

Küçük Çocuklarda Transkateter "Coil" Oklüzyonla Duktus Arteriosus Açıklığının Kapatılması: Erken Sonuçlar ve Orta Dönem İzlem

Doç. Dr. Ümrah AYDOĞAN

İ.Ü. İstanbul Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı, İstanbul

ÖZET

Bu çalışmada tartısı 4.5 ile 10.0 kg (ortanca: 7.6), duktus çapı 1.5 ile 4.5 mm (ortanca: 4.0) olan 16 hastada Jackson serbestleme kontrollü "coil"lerle gerçekleştirilen duktus arteriosus açıklığı (PDA) oklüzyonunun erken ve orta dönem sonuçları değerlendirildi. Oklüzyon için 10 olguda (%62.5) tek "coil", diğerlerinde ikişer "coil" kullanıldı.

İşlem sırasında embolizasyon gözlenmedi. 3 hastada (%18.75) işleme bağlı komplikasyon gelişti: Bir olguda insizyon yerinden tedavi gerektirmeyen abondan kanama oldu. Diğer ikisinde femoral arter trombozu gelişti ve streptokinaz perfüzyonu ile düzeldi. Ancak bu olgulardan birinde PDA'da tam oklüzyon sağlanmışken streptokinaz sonrası duktus rekanalize oldu ve mekanik hemoliz gelişti. Çalışmada ikinci oklüzyon işlemi gerek duyulan tek hasta bu oldu.

7 olguda (%43.75) anjiyografik olarak tam oklüzyon sağlandı. Ertesi gün, renkli Doppler ekokardiografi ile tam oklüzyon oranının %81.25'e (13 olgu); altı aylık izlem süresini tamamlayanlarda %100'e (15 olgu) çıktığı görüldü. Hastaların son kontrollerinde sol pulmoner arter (LPA) ile ana pulmoner arter (APA) ve çıkan aort (AAo) ile inen aort (DAo) akım hızları karşılaştırıldı ve aralarında istatistiksel anlamda farklılık görülmeydi. Ancak izlem boyunca akım hızı LPA'da üç, DAo'da bir hastada > 2 m/sn bulundu. İki boyutlu ekokardiografi ile bu hastalardan üçünde "coil"ın damar içine fıtıklaştığı görüldü. Son hastada ise APA akım hızı da yüksekti. Çalışmamız düşük tartılı çocuklarda PDA'nın "coil" oklüzyonunun güvenilir bir yöntem olduğunu ancak bazı teknik ayrıntılara dikkat edilmesi gerektiğini ve APA ya da DAo akım hızının yüksek bulunmasının her zaman obstrüksiyon anlamına gelmediğini göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Duktus arteriozus açıklığı, girişimsel kardiyoloji, coil

Duktus arteriozus açıklığı'nın (PDA) kapatılmasına yönelik klasik tedavi yöntemi cerrahi ligasyon/divizyon olmakla birlikte yakın dönemde transkateter yöntemler oldukça yaygın kullanım alanı bulmuştur. Rashkind şemsiye bu amaçla uzun süre kullanılmış olmakla birlikte cihazın uygun konumda yerleştirildiği olgularda dahi sol pulmoner arter ve inen aortta

darlık oluşturabileceğine ilişkin yayınlar çıkmıştır (1-3). Son yıllarda PDA'nın oklüzyonunda "Gianturco coil" de kullanılmaya başlanmış ve bu yöntemin tam oklüzyon sağlamada oldukça yüksek orana ulaştığını gösteren çalışmalar bildirilmiştir (4-5). Ancak "coil" serbestleme işleminin kontrollü yapılmadığı bu yöntemde oldukça yüksek oranlarda pulmoner embolizasyonla karşılaşma tehlikesi bulunmaktadır (6). Daha sonra kullanıma giren serbestleme kontrollü "Jackson coil" (Cook Inc., Bloomington, IN) ile bu sorun büyük oranda çözümlenince kullanımı da yaygınlaşmıştır (7,8).

