)’de ise 4.4 yıl olarak bulmuşlardır. Kharouf ve ark.’ları (72) 70 hastalık serilerinde (65 hastaya ADO I, üç hastaya Amplatzer müsküler VSD cihazı ve iki hastaya ise Amplatzer vasküler plug kullanılmış) yaş ortancasını 1.8 yıl (4 ay-75 yaş), vücut ağırlığı ortancasını 12 kg (5-112 kg), Saliba ve ark.’ları (62) ADO II kullandıkları 16 hastanın yaş ortancasını 1.3 yıl (9 ay-11 yaş), vücut ağırlığı ortancasını 12 kg (5.7-29 kg) bulmuşlardır. Thanopoulos ve ark.’ları (39) ADO II kullandıkları 25 hastanın yaş ortancasını 3.2 yıl (0.1-5 yaş) ve vücut ağırlığı ortancasını 10.5 kg (3-18 kg) olarak bildirmişlerdir. Parra-Bravo ve ark.’ları (75) ADO I kullandıkları bir yaş altındaki 29 hastanın yaş ortalamasını 8.9 ay (4-12 ay), vücut ağırlığı ortalamasını ise 6.4 kg (3.8-10 kg) bulmuşlardır. Agnoletti ve ark.’ları (40) ADO II AS cihazı kullandıkları yedi hastanın yaş ortancasını 1.5 yıl, vücut ağırlığı ortancasını 11.4 kg olarak bildirmişlerdir.

Çoklu cihaz kullanılan çalışmalarla karşılaştırıldığında, bizim hastaların yaşları ve vücut ağırlığı ortalamaları Tablo 20’de görüldüğü gibi daha düşük bulunurken, Gianturco koil ve Flipper koilde ise diğer çalışmalara göre daha fazla olduğu tespit edildi. Gianturco kullanılan hastaların duktuslarının D1 çapı ise diğer çalışmalarla paralel bulundu.

ADO I cihazı kullandığımız hastaların yaşı, vücut ağırlığı ve duktusun D1 çapı diğer çalışmalarla paralel bulunurken, ADO II kullandığımız hastaların yaşları ve vücut ağırlığı diğer çalışmalara göre fazla bulunup, D1 çapı ise daha küçük bulunmuştur. ADO II AS cihazı daha çok yenidoğan ve prematüre bebeklerde kullanıldığından diğer çalışmaya göre vücut ağırlığı ve yaş oranı daha düşük bulundu.

Tablo 20. Cihaz tipinin yaş ve vücut ağırlığı ile ilişkisinin diğer çalışmalarla karşılaştırılması

Çalışma adı	Hasta sayısı	Yaş (ort veya ortanca) (yıl)	Vücut ağırlığı ortalama veya ortanca (kg)	PDA en dar (D1) çapı (mm)	Cihaz
Brunetti ve ark (73)	359	4.3 ± 6.8	18.7 ± 18.4	2.1 ± 1.4	Çoklu cihaz
Takata ve ark (70)	286	5.0 (0.7-74)	18.1 (5.9-99.1)	2.0 (0.3-5.6)	Çoklu cihaz
Bizim çalışma	392	3.0 (0.08-49)	13.0 (2-77)	2.5 ± 1.4	Çoklu cihaz
Ghasemi ve ark (71)	155	6.5 ± 8.6	19.8 ± 16.6	2.3 ± 1.4	NOK
Bizim çalışma	77	5.4 ± 5.4	18.0 ± 12.4	2.3 ± 1.0	NOK
Ghasemi ve ark (71)	120	4.7 ± 5.1	20.4 ± 21.2	2.2 ± 0.8	Gianturco
Brunetti ve ark (73)	161	4.2	18.8	1.3	Gianturco
Bizim çalışma	14	6.6 ± 5.2	23.3 ± 15.5	1.4 ± 0.3	Gianturco
Pass ve ark (45)	484	1.8 (0.2-70.7)	11 (4.5-164.5)	2.6 (0.9-11.2)	ADO I
Brunetti ve ark (73)	174	4.3	18.6	2.8	ADO I
Parra-Bravo ve ark (75)	29	8.9 ay (4-12 ay)	6.4 (3.8-10)	3.2 (2-7.3)	ADO I
Ghasemi ve ark (71)	152	6.8 ± 10.1	20.5 ± 19.2	3.2 ± 1.5	ADO I
Kharouf ve ark (72)	70	1.8 (4 ay-75)	12 (5-112)	-	ADO I
Bizim çalışma	92	5.1 ± 5.1	18.7 ± 13.7	3.4 ± 1.3	ADO I
Saliba ve ark (62)	16	1.3 (9 ay-11)	12 (5.7-29)	2.4 ± 0.9	ADO II
Thanopoulos ve ark (39)	25	3.2 (0.1-5)	10.5 (3-18)	3.6 ± 1.3	ADO II
Bhole ve ark (63)	27	22 ay (7 ay-68)	11.7 (6.9-108)	2.6 (1-4.5)	ADO II
Bizim çalışma	134	3.5 ± 3.7	14.6 ± 10.4	1.9 ± 0.8	ADO II
Agnoletti ve ark (40)	7	1.5	11.4	-	ADO II AS
Bizim çalışma	5	0.3 ± 0.1	4.4 ± 0.5	2.1 ± 0.6	ADO II AS

Yaşı küçük ve vücut ağırlığı düşük hastalarda transkateter yolla PDA kapatma işlemi, diğerlerine göre daha zordur. Femoral damarların çapının küçüklüğü nedeniyle

kullanılan kılıf damarda yırtılma ve tromboza neden olabilir, hem de kullanılan cihazın aorta ve sol pulmoner artere protrüzyonu riski daha yüksektir. Bu nedenle vücut ağırlığı 10 kg'nın altındaki hastaların transkateter yolla PDA'larının kapatılması tartışma konusu olmuştur (27,76-78). Günümüzde ise yeni çıkan cihazların uygun boyutlarda olması (ADO II, ADO II AS gibi), küçük kılıflarla (4F) kullanılabilmesi ve taşınabilir görüntüleme yöntemleri nedeni ile daha düşük kilolu hastalarda rahatlıkla PDA kapatılabilmektedir (40,79). Brunetti ve ark.'ları (73), vücut ağırlığı 6 kg'ın altında olan hastalarda, ADO II kullanıma girmeden önce, sıklıkla ADO I ve Gianturco koil kullanmışlardır. ADO I kullanılan bir hastada aritmi ve EKG'de ST segmentinde değişiklik, Gianturco koil kullandıkları bir hastada ise cihaz embolizasyonu olduğunu bildirmişlerdir. Biz de, vücut ağırlığı 6 kg'ın altında olan hastalarda sıklıkla ADO II ve ADO II AS cihazlarını kullandık. Sadece bir hastada sol pulmoner arterde hafif daralma (20mmHg gradiyent) görülürken, diğerlerinde komplikasyon olmadı. Sonuç olarak vücut ağırlığı düşük olan hastalarda duktusa uygun cihaz kullanıldığında transkateter yolla PDA kapatma işlemi etkili ve güvenli olabilmektedir.

