

# Arteriyel Switch Operasyonlarında Açık Trap-Door Tekniği ve Kapalı Koroner Transfer Tekniği Sonuçlarının Karşılaştırılması: Retrospektif Klinik Araştırma

## Comparison of the Results of Open Trap-Door Technique and Closed Coronary Transfer Technique in Arterial Switch Operations: A Retrospective Clinical Study

Onur DOYURGAN<sup>a</sup>, Osman AKDENİZ<sup>b</sup>, Yiğit KILIÇ<sup>a</sup>, Ahmet Kuddusi İRDEM<sup>a</sup>, Fatih ÖZDEMİR<sup>c</sup>, Hasan BALIK<sup>d</sup>, Bedri ALDUDAK<sup>d</sup>

<sup>a</sup>Sağlık Bilimleri Üniversitesi Diyarbakır Gazi Yaşargil Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Kalp ve Damar Cerrahisi ABD, Çocuk Kalp ve Damar Cerrahisi BD, Diyarbakır, Türkiye

<sup>b</sup>Fırat Üniversitesi Tıp Fakültesi, Çocuk Kardiyolojisi BD, Elazığ, Türkiye

<sup>c</sup>Sağlık Bilimleri Üniversitesi Dr. Siyami Ersek Göğüs Kalp ve Damar Cerrahisi Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Kalp ve Damar Cerrahisi ABD, Çocuk Kalp ve Damar Cerrahisi BD, İstanbul, Türkiye

<sup>d</sup>Sağlık Bilimleri Üniversitesi Diyarbakır Gazi Yaşargil Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Çocuk Kardiyolojisi BD, Diyarbakır, Türkiye

**ÖZET Amaç:** Arteriyel switch operasyonlarında, koroner translokasyon işleminin doğru yapılması ameliyatın başarısını etkileyen en önemli ögedir. Bu çalışmada, koroner arterlerin transferi için kullanılan 2 farklı translokasyon tekniğinin sonuçlarını karşılaştırdık. **Gereç ve Yöntemler:** Aralık 2017-Mayıs 2022 tarihleri arasında ardışık 108 hastaya arteriyel switch ameliyatı yapıldı. Hastaların tanımları intakt ventriküler septumlu büyük arter transpozisyonu (BAT) (n=68), ventriküler septal defektli BAT (n=34) ve Taussig-Bing anomalisi (n=6) idi. Yedi hastada aortik arkus anomalisi eşlik ediyordu. Hastaların 70'ine açık trap-door tekniği ile koroner transfer yapıldı (Grup=1); 38 hastada kapalı koroner transfer metodu uygulandı (Grup=2). **Bulgular:** Hastaların 86'sı erkek, 22'si kız, medyan yaşı 13 gün ve ortalama vücut ağırlığı 3,3 kg'dı. Gruplar arasında anamnezdeki vücut ağırlığı, büyük arter ilişkisi ve koroner anomali varlığı bakımından fark yoktu. Tüm hastalar genelinde erken mortalite %12 (n=13) idi. Yirmi altı (%24,1) hastada koroner arter anomalisi saptandı. Koroner arter anomalisi olan hastalarda olmayanlara göre mortalite daha yüksekti (p=0,006). Grup 1 ve Grup 2 arasında komplikasyon ve mortalite bakımından anlamlı fark yoktu. Grup 2'deki hastalarda kros klemp süresi (p=0,009), kardiyopulmoner baypas süresi (p=0,001), yoğun bakımda kalış süresi (p=0,01), hastanede kalış süresi (p=0,001) ve vazoaktif inotrop skoru (p<0,001) Grup 1'deki hastalardan anlamlı olarak daha düşüktü. Takipte Grup 1'de hafif neo-aortik kapak yetersizliği oranı Grup 2'den yüksekti (p=0,046). **Sonuç:** Kapalı teknik daha kısa kros klemp ve kardiyopulmoner baypas zamanı, daha kısa yoğun bakımda ve hastanede kalış süresi, daha düşük vazoaktif inotrop skoru sağlar ve bu teknik postoperatif neo-aortik kapak yetersizliği riskini azaltır.

**ABSTRACT Objective:** Correct coronary translocation is the most important factor affecting the success of the operation in arterial switch operations. In this study, we compared the results of 2 different translocation techniques used for the transfer of coronary arteries. **Material and Methods:** Arterial switch surgery was performed on 108 consecutive patients between December 2017 and May 2022. The diagnoses of the patients were transposition of the great arteries with intact ventricular septum (n=68), transposition of the great arteries with ventricular septal defect (n=34) and Taussig-Bing anomaly (n=6). Aortic arch anomaly was accompanied in 7 patients. Coronary transfer was performed with the open trap-door technique in 70 of the patients (Group=1); closed coronary transfer method was applied in 38 patients (Group=2). **Results:** Eighty-six of the patients were male, 22 were female, median age was 13 days and mean body weight was 3.3 kg. There was no difference between the groups in terms of operative body weight, great artery relationship and presence of coronary anomaly. Early mortality was 12% (n=13) in all patients. Coronary artery anomaly was detected in 26 (24.1%) patients. Mortality was higher in patients with coronary artery anomaly than those without (p=0.006). There was no significant difference between Group 1 and Group 2 in terms of complications and mortality. In Group 2, cross-clamp time (p=0.009), cardiopulmonary bypass time (p=0.001), length of stay in the intensive care unit (p=0.01), length of hospital stay (p=0.001) and vasoactive inotrope score (p<0.001) was significantly lower than the patients in Group 1. At the follow-up, the rate of mild neo-aortic valve regurgitation in Group 1 was higher than in Group 2 (p=0.046). **Conclusion:** The closed technique provides shorter cross-clamp and cardiopulmonary bypass time, shorter intensive care unit and hospital stay, lower vasoactive inotrope score, and this technique reduces the risk of post-operative neo-aortic valve insufficiency.