PDA'nın fizyolojik/anatomik kapanma yaşı her ne kadar doğumdan sonraki ilk 15 gün ise de bazı olgularda altıncı aya kadar uzaması söz konusudur (9). Nadir de olsa kendiliğinden kapanma yaşı ileri aylara kayabildiği için birçok merkez asemptomatik olgularda PDA'yı kapatmaya yönelik girişimleri bir yaşından sonraya kaydırmaktadır (10). Ancak PDA'nın geniş olması ya da ek anomalilerle birlikte olması nedeni ile uygun antikonjestif tedaviye karşın semptomları devam eden olgularda zaman geçirilmeden girişim yapılması zorunludur. Çalışmamıza düşük tartılı olmalarına karşın PDA'sı kapatılmak zorunda kalınan ve işlem sırasında "Jackson coil" uygulanan olgular alınmış olup bu olgularda erken dönem sonuçlar incelenmiş ve orta dönem izlemlerinde "coil"ın komşu dokularda ne denli darlığa yol açtığı değerlendirilmiştir.

MATERYEL ve METOD

Olgu Gurubu: Temmuz 1997-Ağustos 2000 tarihleri arasında tartıları 10.0 kg ve altında olmasına karşın erken girişim gerektiren PDA tanısı konmuş ve renkli Doppler ekokardiografik inceleme ile duktus çapı ve anatomisinin transkateter oklüzyona uygun olduğu düşünülen hastaların aileleri cerrahi ligasyon/divizyon ya da transkateter oklüzyon girişimleri açısından bilgilendirildi. Ailesinin cerrahi girişimi yeğlediği olgular ve ekokardiografik inceleme ile ya da oklüzyon işlemi öncesi yapılan anjiyografide duktus

Alındığı tarih: 18 Aralık 2000, revizyon 13 Mart 2001
Yazışma adresi: Ümrah Aydoğan, İstanbul Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları ABD, Fatih, Millet cad. 34390 İstanbul

anatomi ve çapının transkateter oklüzyona uygun bulunmadığı olgular cerrahiye yönlendirildi. Geriye kalan 16 olguda serbestleme kontrollü "Jackson coil" ile oklüzyon işlemi uygulandı.

Kalb Kateterizasyonu ve Oklüzyon İşlemi: Tüm olgularda lokal anestezi altında femoral ven ve artere 5 Fr kılıf yerleştirildi. Venöz taraftan ilerletilen NIH kateter PDA'dan geçirilerek **inen aortta (DAo)** jukstaduktal bölgeye yerleştirildikten sonra duktusun yeterince geniş olduğu olgularda arteriyel taraftaki sağ Judkins kateter retrograt olarak PDA'dan geçirilerek pulmoner artere ilerletildi. Venöz kateter aracılığı ile lateral pozisyonda çekilen aortografide PDA'nın anatomisi ve en dar noktadaki çapı belirlendi. Duktusun 1.5-2.0 misli çapta ve 3-5 helezonlu "coil"ler işlem için seçildi. Oklüzyon işlemi daha önce bildirilmiş olan anterograd ve retrograd yöntemlere uygun olarak gerçekleştirildi (11). Anterograd uygulamada pulmoner tarafta 0.5-1.0 helezon kalacak şekilde "coil" serbestlenirken, retrograd uygulamada istemsiz olarak pulmoner taraftaki helzon sayısının 1.5'a kadar çıkabildiği görüldü. Serbestleme işleminden 15 dakika sonra tekrarlanan aortografide rezidüel şant varlığı değerlendirilerek gereken olgularda retrograd yolla ikinci "coil" yerleştirildi.

İzlem: Hastalar işlemden sonraki gün ve altı aylık aralarla Vingmed CFM750 (Horten, Norway) cihazı ile transtoraksik ekokardiografi yapılarak izlendi. **Sol pulmoner arter (LPA)** ve PDA yüksek parasternal görüntüleme; **DAo** ise suprasternal görüntüleme değerlendirildi. "Coil" in pozisyonu iki boyutlu inceleme ile görüntüledikten sonra renkli Doppler inceleme ile PDA'dan rezidüel şant varlığı ile birlikte LPA ve DAo akım karakterleri değerlendirildi ve **devamlı (CW)** Doppler inceleme ile akım hızları ölçüldü. Olguların son izlemlerinde **ana pulmoner arter (APA)** ve **çıkan aort (AAo)** akım hızlarına da bakıldı. Ancak pulmoner akımlar **darbeli (PW)** Doppler ile ölçüldü.

