



# Perfusion

TURKISH JOURNAL OF CLINICAL AND CARDIOVASCULAR PERFUSION



CİLT-VOLUME: 1  
SAYI-ISSUE: 3  
ARALIK-DECEMBER  
'23

## EDİTÖRLER KURULU / EDITORIAL BOARD

### Editör

**Ali Can Hatemi**

Sağlık Bilimleri Üniversitesi Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Kliniği, İstanbul, Türkiye

ORCID ID: 0000-0002-6202-3262

E-posta: alican.hatemi@sbu.edu.tr

### Danışma Kurulu

**Ahmet Hakan Vural**

Medical Park Gebze Hastanesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Kliniği, İstanbul, Türkiye

**Adnan Celkan**

Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Anabilim Dalı, Gaziantep, Türkiye

**Ali İhsan Parlar**

Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Anabilim Dalı, Kütahya, Türkiye

**Ahmet Şaşmaz**

İstanbul Medipol Hastanesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Kliniği, İstanbul, Türkiye

**Murat Uğurlucan**

İstanbul Medipol Hastanesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Kliniği, İstanbul Türkiye

**İbrahim Kara**

Sakarya Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Anabilim Dalı, Sakarya, Türkiye

**Denyan Mansuroğlu**

Yeni Yüzyıl Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

**Mustafa Karaçelik**

İzmir Sağlık Bilimleri Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Anabilim Dalı, İzmir, Türkiye

**Levent Yazıcıoğlu**

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

Please refer to the journal's webpage ([perfusionjournal.com](http://perfusionjournal.com)) for "Editorial Policy", "Instructions to Authors" and "Instructions to Reviewers"

## İÇİNDEKİLER / CONTENTS

### ARAŞTIRMALAR / RESEARCH ARTICLES

- 78** **Pediyatrik Açık Kalp Cerrahisi Ameliyatlarında Kardiyopulmoner Bypass Sonrası Uygulanan Modifiye Ultrafiltrasyonun Etkisi**  
The Effect of Modified Ultrafiltration Applied After Cardiopulmonary Bypass in Pediatric Open Heart Surgery  
Esra Özbek, Tanık Demir; İstanbul, Türkiye
- 85** **Yetişkin Açık Kalp Cerrahisi Ameliyatlarında Kullanılan Farklı Kardiyoplejik Solüsyonların İntraoperatif Serebral Doku Oksijenasyonuna Etkisi**  
Effect of Different Cardioplegic Solutions Used in Adult Open Heart Surgery on Intraoperative Cerebral Tissue Oxygenation  
Mustafa Erkan, Ali Kocailik, Buğra Harmandar, Hande İştar; İstanbul, Muğla, Türkiye
- 92** **Kardiyopulmoner Bypassda Kullanılan Farklı Yüzey Alanlarına Sahip Membran Oksijenatörlerin Oksijen Transferi ve Hemoliz Üzerine Etkisi**  
The Effect of Membrane Oxygenators with Different Surface Areas Used in Cardiopulmonary Bypass On Oxygen Transfer and Haemolysis  
Beyza Güneş, Ali Kocailik, Ayhan Güneş, Taylan Adademir, Mehmet Kaan Kırallı; İstanbul, Türkiye
- 101** **MUF Uygulanan Hastalarda Akciğer Basınçlarının Preoperatif-postoperatif Karşılaştırılması**  
Preoperative-postoperative Comparison of Lung Pressures in Patients Treated with MUF  
Zeynep Averbek Arslan, Ali Kocailik; İstanbul, Türkiye

### OLGU SUNUMU / CASE REPORT

- 111** **Successful Extracorporeal Cardiopulmonary Resuscitation in a Case of Severe Tracheal Stenosis after Congenital Heart Surgery**  
Konjenital Kalp Cerrahisi Sonrası Ciddi Trakeal Stenozlu Bir Olguda Başarılı Ekstrakorporeal Kardiyopulmoner Resüsitasyon  
Hacer Uçmak, Fevzi Kahveci, Hasan Özen, Emrah Gün, Edin Botan, Anar Gurbanov, Burak Balaban, Merve Havan, Ergun Ergün, Nazan Çobanoğlu, Zeynep Eyileten, Tanıl Kendirli; Ankara, Türkiye

### İNDEKS / INDEX

- 2023 Hakem Dizini / 2023 Referee Index  
2023 Yazar Dizini / 2023 Author Index  
2023 Konu Dizini / 2023 Subject Index

# Pediyatrik Açık Kalp Cerrahisi Ameliyatlarında Kardiyopulmoner Bypass Sonrası Uygulanan Modifiye Ultrafiltrasyonun Etkisi

## The Effect of Modified Ultrafiltration Applied After Cardiopulmonary Bypass in Pediatric Open Heart Surgery

Esra Özbek, Tarık Demir

Sağlık Bilimleri Üniversitesi Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Kliniği, İstanbul, Türkiye

### Öz

**Amaç:** Pediyatrik kalp cerrahisinde 10 kg altı hastalarda kardiyopulmoner bypass (KPB) sonrası uygulanan modifiye ultrafiltrasyonun klinik parametreler üzerine etkisini araştırmaktır.

**Gereç ve Yöntem:** Hastanenin Çocuk KVC Kliniği'nde atriyal septal defekt (ASD) ve ventriküler septal defekt (VSD) prosedürleri uygulanan 10 kg altı 70 hasta, modifiye ultrafiltrasyon (MUF) yapılan ve yapılmayan karşılaştırmalı iki gruba ayrılarak klinik parametreleri intraoperatif ve postoperatif süreçte retrospektif olarak incelenmiştir. Bu amaçla MUF'in, inotrop skor, KPB'de denge, 24 saatlik idrar miktarı, 24 saatlik drenaj miktarı, KPB sonrası intraoperatif kan kullanımı, kan gazı parametrelerinde, hemodinamik parametrelerde, biyokimyasal ve enfeksiyon parametrelerindeki etkisi karşılaştırılmıştır.

**Bulgular:** MUF uygulanan hastalarda KPB'de denge, KPB sonrası kullanılan eritrosit miktarı, pH, pO<sub>2</sub>, glukoz, lactat, HCO<sub>3</sub>, nabız, ortalama arter basıncı, NIRS, hemoglobin, hematokrit, kreatin, ALT, aPTT ve INR değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmıştır.

**Sonuç:** KPB uygulanan pediyatrik hastalarda MUF'in klinik parametreleri olumlu yönde etkileyebileceğini ve post-op süreçte daha iyi sonuçlar elde edilmesine katkı sağlayabileceğini düşünmekteyiz. Çalışmamızda elde edilen sonuçlara göre, pediyatrik kalp cerrahisi kliniklerinde ASD ve VSD prosedürlerinde KPB sonrası MUF uygulamasını önermekteyiz.

**Anahtar Kelimeler:** Ultrafiltrasyon, modifiye ultrafiltrasyon, hemodilüsyon, kardiyopulmoner bypass

### Abstract


**Objective:** To investigate the effect of modified ultrafiltration (MUF) applied after cardiopulmonary bypass on clinical parameters in pediatric cardiac surgery in patients weighing less than 10 kg.

**Materials and Methods:** Seventy patients weighing less than 10 kg, who underwent atrial septal defect and ventricular septal defect (VSD) procedures in the Pediatric CVS Clinic of Hospital, were divided into two comparative groups, with and without MUF, and their clinical parameters were retrospectively examined during the intraoperative and postoperative periods. For this purpose, the effect of MUF on inotrope score, balance in CPB, 24-hour urine amount, 24-hour drainage amount, intraoperative blood use after CPB, blood gas parameters, hemodynamic parameters, biochemical and infection parameters were compared.

**Results:** Statistical differences were observed in CPB balance, the amount of erythrocytes used after CPB, pH, pO<sub>2</sub>, glucose, lactate, HCO<sub>3</sub>, pulse, mean arterial pressure, NIRS, hemoglobin, hematocrit, creatine, ALT, aPTT and INR values in patients who underwent MUF. A significant difference was detected.

**Conclusion:** We think that MUF may positively affect clinical parameters in pediatric patients undergoing CPB and contribute to better results in the post-operative period. According to the results obtained in our study, we recommend the application of MUF after CPB in ASD and VSD procedures in pediatric cardiac surgery clinics.

**Keywords:** Ultrafiltration, modified ultrafiltration, hemodilution, cardiopulmonary bypass

 **Yazışma Adresi/Address for Correspondence:** Esra Özbek, Sağlık Bilimleri Üniversitesi Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Kliniği, İstanbul, Türkiye  
**Tel.:** +90 554 366 14 01 **E-posta:** esraozbek95@gmail.com **ORCID ID:** orcid.org/0000-0002-9811-1395  
**Geliş Tarihi/Received:** 26.10.2023 **Kabul Tarihi/Accepted:** 17.12.2023

## Giriş

Kardiyopulmoner baypas (KPB), açık kalp cerrahisinde uygulanan yaygın bir prosedürdür, ancak bazı olumsuz etkilere yol açabilmektedir. KPB sırasında kanın endotelize olmayan yüzeylerle teması, sistemik inflamatuvar cevap sendromu (SIRS) olarak adlandırılan bir duruma yol açmaktadır (1). Ayrıca, özellikle pediatrik hastalarda kan volümü prime volüm oranının yüksek olması, KPB'nin ciddi bir hemodilüsyona neden olmasına ve fazla sıvının vücutta birikmesine yol açmaktadır (2). Bu fazla sıvı, organ fonksiyonlarını olumsuz etkileyebilir ve postoperatif dönemde morbidite ve mortalite riskini artırabilmektedir (3).

KPB işlemi sırasında vücuda giren fazla sıvı miktarının yarattığı sorunları çözmek ve komplikasyonları önlemek amacıyla geliştirilen bir yöntem olan ultrafiltrasyon, başlangıçta böbrek yetmezliği olan yetişkin hastalarda kullanılmıştır. Daha sonra pediatrik kalp cerrahisinde de uygulanmıştır. Ancak, bu yöntem ilk başlarda tek başına kullanıldığında beklenen faydayı sağlayamamıştır (4).

1991 yılında Naik, Knight ve Elliot tarafından geliştirilen modifiye ultrafiltrasyon (MUF) tekniği, geleneksel ultrafiltrasyon (CUF) yönteminden farklıdır. MUF tekniği, filtrenin yeri ve filtrasyon zamanının değiştirilmesiyle geliştirilmiştir. Bu yöntem, ultrafiltrasyonun KPB sırasında değil, baypasın çıkışındaki 10-15 dakikalık dönemde uygulanmasını içermektedir. MUF, daha fazla sıvı ve inflamatuvar mediatörün kandan uzaklaştırılmasını amaçlar ve bu yeni teknik, geleneksel yöntemle göre daha fazla sıvının vücuttan uzaklaştırılmasını sağlar, daha yüksek hemokonsantrasyon elde edilmesini mümkün kılar ve istenilen hematokrit değerine daha kolay ulaşılmasına yardımcı olmaktadır. Yapılan birçok çalışma, MUF'nin KPB'ye bağlı olarak ortaya çıkan istenmeyen etkileri azaltmada etkili olduğunu göstermiştir (5). Bu nedenle, MUF tekniği, pediatrik açık kalp cerrahisinde KPB sonrası oluşabilecek sorunların üstesinden gelmeye yardımcı olabilmekte ve hastaların daha hızlı iyileşmelerine katkıda bulunabilmektedir.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlarla, pediatrik açık kalp cerrahisi sırasında KPB sonrası MUF uygulamasının klinik önemini ortaya çıkarmayı amaçlamaktadır.

## Gereç ve Yöntemler

Bu çalışmada, hastaneden gerekli izin alınıp 10 kg altı atriyal septal defekt (ASD) ve ventriküler septal defekt (VSD) prosedürü uygulanan 70 hasta incelenmiştir. Çalışmanın etik kurul onayı, Üsküdar Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığı'ndan alınmıştır (sayı: 61351342/TEMMUZ 2022-02, tarih: 28.07.2022). Hastalar iki gruba ayrılarak incelenmiştir.

## Araştırmanın Modeli

Bu çalışmanın modeli kohort retrospektiftir. Kohort retrospektif model, ortak özelliklere sahip hastaların oluşturduğu grup demektir. Kohort çalışma, bir grup hastanın zaman içinde takip edildiği çalışma şeklidir.

## Araştırmanın Çalışma Grubu

Pediatrik açık kalp cerrahisinde MUF'nin etkisi araştırmamızda, hastanemizin Çocuk KVC Kliniği'nde yapılan 10 kg altı ASD ve VSD prosedürlerinin arşiv taraması yapılmış olup, veriler geriye dönük olarak incelenmiştir. Çalışmamıza KPB eşliğinde MUF yapılan 35 hasta ve MUF yapılmayan 35 hasta olmak üzere toplam 70 hasta retrospektif olarak dahil edildi. Olgu verileri, operasyonda kullanılan teknikler, intraoperatif ve postoperatif veriler retrospektif olarak incelendi, MUF'nin değerler üzerine etkisi araştırılmıştır.

## Araştırmanın Evren ve Örneklemi

Hastanemizin Çocuk KVC Kliniği'nde yapılan 10 kg altı ASD ve VSD prosedürlerinde 70 hasta retrospektif olarak incelendi. Çalışma için klinik parametrelerin perioperatif ve postoperatif sıfırncı gün incelendi. Randomize olarak hastalar iki gruba ayrıldı;

- Grup 1 (n=35 MUF yapılan grubu) ve
- Grup 2 (n=35 MUF yapılmayan grubu).

## İstatistiksel Analiz

Bu çalışmada istatistiksel analizler IBM Corp. Released 2013. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 22.0. Armonk, NY: IBM Corp. Programı ile yapılmıştır. Her bir araştırma sorusu ve hipotez için değişkenlerin ait olduğu gruplara göre normal dağılım testleri yapılmış, MUF uygulanan ve uygulanmaya hastalar arasındaki farklılıklar için normal dağılım değişkenler için eşleştirilmiş t-testi ve bağımsız örneklem t-testleri yapılmış, normal dağılmayan değişkenler için ise Mann-Whitney U testi ve eşleştirilmiş örneklem için Wilcoxon testi kullanılmıştır. Analiz sonuçları tablolarda verilmiştir.

## Çalışmanın Kısıtlılıkları

Pediatrik açık kalp ameliyatı olan ASD ve VSD prosedürlerinde; KPB uygulanan, 10 kg altı, altta yatan ek bir kronik hastalığı olmayan, bilinen bir kanama patolojisi olmayan, elektif hastalar çalışmaya dahil edilmiştir. KPB uygulanmayan hastalar, postoperatif süreçte ECMO desteği alan hastalar, reoperatif vaka olan hastalar ise çalışmadan dışlanmıştır.

## Bulgular

Hastaların demografik özellikleri belirlenmiştir (Tablo 1).

KPB Dengesi ve İntraoperatif kullanılan ES miktarı değişkenlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmüştür ( $p<0,05$ ).

**Tablo 1. Tüm hastaların kilo, boy, bsa ortalamaları**

Grup		Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	Medyan	IQR
Grup:1	Kilo	2,20	9,60	5,29	1,93	4,90	2,40
	Boy	40,00	82,00	60,05	9,22	60,00	12,00
	BSA	0,15	0,44	0,28	0,07	0,28	0,09
Grup:2	Kilo	2,50	9,50	4,70	2,10	4,42	2,60
	Boy	46,00	80,00	56,82	9,42	54,00	18,00
	BSA	0,18	0,43	0,25	0,07	0,23	0,12

IQR: Inter quantile range (Medyan için yayılım ölçüsü)

Değerler incelendiğinde her iki değişken için de uygulama sonrası ciddi bir düşüş gözlemlendiği açıkça görülmüştür (Tablo 2).

pH, pO<sub>2</sub>, glukoz, lactat ve HCO<sub>3</sub> değerlerinde MUF sonrası anlamlı bir farklılık görülmüştür (p<0,05) (Tablo 3).

Nabız, tansiyon ve NIRS değerlerinde MUF sonrası anlamlı bir farklılık görülmüştür (p<0,05) (Tablo 4).

HB ve HTC karşılaştırmaları için tekrarlı ölçümler için ANOVA testi kullanılmıştır. Hemoglobin ve hematokrit değerleri gruplar arası karşılaştırıldığında grup: 2'de anlamlı bir farklılık görülmüştür (p<0,05) (Tablo 5).

Kreatinin, ALT, aPTT, INR değerlerinde MUF sonrası anlamlı bir farklılık görülmüştür. (p<0,05) (Tablo 6).

**Tablo 2. İstatistiksel farklılıkların incelenmesi**

	Uygulama- modifiye ultrafiltrasyon	Ortalama	Standart Sapma	Medyan	IQR	p
KPB Dengesi	Grup:1	-36,62	56,15	-21,00	48,00	p<0,001*
	Grup:2	-122,57	65,92	-118,00	104,00	
İntraoperatif kullanılan ES miktarı	Grup:1	79,14	79,90	60,00	70,00	0,021*
	Grup:2	42,00	24,94	40,00	50,00	

\*: Fark istatistiksel olarak %95 güven düzeyinde anlamlıdır. \*: Bağımsız örneklem t-testinden elde edilmiştir

**Tablo 3. pH, pO<sub>2</sub>, glukoz, lactat, HCO<sub>3</sub> değerleri için istatistiksel farklılıkların incelenmesi**

		Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	p
Grup:1	PH (1)	7,16	7,51	7,3791	0,06714	0,331
	PH (2)	7,25	7,45	7,3723	0,04486	
Grup:2	PH (1)	7,29	7,53	7,4171	0,06789	0,004*
	PH (2)	7,33	7,65	7,4543	0,06827	
Grup:1	PO <sub>2</sub> (1)	68,90	326,00	219,68	56,51	p<0,001*
	PO <sub>2</sub> (2)	32,90	279,00	135,38	65,39	
Grup:2	PO <sub>2</sub> (1)	69,00	325,00	204,42	65,82	p<0,001*
	PO <sub>2</sub> (2)	68,00	256,00	160,54	48,27	
Grup:1	GLU (1)	131,00	374,00	219,25	45,62	p<0,001*
	GLU (2)	123,00	347,00	206,25	42,45	
Grup:2	GLU (1)	112,00	295,00	205,22	42,05	p<0,001*
	GLU (2)	77,00	255,00	176,77	42,37	
Grup:1	LAC (1)	0,80	4,90	1,98	0,96	0,361
	LAC (2)	1,00	4,50	1,93	0,80	
Grup:2	LAC (1)	0,90	4,40	2,42	0,91	p<0,001*
	LAC (2)	0,60	2,80	1,73	0,61	
Grup:1	HCO <sub>3</sub> (1)	17,00	28,00	23,42	2,34	0,053
	HCO <sub>3</sub> (2)	20,00	27,70	23,92	1,50	
Grup:2	HCO <sub>3</sub> (1)	17,50	28,20	23,18	2,83	0,001*
	HCO <sub>3</sub> (2)	16,10	27,50	21,80	2,54	

\*: Fark istatistiksel olarak %95 güven düzeyinde anlamlıdır: 1: MUF öncesi, 2: MUF sonrası

Hem CRP hem de Prokalsitonin değişkenlerinde gruplara göre farklılıklar tespit edilmiştir ve uygulamanın yapıldığı grupta bu değerlerde görülen azalışın istatistiksel olarak anlamlı olduğu gösterilmiştir ( $p<0,05$ ) (Tablo 7).

