

Çocuklarda patent duktus arteriyozus ve transkateter yolla duktus kapatılması

Transcatheter closure of patent ductus arteriosus and ductus in children

Ahmet İrdem¹, Mehmet Kervancıoğlu¹, Osman Başpınar¹, Metin Kılınç¹

¹Gaziantep Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Pediatrik Kardiyoloji Bilim Dalı, Gaziantep

Özet

Normal kardiyovasküler gelişme sürecinde, duktus arteriyozus sol altıncı primitif aortik arkta köken alan, pulmoner arteri sol subklavyen arterin çıkış yerinin hemen distalinden inen aortaya bağlayan yapı olarak gelişir. Duktus arteriyozus, fetal hayatta işlevsel olup, doğumdan hemen sonra term bebeklerde akciğerlerin fonksiyon görmeye başlaması ile 18-24 saat içinde fizyolojik, birkaç hafta içinde anatomik olarak iki aşamalı bir şekilde kapanır. Son yirmi yılda transkateter yolla kapatma işlemi tercih edilen yöntem olmuştur. Sonuç olarak; transkateter yolla patent duktus arteriyozus kapatmada, başlangıç ile karşılaştırıldığında, günümüzde gelinen nokta çok ilerdedir. Teknolojinin hızlı gelişiminin getirdiği cihaz çeşitliliği ve uygulama kolaylığı, birçok patent duktus arteriyozus tipinin transkateter yolla kapatılabilir hale gelmesini sağlamıştır. Duktus kapatma işleminde farklı cihazlar kullanılmaya başlanmıştır. Koiller genellikle küçük duktuslarda, oklüderler ise orta ve geniş duktuslarda kullanılmaktadır.

Anahtar kelimeler: Doğumsal kalp hastalığı; patent duktus arteriyozus; şant

Abstract

In normal cardiovascular development, the proximal portions of the sixth pair of embryonic aortic arches persist as the proximal branch pulmonary arteries and the distal portion of the left sixth arch persists as the ductus arteriosus, connecting the main pulmonary trunk with the left dorsal aorta. In full-term infants, postnatal closure of the ductus is effected in two phases: smooth muscle constriction produces "functional" closure of the lumen of the ductus within 18 to 24 hours after birth; and "anatomical" occlusion of the lumen occurs over the next few days or weeks. Over the past two decades, transcatheter occlusion of patent ductus arteriosus has evolved to be the procedure of choice. Several devices have been used to close patent ductus arteriosus in children. Coils are generally used for small PDAs and occluding devices for larger PDAs.

Keywords: Congenital heart disease; patent ductus arteriosus; shunt

1. Anatomi

Duktus arteriyozus (DA), sol altıncı primitif aortik arkta köken alan, pulmoner arteri sol subklavyen arterin çıkış yerinin hemen distalinden inen aortaya bağlayan yapıdır. Patent duktus arteriyozus (PDA), sol pulmoner arter ve inen aorta arasındaki normal fetal yapının devam etmesidir. PDA küçükse hastalar genellikle asemptomatiktir. Patent duktus arteriyozusun prematüre yenidoğanlar haricinde tüm doğuştan kalp hastalıkları içinde görülme sıklığı %9-12 arasındadır. Kızlarda erkeklerden 2-3 kat daha sık görülmektedir (1-3).

Normal kalpte, sol aortik ark durumunda, duktus pulmoner arterin sola ayrıldığı nokta ile sol subklavyen 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 (Resim 1), uzun ve dar, simetrik/asimetrik olabilir. Düz veya kıvrımlı seyir gösterebilir. Uzunluğu milimetreden santimetreye kadar değişebilir (4-6). Duktus arteriyozus bağımlı ağır pulmoner darlık veya pulmoner atrezili doğumsal kalp hastalıklarında küçük ve kıvrımlı olmaya eğilimlidir (1,7).

2. 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 takipne, beslenirken çabuk yorulma, kilo alamama gibi sorunlar olabilir (1). Konjestif kalp yetersizliği 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 hiperaktifdir. Sol üst sternal kenarda sistolik trill 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 (8-11). Pulmoner hipertansiyona bağlı pulmoner vasküler obstrüktif hastalık geliştiğinde ise sol üst sternal kenarda kreşendo sistolik üfürüm duyulabilir, S2 sertleşir. Eisenmenger sendromu geliştiğinde ise, sağ-sol şant, sadece vücudun alt yarısında siyanoza neden olur (diferansiyel siyanoz) (1,7,8). Doğumdan 6 ay sonra açık olan PDA'ların, çok küçük sessiz PDA'lar dışında, kapatılması önerilmektedir (1-3).