İstatistiksel Değerlendirme: Hastaların son izlemlerinde elde edilen LPA ile APA akım hızları ve AAo ile DAo akım hızları karşılaştırıldı. İstatistiksel değerlendirmede Student's t-test kullanılarak $p < 0.05$ değerler istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

Olgu Özellikleri: Olguların 12'si (%75) kız, 4'ü (%25) erkek olup işlem tarihindeki yaşları 3.12 ile 29.76 ay (ortanca: 11.40, ort.±SD : 12.26±7.20), tartıları 4.50 ile 10.00 kg (ortanca 7.60, ort.±SD: 7.56±1.68) arasında değişmekteydi. Ek kalp anomali olarak bir olguda diskret aort koarktasyonu, bir diğerinde koarktasyon ile birlikte orta büyüklükte ventriküler septal defekt ve üçüncü hastada yine orta büyüklükte ventriküler septal defekt bulunmaktaydı. İki olguda da fonksiyonel bozukluğa yol açmayan biküspit aort kapağı saptandı. Ayrıca bir olguda ulnar agenezi, diğerinde de torticollis bulunmaktaydı.

Kalp Kateterizasyon Bulguları: Yapılan ölçümlerde PDA'nın en dar çapının 1.5 ile 4.5 mm (ortanca: 4.0, ort. ± SD: 3.5 ± 1.1) arasında değiştiği görüldü. "Coil" implantasyonu dört olguda arteriyel yoldan, 10 olguda venöz yoldan, duktusu çok geniş olan 2 olguda ise eş zamanlı olarak arteriyel ve venöz yoldan gerçekleştirildi. 10 (%62.5) olguda işlem sırasında tek "coil" yerleştirildi. Eş zamanlı iki "coil" yerleştirilen iki olgu ile birlikte 6 (%37.5) olguda belirgin rezidüel şant nedeniyle aynı işlemde birincinin üzerine arteriyel yoldan ikinci "coil" yerleştirme gereği duyuldu.

Oklüzyon işleminden sonra yapılan aortografide 7 (%43.75) olguda duktal düzeyde tam oklüzyon sağlandığı görüldü. Ancak bu olgulardan birinde femoral arter trombozu sonucu uygulanan streptokinaz nedeni ile duktal düzeyde rekanalizasyon ve ardından mekanik hemoliz geliştiği için 38 saat sonra ikinci "coil" uygulaması gereği duyuldu. 9 (%56.25) olguda ise işlem sonrası gözlenen duktal şant küçük olduğu için hastalar ekokardiografik izleme alındı.

PDA ile birlikte aort koarktasyonu saptanan iki olguda oklüzyon işleminin ardından "coil" helezonlarının ampulla dışına taşmadığından aortografi ile emin olunduktan sonra anjiyoplasti işlemi uygulandı.

Oklüzyon işleminden sonra 3 (%18.75) hastada işleme bağlı komplikasyon gelişti. Bir olguda işlemden sonraki saatler içerisinde insizyon yerinden abondan kanama oldu. Ancak kan transfüzyonu gerektirmedi. Diğer iki hastada ise femoral arter trombozu geliştiği için önce heparin perfüzyonuna başlandı. Yanıt alınmayınca streptokinaz perfüzyonuna geçildi. Her iki olguda da birkaç saat içerisinde tedaviye yanıt alındı. Ancak yukarıda da söz edilen birinde femoral nabızın alınması ile birlikte kan transfüzyonu gerektiren mekanik hemoliz başladı ve ikinci bir kateterizasyon işlemi ile bir "coil" daha yerleştirildi.