Çalışmamızda inotrop skoru, 24 saatlik idrar, 24 saatlik drenaj,  $pCO_2$ , K, Na, Ca, baz açığı, EF, PLT, WBC, üre, AST, SVB değerlerinin de istatistiksel olarak gruplar arası farklılıklarına bakılmıştır ancak anlamlı bir fark görülmemiştir ( $p>0,05$ ). Burada ayrıca

**Tablo 4. Nabız, tansiyon, NIRS değerleri için istatistiksel farklılıkların incelenmesi**

		Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	p
Grup:1	NB (1)	116,00	182,00	150,1429	15,28387	0,059
	NB (2)	123,00	193,00	155,8571	18,38020	
Grup:2	NB (1)	126,00	190,00	155,5714	16,71788	0,010*
	NB (2)	125,00	185,00	149,0571	14,90547	
Grup:1	TA (1)	40,00	80,00	57,9143	11,15762	0,360
	TA (2)	45,00	80,00	58,5143	9,50347	
Grup:2	TA (1)	36,00	78,00	53,1143	11,43208	$p<0,001^*$
	TA (2)	52,00	89,00	68,0857	9,77202	
Grup:1	NIRS (1)	40,00	86,00	60,8571	10,21286	0,328
	NIRS (2)	42,00	83,00	60,4000	8,88224	
Grup:2	NIRS (1)	34,00	74,00	50,4000	9,44707	$p<0,001^*$
	NIRS (2)	42,00	79,00	59,8286	8,48350	

\*: Fark istatistiksel olarak %95 güven düzeyinde anlamlıdır; 1: MUF öncesi, 2: MUF sonrası

**Tablo 5. Hb, HTC değerleri için istatistiksel farklılıkların incelenmesi**

		Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	p
Grup:1	HB1	8,70	12,90	10,5771	1,13813	0,001*
	HB2	8,90	12,70	10,4857	1,08686	
	HB3	9,00	17,60	11,5000	1,67244	
	HTC1	26,70	39,60	32,1657	3,58296	0,009*
	HTC2	27,00	39,10	32,1514	3,21782	
	HTC3	26,20	50,70	35,0857	4,85708	
Grup:2	HB1	8,30	12,10	10,2771	,86367	$p<0,001^*$
	HB2	9,80	16,10	11,8714	1,23516	
	HB3	11,00	17,20	14,7457	1,09527	
	HTC1	25,50	37,10	31,4000	2,48063	$p<0,001^*$
	HTC2	29,90	49,30	36,2200	3,67462	
	HTC3	32,00	52,30	44,5029	3,71250	

\*: Fark istatistiksel olarak %95 güven düzeyinde anlamlıdır; 1: MUF öncesi, 2: MUF sonrası, 3: Postoperatif 8. saat

**Tablo 6. Kreatinin, ALT, aPTT, INR değerleri için istatistiksel farklılıkların incelenmesi**

	Uygulama- modifiye ultrafiltrasyon	Min.	Maks.	Ortalama	Standart Sapma	p
KREATİN	Grup:1	0,110	0,850	0,40486	0,223190	0,001*
	Grup:2	0,100	0,620	0,26571	0,101410	
ALT	Grup:1	1,00	55,00	15,6286	11,55826	0,006*
	Grup:2	10,00	40,00	22,8571	9,52132	
APTT	Grup:1	27,30	70,60	37,1257	7,81614	0,003*
	Grup:2	23,20	44,10	32,3943	4,88334	
INR	Grup:1	0,97	1,78	1,1838	0,16474	$p<0,001^*$
	Grup:2	0,90	1,34	1,0489	0,12799	

\*: Fark istatistiksel olarak %95 güven düzeyinde anlamlıdır

**Tablo 7. CRP ve prokalsitonin değerleri için istatistiksel farklılıkların incelenmesi**

	Uygulama- modifiye ultrafiltrasyon	Min.	Maks.	Ortalama	Standart Sapma	p
CRP	Grup:1	0,20	50,00	16,5686	13,31825	<b>0,002*</b>
	Grup:2	0,50	18,70	6,9429	4,51170	
PROKALSİTONİN	Grup:1	0,03	32,30	2,4351	6,68676	<b>p&lt;0,001*</b>
	Grup:2	0,02	1,40	0,1844	0,29427	

\*: Fark istatistiksel olarak %95 güven düzeyinde anlamlıdır

belirtilmelidir ki daha yüksek örnek sayılarıyla çalışılması halinde intraoperatif idrar, 24 saatlik idrar ve inotrop skoru değişkenlerinde de anlamlı farklılıklar çıkması olasıdır. Fakat elde edilen verilerle yapılan analizde bu değişkenler için yapılan uygulamanın bir farklılığa sebep olduğu söylenemez. Dolayısıyla farklılıklar bağımsız örneklem t-testi ve eşleştirilmiş (pairwise) t-testi ile incelenmiş sonuçlar sunulmuştur.

## Tartışma

Ekstrakorporeal dolaşım, kan hücrelerinin yapay yüzeylere maruz kalmasına neden olarak sistemik bir inflamatuvar reaksiyona yol açabilmekte ve bu durum özellikle akciğerlerde ve kalpte organ hasarına sebep olabilmektedir (6). Bu hasarın azaltılabilmesi için KPB sonrası MUF uygulamaları kliniğimizde 10 kg altı hastalarda rutin olarak uygulanmaktadır. Araştırmamızda MUF uygulanan hastaların klinik değerleri kontrol edilip elde edilen tüm sonuçlar literatüre göre değerlendirilmiştir.

MUF, KPB işleminden hemen sonra fazla vücut sıvısını doğrudan filtrelemektedir. Bu işlem kanı yoğunlaştırmakta, kanın hematokrit seviyelerini yükselterek kolloidal ozmotik basınç konsantrasyonunu ve pıhtılaşma faktörlerinin ozmotik basıncını arttırmaktadır (7). Sever ve ark.'nın (8) çalışmalarında postop dönemde arzulanan hemoglobin ve hematokrit düzeylerini korumada MUF'nin konvansiyonel ultrafiltrasyona (CUF) göre daha üstün olduğunu ortaya koymuşlardır. Torina ve ark.'ları (9) ise MUF grubunun 48 saat sonra göğüs tüpü drenajının azaldığını ve daha az kan transfüzyonuna ihtiyaç duyulduğunu bypass sonunda hematokrit düzeyleri MUF grubunda kontrol grubuna göre daha yüksek bulunduğunu bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda da hemoglobin ve hematokrit değerlerinde anlamlı bir fark görülmüş ve bununla bağlantılı olarak post-op kan ve kan ürünlerinin kullanımında azalma görülmüştür. Fakat 24 saatlik drenaj takibi yaptığımızda anlamlı bir sonuç elde edilmemiştir ( $p>0,05$ ).

Kardiyopulmoner baypasın akciğerlere etkisi, SIRS ile yakından ilişkilidir. SIRS, akciğerlerde damar geçirgenliğini artırarak doku sıvısı sızmasını artırabilmektedir. Bu, akciğerlerin kompliyansını azaltabilir, vasküler kasılmaya ve iskemi-reperfüzyon hasarına neden olabilmektedir. KPB, bu nedenle akciğer fonksiyonlarını etkileyebilir ve akciğer komplikasyonlarına yol açabilir (10). Modifiye ultrafiltrasyon, vücutta biriken

fazla sıvının uzaklaştırılmasıyla akciğer fonksiyonlarında iyileşme sağlamaktadır. Bando ve ark.'nın (11) araştırmasında, MUF uygulanan hastalarda ameliyat sonrası erken dönemde arteriyel oksijen basınç ( $PaO_2$ ) değerlerinin arttığı gözlenmiştir. Edmunds'un çalışmasında ise MUF uygulanan bebeklerde, KPB sonrası karbondioksit  $pCO_2$  değerinin kontrol grubuna göre daha düşük olduğu gözlemlenmiştir (12). Bizim çalışmamızda ise Bando ve ark.'nın (11) çalışmasının paralelinde grup 2'de grup 1'den  $pO_2$  değerinin de daha yüksek olduğu saptanmıştır ( $p<0,05$ ). Ancak  $pCO_2$ 'de anlamlı bir fark görülmemiştir ( $p>0,05$ ).

KPB işlemi, özellikle kalbi etkileyen bir süreçtir. Uzun süreli baypas işlemi, kalpte ödeme yol açabilen damar dışına sıvı sızmasına neden olabilmektedir. Bu, kalbin şeklini ve kasılma yeteneğini bozabilir, bu da yeterli kan debisi sağlamak için ek inotrop destekleri veya intraaortik balon pompası gibi cihazların gerekliliğine yol açabilmektedir. Bu tür komplikasyonlar, kardiyak nedenli ölüm ve morbidite riskini artırırken, hastanın operasyondan elde edeceği faydayı azaltabilmektedir. Davies ve ark.'nın (13) yaptığı çalışmaya göre, MUF sonrası sistolik arteriyel basınç artışının sol ventrikülün sistolik fonksiyonlarını iyileştirdiğini göstermiştir. Ayrıca, MUF sonrası görülen bazı kalp işlevi göstergelerinin iyileşmesinin, miyokardiyal ödem azaldıkça sol ventrikül kompliyansının artmasına katkıda bulunduğunu bulmuştur. Bu sonuçlar, modifiye ultrafiltrasyonun kardiyopulmoner işlevler üzerinde olumlu etkilere sahip olduğunu göstermektedir (13). Zakkar ve ark.'nın (14) yaptığı derlemede SVR ye etkisi olduğu bildirilmiştir. Bizim çalışmamızda ise grup 2'de nabız değerlerinde anlamlı bir düşüş görülmüş, ortalama arter basıncında grup 1'de CPB çıkışıyla postop süreçte bir fark görülmezken, MUF uygulanan grup 2'de ise CBP çıkışında ortalama 53 olan MAP, postop süreçte ortalama 68'e yükseldiği saptanmıştır. Gaynor (15) MUF yapılan hastalarda operasyondan 24 saat sonrasındaki inotrop ihtiyacının belirgin olarak düştüğünü saptanmıştır. Bizim çalışmamızda ise inotrop skoru ve EF değişkenleri değerlendirilmiş ancak anlamlı bir farklılık görülmemiştir ( $p>0,05$ ).

MUF, fazla sıvının vücuttan uzaklaştırılmasının yanı sıra bazı inflamatuvar mediyatörlerin de uzaklaştırıldığı bir yöntemdir. Bu, sistemik inflamatuvar yanıtı azaltarak, uç organ hasarı ve kardiyopulmoner baypasın neden olduğu olumsuz etkileri azaltmada etkili olabilir. Bu yöntem, proenflamatuvar mediyatörleri dolaşımdan süzerek sistemik enflamatuvar yanıtı



azaltır ve böylece istenmeyen etkilerin azaltılmasına yardımcı olmaktadır (16). Journois ve ark.'nın (17) yaptıkları çalışmada, TNF- $\alpha$ , IL-6 ve IL-8 düzeylerinin MUF yapılan hastalarda, yapılmayan veya CUF yapılan hastalara göre daha düşük olduğunu saptamışlardır. Chew ve ark. (18) ise TNF- $\alpha$ , IL1-beta, IL-6, C3d ve C4d düzeylerinde değişiklik olmadığını göstermişlerdir. Suzuki ve ark.'nın (19) köpekler üzerinde yaptığı çalışmada MUF'nin sitokin seviyelerinin düşürülmesinde etkili olduğu bildirilmiştir. Bizim çalışmamızda inflamatuvar sitokin değerlerine ilişkin veri olmadığından değerlendirme yapılamamıştır. Ancak CRP ve prokalsitonin değerleri açısından MUF yapılan grupta anlamlı bir azalma saptanmıştır ( $p<0,05$ ).

Santral sinir sistemi de artan sıvı yükünden etkilenmektedir. Sinir hücreleri arasına sızan sıvı, kitle etkisi yaratarak beyinde iskemik hasara ve basıya bağlı hücre ölümlerine neden olabilmektedir. Bu durum nörolojik komplikasyonlara ve santral sinir sistemi kaynaklı morbidite ve mortalitenin artmasına yol açabilmektedir (20). Çalışmamızda NIRS değerleri için MUF öncesi ve sonrası aşamalar için grup 1 için değişiklik görülmez iken grup 2'de ise MUF sonrası NIRS değerindeki artış önemli bir farka sebep olmaktadır ( $p<0,05$ ).

Üç yaşın altındaki ve 10 kilogramın altındaki çocukların böbrek fonksiyonları tam olarak gelişmemiştir. Bu nedenle, glomerüler filtrasyon hızları düşük, bikarbonat yeniden emilimi yetersiz ve idrar konsantrasyonu yetenekleri ve özellikle KPB işlemi sonrasında, bu yaş grubundaki çocukların vücuttaki fazla sıvıyı atma yetenekleri sınırlıdır (10). Çalışmamızda KPB sonu denge hesabı yapıldığında gruplar arası anlamlı bir fark saptanmıştır: grup 1'de ortalama -36 mL olan denge hesabımız grup 2'de -122 mL'dir. Bunun sonucunda MUF, hastaların preop ve intraoperatif dönemde maruz kaldığı hemodilüsyonun etkisini azaltmada etkili yöntemlerinden biri olabilmektedir.

KPB işlemi sırasında organizmanın geliştirdiği sistemik inflamatuvar yanıt, böbrekleri ve böbrek fonksiyonlarını olumsuz etkileyebilmektedir. Bu inflamatuvar yanıt, böbrek fonksiyonlarının bozulmasına neden olan sitokinlerin ve kompleman sistem fragmanlarının artmasına yol açmaktadır. Bu nedenle, inflamatuvar yanıtın kontrol altına alınması, böbrek fonksiyonlarını korumak açısından kritik bir öneme sahiptir (21). Bart ve ark.'nın (22) yaptıkları çalışmada kreatinin seviyesinin MUF uygulanan hasta grubunda anlamlı şekilde daha düşük bulunmuştur. Aynı şekilde Bozdoğan'ın (23) yaptığı çalışmada da kreatinin değerinde anlamlı fark bildirilmiştir. Bizim çalışmamızda MUF'nin böbrek fonksiyonları üzerine etkisine bakmak için üre, kreatinin ve postop 24 saatlik idrar miktarı incelenmiş olup, sadece kreatinin değerinde anlamlı fark saptanmıştır ( $p<0,05$ ).

MUF, kardiyopulmoner baypas sonrası gelişebilecek koagülopati sorununu etkili bir şekilde yönetebilmektedir. Bu yöntem, kanama pıhtılaşma faktörleri üzerinde olumlu etkiler yapmaktadır.

Fibrinojen ve faktör VII (FVII) seviyeleri artarken, trombosit, faktör IX (FIX) ve faktör X (FX) seviyelerinde anlamlı değişiklikler gözlenmemektedir. Sonuç olarak, MUF uygulanan hastalarda drenaj miktarı belirgin bir şekilde azalır, bu da kanama riskini azaltmaktadır (18). Bizim çalışmamızda drenaj miktarı postop süreçte 24 saat takip edilmiş ancak gruplar arası anlamlı bir fark elde edilmemiştir. Fakat aPTT ve INR değerlerinde anlamlı bir düşüş görülmüştür ( $p<0,05$ ).

MUF karaciğer fonksiyonlarını koruma potansiyeline sahiptir (23). Finn ve ark.'nın (24) yaptığı çalışmada MUF'nin karaciğer fonksiyonları üzerine anlamlı etkisi olduğu bildirilmiştir. Bizim çalışmamızda ise ALT ve AST değerlerine incelenmiştir. ALT değişkeninde MUF yapılan grupta anlamlı bir farklılık görülmüştür ( $p<0,05$ ).

Açık kalp cerrahisi sonrası hiperlaktatemi, yüksek postoperatif mortalite ve morbidite ile ilişkilendirilen yaygın bir durumdur (25). Hiperlaktatemi, yüksek laktik asit seviyelerinin sonucudur ve bu, doku hasarı ve disfonksiyonu ile ilişkilendirilmektedir (26). Torina ve ark.'nın (9) çalışmasında MUF uygulanan hastalarda serum lactat düzeyinde anlamlı bir fark görülmezken Mohanlall ve ark.'nın (26) çalışmasında ise serum lactat düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir düzeyde düşüş görülmüştür. Bizim çalışmamızda ise Mohanlall'ın çalışmasının paralelinde istatistiksel olarak MUF yapılan grupta anlamlı bir fark saptanmıştır ( $p<0,05$ ). KPB işlemi hem diyabetik hem de diyabetik olmayan hastalarda glukoz ve insülin dengesinde değişikliklere neden olmaktadır. Hipotermik KPB sırasında etkilenen karaciğer nedeniyle kan şekeri seviyeleri kısmen sabit kalmaktadır. Ancak, yeniden ısınma döneminde stres hormonlarının artmasıyla kan şekeri yükselmektedir (27). Perioperatif dönemdeki hipergliseminin sağkalımı olumsuz yönde etkileyebileceği epidemiyolojik verilerle gösterilmiştir. Ayrıca, perioperatif hipergliseminin iskemi ve reperfüzyon hasarını artırabileceği ve iskemik önkoşullandırmayı azaltabileceği bulguları da mevcuttur (28). Bu nedenle, KPB sırasında glukoz ve insülin dengesinin kontrolü ve perioperatif hipergliseminin yönetimi, hastaların sağkalımını ve morbiditeyi olumlu yönde etkilemek için önemlidir (29). Çalışmamızda MUF uygulanan grubun glukoz düzeyinde uygulama sonrası istatistiksel olarak fark ve anlamlı bir düzeyde düşüş görülmektedir ( $p<0,05$ ).

Bu çalışmada, MUF uygulanan ve uygulanmayan iki grup karşılaştırılmış ve klinik parametreler üzerinde etkileri istatistiksel olarak incelenmiştir. Birçok değerde MUF uygulanan grupta anlamlı farklılıklar saptanmıştır.

## Sonuç

Bu sonuçlara dayanarak, KPB sonrası MUF uygulamasının pediatrik kalp cerrahisi hastalarında klinik parametreler üzerinde olumlu etkiler sağlayabileceği ve postoperatif dönemde daha iyi sonuçlar elde edilmesine katkıda bulunabileceği ilişkilendirilmiştir.

Bu nedenle, pediatrik kalp cerrahisi kliniklerinde özellikle ASD ve VSD prosedürleri uygulanan 10 kg altı hastalarda KPB sonrası MUF uygulanmasını tavsiye etmekteyiz.

## Etik

**Etik Kurul Onayı:** Çalışmanın etik kurul onayı, Üsküdar Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığı'ndan alınmıştır (sayı: 2022-29, tarih: 28.07.2022).

**Hasta Onayı:** Retrospektif çalışma.

**Hakem Değerlendirmesi:** Editörler kurulu dışında/içinde olan kişiler tarafından değerlendirilmiştir.

## Yazarlık Katkıları

Cerrahi ve Medikal Uygulama: E.Ö., T.D., Konsept: E.Ö., T.D., Dizayn: E.Ö., T.D., Veri Toplama veya İşleme: E.Ö., T.D., Analiz veya Yorumlama: E.Ö., T.D., Literatür Arama: E.Ö., T.D., Yazan: E.Ö., T.D.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar tarafından çıkar çatışması bildirilmemiştir.

