



Kardiyopulmoner Bypass Eşliğinde Kalp Kapak Cerrahisi Uygulanan Hastalarda Perfüzyon Süresinin Postoperatif Sonuçlar Üzerine Etkisi

The Effect Of Perfusion Time On Postoperative Results In Patients Undergoing Cardiopulmonary Bypass Accompanied Heart Valve Surgery

Bişar AMAÇ¹ , Murat Ziya BAĞIŞ² 

ÖZ

Kardiyopulmoner bypass (KPB) eşliğinde mekanik mitral kapak veya mekanik aort kapak replasmanı operasyonları yapılmaktadır. KPB eşliğinde kalp kapak replasmanı uygulanmış hastalarda KPB süresinin kardiyak cerrahi sonrası erken dönem morbidite ve mortalite ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Bu retrospektif çalışmada KPB eşliğinde mekanik kalp kapak replasmanı uygulanmış hastaların KPB/perfüzyon süresinin erken dönem postoperatif sonuçlar üzerine etkisinin değerlendirilmesi amaçlandı.

Çalışmaya 01/01/2017-01/11/2022 tarihleri arasında KPB eşliğinde kalp kapak cerrahisi uygulanmış, toplam 116 sıralı hasta retrospektif olarak dahil edildi. Hastaların ortalama perfüzyon süreleri hesaplandı. Ortalama perfüzyon süreleri üzerinden hastalar iki gruba ayrıldı (Ortalama perfüzyon süresinin üstünde perfüzyon süresi olanlar bir grup, ortalama sürenin altında perfüzyon süresi olanlar ikinci grup). Hastaların biyokimyasal, hematolojik ve diğer verileri gruplar arasında karşılaştırıldı.

Daha uzun perfüzyon süresine sahip grubun pacemaker, defibrilasyon ve inotrop ihtiyacı, ES transfüzyonu ve hastanede kalış süresinin daha fazla olduğu, ayrıca ALT, GGT ve pH değerleri de daha yüksekti ($p<0,05$). Diğer operatif, postoperatif ve erken dönem major komplikasyonlar açısından iki grubun sonuçları benzerdi ($p>0,05$).

Sonuç olarak daha uzun KPB/perfüzyon süresi, ilişkilendirmede nedensellik anlamına gelmese de, perfüzyon süresinin mümkün olduğunca kısa tutulması veya kabul edilebilir sınırlar içerisinde tutulması gerektiğini düşünmekteyiz.

Anahtar Kelimeler: Kardiyopulmoner Bypass, Perfüzyon, Operasyon Süresi, Kalp Kapağı Protezi İmplantasyonu.

ABSTRACT

Mechanical mitral valve or mechanical aortic valve replacement operations are performed with cardiopulmonary bypass (CPB). CPB time is thought to be associated with early morbidity and mortality after cardiac surgery in patients who underwent CPB-guided heart valve replacement. In this retrospective study, it was aimed to evaluate the effect of CPB/perfusion time on early postoperative outcomes in patients who underwent CPB-guided mechanical heart valve replacement.

A total of 116 consecutive patients who underwent CPB-guided heart valve surgery between 01/01/2017 and 01/11/2022 were included in the study retrospectively. The mean perfusion times of the patients were calculated. The patients were divided into two groups based on the mean perfusion times (one group with a perfusion time above the mean perfusion time, the second group with a perfusion time below the mean perfusion time). Biochemical, hematological and other data of the patients were compared between the groups.

The group with longer perfusion time had higher need for pacemaker, defibrillation and inotrope, ES transfusion and hospital stay, and also had higher ALT, GGT and pH values ($p<0,05$). The results of the two groups were similar in terms of other operative, postoperative and early period major complications ($p>0,05$).

As a result, although longer CPB/perfusion time does not mean causality in the association, we think that the perfusion time should be kept as short as possible or within acceptable limits.

Keywords: Cardiopulmonary Bypass, Perfusion, Operative Time, Heart Valve Prosthesis Implantation.

Etik izin alınmıştır.

¹Dr. Bişar AMAÇ, Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Şanlıurfa Mehmet Akif İnan Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Kalp Damar Cerrahisi Kliniği, Şanlıurfa, Türkiye, ORCID No: 0000-0003-0320-4239

²Dr. Murat Ziya BAĞIŞ, Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Şanlıurfa Mehmet Akif İnan Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Kalp Damar Cerrahisi Kliniği, Şanlıurfa, Türkiye, ORCID No: 0000-0002-4088-7510

İletişim/Corresponding Author:

Bişar AMAÇ

Geliş Tarihi/Received: 24.10.2023

E-posta/E-mail:

amacbisar@gmail.com

Kabul Tarihi/Accepted: 15.11.2023

Yayın Tarihi/Published: 31.12.2023

GİRİŞ

Kalbin kapakçıkları, kanın kalpten tek bir yöne, akciğerlere ve vücudun geri kalanına akmasını sağlamak için çok önemlidir. Kalp kapakçığı gelişimi, farklı kalp hücre tipleri arasındaki karmaşık etkileşimler tarafından düzenlenir ve kan akışının yönlendirdiği kuvvetlere tabidir (1). Kalp kapak hastalıklarının tedavisinde ise cerrahi olarak kalp kapak replasmanı tedavi seçenekleri arasında önemli bir yere sahiptir.

Mitral kapak yetersizliği (MY) en sık görülen kalp kapak hastalığıdır. Mitral kapak (MV=Mitral Valf) aparatı ve onu çevreleyen anatomi ile karmaşık etkileşimlere sahip dinamik bir yapıdır. Aparatın herhangi bir bileşenin veya çevresindeki anatominin bozulması, MY'ye yol açabilir (2). Erişkinlerde özellikle romatizmal kalp hastalığına bağlı mitral kapak darlığı, normalden daha küçük bir sol ventrikül boşluğu ile ilişkili olabilir. Bu gibi durumlarda mitral kapak replasmanı gerekmektedir (3).