PDA kapatma işleminin etkinliği: Transkateter yolla PDA kapatmada, cihaz serbestleştirildikten 10 dk sonra yapılan kontrast madde enjeksiyonunda tam oklüzyon oranı Gianturco ve Flipper koilde (Cook) %62-89 arasında değişmektedir (56, 80-84). Moore (80) ve Lloyd (81), Gianturco koilde tam oklüzyon oranını %62 ve %68 oranında rapor etmişlerdir. Ghasemi ve ark.'ları (71) ise bu oranı %65 olarak bildirmişlerdir. Magee ve ark.'ları (85), Avrupa bölgesi verilerinde, hemen olan tam oklüzyon oranını %59, bir yıl sonraki oranı ise %95 olarak rapor etmişlerdir. Hijazi ve Geggel (82), çapı ≥ 4 mm, anterograd yol ve multipl Gianturco koil kullanarak PDA kapatma işlemi uyguladıkları hastalarda hemen olan tam oklüzyon oranı %89, altı hafta sonra ise oranın %94.4'e yükseldiğini bildirmişlerdir. Hijazi ve Geggel (83), tek veya multipl koil tekniği kullandıkları, 100 hastadan oluşan çalışmada hemen olan tam oklüzyon oranını %93 bulmuşlardır. Takata ve ark.'ları (70) ile Brunetti ve ark.'ları (73), Gianturco koil kullandıkları PDA'larda tam oklüzyon oranını %96 ve %96.9 gibi yüksek değerlerde olduğunu bildirmişlerdir.

Bizim çalışmamızda ise Gianturco koil kullanılan hastalarda, cihaz serbestleştirildikten 10 dk sonra yapılan aortogramda tam oklüzyon oranı %92.9 bulunurken, iki ay sonra ise bu oranın %100'e yükseldiği bulundu. Son yıllarda yapılan

diğer çalışmalarda da olduğu gibi çalışmamızda tam oklüzyon oranının yüksek çıkmasının, günümüzde farklı cihaz seçeneklerinin mevcut olması nedeni ile bu koillerin yalnızca Gianturco koil için uygun olan duktuslarda kullanılmasına bağlı olabileceği düşünüldü.

Uzun ve ark. 'ları (56) Flipper koil (Cook) kullandıkları çalışmada işlem sonrası hemen ve altı ay sonra olan tam oklüzyon oranı %66 ve %91 olarak bildirmişlerdir. Brunetti ve ark.'ları (73) ise tam oklüzyon oranını %100 olarak bulmuşlardır. Ghasemi ve ark.'ları (71) da, işlemden hemen sonra tam oklüzyon oranını Flipper koil (Cook) (%68) ile Gianturco koil (%65) kullanılan hastalarda birbirine yakın bulmuşlardır. Altı ay sonra ise bu oranları, Flipper koil (Cook)'de %87, Gianturco koilde ise %84 olduğunu saptamışlardır. Brunetti ve ark.'ları (73), Flipper koil (Cook) kullandıkları 18 hastada tam oklüzyon oranını %100 olarak bildirmişlerdir. Bizim hastalarda ise Flipper koil (Cook)'de tam oklüzyon oranı, cihaz serbest bırakıldıktan 10 dk sonra %69.8, 24 saat sonra %86.8, iki ay sonra %94.4 ve altı ay sonra da %98.1 olarak bulundu. Gianturco koilde ise cihaz serbestleştirildikten 10 dk sonra tam oklüzyon oranı %92.9 iken, 24 saat sonra ise EKO'da tam oklüzyon oranının %100'e çıktığı görüldü. Bu sonucun, operatörün deneyimi ve duktus çap ve uzunluğuna uygun cihazın kullanılmasına bağlı olduğunu düşünüyoruz.

Bizim hastalarda rezidüel şant, cihaz serbest bırakıldıktan 10 dk sonra en fazla NOK (%46.7)'de görülürken, bunu ADO II (%23) ve ADO I (%22.8) takip etmekteydi. Ghasemi ve ark.'ları (71) hemen olan rezidüel şantın NOK'da %52, ADO I'de %43, altı ay sonra ise NOK'da %2.1, ADO I'de ise %3.3 oranında devam ettiğini bildirmişlerdir. Parra-Bravo ve ark.'ları (75) bir yaş altındaki infantlarda kullandıkları ADO I, cihaz serbest bırakıldıktan hemen sonra %65.5 ve üç ay sonra ise %96.1 oranında tam oklüzyon saptamışlardır. ADO I ile ilgili yapılan çok merkezli çalışmalarda tam oklüzyon oranı cihaz bırakıldıktan sonra %76 bulunurken, bir yıl sonra bu oranın %99.7'e kadar çıktığı belirtilmiştir (45). Masura ve ark.'ları (47) ADO I kullandıkları 23 hastada, işlemden 24 saat sonra tam oklüzyon oranını %100 olarak belirtmişlerdir. Saliba ve ark.'ları (62), ADO II kullandıkları 16 hastada, cihaz serbest bırakıldıktan 5 dk sonra yaptıkları aortogramda, tam oklüzyon oranını %75, 24 saat ve üç ay sonra ise bu oranın %93.7'e kadar yükseldiğini rapor etmişlerdir. Thanopoulos ve ark.'ları (39) ADO II kullandıkları 25 hastada, bir ay sonra tam oklüzyon oranını %96 olarak

belirtmişlerdir. Görüldüğü üzere merkezler arasında, cihaz serbest bırakıldıktan sonraki tam oklüzyon oranları farklı olmasına rağmen, uzun vadeli izlemlerde tam oklüzyon sonuçları birbirine yakın bulunmuştur.

Tometzki ve ark.'ları (57), NOK'da erken (24 saat sonra) tam oklüzyon oranını %91 olarak bildirmişlerdir. Çeliker ve ark.'ları (58) ise erken tam oklüzyon oranını %71 ve altı ay sonraki tam oklüzyon oranını da %93 olarak belirtmişlerdir. Gamboa ve ark.'ları (86) NOK kullandıkları 28 hastada tam oklüzyon oranını, cihaz serbest bırakıldıktan 10 dk sonra %53.5, 12 ay sonra %95.2 ve 18 ay sonra ise %100 bulmuşlardır. Moore ve ark.'ları (59) NOK kullandıkları hastalarda tam oklüzyon oranını, erken dönemde %55, iki ay sonra %88 ve 12 ay sonra ise bu oranı %94 olarak bulmuşlardır. Bizim çalışmada ise NOK kullanılan hastalarda tam oklüzyon oranı erken dönemde %53.3, 24 saat sonra %68.8, iki ay sonra %80.5 ve altı ay sonra ise %91 olduğu görüldü ve bu sonuçlar literatürle uyumlu bulundu.

Krichenko'ya göre (50) Tablo 21'de de belirtildiği gibi en sık görülen duktus tipinin Tip A duktus (konik tip) olduğu görülmüştür. Duktusun anatomik tipi ve en dar (D1) çapının büyüklüğü, rezidüel şantın oluşmasında ve devam etmesinde etkilidir (71,73). Ghasemi ve ark.'ları (71) Krichenko'ya göre Tip C (tübüler) duktus ve D1 çapı >3 mm olan PDA'larda rezidüel şantın daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda ise cihaz serbest bırakıldıktan sonra rezidüel şant en fazla Tip B duktusta (%33.3) görülürken, Tip A ve Tip C'de ise %29.9 ile %25.7 oranındaydı. Altı ay sonra Tip B duktuslu hastalarda rezidüel şant kaybolurken, Tip C'de %5.7 ve Tip A'da ise %2.5 oranında devam ettiği saptandı. D1 çapı 2.5 mm'nin altında olan hastalarda rezidüel şant oranı %22.8 iken, D1 çapı 2.5 mm'nin üstünde olan hastalarda bu oranın %37 olduğu saptandı. Ayrıca D1 çapı <1.5 mm'nin altında olan hastalarda rezidüel şant oranı %19.6 iken, D1 çapı 3.5-4 mm olanlarda bu oran %51.6 olarak bulundu. Altı ay sonra bakılan EKO'da D1 çapı 2.5 mm'nin altında olan hastalarda rezidüel şant oranı %1.8 iken, diğer grupta ise bu oran %4.3 olarak tespit edildi. Ayrıca D1 çapı >4 mm'nin üstünde olan hastalarda rezidüel şantın az görülmesinin nedeni, duktusu geniş olduğunda, buna göre büyük cihaz kullanılmasına bağlı olduğu düşünülmektedir.