**Anahtar Kelimeler:** Arteriyel switch ameliyatı; koroner damarlar; reimplantasyon; büyük damarların transpozisyonu

**Keywords:** Arterial switch operation; coronary vessels; reimplantation; transposition of great vessels

**Correspondence:** Onur DOYURGAN  
Sağlık Bilimleri Üniversitesi Diyarbakır Gazi Yaşargil Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Kalp ve Damar Cerrahisi ABD,  
Çocuk Kalp ve Damar Cerrahisi BD, Diyarbakır, Türkiye  
**E-mail:** onurdoyurgan@gmail.com



Peer review under responsibility of Türkiye Klinikleri Cardiovascular Sciences.

**Received:** 11 Oct 2022 **Accepted:** 03 Jan 2023 **Available online:** 05 Jan 2023

2146-9032 / Copyright © 2022 by Türkiye Klinikleri. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Yenidoğan ve infantlarda en sık görülen siyanotik konjenital kalp hastalığı olan büyük arter transpozisyonu (BAT), doğumsal kalp defektleri arasında %5 ile %7 oranında görülmektedir.<sup>1</sup> Bu olgularda, anatomik düzeltme sağlayan arteriyel switch operasyonu (ASO), ilk kez 1976 yılında Jatene ve ark. tarafından tanımlanmıştır.<sup>2</sup> Genellikle yaşamın ilk ayında yapılan ve Jaten prosedürü olarak da bilinen bu ameliyat, günümüzde BAT'lı olgularda standart cerrahi prosedür hâline gelmiştir.<sup>3,4</sup> İntraoperatif veya erken postoperatif mortalite, hemen her zaman koroner arterlerdeki yetersizlik ile ilişkilidir.<sup>5</sup> Koroner arterlerdeki bükülme, gerilme, anastomozdaki darlık, koroner artere dıştan bası gibi problemler, koroner perfüzyonun kötü olmasına neden olur ki bu da ventrikül fonksiyonunun bozulmasıyla sonuçlanır.<sup>6</sup> Bu nedenle koroner arterlerin transferi, ameliyatın hayati önem taşıyan en önemli aşamasıdır. En yaygın kullanılan koroner transfer metodu olan trap-door tekniğinde koroner arterin rotasyonu en aza indirilmektedir.<sup>7</sup> Öte yandan, kapalı koroner transfer tekniği ise koroner arterler için en uygun geometrik şeklin oluşturulmasına olanak tanır.<sup>8</sup> Koroner arterlerin reimplantasyonu için kullanılan 2 teknik de literatürde bulunmaktadır.<sup>9,10</sup>

Departmanımızda ASO yaptığımız hastalarda her iki koroner transfer tekniğini de uygulamaktayız. Bu çalışmanın amacı, kapalı koroner transfer tekniği ile açık trap-door transfer tekniğinin erken dönem sonuçlarını karşılaştırmaktır.

## GEREÇ VE YÖNTEMLER

Çalışma için Sağlık Bilimleri Üniversitesi Gazi Yaşargil Eğitim ve Araştırma Hastanesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulundan (tarih: 22 Temmuz 2022, no: 145) onay alındı. Çalışma, Helsinki Deklarasyonu prensiplerine uygun olarak yapıldı.

## HASTALAR

Aralık 2017-Mayıs 2022 tarihleri arasında BAT tanısıyla tek cerrahi ekip tarafından ardışık olarak ASO yapılan 108 hasta çalışmaya dâhil edildi. Hastaların yaş, cinsiyet, vücut ağırlığı, tanı, eşlik eden anomali, kros klemp ve kardiyopulmoner baypas süresi, koroner arter paterni, postoperatif komplikasyonlar, vazoaaktif inotrop skoru, mekanik ventilasyon süresi,

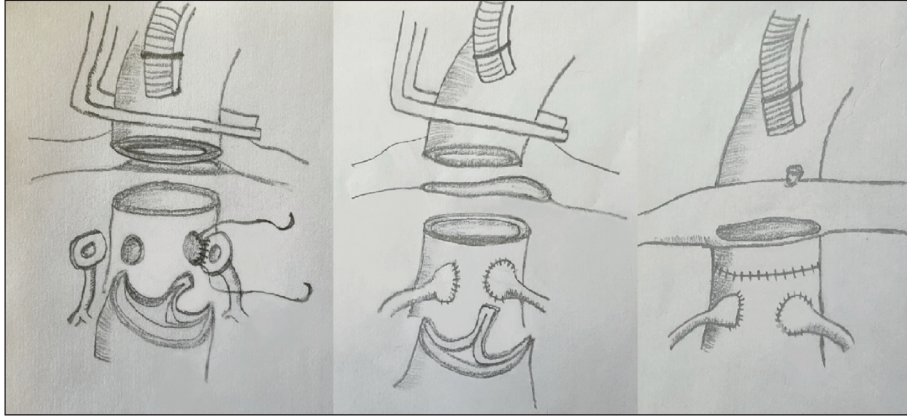
yoğun bakımda kalış süresi, hastanede kalış süresi, takip süresi, Aristotle kompleksite skoru kayıt edildi. Hastaların demografik ve perioperatif verileri hastanenin veri tabanı kullanılarak retrospektif olarak analiz edildi. Hastalar koroner arter transfer tekniği açısından trap-door koroner transfer tekniği (Grup 1) ve kapalı koroner transfer tekniği (Grup 2) olarak 2 gruba ayrıldı. Koroner arter paternleri Leiden konvansiyonuna göre sınıflandırıldı. Bu sınıflandırmaya göre koroner arterlerin köken aldığı sinüs (sinüs 1 ve sinüs 2) baz alınarak hastaların koroner arter paternleri tanımlandı.<sup>11</sup>