Biküspit aort kapakçıkları (BAV=Biküspit aort valf) en yaygın doğumsal anormallik olmasına rağmen, konjenital kapak kusurları aort atrezisinden (aort kapaklarının eksik veya eksik kapanması) sub veya supra-valvüler stenoza kadar değişebilir. BAV dahil konjenital anormallikler, aort stenozu ve aort yetersizliği gibi çeşitli kapak komplikasyonlarına yol açabilir. Aort darlığı (AS=Aort stenozu), aort kapak alanını azaltan kapak açıklığının daralmasıdır. Kan akışına karşı artan direnç ve transvalvüler basınç gradyanı, hipertrofiye neden olan sol ventrikül iş yükünün artmasına neden olur. Aort regürjitasyonu (AR), kapakçıkların birleşemediğinde aorttan sol ventriküle kanın geri akışıdır. Yaygın nedenler arasında doğumsal kusurlar, kalsifik dejenerasyon, enfektif endokardit, romatizmal ateş ve travma yer alır (4).

Kardiyopulmoner bypass (KPB) eşliğinde gerçekleştirilen mekanik mitral kapak veya mekanik aort kapak replasmanı uygulamalarında kansız ve hareketsiz bir ortama ihtiyaç vardır, bu nedenle kalbin pompa ve akciğerlerin solunum özelliklerini geçici olarak gerçekleştiren perfüzyon cihazı (Kalp-akciğer makinesi) kullanılmaktadır. Bu süreçte hastanın kalp ve akciğer fonksiyonları devre dışı bırakılıp, kalp akciğer makinesi ile belirli bir süre perfüzyon işlemi gerçekleştirilmektedir. Perfüzyon süresine bağlı olarak da metabolizmada çeşitli değişiklikler meydana gelebilmektedir. KPB eşliğinde kalp kapak replasmanı uygulanmış hastalarda, uzamış KPB süresinin (Total perfüzyon süresi ve aortik kross klemp süresi) akut böbrek hasarı, hiperlaktatemi, deliryum, enterobacteriaceae kan dolaşımı enfeksiyonu ve diğer organ hasarları için risk faktörü olduğu belirtilmektedir. Ayrıca kardiyak cerrahi sonrası erken dönem morbidite ve mortalite ile ilişkili olduğu da düşünülmektedir (5-9).

Yapılan bu retrospektif çalışmada KPB eşliğinde mekanik mitral kapak veya mekanik aort kapak replasmanı uygulanmış hastaların KPB süresinin, diğer bir deyişle perfüzyon süresinin (Total perfüzyon süresi ve aortik kross klemp süresi) erken dönem postoperatif sonuçlar üzerine etkisinin değerlendirilmesi amaçlandı.

MATERYAL VE METOT

Araştırmanın Tipi

Yapılan bu çalışma retrospektif kohort tipte bir çalışmadır.

Araştırmanın Etik Yönü

Yapılan bu çalışmada; çalışma öncesi, çalışma yapılacak kurumdan (Şanlıurfa Mehmet Akif İnan Eğitim ve Araştırma Hastanesi) ve yerel etik kurulundan (Harran Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu) onay alındı (Etik Kurul Tarihi: 28.11.2022- Onay Numarası: HRÜ/22.23.06). Çalışma Helsinki bildirgesi prensiplerine uygun olarak yapıldı.

Araştırmanın Evreni

Yapılan bu çalışmaya restrospektif olarak 01/01/2017-01/11/2022 tarihleri arasında KPB eşliğinde kalp kapak cerrahisi (Mekanik mitral kapak veya mekanik aort kapak replasmanı) uygulanmış dışlanma kriterleri uygulandıktan sonra sıralı toplam 116 hasta dahil edildi.

Araştırma Verilerinin Toplanması

Çalışma verileri retrospektif olarak hastane kayıtlarından ve hasta dosyalarından elde edildi. Çalışmaya dahil edilecek hastaların demografik verileri, preoperatif, intraoperatif ve erken dönem postoperatif; biyokimyasal, hematolojik ve diğer operatif verileri kayıt edildi.

Grupların Oluşturulması

Yapılan bu retrospektif çalışmada KPB eşliğinde mekanik mitral kapak veya mekanik aort kapak replasmanı uygulanmış hastaların ortalama perfüzyon süreleri (Total perfüzyon süresi) hesaplandı. Ortalama perfüzyon süreleri üzerinden hastalar iki gruba ayrıldı (Ortalama perfüzyon süresinin altında perfüzyon süresi olanlar bir grup, ortalama sürenin üstünde perfüzyon süresi olanlar ikinci grup).

Dışlanma ve Dahil Edilme Kriterleri

Acil ve elektif koroner bypass yapılan hastalar, çift kapak uygulanan hastalar, aort anevrizması veya diseksiyonu gibi ek kardiyak cerrahi uygulanan hastalar, reoperasyonlar, kronik otoimmün hastalığı olanlar, sistemik inflamatuvar hastalığı olanlar, kronik böbrek hastaları ve hematolojik hastalığı olanlar çalışma dışı bırakıldı. Dışlama kriterleri uygulandıktan sonra ardışık olarak KPB eşliğinde mekanik mitral kapak veya mekanik aort kapak replasmanı uygulanmış 20 ile 85 yaş arası hastalar çalışmaya dahil edildi.

Kardiyopulmoner Bypass Yöntemi

Standart cerrahi tekniklerinin uygulandığı, orta hat sternotomi sonrası mitral kapak replasmanlarında; arteriyel kanülasyon çıkan aortadan, venöz kanülasyon ise vena kava süperiyor ve vena kava inferiyordan (Bikaval kanülasyon) iki venöz kanül ile yapıldı. Aort kapak replasmanlarında ise; arteriyel kanülasyon çıkan aortadan, venöz kanülasyon ise sağ atriyumdan iki aşamalı (Two stage kanülasyon) tek venöz kanül ile yapıldı.

Hastaların KPB sırasındaki kan akış hızları (Flow) vücut yüzey alanlarına göre (2,4 lt/dk/m²) belirlendi. Yetişkin entegre arteriyel filtreli membran oksijetator/tubing set, vücut yüzey alanlarına göre de uygun kanül çapları kullanıldı. Tüm hastalara KPB sırasında 32°C hipotermi uygulandı. Arteriyel hat basınçları KPB sırasında ortalama 150-180 mmHg arasında tutuldu. Antikoagülasyon sağlamak amacıyla aktif pıhtılaşma zamanı (Activated Clotting Time=ACT) 480 saniye ve üzerinde tutuldu. Prime solüsyon olarak; 1200ml dengeli solüsyon (İsolayte), 150ml %20 mannitol, 5000 ünite heparin ve 2 gr sefazolin kullanıldı.