3. Tanı

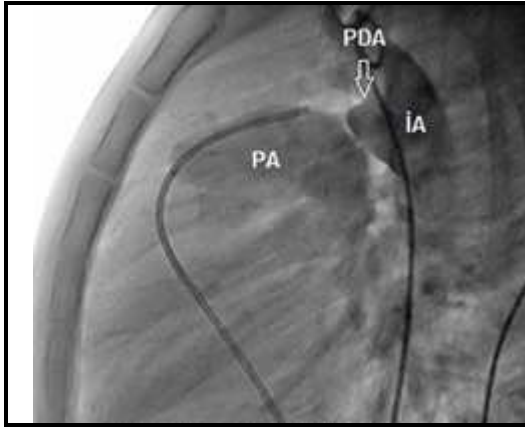
a. Elektrokardiyografi

Patent duktus arteriyozus, küçük-orta ise normal elektrokardiyografi veya sol ventrikül hipertrofisi, geniş ise biventriküler hipertrofi ve pulmoner vasküler obstrüktif hastalık geliştirse sağ ventrikül hipertrofisi bulguları görülür (1).

İletişim/Correspondence to: Ahmet İrdem, Gaziantep Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Pediatrik Kardiyoloji Bilim Dalı, Gaziantep, TÜRKİYE
Tel: + 90 342 3606060 / 76449 irdem@gantep.edu.tr

Geliş Tarihi: 19.07.2012 **Kabul Tarihi:** 22.08.2012
Received: 19.07.2012 **Accepted:** 22.08.2012

DOI: 10.5455/GMJ-30-2012-102
www.gantep.edu.tr/~tipdergi
ISSN 1300-0888



Resim 1. Tip A (konik tip) patent duktus arteriyozus.

b. 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 konus segmenti ve hiler damarlar belirginleşir (1,8).

c. Ekokardiyografi

Hastaların çoğunda PDA, iki boyutlu 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 ve duktal şantın miktarı gibi önemli fonksiyonel bilgiler sağlanır. 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 regürjitan akım hızı ölçülerek, Bernoulli denklemi kullanılarak basıncın hesaplanmasıdır. Sol pulmoner arterde 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 belirteçler (1,7,8).

M-mode EKO ile sol atriyum ve sol ventrikülün boyutları ölçülerek, dolaylı olarak sol-sağ şantın miktarı

değerlendirilebilir. Şant miktarı arttıkça bu odacıklar genişler (1).

4. 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 anomalisi sonucu meydana gelmesidir (1).

Şant fazla olduğunda KKY ve/veya tekrarlayan akciğer enfeksiyonu gelişir (8).

Pulmoner hipertansiyonla birlikte olan 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 infarkt ve nadiren de olsa akciğer absesine neden olur. Duktus açıklığı olan hastalarda endarterit önemli bir problemdir. Duktus açıklığı tanısının, infektif endarterit komplikasyonu ile konduğu olgularda, tekrarlam 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 baskı 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 gelişimi görülebilir. Bu durumda cerrahi komplikasyon riski artar (16).

5. Ayırıcı tanı

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

- Koroner arteriyovenöz fistül
- Sistemik arteriyovenöz fistül
- Pulmoner arteriyovenöz fistül
- Venöz hum
- Aort koarktasyonunda kollateraller
- Aort yetmezliği ile birlikte ventriküler septal defekt (VSD)
- Pulmoner kapak yokluğu sendromu
- Persistan trunkus arteriyozus
- Aortopulmoner pencere
- Periferik pulmoner arter darlığı
- Valsalva sinüs anevrizması rüptürü
- Sağ atriyum içine açılan total anormal pulmoner venöz dönüş anomalisi

6. Tedavi

a. İlaç Tedavisi

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

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

b. Cerrahi yolla PDA kapatma

İlk olarak cerrahi yöntemle PDA ligasyonu, 1939 yılında Gross ve Hubbard (19) 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 ile yeterli uzunluktaki (güvenli ligasyona izin verecek kadar) duktusun cerrahi yöntemle ligasyonu da uygulanabilmektedir. Her iki tekniğin de cerrahi mortalite oranı sıfırdır (20,21).