Aort koarktasyonu bulunan hastalardan birinde ise oklüzyon işleminden sonra gerçekleştirilen balon anjiyoplastinin ardından yapılan aortografide aortun arka duvarında mikroanevrizma geliştiği görüldü. Ancak izlem sırasında anevrizmada büyüme gözlenmedi.

İzlem: Oklüzyon işleminin ertesi gün yapılan ekokardiografik incelemede duktal şantı devam eden 9 olgudan (%56.25) altısında daha şantın kaybolduğu

gözlendi. İki olguda daha altı aylık izlem sonunda tam oklüzyon sağlandığı görülerek tam oklüzyon oranı %93.75'e çıktı. Son olguda ise ilk incelemede minimal sol-sağ jet akım görülmüş olup henüz altı aylık izlem süresi dolmadı.

CW Doppler ile akım hızları değerlendirildiğinde ilk altı aylık dönemde yalnızca bir hastada LPA'daki akım hızı 2 m/sn'nin üstünde (2.26 m/sn) bulundu. Ancak bu olguda 5 mm çaplı tek bir "coil" yerleştirilmiş ve pulmoner tarafta 1/2 helezon bırakılmıştı. İki boyutlu ekokardiografik incelemede de "coil" in LPA içine fitiklaşmadığı net olarak görülmüyordu. Nitekim, bu hastanın son kontrolünde PW Doppler ile LPA akım hızı 2.19 m/sn bulunurken APA akım hızının da oldukça yüksek (1.86 m/sn) olduğu saptandı.

İlk ekokardiografik incelemelerinde LPA akım hızları düşük bulunan iki olguda orta dönem izlemde PW Doppler ile hızın 2 m/sn'nin (2.01 ve 2.23 m/sn) üstüne çıktığı görüldü. Bu olgulardan birinde eş zamanlı yerleştirilen iki "coil" den arteriyel taraftan konulan 5 mm çaplı olanın bir helezonunun; her iki "coil" in arteriyel yolla yerleştirildiği diğerinde ise 8 mm çaplı olanının 1.5 helezonunun pulmoner tarafta kaldığı görüldü. Nitekim, iki boyutlu ekokardiografik incelemede her iki hastada da "coil" lerin LPA içine fitiklaştığı gözlendi ve APA akım hızlarının sırası ile 0.95 ve 0.90 m/sn olduğu görüldü.

Olguların son izlemlerindeki pulmoner akım hızları PW Doppler ile genel olarak değerlendirildiğinde APA akım hızının 0.87 ile 1.86 m/sn (ortanca: 1.26, ort. \pm SD: 1.25 \pm 0.28) arasında; LPA akım hızlarının 0.81 ile 2.23 m/sn. (ortanca: 1.36, ort. \pm SD:

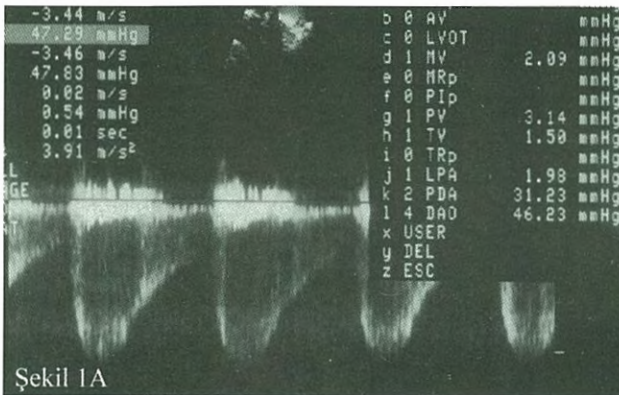
1.51 \pm 0.44) arasında değiştiği ve aralarında istatistiksel anlamda bir farklılık olmadığı görüldü.