Tüm hastalara tek tip izotermik kan kardiyopleji solüsyonu uygulandı. Kardiyopleji doz uygulaması tüm hastalarda başlangıç dozu (Tam doz=kgx15ml) ve idame dozlar (Her 20 dakikada bir yarım doz=kgx7,5ml) şeklinde uygulandı. Kardiyopleji solüsyon içeriği olarak ise;

KPB ekipmanından alınan oksijenlenmiş hasta kanı içerisine potasyum klorür, magnezyum ve sodyum bikarbonat eklenerek hazırlandı.

İstatistiksel Analizler

İstatistiksel analizlerin gerçekleştirilmesinde SPSS® 16.0 bilgisayar programı kullanıldı. Sürekli ve sıralı veriler için ortalama ve standart sapmalar hesaplandı. Normallik dağılımını değerlendirmek için Kolmogorov Smirnov testi ve Shapiro-Wilk testi kullanıldı. Sırasıyla normal ve normal dağılmayan verileri değerlendirmek için Student t testi ve Mann Whitney U testleri kullanıldı. Nominal veriler için frekans ve yüzde analizleri yapıldı ve karşılaştırılmasında Chi Square testi kullanıldı. İstatistiksel olarak 0,05'ten küçük P değeri anlamlı kabul edildi.

Araştırmanın Kısıtlılıkları

Bu çalışmanın kısıtlılıkları arasında, sadece kalp kapak replasmanı yapılan hastaların dahil edilmiş olması, tek merkezli olması ve retrospektif olması bulunmaktadır. Çok merkezli, daha fazla hasta gruplarının dahil edilmesi, farklı cerrahi teknikleri (Minimal invazif, robotik vs.) uygulanan hasta gruplarının ve diğer birçok operatif parametrenin dahil edilerek prospektif olarak yapılmasının daha kapsamlı sonuçlar vereceğini düşünmekteyiz.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Tablo 1'de de görüldüğü gibi çalışmaya dahil edilen toplam 116 hastanın minimum total perfüzyon süresi 55 dakika, maksimum total perfüzyon süresi 167 dakika, ortalama total perfüzyon süresi 108,93 dakika ve standart sapma değeri 28,59'du.

Tablo 1. Ortalama Total Perfüzyon Süresinin Hesaplanması

	N	Minimum	Maximum	Ortalama	Std. Hata Oranı
Total Perfüzyon Süresi (Dakika)	116	55,00	167,00	108,93	28,59
Valid N	116				

Std.: Standart; N: Sayı.

Tablo 2'de de görüldüğü gibi çalışma gruplarının tanımlayıcı verileri; yaş, cinsiyet, vücut yüzey alanı (BSA), ejeksiyon fraksiyon yüzdesi (EF%), boy ve kilo özellikleri benzerdi ($p>0,05$). Grupların aortik kross klemp (AKK) süresi, total perfüzyon süresi ve ekstrakorporeal akış hızları (Flow) arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardı (Sırasıyla $p=0,002$; $p=0,006$; $p=0,021$).

Tablo 2. Grupların Tanımlayıcı Ve Operatif Verilerinin Karşılaştırılması

		GRUPLAR		P (Sig)
		GRUP 1 (108 dk ve altı) N=58	GRUP 2 (109 dk ve üstü) N=58	
Yaş (Yıl), (ort±ss)		59,81±9,87	64,68±8,27	0,222
Cinsiyet, (N)	ERKEK	31	35	0,453
	KADIN	27	23	
BSA (m ²), (ort±ss)		1,87±0,15	1,88±0,20	0,161
Flow (Lt), (ort±ss)		4,46±0,33	4,53±0,47	0,021
EF %, (ort±ss)		52,77±7,49	48,55±8,21	0,701
AKK Süresi (Dk), (ort±ss)		57,15±11,64	112,57±19,96	0,002
Total Perf. Süresi (Dk), (ort±ss)		83,86±11,01	134,00±15,78	0,006
Boy (cm), (ort±ss)		164,40±8,88	163,64±9,15	0,468
Kilo (Kg), (ort±ss)		78,68±12,40	79,75±12,84	0,658

Ort±ss: Ortalama±standart sapma; N: sayı; BSA: Vücut yüzey alanı (Body surface area); EF%: Ejeksiyon fraksiyon yüzdesi; AKK: Aortik kross klemp.

Tablo 3'te de görüldüğü gibi grupların; uygulanan kalp kapağı çeşidi, pacemaker, defibrilasyon ve inotrop ihtiyacı arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardı ve grup-2 (Total perfüzyon süresi 109 dk ve üstü)'de daha yüksekti (Sırasıyla $p=0,0024$; $p=0,011$; $p=0,023$; $p=0,039$). İntra-aortik balon pompası (İABP) ihtiyacı da grup-2'de daha yüksekti ancak gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ($p>0,05$). Grupların erken dönem major komplikasyonları; inme, akut böbrek yetmezliği (ABY), miyokard enfarktüsü ve mortalite oranları arasında ise istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ($p>0,0$

Tablo 3. Grupların Operatif Ve Erken Dönem Major Komplikasyon Verilerinin Karşılaştırılması

		GRUPLAR			
		GRUP 1 (108 dk ve altı) N=58	GRUP 2 (109 dk ve üstü) N=58	Total N=116	P (Sig)
Kalp Kapağı, (N)	AORT	19	31	50	0,024
	MİTRAL	39	27	66	
Pacemaker İhtiyacı, (N)	VAR	32	45	77	0,011
	YOK	26	13	39	
Defibrilasyon İhtiyacı, (N)	VAR	29	41	70	0,023
	YOK	29	17	46	
İnotrop İhtiyacı, (N)	VAR	48	55	103	0,039
	YOK	10	3	13	
İABP İhtiyacı, (N)	VAR	51	52	103	0,760
	YOK	7	6	13	
İnme, (N)	VAR	0	0	0	1,000
	YOK	58	58	116	
ABY, (N)	VAR	3	4	7	0,698
	YOK	55	54	109	
Miyokard Enfarktüsü, (N)	VAR	0	1	1	0,317
	YOK	58	57	115	
Mortalite, (N)	VAR	0	0	0	1,000
	YOK	58	58	116	

N: sayı; İABP: İntra-aortik balon pompası; ABY: Akut böbrek yetmezliği.