**Finansal Destek:** Yazarlar tarafından finansal destek almadıkları bildirilmiştir.

## Kaynaklar

- Paç M, Akçevin A, Aka SA, Buket S, Sarıoğlu T. Kalp ve damar cerrahisi. Baskı, İstanbul: MN Medikal Et Nobel 2004;151-167.
- Boodhwani M, Hamilton A, de Varennes B, Mesana T, Williams K, Wells GA, et al. A multicenter randomized controlled trial to assess the feasibility of testing modified ultrafiltration as a blood conservation technology in cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2010;139(3):701-706.
- Yokoyama K, Takabayashi S, Komada T, Onoda K, Mitani Y, Iwata H, et al. Removal of prostaglandin E2 and increased intraoperative blood pressure during modified ultrafiltration in pediatric cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2009;137(3):730-735.
- Naik SK, Elliott MJ. Ultrafiltration and pediatric cardiopulmonary bypass. *Cardiology in the Young* 1993;3(4):331-339.
- Raja SG, Yousufuddin S, Rasool F, Nubi A, Danton M, Pollock J. Impact of modified ultrafiltration on morbidity after pediatric cardiac surgery. *Asian Cardiovasc Thorac Ann* 2006;14(4):341-350.
- Ziyaeifard M, Alizadehasl A, Massoumi G. Modified ultrafiltration during cardiopulmonary bypass and postoperative course of pediatric cardiac surgery. *Res Cardiovasc Med* 2014;3(2):e17830.
- Marinari E, Rizza A, Iacobelli R, Iodice F, Favia I, Romagnoli S, et al. Ventricular-Arterial Coupling in Children and Infants With Congenital Heart Disease After Cardiopulmonary Bypass Surgery: Observational Study. *Pediatr Crit Care Med* 2019;20(8):753-758.
- Sever K, Tansel T, Basaran M, Kafali E, Ugurlucan M, Ali Sayin O, et al. The benefits of continuous ultrafiltration in pediatric cardiac surgery. *Scand Cardiovasc J* 2004;38(5):307-311.
- Torina AG, Silveira-Filho LM, Vilarinho KA, Eghtesady P, Oliveira PP, Sposito AC, et al. Use of modified ultrafiltration in adults undergoing coronary artery bypass grafting is associated with inflammatory modulation and less postoperative blood loss: a randomized and controlled study. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2012;144(3):663-670.
- Li J, Hoschitzky A, Allen ML, Elliott MJ, Redington AN. An analysis of oxygen consumption and oxygen delivery in euthermic infants after cardiopulmonary bypass with modified ultrafiltration. *Ann Thorac Surg* 2004;78(4):1389-1396.
- Bando K, Turrentine MW, Vijay P, Sharp TG, Sekine Y, Lalone BJ, et al. Effect of modified ultrafiltration in high-risk patients undergoing operations for congenital heart disease. *Ann Thorac Surg* 1998;66(3):821-827; discussion 828.
- Edmunds LH Jr. Advances in the heart-lung machine after John and Mary Gibbon. *Ann Thorac Surg* 2003;76(6):S2220-2223.
- Davies MJ, Nguyen K, Gaynor JW, Elliott MJ. Modified ultrafiltration improves left ventricular systolic function in infants after cardiopulmonary bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1998;115(2):361-9; discussion 369-370.
- Zakkar M, Guida G, Angelini GD. Modified ultrafiltration in adult patients undergoing cardiac surgery. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2015;20(3):415-421.
- Gaynor JW. The effect of modified ultrafiltration on the postoperative course in patients with congenital heart disease. *Semin Thorac Cardiovasc Surg Pediatr Card Surg Annu* 2003;6:128-139.
- Palanzo DA, Wise RK, Woitas KR, Ündar A, Clark JB, Myers JL. Safety and utility of modified ultrafiltration in pediatric cardiac surgery. *Perfusion* 2023;38(1):150-155.
- Journois D, Israel-Biet D, Pouard P, Rolland B, Silvester W, Vouhé P, et al. High-volume, zero-balanced hemofiltration to reduce delayed inflammatory response to cardiopulmonary bypass in children. *Anesthesiology* 1996;85(5):965-976.
- Chew MS, Brix-Christensen V, Ravn HB, Brandslund I, Ditlevsen E, Pedersen J, et al. Effect of modified ultrafiltration on the inflammatory response in paediatric open-heart surgery: a prospective, randomized study. *Perfusion* 2002;17(5):327-333.
- Suzuki H, Oshima N, Watari T. Effect of modified ultrafiltration on cytokines and hemoconcentration in dogs undergoing cardiopulmonary bypass. *J Vet Med Sci* 2020;82(11):1589-1593.
- Sabuncu Ü, Özgök A. Serebral oksijen satürasyonu monitörizasyonunun reyonel doku hipoksisini tespit etmedeki yeri 2016;125-127.
- Raja SG, Yousufuddin S, Rasool F, Nubi A, Danton M, Pollock J. Impact of modified ultrafiltration on morbidity after pediatric cardiac surgery. *Asian Cardiovasc Thorac Ann* 2006;14(4):341-350.
- Bart BA, Goldsmith SR, Lee KL, Givertz MM, O'Connor CM, Bull DA, et al. Ultrafiltration in decompensated heart failure with cardiorenal syndrome. *N Engl J Med* 2012;367(24):2296-2304.
- Bozdoğan, D. Açık kalp cerrahisi uygulanan siyanotik/nonsiyantotik konjenital kalp hastalarında modifiye ultrafiltrasyonun postoperatif karaciğer ve böbrek fonksiyonları üzerine etkisi (Retrospektif çalışma) 2012.
- Finn A, Naik S, Klein N, Levinsky RJ, Strobel S, Elliott M. Interleukin-8 release and neutrophil degranulation after pediatric cardiopulmonary bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1993;105(2):234-241.
- Landow L. Splanchnic lactate production in cardiac surgery patients. *Crit Care Med* 1993;21(2 Suppl):S84-91.
- Mohanlall R, Adam J, Nemlander A. Venous arterial modified ultrafiltration versus conventional arteriovenous modified ultrafiltration during cardiopulmonary bypass surgery. *Ann Saudi Med* 2014;34(1):18-30.
- McCowen KC, Malhotra A, Bistrrian BR. Stress-induced hyperglycemia. *Crit Care Clin* 2001;17(1):107-124.
- Mizock BA. Alterations in fuel metabolism in critical illness: hyperglycaemia. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab* 2001;15(4):533-551.
- Giugliano D, Marfella R, Coppola L, Verrazzo G, Acampora R, Giunta R, et al. Vascular effects of acute hyperglycemia in humans are reversed by L-arginine. Evidence for reduced availability of nitric oxide during hyperglycemia. *Circulation* 1997;95(7):1783-1790.

# Yetişkin Açık Kalp Cerrahisi Ameliyatlarında Kullanılan Farklı Kardiyoplejik Solüsyonların İntraoperatif Serebral Doku Oksijenasyonuna Etkisi

## Effect of Different Cardioplegic Solutions Used in Adult Open Heart Surgery on Intraoperative Cerebral Tissue Oxygenation

Mustafa Erkan<sup>1</sup>, Ali Kocailik<sup>1</sup>, Buğra Harmandar<sup>2</sup>, Hande İstar<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Üsküdar Üniversitesi Tıp Fakültesi, Perfüzyon Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

<sup>2</sup>Muğla Üniversitesi Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Kalp Merkezi, Muğla, Türkiye

### Öz

**Amaç:** Yetişkin açık kalp cerrahisi ameliyatlarında kullanılan farklı kardiyoplejik solüsyonların intraoperatif serebral doku oksijenasyonuna etkisini incelemek ve bu konuda yapılacak olan çalışmalara destek olmak amacıyla planlanmıştır.

**Gereç ve Yöntem:** Araştırmamız, tanımlayıcı retrospektif ve randomize çalışmadır. Araştırmamızın örneklemini, muğla eğitim ve araştırma hastanesi kalp merkezinde ocak 2021, Aralık 2021 tarihleri arasında kardiyopleji uygulanan yetişkin açık kalp ameliyatı yapılan 67 hasta çalışmaya dahil edilmiştir. Yetişkin açık kalp ameliyatı olan hastalar, kardiyopulmoner bypass uygulanan hastalar, altta yatan hemotolojik hastalığı olmayan, bilinen bir kanama patolojisi olmayan, bilinen karotis hastalığı olmayan hastalar, araştırmaya dahil edilmiştir.

**Bulgular:** Çalışmanın sonuçlarına göre, Del-Nido kardiyoplejinin sağ NIRS ( $p<0,581$ ) ve sol NIRS ( $p<0,354$ ) değerleri için istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Fakat kan kardiyopleji solüsyonu ile sağ NIRS ve sol NIRS değerleri için istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur ( $p<0,001$ ). Bu farklılıkların nedeni, solüsyonun beyin kan akımı, hemoglobin veya hematokrit düzeyleri üzerindeki etkileri olabilir.

**Sonuç:** Bu çalışmada, farklı kardiyoplejik solüsyonların intraoperatif dönemde serebral doku oksijenasyonuna etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla, sağ ve sol taraftaki NIRS değerleri kullanılarak beyin oksijenasyon düzeyleri ölçülmüştür. Bu çalışma, kullanılan kardiyoplejik solüsyonlarının beyin oksijenasyon düzeyinde farklılıklara neden olabileceğini göstermektedir. Bu bulgular, kardiyak ameliyatlar gibi beyin fonksiyonları üzerinde önemli bir etkiye sahip olan prosedürlerin geliştirilmesine yardımcı olabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Kardiyopleji, Del-Nido, NIRS, serebral doku oksijenasyonu, açık kalp ameliyatı, kardiyopulmoner bypass


### Abstract

**Objective:** It was planned to examine the effect of different cardioplegic solutions used in adult open heart surgery on intraoperative cerebral tissue oxygenation and to support the studies to be done on this subject.

**Materials and Methods:** Our research is a descriptive retrospective and randomized study. The sample of our study, 67 adult patients who underwent cardioplegia and underwent open heart surgery at the heart center of Muğla Training and Research Hospital between January 2021 and December 2021 were included in the study. Adult patients undergoing open heart surgery, patients undergoing cardiopulmonary bypass, patients with no underlying hematological disease, no known bleeding pathology, and patients with no known carotid disease were included in the study.

**Results:** According to the results of the study, no statistically significant difference was found for the right NIRS ( $p<0.581$ ) and left NIRS ( $p<0.354$ ) values of Del-Nido cardioplegia. However, a statistically significant difference was found between blood cardioplegia solution and right NIRS and left NIRS values ( $p<0.001$ ). These differences may be due to the effects of the solution on cerebral blood flow, hemoglobin or hematocrit levels.

**Conclusion:** In this study, the effect of different cardioplegic solutions on cerebral tissue oxygenation in the intraoperative period was investigated. For this purpose, brain oxygenation levels were measured using the right and left NIRS values.

 **Yazışma Adresi/Address for Correspondence:** Mustafa Erkan, Üsküdar Üniversitesi Tıp Fakültesi, Perfüzyon Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye  
Tel.: +90 561 612 00 48 E-posta: mustafaerkan61@gmail.com ORCID ID: orcid.org/0000-0003-2166-7915  
Geliş Tarihi/Received: 20.06.2023 Kabul Tarihi/Accepted: 20.10.2023

This study shows that the cardioplegia solutions used can cause differences in brain oxygenation level. These findings could help develop procedures that have a significant impact on brain function, such as cardiac surgeries.

**Keywords:** Cardioplegia, del-nido, NIRS, cerebral tissue oxygenation, open heart surgery, cardiopulmonary bypass

## Giriş

Kardiyopulmoner bypass (KPB), kalbin pompalama görevinin durdurulduğu ve akciğerlerin gaz alışveriş fonksiyonlarının geçici olarak devre dışı bırakıldığı, dolaşımın ise kalp-akciğer makinesi adı verilen cihazla sağlandığı bir işlemdir (1). Kalp cerrahisinin başlangıç yıllarında, açık kalp ameliyatları genellikle atan kalp üzerinde gerçekleştirilmiştir. Ancak yapılan araştırmalar sonucu KPB ve kardiyopleji teknikleri geliştirilmiş ve günümüzde çoğu KPB ile yapılan açık kalp ameliyatları kalp akciğer makinesi (KAM) kullanılarak gerçekleştirilmektedir (2).

KPB işlemi sırasında meydana gelebilecek komplikasyonların önlenmesi için doku oksijenasyonunun izlenmesi önem arz etmektedir. Bu işlem sırasında doku oksijenasyonunda meydana gelen değişiklikler, KPB'ye bağlı komplikasyonların temel nedenlerinden biridir. Dolayısıyla erken dönemde oluşabilecek komplikasyonların öngörülmesi ve tanınması da önemlidir. Bu sayede tedbirler alınarak KPB sonucu oluşabilecek komplikasyonlar en aza indirilebilir (3).

Açık kalp ameliyatlarında miyokardın korunması için kullanılan kardiyopleji solüsyonları üç farklı çeşide ayrılır: Kristaloid kardiyoplejisi, Kan kardiyoplejisi ve Del-Nido kardiyoplejisi. Bu farklı kardiyopleji solüsyonlarının bileşimleri ve özellikleri birbirinden farklıdır ve hangi yöntemin tercih edileceği, cerraha ve hastaya bağlı olarak değişebilir.

Kristaloid kardiyopleji solüsyonları, potasyum, kalsiyum, magnezyum ve sodyum gibi elektrolitleri içermektedir. Fakat, bu kardiyoplejide oksijen desteği bulunmamaktadır (4). Bu nedenle, uzun süreli kalp duruşlarında miyokarda hasar riski yüksek olabilir. Kristaloid kardiyoplejisi, kısa süreli kalp duruşlarında hızlı ve etkili bir şekilde uygulanabilir.

Kan kardiyoplejisi solüsyonları, kristaloid kardiyoplejisi solüsyonlarından farklı olarak, oksijen taşıyan bir bileşen içerirler (genellikle eritrosit süspansiyonu). Bu yöntem, miyokarda oksijen desteği sağlamak ve hemodilüsyona neden olmadan daha yüksek tamponlama özelliği sunmaktadır. Ayrıca, plazma proteinleri aracılığıyla interstisyel ödemi engellediği de belirtilmektedir (5).

Del Nido kardiyoplejisi yöntemi aslında pediatrik kalp cerrahisinde kullanılmak üzere geliştirilmiştir ancak zamanla erişkin hastaların kalp cerrahilerinde de kullanılmaya başlanmıştır. Bu yöntemde kullanılan solüsyon, ekstrasellüler içeriğe sahiptir ve uzun süreli arreste neden olabilmektedir. Ancak, cerrahi akışı bozmadan işlem yapılmasına imkan veren özellikleri vardır.

Solüsyon ayrıca miyokardiyal ödemi engelleyebilen maddeler içermekte ve serbest radikalleri yok edebilmektedir. Bu nedenle del Nido kardiyoplejisi, özellikle uzun süreli kalp duruşları gerektiren operasyonlarda tercih edilebilir (6).

KPB sırasında beyin, böbrek, karaciğer gibi organlarda oluşabilecek iskemik değişiklikler ciddi komplikasyonlara neden olabilir ve ameliyat sonrası dönemde morbidite ve mortalitenin sebeplerindedir. Bu nedenle, standart monitörle takip edilen parametrelerin doku oksijenasyonunu tam olarak yansıtmayabileceği bilinmektedir (7).

Bu noktada, rejyonal serebral oksijen saturasyonu ( $rSO_2$ ) takibi, KPB sırasında oluşabilecek nörolojik hasarları, organ disfonksiyonlarını, mortalite ve morbiditeyi en aza indirmek önem arz etmektedir. NIRS, non-invaziv bir yöntem olup,  $rSO_2$  ölçmek için kullanılır ve KPB sırasında tercih edilir (7). Bu yöntem sayesinde, cerrahi işlem sırasında beyin dokusunun oksijenasyon seviyelerini sürekli olarak takip etmek mümkündür. Böylece, erken dönemde oluşabilecek komplikasyonlar tespit edilerek tedbir alınabilir (8).

Çalışmamızda yetişkin açık kalp cerrahisi ameliyatlarında kullanılan farklı kardiyoplejik solüsyonların intraoperatif serebral doku oksijenasyonuna etkisini araştırmayı planladık. Bu çalışma sonuçları, cerrahide teknik gelişmeler ve serebral monitörizasyonla nörolojik komplikasyonların önlenileceği düşüncesine katkı sağlamayı hedefledik.

## Gereç ve Yöntemler

Araştırmamız, tanımlayıcı retrospektif ve randomize çalışmadır. Çalışmaya başlanabilmesi için Üsküdar Üniversitesi'nden 29/07/2022 tarihli 61351342/ Temmuz 2022-21 sayılı etik kurul onayı verilen çalışmamız, Helsinki deklarasyonuna uygun olarak yürütüldü (EK-1). Araştırmamızın örnekleme, Muğla Eğitim ve Araştırma Hastanesi Kalp Merkezinde Ocak 2021-Aralık 2021 tarihleri arasında kardiyopleji uygulanan yetişkin açık kalp ameliyatı hastalarından 67 hasta çalışmaya dahil edilmiştir. Çalışmaya; yetişkin açık kalp ameliyatı olan hastalar, KPB uygulanan hastalar, altta yatan hemotolojik hastalığı olmayan, bilinen bir kanama patolojisi olmayan, bilinen karotis hastalığı olmayan hastalar dahil edildi. KPB bypass uygulanmayan hastalar, reoperatif olgu olan hastalar dahil edilmedi.

## İstatistiksel Analiz

Bu araştırmanın tüm istatistiksel analizleri IBM SPSS v23.0 (IBM Corp. 2015, Armonk, NY, US) ile gerçekleştirilmiştir. Sürekli değişkenler için Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testleri

normallik testleri yapılmıştır. Kardiyopleji solüsyonları açısından nominal değişkenler arasında farklılık olup olmadığı ki-kare testi ile test edilmiştir. Sürekli değişkenlerin solüsyonlar bakımından farklılıkları normal dağılıma uyan değişkenler için bağımsız örneklem ve eşleştirilmiş t-testleri ile test edilmiştir. Normal dağılım uymayan değişkenler için solüsyonlara göre farklılıklar Mann-Whitney U testi ve tekrarlı ikili ölçümler için Wilcoxon sign-rank testleri ile test edilmiştir. Ayrıca ikiden fazla tekrarlı ölçümler içeren flow, tansiyon, özofagus, NIRS gibi değişkenler için doğrusal model kullanılarak tekrarlı ölçüm testleri uygulanmıştır. Tüm testler iki-yönlü olarak yapılmış, p-değerleri sunulmuş ve sonuçlar yorumlanmıştır.

## Tartışma

KPB, özellikle açık kalp cerrahilerinde sıklıkla kullanılan bir işlem olup, hastanın kalbinin durdurulması ve solunum fonksiyonlarının mekanik olarak desteklenmesi anlamına gelmektedir. Bu süreçte, vücudun ihtiyaç duyduğu oksijen ve besin maddeleri, KAM tarafından sağlanmaktadır. Ancak, bu sırada organların ihtiyaç duyduğu oksijen miktarı tam olarak karşılanamayabilir ve bu nedenle organlarda iskemik değişiklikler meydana gelebilir.