Tablo 21. Krichenko'ya göre PDA tiplerinin diğer merkezlerle karşılaştırılması

Çalışma merkezi	Toplam hasta sayısı	Tip A	Tip B	Tip C	Tip D	Tip E	Diğer
Ghasemi ve ark (71)	546	355 (%65)	40 (%7.3)	45 (%8.2)	11 (%2)	84 (%15.4)	11 (%2)
Brunetti ve ark (73)	359	206 (%57.4)	28 (%7.8)	53 (%14.8)	22 (%6.1)	50 (%13.9)	
Bizim çalışma	392	318 (%81.1)	14 (%3.6)	42 (%10.7)	1 (%0.2)	6 (%1.5)	11(%2.8)

Komplikasyonlar: Transkateter yolla PDA kapatma işlemi etkili ve güvenli olmasına rağmen, bazı hastalarda cihaz embolizasyonu, rezidüel defekti olanlarda şiddetli hemoliz, duktusta rekanalizasyon, sol pulmoner arter ve inen aortaya cihazın protrüzyonu gibi komplikasyonlar görülebilir (53,87-90). Operatör duktusun boyutlarını ölçerken dikkatli ve titiz davranmadığında, ayrıca cihazın kalibrasyonunu doğru yapmadığında, uygun olmayan cihaz seçiminde ve ağır pulmoner hipertansiyon varlığında embolizasyon riski ve cihaz protrüzyonu gibi sorunlar meydana gelebilir.

Duktusun morfolojik tipi cihaz embolizasyonunda etkilidir. Cihaz embolizasyonu daha çok Tip B ve C duktuslarda görülür. Flipper koil (Cook)'de %2.5, ADO I'de %0.4 ve NOK'da %2 oranında cihaz embolizasyonu görüldüğü bildirilmektedir. Embolizasyon riskini azaltmak için uygun boyutta cihaz kullanılması önerilmektedir (91-94).

Transkateter yolla PDA kapattığımız hastaların hiçbirinde rekanalizasyon ve hemoliz görülmezken, ADO I kullandığımız bir hastada (8 yaşında Down sendromu, 4.4 mm Tip C duktus, ASD ve ağır PAH'ı olan kız hasta) cihazın arkus aortaya embolize olması sonucu cerrahiye verildi. PDA oklüzyonu sırasında ortaya çıkan cihaz embolizasyonu, %9-23 oranında olmak üzere en fazla Gianturco koilde görülmekte olup (71,87), Bunu Flipper koil (Cook) (%2.5), ADO I (%0.4) ve NOK (%2) izlediği bildirilmektedir (45,71). Embolizasyon riskini azaltmak için uygun boyutta cihaz kullanılması önemlidir (45,71). Bizim hastalarda ise, işlem sırasında ADO II ve ADO II AS'da cihaz embolizasyonu görülmezken, ADO I (%2.2) ve NOK (%2.6) kullanılan

ikişer hastada, Gianturco koil (%7.1) ve Flipper koil (Cook) (%1.9) kullanılan birer hastada cihaz embolizasyonu gelişti.

Cihaz protrüzyonuna bağlı inen aortada obstrüksiyon ve sol pulmoner arter (LPA) darlığı transkateter yolla PDA oklüzyonunda görülebilen komplikasyonlardır (62,71,72,75). Pass ve ark'ları (45) ADO I kullandıkları hastalarda iyatrojenik aort koarktasyonun görülmediğini ve kısmi LPA darlığı sıklığının ise (2/435 hasta) %0.5 oranında olduğunu bildirmişlerdir. Moore ve ark'ları (59) ise hastalarında LPA darlığı ve koarktasyon gelişmediğini bildirmişlerdir. Ghasemi ve ark'ları (71) ise NOK kullandıkları hastaların %0.7'de koarktasyon, %1.7'de LPA stenozu, ADO I cihazı kullandıkları hastaların %0.7'de LPA darlığı ve Gianturco koil kullandıkları hastaların %0.5'de ise LPA darlığı bildirmişlerdir. Saliba ve ark.'ları (62) ADO II kullandıkları 16 hastadan ikisinde inen aortada hafif darlık saptamışlardır. Thanopoulos ve ark.'ları (39) ADO II kullandıkları 25 hastanın hiçbirinde inen aortada darlık olmadığını, ikisinde sol pulmoner arter dalında hafif darlık (Doppler EKO'da 15mmHg gradiyent) tespit ettiklerini belirtmişlerdir. Hastalarda iyatrojenik aort koarktasyonu veya inen aortada akım hızlanması (Doppler'de akım velositesi ≥ 2 m/sn) bizim hastaların %3.2'inde (12/380 hasta) tespit edildi. İyatrojenik aort koarktasyonu veya inen aortada akım hızlanması ADO II'de %7.5 (10/134 hasta) ve ADO I'de ise %2.2 (2/92 hasta) oranında görüldü. Gianturco koil, Flipper koil, NOK ve ADO II AS kullandığımız hastalarda ise inen aortada obstrüksiyon saptanmadı. İnen aortada orta derecede darlığı olan bir hastada femoral nabız zayıflığı ve üst ekstremité ile alt ekstremité arasında tansiyon farkı vardı. Bu hastaya inen aortadaki obstrüksiyonu azaltmak için, balon anjiyoplasti ile cihaz protrüzyonu azaltmaya çalışıldı; fakat işlem başarılı olmadı. Hastanın sol kalp boşluklarında genişleme olmaması ve hastanın gelişiminin iyi olması nedeni ile izlem kararı alındı. Hafif aort koarktasyonu veya inen aortada akım hızlanması olan hastaların, alt ve üst ekstremité arasında tansiyon farkının olmaması ve femoral nabızlarının iyi alınması nedeni ile sadece EKO ve klinik yönden takibi yapıldı. Hastaların uzun süreli takiplerinde (EKO ve klinik olarak) ise, bu sorunların düzlediği görüldü. Sonuç olarak cihaz protrüzyonuna bağlı LPA darlığı ve iyatrojenik aort koarktasyonu tolere edilebilir ise cihazı geri almaya gerek olmadığı, hastanın klinik ve EKO ile takibinin yeterli olacağı söylenebilir.

Hemodinamik olarak küçük şanlı PDA'da sol ventrikülde genişleme çok az iken, orta ve geniş PDA'da ise sol ventriküldeki aşırı hacim yükü sonucu sol atriyum ve sol ventrikülde genişleme görülebilir (1,7,8). Bazı hastalarda PDA'ya bağlı sol kalp boşluklarında genişleme ve sistolik disfonksiyon gelişebildiği, transkateter veya cerrahi yolla kapatma işleminden birkaç ay sonra sol kalp boşluklarındaki genişlemenin gerilediği ve sol ventrikül sistolik fonksiyonun düzeldiği belirtilmektedir (95-97). Bizim çalışmamızda da işlem öncesi sol ventrikül diastol sonu çapı ve EF (3.5 ± 0.9 , ortalama EF; %68), işlemten altı ay sonra sol ventrikül diastol sonu çapı ve EF'ye göre (3.2 ± 0.8 , ortalama EF; %71) farklı bulundu ($p=0.001$). Sonuç olarak, volüm ve basınç yükü ortadan kalktıktan sonra sol ventriküldeki genişlemenin gerilediği ve EF'nin arttığı görüldü.