Tablo 4'te de görüldüğü gibi çalışma gruplarının; eritrosit süspansiyonu (ES) transfüzyonu ve hastanede kalış süresi arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardı ve grup-2 (Total perfüzyon süresi 109 dk ve üstü)'de daha yüksekti (Sırasıyla $p=0,009$; $p=0,046$). İntraoperatif ve postoperatif drenaj miktarı, ekstübasyon süresi (mekanik ventilasyon destek süresi) ve yoğun bakım ünitesi (YBÜ)'nde kalış süresinde grup-2'de daha yüksekti ancak gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ($p>0,05$).

Tablo 4. Grupların İntraoperatif ve Postoperatif Verilerinin Karşılaştırılması

		GRUPLAR		
		GRUP 1 (108 dk ve altı) N=58	GRUP 2 (109 dk ve üstü) N=58	P (Sig)
ES Transfüzyonu (Ünite), (ort±ss)		0,98±0,86	1,81±1,19	0,009
İntraoperatif Drenaj (ml), (ort±ss)		179,74±29,56	197,93±74,74	0,087
Postoperatif Drenaj (ml), (ort±ss)		1108,60±290,81	1119,80±324,29	0,382
Extübasyon Süresi (Saat), (ort±ss)		6,89±1,60	7,48±2,64	0,058
YBÜ Süresi (Saat), (ort±ss)		32,34±8,17	32,79±7,77	0,592
Hastanede Kalış Süresi (Gün), (ort±ss)		7,56±2,00	9,03±2,89	0,046

Ort±ss: Ortalama±standart sapma; ES: Eritrosit Transfüzyonu; YBÜ: Yoğun Bakım Ünitesi.

Tablo 5'te de görüldüğü gibi çalışma gruplarının; preoperatif biyokimyasal ve hematolojik parametreleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ($p>0,05$). Grupların postoperatif 1. gün biyokimyasal ve hematolojik parametrelerinden; alanin aminotransferaz (ALT), gama glutamil transferaz (GGT) ve potansiyel hidrojen (pH) değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardı ve grup-2 (Total perfüzyon süresi 109 dk ve üstü)'de daha yüksekti (Sırasıyla $p=0,012$; $p=0,000$; $p=0,026$). Grupların postoperatif 1. gün biyokimyasal ve hematolojik parametrelerinden; glikoz, üre, kreatinin, albümin, aspartat aminotransferaz (AST), total bilirubin, direkt bilirubin, sodyum (NA), potasyum (K), kalsiyum (CA), C-reaktif protein (CRP), laktat, parsiyel karbondioksit basıncı (pCO_2), parsiyel oksijen basıncı (pO_2) ve hematokrit değerleri arasında ise istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ($p>0,05$).

Tablo 5. Grupların Preoperatif Ve Postoperatif Parametrelerinin Karşılaştırılması

Parametreler	Gruplar	PREOPERATİF		POSTOPERATİF 1. GÜN	
		Mean±Std. Deviation	P (Sig.)	Mean±Std. Deviation	P (Sig.)
Glikoz, (ort±ss)	GRUP 1	171,53±51,32	0,576	184,50±58,83	0,857
	GRUP 2	189,64±57,73		159,87±59,45	
Üre, (ort±ss)	GRUP 1	43,84±18,60	0,302	34,77±9,51	0,209
	GRUP 2	41,05±14,68		38,95±14,57	
Kreatin, (ort±ss)	GRUP 1	1,01±0,47	0,058	0,88±0,33	0,434
	GRUP 2	0,90±0,30		0,91±0,42	
Albümin, (ort±ss)	GRUP 1	34,45±6,85	0,696	33,92±6,13	0,491
	GRUP 2	33,22±7,44		35,90±5,77	
ALT, (ort±ss)	GRUP 1	34,33±54,19	0,915	21,13±11,30	0,012
	GRUP 2	37,98±54,02		21,88±17,36	
AST, (ort±ss)	GRUP 1	73,93±156,63	0,973	37,56±44,20	0,420
	GRUP 2	77,20±156,52		39,58±28,84	
Total Bilirubin, (ort±ss)	GRUP 1	2,02±10,69	0,098	0,87±0,91	0,742
	GRUP 2	0,85±0,86		0,95±0,87	
Direkt Bilirubin, (ort±ss)	GRUP 1	0,28±0,25	0,151	0,35±0,54	0,542
	GRUP 2	0,24±0,55		0,30±0,52	
GGT, (ort±ss)	GRUP 1	33,70±18,19	0,071	21,84±10,12	0,000
	GRUP 2	34,68±30,05		36,60±31,90	
Sodyum (NA), (ort±ss)	GRUP 1	140,53±4,04	0,272	140,05±3,43	0,216
	GRUP 2	140,12±3,68		139,43±3,01	
Potasyum (K), (ort±ss)	GRUP 1	4,40±0,43	0,715	4,36±0,46	0,327
	GRUP 2	4,37±0,42		4,49±0,39	
Kalsiyum (CA), (ort±ss)	GRUP 1	9,17±6,77	0,963	8,31±0,81	0,643
	GRUP 2	9,27±6,73		8,38±0,74	
CRP, (ort±ss)	GRUP 1	61,18±76,91	0,796	55,91±69,73	0,108
	GRUP 2	62,11±82,16		44,57±45,83	
Laktat, (ort±ss)	GRUP 1	1,64±1,05	0,492	1,48±0,70	0,062
	GRUP 2	1,76±1,13		1,40±0,52	
pH, (ort±ss)	GRUP 1	7,40±0,06	0,870	7,42±0,04	0,026
	GRUP 2	7,41±0,06		7,43±0,02	
PCO ₂ , (ort±ss)	GRUP 1	37,63±3,74	0,444	36,87±4,05	0,964
	GRUP 2	37,30±4,30		37,26±3,58	
PO ₂ , (ort±ss)	GRUP 1	295,62±56,10	0,114	280,31±49,62	0,997
	GRUP 2	294,26±67,02		274,43±46,38	
Hematokrit, (ort±ss)	GRUP 1	39,17±4,70	0,111	37,55±4,50	0,067
	GRUP 2	39,37±3,77		38,34±5,53	

Ort±ss: Ortalama±standart sapma; ALT: Alanin aminotransferaz; AST: Aspartat aminotransferaz; GGT: Gama glutamil transferaz; CRP: C-reaktif protein; pH: Potansiyel hidrojen; pCO_2 :Parsiyel karbondioksit basıncı; pO_2 : Parsiyel oksijen basıncı.