İzlem süresi sonunda yalnızca bir olguda DAo akım hızı 2 m/sn'nin (2.14 m/sn) üstünde bulundu. Bu olgunun son kontrolünde AAo akım hızı 1.34 m/sn ölçülmüş olup DAo akım hızı ile kıyaslandığında aralarında belirgin farklılık görülmüyordu. Nitekim çok dar ampullası olan bu olguda arteriyel yolla 8 mm çaplı ve 5 helezonlu ve 5 mm çaplı ve 5 helezonlu iki adet "coil" yerleştirilmiş olup oklüzyon sonrası aortografide ve ekokardiografik izlemlerde helezonların DAo içine fitiklaştığı net olarak görülmekteydi ve ilk Doppler ekokardiografik incelemede diastolik devamlılığı olan 43 mmHg'lık basınç gradyanı saptanmıştı (Şekil-1).

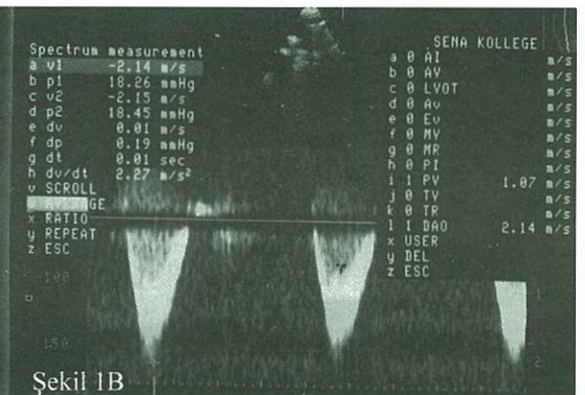
Son izlemede CW Doppler ile aort akım hızları değerlendirildiğinde AAo akım hızlarının 0.89 ile 2.08 m/sn. (ortanca: 1.44, ort. \pm SD: 1.45 \pm 0.33); DAo akım hızının 1.05 ile 2.14 m/sn, (ortanca: 1.44, ort. \pm SD: 1.52 \pm 0.36) arasında değiştiği ve aralarında istatistiksel anlamda bir farklılık olmadığı görüldü.

TARTIŞMA

Oklüzyon İşlemi: Pediatrik yaş gurubunda profilaktik amaçla heparin kullanılmış olsa dahi arteriyel kateterizasyondan sonra femoral tromboz görülme sıklığı %7 olarak bildirilmektedir (10). Ancak, yalnız düşük tartılı hastalar dikkate alındığında bu oranın çok daha yüksek bulunması gerektiği açıktır. Bizim olgu gurubumuzda %12.5 olarak bulunan femoral tromboz komplikasyonunun literatürden farklı olmadığı kanısındayız. Bunun yanı sıra "coil" çevresinde



Şekil 1A



Şekil 1B

Şekil 1. A) Duktus ampullası dar olan bir olguda duktus arteriozus açıklığının "coil" oklüzyonundan sonra inen aortta erken dönem Doppler akım eğrisi. B) Aynı hastanın son kontrolünde sistolik akım gradyanının gerilediği ve diastolik gradyanın tamamı ile kaybolduğu görülmüştür.

bir an önce tromboz oluşmasını sağlamak amacı ile profilaktik heparin kullanmamış olmamız da tromboz insidansını etkilemiş olabilir.

Kateterizasyon sonrasında femoral arteriyel tromboz geliştiğinde sorunu çözmeye yönelik olarak trombolitik ve gerekirse fibrinolitik tedavi uygulaması günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır (12). Nitekim, bizim iki olgumuzda da önce heparin ardından streptokinaz perfüzyonu uygulanarak periferik damar sorunu çözülmüş ancak tam oklüzyon sağlanmış bir olguda duktusta rekanalizasyon ve buna bağlı mekanik hemoliz gelişmiştir. Streptokinazın biyolojik yarılanma ömrünün 82-184 dakika, serum plazminojen düzeyinin tekrar normal düzeye dönme süresinin 24 saat olduğu dikkate alındığında perfüzyon kesildikten bir süre sonra "coil" çevresinde yeniden tromboz oluşumu ile tam oklüzyonun yeniden sağlanması beklenen bir bulgudur (13). Ancak bizim olgumuzda rezidüel şant devam etmiş ve kan transfüzyonu yapılmak zorunluluğu doğmuştur.