## CERRAHİ TEKNİK VE POSTOPERATİF TAKİP

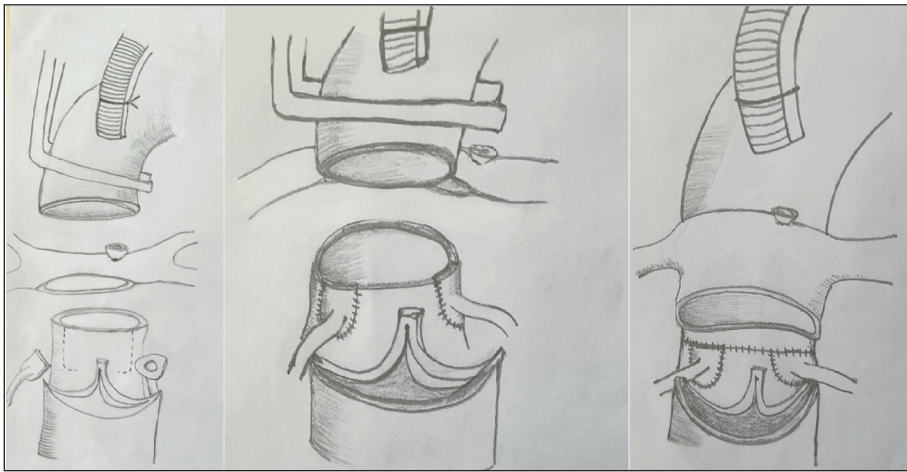
Tüm operasyonlarda medyan sternotomiye takiben standart asendan aortik kanülasyon ve bikaval venöz kanülasyon ile kardiyopulmoner baypas başlatıldı ve 28 °C sistemik hipotermi uygulandı. Antegrad selektif serebral perfüzyon uygulanan hastalarda innominat arter direkt kanüle edildi. Miyokardiyal koruma 20 mL/kg antegrad tek doz soğuk del Nido kardiyopleji solüsyonu verilerek sağlandı. Kros klemp süresi 90 dk'yı aşan hastalarda 20 dk'da bir koroner ostiyumlardan 10 mL/kg soğuk kan kardiyoplejisi verilerek miyokard korunmaya devam edildi. Küçük ventriküler septal defekti (VSD) olan hastalarda, defekt sağ atriyumdan primer sütürasyonla, büyük VSD'si olan hastalarda glutaraldehit ile fikse edilmiş otolog perikard yama ya da Dacron yama kullanılarak VSD kapatıldı. Taussig-Bing anomalisi olan hastalarda VSD neoorta üzerinden yapılan eksplorasyonla kapatıldı. Aortik ark patolojisinin eşlik ettiği hastalarda antegrad selektif serebral perfüzyona geçilerek genişletilmiş ark aortoplasti yapıldı. LeCompte manevrası sonrasında gerginlik meydana gelmemesi için pulmoner arterler her iki hilusa kadar olabildiğince serbestleştirildi. Patent duktus arteriyozus divize edildi ve büyük arterler transekte edildi. Kapalı koroner transfer tekniğinde, aort sinotübüler bileşkenin yaklaşık 10 mm yukarısından, ana pulmoner arter ise pulmoner bifurkasyonun hemen altından transekte edildi. Kapalı teknikte, koroner anastomozlar için uzun bir neoortik kök bırakmak, yeterli implantasyon alanı sağlanması açısından önemlidir. Ardından koroner arterler kendi sinüslerinden U şekilli flepli buton şeklinde çıkartıldı. Koroner arterle-

rin anastomozu için en uygun geometrik lokalizasyon belirlendikten sonra neoorta üzerinde yaklaşık 4 mm çapında “delik şeklinde” anastomoz yerleri oluşturuldu ve herhangi bir gerilme olmadan koroner arterler neoortaya düzgün bir şekilde anastomoz edildi (Resim 1). Açık trap-door koroner transfer tekniğinde, asendan aort sinotübüler bileşkenin yaklaşık 5-6 mm yukarısından, ana pulmoner arter ise pulmoner bifurkasyonun yaklaşık 2-3 mm proksimalinden transekte edildi. Açık trap-door tekniğinde ise kapalı teknikten farklı olarak, neoortada “hokey sopası” şeklinde anastomoz yerleri hazırlandı ve koroner butonlar neoaortik köke implante edildi (Resim 2). Her iki yaklaşımda da koroner arter transferlerinin ta-

mamlanmasının ardından LeCompte manevrası yapıldı ve sonra neoorta ile asendan aorta anastomozu yapıldı. Tüm hastalarda neopulmoner arter rekonstrüksiyonu için semisirküler şekilli otolog taze perikard yama kullanıldı. Önceden balon atriyal septostomi yapılmış olan veya atriyal septal defekti geniş olan hastalarda defekt primer olarak kapatıldı. Tüm hastalarda yaklaşık 4 mm’lik bir patent foramen ovale açık bırakıldı. Aortik kros klemp kaldırıldı ve neopulmoner arter pulmoner bifurkasyona çalışan kalpte anastomoz edildi. Uygun şartlar sağlandığında kardiyopulmoner baypastan çıkıldı. Kardiyopulmoner baypastan çıkıldıktan sonra tüm hastalarda modifiye ultrafiltrasyon uygulandı ve devamında



RESİM 1: Kapalı koroner transfer tekniği.



RESİM 2: Açık trap-door tekniği.

standart işlemler yapılarak ameliyat tamamlandı. Sternumu açık çıkılan hastalarda cilt Dacron yama ile kapatıldı.