c. Transkateter yolla PDA kapatma

Bugün birçok cerrahi yöntemin mortalite ve morbiditesi çok düşük olmakla birlikte; genel anestezi gerekliliği, uzun süreli hospitalizasyon, nervus recurrens 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. PDA'lar, yaşa ve ağırlığa göre değişkenlik göstermekle birlikte, pulmoner arter tarafındaki en dar çapı gözönüne alınarak sınıflandırılır (22) (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

Patent duktus arteriyozusun transkateter yöntemle kapatılması, ilk defa 1967 yılında Portsman ve arkadaşları tarafından, Ivalon tıkaç kullanılarak başarılmıştır (23). Özellikle 1990'lı yıllardan itibaren çok değişik materyal ve cihazlar PDA'nın transkateter yolla kapatılmasında kullanılmaya başlamıştır (24-40). Günümüzde bunlardan bazıları artık kullanılmamaktadır.

Transkateter yolla PDA kapatmada, başlangıç ile karşılaştırıldığında, günümüzde gelinen nokta çok ileridedir. 15 yıl öncesine kadar sınırlı sayıdaki hastaya transkateter yolla kapatma uygulanırken, günümüzde artık az sayıdaki hastaya cerrahi uygulanır hale gelmiştir (41-50).

Hemodinamik olarak küçük şantlı 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 ile birlikte sistolik disfonksiyon gelişebildiği, transkateter veya cerrahi yolla kapatma işleminden birkaç ay sonra sol kalp boşluklarındaki genişlemenin gerilediği ve sol ventrikül sistolik fonksiyonun düzeldiği belirtilmektedir (49).

• Prematür ve vücut ağırlığı düşük olan hastalarda 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). Ayrıca düşük profilli olması, arteriyel veya venöz yolla girişime izin vermesi, küçük kılıfla kullanılabilmesi (tüm boyutları için 4F kılıf kullanılmaktadır) ve daha esnek olması kullanım avantajı sağlamaktadır. Cihaz serbestleştirildikten 10 dk sonra tam oklüzyon oranı %100'e yakındır (40).

• Pulmoner hipertansiyonu olan hastalarda PDA kapatma

Yapılan çalışmalarda reversibl ağır PAH'ı olan PDA hastalarında ADO I, musküler VSD cihazı ve vasküler plug kullanımının güvenli olduğu belirtilmektedir. Geniş PDA'ya sahip ve gelişmekte olan ülkelerde 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. PAH'ı olan PDA hastalarında cihaz embolizasyonu riski nedeni ile transkateter yolla kapatmada sıklıkla ADO I, müsküler VSD cihazı ve vasküler plug, diğer cihazlara göre güvenli bir şekilde kullanılabilir (46,51,52).

• *Aynı seansta birden fazla invaziv işlem uygulanması*
Girişimsel kateterizasyonda yeni gelişmeler ışığında, aynı seansta birden fazla invazif girişim uygulanması, bazı hastalarda ek cerrahi gereksinimini ortadan kaldırmaktadır (52). Birçok merkezde aynı seansta PDA, ASD ve VSD kapatılması, pulmoner balon valvuloplasti, duktusa ve pulmoner arter dallarına stent uygulanması işlemi yapılmaktadır (53-56).

• *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 ilerletilebiliyorsa 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).

• *PDA'ya göre cihaz seçimi*
Geniş PDA'lar, yeni cihazlar kullanılmadan önce, cihazların boyutlarındaki yetersizlikler nedeniyle transkateter yolla kapatılamamaktaydı. Günümüzde çok daha büyük duktuslar yeterli cihazlar bulunduğu için 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.

Hasta seçiminde göz önünde bulundurması gereken bir diğer durum, 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 hastalarda duktusun cerrahi olarak kapatılması daha uygun olur (1,8,17).

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. Öncelikle duktus morfolojisi çok önemlidir. PDA çok değişik anatomik yapı gösterebilir. PDA'nın morfolojik sınıflaması Krichenko ve ark.'larının (50) tanımladığı gibi yapılmaktadır. Bu sınıflamada transkateter kapatma açısından önemli olan, konacak cihazın içine gireceği bir ampulla bulunup bulunmaması ve cihazın her iki tarafa kaçmasını engelleyecek daralan bir yapının 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 (24-48). 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 (48).

Diğer bir yöntem ise balon oklüzyon anjiyografi tekniğidir. Biraz uğraşı gerektirse de balon ile inen aortanın akımının kesilmesi ve tüm kontrast 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 çapı ölçümü yapılır. Bu yöntem ayrıca ileri pulmoner hipertansiyonu olan hastalarda duktal oklüzyonun test edilmesine de olanak verir (32-48).