KPB eşliğinde gerçekleştirilen kalp kapak operasyonlarında ekstrakorporeal dolaşım teknikleri (Vücut dışı dolaşım teknikleri/perfüzyon teknolojisi) bazen kaçınılmaz olmaktadır. Bu çalışmada KPB eşliğinde gerçekleştirilen kalp kapak operasyonlarında total perfüzyon süresi ile AKK süresinin peroperatif sonuçlar üzerindeki etkileri belirlenmeye çalışıldı. Yaptığımız çalışmada uzamış total perfüzyon süresi ile uzamış AKK süresine sahip grupta; pacemaker, defibrilasyon ve inotrop ihtiyacı, ES transfüzyonu ve hastanede kalış süresinin daha fazla olduğunu saptadık. Ayrıca bazı biyokimyasal parametrelerde de (ALT, GGT ve pH) dezavantajlı olduğunu gördük. Ancak biz bu dezavantajlı sonuçların, total perfüzyon süresinin ve AKK süresinin uzamasından mı kaynaklandığını yoksa operatif dinamiklerden mi kaynaklandığını da tartışmak istiyoruz. Bu konunun da göz ardı edilmemesinin, sonuçların sadece KPB sürelerine bağlanmasının da doğru olmayacağını düşünmekteyiz. Qiu ve ark. (10) yaptıkları çalışmada mitral kapak cerrahisi hastalarında konvansiyonel tam sternotomi ile minimal invaziv mitral kapak cerrahisi (MIMVC) uygulamalarında KPB süresinin bağımsız bir risk faktörü olmadığını belirtmişlerdir. Çalışmalarında minimal invaziv yaklaşımları, geleneksel/konvansiyonel tam sternotomi yaklaşımlarıyla karşılaştırmayı amaçlamışlardır. Analizlerine 165 benzer hastayı dahil etmişlerdir (Sternotomi n=165; MIMVC n=165). Çalışmalarındaki klinik sonuçlar; total perfüzyon süresini ve AKK süresini, hastanede kalış süresini, morbidite ve mortaliteyi içermektedir. Çalışmalarının sonucunda: Minimal invaziv yaklaşımın, daha uzun total perfüzyon süresine (99±25-88±17 dakika, p<0,001) ve AKK süresine (65±13-49±11 dakika, p<0,001) sahip olduğunu saptamışlardır. Genel olarak, gruplar arasında majör hastane içi komplikasyonlar ve 30 günlük mortalitede açısından anlamlı bir fark olmadığını belirtmişlerdir. Ancak, göğüs tüpü drenajının, MIMVC grubunda daha düşük olduğunu ve daha düşük kan transfüzyonu gerektirdiğini saptamışlardır. Ayrıca MIMVC grubunda ventilasyon desteği süresinin de daha az olduğunu saptamışlardır. Ancak KPB sürelerinin (Total perfüzyon süresi ve AKK süresi) bağımsız bir risk faktörü olmadığını saptamışlardır (10). Takagi ve ark. (11) ise yaptıkları meta-analizde; robotik ve konvansiyonel mitral kapak cerrahisini (R-MVC'ye karşı K-MVC) karşılaştırmışlardır. Çalışmalarında robotik ve geleneksel mitral kapak cerrahisi içeren toplam 3764 hastayı içeren 7 pubmed çalışmasını incelemişler. Çalışmalarının sonucunda R-MVC'de K-MVC'den daha uzun total perfüzyon ve AKK süresine rağmen R-MVC'den sonra yoğun bakım/hastanede kalış süresinin daha kısa olduğunu ve kan transfüzyonu ihtiyacının, ventilasyon desteği süresinin ve AF sıklığının daha az görüldüğünü saptamışlardır. Tüm nedenlere bağlı, mortalite dahil diğer erken sonuçların (Kanama ve kapak disfonksiyonu, orta ve yüksek derecede mitral yetersizliği, böbrek yetmezliği, diyaliz, pnömoni, inme, kardiyak arrest) ise benzer olduğunu saptamışlardır (11). Literatürdeki bu çalışmalar; sonuçların sadece KPB sürelerine bağlanmasının doğru olmayacağı yönündeki tartışma düşüncemizi desteklemektedir. Ektrakorporeal dolaşım ekipmanlarındaki teknolojik gelişmeler ve biyo-uyumluluklarının artması da ayrıca önem taşımaktadır. Diğer önemli bir husus olarak da KPB sürelerinden ziyade cerrahi tekniklerin sonuçlar üzerinde daha etkili olduğunu düşündürmektedir.

Kardiyak cerrahide uzamış KPB sürelerinden kaçınılması gerektiğini belirten çalışmalarda bulunmaktadır (8,12). Madhavan ve ark. (8) yaptıkları çalışmada KPB eşliğinde koroner arter bypass greft (KABG) uygulanan operasyonlarda uzamış KPB süresinin (>180 dakika), mortaliteyi öngörmeye anlamlı olduğunu; uzamış KPB süresinin (>56 dakika) mortalite üzerindeki dolaylı etkilerinin ise artmış komplikasyon riskleri, uzamış YBÜ kalış süresi (>48 saat) ve uzamış mekanik ventilasyon (>24 saat) yoluyla kendini gösterebileceğini belirtmişlerdir. Olumsuz sonuçların oluşmasını en aza indirmek için, KPB sürelerinin (Total perfüzyon süresi ve AKK süresi) sırasıyla 56 dakika ve 180 dakikanın altında tutulmasını önerdiklerini belirtmişlerdir (8). Martins ve ark. (12). yaptıkları çalışmada konjenital kalp hastalığı (Çoğunlukla atriyal septal defekt (ASD) onarımı) cerrahisinde uzamış KPB süresinin; daha uzun ventilasyon süresi, daha uzun YBÜ kalış süresi ve daha uzun hastanede kalış süresi ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir (12). Yaptığımız çalışmada da uzamış perfüzyon süresine sahip grubun hastanede kalış süresinin daha fazla olduğunu saptadık.