Yeni kullanıma sunulan cihaz; ADO II AS ile PDA kapatma: Vücut ağırlığı düşük olan hastalarda, transkateter yolla PDA kapatma işlemi daha zor olabilmektedir. Bu amaçla duktusun anatomik yapısına uygun olan ADO II AS cihazı bize bir takım avantajlar sağlamaktadır. Cihaz özel tasarımı nedeni ile uygun boyutta seçildiğinde, inen aorta ve sol pulmoner arterde darlığa neden olmaksızın, tamamen duktusun içinde bırakılabilmektedir (40,64). Ayrıca düşük profilli olması, arteryel veya venöz yolla girişime izin vermesi, küçük kılıfla kullanılabilmesi (tüm boyutları için 4F kılıf kullanılmaktadır) ve daha fleksibl olması kullanım avantajı sağlamaktadır. Cihaz serbestleştirildikten 10 dk sonra tam oklüzyon oranı %100'e yakındır (40,64). ADO II AS kullandığımız hastalarda, işlemten 24 saat sonra tam oklüzyon olduğu ve herhangi bir komplikasyon gelişmediği görüldü. Vücut ağırlığı küçük olan hastalarda ADO II AS iyi bir tercih olabilir.

Aynı seansta birden fazla invazif girişim uygulanması: Girişimsel kateterizasyonda yeni gelişmeler ışığında, aynı seansta birden fazla invazif girişim uygulanması, bazı hastalarda ek cerrahi gereksinimini ortadan kaldırmaktadır (87). Birçok merkezde aynı seansta PDA, ASD ve VSD kapatılması, pulmoner balon valvuloplasti, duktusa ve pulmoner arter dallarına stent uygulanması işlemi yapılmaktadır (98-101). Bizde, beş hastaya aynı seansta ikinci invazif girişim (iki ASD ve bir VSD kapatma, bir pulmoner balon valvuloplasti ve bir APCA'ya koil oklüzyonu) yapıldı. Sonuç olarak birden fazla doğumsal kalp hastalığı olan hastalara, uygun

endikasyonda ve uygun prosedürle aynı seansta birden fazla invazif girişim uygulanması güvenli ve etkili olabilmektedir.

Standart dışı cihaz kullanımı: Girişimsel kardiyojji pratiğinde cihazların üretim amaçları dışında kullanılmasına “off-label” kullanım denir (65). Girişimsel kardiyojjiye çok sık kullanılan Amplatzer vasküler plug ve Amplatzer müküler VSD oklüder cihazı PDA kapatılmasında da kullanılabilir (66,67). Biz de, geniş tübüler PDA ve/veya orta-ağır pulmoner HT’u olan ikişer hastada Amplatzer vasküler plug ve Amplatzer müküler VSD oklüder cihazını kullandık. Vasküler plug ve müküler VSD cihazı PAH ve tübüler duktus oklüzyonunda kullanıldığında cihazın embolizasyon riski daha düşük olmaktadır. Hastaların uzun vadeli takiplerinde ise bu işlemin etkili ve güvenli olduğunu düşünüyörüz.

PAH olan hastalarda PDA kapatma işleminin uygulanması: Yapılan çalışmalarda reversibl ağır PAH’ı olan PDA hastalarında ADO I, müküler VSD cihazı ve vasküler plug kullanımının güvenli olduğu belirtilmektedir (47,102,103). Geniş PDA’ya sahip ve gelişmekte olan ölkelerde yaşayan hastalarda PAH sıklığı artmaktadır. Ayrıca PAH’ı olan hastalarda cerrahi olarak duktal ligasyon yüksek risk taşımaktadır. Yeni teknik ve cihazlarla PAH’ı olan hastalarda transkateter yolla PDA kapatma işlemi uygulanması son yıllarda artış göstermektedir. PAH’ı olan PDA hastalarında PDA kapatıldığı zaman hem hemodinamik düzelme hem de reversibl PAH’ta düzelme olabilmektedir (34,47,22,102). PAH’ı olan PDA hastalarında cihaz embolizasyonu riski nedeni ile transkateter yolla kapatmada sıklıkla ADO I, müküler VSD cihazı ve vasküler plug, diğer cihazlara göre güvenli bir şekilde kullanılabilir (47,102,103). Transkateter yolla PDA kapatılma kararı, ağır PAH’lı hastalardan pulmoner vasküler reaktivite testi pozitif bulunanlarda, geçici balon oklüzyonu ile pulmoner hipertansif kriz gelişmeyenlerde verildi. Bizim hastalarımızın da uzun süreli takiplerinde sorun olmadığı görüldü.

Cerrahi ve perkütan yolla duktal oklüzyon uygulanan ve rezidüel şantı devam eden hastaların PDA’larının kapatılması: PDA’nın tam oklüzyonu durumunda rekanalizasyon görölmediği gibi, rezidüel şantı olan hastalarda altı aylık takip süresince PDA’nın tamamen kapandığı bilinmektedir (69). Bu nedenle rezidüel şantı olan hastalarda tekrar müdahale etmek için altı aylık izlem önerilmektedir. Cerrahi duktal ligasyon sonrası ve transkateter kapatma sonrası PDA’larda rezidüel şant devam

edebilir. Özellikle geniş PDA'larda ve uygun boyutta cihaz seçilmediğinde, bu oran daha yüksektir. Rezidüel şant sıklığı %3 ile %23 arasında değişmektedir (104-107). Cerrahi olarak divizyon ve çift ligasyon tekniği uygulandığında genellikle tam oklüzyon şansı daha yüksektir (106-108). İnfektif endokardit riski ve sol-sağ şant nedeni ile rezidüel akım durumunda PDA'nın transkateter yolla kapatılması önerilmektedir (107,109). Biz de, cerrahi yöntemle duktal ligasyon uygulanan ve cerrahi sonrası rezidüel şantı devam eden yedi (%1.8) hastaya ve ayrıca transkateter yolla PDA'sı kapatılan ve rezidüel şantı devam eden sekiz (%2) hastaya transkateter yolla cihaz oklüzyonu uyguladık. Bu hastaların tümünde tam oklüzyon sağlandı. Sonuç olarak cerrahi veya transkateter yolla PDA kapatma işlemi sonrası rezidüel şantın devam etmesi durumunda, transkateter yolla PDA cihazı ile oklüzyon başarı ile uygulanabilmektedir.