Kardiyak cerrahinin serebral dokular üzerindeki etkileri uzun zamandır incelenmektedir. Kardiyoplejinin serebral doku oksijenasyonu üzerindeki etkileri de bu çalışmaların bir parçasıdır. Kardiyoplejik solüsyonların kullanımı, kalp cerrahisi sırasında miyokardiyal koruma sağlamaya yardımcı olurken, aynı zamanda serebral doku oksijenasyonu üzerinde de etkileri olabilir.

Kardiyak cerrahi sırasında, beyin kan akışı ve oksijenasyonu kritik öneme sahiptir. Kardiyoplejik solüsyonlar, miyokardiyal koruma sağlar. Ancak, bu durumda serebral perfüzyon da azalır ve beyin dokusuna yeterli kan ve oksijen akımı sağlanamayabilir. Bu nedenle, kardiyak cerrahide kardiyoplejik solüsyonların kullanımı, serebral doku oksijenasyonunu etkileyebilir. Kardiyak arrestın gerçekleştiği dönemde, serebral perfüzyonun azalması ve hipoksiden kaynaklanan nörolojik yaralanmalar riski artabilir.

KPB işlemi sırasında doku oksijenasyonunun takibi son derece önemlidir. Standart monitörler ile takip edilen parametrelerin doku oksijenasyonunu tam olarak gösteremeyeceği için, rSO<sub>2</sub> takibi tercih edilmektedir. Bu yöntem, beyin fonksiyonlarını korumak için son derece önemlidir. Çünkü beyin, yeterli oksijen alamadığı takdirde ciddi hasarlar görebilir. NIRS ise, rSO<sub>2</sub> takibi için sıklıkla tercih edilen bir non-invaziv yöntemdir. Bu yöntem, ışık emilimi prensibine dayanarak doku oksijenasyonunu ölçmekte ve sonuçları anında vermektedir. Bu sayede, KPB işlemi sırasında oluşabilecek iskemik değişikliklerin erken dönemde tespit edilmesi mümkün hale gelmektedir.

Biz bu çalışmada, farklı kardiyoplejik solüsyonların intraopertaif dönemde serebral doku oksijenasyonuna etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla, sağ ve sol taraftaki NIRS değerleri kullanılarak beyin oksijenasyon düzeyleri ölçülmüştür.

Çalışmanın bulgularına göre, kan kardiyopleji solüsyonu (Sağ ve Sol NIRS için p<0,001) (Tablo 1, Tablo 2) uygulanan hastalarda, hastaların kardiyopulmoner bypass süresince beyin oksijenasyon düzeylerindeki sapma ve farklılıklar ameliyat süresince Del

**Tablo 1. Del-Nido kardiyopleji solüsyonu için tekrarlı sağ-nırs ölçümler arası farkın incelenmesi (tarafalara göre %20 düşüşü araştırıldı)**

Kardiyopleji Solusyonu	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart sapma	Referans (%20)	p	
Del Nido NIRS SAĞ	0	11,00	46,00	78,00	63,55	10,06	50,84	0,581
	15	11,00	47,00	68,00	59,18	7,39		
	30	11,00	42,00	66,00	58,73	7,71		
	45	11,00	47,00	70,00	60,73	7,72		
	60	11,00	46,00	80,00	59,82	9,02		
	75	10,00	50,00	71,00	60,10	7,25		

**Tablo 2. Kan kardiyopleji solüsyonu için tekrarlı sağ-nırs ölçümler arası farkın incelenmesi**

Kardiyopleji Solusyonu	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart sapma	Referans (%20)	p	
Kan Kardiyopleji NIRS SAĞ	0	55	33,00	95,00	66,3636	11,15109	53,32	p<0,001*
	15	55	28,00	87,00	64,6545	9,59980		
	30	55	44,00	87,00	62,2545	8,00976		
	45	55	38,00	83,00	60,8545	7,47197		
	60	55	43,00	82,00	61,2909	7,60281		
	75	54	43,00	80,00	61,4074	7,75453		
	90	54	41,00	79,00	61,8333	7,41938		
	105	52	41,00	88,00	62,8846	8,30463		

**Tablo 3. Del-Nido kardiyopleji solüsyonu için tekrarlı sol nırs ölçümler arası farkın incelenmesi**

Kardiyopleji Solüsyonu	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart sapma	Referans (%20)	p	
Del Nido NIRS SOL	0	11,00	50,00	82,00	62,73	11,16	50,18	0,354
	15	11,00	49,00	72,00	59,18	8,08		
	30	11,00	43,00	72,00	59,27	8,92		
	45	11,00	47,00	71,00	59,18	8,61		
	60	10,00	47,00	72,00	59,30	9,32		
	75	9,00	49,00	74,00	59,00	9,30		

**Tablo 4. Kan kardiyopleji solüsyonu için tekrarlı sol nırs ölçümler arası farkın incelenmesi**

Kardiyopleji Solüsyonu	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart sapma	Referans (%20)	p	
Kan Kardiyopleji NIRS SOL	0	55	34,00	95,00	66,4182	11,00621	53,33	p<0,001*
	15	55	27,00	77,00	64,1091	9,35844		
	30	55	45,00	77,00	62,5455	7,52482		
	45	55	37,00	77,00	61,5818	7,78101		
	60	55	41	78	60,71	7,630		
	75	54	44	75	61,39	7,597		
	90	54	41	79	62,22	8,063		
	105	52	41	95	63,29	9,308		

Nido kardiyoplejiye (Sağ NIRS p<0,581 ve Sol NIRS p<0,354) (Tablo 3, Tablo 4) göre daha büyük farklılıklar göstermiş ve istatistiksel olarak anlamlı değişim olduğu görülmüştür. Bu durum kan kardiyoplejisinin eritrosit taşıma ve oksijenasyon kabiliyetindeki farklılığa bağlı olabileceği düşünülmüştür. Bu farklılıkların nedeni, solüsyonun beyin kan akımı, hemoglobin veya hematokrit düzeyleri üzerindeki etkileri olabilir.

Ayrıca, kan kardiyoplejisinin uygulama sıklığı ve arter hattından alınan oksijenli kanın kan akım hızını düşürmesinin de bu farklılıklara neden olabileceği düşünülmektedir. Kan akım hızı

da nörolojik komplikasyonların oluşmasını etkileyen önemli bir faktördür. Cerrahi müdahale sırasında kan akım hızının düşmesi, beyin yeterli oksijen ve besin maddesi almasını engelleyebilir ve nörolojik problemlere yol açabilir. Demir'in yaptığı çalışmada KPB öncesi NIRS değerleri, krossklemp öncesi ve krossklemp sonrası NIRS değerlerinden yüksektir (9). Tansiyon değerlerinin kardiyopleji solüsyonlarına göre farkı incelendiğinde, intraoperatif dönemde Del-Nido solüsyonunda anlamlı bir farklılık görülmezken (Tablo 5), Kan Kardiyopleji solüsyonu için tansiyon değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu,

**Tablo 5. Del-Nido kardiyopleji solüsyonu için intraoperatif dönemde tansiyon değişimlerinin incelenmesi**

Kardiyopleji Solüsyonu	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart sapma	p	
Del-Nido	0	11	52,00	90,00	69,1818	12,96779	0,413
	15	11	60,00	86,00	69,0909	9,59640	
	30	11	64,00	84,00	72,2727	7,19848	
	45	11	62,00	83,00	71,5455	7,25760	
	60	11	62,00	82,00	70,5455	6,08874	
	75	10	62,00	78,00	72,2000	5,95912	

**Tablo 6. Kan kardiyopleji solüsyonu için intraoperatif dönemde tansiyon değişimlerinin incelenmesi**

Kardiyopleji Solüsyonu	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart sapma	p	
Kan Kardiyopleji	0	55	33,00	85,00	65,3818	10,05262	0,007*
	15	55	51,00	85,00	68,7273	7,03814	
	30	55	54,00	87,00	69,0182	7,71120	
	45	55	60,00	86,00	71,1636	5,81111	
	60	55	54,00	94,00	70,1273	7,78425	
	75	55	52,00	100,00	71,4364	9,33286	

\*: %95 güven düzeyinde istatistiksel olarak farklılık anlamlıdır

yapılan tekrarlı ölçümler için genel doğrusal model sonucunda elde edilen p-değerlerinden ( $p < 0,007$ ) (Tablo 6) görülebilir. Fakat Flow değerlerinin kardiyopleji solüsyonlarına göre farkı incelendiğinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır (Del-Nido;  $p < 0,567$ , Kan Kardiyoplejisi  $p < 0,262$ ) (Tablo 7, Tablo 8).

Cerrahi müdahale sırasında hemodilüsyon, kanın oksijen taşıma kapasitesini azaltır bu durum serebral perfüzyonu etkileyebilir. Lassnigg ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada hemodilüsyon sonrası hemoglobin konsantrasyonundaki düşüş ile NIRS değerleri arasında bir ilişki bulunmuştur (10). Benzer şekilde, Soller ve ark. (11) da kas dokusuna oksijen sunumunun azalmasının NIRS ile hemodinamik verilerden daha önce tespit edildiğini belirtmişlerdir. Bu bulgular, NIRS'in doku

oksijenasyonunu izlemede faydalı bir yöntem olabileceğini göstermektedir (11). Araştırmamızda yapılan istatistiki çalışmaya bakıldığında farklı araştırmacıların yaptığı çalışmalarda verilerle uyumlu olarak, kardiyoplejik solüsyonlara göre hemoglobin ve hemotokrit değerlerine bakıldığında kısmi olarak Sağ ve Sol NIRS değerlerinde düşüş mevcuttur. Fakat Del-Nido ve Kan kardiyopleji değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır (Tablo 9, Tablo 10).

Sistemik soğutma, vücut sıcaklığının düşürülmesi anlamına gelir. Cerrahi müdahaleler sırasında, bu yöntem serebral hipoperfüzyonun azaltılmasına yardımcı olabilir. Ancak aynı zamanda düşük sıcaklıklar da nörolojik komplikasyonlara sebep olabileceğini gösteren çalışmalarda bulunmaktadır. Çalışmamızda özofagusun ölçülen vücut ısı değerleri için yapılan

**Tablo 7. Del-Nido kardiyopleji solüsyonu için intraoperatif dönemde flow farklarının incelenmesi**

Kardiyopleji Solüsyonu	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart sapma	p
Del-Nido	0	11	2,22	5,76	4,41	1,15
	15	11	3,61	5,65	4,60	0,73
	30	11	4,20	5,83	4,86	0,68
	45	11	3,30	5,83	4,57	0,81
	60	11	1,56	5,83	4,30	1,27
	75	11	3,12	5,83	4,62	0,87
						0,557

**Tablo 8. Kan kardiyopleji solüsyonu için intraoperatif dönemde flow farklarının incelenmesi**

Kardiyopleji Solüsyonu	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart sapma	p
Kan Kardiyopleji	0	55	2,22	6,91	4,83	0,92
	15	55	3,61	6,28	4,91	0,72
	30	55	3,07	6,30	4,75	0,69
	45	55	3,30	6,23	4,71	0,65
	60	55	1,56	6,54	4,73	0,86
	75	55	2,40	6,51	4,83	0,84
						0,262

**Tablo 9. Kardiyopleji solüsyonlarına göre htc farklılığının araştırılması**

Kardiyopleji Solüsyonu	N	Minimum	Maksimum	Medyan	Ortalama	Standart sapma	p
Del-Nido	53	16,00	39,00	24,00	24,32	4,842	0,044*
Kan Kardiyopleji	Htc	323	15,00	48,00	22,00	23,00	

**Tablo 10. Kardiyopleji solüsyonlarına göre hb farklılığının araştırılması**

Kardiyopleji Solüsyonu	N	Minimum	Maksimum	Medyan	Ortalama	Standart sapma	p
Del-Nido	53	5,00	11,50	7,40	7,471	1,412	0,041
Kan Kardiyopleji	Hb	323	4,40	13,00	6,80	7,091	

**Tablo 11. Kardiyopleji solüsyonlarına göre özofagus ısı ortalamalarının incelenmesi**

Kardiyopleji Solüsyonu	N	Minimum	Maksimum	Medyan	Ortalama	Standart sapma	p
Del Nido	Özofagus Isı Ortalaması	11	27,08	34,47	33,55	33,0651	0,286
Kan Kardiyopleji	Özofagus Isı Ortalaması	55	21,03	35,86	33,17	32,6388	

istatistiksel ortalama analizde kardiyoplejik solüsyon değerleri incelendiğinde anlamlı bir fark bulunmamıştır (Tablo 11). Lassnig ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada da KPB'daki sıcaklık azaltılması dönemini takiben NIRS değerlerinde istatistiksel değişiklik gözlenmemiştir. Ancak Daşdemir (8) yaptığı çalışmada hipotermide NIRS değerlerinin normotermiye göre daha fazla düştüğü görüldü.

Kan gazı ile takip edilen laktat ve pH ölçümleri yeterli oksijen sunumunu değerlendirmek için rutin uygulamalar arasında yer alır. Kardiyoplejik solüsyonlar ile laktat değerleri arasında yapılan istatistiksel çalışmada anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p<0,888$ ) (Tablo 12). Asit-baz stratejisi de nörolojik komplikasyonları etkileyen diğer bir faktördür. Cerrahi müdahale sırasında vücudun pH seviyesi değişebilir ve bu durum beyin dokusuna zarar verebilir. Bu nedenle, cerrahi ekipler asit-baz dengesini kontrol altında tutmak için uygun tedbirler almalıdır.

Türkyılmaz ve ark.'nın yaptığı çalışmada Ph ve laktat değerlerinin serebral oksijenasyon monitörizasyonu üzerine yaptıkları çalışmada her iki değer için anlamlı bir fark bulunmamışlardır (12). Çalışmamızda kardiyoplejik solüsyonlar ile Ph ortalama değerleri birbirine yakın görülmekte ve Del-Nido ve Kan kardiyopleji değerleri karşılaştırıldığında anlamlı fark bulunmamıştır ( $p=0,001<0,05$ ) (Tablo 13).

Bu çalışmada, kan kardiyoplejisi ve Del-Nido kardiyoplejisi solüsyonları kullanılarak yapılan ölçümler sonucunda, beyin fonksiyonları üzerindeki etkilerinin istatistiksel analizi gerçekleştirilmiştir. Kan kardiyoplejisi solüsyonunun eritrosit taşıma ve oksijenasyon kabiliyetindeki farklılıkları nedeniyle, beyin oksijenasyon düzeylerinde Del-Nido kardiyoplejisine göre daha anlamlı farklılıklar olduğu tespit edilmiştir.

## Sonuç

Kardiak cerrahi gibi ciddi bir cerrahi müdahalede, yüksek riskli bir işlem olduğu unutulmamalıdır. Bu nedenle, hastanın

durumu önceden dikkatlice değerlendirilmeli, uygun anestezi planı hazırlanmalı, ameliyat sırasında serebral perfüzyonu optimize etmek için uygun kan basıncı, kalp atış hızı ve vasküler direnç seviyeleri sağlanmalıdır. Ayrıca, postoperatif dönemde de hastanın nörolojik takibi ve rehabilitasyon programları uygulanarak olası komplikasyonlar kontrol altında tutulmalıdır.

Nörolojik komplikasyonlar, cerrahi müdahaleler sırasında ve sonrasında oluşabilecek ciddi sorunlardan biridir. Bu komplikasyonların oluşması için birden fazla faktör etkili olabilir. Serebral hipoperfüzyon, kan akım hızı, sistemik soğumanın derecesi, asit-baz stratejisi ve hemodilüsyon derecesi bu faktörler arasında yer almaktadır. Serebral hipoperfüzyon, beyin yeterli oksijen ve besin maddesi alamamasına neden olan bir durumdur. Cerrahi müdahale sırasında oluşabilecek kan kaybı ve damar tıkanıklığı gibi durumlar, serebral hipoperfüzyona yol açabilir. Bu durum beyin dokusunda hasara neden olarak nörolojik komplikasyonlara sebep olabilir.

Bu çalışma, açık kalp ameliyatında kullanılan farklı kardiyopleji solüsyonlarının beyin oksijenasyon düzeyinde farklılıklara neden olabileceğini göstermektedir. Bu çalışmada Del Nido kardiyopleji solüsyonunun KPB esnasında beyin NIRS değerleri üzerinde daha az değişikliğe neden olması yanısıra kan kardiyopleji solüsyonunun KPB esnasında daha fazla değişikliğe neden olması bu solüsyonların KPB esnasında beyin doku oksijenasyonu açısından birbirlerine göre daha üstün olduklarını göstermemekte fakat nihai NIRS değerleri açısından sonuç olarak her ikisinin de yeterli olduğunu göstermektedir.

Bu bulgular, kardiak ameliyatlar gibi beyin fonksiyonları üzerinde önemli bir etkiye sahip olan prosedürlerin geliştirilmesine yardımcı olabilir ve beyin koruma stratejilerinin iyileştirilmesi için daha çok araştırma yapılması gerektiğini tavsiye etmekteyiz.

**Tablo 12. Kardiyopleji solüsyonlarına göre laktat farklılığının araştırılması**

Kardiyopleji Solüsyonu	N	Minimum	Maksimum	Medyan	Ortalama	Standart sapma	p
Del-Nido	53	0,60	11,00	1,80	2,2717	1,85279	0,888
Kan Kardiyopleji	Laktat	323	0,50	33,00	1,80	2,7220	

**Tablo 13. Kardiyopleji solüsyonlarına göre ph değerlerinin farklarının araştırılması**

Kardiyopleji Solüsyonu	N	Minimum	Maksimum	Medyan	Ortalama	Standart sapma	p
Del-Nido	53	7,35	7,60	7,45	7,4553	0,05750	$p<0,001^*$
Kan Kardiyopleji	323	7,15	7,59	7,43	7,4141	0,28425	



## Etik

**Etik Kurul Onayı:** Çalışmanın etik kurul onayı, Üsküdar Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığı'ndan alınmıştır (sayı: 61351342/ Temmuz 2022-21, tarih: 29/07/2022).

**Hasta Onayı:** Retrospektif çalışma.

**Hakem Değerlendirmesi:** Editörler kurulu dışında olan kişiler tarafından değerlendirilmiştir.

## Yazarlık Katkıları

Cerrahi ve Medikal Uygulama: M.E., B.H., Konsept: M.E., A.K., Dizayn: M.E., A.K., B.H., H.İ., Veri Toplama veya İşleme: M.E., A.K., Analiz veya Yorumlama: M.E., A.K., B.H., Literatür Arama: M.E., A.K., H.İ., Yazan: M.E.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar tarafından çıkar çatışması bildirilmemiştir.