Yapılan bazı çalışmalarda KPB süresinin akut böbrek hasarı için bağımsız bir risk faktörü olduğu belirtilmektedir (5,13-16). Xu ve ark. (5) yaptıkları çalışmada DeBakey Tip I aort diseksiyonu nedeniyle torasik aort cerrahisi geçiren hastalarda KPB süresinin, postoperatif akut böbrek hasarı riski ile bağımsız olarak ilişkili olduğunu belirtmişlerdir (5). Karim ve ark. (13) ise kalp kapak ve konjenital kalp hastalığı düzeltilmesi operasyonu yapılan hastalarda total perfüzyon süresi ve AKK süresinin akut böbrek hastalığı ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca çalışmalarında idrar çıkışının akut böbrek hasarı için güvenilir bir gösterge olmadığını, postoperatif serum kreatininin artış eğiliminin prediktör olduğunu ve erken müdahale için dikkate alınması gerektiğini belirtmişlerdir (13). Ghincea ve ark. (14). aortik ark cerrahisi sonrası akut böbrek hasarının artmış morbidite ve mortalite ile ilişkili sık görülen bir komplikasyon olduğunu; hipotermik sirkülatuar arrest kullanılarak yapılan açık aortik ark cerrahisinde, KPB süresinin postoperatif akut böbrek hasarı ile ilişkili olduğu ve postoperatif akut böbrek hasarı riskini azaltmanın odak noktasının KPB süresini azaltmak olduğunu belirtmişlerdir (14). Axtell ve ark. (15). yaptıkları çalışmada uzamış KPB süresinin, özellikle ameliyat öncesi böbrek yetmezliği olanlarda, ameliyat sonrası akut böbrek yetmezliği ile ilişkili olduğunu ve tahmini glomerüler filtrasyon hızının <30 ml/dak/1,73 m² olan hastalar için riskin zamanla katlanarak arttığını belirtmişlerdir (15). Zhao ve ark. (16) yaptıkları çalışmada KPB eşliğinde yeniden/tekrar (revizyon) kalp cerrahisi yapılan hastalarda postoperatif akut böbrek hasarı için risk faktörlerini belirlemeye çalışmışlardır. Çalışmalarında; yüksek AST, ameliyattan önceki 2 hafta içinde yapılan koroner anjiyogram ve uzamış KPB süresinin, tekrar kalp cerrahisi geçiren hastalarda artmış postoperatif akut böbrek hasarı ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir (16). Yaptığımız çalışmada ise bu çalışmaların aksine perfüzyon süresi ile ABY arasında bir ilişki saptayamadık, bunun da cerrahi sırasındaki diğer ilişkili faktörlerden kaynaklanabileceğini düşünmekteyiz.

Yapılan bazı çalışmalarda ise uzamış perfüzyon sürelerinin; akciğer hasarı, deliryum, inme, kan ve pıhtılaşma profilinde anormallikler ve kardiyak aritmi için risk faktörü olduğu belirtilmektedir (9,17-25). Ayrıca geç sağkalım ile bağımsız olarak ilişkili olduğu, erken postoperatif enterobacteriaceae bakteriyemisi için prediktör olduğu, enfektif endokardit için kapak cerrahisi sonrası ciddi komplikasyonların gelişimi ve mortalite ile ilişkili olduğu, endotel glikokaliks bozulması ile ilişkili olduğu, endotelial glikokaliksin bozulmasının da KPB ameliyatlarından sonra çocuklarda metabolik asidoza neden olduğu belirtilmektedir (9,17-25). He ve ark. (17) yaptıkları çalışmada fallot tetralojisi (Çocuklarda pulmoner stenoz) cerrahisi sonrası ciddi akciğer hasarı için risk faktörlerini belirlemeye çalışmışlardır. Çalışmalarının sonucunda KPB süresinin akciğer hasarı için bağımsız bir risk faktörü olduğunu belirtmişlerdir (17). András ve ark. (18). yaptıkları çalışmada KABG (n=150) veya kapak ve/veya aort cerrahisi±KABG (n=150) uygulanan 300 hastayı retrospektif olarak postoperatif deliryum için risk faktörlerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışmalarının sonucunda KPB sürelerinin operatif özelliklere bağlı olarak deliryum ile farklı şekilde ilişkili olduğunu belirtmişlerdir (18). Jia ve ark. (19). yaptıkları çalışmada fil hortumu ile birlikte total aortik ark replasmanı (TAAR) uygulanmış hastalarda postoperatif inme için preoperatif ve postoperatif risk faktörlerini değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Çalışmalarında trombosit sayısı, INR değeri, diyabet öyküsünün varlığı ve KPB süresinin, ameliyat sonrası inme için önemli preoperatif ve intraoperatif risk faktörleri olduğunu ve bu faktörlerin tanımlanması ve modellenmesinin, yüksek riskli hastalarda daha aktif beyin koruma önlemleri almamıza yardımcı olabileceğini belirtmişlerdir (19). Ahmad ve ark. (20) yaptıkları çalışmada kalp cerrahisi yapılan hastalarda uzamış KPB süresinin kan ve pıhtılaşma profilinde (postoperatif yoğun bakıma gelişte, ameliyattan 48 saat sonra ve 7. günde ortalama fibrinojen düzeyi, kanama zamanı, pıhtılaşma zamanı ve protrombin zamanı gibi pıhtılaşma profilindeki değişimler) anormallik gösterdiğini belirtmişlerdir (20). Alotaibi ve ark. (21) pediatrik kalp cerrahisi sonrası erken postoperatif kardiyak aritmi için risk faktörleri arasında uzamış total perfüzyon ve AKK süresinin olduğunu belirtmişlerdir (21). Swinkels ve ark. (22) yaptıkları çalışmada AKK süresinin izole aort kapağı replasmanından sonra geç sağkalım üzerine etkisini araştırmışlardır. Çalışmalarında 25 yıllık