PDA ile ilişkili pulmoner endarterit sıklığı: PDA'ya bağlı gelişen pulmoner endarterit sıklığı % 0.45-1 arasında değişmektedir (12). PDA ile bağlantılı pulmoner endarterit ve bunun sonucunda pulmoner emboli gelişmesi ile ilgili bildirilen olgu sayısı çok azdır (13,14). Sessiz PDA'ların kapatılması konusu daha tartışmalıdır (110). Literatürde hem sessiz PDA hem de üfürüm saptanan PDA'larla ilgili bildirilen infektif endokardit olguların sayısında son yıllarda artış olmuştur. Bu nedenle sessiz PDA'larda profilaksi önerilirken, perkütan veya cerrahi olarak kapatılması yönünde görüş bildiren yazarlar da vardır (12-14,110). PDA'ya müdahale edilmesi infektif endarterit riskini ortadan kaldırır (111). Bizim de iki hastamızda, PDA ile ilişkili pulmoner endarterit vardı; medikal tedavi sonrası birine cerrahi duktus ligasyon, diğerine ise transkateterle PDA kapatma uygulandı. Son yıllarda orta ve geniş duktusu olan hastalarda transkater yolla kapatma cerrahi yolla kapatmaya tercih edilmektedir (112). Sonuç olarak medikal tedavi sonrası infektif vegetasyon tamamen geçtikten sonra transkateter yolla PDA kapatma işlemi yapılabilir.

Sonuç olarak; transkateter yolla PDA kapatmada, başlangıç ile karşılaştırıldığında, günümüzde geline nokta çok ileridedir. Teknolojinin hızlı gelişiminin getirdiği cihaz çeşitliliği ve uygulama kolaylığı, birçok PDA tipinin transkateter yolla kapatılabilir hale gelmesini sağlamıştır. Transkateter yolla PDA kapatmada hasta seçimi önemlidir. Yine de, hastanın yaş ve ağırlığı, duktusun boyutları ve kullanılacak cihazın büyüklüğü arasındaki denge iyi hesaplanmalıdır. Geniş PDA'lar,

yeni cihazlar kullanılmadan önce, cihazların boyutlarındaki yetersizlikler nedeniyle transkateter yolla kapatılamamaktaydı. Günümüzde geniş duktus ve/veya PAH durumunda yeterli cihazlar bulunduğundan rahatlıkla transkateter yolla kapatılabilmektedir. Cihaz seçiminde ana kriter PDA'nın çap ve morfolojisidir. İnce duktuslarda koil, geniş duktuslarda tıkaç özelliği olan cihaz ve geniş tübüler duktuslarda ise standart dışı cihazlar (vasküler plug, müküler VSD cihazı gibi) kullanılması önerilebilir.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu araştırmada aşağıdaki sonuçlara varılmıştır:

1. D1 çapı geniş ve pulmoner hipertansiyonu olan hastalarda, sıklıkla ADO I cihazı kullanılmış olup, yaşı küçük, vücut ağırlığı düşük ve kilosu 6 kg'ın altında olan hastalarda da sıklıkla ADO II cihazı kullanıldı.
2. Gianturco koil ve Flipper koil kullanılan hastaların yarısından fazlası beş yaşından büyüktü.
3. Cihazın inen aorta ve sol pulmoner artere protrüzyonu, ciddi pulmoner hipertansiyon olması, ince PDA ve geniş PDA gibi nedenlerden dolayı 12(%3) hastada transkateter yolla PDA kapatma işlemi başarısız oldu.
4. Hastaların %81'inde anlamlı bir şekilde Tip A duktus saptandı. Tip A duktusu olan hastalarda sıklıkla ADO II kullanılırken, bunu ADO I ve NOK izlemekteydi.
5. Hastalarda çoğunlukla küçük PDA görülürken, nadiren orta-geniş PDA saptandı.
6. ADO I cihazı, D1'i geniş olan hastalarda daha fazla kullanılırken, D1'i dar olan hastalarda Gianturco koil kullanıldı.
7. NOK cihazı kullanılan hastalarda, rezidüel şant diğer tüm cihazlara göre daha yüksek bulundu.
8. İnen aortada akım hızlanması ve/veya iyatrojenik aort koarktasyonu görülen %1.3 hastada sıklıkla ADO II cihazı kullanıldığı tespit edildi.
9. Transkateter yolla PDA kapatılan hastaların %2.1'inde sol pulmoner arter dalında akım hızlanması ve/veya darlık gradiyenti tespit edilmiş olup, bu ihtimal göz önünde bulundurulmalıdır.
10. Birden fazla doğumsal kalp hastalığı olan hastalarda, uygun endikasyonda ve uygun prosedürle aynı seansta ikinci bir invazif girişim yapılması güvenli ve etkili olabilmektedir.
11. PDA'ya bağlı sol kalp boşluklarında genişleme ve hafif sistolik fonksiyon bozukluğu olan hastalarda, PDA kapatma işleminden sonra kardiyak fonksiyonların düzeldiği görüldü.

12. Vasküler plug ve müsküler VSD cihazı gibi PDA kapatmada rutin dışı olarak kullanılan cihazlar, geniş tübüler PDA ve PAH'ı olan hastalarda PDA kapatma işleminde güvenli bir şekilde kullanılabilir.
13. PDA ile ilişkili pulmoner endarterit gelişen hastalarda medikal tedavi sonrası infektif vegetasyonun kaybolması durumunda transkateter yolla PDA kapatma işlemi yapılabilir.
14. Sonuç olarak günümüzde PDA kapatmada cihaz seçeneğinin fazla olması nedeni ile yaşı küçük, vücut ağırlığı düşük, geniş duktusa sahip ve PAH'ı olan hastaların da PDA'larının transkateter yolla kapatılabildiği görülmektedir.

7. KAYNAKLAR

1. Moore P, Brook MM, Heymann MA. Patent ductus arteriosus and Aortopulmonary Window. In: Allen HD, Driscoll DJ, Shaddy RE, Feltes TF, editors. Moss and Adams' heart disease in infants, children, and adolescents: Including the fetus and young adult. 7th ed. Volume 1. Philadelphia: Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins, 2008:683-702.
2. Therrien, J. Webb GD. Congenital heart disease in adults. In: Braunwald E, editor. Heart disease: a textbook of cardiovascular medicine. Philadelphia: Saunders, 2001:589-621.
3. Bonhoeffer P, Borghi A, Onorato E, Carminati M. Transfemoral closure of patent ductus arteriosus in adult patients. *Int J Cardiol.* 1993;39:181-186.
4. Galenus, Opera Omnia IV:243 (131 A.D.).
5. Rudolph AM, Heymann MA, Spitznas U. Hemodynamic considerations in the development of narrowing of the aorta. *Am J Cardiol.* 1972;30:514-525.
6. Fay FS, Cooke PH. Guinea pig ductus arteriosus. II. Irreversible closure after birth. *Am J Physiol.* 1972;222:841-849.
7. Keane JF, Fyler DC. Patent ductus arteriosus. In: Keane JF, Lock JE, Fyler DC, eds. Nadas' pediatric cardiology. Philadelphia: WB Saunders, 2006:617-626.
8. Park MK: Pediyatrik Kardiyoloji (Çev. N Özbarlas). 5. Baskı. Adana, Nobel Kitabevi. 2009:175-179.
9. Clyman RI. Ontogeny of the ductus arteriosus response to prostaglandins and inhibitors of their synthesis. *Semin Perinatol.* 1980;4:115-24.
10. Clyman RI, Chen YQ, Chemtob S, Mauray F, Kohl T, Varma DR et al. In utero remodeling of the fetal lamb ductus arteriosus: the role of antenatal indomethacin and avascular zone thickness on vasa vasorum proliferation, neointima formation, and cell death. *Circulation.* 2001;103:1806-1812.
11. Rudolph AM, Mayer FE, Nadas AS, Gross RE. A clinical and hemodynamic study of 23 patients in the first year of life. *Pediatrics.* 1958;22:892-904.
12. Campbell M. Natural history of persistent ductus arteriosus. *Br Heart J.* 1968;30:4-13.