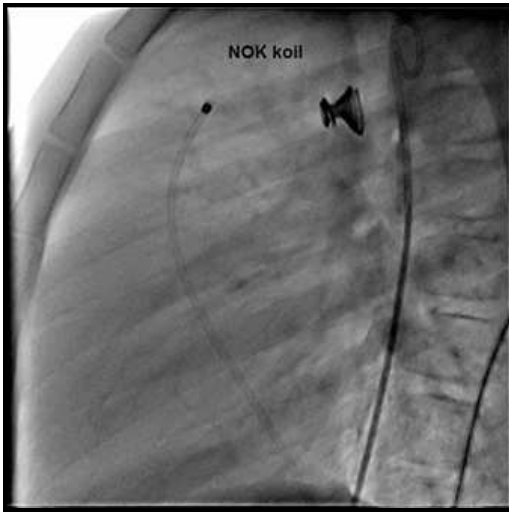
PDA çap ve şeklinin belirlenmesinden sonraki aşama oklüzyonda kullanılacak cihazın ve cihaz boyutlarının belirlenmesidir. Literatüre bakıldığında cihaz seçiminde ana kriter PDA'nın çap ve morfolojisidir. Genel olarak önerilen, maliyetin de hesaba katılmasıyla, ince duktuslarda koillerin, geniş duktuslarda ise tıkaç özelliği olan cihazların kullanılmasıdır (32-48).

Halen ülkemizde Gianturco, Nit-Occlud koil (NOK) (Resim 2) ve kontrollü serbestleştirilen Flipper koil (Cook), ADO I (Resim 3), ADO II (Resim 4) ve ADO II Additional sizes adlı PDA cihazları mevcuttur. Bu cihazların hepsi ve çeşitli boyutları aynı anda buldurula bilindiğinde, duktusların hemen hepsi sorunsuz olarak kapatılabilir.

• *Transkateter yolla PDA kapatmada karşılaşılabilecek komplikasyonlar*

Transkateter yolla PDA kapatma işlemi etkili ve güvenli olmasına rağmen, bazı hastalarda cihaz embolizasyonu, rezidüel defekti olanlarda şiddetli hemoliz, duktusta

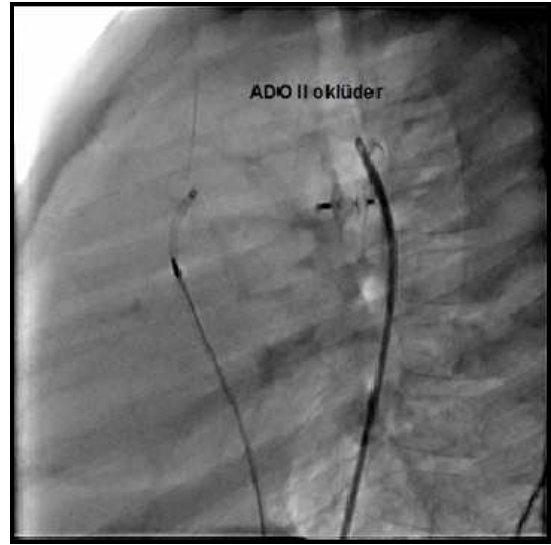
rekanalizasyon, sol pulmoner arter ve inen aortaya cihazın protrüzyonu gibi komplikasyonlar görülebilir (57,58-61). Operatör duktusun boyutlarını ölçerken dikkatli ve titiz davranmadığında, ayrıca cihazın kalibrasyonunu doğru yapmadığında, uygun olmayan cihaz seçiminde ve ağır pulmoner hipertansiyon 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 (62-65).



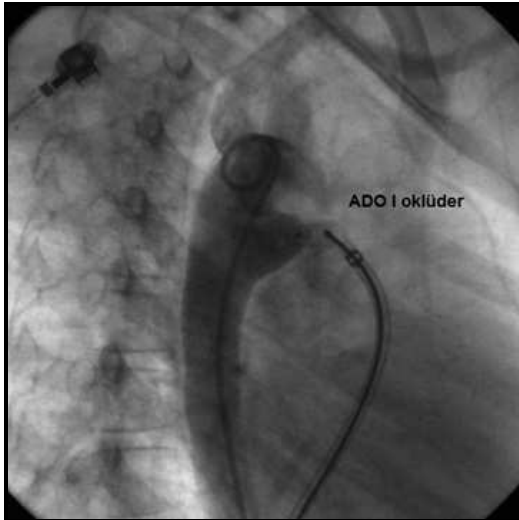
Resim 2. Nitt-Occlud koilin serbest bırakıldıktan sonraki görüntüsü.

oklüzyonunda % 0-1.7 oranında görülebilen komplikasyonlardır (38,66-68).