**Finansal Destek:** Yazarlar tarafından finansal destek almadıkları bildirilmiştir.

## Kaynaklar

- Hessel EA II, ve Edmunds LH Jr. Extracorporeal Circulation: Perfusion Systems. In: Cohn LH, Edmunds LH Jr, eds. Cardiac Surgery in the Adult. New York: Mc Graw-Hill 2003;317-318.
- Bilal MS, Sarioğlu T. İskemik Miyokard injurisi ve intraoperatif Miyokard Korunmasına Genel Bir Bakış. Türk Göğüs Kalp Damar Cerrahisi Dergisi 1992;1(2):118-126.
- Toraman F, Erkek E, Güçlü P, Sayın J, Arıtürk C, Ökten EM, et al. Near infrared spektroskopisi (NIRS) gerçekten doku saturasyonunu ölçüyor mu? Acıbadem Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi 2013;4(3):115-117.
- Özgöz H. M. Kardiyopulmoner Bypass Eşliğinde Koroner Arter Bypass Cerrahisi Uygulanan Hastalarda Serum Laktat Seviyelerinin Postoperatif Sonuçlarla ilişkisi. Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Anabilim Dalı Uzmanlık Tezi, Bursa, 2021.
- Yıldırım K. Koroner Arter Bypass Cerrahisi Uygulanması Gereken Hastalarda Miyokardiyal Koruma Sırasında Mikropleji Solüsyonu ve Del Nido Kardiyopleji Solüsyonu Kullanılmasının Kısa Dönem Klinik Sonuçlar Üzerinde Karşılaştırılması. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş, 2021.
- Kaymakçı E. İzole CABG Prosedürü Uygulanan Hastalarda Del Nido Kardiyoplejisinin Postoperatif Erken Dönemde Ventrikül Fonksiyonları Üzerine Etkileri. Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Bursa Yüksek İhtisas Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Anabilim Dalı Tıpta Uzmanlık Tezi, Bursa, 2018.
- Pasch T, Zalunardo M. Intraoperatives Monitoring: Notwendiges, Sinnvolles und Überflüssiges [Intraoperative monitoring: necessary, meaningful or superfluous]. Anaesthesist 2000;49 Suppl 1:s2-s6.
- Daşdemir E. Kardiyopulmoner Bypass İle Açık Kalp Cerrahisi Uygulanan Hastalarda Hipotermi Ve Normotermimin; Hemoglobin Ve Serebral Near-Infrared Spektroskopisi Üzerine Etkisi. 2020.
- Demir S. Erişkin Kalp Cerrahisinde Kardiyopulmoner Bypass Sırasındaki Pulsatil ve Non-Pulsatil Akım Seçiminin Serebral Nırs Üzerine Etkisi. İstanbul Medipol Üniversitesi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi. İstanbul 2020.
- Grubhofer G, Mares P, Rajek A, Müllner T, Haisjackl M, Dworschak M, et al. Pulsatility does not change cerebral oxygenation during cardiopulmonary bypass. Acta Anaesthesiol Scand 2000;44(5):586-591.
- Soller BR, Yang Y, Soyemi OO, Ryan KL, Rickards CA, Walz JM, . Noninvasively determined muscle oxygen saturation is an early indicator of central hypovolemia in humans. J Appl Physiol (1985) 2008;104(2):475-481.
- Türkyılmaz G, Karadeniz Ü, Demir ZA, Kemerci P, Koçulu R, Bindal M, Ertürk A. et al. Ameliyatlarında Serebral Oksijenasyon Monitörizasyonu. GKDA Dergisi 2017; 23(1):8-14.

# Kardiyopulmoner Bypasssta Kullanılan Farklı Yüzey Alanlarına Sahip Membran Oksijenatörlerin Oksijen Transferi ve Hemoliz Üzerine Etkisi

## The Effect of Membrane Oxygenators with Different Surface Areas Used in Cardiopulmonary Bypass On Oxygen Transfer and Haemolysis

© Beyza Güneş<sup>1</sup>, © Ali Kocailik<sup>2</sup>, © Ayhan Güneş<sup>3</sup>, © Taylan Adademir<sup>3</sup>, © Mehmet Kaan Kırallı<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Kartal Koşuyolu Yüksek İhtisas Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Kliniği, Perfüzyon Birimi, İstanbul, Türkiye

<sup>2</sup>Üsküdar Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Perfüzyon Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye

<sup>3</sup>Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Kartal Koşuyolu Yüksek İhtisas Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Kliniği, İstanbul, Türkiye

### Öz

**Amaç:** Günümüzde farklı özelliklere sahip birçok kalp akciğer makinası ve oksijenatör bulunmaktadır. Hasta güvenliği açısından oksijenatör seçimi ve uygunluğu önem kazanmaktadır. Bu çalışmada kardiyopulmoner bypass esnasında farklı yüzey alanına sahip oksijenatörlerin açık kalp cerrahisi geçiren hastalar üzerindeki oksijen sunumuna etkisi ve klinik sonuçları karşılaştırılmıştır.

**Gereç ve Yöntem:** Şubat 2019 ile Nisan 2019 arasında İstanbul Koşuyolu kalp merkezinde açık kalp operasyonu geçirmiş olan hastaların dahil edildiği tek merkezli, kesitsel, retrospektif taramaya dayalı bir araştırmadır. Hastalar operasyon esnasında kullanılan oksijenatör türüne göre 4 farklı gruba ayrılmıştır. Oksijen transferini değerlendirmek üzere  $pO_2/FiO_2$  oranı kullanılmıştır.

**Bulgular:** Çalışmaya dahil edilen 120 hastanın 89'u erkek (%74,2) idi. Hastaların yaş ortalaması 60,09+11,13 yıl, Vücut yüzey alanı ( $kg/m^2$ ) ortalaması 1,89+0,14 olarak bulundu. Kardiyopulmoner bypass sonu hematokrit düzeyindeki değişim yönünden gruplar arasında fark gözlenmedi ( $p=0,853$ ). Postoperatif laktat dehidrojenaz düzeyleri kros ve kardiyopulmoner bypass süresi uzadığında artış gösterdi ( $p<0,001$ ). Fakat gruplar arasında fark gözlenmedi ( $p=0,604$ ).  $pO_2/FiO_2$  oranı gruplar arası karşılaştırmada C grubu oksijenatörlerde daha düşük bulundu ( $p<0,001$ ). Isınma süresi yönünden oksijenatör grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar tespit edildi ( $p=0,047$ ). Postoperatif serebrovasküler olay yönünden gruplar arasında fark gözlenmedi ( $p=0,069$ ).

**Sonuç:** Oksijenatör seçiminin klinik sonuçlar ve hastanın sağlığı üzerinde önemli bir etkisi olduğu görülmektedir. Oksijenatör grupları arasında yapılan karşılaştırmalar, cerrahi süreçte oksijen transferi açısından önemli farklılıkların olduğunu göstermiştir.


**Anahtar Kelimeler:** Kardiyopulmoner bypass, oksijenatör, kalp cerrahisi, oksijen transferi, hemoliz, serebrovasküler olay

### Abstract

**Objective:** There are many heart-lung machines and oxygenators with different features. In terms of patient safety, the selection and suitability of oxygenators are important. In this study, the effects of oxygenators with different surface areas on oxygen delivery during cardiopulmonary bypass on patients undergoing open heart surgery and clinical outcomes were compared.

**Materials and Methods:** This is a single-center, cross-sectional, retrospective survey based on patients who had an open heart operation at İstanbul Koşuyolu heart center between February 2019 and April 2019. Patients were divided into 4 different groups according to the type of oxygenator used during the operation. The  $pO_2/FiO_2$  ratio was used to evaluate oxygen transfer.

**Results:** Of the 120 patients included in the study, 89 were male (74.2%). The mean age of the patients was 60.09+11.13 years and the mean body surface area ( $kg/m^2$ ) was 1.89+0.14. No difference was observed between the groups in terms of the change in haematocrit level at the end of

 **Yazışma Adresi/Address for Correspondence:** Beyza Güneş, Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Kartal Koşuyolu Yüksek İhtisas Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Kliniği, Perfüzyon Birimi, İstanbul, Türkiye  
**Tel.:** +90 553 522 64 60 **E-posta:** byzcuhdaroglu@gmail.com **ORCID ID:** orcid.org/0009-0001-0785-6704  
**Geliş Tarihi/Received:** 31.07.2023 **Kabul Tarihi/Accepted:** 25.09.2023

cardiopulmonary bypass ( $p=0.853$ ). Postoperative lactate dehydrogenase levels increased when the duration of cross time and cardiopulmonary bypass was prolonged ( $p<0.001$ ). However, no difference was observed between the groups ( $p=0.604$ ).  $pO_2/FiO_2$  ratio was found to be lower in group C oxygenators ( $p<0.001$ ). Statistically significant differences were found between oxygenator groups in terms of warm-up time ( $p=0.047$ ). No difference was observed between the groups in terms of postoperative cerebrovascular events ( $p=0.069$ ).

**Conclusion:** The choice of oxygenator appears to have a significant impact on clinical outcomes and patient health. Comparisons between oxygenator groups showed that there were significant differences in terms of oxygen transfer during the surgical process.

**Keywords:** Cardiopulmonary bypass, oxygenator, cardiac surgery, oxygen transfer, hemolysis, cerebrovascular accident

## Giriş

Kardiyopulmoner bypass kalbin ve akciğerlerin geçici olarak çalışmasını durdurarak, kalp cerrahisi sırasında kanın kalbe yönlendirilmesi için mekanik sistemlerin kullanıldığı bir perfüzyon sistemidir. Kan venöz sistemden uygun kanüller aracılığıyla sisteme boşalır, pompa aracılığıyla oksijenatörden geçip oksijenlenerek ve ısı değişim işlemleri yapılarak yine uygun kanül aracılığıyla arteriyel sisteme pompalanır. Bu işleme Ekstrakorporeal Dolaşım denir (1,2).

Kalp akciğer makinası operasyon esnasında dolaşım ve solunum işlevlerinin çoğunlukla tamamını üstlenmektedir. Bu sebeple güvenilir ve uygun malzemelerle çalışmak önem arz etmektedir. İlerleyen teknoloji sayesinde halen geliştirilmeye devam eden ekstrakorporeal dolaşımın birçok bileşeni bulunmaktadır. Bunlardan başlıcaları kalp akciğer makinası, oksijenatör, ısı değiştirici, pompa modülleri, rezervuar, tubing set, filtreler ve güvenlik sistemleridir. Kalp akciğer makinelerinde akım, sıcaklık, kan gazı parametreleri, elektrolit düzeyleri sürekli olarak monitörize edilebilmekte ve istenen şekilde ayarlanabilmektedir (3).

Günümüzde farklı özelliklere sahip birçok çeşit kalp akciğer makinası ve oksijenatör bulunmaktadır. Hasta güvenliği açısından oksijenatör seçimi ve uygunluğu pompa kadar önemlidir (4). Oksijenatörler günümüzde farklı yüzey alanlarına ve tasarımlara sahiptir. Akciğer görevini üstlenerek gaz alışverişinin yanı sıra kanın filtrelenmesi, sıcaklık değişimi gibi önemli başka görevleri de vardır. Açık kalp cerrahisinde günümüzde membran oksijenatörler kullanılmaktadır. Membran oksijenatörde ise gaz, kan elemanları ile doğrudan temas etmez, gaz alışverişi, membran aralığıyla yapılır. Fizyolojik dolaşımın görevini geçici olarak sağlayan KP'B'in organlar üzerinde halen tam olarak aydınlatılmamış pek çok olumsuz etkisi olduğu bilinmektedir. Membran oksijenatörler, arteriyel filtreler ve diğer yenilikler sürekli gelişme göstermekte ve mükemmeli arayış devam etmektedir (5,6).

Bu tez çalışmasında, dört farklı oksijenatörün açık kalp cerrahisi geçiren hastalar üzerindeki etkinliği ve klinik sonuçlarına etkisi karşılaştırılacaktır. Hastalarda kullanmış olduğumuz oksijenatörlerin oksijen sunum düzeyleri değerlendirilecek ve oksijenatör yüzey alanının oksijen sunumuna etkisi araştırılacaktır.

Bu çalışma, hastaların klinik sonuçlarını iyileştirmek için doğru oksijenatör seçiminin önemini vurgulayabilir ve gelecekteki araştırmalara ışık tutabilir.

## Gereç ve Yöntemler

Tez çalışmamız Üsküdar Üniversitesi Etik Kurulu'nun 30/01/2023 tarihli ve 61351342/Ocak2023-52 sayılı onayının ardından retrospektif olarak yürütülmüştür. Tek merkezli, kesitsel, retrospektif taramaya dayalı nicel araştırmadır. Çalışmamızda Şubat 2019 ile Nisan 2019 Tarihleri arasında Sağlık Bilimleri Üniversitesi Koşuyolu Yüksek İhtisas Eğitim ve Araştırma Hastanesi Kalp ve Damar Cerrahisi kliniğinde açık kalp operasyonu geçirmiş hastaların dosyası ve hastane bilgi yönetim sistemi verileri incelenmiştir. Çalışmada açık kalp cerrahisi yapılan 413 hasta dosyası incelenmiştir. Acil operasyon ihtiyacı, kronik böbrek yetmezliği, hematolojik hastalık, düşük vücut yüzey alanı ( $<1,5 \text{ kg/m}^2$ ), aktif endokardit, cerrahi öncesinde intraaortik balon pompası takılmış, preoperatif tetkiklerinde anemi ( $\text{Hb} < 12 \text{ mg/dL}$ ) ve trombositopeni ( $<100,000 /\text{mL}$ ) mevcut olan hastalar dışlanmıştır. Dışlama kriterlerinin uygulanmasının ardından kalan 120 hasta dahil edilerek yürütülmüştür. I. Tip hata miktarı 0,05, testin gücü 0,8, etki büyüklüğü 0,38 alınarak örneklem büyüklüğü belirlenmiştir. Hasta dosyaları retrospektif olarak incelenerek, ameliyat öncesi kan tetkik sonuçları (üre, kreatinin, aspartat aminotransferaz, alanin aminotransferaz, hemoglobin, hematokrit, trombosit düzeyleri) ve demografik veriler (yaş, cinsiyet, boy, kilo, vücut kitle indeksi, komorbidite) elde edildi. İntraoperatif kan ve kan ürünü kullanımı, 15. ve 90. dk alınan arter kan gazı (AKG) örnekleri ( $pO_2$ ,  $pCO_2$ , hematokrit, laktat düzeyi) ve intraoperatif sıvı dengesi verileri elde edildi. Postoperatif 0. ve 24. saatteki kan tetkik sonuçları, drenaj, kan ve kan ürünü kullanım verileri elde edildi. Pompa akışı, süpürme gazı,  $FiO_2$  ve kan gazı parametreleri kullanılarak kardiyopulmoner baypas esnasında farklı ısılarda oksijen sunumu değerlendirildi. Oksijen transferini karşılaştırmak amacıyla  $pO_2/FiO_2$  oranı kullanıldı.

## İşlem Prosedürü

Perfüzyon gözlem formunda, hastaların preoperatif sonuçları, vücut yüzey alanı ve intraoperatif veriler kaydedildi. Kaydedilen veriler, hastanın sağlık durumundaki değişimleri belirlemek ve müdahaleleri yapabilmek açısından titizlikle takip edildi.

Operasyon hazırlık aşamasında kalp-akciğer makinesine oksijenatör ve tubing set açılarak kurulumu yapıldı. Setin içine 1000 mL ringer 200 mL mannitol ve 150 Ünite/kg olacak şekilde Heparin eklenerek prime solüsyon hazırlandı ve KPB seti doldurularak hava tahliye işlemi gerçekleştirildi. Hatlar bağlantı için uygun şekilde bekletildi. Monitörizasyon işlemleri tamamlandı.

Cerrahin median sternotomi yapmasıyla operasyon başladı. Kardiyopulmoner bypassa girilmeden önce intravenöz heparin uygulanarak ACT değeri 450 saniye üzeri olduğunda kanülasyon yapılarak KPB'a girildi.

Hastanın hemodinami, ısı, sıvı dengesi takibi yapıldı.

Kardiyopulmoner bypassa girildiğinde hastalar soğutulmuş orta hipotermi sağlandı. Kros klemp koyularak kan kardiyoplejisi infüzyonu ile kalp diastolde arrest edildi. Yirmi dakika aralıklarla antegrad yoldan kardiyopleji infüzyonu tekrar edildi. On beşinci dakikadan itibaren 30 dk arayla AKG ve ACT takibi yapıldı. Roller pompa hızı kardiyak indeks gözetilerek 2,4 lt/dk/m<sup>2</sup> debi oluşturacak şekilde belirlendi. Ortalama arter basıncı 60-80 mmHg olması sağlandı. Hastanın beden ısısının takibi nazofarengal ısı probu ve kardiyopulmoner bypass cihazı üzerindeki venöz ve arteriyel ısı problemleri ile sağlandı. HCT düzeyi  $\geq$ %21 olacak şekilde hemodilüsyon veya hemokonsantrasyon sağlandı. Hemodilüsyon giderilemezse eritrosit süspansiyonu (ES) transfüzyonu yapıldı.

Operasyonun tamamlanmasının ardından ısınmaya geçildi. Sonrasında kross klemp kaldırıldı. Normotermi sağlandığında AKG alındı. Hemodinamisi stabil olan hastalarda KPB sonlandırılarak dekanüle edildi. Protamin verilerek heparinin antikoagülan etkisi nötralize edildi. Kanama kontrolünün sonrası sternum kapatılan hasta kardiyovasküler cerrahi yoğun bakıma alındı. Yoğun bakımda drenaj ve idrar takibi yapıldı.

Oksijenatörler yüzey alanı, kaplama materyali, prime volümüne göre 4 gruba ayrıldı ve Tablo 1'de gösterildi.

### Verilerin Analizi

Verilerin analizi için SPSS v.27 istatistik paket programı kullanıldı. Örneklemin tanımlayıcı verilerinde devamlı değişkenler için ortalama  $\pm$  standart sapma, kategorik değişkenlerde ise frekans ve (%) şeklinde gösterildi. Değişkenlerin normal dağılıma uygunluğunu değerlendirmek amacıyla Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testleri uygulandı.

Analizlerin ardından demografik veriler, devamlı değişkenler için ortalama  $\pm$  standart sapma, kategorik değişkenler için ise frekans ve (%) şeklinde gösterildi. Normal dağılıma uygunluğu tespit edilen kategorik değişkenler ile devamlı değişkenlerin kıyaslanmasında iki alt gruba sahip olan değişkenlerde Bağımsız Gruplarda t-testi, iki alt gruptan daha fazla alt gruba sahip olan değişkenlerde ise Tek Yönlü Varyans Analizi (One-Way ANOVA) kullanıldı. Posthoc karşılaştırma için tukey testi uygulandı. Kategorik değişkenlerin karşılaştırılmasında Pearson ki-kare testi uygulandı. Devamlı değişkenlerle sürekli değişkenlerin kıyaslanmasında ise Pearson Korelasyon Analizi gerçekleştirildi.

İstatistiksel olarak p < 0,05 anlamlı kabul edildi.

### Bulgular

Tez çalışmamıza dahil edilen açık kalp cerrahisi geçirmiş ve operasyon sırasında kardiyopulmoner bypass cihazı desteği kullanılmış 120 hastanın demografik değişkenleri ve istatistik verileri tablolar halinde sunulmuştur. Hastaların 89'u erkek (%74,2) idi. Hastaların yaş ortalaması 60,09 $\pm$ 11,13 yıl olarak bulundu. Vücut yüzey alanı (kg/m<sup>2</sup>) ortalaması 1,89 $\pm$ 0,14 olarak bulundu. Hastalarımıza ait genel demografik veriler Tablo 2'de verilmiştir.

Bu demografik verilerin kullanılan oksijenatör gruplarına göre karşılaştırılması yapılmış olup Tablo 3'te özetlenmiştir. Oksijenatör gruplarına göre yapılan karşılaştırmada yaş ortalamaları en düşük olan C grubu (56,6 $\pm$ 10,73) iken, en yüksek yaş ortalaması A grubu (63,07 $\pm$ 9,89) olmasına rağmen gruplar arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark gözlenmedi (p=0,127). Boy ve kilo ortalamaları gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark göstermemektedir (sırasıyla; p=0,872, p=0,965). Vücut yüzey alanı ortalaması en düşük grup 1,87 $\pm$ 0,22 ile C grubu olurken, en yüksek ortalama 1,91 $\pm$ 0,08 ile D grubu olmuştur. Fakat gruplar arasında istatistiksel yönden anlamlı bir fark gözlenmemiştir.