13. Bilge M, Uner A, Ozeren A. Pulmonary endarteritis and subsequent embolization to the lung as a complication of a patent ductus arteriosus. *Angiology*. 2004;55:99-102.
14. Vargas-Barron J, Attie F, Buendia-Hernandez A, Keirns C, Esquivel-Avila J. Echocardiographic recognition of pulmonary artery endarteritis in patent ductus arteriosus. *Am Heart J*. 1985;109:368-370.
15. Jesseph JM, Mahony L, Girod DA, Brown JW. Ductus arteriosus aneurysm in infancy. *Ann Thorac Surg*. 1985;40:620-622.
16. Celermajer DS, Sholler GF, Hughes CF, Baird DK. Persistent ductus arteriosus in adults. A review of surgical experience with 25 patients. *Med J Aust*. 1991;155:233-236.
17. Mullins CE, Pagotto L. Persistent ductus arteriosus. The science and practice of pediatric cardiology. Edited by Arthur Garson, Jr., Bricker JT, Fisher DJ, and Neish SR. second edition. Volume I. Baltimore: Williams & Wilkins, 1998: 1181-1197.
18. Balzer DT, Spray TL, McMullin D, Cottingham W, Canter CE. Endarteritis associated with a clinically silent patent ductus arteriosus. *Am Heart J*. 1993;125:1192.
19. Sadiq M, Latif F, Ur-Rehman A. Analysis of infective endarteritis in patent ductus arteriosus. *Am J Cardiol*. 2004;93:513-515.
20. Gross RE, Hubbard JP: Surgical ligation of a patent ductus arteriosus: report of a first successful case. *JAMA*. 1939;112:729.
21. Wernly JA, Ameriso JL. Intra-aortic closure of the calcified patent ductus: a new operative method not requiring cardiopulmonary bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1980;80:206-210.
22. Toda R, Moriyama Y, Yamashita M, Iguro Y, Matsumoto H, Yotsumoto G. Operation for adult patent ductus arteriosus using cardiopulmonary bypass. *Ann Thorac Surg*. 2000;70:1935-1937.
23. Rao PS. Transcatheter closure of moderate to large patent ductus arteriosus. *J Invasive Cardiol*. 2001;13:303-305.
24. Porstmann W, Wierny L, Warnke H. Closure of persistent ductus arteriosus without thoracotomy. *German Med Monthly*. 1967;15:109-203.

25. Rashkind WJ, Causo CC Transcatheter closure of patent ductus arteriosus: Successful use in a 3.5 kilogram infant. *Pediatr Cardiol.* 1979;1:3–7.
26. Bash SE, Mullins CE: Insertion of patent ductus arteriosus occluder by transvenous approach; a new technique. *Circulation.* 1985;70:285.
27. Rashkind WJ, Mullins CE, Hellenbrand WE, Tait MA. Nonsurgical closure of patent ductus arteriosus: clinical application of the Rashkind PDA Occluder System. *Circulation.* 1987;75:583-592.
28. Saveliev VS, prokubovski VI, kolody SM, et al. Interventional radiology: new directions in prophylaxis and treatment of surgical disease. *Khirurgiia (mosk)* 1984;8:113-117.
29. Sideris EB, Sideris SE, Ehyl RL. Occlusion of patent ductus arteriosus in piglets by a double disk self-adjustable device (abs). *J Am Coll Cardiol.* 1990;15:240A.
30. Bridges ND, Perry SB, Parness I, Keane JF, Lock JE. Transcatheter closure of a large patent ductus arteriosus with the clamshell septal umbrella. *J Am Coll Cardiol.* 1991;18:1297-1302.
31. Cambier PA, Kirby WC, Wortham DC, Moore J. Percutaneous closure of the small (<2.5 mm) patent ductus arteriosus using coil embolization. *Am J Cardiol.* 1992;69:815–816.
32. Le TP, Neuss MB, Redel DA, et al. A new transcatheter occlusion technique with retrievable double disk shaped coils: first clinical results in occlusion of patent ductus arteriosus. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 1996;19(3):170-175.
33. Cambier PA, Stajduhar KC, Powell D, et al. Improved safety of transcatheter vascular occlusion utilizing a new retrivable coil device. *J Am Coll Cardiol.* 1994;23:359A.
34. Uzun O, Hancock S, Parsons JM, Dickinson DF, Gibbs JL. Transcatheter occlusion of the arterial duct with Cook detachable coils: early experience. *Heart.* 1996;76:269-273.
35. Grifka RG, Vincent JA, Nihill MR, Ing FF, Mullins CE. Transcatheter patent ductus arteriosus closure in an infant using the Gianturco-Grifka Vascular Occlusion Device. *J Am Cardiol.* 1996;78:721-723.

36. Grabitz RG, Schröder R, Sigler M, Seghaye MC, Dzionsko C, Handt S, et al. Retrievable patent ductus arteriosus plug for interventional, transvenous occlusion of the patent ductus arteriosus. Evaluation in lambs and preliminary clinical results. *Invest Radiol.* 1997;32:523-528.
37. Masura J, Walsh PK, Thanopoulous B, Chan C, Bass J, Hijazi Z. Catheter closure of moderate- to large-sized patent ductus arteriosus using the new Amplatzer duct occluder: Immediate and shortterm results. *J Am Coll Cardiol.* 1998;31:878–882.
38. Sideris EB, Rao PS, Zamora R. The Sideris buttoned devices for transcatheter closure of patent ductus arteriosus. *J Interv Cardiol.* 2001;14:239-246.
39. Thanopoulos B, Eleftherakis N, Tzannos K, Stefanadis C. Transcatheter closure of the patent ductus arteriosus using the new Amplatzer duct occluder: initial clinical applications in children. *Am Heart J.* 2008;156:917.e1-917.e6.
40. Agnoletti G, Marini D, Villar AM, Bordese R, Gabbarini F. Closure of the patent ductus arteriosus with the new duct occluder II additional sizes device. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2012. Mar 15. doi: 10.1002/ccd.23477. [Epub ahead of print](Pubmed).
41. Grifka RG, Jones TK. Transcatheter closure of large PDA using 0.052'' Gianturco coils: Controlled delivery using a biopptome catheter through a 4 French sheath. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2000;64:520 –523.
42. Tometzki A, Arnold R, Peart I, Sreeram N, Abdulhamed J, Godman M, et al. Transcatheter occlusion of the patent ductus arteriosus with Cook detachable coils. *Heart* 1996;76:531–534.
43. Hazama K, Nakanishi T, Tsuji T, Kinugawa Y, Matsuoka S, Mori K, et al. Transcatheter occlusion of arterial duct with new detachable coils. *Cardiol Young.* 1996;6:332–336.
44. Grifka R. Transcatheter PDA closure: Equipment and Technique. *J Interv Cardiol.* 2001;14:97–107.
45. Pass RH, Hizaji Z, Hsu DT, Lewis V, Hekkenbrand WE. Multicenter USA Amplatzer patent ductus arteriosus occlusion device trial: Initial and one-year results. *J Am Coll Cardiol.* 2004;44:513–519.
46. Gudausky TM, Hirsch R, Khoury PR, Beekman RH. Comparison of two transcatheter device strategies for occlusion of the patent ductus arteriosus. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2008;72:675–680.