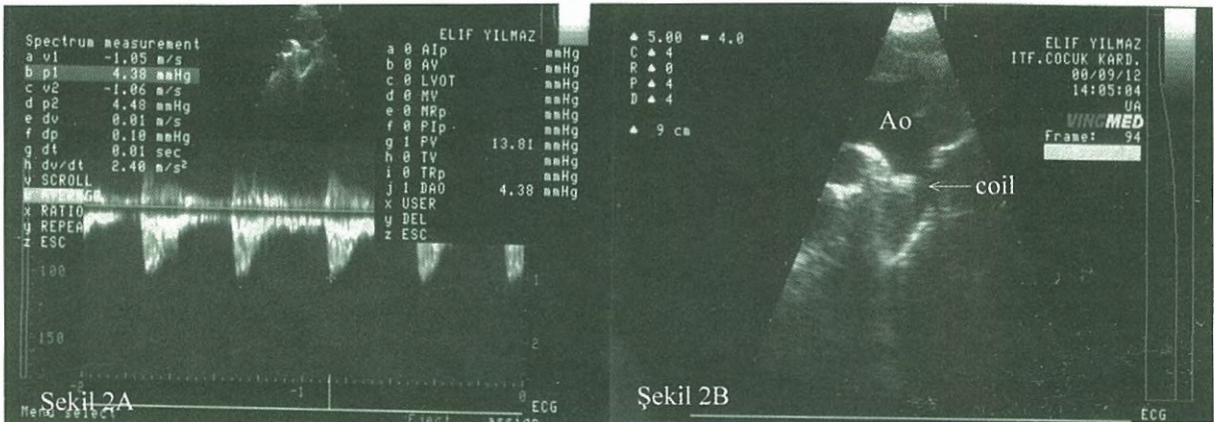
İzlem: "Coil" ile yapılan PDA oklüzyonlarında tek işlemde birden fazla "coil" eş zamanlı ya da ardarda yerleştirilebilir olması erken dönemde tam oklüzyon sağlanması açısından diğer sistemlere üstünlük sağlamaktadır. Nitekim, bizim altı olgumuzda (%37.5) beşi ilk işlemde, sonuncusu ilk iki gün içerisinde olmak üzere ikişer "coil" kullanılmış ve ilk 24 saat içerisinde 13 (%81.25), altı ay sonunda 15 (%100) olguda tam oklüzyon başarısı elde edilmiştir. Son olgumuz henüz altı aylık izlem süresini tamamlamamıştır.

PDA'nın kapatılmasından sonra rezidüel şant devam

ettiği sürece hastalara enfektif endokardit profilaksisinin devam ettirilmesi gerekliliğinin yanısıra karşılaşılmış en çok korkulan komplikasyon mekanik hemolizdir (14). "Coil" yönteminin ise bizim bir olgumuzda olduğu gibi zaman geçirilmeden ikinci bir "coil" yerleştirme üstünlüğü vardır.

PDA'nın Gianturco "coil" kullanılarak kapatıldığında pulmoner arterde darlık oluşabileceği diğer yazarlarca da gösterilmiştir. Stromberg ve arkadaşları (15) oklüzyon işleminden sonraki ilk günlerde %3 olguda LPA akım hızının 2.0 m/sn'nin üstüne çıktığını bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda da bir olguda benzer bulgu saptanmış olmakla birlikte iki boyutlu ekokardiografik incelemede LPA darlığı düşündürecek bir bulgu gösterilemediği gibi son izlemde APA akım hızının da yüksek olduğu görülmüştür. Yukarıdaki çalışmada bir diğer olguda oklüzyon sonrasında 1.4 m/sn bulunan LPA akım hızının orta dönem izlemde 2.0 m/sn'yi aştığı belirtilmektedir. Bizim iki olgumuzda da benzer bulgular saptanmış olup her ikisinde de "coil"lerin LPA içine fıtıklaştığı iki boyutlu ekokardiografi ile gösterilmiştir. Bu gelişmeyi Shim ve arkadaşları (5) "coil" in yetersiz endotelizasyonu ile açıklamaktadırlar.