Ameliyattan sonra tüm hastalar kardiyak yoğun bakım ünitesinde takip edildi. Hastaların arteriyel kan basıncı, kardiyak ritmi, santral venöz basıncı ve saturasyonu monitörize edildi. Postoperatif sedasyon ve analjezi sağlamak için en az 24 saat boyunca hastalara fentanil/remifentanil ve midazolam infüzyonu verildi. Hemodinamik olarak stabil olmayan veya sternumu açık olan hastaların sedasyon süresi uzatıldı. Hemodinamisi stabilize olan hastaların sternumu postoperatif 2-4 günde kapatıldı. Postoperatif dönemde inotropik destek için epinefrin (0,02 ile 0,2 µg/kg/dk) ve milrinon (0,5 ile 0,7 µg/kg/dk) rutin olarak başlandı. Diyastolik arteriyel kan basıncı düşük olan hastalarda bu inotropiklere ek olarak norepinefrin ve dopamin infüzyonu verildi. Yoğun bakımda kaldıkları süre boyunca hastaların sol ventrikül fonksiyonları günlük ekokardiyografi ile takip edildi. Medikal tedaviye dirençli metabolik asidozu veya oligüri ve ödemi olan hastalarda geçici periton diyalizi uygulandı. Postoperatif takipte aritmi saptanan hastalara aritmi türüne göre uygun farmakolojik tedavi verildi. Hastalarımız 3-6 aylık dönemlerde pediatrik kardiyoloji uzmanı tarafından rutin fizik muayene ve ekokardiyografik olarak düzenli bir şekilde takip edildi.

## İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Elde edilen verilerin istatistiksel analizi için SPSS sürüm 23.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA) paket programı kullanıldı. Sürekli değişkenlerden parametrik olanlar ortalama±standart sapma, parametrik olmayan veriler ise ortanca (minimum-maksimum) şeklinde gösterildi. İkili gruplarda kategorik değişkenlerin değerlendirilmesinde ki-kare testi ve Fisher exact testi, normal dağılım gösteren ölçümler için bağımsız gruplarda Student t-testi kullanıldı. Normal dağılım göstermeyen sürekli değişkenlerde Mann-Whitney U testi yapıldı. Kategorik değişkenlerden çoklu grupların değerlendirilmesinde ki-kare testi Bonferroni düzeltmesi kullanıldı.  $p < 0,05$  değeri anlamlı kabul edildi.

## BULGULAR

Hastaların 86'sı (%79,6) erkek, 22'si (%20,4) kız ve medyan yaş ( $Q_{25}$ - $Q_{75}$ ) değerleri 13 (9-19) gündü.

Hastaların vücut ağırlıkları medyan 3.300 g (2.450-5.600) arasındaydı. Yabancı uyruklu göçmen hastaların sayısı 22 (%20,4) idi. Elli iki (%48,1) hastaya preoperatif balon atriyal septostomi yapıldı. Hastaların 68'inde (%63) intakt ventriküler septum, 34'ünde (%31,5) VSD, 6'sında (%5,5) Taussig-Bing anomalisi vardı. Hastaların 7'sine (%6,5) aortik ark patolojisi eşlik etmekteydi. Hastaların ortalama Aristotle kompleksite skoru medyan 13 (10-22,5) idi. Yetmiş (%64,8) hastaya açık transfer tekniği ile koroner transfer uygulanırken (Grup 1), 38 (%35,2) hastaya kapalı teknik uygulandı (Grup 2). Grup 1 ve Grup 2 arasında cinsiyet, uyruk, operasyon esnasındaki yaş, vücut ağırlığı, tanı ve Aristotle skoru açısından anlamlı fark saptanmadı. Hastaların demografik verileri [Tablo 1](#)'de verilmiştir.

VSD'si olan hastaların 21'inde (%52,5) glutaraldehit ile fikse edilmiş otolog perikard yama, 16'sında (%40) primer sütürasyon, 3'ünde (%7,5) Dacron yama kullanılarak VSD kapatıldı. Aortik arkus patolojisi olan 7 hastada (%6,5) antegrad selektif serebral perfüzyona girilerek genişletilmiş ark aortoplasti yapıldı. Koroner arter anomalisi 26 (%24,1) hastada saptandı. En sık görülen koroner arter anomalisi 2LCxR (n=8) paterniydi. Aort ile ana pulmoner arter arasında çap uyumsuzluğu 20 (%18,5) hastada vardı. Hastaların kros klemp süresi ortalama  $127,2 \pm 25,7$  dk, kardiyopulmoner baypas süresi  $193 \pm 37$  dk, yoğun bakım ünitesinde kalış süresi medyan 12 (1-53) gün ve hastanede kalış süresi medyan 15 (4-56) gündü. Yapılan analizde Grup 2'deki hastaların Grup 1'deki hastalara göre kros klemp süresi, kardiyopulmoner baypas süresi, yoğun bakımda kalış süresi, hastanede kalış süresi, vazoaktif inotrop skoru anlamlı olarak daha düşük bulundu. Hastaların operatif ve postoperatif erken dönem verileri [Tablo 2](#)'de verilmiştir.

En sık görülen postoperatif komplikasyonlar periton diyalizi gerektiren böbrek yetersizliği (%14,8), geç sternum kapatma (%13), aritmi (%13), koagülopati (%12) ve sol ventrikül disfonksiyonu (%12) idi. On dört (%13) hastada postoperatif yoğun bakım ünitesinde kaldıkları süre içinde hemodinamik olarak anlamlı supraventriküler taşiaritmi gözlemlendi ([Tablo 3](#)).



**TABLO 1:** Hastaların demografik verileri.

Parametre	Grup 1 (n=70)	Grup 2 (n=38)	Toplam (n=108)	p değeri
Cinsiyet				0,25 <sup>u</sup>
Erkek	58	28	86	
Kız	12	10	22	
Yaş, gün	12 (2-50)	16 (2-75)	13 (2-75)	0,062 <sup>k</sup>
Vücut ağırlığı, kg	3,2 (2,4-5,6)	3,5 (2,7-4,9)	3,3 (2,4-5,6)	0,055 <sup>k</sup>
Uyruk				0,06 <sup>u</sup>
Yerli	52	34	86	
Göçmen	18	4	22	
Tanı				0,055 <sup>k</sup>
BAT-İVS	47	21	68	
BAT-VSD	21	13	34	
Taussig-Bing	2	4	6	
Ek anomali				
Aortik ark hipoplazisi	2	3	5	
Aort koarktasyonu	0	1	1	
Kesintili aortik ark	0	1	1	
Preoperatif balon atriyal septostomi				0,49 <sup>u</sup>
Evet	32	20	52	
Hayır	38	18	56	
Aristotle kompleksite skoru (minimum-maksimum)	13 (10-20)	12 (10-22,5)	13 (10-22,5)	0,31 <sup>k</sup>

<sup>u</sup>Ki-kare testi; <sup>k</sup>Ki-kare Bonferroni düzeltilmesi; <sup>u</sup>Mann-Whitney U testi; Grup 1=Açık trap-door metodu ile koroner transfer yapılan hastalar; Grup 2=Kapalı teknik ile koroner transfer yapılan hastalar; BAT: Büyük arter transpozisyonu; İVS: İntakt ventriküler septum; VSD: Ventriküler septal defekti.