47. Masura J, Walsh PK, Thanopoulous B, Chan C, Bass J, Hijazi Z. Catheter closure of moderate- to large-sized patent ductus arteriosus using the new Amplatzer duct occluder: Immediate and shortterm results. *J Am Coll Cardiol*. 1998;31:878–882.
48. Wang JK, Wu MH, Lin MT, Chiu SN, Chen CA, Chiu HH. Transcatheter closure of moderate-to-large patent ductus arteriosus in infants using Amplatzer duct occluder. *J Circulation*. 2010;74:361–364.
49. Saltık İL. Patent Duktus Arteriyozusun Transkateter Yolla Kapatılması. Konjenital Kalp Hastalıklarında Girişimsel Tanı ve Tedavi. Editör Alpay Çeliker. Erkem Tıbbi Yayıncılık, 2008:172-190.
50. Krichenko A, Benson LN, Burrows P, Möes CA, McLaughlin P, Freedom RM. Angiographic classification of the isolated persistently patent ductus arteriosus and implications for percutaneous catheter occlusion. *Am J Card*. 1989;63:877.
51. European Registry: Transcatheter occlusion of persistent arterial duct. Report of The European Registry. *Lancet*. 1992;340:1062-1066.
52. Khan A, Yousef SA, Mullins CE, Sawyer W. Experience with 205 procedures of transcatheter closure of ductus arteriosus in 182 patients, with special reference to residual shunts and long-term follow-up. *Thorac Cardiovasc Surg*. 1992;104:1721-1727.
53. Zellers TM, Wylie KD, Moake L. Transcatheter coil occlusion of the small patent ductus arteriosus (<4 mm): improved results with a "multiple coil-no residual shunt" strategy. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2000;49:307-313.
54. Tometzki A, Arnold R, Peart I, Sreeram N, Abdulhamed J, Godman M, et al. Transcatheter occlusion of the patent ductus arteriosus with Cook detachable coils. *Heart*. 1996;76:531–534.
55. Hazama K, Nakanishi T, Tsuji T, Kinugawa Y, Matsuoka S, Mori K, et al. Transcatheter occlusion of arterial duct with new detachable coils. *Cardiol Young*. 1996;6:332–336.
56. Uzun O, Dickinson D, Parsons J, Gibbs JL. Residual and recurrent shunts after implantation of Cook detachable duct occlusion coils. *Heart*. 1998;79:220–222.

57. Tometzki A, Chan K, De Giovanni J, Houston A, Martin R, Redel D, et al.. Total UK multi-centre experience with a novel arterial occlusion device (Duct Occlud pfm). *Heart*. 1996;76:520-524.
58. Celiker A, Aypar E, Karagoz T, Dilber E, Ceviz N. Transcatheter closure of patent ductus arteriosus with Nit-Occlud coils. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2005;65:569–576.
59. Moore JW, DiMeglio D, Javois AP, Takahashi M, Berdjis F, Cheatham JP. Results of the phase I food and drug administration clinical trial of duct-occlud device occlusion of patent ductus arteriosus. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2001;52:74–78.
60. Wang JK, Wu MH, Lin MT, Chiu SN, Chen CA, Chiu HH. Transcatheter closure of moderate-to-large patent ductus arteriosus in infants using Amplatzer duct occluder. *Circ J*. 2010;74:361–364.
61. Masura J, Tittel P, Gavora P, Podnar T. Long-term outcome of transcatheter patent ductus arteriosus closure using Amplatzer duct occluders. *Am Heart J*. 2006;151:755.e7-755.e10.
62. Saliba Z, El-Rassi I, Abi-Warde MT, Chehab G, Daou L, Khater D, et al. The Amplatzer Duct Occluder II: a new device for percutaneous ductus arteriosus closure. *J Interv Cardiol*. 2009;22:496-502.
63. Bhole V, Miller P, Mehta C, Stumper O, Reinhardt Z, De Giovanni JV. Clinical evaluation of the new Amplatzer duct occluder II for patent arterial duct occlusion. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2009;74:762-769.
64. Bass JL, Wilson N. Transcatheter occlusion of the patent ductus arteriosus in infants—Experimental testing of a new amplatzer device. *Catheter Cardiovasc Interv* 2011. Jan 13. [Epub ahead of print](Pubmed).
65. Ansel GM, Jaff MR. The “art” of medicine and the “smokescreen” of the randomized trial off-label use of vascular devices. *Cath and Card Inter*. 2008;72: 998-1002.
66. Onorato E, Mbala-Mukendi M, Casilli F, Girardi P, Canali G, Lanzoni L, et al. Amplatzer Muscular VSD Occluder for catheter closure of a 20 mm hypertensive patent ductus arteriosus. A case report and literature review. *Minerva Cardioangiol*. 2004;52:219-223.

67. Parra-Bravo R, Beirana-Palencia L, Corona-Rodríguez A, Alarcón-Elguera L, Tejeda-Hernández N, Aguilar-Segura P, et al. Percutaneous closure of patent ductus arteriosus using the Amplatzer vascular Plug II. *Arch Cardiol Mex*. 2011;81:108-113.
68. Myung K. Park. *Pediatric Cardiology for Practitioners. Noninvasive Techniques, Echocardiography*. 5th ed. Philadelphia, Mosby Elsevier, 2008:81-98.
69. Turner DR, Forbes TJ, Epstein ML, Vincent JA. Early reopening and recanalization after successful coil occlusion of the patent ductus arteriosus. *Am Heart J*. 2002;143:889-893.
70. Takata H, Higaki T, Sugiyama H, Kitano M, Yamamoto E, Nakano T, et al. Long-term outcome of coil occlusion in patients with patent ductus arteriosus. *Circ J*. 2011;75:407-412.
71. Ghasemi A, Pandya S, Reddy SV, Turner DR, Du W, Navabi MA, et al. Transcatheter closure of patent ductus arteriosus-What is the best device? *Catheter Cardiovasc Interv*. 2010;76:687-695.
72. Kharouf R, Heitschmidt M, Hijazi ZM. Pulmonary perfusion scans following transcatheter patent ductus arteriosus closure using the Amplatzer devices. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2011;77:664-670.
73. Brunetti MA, Ringel R, Owada C, Coulson J, Jennings JM, Hoyer MH, et al. Percutaneous closure of patent ductus arteriosus: a multiinstitutional registry comparing multiple devices. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2010;76:696-702.
74. Moore JW, Levi DS, Moore SD, Schneider DJ, Berdjis F. Interventional treatment of patent ductus arteriosus in 2004. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2005;64:91-101.
75. Parra-Bravo R, Cruz-Ramírez A, Rebolledo-Pineda V, Robles-Cervantes J, Chávez-Fernández A, Beirana-Palencia L, et al. Transcatheter closure of patent ductus arteriosus using the amplatzer duct occluder in infants under 1 year of age. *Rev Esp Cardiol*. 2009;62:867-874.
76. Al-Ata J, Arfi AM, Hussain A, Kouatli AA, Jalal MO. The efficacy and safety of the Amplatzer ductal occluder in young children and infants. *Cardiol Young*. 2005;15:279-285.