Hastalara uygulanan operasyonlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktu (p=0,449). Uygulanan operasyonlar arasında tüm gruplarda en çok uygulanan prosedür izole CABG olarak gözlendi (Tablo 4).

Kros zamanı ve KPB zamanı değişkenleri ile Oksijenatör grupları arasında istatistiksel açıdan ilişki bulunup bulunmadığını araştırmak üzere, çok değişkenli kategorik alt gruba sahip olan

**Tablo 1. Oksijenatör gruplarının özellikleri**

	Yüzey Kaplaması	Entegre Arterial Filtreli Por Boyutu	Prime Volümü	Pompa Akışı	Yüzey Alanı
A Grubu	Balance Biyo Yüzey Kaplama	25 mikron	260 mL	1-7 L	2.5 m <sup>2</sup>
B Grubu	Fosforilkolin	38 mikron	184 mL	1-6 L	1.4 m <sup>2</sup>
C Grubu	Biyopasif Polimer Kaplama	32 mikron	260 mL	0.5-7 L	2.5 m <sup>2</sup>
D Grubu	Fosforilkolin	38-80 mikron	190 mL	0.5-7 L	1.35 m <sup>2</sup>

Oksijenatör grupları değişkeni ile kros zamanı ve KPB zamanı değişkenleri arasında normal dağılıma uygunsuzluk nedeni ile Kruskal Wallis H-Test uygulanmıştır. Test sonucu göre kros zamanı ve KPB zamanı ile Oksijenatör grupları değişkenleri arasında istatistiki açıdan anlamlı bir ilişki saptanmamıştır (Sırasıyla;  $p=0,102$ ,  $p=0,415$ ). Kros zamanı ortalaması en yüksek olan A grubu ( $77,00\pm 32,23$ ) iken, en düşük B grubu ( $61,33\pm 26,13$ ) olmuştur. KPB zamanı ortalamasında ise en yüksek D grubu ( $121,30\pm 36,75$ ) iken, en düşük B grubu ( $109,00\pm 33,16$ ) olarak görülmüştür (Tablo 5).

	Ortalama $\pm$ SS	f	(%)
Yaş (yıl)	60,09 $\pm$ 11,13		
Cinsiyet	Erkek	89	74,2
	Kadın	31	25,8
Boy (cm)	167,18 $\pm$ 7,52		
Kilo (kg)	79,67 $\pm$ 14,13		
Vücut Yüzey Alanı (kg/m <sup>2</sup> )	1,89 $\pm$ 0,14		
Hipertansiyon		89	74,2
KOAH		19	7,5
Diabetes mellitus		82	68,3
Hiperlipidemi		79	65,8

SS: Standart sapma, KOAH: Kronik obstrüktif akciğer hastalığı

CBP zamanı ve Kros zamanı değişkenleri ile KPB sonu hematokrit düzeyi, intraoperatif Eritrosit Süspansiyonu Kullanımı (Ünite), intraoperatif Taze Donmuş Plazma Kullanımı (Ünite), intraoperatif diğer kan ürünü, postoperatif Laktat Dehidrojenaz düzeyi, postoperatif Total Bilirubin düzeyi, postoperatif Total Protein düzeyi ve postoperatif Albümin düzeyi değişkenleri arasında, normal dağılıma uygunsuzluğu tespit edilen değişkenlerde, korelasyon analizi için Spearman Korelasyon Analizi uygulanmış olup, sonuçlar Tablo 6'da gösterilmiştir.

Analiz sonucuna göre,  $p<0,05$  istatistiki anlamlılık düzeyinde CBP Zamanı ile Postoperatif Laktat Dehidrojenaz düzeyi değişkeni arasında orta düzeyde korelasyon izlenmiştir. Bu korelasyon pozitif yönlüdür ( $R=0,494$   $p<0,001$ ). Kros zamanı ile Postoperatif Laktat Dehidrojenaz düzeyi arasında orta düzeyde korelasyon mevcuttur. Bu korelasyon pozitif yönlü ( $R=0,391$   $p<0,001$ ) olarak tespit edilmiştir (Tablo 6).

Postoperatif LDH düzeyindeki bu KPB zamanı ve Kros zamanı ile pozitif yönlü korelasyonun, gruplar arasında farklılık gösterip göstermediğini araştırmak için, çok değişkenli kategorik alt gruba sahip olan Oksijenatör grupları değişkeni ile postoperatif LDH değişkeni arasında normal dağılıma uygunluk nedeni ile One-Way ANOVA uygulanmıştır. Analiz sonuçları Tablo 7 ile gösterilmiştir.

	A grubu (N=30)	B grubu (N=30)	C grubu (N=30)	D grubu (N=30)	p
	Ort $\pm$ SS	Ort $\pm$ SS	Ort $\pm$ SS	Ort $\pm$ SS	
Yaş (yıl)	63,07 $\pm$ 9,89	59,24 $\pm$ 13,23	56,6 $\pm$ 10,73	61,43 $\pm$ 9,93	0,127
Boy (cm)	167,47 $\pm$ 7,03	166,97 $\pm$ 7,74	166,37 $\pm$ 7,96	167,93 $\pm$ 7,62	0,872
Kilo (kg)	80,70 $\pm$ 8,27	78,83 $\pm$ 16,52	79,37 $\pm$ 20,14	79,77 $\pm$ 8,45	0,965
VYA (kg/m <sup>2</sup> )	1,90 $\pm$ 0,07	1,90 $\pm$ 0,15	1,87 $\pm$ 0,22	1,91 $\pm$ 0,08	0,783

Ort: Ortalama, SS: Standart sapma, VYA: Vücut yüzey alanı

Operasyon		A grubu (N=30)	B grubu (N=30)	C grubu (N=30)	D grubu (N=30)	Toplam
Koroner Arter Baypas Greftleme	n	18	24	18	21	81
	(%)	%60,0	%80,0	%60,0	%70,0	%67,5
Aortik Kapak Replasmanı	n	4	1	2	1	8
	(%)	%13,3	%3,3	%6,7	%3,3	%6,7
Mitral Kapak Replasmanı	n	4	3	2	3	12
	(%)	%13,3	%10,0	%6,7	%10,0	%10,0
Atriyal Septal Defekt Onarımı	n	2	0	2	0	4
	(%)	%6,7	%0,0	%6,7	%0,0	%3,3
Asendan Aort Separe Greft İnterpozisyonu	n	0	0	0	1	1
	(%)	%0,0	%0,0	%0,0	%3,3	%0,8
Kombine Prosedür	n	2	2	6	4	14
	(%)	%6,7	%6,7	%20,0	%13,3	%11,7

**Tablo 5. Kros zamanı ve KPB zamanının gruplara göre karşılaştırılması**

	A grubu (N=30)	B grubu (N=30)	C grubu (N=30)	D grubu (N=30)	X <sup>2</sup>	p
	Ort ± SS	Ort ± SS	Ort ± SS	Ort ± SS		
	(Sıra ortalaması)	(Sıra ortalaması)	(Sıra ortalaması)	(Sıra ortalaması)		
Kros Zamanı	77,00±32,23 (67,5)	61,33±26,13 (47,5)	71,80±28,58 (60,83)	75,07±28,93 (66,17)	6,207	0,102
KPB Zamanı	116,37±34,54 (63,53)	109,00±33,16 (54,32)	110,17±28,96 (56,48)	121,30±36,75 (67,67)	2,85	0,415

KPB: Kardiyopulmoner baypas, Ort: Ortalama, SS: Standart sapma

**Tablo 6. KPB ve Kros zamanına göre hematolojik parametrelerin karşılaştırılması**

Değişkenler	KPB Zamanı		Kros Zamanı	
	R	P	R	p
KPB sonu Hematokrit düzeyi	-0,079	0,391	-0,017	0,853
İntraoperatif Eritrosit Süspansiyonu Kullanımı (Ünite)	0,074	0,46	0,029	0,772
İntraoperatif Taze Donmuş Plazma Kullanımı (Ünite)	0,075	0,455	0,104	0,299
İntraoperatif Diğer Kan Ürünü	-0,074	0,464	-0,05	0,621
Postoperatif Laktat Dehidrojenaz düzeyi	<b>0,494</b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>0,391</b>	<b>&lt;0,001</b>
Postoperatif Total Bilirubin düzeyi	0,176	0,056	0,217	0,018
Postoperatif Total Protein düzeyi	-0,005	0,956	0,067	0,471
Postoperatif Albümin düzeyi	-0,115	0,214	-0,064	0,488

KPB: Kardiyopulmoner baypas

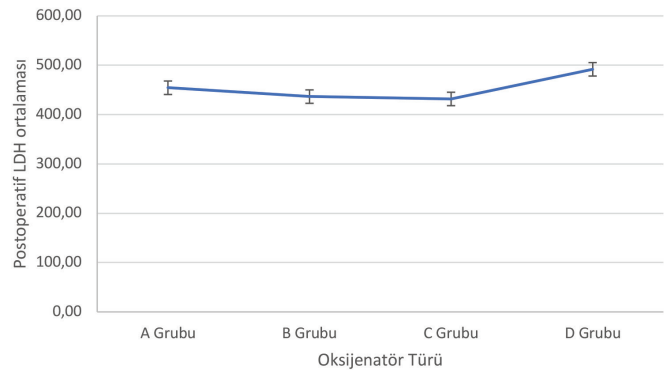
**Tablo 7. Postoperatif Laktat Dehidrojenaz düzeyinin gruplara göre karşılaştırılması**

Gruplar	n	Ortalama	Standart sapma	F	p
A grubu (N=30)	30	454,34	154,19	0,619	0,604
B grubu (N=30)	30	436,41	219,60		
C grubu (N=30)	30	431,65	103,19		
D grubu (N=30)	30	491,74	244,32		

Test sonucuna göre postoperatif LDH düzeyi ve Oksijenatör grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanmamıştır (p=0,604).

İstatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte en yüksek postoperatif LDH düzeyi ortalaması grup D oksijenatörde (491,74±244,32) görülmüştür (Şekil 1).

Farklı sıcaklık derecelerinde olmak üzere;  $\text{FiO}_2$ ,  $\text{PO}_2$ ,  $\text{PCO}_2$  ve HTC ve Oksijenatör Grupları arasında istatistiksel açıdan ilişki bulunup bulunmadığını araştırmak üzere, çok değişkenli (>2 değişken) kategorik alt gruba sahip olan Oksijenatör grupları ile  $\text{FiO}_2$ ,  $\text{PO}_2$ ,  $\text{PCO}_2$  ve HTC değişkenleri arasında normal dağılıma uygunluk nedeni ile One-Way ANOVA uygulanmıştır. Gruplar arasındaki farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını görmek için homojen dağılım nedeniyle Tukey testi uygulanmıştır. Test sonucuna göre, her iki sıcaklık grubunda da FGF, htc ve  $\text{pCO}_2$  düzeyi incelendiğinde oksijenatör grupları arasında anlamlı fark gözlenmemiştir (Tablo 8).  $\text{FiO}_2$  ve  $\text{pO}_2$  düzeylerinde ise

**Şekil 1.** Postoperatif LDH düzeyinin farklı oksijenatör gruplarına göre karşılaştırılması

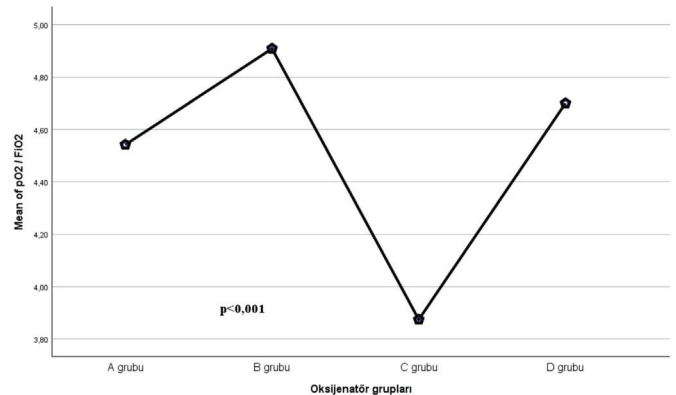
**Tablo 8. Oksijenatör gruplarına göre oksijen sunumu ve kangazı parametrelerinin karşılaştırılması**

Orta Derecede Hipotermi (32-34 °C)					
		N	Ortalama + SD	F	p değeri
FiO <sub>2</sub> (%)	A grubu	30	54±4,03	3,434	0,019
	B grubu	30	55,93±6,36		
	C grubu	30	58,8±6,98		
	D grubu	30	55,67±5,83		
FGF (LPM)	A grubu	30	1,71±0,33	2,525	0,061
	B grubu	30	2,17±1,16		
	C grubu	30	1,92±0,44		
	D grubu	30	1,8±0,43		
PO <sub>2</sub> (mmHg)	A grubu	30	244,8±52,35	4,578	0,005
	B grubu	30	273,07±34,78		
	C grubu	30	226,77±53,42		
	D grubu	30	259,67±54,87		
PCO <sub>2</sub> (mmHg)	A grubu	30	31,19±4,79	2,275	0,084
	B grubu	30	28,78±4,31		
	C grubu	30	32,21±5,27		
	D grubu	30	30,92±5,71		
HTC (%)	A grubu	30	25,75±3,89	1,456	0,23
	B grubu	30	25,68±3,84		
	C grubu	30	27,34±3,84		
	D grubu	30	25,46±4,07		
Normotermi (37°C)					
FiO <sub>2</sub> (%)	A grubu	30	72,12±4,51	5,025	0,003
	B grubu	30	68,46±13,65		
	C grubu	30	76,9±8,6		
	D grubu	30	75,36±5,43		
FGF (LPM)	A grubu	30	2,55±0,63	0,838	0,476
	B grubu	30	4,6±11,85		
	C grubu	30	2,44±0,69		
	D grubu	30	2,63±0,5		
PO <sub>2</sub> (mmHg)	A grubu	30	276,52±47,14	3,217	0,028
	B grubu	30	280,5±33,92		
	C grubu	30	243,9±73,07		
	D grubu	30	300,53±66,32		
PCO <sub>2</sub> (mmHg)	A grubu	30	35,7±4,6	2,985	0,057
	B grubu	30	33,22±3,94		
	C grubu	30	38,22±6,18		
	D grubu	30	35,52±5,79		
HTC (%)	A grubu	30	27,27±3,4	0,416	0,742
	B grubu	30	28,09±2,29		
	C grubu	30	28,27±3,56		
	D grubu	30	27,64±3,13		

her iki sıcaklıkta da oksijenatör grupları arasında anlamlı fark olduğu gözlenmiştir (sırasıyla; p=0,019, p=0,005). Orta düzey hipotermide, FiO<sub>2</sub> düzeyi C grubunda A grubuna göre istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur (p=0,011). pO<sub>2</sub> düzeyindeki farklılık ise C ile B grubunda izlenmiş olup, B grubunda daha yüksektir (p=0,004). Normotermide, FiO<sub>2</sub> düzeyi B grubunda, C ve D grubundan önemli ölçüde düşük bulunmuştur (p=0,003). pO<sub>2</sub> düzeyi ise D grubunda C grubuna göre daha yüksek bulunmuştur (p=0,018).

Oksijen sunumu ve kan gazı parametrelerinin ardından oksijen transferini değerlendirebilmek amacıyla PO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> oranı kullanılarak oksijenatör grupları karşılaştırıldı. Farklı sıcaklık derecelerinde olmak üzere; PO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> oranı ve Oksijenatör Grupları arasında istatistiki açıdan ilişki bulunup bulunmadığını araştırmak üzere, çok değişkenli (>2 değişken) kategorik alt gruba sahip olan Oksijenatör grupları ile PO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> oranı değişkeni arasında normal dağılıma uygunluk nedeni ile One-Way ANOVA yapılmıştır. Gruplar arasındaki farklılık durumunun hangi gruptan kaynaklandığını görmek için homojen dağılım nedeniyle Tukey testi uygulanmıştır. PO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> oranı yönünden oksijenatör grupları arasında önemli ölçüde farklılık gözlemlendi (p<0,001). Buna göre C grubu oksijenatör diğer oksijenatör gruplarına göre PO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> oranı yönünden anlamlı olarak daha düşük bulunmuştur (Şekil 2).

Isınma Süresi, intraoperatif hematokrit düşüş miktarı ve postoperatif 24 saatlik drenaj miktarı ile Oksijenatör grupları arasında istatistiki açıdan ilişki bulunup bulunmadığını araştırmak üzere, normal dağılıma uygunluk nedeni ile One-Way ANOVA uygulanmıştır. Test sonucu göre Isınma Süresi ve Oksijenatör grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı ölçüde bir ilişki saptanmıştır (p=0,047). Buna göre; C grubu oksijenatörlerin ısınma süresi ortalamaları, diğer gruplara göre istatistiki açıdan anlamlı biçimde yüksektir sonucuna varılmaktadır (Tablo 9). İntraoperatif hematokrit düşüş miktarı (p=0,35) ve postoperatif 24 saatlik drenaj miktarı (p=0,154) gruplar arasında karşılaştırıldığında anlamlı fark gözlenmemiştir.

**Şekil 2.** pO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> oranının oksijenatör gruplarına göre karşılaştırılması

Postoperatif serebrovasküler olay ve Oksijenatör grupları arasında istatistiki açıdan ilişki bulunup bulunmadığını araştırmak üzere, Pearson ki-kare testi uygulanmıştır (Tablo 10). Test sonucunda postoperatif serebrovasküler olay ve Oksijenatör grupları arasında istatistiki açıdan anlamlı düzeyde bir ilişki saptanmamıştır ( $p=0,069$ ).

## Tartışma

Oksijenatör seçiminin hastanın ameliyat sonrası durumunu etkilemede önemli bir faktör olduğu gösterilmiştir. Uygun oksijenatör seçimi, hastaların ameliyat sonrası sağlık durumunu iyileştirebilir ve komplikasyonları azaltabilir (3). Bu sebeple Oksijenatörlerin etkinliği ve farklı tiplerin hasta sonuçlarına etkisinin uygun bir şekilde ortaya konabilmesi önem arz etmektedir (7). Çalışmamızda oksijenatör yüzey alanları, prime volümleri ve membran kaplama özellikleri birbirinden farklı dört oksijenatör retrospektif olarak incelenerek karşılaştırıldı. Oksijenatörlerin, kan ile etkileşimi azaltmak ve inflamatuvar yanıtı önlemek için özel kaplamalara sahip olduğu belirtilmiştir. Bu kaplamaların, kanın oksijenatör yüzeyine yapışmasını ve kan hücrelerinin aktivasyonunu azaltarak, ameliyat sonrası komplikasyonları ve morbiditeyi azaltmada etkili olabileceği düşünülmektedir (8). Prime volümü hemodilüsyonun başlıca nedenlerinden birini oluşturmaktadır. Hemodilüsyonun aşırı fazla olması nörokognitif yan etkileri beraberinde getirebilmekte iken, hemodilüsyonun çok az olduğu durumlarda da pompadaki kanın yıkılması ve tromboza eğilimde artış görüldüğü belirtilmiştir. Düşük prime gerektiren oksijenatörlerin, kanama ve transfüzyon ihtiyacını azaltabileceği üzerinde durulmuştur. Özellikle daha küçük beden boyutlarına sahip hastalarda

düşük-prime oksijenatörlerin tercih edilmesi, kanamayı azaltmak ve transfüzyon ihtiyacını düşürmek açısından etkili olabilir (9).