**TABLO 2:** Hastaların operatif ve postoperatif erken dönem verileri.

Parametre	Grup 1 (n=70)	Grup 2 (n=38)	Toplam (n=108)	p değeri
VSD kapatma yöntemi				0,002 <sup>k</sup>
Perikard yama	8	13	21	
Primer	14	2	16	
Dacron yama	1	2	3	
Aortik ark rekonstrüksiyonu	0	5	5	
Koroner patern				
Olağan				
1LCx;2R	53	29	82	
Olağan dışı				0,09 <sup>k</sup>
2LCxR	5	3	8	
1L;2CxR	6	0	6	
1LR;2Cx	2	3	5	
Diğerleri	4	3	7	
Aort-pulmoner arter çap uyumsuzluğu				0,12 <sup>u</sup>
Var	10	10	20	
Yok	60	28	88	
Kros klemp süresi, dk	132±28,3	118,4±17,5	127,2±25,7	0,009 <sup>t</sup>
Kardiyopulmoner baypas süresi, dk	202,6±40,8	175,5±19,4	193±37	0,001 <sup>t</sup>
Mekanik ventilasyon süresi, gün	3 (1-38)	3 (1-28)	3 (1-38)	0,5 <sup>k</sup>
Yoğun bakımda kalış süresi, gün	13,5 (1-53)	10 (1-36)	12 (1-53)	0,01 <sup>k</sup>
Hastanede kalış süresi, gün	17 (5-56)	12 (4-38)	15 (4-56)	0,001 <sup>k</sup>
Vazoaktif inotrop skoru	25 (10-67)	14,5 (10-47)	22 (10-67)	<0,001 <sup>k</sup>
Komplikasyon				
Var	29	16	45	0,34 <sup>k</sup>
Yok	41	22	63	
Erken dönem mortalite (1-30 gün)	8	5	13	0,76 <sup>o</sup>

<sup>u</sup>Ki-kare testi; <sup>k</sup>Ki-kare Bonferroni düzeltilmesi; <sup>u</sup>Mann-Whitney U testi; <sup>t</sup>Student t-testi; <sup>o</sup>Fischer exact test; Grup 1=Açık trap-door metodu ile koroner transfer yapılan hastalar; Grup 2=Kapalı teknik ile koroner transfer yapılan hastalar; VSD: Ventriküler septal defekt; Diğerleri: 1LCxR (n=2), 1R;2LCx (n=1), 1Cx;2LR (n=1), intramural (n=3).

**TABLO 3:** Postoperatif görülen komplikasyonlar.

Komplikasyon*	Grup 1	Grup 2	Toplam
Akut böbrek yetersizliği	9	7	16
Geç sternum kapatma	8	6	14
Aritmi	9	5	14
Sol ventrikül disfonksiyonu	8	5	13
Koagülopati	5	2	7
Ventriküler fibrilasyon ve kardiyak arrest	4	2	6
Sepsis	4	2	6
Kanama	3	0	3
Pnömoni	1	2	3
İntrakraniyal kanama	2	0	2
Diyafragma paralizisi	2	0	2
Nekrotizan enterokolit	1	0	1
Nöbet	1	0	1
Dehisens ve mediastinit	0	1	0

\*Bazı hastalarda birden fazla komplikasyon meydana gelmiştir.

Hastane mortalitesi %12 (n=13) bulundu. Bu hastaların 6'sı intraoperatif olarak, 5'i sepsis, 1'i pnömoni nedeniyle olmak üzere postoperatif dönemde kaybedildi. Sol ventrikül disfonksiyonu nedeniyle intraoperatif ekstrakorporeal membran oksijenatörüne [extracorporeal membrane oxygenator (ECMO)] bağlanan 1 hasta ECMO'dan ayrılmadı ve 12 gün sonra vefat etti. İntraoperatif kaybedilen hastaların ölüm nedenleri 2 hastada yetersiz miyokardiyal koruma, 3'ünde kötü koroner arter perfüzyonu, 1'inde bilinmeyen bir nedendi (muhtemelen koroner arter trombozu). Koroner anomali, vefat eden 13 hastanın

6'sında mevcut iken, yaşayan 95 hastanın 20'sinde vardı. Vefat eden hastalarda koroner anomali oranında istatistiksel artış saptandı (p=0,006).

Taburcu edilen hastaların takip süresi medyan 4 ay (1 ay-4,1 yıl) idi. Takipte ekokardiyografik değerlendirmede hastaların tamamında sol ventrikül fonksiyonları normal bulundu. Buna ek olarak, 4 (Grup 1'de 3 hastada, Grup 2'de 1 hastada) hastada orta derecede neopulmoner kapak stenozu vardı. Grup 1'de bir hastada ciddi neopulmoner kapak stenozu vardı. Tekrar girişim gereksinimi 2 (%1,9) hastada oldu. Bunlardan birine pulmoner balon valvüloplasti ve cihazıyla VSD kapatılması yapıldı. Birine neopulmoner stenoz için balon valvüloplasti yapıldı. Neopulmoner kapak yetersizliği ya da darlığı bakımından gruplar arasında anlamlı fark bulunmadı. Grup 1'de hafif neoortik kapak yetersizliği oranı Grup 2'den anlamlı olarak yüksek bulundu (p=0,046). Hafif neopulmoner kapak yetersizliği oranı ise Grup 1'de istatistiksel anlamlı olmasa da biraz yüksekti (p=0,083). Postoperatif ekokardiyografik aortik ve pulmoner kapak bulguları **Tablo 4**'te verilmiştir.