takip süresi olan hastalarda; sonuç olarak uzamış AKK süresinin, ciddi aort darlığı olan hastalarda izole aort kapağı replasmanından sonra azalan geç sağkalım ile bağımsız olarak ilişkili olduğunu belirtmişlerdir (22). KPB eşliğinde yapılan kardiyovasküler cerrahide KPB süresinin erken postoperatif enterobacteriaceae bakteriyemisini tahmin etmede prediktör olduğunu belirten çalışmalarda bulunmaktadır (9). Wang ve ark. (9) yaptıkları çalışmada uzamış KPB süreli kardiyovasküler cerrahi hastalarında daha geniş gram negatif bakteri kapsamına sahip bir antibiyotik rejiminin profilaktik kullanımı düşünüülmesinin gerektiğini ve bu hastalarda Enterobacteriaceae familyasıyla ilişkili erken primer kan dolaşımı enfeksiyonunun olası bir mekanizma olduğunu belirtmişlerdir (9). Salsano ve ark. (23) yaptıkları çalışmada enfektif endokardit nedeniyle kalp kapak cerrahisi geçiren hastalarda AKK süresi ve total perfüzyon süresinin prognostik etkisini araştırmışlardır. Çalışmalarının sonucunda uzamış AKK süresinin ve total perfüzyon süresinin, enfektif endokardit için kapak cerrahisi sonrası ciddi komplikasyonların gelişimi ve mortalite ile ilişkili olduğunu, enfektif endokardit hastalarının intraoperatif ve postoperatif sonuçlarının nasıl iyileştirileceğine dair yeni bilgiler sağlayabileceğini belirtmişlerdir (23). Robich ve ark. (24) yaptıkları çalışmada uzamış KPB süresinin endotel glikokaliks bozulması ile ilişkisini araştırmışlardır. Çalışmalarında uzamış KPB süresinin; kemik iliğinden nötrofil çıkışını indüklediğini, endotel glikokaliks yıkımı için bir sinyal olan sindekan-1'in plazma seviyelerinde artışa neden olduğunu ve glikokaliks bozulması ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Sonuç olarak endotelial glikokaliks atılımını hedefleyen tedavinin geliştirilmesi, uzun süreli KPB operasyonlarında hastalarda faydalı olabileceğini belirtmişlerdir (24). Bangalore ve ark. (25) ise çalışmalarında endotelial glikokaliksin bozulmasının KPB ameliyatlarından sonra çocuklarda metabolik asidoza neden olduğunu; metabolik asidozun (Artan güçlü iyon açıklığı), KPB sırasında endotelial glikokaliksten ayrılan negatif yüklü bir glikozaminoglikan olan heparan sülfatın plazma konsantrasyonu ile ilişkili olduğunu; ek olarak, heparin sülfatın bölünmesinin böbrek fonksiyon bozukluğu, kapiller sızıntı ve genel kardiyovasküler fonksiyon bozukluğu belirteçleri ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Bu verilerle, KPB operasyonlarında glikokaliksi korumak için translasyonel tedaviler tasarlanmasının önemini vurgulamışlardır (25). Yaptığımız çalışmada ise; inme, miyokard enfarktüsü ve mortalite gibi birçok komplikasyonun iki grup arasında anlamlı olmadığını ve perfüzyon süresi ile ilişkisi olmadığını saptadık. Literatürdeki bazı çalışmalarda bu sonuçların perfüzyon süreleri ile ilişkili bulunmasının ise cerrahi sırasındaki diğer dinamiklerden kaynaklanmış olabileceğini düşünmekteyiz. Ayrıca yaptığımız çalışmada uzamış perfüzyon süresinde, kitabi kabul edilebilir sınırlar arasında olduğuna da dikkat çekmek isteriz.

Nadeem ve ark. (26) yaptıkları meta-analiz çalışmada kardiyovasküler cerrahi geçiren hastalarda KPB süresinin ameliyat sonrası mekanik ventilasyon destek süresi ile ilişkili olduğunu, süreyi uzattığını ve klinik sonuçları olumsuz etkilediğini belirtmişlerdir (26). Nadeem ve ark.'nın (26) aksine Mehmood ve ark. (27) ise yaptıkları çalışmada total perfüzyon ve AKK süresinin kalp cerrahisi sonrası uzamış mekanik ventilasyon destek süresi ve uzamış hastane yatış süresi ile ilişkili olmadığını belirtmişlerdir (27). Yaptığımız çalışmada da perfüzyon süresi ile mekanik ventilasyon destek süresi arasında doğrudan bir ilişki saptayamadık.

Yaptığımız çalışmada uzamış KPB süresine sahip grupta; pacemaker, defibrilasyon ve inotrop ihtiyacının daha fazla olmasının da miyokardiyal koruma amaçlı kullanılan kardiyopleji solüsyonları ve hipotermi durumları gibi nedenlerden kaynaklanabileceğini, diğer sonuçlara etki eden cerrahi dinamikler ile beraber değerlendirmek gerektiğini düşünmekteyiz. Ayrıca çalışmamızda uzamış perfüzyon süresine sahip grupta daha fazla ES transfüzyonunun ise cerrahi sırasındaki kanama ve benzeri durumlardan da kaynaklanabileceğini düşünmek gerekmektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

KPB eşliğinde kalp kapak cerrahisi uygulanan operasyonlarda ortalama KPB süresi üzerinden daha kısa ve daha uzun olarak gruplandırığımız hasta gruplarında daha uzun perfüzyon süresine sahip grubun pacemaker, defibrilasyon ve inotrop ihtiyacı, ES transfüzyonu ve hastanede kalış süresinin daha fazla olduğunu gördük. Ayrıca ALT, GGT ve pH değerlerinde daha yüksek olduğunu gördük. Diğer operatif, postoperatif ve erken dönem major komplikasyonlar açısından iki grubun sonuçları benzerdi. Sonuç olarak daha uzun KPB süresi, ilişkilendirmede nedensellik anlamına gelmese de, perfüzyon süresinin mümkün olduğunca kısa tutulması veya kabul edilebilir sınırlar içerisinde tutulması gerektiğini düşünmekteyiz.