Hastalarımızın yaş ortalaması 60,09+11,1 olarak ölçüldü. Oksijenatör grupları arasında bu yönden anlamlı fark gözlenmedi ( $p=0,127$ ). Vücut yüzey alanı ortalaması 1,89+0,1 olarak ölçüldü. Gruplar arasında benzer değerler gözlenmiş olması oksijenatör gruplarının karşılaştırılabilir özellikte olduğunun belirteçlerinden biri olmuştur.

Hastalara uygulanan operasyonlar incelendiğinde; gruplar arasında anlamlı fark olmamasına rağmen en fazla uygulanan prosedür %67,5 ile koroner arter baypas greftlemedir. KPB ve kros klemp süreleri gruplarda birbirine yakın olarak sonuçlanmıştır. KPB ve kros klemp sürelerine göre hastaların hemoliz parametreleri yönünden değerlendirmesi yapılmıştır. Bu değerlendirmeye çalışmamızda oksijenatör grupları arasında anlamlı farklılık gözlenmemiştir.

Hemoliz açık kalp cerrahisi geçiren hastaların ameliyat esnasında ve ameliyat sonrasında morbidite ve mortalite üzerine ciddi etkisi olan bir durumdur. Bunu engelleyebilecek önlemleri almak elzemdir. Hematokrit düşüşünün artmasıyla birlikte postoperatif kognitif fonksiyonlarda bozulma bildirilen çalışmalar mevcuttur. Yüz yirmi bir hastalık bir seri üzerinde yapılan çalışmada hematokrit düzeyinde düşüş olan hastaların etkilendiği bildirilmiştir (10). Hematokrit düşüşüne sebep olan nedenler arasında anestezi indüksiyon aşaması, prime volümü ve KPB esnasında verilen sıvılar gösterilebilir. Çalışmamızda hastaların hematokrit düşüşü yönünden karşılaştırması yapıldığında oksijenatörler arasında istatistiksel yönden önemli düzeyde fark gözlenmemiştir. Benzer prime volümü olan Oksijenatörlerin hematokrit düşüş miktarları yakın olmakla birlikte prime volümü

**Tablo 9. Isınma ve hematokrit değişiminin gruplara göre karşılaştırılması**

	A grubu (N=30)	B grubu (N=30)	C grubu (N=30)	D grubu (N=30)	F	p
	ort ± SS	ort ± SS	ort ± SS	ort ± SS		
<b>Isınma Süresi (dk)</b>	32,5±7,63	32,32±6,45	37,1±6,87	32,68±8,76	2,734	<b>0,047</b>
<b>Hematokrit Düşme Miktarı</b>	10,58±4,35	13,33±7,21	11,8±4,61	14,84±5,80	1,106	0,35
<b>24 Saatlik Drenaj (mL)</b>	631,8±456,3	526,7±216,2	512,5±259,7	712,9±456,9	1,792	0,154

KPB: Kardiyopulmoner baypas, Ort: Ortalama, SS: Standart sapma

**Tablo 10. Postoperatif serebrovasküler olay gelişiminin karşılaştırılması**

Postoperatif SVO	Sayı	A grubu (N=30)	B grubu (N=30)	C grubu (N=30)	D grubu (N=30)	X <sup>2</sup>	p
	%						
YOK	N	25	30	29	27	7,087	0,069
	(%)	(%22,5)	(%27,0)	(%26,1)	(%24,3)		
VAR	N	5	0	1	3		
	(%)	(%55,6)	(%0,0)	(%11,1)	(%33,3)		

SVO: Serebrovasküler olay



düşük olan D grubu oksijenatörlerde htc düşüşünün daha az olması dikkati çekmiştir. Prime volümünün daha düşük tutulması hemodilüsyona bağlı olası komplikasyonları azaltmakta etkili olabilir.

Laktat dehidrojenaz enzimi anaerobik glikolizde görev alan bir inflamasyon belirteçidir. Miyokarda yetersiz kan akımı ile yakından ilişkilidir. Öte yandan eritrositlerin yıkımı ile hücre içinden hücre dışına çıkarak kandaki LDH düzeyi artış gösterir (11). LDH düzeyinin kardiyak cerrahi geçiren hastalarda postoperatif prognozun önemli bir göstergesi olduğunu bildiren çalışmalar mevcuttur (12). Hemolizin bir göstergesi olan Laktat dehidrojenaz düzeyi kros klemp süresi ve KPB süresi uzun olan hastalarda daha yüksek bulunmuştur. Bu durum kardiyak iskemi süresi ile ilişkili olabileceği gibi kan hücrelerinin yıkımına bağlı olarak da gelişmiş olabilir. Bulgumuzun iskemi veya yıkım ürünü olarak artışı desteklemek veya ekarte etmek amacıyla kandaki bilirubin, protein ve albümin düzeyleri incelenmiş ve gruplar arasında karşılaştırılmıştır. Bu parametrelerde artış olmaması bizi kan yıkım ürünlerinin artışından uzaklaştırmıştır. Dolayısıyla hemoliz yönünden oksijenatör grupları arasında önemli düzeyde fark yoktur. Literatürle karşılaştırıldığında KPB ve kros klemp süresinin artışı ile körele şekilde yükselmesi yönüyle benzerlik göstermektedir (12).

Vücutta oksijen transferinin değerlendirilmesinde basit bir hipoksemi indeksi olarak arteriyel oksijen kısmi basıncının fraksiyonel solunan oksijene oranının ( $PaO_2/FiO_2$ ) yaygın olarak kullanılmaktadır (13). Bu oran, doğal akciğer fonksiyonunun yanı sıra yapay akciğer desteğini de yansıtır. Her bir hemoglobin konsantrasyonu için, modern yapay akciğerler tarafından kanın oksijenlenmesi esas olarak KPB devresi kan akışının yanı sıra yapay akciğeri havalandıran süpürme gazındaki oksijen fraksiyonu tarafından belirlenir (14). Oksijenatör tipi ve yüzey alanı da kan oksijenlenmesini etkileyebilir. Stanzel ve Henderson yüzey alanı farklı oksijenatörlerin oksijen transferlerini incelemiş ve oksijenatörler arasında fark tespit etmişlerdir (9). Terumo FX25 oksijenatör grubunun oksijen transfer veriminin en düşük grup olduğunu bulmuşlardır ( $p<0,01$ ). Noora ve ark. ise iki farklı oksijenatör grubunu 256 hastada karşılaştırmış ve oksijen sunumu yönünden anlamlı fark olmadığını savunmuşlardır (15). Çalışmamızda ise oksijen sunumuna göre karşılaştırıldığında C grubu oksijenatörlerin daha yüksek  $FiO_2$  ye rağmen daha düşük  $pO_2$  sağlayabildiği görülmüştür. Oksijen transferi anlamlı derecede diğer üç oksijenatöre göre düşük olarak gözlenmiştir ( $p<0,001$ ).

Kardiyopulmoner baypas teknolojisindeki tüm gelişmelere rağmen KPB sonrası nörolojik hasar gelişimi ciddi bir endişe sebebi olmaya devam etmektedir (16). Beyin hasarının etiyolojisi net olmamakla birlikte, serebral hipoperfüzyon veya emboli, bozulmuş serebral oksijenasyon ve yeniden ısınma esnasındaki beyinde oluşan hipertermiye bağlı olabilir (17). Bu durum KPB

sonrası yeniden ısınma sürecinin oldukça yüksek öneme haiz olduğunu göstermiştir. Fakat literatürde bu konuda farklı görüşler savunulmuştur. Croughwell ve ark. (18) yeniden ısıtma sırasında hastaların %23'ünde nörokognitif bozulma göstermişlerdir. Yine benzer şekilde Sapire ve ark. (19) çalışmalarında yeniden ısıtma sırasında gelişen juguler bulbus desatürasyonunu, bozulmuş nörobilişsel işlevle ilişkilendirmişlerdir. Isınma süresinin uzun olduğu hastalarda, kısa sürede ısınan hastalara oranla daha iyi nörokognitif fonksiyon ile takip edildiği bildirilmiştir (20,21). Çalışmamızda ise ısınma süresi yönünden oksijenatör grupları arasındaki fark incelenmiş ve C grubunda istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde ısınma süresi diğer gruplara nazaran daha uzun bulunmuştur ( $p=0,047$ ). Oksijenatör gruplarını serebrovasküler hadise gelişimi yönünden karşılaştırdığımızda gruplar arasında anlamlı fark gözlenmemekle birlikte C grubu oksijenatörde sadece bir adet serebrovasküler hadise gözlenmiştir. Bu durum dikkate alındığında ısınma hızının yavaş olmasının serebrovasküler hadise geçirme riskini önemli ölçüde azalttığını destekler nitelikte olduğunu düşünmekteyiz.

## Sonuç

Sonuç olarak, bu çalışma farklı oksijenatör gruplarının, kros ve CPB zamanlarına, hematolojik parametrelere, kan gazlarına ve postoperatif serebrovasküler olaylara etkisinin sınırlı olduğunu göstermiştir. Ancak, oksijenatör yüzey alanının geniş olmasının oksijen transferine pozitif yönde etkisi olmayabileceği, özellikle  $PO_2/FiO_2$  oranında oksijenatör grupları arasında bu yönde farklılıklar olduğu gözlemlenmiştir. Daha geniş örnekleme ve uzun süreli takip çalışmaları, oksijenatör grupları arasındaki farkların daha iyi anlaşılmasına ve bu alanda daha fazla bilgiye ulaşmamıza yardımcı olacaktır.

## Etik

**Etik Kurul Onayı:** Çalışmanın etik kurul onayı, Üsküdar Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığı'ndan alınmıştır (sayı: 61351342/TEMMUZ 2022-02, tarih: 28.07.2022).

**Hasta Onayı:** Retrospektif çalışma.

**Hakem Değerlendirmesi:** Editörler kurulu dışında olan kişiler tarafından değerlendirilmiştir.

## Yazarlık Katkıları

Konsept: B.G., A.K., T.A., M.K.K., Dizayn: B.G., A.K., A.G., Veri Toplama veya İşleme: B.G., A.K., A.G., Analiz veya Yorumlama: B.G., A.K., A.G., M.K.K., Literatür Arama: B.G., A.K., Yazan: B.G., A.K.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar tarafından çıkar çatışması bildirilmemiştir.

**Finansal Destek:** Yazarlar tarafından finansal destek almadıkları bildirilmiştir

## Kaynaklar

- Korkmaz Ersöz E, Andaç MH, Hacıoğlu Y, Aydın MS, Dikme R. Kaplı ve Kaplı Olmayan Oksijenatörlerde Kardiyopulmoner Sistemlerin Antioksidanlar Üzerine Etkileri. *Harran Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi* 2023;20(1):226-231.
- Solak H, Görmüş N. ekstrakorporeal dolaşım. ekstrakorporeal dolaşım. Nobel Tıp: Konya; 2005
- Sarkar M, Prabhu V. Basics of cardiopulmonary bypass. *Indian J Anaesth* 2017;61(9):760-767.
- Kitaplar. Türkiye Klinikleri. Erişim adresi: <https://www.turkiyeklinikleri.com/book/ekstrakorporal-dolasim-2baski/978-975-9118-41-9/tr-index.html>
- Wahba A, Milojevic M, Boer C, De Somer FMJJ, Gudbjartsson T, van den Gooij J, et al. 2019 EACTS/EACTA/EBCP guidelines on cardiopulmonary bypass in adult cardiac surgery. *Eur J Cardiothorac Surg* 2020;57(2):210-251.
- He T, Yu S, He J, Chen D, Li J, Hu H, et al. Membranes for extracorporeal membrane oxygenator (ECMO): History, preparation, modification and mass transfer. *Chinese Journal of Chemical Engineering* 2022;49:46-75.
- Iwahashi H, Yuri K, Nosé Y. Development of the oxygenator: past, present, and future. *J Artif Organs* 2004;7(3):111-120.
- Mueller XM, Tevæarai HT, Jegger D, Boone Y, Augstburger M, von Segesser LK. Impact of hollow-fiber membrane surface area on oxygenator performance: Dideco D903 Avant versus a prototype with larger surface area. *J Extra Corpor Technol* 2000;32(3):152-157.
- Stanzel RD, Henderson M. Clinical evaluation of contemporary oxygenators. *Perfusion* 2016;31(1):15-25.
- Mathew JP, Mackensen GB, Phillips-Bute B, Stafford-Smith M, Podgoreanu MV, Grocott HP, et al. Effects of extreme hemodilution during cardiac surgery on cognitive function in the elderly. *Anesthesiology* 2007;107(4):577-584.
- Sapp MC, Krishnamurthy VK, Puperi DS, Bhatnagar S, Fatora G, Mutyala N, et al. Differential cell-matrix responses in hypoxia-stimulated aortic versus mitral valves. *J R Soc Interface* 2016;13(125):20160449.
- Zeng Y, Zhao Y, Dai S, Liu Y, Zhang R, Yan H, et al. Impact of lactate dehydrogenase on prognosis of patients undergoing cardiac surgery. *BMC Cardiovasc Disord* 2022;22:404.
- ARDS Definition Task Force; Ranieri VM, Rubenfeld GD, Thompson BT, Ferguson ND, Caldwell E, et al. Acute respiratory distress syndrome: the Berlin Definition. *JAMA* 2012;307(23):2526-2533.
- Combes A, Bacchetta M, Brodie D, Müller T, Pellegrino V. Extracorporeal membrane oxygenation for respiratory failure in adults. *Curr Opin Crit Care* 2012;18(1):99-104.
- Noora J, Lamy A, Smith KM, Kent R, Batt D, Fedoryshyn J, et al. The effect of oxygenator membranes on blood: a comparison of two oxygenators in open-heart surgery. *Perfusion* 2003;18(5):313-320.
- Browne LP. Temperature management on cardiopulmonary bypass: Is it standardised across Great Britain and Ireland? *Perfusion* 2022;37(3):221-228.
- Shaaban Ali M, Harmer M, Kirkham F. Cardiopulmonary bypass temperature and brain function. *Anaesthesia* 2005;60(4):365-372.
- Croughwell ND, White WD, Smith LR, Davis RD, Glower DD Jr, Reves JG, et al. Jugular bulb saturation and mixed venous saturation during cardiopulmonary bypass. *J Card Surg* 1995;10(4 Suppl):503-508.
- Sapire KJ, Gopinath SP, Farhat G, Thakar DR, Gabrielli A, Jones JW, et al. Cerebral oxygenation during warming after cardiopulmonary bypass. *Crit Care Med* 1997;25(10):1655-1662.
- Kawahara F, Kadoi Y, Saito S, Goto F, Fujita N. Slow rewarming improves jugular venous oxygen saturation during rewarming. *Acta Anaesthesiol Scand* 2003;47(4):419-424.
- Grigore AM, Grocott HP, Mathew JP, Phillips-Bute B, Stanley TO, Butler A, et al. The rewarming rate and increased peak temperature alter neurocognitive outcome after cardiac surgery. *Anesth Analg* 2002;94(1):4-10.

# MUF Uygulanan Hastalarda Akciğer Basınçlarının Preoperatif-postoperatif Karşılaştırılması

## Preoperative-postoperative Comparison of Lung Pressures in Patients Treated with MUF

© Zeynep Averbek Arslan, © Ali Kocailik

Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi, Perfüzyon Birimi, İstanbul, Türkiye

### Öz

**Amaç:** Kardiyopulmoner bypass sonucu oluşan hemodilüsyon özellikle yenidoğan ve pediyatrik hastalarda yaygın ödeme ve organ yetmezliğine yol açmaktadır. Bu oluşan hemodilüsyonun olumsuz yönde oluşabilecek etkilerini ortadan kaldırmak amacıyla pediyatrik hastalarda konvensiyonel ultrafiltrasyon ve modifiye ultrafiltrasyon (MUF) uygulamaları yapılmaktadır.

**Gereç ve Yöntem:** Çalışmamızda 0-1 yaş grubu tanılı Arcus rekonstrüksiyonu operasyonu yapılan 50 hasta retrospektif olarak incelenmiştir. KPB öncesi, KPB sonrası kan gazı parametreleri, hava yolu basıncı (PAW), tidal volüm, ekspirasyon sonu pozitif basınç verileri incelenmiştir. KPB öncesi ve esnasında alınan kan ürünleri, idrar miktarı, serebral ve renal NIRS, kan gazı parametreleri incelenmiştir. Yoğun bakım ünitesi (YBÜ) 8. saat kan gazı parametreleri, PAW, tidal volüm, ekspirasyon sonu pozitif basınç değerleri incelenmiştir (Etik Kurul-Üsküdar Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurul Formu, sayı: 2023-47, tarih: 28.11.2022).

**Bulgular:** Bu çalışmamızda MUF'un akciğerlerdeki PAW'deki değişimi gözlemlemeyi amaçladık. Hastaların PAW değerinde MUF öncesine göre MUF sonrası daha düşük olduğu saptanmış olup, aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,01$ ). Hb ve Htc değerlerinde MUF öncesine göre MUF sonrası artış gözlemlendi ve istatistiksel olarak anlamlı fark görülmüştür ( $p=0,001$ ;  $p<0,01$ ). Potasyum, laktat, renal NIRS, PAW değerlerinde ise düşüş gözlemlenerek istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır ( $p=0,001$ ;  $p<0,01$ ). Bu çalışma ile KPB sonrası uygulanan MUF'nin akciğerlerdeki PAW'yi, laktat, potasyumu düşürdüğü ve hemoglobin, Htc değerlerini ise anlamlı düzeyde yükselttiği sonucuna varılmıştır ( $p=0,001$ ;  $p<0,01$ ).

**Sonuç:** Bando ve ark.'nın yaptığı çalışmada MUF yapılan hastalarda PAW'nin düştüğü, karbondioksit atılımının arttığı gösterilmişti. Bizim çalışmamızda da MUF öncesi, MUF sonrası ve YBÜ'de alınan örneklerde CO<sub>2</sub> değerinde anlamlı fark saptanmamıştır, MUF öncesine göre MUF sonrası PAW'de anlamlı olarak düşüş saptanmıştır ( $p=0,001$ ;  $p<0,01$ ). Çalışmamızın sonucunda modifiye ultrafiltrasyonun akciğerlerdeki PAW'yi düşürdüğü için hastaların ekstübasyon süresinin kısaldığı ve bunun sonucunda yoğun bakımda kalış sürelerinin kısaldığı üzerinde olumlu etkilerinin olduğunu söyleyebiliriz. Tüm bu sonuçlara dayanarak Arcus hipoplazisi tanılı hastalarda kullanıldığı gibi 10 kg altındaki pediyatrik olgularda KPB sonrası MUF kullanımını önermekteyiz.

**Anahtar Kelimeler:** Hava yolu basıncı, kardiyopulmoner bypas, konvensiyonel ultrafiltrasyon, modifiye ultrafiltrasyon

### Abstract

**Objective:** Elliot et al. in 1993, and Rivera et al. in 1998 showed an increase in systolic blood pressure in patients who underwent modified ultrafiltration (MUF) in their studies (50). In our study, a significant increase was found in the arterial pressure values at the 8<sup>th</sup> hour of the intensive care unit (ICU) compared to the pre-CPB ( $p=0.003$ ;  $p<0.01$ ).