PDA'nın tam oklüzyonu durumunda rekanalizasyon görülmeyeceği gibi, rezidüel şanti olan hastalarda altı aylık takip süresince PDA'nın tamamen kapandığı bilinmektedir. Bu nedenle rezidüel şanti 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 (69-71).



Resim 4. Amplatzer dukt oklüder II serbest bırakıldıktan sonraki görünümü.



Resim 3. Amplatzer dukt oklüder I serbest bırakılmadan önceki görünümü.

Cihaz protrüzyonuna bağlı inen aortada obstrüksiyon ve sol pulmoner arter (LPA) darlığı transkateter yolla PDA

Sonuç olarak; transkateter yolla PDA kapatmada, başlangıç ile karşılaştırıldığında, günümüzde gelinen 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 kapatılmamaktaydı. 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 koiller, orta ve geniş duktuslarda tıkaç özelliği olan cihazlar ve geniş tübüler duktuslarda ise standart dışı cihazlar (vasküler plug, müküler VSD cihazı gibi) tercih edilmektedir.

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.
- 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.
 - Bonhoeffer P, Borghi A, Onorato E, Carminati M. Transfemoral closure of patent ductus arteriosus in adult patients. *Int J Cardiol* 1993;39:181-186.
 - Rudolph AM, Heymann MA, Spitznas U. Hemodynamic considerations in the development of narrowing of the aorta. *Am J Cardiol* 1972;30:514-25.
 - Fay FS, Cooke PH. Guinea pig ductus arteriosus. II. Irreversible closure after birth. *Am J Physiol* 1972;222:841-49.
 - Keane JF, Fyler DC. Patent ductus arteriosus. In: Keane JF, Lock JE, Fyler DC, eds. Nadas' pediatric cardiology. Philadelphia: WB Saunders, 2006:617-626.
 - Park MK: Pedyatrik Kardiyoloji (Çev. N Özbarlas). 5. Baskı. Adana, Nobel Kitabevi. 2009:175-179.
 - Clyman RI. Ontogeny of the ductus arteriosus response to prostaglandins and inhibitors of their synthesis. *Semin Perinatol* 1980;4:115-24.
 - 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;103:1806-12.
 - 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.
 - Campbell M. Natural history of persistent ductus arteriosus. *Br Heart J* 1968;30:4-13.
 - 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.
 - 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.
 - Jesseph JM, Mahony L, Girod DA, Brown JW. Ductus arteriosus aneurysm in infancy. *Ann Thorac Surg* 1985;40:620-22.
 - 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;155:233-36.
 - 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.
 - 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.
 - Sadiq M, Latif F, Ur-Rehman A. Analysis of infective endarteritis in patent ductus arteriosus. *Am J Cardiol* 2004;93:513-15.
 - Gross RE, Hubbard JP: Surgical ligation of a patent ductus arteriosus: report of a first successful case. *JAMA* 1939;112:729.
 - 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;80:206-10.
 - 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;70:1935-37.
 - Rao PS. Transcatheter closure of moderate to large patent ductus arteriosus. *J Invasive Cardiol* 2001;13:303-5.
 - Porstmann W, Wierny L, Warnke H. Closure of persistent ductus arteriosus without thoracotomy. *German Med Monthly* 1967;15:109-203.
 - Rashkind WJ, Causo CC. Transcatheter closure of patent ductus arteriosus: Successful use in a 3.5 kilogram infant. *Pediatr Cardiol* 1979;1:3-7.
 - Bash SE, Mullins CE: Insertion of patent ductus arteriosus occluder by transvenous approach; a new technique. *Circulation* 1985;70:285.
 - Rashkind WJ, Mullins CE, Hellenbrand WE, Tait MA. Nonsurgical closure of patent ductus arteriosus: clinical application of the Rashkind PDA Occluder System. *Circulation* 1987;75:583-92.
 - Saveliev VS, Prokubovski VI, Kolody SM, Saveliev SV. Interventional radiology: new directions in prophylaxis and treatment of surgical disease. *Khirurgiia (mosk)* 1984;8:113-7.
 - 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.
 - 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;18:1297-302.
 - 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;69:815-6.
 - 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;19:170-5.
 - Cambier PA, Stajduhar KC, Powell D, et al. Improved safety of transcatheter vascular occlusion utilizing a new retrievable coil device. *J Am Coll Cardiol* 1994;23:359A.