77. Butera G, De Rosa G, Chessa M, Piazza L, Delogu A, Frigiola A, et al. Transcatheter closure of persistent ductus arteriosus with the Amplatzer duct occluder in very young symptomatic children. *Heart*. 2004;90:1467-1470.
78. Bilkis AA, Alwi M, Hasri S, Haifa AL, Geetha K, Rehman MA, et al. The Amplatzer duct occluder: experience in 209 patients. *J Am Coll Cardiol*. 2001;37:258-261.
79. Thanopoulos BV, Eleftherakis N, Tzannos K, Stefanadis C, Giannopoulos A. Further experience with catheter closure of patent ductus arteriosus using the new Amplatzer duct occluder in children. *Am J Cardiol*. 2010;105:1005-1009.
80. Moore JW, George I, Kirkpatrick SE, Mathewson JW, Spicer RL, Uzark K, et al. Percutaneous closure of the small patent ductus arteriosus using occluding spring coils. *J Am Coll Cardiol*. 1994;23:759-765.
81. Lloyd TR, Fedderly R, Mendelsohn AM, Sandhu SK, Beekman RH III. Transcatheter occlusion of patent ductus arteriosus with Gianturco coils. *Circulation*. 1993;88:1412-1420.
82. Hijazi ZM, Geggel RL. Transcatheter closure of large patent ductus arteriosus (> or =4 mm) with multiple Gianturco coils: Immediate and mid-term results. *Heart*. 1996;76:536-540.
83. Hijazi ZM, Geggel RL. Transcatheter closure of patent ductus arteriosus using coils. *Am J Cardiol*. 1997;79:1279-1280.
84. Grifka RG. Transcatheter closure of patent ductus arteriosus. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2004;61:554-570.
85. Magee AG, Huggon IC, Seed PT, Qureshi SA, Tynan M. On behalf of the association for European Cardiology. Transcatheter coil occlusion of the arterial duct. Results of European Registry. *Eur Heart J*. 2001;22:1817-1821.
86. Gamboa R, Mollón FP, Ríos-Méndez RE, Arroyo GM, Fogel A, Villa DM. Patent ductus arteriosus closure using a new device: the Nit-Occlud device. *Rev Esp Cardiol*. 2007;60:445-448.
87. Shrivastava S, Marwah A, Radhakrishnan S. Transcatheter closure of patent ductus arteriosus. *Indian Pediatr*. 2000;37:1307-1313.

88. Galal MO. Advantages and disadvantages of coils for transcatheter closure of patent ductus arteriosus. *J Interv Cardiol.* 2003;16:157-163.
89. Anil SR, Sivakumar K, Philip AK, Francis E, Kumar RK. Clinical course and management strategies for hemolysis after transcatheter closure of patent arterial ducts. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2003;59:538-543.
90. Tomita H, Fuse S, Akagi T, Matsumoto Y, Murakami Y, Shiraya H, et al. Hemolysis complicating coil occlusion of patent ductus arteriosus. *Cathet Cardiovasc Diagn.* 1998;43:50-53.
91. Dugal JS, Jetley V, Sharma JK, Singh C, Mehta M, Sabharwal JS, et al. Techniques in cardiology: PDA Closure in Children. *MJAFI.* 2005;61:63–65.
92. Iqbal K, Ali S, Tramboo N, Lone A, Kaul S, Kaul N, et al. Patent ductus arteriosus device embolization. *Images Paediatr Cardiol.* 2011;13:1-5.
93. Shahabuddin S, Atiq M, Hamid M, Amanullah M. Surgical removal of an embolised patent ductus arteriosus amplatzer occluding device in a 4-year-old girl. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2007;6:572-573.
94. McMullan DM, Moulick A, Jonas RA. Late embolization of Amplatzer patent ductus arteriosus occlusion device with thoracic aorta embedment. *Ann Thorac Surg.* 2007;83:1177-1179.
95. Gupta SK, Krishnamoorthy K, Tharakan JA, Sivasankaran S, Sanjay G, Bijulal S, et al. Percutaneous closure of patent ductus arteriosus in children: Immediate and short-term changes in left ventricular systolic and diastolic function. *Ann Pediatr Cardiol.* 2011;4:139-144.
96. Galal MO, Amin M, Hussein A. Left ventricular dysfunction after closure of large patent ductus arteriosus. *Asian Cardiovasc Thorac Ann.* 2005;13:24 -29.
97. Eerola A, Jokinen E, Boldt T. The influence of percutaneous closure of patent ductus arteriosus on left ventricular size and function: a prospective study using two- and three-dimensional echocardiography and measurements of serum natriuretic peptides. *J Am Coll Cardiol.* 2006;47:1060-1066.
98. Fratz S, Gildein HP, Balling G, Sebening W, Genz T, Eicken A, et al. Aortic valvuloplasty in pediatric patients substantially postpones the need for aortic valve surgery: a single-center experience of 188 patients after up to 17.5 years of follow-up. *Circulation.* 2008;117:1201–1206.

99. Koch A, Hofbeck M, Buheitel G, Gerling S, Rauch R, Singer H. Advances in interventional occlusion of persistent ductus arteriosus: comparison of results using different occlusion devices. *Z Kardiol*. 2001;90:120–126.
100. Li CC, Hu DJ, Pu XQ, Zheng ZF, Chen XB, Zou T, et al. Simultaneous transcatheter therapy for ventricular septal defect combined with atrial septal defect. *Zhong Nan Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban*. 2006;31:446–449.
101. Liang CD, Ko SF. Midterm outcome of percutaneous transcatheter coil occlusion of coronary artery fistula. *Pediatr Cardiol*. 2006;27:557–563.
102. Yan C, Zhao S, Jiang S, Xu Z, Huang L, Zheng H, et al. Transcatheter closure of patent ductus arteriosus with severe pulmonary arterial hypertension in adults. *Heart*. 2007;93:514–518.
103. Thanopoulos BD, Tsaousis GS, Djukic M, Al Hakim F, Eleftherakis NG, Simeunovic SD. Transcatheter closure of high pulmonary artery pressure persistent ductus arteriosus with the Amplatzer muscular ventricular septal defect occluder. *Heart*. 2002;87:260–263.
104. Zucker N, Qureshi SA, Baker EJ, Deverall PB, Tynan M. Residual patency of the arterial duct subsequent to surgical ligation. *Cardiol Young*. 1993;3:216–219.
105. Sørensen KE, Kristensen B, Hansen OK. Frequency of occurrence of residual ductal flow after surgical ligation by color-flow mapping. *Am J Cardiol*. 1991;67:653–654.
106. Demir T, Oztunc F, Cetin G. Patency or recanalization of the arterial duct after surgical ligation and transfixion. *Cardiol Young*. 2007;17:48–50.
107. Baspinar O, Kilinc M, Kervancioglu M, Irdem A. Transcatheter closure of a residual patent ductus arteriosus after surgical ligation in children. *Korean Circ J*. 2011;41:654–657.
108. Podnar T, Masura J. Transcatheter occlusion of residual patent ductus arteriosus after surgical ligation. *Pediatr Cardiol*. 1999;20:126–130.
109. Rao PS. Summary and Comparison of Patent Ductus Arteriosus Closure Devices. *Curr Interv Cardiol Rep*. 2001;3:268–274.

110. Wiyono SA, Witsenburg M, de Jaegere PP. Patent ductus arteriosus in adults: Case report and review illustrating the spectrum of the disease. *Neth Heart J*. 2008;16:255-259.
111. Onji K, Matsuura W. Pulmonary endarteritis and subsequent pulmonary embolism associated with clinically silent patent ductus arteriosus. *Intern Med*. 2007;46:1663-1667.
112. Navaratnarajah M, Mensah K, Balakrishnan M, Raja SG, Bahrami T. Large patent ductus arteriosus in an adult complicated by pulmonary endarteritis and embolic lung abscess. *Heart Int*. 2011;6:e16.