## TARTIŞMA

Genellikle yaşamın ilk ayında yapılan ASO günümüzde BAT'lı olgularda standart cerrahi prosedür hâline gelmiştir. Bu ameliyatta koroner arterlerin transferi, ameliyatın hayati önem taşıyan en önemli

**TABLO 4:** Hastaların postoperatif ekokardiyografik aort ve pulmoner kapak verileri.

Parametre	Grup 1 (n=70)	Grup 2 (n=38)	Toplam (n=108)	p değeri
Neoortik kapak yetersizliği				0,046 <sup>u</sup>
Hafif	25	7	32	
Orta/ciddi	0	0	0	
Neoortik kapak darlığı				0,14 <sup>u</sup>
Hafif	0	2	2	
Orta/ciddi	1	1	2	
Neopulmoner kapak yetersizliği				0,083 <sup>u</sup>
Hafif	24	7	33	
Orta/ciddi	2	0	2	
Neopulmoner kapak darlığı				0,44 <sup>*</sup>
Hafif (<20 mmHg)	20	7	27	
Orta (20-40 mmHg)	3	1	4	
Ciddi (41-60 mmHg)	1	0	1	

<sup>u</sup>Ki-kare testi; <sup>\*</sup>Ki-kare Bonferroni düzeltilmesi; Grup 1=Açık trap-door metodu ile koroner transfer yapılan hastalar; Grup 2=Kapalı teknik ile koroner transfer yapılan hastalar.

aşamasıdır. Çalışmamızda kapalı koroner transfer metodu ile opere ettiğimiz hastalarda daha kısa kros klemp ve kardiyopulmoner baypas zamanı, daha kısa yoğun bakımda ve hastanede kalış süresi, daha düşük vazoaktif inotrop skoru saptadık. Bu hastalarda, postoperatif neoartik kapak yetersizliğinin daha az olduğunu gördük.

Günümüzde ASO'lar yüksek hacimli merkezlerde sıradan bir ameliyata dönüşmüştür. Bu ameliyatlarda, erken mortalite literatürde %1,6-17 arasında bildirilmektedir.<sup>12-18</sup> Bizim serimizdeki genel hastane mortalitesi %12'ydi ve literatürle uyumluydu. Açık trap-door tekniği uygulanan hastalarda mortalite %11,4 (n=8), kapalı teknik uygulanan hastalarda ise %13,1 (n=5) idi. Çalışmamızdaki gruplar arasında mortalite açısından anlamlı bir fark yoktu.

Chang ve ark. neoartik rekonstrüksiyondan sonra koroner reimplantasyonların yapıldığı kapalı ve açık koroner transfer tekniğini karşılaştırdıkları çalışmada, erken mortaliteyi ve ılımlı neoartik kapak yetersizliği oranını açık trap-door grubunda daha yüksek bildirmişlerdir.<sup>18</sup> Dedemoğlu ve ark. kapalı koroner transfer tekniği uyguladıkları grupta açık trap-door grubundaki hastalara göre daha kısa kros klemp ve ameliyat süresi bulmuşlardır.<sup>19</sup> Çalışmamızda da bu çalışmalardaki bulgulara benzer şekilde kapalı koroner transfer tekniği (Grup 2) uygulanan hastalarda açık trap-door tekniği (Grup 1) uygulanan hastalara göre kros klemp süresi, kardiyopulmoner baypas süresi, yoğun bakımda kalış süresi ve hastanede kalış süresi daha kısaydı.

Koroner arter anomalisi BAT olgularında diğer doğumsal kalp hastalıklarına göre daha sık görülmektedir.<sup>20</sup> Hastalarımızın 26'sında (%24,1) koroner arter anomalisi mevcuttu. Koroner arterlerin neoartaya transferi, arteriyel switch ameliyatının en önemli noktasıdır. Koroner arter perfüzyonunun mükemmel olması için koroner arterlerin neoartaya transferi yapılırken bükülme ve gerilme olmamasına özel dikkat sarfedilmelidir. Koroner perfüzyonun yetersiz olması postoperatif erken dönemdeki mortalitenin en sık nedenidir.<sup>13</sup> Mutad ve kompleks koroner paterni olan hastaların, koroner arterlerinin neoartaya transfer edilmesi için çeşitli teknikler bildirilmiştir.<sup>18,21-24</sup> Bunlardan en yaygın olarak kullanılan açık trap-door tekniği, koroner arterlerin posteriordan açılma ve

bükülme olasılığını azaltır.<sup>7,10</sup> Fakat bu teknik, neoartaya transfer edilen koroner arterler için en uygun geometrik şekli sağlamada yeterli değildir.<sup>25</sup> Bove, optimal geometrik yapılandırmayı oluşturmak için kapalı koroner transfer tekniğini tanımlamıştır.<sup>8</sup> Bu tekniğe göre neoartik rekonstrüksiyon yapıldıktan sonra, neoartik kökte anastomoz için belirlenen en uygun yerlere koroner arterler transfer edilir. Bu tekniğin avantajı, koroner arterlerin neoartik köke doğru açıyla anastomoz edilmesi sayesinde optimal koroner geometrinin oluşturulmasıdır. Chang ve ark. kapalı teknikle olası bir neoartik kapak hasarı meydana gelmesini önlemek için kanülasyondan önce neoartanın ön komissürünün yanlarına koroner arter anastomozlarının yerlerini belirlemek için işaretleme dikişleri koymuşlardır.<sup>18</sup> Bundan başka önce neoartik kök anastomozunun arka yarısını yapıp ardından koroner transferlerin yapıldığı modifiye kapalı koroner transfer metodu, neoartik kapak hasarını önlemek için açık trap-door metoduna iyi bir alternatif olabilir.<sup>19</sup> Biz hastalarımızda Bove'nin kapalı koroner transfer tekniğinden farklı olarak, önce aort köküne koroner arter reimplantasyonlarını yaptık. Koroner transferleri tamamladıktan sonra neoartik kök anastomozunu yaptık. Bu sayede, neoartik kapağı net olarak görerek, ona zarar vermeden koroner arter anastomozlarını rahatça yapabildik. Bizim kapalı koroner transfer tekniği uyguladığımız hastalarımızda, neoartik kökte doğru bir koroner geometri oluşturmada zorlanmadık. Aortik lifletleri görebek koroner anastomozları yaptığımız için aort kapağına herhangi bir zarar vermedik.