 - Uzun O, Hancock S, Parsons JM, Dickinson DF, Gibbs JL. Transcatheter occlusion of the arterial duct with Cook detachable coils: early experience. *Heart* 1996;76:269-73.
 - 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;78:721-23.
 - 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;32:523-8.
 - 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;31:878-82.
 - Sideris EB, Rao PS, Zamora R. The Sideris buttoned devices for transcatheter closure of patent ductus arteriosus. *J Interv Cardiol* 2001;14:239-46.
 - 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.
 - 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;79(7):1169-74.
 - Grifka RG, Jones TK. Transcatheter closure of large PDA using 0.052" Gianturco coils: Controlled delivery using a biopome catheter through a 4 French sheath. *Catheter Cardiovasc Interv* 2000;64:520-3.
 - 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;76:531-4.
 - 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.
 - Grifka R. Transcatheter PDA closure: Equipment and Technique. *J Interv Cardiol* 2001;14:97-107.
 - 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.
 - 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;72:675-80.
 - 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 short-term results. *J Am Coll Cardiol*. 1998;31:878-82.
47. 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;74:361-4.
48. Saltık İL. Patent Duktus Arteriyozusun Transkater Yolla Kapatılması. Konjenital Kalp Hastalıklarında Girişimsel Tanı ve Tedavi. Editör Alpay Çeliker. Erkem Tıbbi Yayıncılık, 2008:172-190.
49. 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;4:139-44.
50. Krichenko A, Benson LN, Burrows P, Mões 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. 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;93:514-8.
52. 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;87:260-3.
53. Baspınar O, İrdem A, Sivaslı E, Sahin DA, Kilinc M. Comparison of the Efficacy of Different-Sized Amplatzer Duct Occluders (I, II, and II AS) in Children Weighing Less Than 10 kg. *Pediatr Cardiol* 2012 May 31. [Epub ahead of print]
54. Shrivastava S, Marwah A, Radhakrishnan S. Transcatheter closure of patent ductus arteriosus. *Indian Pediatr* 2000;37:1307-13.
55. Galal MO. Advantages and disadvantages of coils for transcatheter closure of patent ductus arteriosus. *J Interv Cardiol* 2003;16:157-63.
56. 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;59:538-43.
57. 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;43:50-3.
58. Dugal JS, Jetley V, Sharma JK, Singh C, Mehta M, Sabharwal JS, et al. Techniques in cardiology: PDA Closure in Children. *MJAFI* 2005;61:63-5.
59. Iqbal K, Ali S, Trambo N, Lone A, Kaul S, Kaul N, et al. Patent ductus arteriosus device embolization. *Images Paediatr Cardiol* 2011;13:1-5.
60. 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;6:572-3.
61. McMullan DM, Moulick A, Jonas RA. Late embolization of Amplatzer patent ductus arteriosus occlusion device with thoracic aorta embedment. *Ann Thorac Surg* 2007;83:1177-9.
62. 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;52:74-8.
63. 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.
64. Ghasemi A, Pandya S, Reddy SV, Turner DR, Du W, Navabi MA, et al. Trans-catheter closure of patent ductus arteriosus-What is the best device? *Catheter Cardiovasc Interv* 2010;76:687-95.
65. Kharouf R, Heitschmidt M, Hijazi ZM. Pulmonary perfusion scans following transcatheter patent ductus arteriosus closure using the Amplatzer devices. *Catheter Cardiovasc Interv* 2011;77:664-70.
66. Parra-Bravo R, Cruz-Ramírez A, Rebollo-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;62:867-74.
67. 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.
68. 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;90:120-6.
69. 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;31:446-9.
70. Baspınar O, Kilinc M, Kervancıoğlu M, İrdem A. Transcatheter closure of a residual patent ductus arteriosus after surgical ligation in children. *Korean Circ J* 2011;41:654-7.
71. Başpınar O, Kılınc M, İrdem A. Rezidüel duktus arteriyozus kapatılması sırasında Cook detachable coil içine sandviç gibi gömülen Amplatzer duktal oklüder II. *Gaziantep Tıp Derg* 2011;17:163-5.