"Coil" ile yapılan oklüzyonlarda DAo'da darlık oluşma olasılığı teorik olarak daha yüksektir. Çünkü "coil" helezonlarının büyük çoğunluğu aort tarafında bırakılmaktadır. Stromberg ve arkadaşlarının (15) çalışmasında bir olguda oklüzyon sonrası erken dönemde DAo akım hızının 2.1 m/sn'ye çıktığı görülmüş, ancak izlemde "coil" in endotelizasyonu ile normal değerlere dönmüştür. Buna karşın, aynı çalışmada bir başka olgu ile Moore ve arkadaşlarının (16) çalışma-



Şekil 2. A) Çalışma gurubundaki bir hastada inen aort akım hızı normal sınırlarda. B) Ancak iki boyutlu ekokardiografi ile "coil" in inen aort içine fıtıklaştığı görülüyor.

sındaki olguda oklüzyondan sonra DAo akım hızı Doppler ekokardiografi ile normal değerlerde bulunmuşken izlem sırasında 2 m/sn'nin üstüne çıkmıştır. Bu gelişme "coil" in yetersiz endotelizasyonu ile açıklanmaktadır. Ancak yine de bu olguların hiç birinde Doppler ekokardiografide diastolik gradyan görülmemiştir. Bizim olgumuz transkateter "coil" oklüzyon sonrasında Doppler ekokardiografide diastolik gradyan olsa dahi zaman içerisinde gerileyebileceğini göstermektedir. Bu gelişmeden "coil" in endotelizasyonunun yanısıra konjestif kalp yetersizliğinin kontrol altına alınması sonucu hızlı tartı alımı ile DAo çapındaki artış rol oynamış olabilir. Bu olgunun anjiyografisi tekrar değerlendirildiğinde duktus ampullasının çok dar olduğu ve aort tarafındaki helezonların tamamının DAo içine sarktığı görülmüştür.

Sonuç olarak çalışmamız, çapı 4.5 mm'ye kadar olan PDA'larda hasta tartısı düşük de olsa "coil" oklüzyonunun başarı ile uygulanabileceğini, rezidüel şant ve dolayısı ile mekanik hemoliz açısından Rashkind şemsiyeden daha avantajlı bir yöntem olduğunu göstermektedir. Ancak yine de LPA darlığı saptanan bir olgu dışında hiçbir komplikasyon bildirilmeyen Dalvi ve arkadaşları (17) tarafından belirtildiği gibi çok masum bir işlem değildir. Bizim çalışmamız salt LPA ya da DAo akım hızı ölçümlerine bakarak darlık olduğu kararı vermenin yanlış olduğunu ve akım hızlarının APA ve AAo akım hızları ile karşılaştırılması gerektiğini; LPA akım hızının engellenmemesi için özellikle büyük çaplı "coil" uygulanan olgularda pulmoner tarafta "coil" in 1/2 helezonundan daha fazlasının bırakılmaması gerektiğini göstermektedir. Dolayısı ile "coil" seçiminde serbestleme kontrollü olanların ve mümkünse venöz yolla implantasyonun seçilmesi gerektiğini düşünüyoruz.

Çalışmamızın bir diğer sonucu da geniş ampullası bulunmayan PDA'larda "coil" in aort tarafında yuvalanabileceği bir yuva olmadığından helezonların DAo içine fıtıklaşarak DAo'da darlığa yol açmaması için helezon sayısı az "coil" lerin kullanılması ya da farklı oklüzyon yöntemleri uygulama açısından hazırlıklı olunması gerektiğidir. Bunun yanısıra Doppler ekokardiografik incelemede DAo akım hızı normal sınırlarda olsa dahi bu anatomideki PDA'larda "coil" yine de DAo içine fıtıklaşmış ve turbulan akım yaratmış olabilir (Şekil-2). Bu olgularda yeter-

siz endotelizasyonla zaman içerisinde darlık gelişebileceğini literatür olguları göstermektedir. Bu bulgunun diğer bir önemi turbulansın neden olabileceği enfektif endokardit riskidir. Bu nedenle iki boyutlu ve renkli Doppler ekokardiografik incelemenin titizlikle yapıp bulgular kayboluncaya kadar enfektif endokardit profilaksisi verilmesi uygun olur.