Arteriyel switch ameliyatında intramural koroner arter seyri, ameliyatta cerrahları zorlayan ve onların karşılaşmak istemedikleri bir durumdur.<sup>26</sup> İnamural koroner patern, normal koroner arter paternlerine göre daha yüksek mortalite ile ilişkilidir.<sup>27</sup> Koroner perfüzyon bozukluğu nedeniyle kaybedilen hastalarımızdan ikisinde koroner arterlerin intramural seyir anomalisi vardı. Diğer bir önemli konu, ASO sonrasında açık trap-door koroner transfer metodu uygulanan hastalarda neoartik kapak yetersizliği riski olabileceğine dair endişeler olmasıdır. Formigari ve ark. açık trap-door metodunun neoartik kapak disfonksiyonu riskini artırdığını bildirmişlerdir ve bunun nedenini sinotübüler junction geometrisinin bozulmasına bağlamışlardır.<sup>27</sup> Kapalı koroner

transfer tekniği sinotübüler junction geometrisini korur ve uzun dönemde neoortik kapak yetersizliği riskini azaltır.<sup>8,28</sup> Biz de çalışmamızda buna benzer bir sonuç bulduk. Takipte 2 grup arasında orta veya ciddi neoortik yetersizlik yoktu. Fakat hafif neoortik yetersizlik oranı kapalı koroner transfer tekniği uygulanan grupta açık trap-door tekniği uygulanan gruba göre istatistiksel anlamlı olarak daha düşüktü.

### ÇALIŞMANIN KISITLILIKLARI

Çalışmamızın bazı sınırlılıkları vardı. Örneklem büyüklüğünün küçük olması ve retrospektif tasarımı çalışmamızın başlıca sınırlılıklarıdır. Buna ek olarak çalışmanın tek merkez baz alınarak yapılmış olması bir başka sınırlılığdır.

### SONUÇ

Açık trap-door ve kapalı koroner transfer tekniklerini karşılaştırdığımız bu çalışma, genel olarak bakıldığında kapalı tekniğin postoperatif erken dönem sonuçlarının açık trap-door tekniğine göre daha iyi olduğunu göstermiştir. Kapalı teknik daha kısa kros klemp ve kardiyopulmoner baypas zamanı, daha kısa yoğun bakımda ve hastanede kalış süresi, daha düşük vazoaktif inotrop skoru sağlar ve bu teknik postoperatif neoortik kapak yetersizliği riskini azaltır.

### Teşekkür

Makaledeki resimlerin rötuşlarını yapan Neva DOYURGAN'a katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

### Finansal Kaynak

Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğru- dan bağlantısı bulunan herhangi bir ilaç firmasından, tıbbi alet, gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya herhangi bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme sürecinde, çalışma ile ilgili verilecek kararı olumsuz etkileyebilecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.

### Çıkar Çatışması

Bu çalışma ile ilgili olarak yazarların ve/veya aile bireylerinin çıkar çatışması potansiyeli olabilecek bilimsel ve tıbbi komite üyeliği veya üyeleri ile ilişkisi, danışmanlık, bilirkişilik, herhangi bir firmada çalışma durumu, hissedarlık ve benzer durumları yoktur.

### Yazar Katkıları

**Fikir/Kavram:** Onur Doyurgan; **Tasarım:** Osman Akdeniz, Fatih Özdemir; **Denetleme/Danışmanlık:** Osman Akdeniz, Fatih Özdemir; **Veri Toplama ve/veya İşleme:** Ahmet Kuddusi İrdem, Yiğit Kılıç; **Analiz ve/veya Yorum:** Onur Doyurgan, Osman Akdeniz; **Kaynak Taraması:** Yiğit Kılıç Hasan Balık; **Makalenin Yazımı:** Onur Doyurgan; **Eleştirel İnceleme:** Bedri Aldudak; **Kaynaklar ve Fon Sağlama:** Ahmet Kuddusi İrdem, Fatih Özdemir; **Malzeme:** Bedri Aldudak.