KAYNAKLAR

1. O'Donnell A, Yutzey KE. Mechanisms of heart valve development and disease. *Development*. 2020;147(13):1-13.
2. El Sabbagh A, Reddy YNV, Nishimura RA. Mitral Valve Regurgitation in the Contemporary Era: Insights Into Diagnosis, Management, and Future Directions. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2018;11(4):628-643.
3. Alkady H, Saber A, Abouramadan S, Elnaggar A, Nasr S, Mahmoud E. Mitral valve replacement in mitral stenosis; the problem of small left ventricle. *J Cardiothorac Surg*. 2020;15(1):67-74.
4. Rajput FA, Zeltser R. *Aortic Valve Replacement*. Treasure Island (FL) USA: StatPearls Publishing; 2022.
5. Xu S, Liu J, Li L, et al. Cardiopulmonary bypass time is an independent risk factor for acute kidney injury in emergent thoracic aortic surgery: a retrospective cohort study. *J Cardiothorac Surg*. 2019;14(1):90-101.
6. Andersen LW. Lactate Elevation During and After Major Cardiac Surgery in Adults: A Review of Etiology, Prognostic Value, and Management. *Anesth Analg*. 2017;125(3):743-752.
7. Ushio M, Egi M, Fujimoto D, Obata N, Mizobuchi S. Timing, Threshold, and Duration of Intraoperative Hypotension in Cardiac Surgery: Their Associations With Postoperative Delirium. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2022;36(11):4062-4069.
8. Madhavan S, Chan SP, Tan WC, et al. Cardiopulmonary bypass time: every minute counts. *J Cardiovasc Surg (Torino)*. 2018;59(2):274-281.
9. Wang YC, Wu HY, Luo CY, Lin TW. Cardiopulmonary Bypass Time Predicts Early Postoperative Enterobacteriaceae Bloodstream Infection. *Ann Thorac Surg*. 2019;107(5):1333-1341.
10. Qiu Z, Chen X, Xu Y, et al. Does full sternotomy have more significant impact than the cardiopulmonary bypass time in patients of mitral valve surgery?. *J Cardiothorac Surg*. 2018;13(1):29-36.
11. Takagi H, Hari Y, Nakashima K, Kuno T, Ando T, Group A. Meta-analysis of propensity matched studies of robotic versus conventional mitral valve surgery. *J Cardiol*. 2020;75(2):177-181.
12. Martins RS, Ukrani RD, Memon MK, Ahmad W, Akhtar S. Risk factors and outcomes of prolonged cardiopulmonary bypass time in surgery for adult congenital heart disease: a single-center study from a low-middle-income country. *J Cardiovasc Surg (Torino)*. 2021;62(4):399-407.
13. Karim HM, Yunus M, Saikia MK, Kalita JP, Mandal M. Incidence and progression of cardiac surgery-associated acute kidney injury and its relationship with bypass and cross clamp time. *Ann Card Anaesth*. 2017;20(1):22-27.
14. Ghincea CV, Reece TB, Eldeiry M, et al. Predictors of Acute Kidney Injury Following Aortic Arch Surgery. *J Surg Res*. 2019;242(5):40-46.

15. Axtell AL, Fiedler AG, Melnitchouk S, et al. Correlation of cardiopulmonary bypass duration with acute renal failure after cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2019;159(1):170-180.
16. Zhao C, Li Y, Pan G, Xu J, Liu S, Xiao Y. Risk Factors for Postoperative Acute Kidney Injury in Patients Undergoing Redo Cardiac Surgery Using Cardiopulmonary Bypass. *J Cardiovasc Dev Dis.* 2022;9(8):244-253.
17. He Y, Zhang HS, Zhang TZ, Feng Y, Zhu Y, Fan X. Analysis of the risk factors for severe lung injury after radical surgery for tetralogy of fallot. *Front Surg.* 2022;9(1):1-9.
18. Andrási TB, Talipov I, Dinges G, Arndt C, Rastan AJ. Risk factors for postoperative delirium after cardiac surgical procedures with cardioplegic arrest. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2022;62(1):570-579.
19. Jia H, Huang B, Kang L, et al. Preoperative and intraoperative risk factors of postoperative stroke in total aortic arch replacement and stent elephant trunk implantation. *EClinicalMedicine.* 2022;47(5):1-9.
20. Ahmad J, Khan OS, Russell SS, Ahmed R, Hoque R. Effect of Cardiopulmonary Bypass on Blood and Coagulation Profile in Patients Undergoing Cardiac Surgery. *Mymensingh Med J.* 2022;31(2):477-483.
21. Alotaibi RK, Saleem AS, Alsharif FF, et al. Risk factors of early postoperative cardiac arrhythmia after pediatric cardiac surgery: A single-center experience. *Saudi Med J.* 2022;43(10):1111-1119.
22. Swinkels BM, Ten Berg JM, Kelder JC, Vermeulen FE, Van Boven WJ, de Mol BA. Effect of aortic cross-clamp time on late survival after isolated aortic valve replacement. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2021;32(2):222-228.
23. Salsano A, Giacobbe DR, Sportelli E, et al. Aortic cross-clamp time and cardiopulmonary bypass time: prognostic implications in patients operated on for infective endocarditis. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2018;27(3):328-335.
24. Robich M, Ryzhov S, Kacer D, et al. Prolonged Cardiopulmonary Bypass is Associated With Endothelial Glycocalyx Degradation. *J Surg Res.* 2020;251:287-295.
25. Bangalore H, Carter MJ, Parmar K, et al. Degradation of the Endothelial Glycocalyx Contributes to Metabolic Acidosis in Children Following Cardiopulmonary Bypass Surgery. *Pediatr Crit Care Med.* 2021;22(11):e571-e581.
26. Nadeem R, Agarwal S, Jawed S, Yasser A, Altahmody K. Impact of Cardiopulmonary Bypass Time on Postoperative Duration of Mechanical Ventilation in Patients Undergoing Cardiovascular Surgeries: A Systemic Review and Regression of Metadata. *Cureus.* 2019;11(11):1-7.
27. Mehmood A, Nadeem RN, Kabbani MS, et al. Impact of Cardiopulmonary Bypass and Aorta Cross Clamp Time on the Length of Mechanical Ventilation after Cardiac Surgery among Children: A Saudi Arabian Experience. *Cureus.* 2019;11(8):1-9.