KAYNAKLAR

1. Al-Fadley F, Al-halees Z, Galal O, Kumar N, Wilson N: Left pulmonary artery stenosis after transcatheter occlusion of persistent arterial duct. *Lancet* 1993; 341:559-60
2. Ottenkamp J, Hess J, Talsma MD, Buis-Liem TN: Protrusion of the device: a complication of catheter closure of patent ductus arteriosus. *Br Heart J* 1992; 68:301-3
3. Nykanen DG, Hayes AM, Benson LN, Freedom RM: Transcatheter patent ductus arteriosus occlusion; application in the small child. *J Am Coll Cardiol* 1994; 23:1666-70
4. Hijazi ZM, Geggel RL: Results of anterograde transcatheter closure of patent ductus arteriosus using single or multiple Gianturco coils. *Am J Cardiol* 1994; 74:925-9
5. Shim D, Fedderly RT, Beekman RH III, Ludomirsky A, Young ML, Schork MA, Lloyd TR: Follow-up of coil occlusion of patent ductus arteriosus. *J Am Coll Cardiol* 1996; 28:207-11
6. Lloyd TR, Fedderly R, Mendelsohn AM, Sandhu SK, Beekman RH: Transcatheter occlusion of patent ductus arteriosus with Gianturco coils. *Circulation* 1993; 88 (part 1):1412-20
7. Rosenthal E, Qureshi SA, Reidy J, Baker EJ, Tynan M: Evolving use of embolization coils for occlusion of the arterial duct. *Heart* 1996; 76:525-30
8. Çeliker A, Qureshi SA, Bilgiç A, et al: Transcatheter closure of patent arterial ductus using controlled-release coils. *Eur Heart J* 1997; 18:450-4
9. Gaynor JW, Sabiston DC: Patent ductus arteriosus, coarctation of the aorta, aortopulmonic window, anomalies of the aortic arch, DC Sabiston et al (eds). *Surgery of the Chest*. Philadelphia, W.B. Saunders Comp., 1990. p.1129
10. Mullins CE, Pagotto L: Patent ductus arteriosus. A Garson et al (eds). *The Science and Practice of Pediatric Cardiology*. Baltimore, Williams & Williams, 1997. p.1194
11. Anderson RH, Macartney FJ, Shinebourne EA, Tynan M: Cardiac catheterization and angiocardiography. *Paediatric Cardiology*. Edinburgh, Churchill Livingstone, 1987. p.363
12. Aydoğan Ü, Cantez T, Dindar A, Tanman B, Ertuğrul T, Ömeroğlu R: Fibrinolytic therapy for femoral arterial thrombosis after cardiac catheterization in infants and children. *J Invas Cardiol* 1992; 4:445-7
13. Chintagumpala MM, Steuber CP: Anticoagulant and thrombolytic agents. In Garson A Jr, Bricker JT, Fisher

DJ, Neish SR (eds): "The Science and Practice of Pediatric Cardiology." 2nd edition, Baltimore: Williams & Wilkins, 1998, pp 2541- 52

14. Ladusans EJ, Murdoch I, Franciosi J: Severe hemolysis after percutaneous closure of a ductus arteriosus (arterial duct). *Br Heart J* 1989; 61:548-50

15. Stromberg D, Pignatelli R, Rosenthal GL, Ing FF: Does ductal occlusion with the Gianturco coil cause left pulmonary artery and/or descending aorta obstruction? *Am J Cardiol* 1999; 83:1229-35

16. Moore JD, Shim D, Mendelsohn AM, Kimball TR: Coarctation of the aorta following coil occlusion of a patent ductus arteriosus. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1998; 43:60-2

17. Dalvi B, Nabar A, Goyal V, Naik A, Kulvarni A, Ramakanthan R: Transcatheter closure of patent ductus arteriosus in children weighing < 10 Kg with Gianturco coils using the balloon occlusion technique. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1998; 44:303-8