### KAYNAKLAR

1. Khairy P, Clair M, Fernandes SM, Blume ED, Powell AJ, Newburger JW, et al. Cardiovascular outcomes after the arterial switch operation for D-transposition of the great arteries. *Circulation*. 2013;127(3):331-9. [Crossref] [PubMed]
2. Jatene AD, Fontes VF, Paulista PP, Souza LC, Neger F, Galantier M, et al. Anatomic correction of transposition of the great vessels. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1976;72(3):364-70. [Crossref] [PubMed]
3. Fraser CD Jr. The neonatal arterial switch operation: technical pearls. *Semin Thorac Cardiovasc Surg Pediatr Card Surg Annu*. 2017;20:38-42. [Crossref] [PubMed]
4. Korun O, Dedemoğlu M, Cicek M, Bicer M, Altın HF, Yurdakok O, et al. Clinical outcomes of primary arterial switch operation in treatment of Taussig-Bing anomaly. *Turk Gogus Kalp Dama*. 2017;25(3):374-80. [Crossref]
5. Villafa-e J, Lantín-Hermoso MR, Bhatt AB, Tweddell JS, Geva T, Nathan M, et al; American College of Cardiology's Adult Congenital and Pediatric Cardiology Council. D-transposition of the great arteries: the current era of the arterial switch operation. *J Am Coll Cardiol*. 2014;64(5):498-511. [Crossref] [PubMed] [PMC]
6. Al Anani S, Fughhi I, Taqatqa A, Elzein C, Ilbawi MN, Polimenakos AC. Transposition of great arteries with complex coronary artery variants: time-related events following arterial switch operation. *Pediatr Cardiol*. 2017;38(3):513-24. [Crossref] [PubMed]
7. Forbess JM. The arterial switch operation: The "open" technique for coronary transfer. *Oper Tech Thorac Cardiovasc Surgery*. 2009;14(4):317-25. [Crossref]
8. Bove EL. The arterial switch procedure: closed coronary artery transfer. *Oper Tech Thorac Cardiovasc Surg*. 2009;14(4):309-16. [Crossref]
9. Authors/Task Force Members., Sarris GE, Balmer C, Bonou P, Comas JV, da Cruz E, Di Chiara L, et al. Clinical guidelines for the management of patients with transposition of the great arteries with intact ventricular septum. *Cardiol Young*. 2017;27(3):530-69. [Crossref] [PubMed]
10. Brawn WJ, Mee RB. Early results for anatomic correction of transposition of the great arteries and for double-outlet right ventricle with subpulmonary ventricular septal defect. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1988;95(2):230-8. [Crossref] [PubMed]
11. Gittenberger-de Groot AC, Koenraadt WMC, Bartelings MM, Bökenkamp R, DeRuiter MC, Hazekamp MG, et al. Coding of coronary arterial origin and branching in congenital heart disease: The modified Leiden Convention. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2018;156(6):2260-9. [Crossref] [PubMed]



12. Fricke TA, Konstantinov IE. Arterial switch operation: operative approach and outcomes. *Ann Thorac Surg.* 2019;107(1):302-10. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
13. Rudra HS, Mavroudis C, Backer CL, Kaushal S, Russell H, Stewart RD, et al. The arterial switch operation: 25-year experience with 258 patients. *Ann Thorac Surg.* 2011;92(5):1742-6. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
14. Shim MS, Jun TG, Yang JH, Park PW, Kang IS, Huh J, et al. Current expectations of the arterial switch operation in a small volume center: a 20-year, single-center experience. *J Cardiothorac Surg.* 2016;11:34. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
15. Lalezari S, Bruggemans EF, Blom NA, Hazekamp MG. Thirty-year experience with the arterial switch operation. *Ann Thorac Surg.* 2011;92(3):973-9. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
16. Dibardino DJ, Allison AE, Vaughn WK, McKenzie ED, Fraser CD Jr. Current expectations for newborns undergoing the arterial switch operation. *Ann Surg.* 2004;239(5):588-96; discussion 596-8. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
17. Akdeniz O, Ayabakan C, Yörüker U, Tokel K, Sarısoy O, Türköz R, et al. Arteriyel "switch" ameliyatı yapılan büyük arter transpozisyonlu hastalarımızın izlemi; basit ve kompleks transpozisyon olgularının karşılaştırılması [Follow-up of our patients with transposition of the great arteries and arterial switch operation; comparison of simple and complex transposition cases]. *Anadolu Kardiyol Derg.* 2011;11(8):726-31. Turkish. [[PubMed](#)]
18. Chang YH, Sung SC, Lee HD, Kim S, Woo JS, Lee YS. Coronary reimplantation after neo-aortic reconstruction can yield better result in arterial switch operation: comparison with open trap door technique. *Ann Thorac Surg.* 2005;80(5):1634-40. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
19. Dedemoğlu M, Coşkun G, Özdemir F, Yurdakök O, Korun O, Çiçek M, et al. Modified closed coronary transfer is a good alternative to the trap-door method during arterial switch operation: a retrospective propensity-matched comparison. *Braz J Cardiovasc Surg.* 2020;35(3):329-38. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
20. Elliott LP, Amplatz K, Edwards JE. Coronary arterial patterns in transposition complexes. Anatomic and angiocardiographic studies. *Am J Cardiol.* 1966;17(3):362-78. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
21. Koshiyama H, Nagashima M, Matsumura G, Hiramatsu T, Nakanishi T, Yamazaki K. Arterial switch operation with and without coronary relocation for intramural coronary arteries. *Ann Thorac Surg.* 2016;102(4):1353-9. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
22. Machida D, Isomatsu Y, Goda M, Suzuki S, Asou T, Masuda M. Successful coronary transfer for transposition of the great arteries with bilateral intramural coronary arteries from a single aortic sinus. *Gen Thorac Cardiovasc Surg.* 2018;66(8):476-9. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
23. Ko Y, Nomura K, Nakao M. New coronary transfer technique for transposition of the great arteries with a single coronary artery. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2017;153(5):1150-2. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
24. Varghese R, Ganesh J, Agarwal R, Kothandam S. Translocation of intramural coronary artery during switch procedure: a new technique. *Ann Thorac Surg.* 2017;104(2):e203-e5. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
25. Suzuki T, Hotoda K, Iwazaki M, Masuoka A, Katogi T. Coronary re-implantation after completion of neo-aortic reconstruction in arterial switch operation: accurate intraoperative assessment for the optimal re-implantation site. *Keio J Med.* 2009;58(4):227-33. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
26. Jatene MB, Miana LA. Intramural coronary artery course in jatene operation for transposition of great arteries: still a challenge. *Braz J Cardiovasc Surg.* 2016;31(1):III. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
27. Formigari R, Toscano A, Giardini A, Gargiulo G, Di Donato R, Picchio FM, et al. Prevalence and predictors of neo-aortic regurgitation after arterial switch operation for transposition of the great arteries. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2003;126(6):1753-9. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
28. Kwon JH, Chen S, Ganta S, Shorbaji K, Rajab TK, Bradley SM, et al. Nine-year experience with the arterial switch operation with closed coronary transfer. *Ann Thorac Surg.* 2022;114(4):1395-402. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]