**Materials and Methods:** In our study, 50 patients in the 0-1 age group diagnosed with Arcus hypoplasia who underwent Arcus reconstruction were retrospectively analyzed. Before and after CPB, blood gas parameters, airway pressure, tidal volume, and end-expiratory positive pressure (PEEP) data were examined. Blood products taken before and during CPB, amount of urine, cerebral and renal NIRS, blood gas parameters were examined. ICU 8<sup>th</sup> hour blood gas parameters, airway pressure, tidal volume, and PEEP values were examined (Ethics Committee-Üsküdar University Non-Interventional Clinical Research Ethics Committee Form, number: 2023-47, date: 28.11.2022).

**Results:** In this study, we aimed to observe the change in airway pressure (PAW) in the lungs of MUF. It was determined that the PAW values of the patients were lower after MUF than before MUF, and the difference was statistically significant ( $p=0.001$ ;  $p<0.01$ ). An increase in Hb and Htc values



**Yazışma Adresi/Address for Correspondence:** Zeynep Averbek Arslan, Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi, Perfüzyon Birimi, İstanbul, Türkiye  
Tel.: +90 538 597 88 84 E-posta: zeynep.averbek11@gmail.com ORCID ID: orcid.org/0009-0007-5620-719X  
Geliş Tarihi/Received: 06.09.2023 Kabul Tarihi/Accepted: 12.11.2023

was observed after MUF compared to before MUF, and a statistically significant difference was observed ( $p=0.001$ ;  $p<0.01$ ). Potassium, lactate, renal NIRS and PAW values were decreased and statistically significant difference was found ( $p=0.001$ ;  $p<0.01$ ).

In this study, it was concluded that MUF applied after CPB decreased the PAW, lactate, and potassium in the lungs and significantly increased the hemoglobin and Htc values ( $p=0.001$ ;  $p<0.01$ ).

**Conclusion:** As a result of our study, we can say that since MUF reduces the PAW in the lungs, it has positive effects on shortening the extubation time of the patients and consequently shortening the length of stay in the ICU.

**Keywords:** Airway pressure, cardiopulmonary bypass, conventional ultrafiltration, modified ultrafiltration

## Giriş

Ekstrakorporal dolaşım (EKD) kalbin kanı pompalama ve akciğerlerin gaz alışverişi işlevini geçici olarak durdurarak kalp akciğer makinesi adı verilen cihaz yardımı ile sağlanan bir işlemdir. Bu teknik, kalp cerrahisi sırasında kalbin ve akciğerlerin işlevlerini geçici olarak durdurarak cerrahi işlemin yapılmasını mümkün kılar. EKD işlemini perfüzyonist adı verilen uzman sağlık çalışanı gerçekleştirir.

Kardiopulmoner bypass (KPB) işlemi sırasında, kanın endotel olmayan yüzeye teması sonucunda vücut savunma hücrelerini ve proteinlerini aktif eder. Bu duruma KPB'nin sebep olduğu hemodilüsyon da eklendiğinde KPB'nin istenmeyen etkilerinden biri olan sistemik enflamatuvar cevap sendromu (SIRS) ortaya çıkar (1). Endotel olmayan yüzeylere temas sonucu, kompleman sistemi aktif olur. Aktive olan kompleman sistemi, enflamatuvar mediyatörlerin salınmasına yol açar. Bu mediyatörler, buna katılarak çeşitli etkileri gösterir. Bu etkilerinin engellenmesi veya azaltılması amacıyla birçok çalışma yapılmıştır. Vücutta oluşan fazla sıvı miktarının azaltılması amacıyla modifiye ultrafiltrasyon (MUF) geliştirilmiştir. MUF enflamatuvar sitokinlerin dolaşımdan uzaklaştırılmasını sağlayarak bazı mediyatörlerin etkilerinin azaldığı gözlemlenmiştir (2).

Pediyatrik hastalarda en önemli problemlerden biri ise KPB'ye bağlı gelişen vücuttaki sıvı miktarındaki artıştır. Bu fazla sıvı miktarı intraselüler sahada dokuların arasında girerek organların ve dokuların fonksiyonlarını normal olarak yerine getirmesini engellemektedir (3). Bu komplikasyonların engellenmesi amacıyla 1970'li yıllarda Magilligan ve ark. (4) tarafından geliştirilen ultrafiltrasyon tekniği böbrek yetmezliği olan ve diüretik tedaviye cevap vermeyen kalp yetmezliğine sahip olan yetişkin hastalar üzerinde kullanılmıştır.

Ultrafiltrasyon pediyatrik hastalarda da kullanılmaya başlanmış fakat beklenen faydayı sağlamadığı gözlemlenmiştir. Bunun sonucunda 1991 senesinde Naik ve Elliot (2) tarafından filtrenin yeri ve filtrasyon süresi değiştirilerek, KPB çıkışında, 10-15 dakikalık süre içerisinde yapılan MUF adı verilen bir teknik meydana getirmişlerdir. Bu sayede vücuttan daha fazla sıvı uzaklaştırılarak istenilen hematokrit düzeyine daha kolay ulaşılabildiği ve KPB'ye bağlı gelişmekte olan istenmeyen etkilerin de azaldığı görülmüştür (5).

MUF tekniğinin akciğerler üzerinde de pozitif etkileri mevcuttur. Bu teknik ile beraber pulmoner hipertansif krizin azaldığı ve akciğerlerdeki hava yolu basıncında düşüş olduğu yapılan çalışmalar ile kanıtlanmıştır (6-10).

Bu çalışma, KPB sonrası yapılan MUF uygulamasının akciğerlerdeki hava yolu basıncı üzerindeki etkisini saptamak için yapılmıştır.

## Gereç ve Yöntemler

Bu çalışmada, Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi'nden gerekli izin alınıp Haziran 2022 ile Nisan 2023 tarihleri arasında Arkus hipoplazisi tanıları Arkus rekonstrüksiyonu ameliyatı olan 50 hasta incelenmiştir. Hastalar operasyon tarihine göre randomize seçilerek belirlenmiştir. Çalışmanın etik kurul onayı, Üsküdar Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığı'ndan alınmıştır (sayı: 2022-47, tarih: 28.11.2022).

### Araştırmanın Modeli

Bu çalışma nicel araştırma yöntemiyle yapılmıştır. Bu araştırma için arkus hipoplazisi tanıları arkus rekonstrüksiyonu operasyonu olan 50 hasta retrospektif olarak incelenmiştir.

### Araştırmanın Çalışma Grubu

MUF uygulanan hastalarda akciğer basınçlarının preoperatif-postoperatif karşılaştırılması çalışmamız Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi, Çocuk Kalp ve Damar Cerrahisi Kliniği'nde yapılan Arkus rekonstrüksiyonu ameliyatının arşiv taraması yapılarak veriler geriye dönük olarak araştırılmıştır. Veriler Haziran 2022 ile Nisan 2023 tarihleri arasında kapsamaktadır. Çalışmaya 50 hasta dahil edilmiştir. Bu 50 hastaya KPB'den sonra MUF ultrafiltrasyon yapılmıştır. KPB öncesi, KPB sonrası, MUF öncesi, MUF sonrası ve yoğun bakım 8. saat kan gazı ve ventilatör değerleri incelenmiştir.

### Araştırmanın Evren ve Örneklemi

Bu çalışmada Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi Çocuk Kalp ve Damar Cerrahisi Kliniği'nde Arkus rekonstrüksiyonu operasyonu olan 50 hasta retrospektif olarak incelenmiştir. Çalışmada KPB öncesi, KPB sonrası, MUF sonrası, yoğun bakım ünitesi (YBÜ) 8. saat kan gazı, ventilatör değerleri, alınan kan ürünleri, idrar miktarı ve

vital bulgular, MUF öncesi ise kan gazı, vital bulgular, alınan kan ürünleri retrospektif olarak incelenmiştir.

### İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analizler için SPSS 26 programı kullanıldı. Bu çalışmanın verileri değerlendirilirken tanımlayıcı istatistiksel metotlar (ortalama, standart sapma, medyan, frekans, yüzde, minimum, maksimum) kullanıldı. Nicel verilerin normal dağılıma uygunlukları Shapiro-Wilk testi ve grafiksel incelemeler ile sınanmıştır. Normal dağılım gösteren nicel değişkenlerin grup içi karşılaştırmalarında ise tekrarlı ölçümler varyans analizi ve ikili karşılaştırmaların değerlendirmelerinde Bonferroni düzeltmeli ikili değerlendirmeler kullanıldı. Normal dağılım göstermeyen nicel değişkenlerin grup içi karşılaştırmalarında Friedman test ve ikili karşılaştırmaların değerlendirilmesinde Bonferroni düzeltmeli Wilcoxon signed-ranks test kullanıldı. Normal dağılım göstermeyen nicel değişkenlerin grup içi karşılaştırmalarında Wilcoxon signed-ranks test kullanıldı. İstatistiksel anlamlılık  $p<0,05$  olarak kabul edildi.

### Çalışmanın Kısıtlılıkları

Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi, Pediatrik Kalp ve Damar Cerrahisi Kliniği'nde ameliyat edilen Arkus rekonstrüksiyonu olguları, KPB uygulanacak hastalar, MUF uygulanacak hastalar, elektif şartlarda operasyona alınan, herhangi bir enfeksiyon hastalığı olmayan, hematolojiye bağlı bir hastalığı bulunmayan, ameliyat öncesinde böbrek hastalığı olmayan, kanama patolojisi durumunda olmayan

hastalar, ek kronik bir rahatsızlığı olmayan hastalar çalışmaya dahil edilmiştir.

### Bulgular

Hastaların tanımlayıcı özellikleri belirlenmiştir (Tablo 1). Araştırma Haziran 2022 ile Nisan 2023 tarihleri arasında Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi'nde %68'i (n=34) erkek, %32'si (n=16) kadın olmak üzere toplam 50 olguyla yapılmıştır. Olguların yaşları 2 ile 225 gün arasında değişmekte olup; ortalaması  $23,4\pm35,38$ 'dir.

- Olguların, pH ölçümleri karşılaştırmalarında anlamlı bir fark saptanmamıştır ( $p>0,05$ ) (Tablo 2).
- Olguların, karbondioksit ölçümleri karşılaştırmalarında anlamlı bir fark saptanmamıştır ( $p>0,05$ ) (Tablo 3).
- Olguların, parsiyel oksijen değerleri arasındaki karşılaştırma da; KPB öncesi, MUF öncesi, MUF sonrası, YBÜ 8. saatleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır ( $p=0,001$ ;  $p<0,01$ ). MUF öncesine göre MUF sonrası parsiyel oksijen değerlerindeki ortalama  $0,89\pm5,96$  birimlik düşüş istatistiksel olarak anlamlı saptanmıştır ( $p=0,004$ ;  $p<0,01$ ) (Tablo 4).
- Olguların, hemoglobin değerleri arasındaki karşılaştırma da; KPB öncesi, MUF öncesi, MUF sonrası, YBÜ 8. saatleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır ( $p=0,001$ ;  $p<0,01$ ). MUF öncesine göre MUF sonrası hemoglobin değerlerindeki ortalama  $2,1\pm1,44$  birimlik artış ve YBÜ 8. saat

**Tablo 1. Tanımlayıcı özelliklerin dağılımları**

		n (%)
Cinsiyet	Erkek	34 (68,0)
	Kadın	16 (32,0)
Yaş	Ort $\pm$ SS	$23,4\pm35,38$
	Medyan (min-maks)	11 (2-225)
MUF öncesi hemafiltrasyon miktarı	Ort $\pm$ SS	$165,9\pm85,1$
	Medyan (min-maks)	155 (0-580)
MUF öncesi kardiyopulmoner bypass süresi (dk)	Ort $\pm$ SS	$83,4\pm23,41$
	Medyan (min-maks)	79,5 (50-172)
MUF öncesi kros klemp süresi (dk)	Ort $\pm$ SS	$46,86\pm19,62$
	Medyan (min-maks)	48,5 (0-110)
MUF öncesi antegrat serebral perfüzyon süresi (dk)	Ort $\pm$ SS	$42,78\pm8,96$
	Medyan (min-maks)	43 (22-61)
MUF sonrası modifiye ultrafiltrasyon miktarı	Ort $\pm$ SS	$150\pm0$
	Medyan (min-maks)	150 (150-150)
MUF sonrası perfüzyon dengesi	Ort $\pm$ SS	$-34,24\pm38,36$
	Medyan (min-maks)	-29 (-133-50)
YBÜ 8. saat ekstübasyon süresi (dk)	Ort $\pm$ SS	$23,35\pm16,28$
	Medyan (min-maks)	17 (8-72)

SS: Standart sapma, MUF: Modifiye ultrafiltrasyon, YBÜ: Yoğun bakım ünitesi, min-maks: Minimum-maksimum

hemoglobin değerlerindeki ortalama  $3,22 \pm 1,7$  birimlik artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p=0,001$ ;  $p<0,01$ ) (Tablo 5).

• Olguların, hematokrit değerleri arasındaki karşılaştırma da; KPB öncesi, MUF öncesi, MUF sonrası, YBÜ 8. saatleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır ( $p=0,001$ ;  $p<0,01$ ). MUF öncesine göre MUF sonrası hematokrit

değerlerindeki ortalama  $6,19 \pm 4,73$  birimlik artış istatistiksel olarak anlamlı saptanmıştır ( $p=0,001$ ;  $p<0,01$ ) (Tablo 6).

• Olguların, potasyum değerleri arasındaki karşılaştırma da; KPB öncesi, MUF öncesi, MUF sonrası, YBÜ 8. saatleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır ( $p=0,001$ ;  $p<0,01$ ). MUF öncesine göre MUF sonrası potasyum

**Tablo 2. Takiplere göre pH ölçümleri karşılaştırmaları**

	pH	
	Ort $\pm$ SS	Medyan (min-maks)
KPB öncesi	7,43 $\pm$ 0,05	7,4 (7,3-7,6)
MUF öncesi	7,44 $\pm$ 0,06	7,4 (7,3-7,6)
MUF sonrası	7,44 $\pm$ 0,06	7,4 (7,3-7,6)
YBÜ 8. saat	7,41 $\pm$ 0,06	7,4 (7,3-7,6)
p	<sup>a</sup> 0,112	
Fark $\Delta$		
	Ort $\pm$ SS	p
KPB öncesi-MUF öncesi	0,01 $\pm$ 0,08	<sup>aa</sup> 1,000
KPB öncesi-MUF sonrası	0,01 $\pm$ 0,08	<sup>aa</sup> 1,000
KPB öncesi-YBÜ 8. saat	-0,02 $\pm$ 0,07	<sup>aa</sup> 0,668
MUF öncesi-MUF sonrası	0,00 $\pm$ 0,07	<sup>aa</sup> 1,000
MUF öncesi-YBÜ 8. saat	-0,02 $\pm$ 0,09	<sup>aa</sup> 0,362
MUF sonrası-YBÜ 8. saat	-0,02 $\pm$ 0,08	<sup>aa</sup> 0,206

<sup>a</sup>: Repeated Measures test, <sup>aa</sup>: Bonferroni test, SS: Standart sapma, MUF: Modifiye ultrafiltrasyon, YBÜ: Yoğun bakım ünitesi, min-maks: Minimum-maksimum, KPB: Kardiyopulmoner bypass

**Tablo 3. Takiplere göre karbondioksit ölçümleri karşılaştırmaları**

	Karbondikoksit	
	Ort $\pm$ SS	Medyan (min-maks)
KPB öncesi	33,26 $\pm$ 5,32	32,6 (21,2-45,8)
MUF öncesi	32,23 $\pm$ 5,25	32,2 (21-43,9)
MUF sonrası	33,12 $\pm$ 4,75	32,9 (23,1-45)
YBÜ 8. saat	34,08 $\pm$ 3,1	33,8 (26,4-43,5)
p	<sup>a</sup> 0,168	
Fark $\Delta$		
	Ort $\pm$ SS	p
KPB öncesi-MUF öncesi	-1,03 $\pm$ 6,16	<sup>aa</sup> 1,000
KPB öncesi-MUF sonrası	-0,15 $\pm$ 5,54	<sup>aa</sup> 1,000
KPB öncesi-YBÜ 8. saat	0,82 $\pm$ 5,93	<sup>aa</sup> 1,000
MUF öncesi-MUF sonrası	0,89 $\pm$ 5,96	<sup>aa</sup> 1,000
MUF öncesi-YBÜ 8. saat	1,85 $\pm$ 6,27	<sup>aa</sup> 0,252
MUF sonrası-YBÜ 8. saat	0,96 $\pm$ 4,82	<sup>aa</sup> 0,983

<sup>a</sup>: Repeated Measures test, <sup>aa</sup>: Bonferroni test, SS: Standart sapma, MUF: Modifiye ultrafiltrasyon, YBÜ: Yoğun bakım ünitesi, min-maks: Minimum-maksimum, KPB: Kardiyopulmoner bypass

**Tablo 4. Takiplere göre parsiyel oksijen ölçümleri karşılaştırmaları**

	Parsiyel oksijen	
	Ort $\pm$ SS	Medyan (min-maks)
KPB öncesi	179,77 $\pm$ 52,92	192 (63,4-313)
MUF öncesi	241,36 $\pm$ 51,01	241,5 (102-367)
MUF sonrası	191,31 $\pm$ 71,73	174 (52,2-320)
YBÜ 8. saat	154,83 $\pm$ 54,82	149 (74,5-323)
p	<sup>b</sup> 0,001**	
Fark $\Delta$		
	Ort $\pm$ SS	p
KPB öncesi-MUF öncesi	61,59 $\pm$ 68,95	<sup>bb</sup> 0,002**
KPB öncesi-MUF sonrası	1,55 $\pm$ 85,34	<sup>bb</sup> 1,000
KPB öncesi-YBÜ 8. saat	-24,94 $\pm$ 75,2	<sup>bb</sup> 0,378
MUF öncesi-MUF sonrası	0,89 $\pm$ 5,96	<sup>bb</sup> 0,004**
MUF öncesi-YBÜ 8. saat	-86,53 $\pm$ 68,32	<sup>bb</sup> 0,001**
MUF sonrası-YBÜ 8. saat	-26,49 $\pm$ 80,46	<sup>bb</sup> 0,219

<sup>b</sup>: Friedman test, <sup>bb</sup>: Dunn-Bonferroni test, \*\*:  $p<0,01$ , SS: Standart sapma, MUF: Modifiye ultrafiltrasyon, YBÜ: Yoğun bakım ünitesi, min-maks: Minimum-maksimum, KPB: Kardiyopulmoner bypass

**Tablo 5. Takiplere göre hemoglobin ölçümleri karşılaştırmaları**

	Hemoglobin	
	Ort $\pm$ SS	Medyan (min-maks)
KPB öncesi	11,64 $\pm$ 2,51	11,4 (6,8-17,3)
MUF öncesi	10,96 $\pm$ 1,14	11 (8,3-13,9)
MUF sonrası	13,06 $\pm$ 1,34	12,9 (10,2-17)
YBÜ 8. saat	14,18 $\pm$ 1,57	14,1 (10,9-19,2)
p	<sup>a</sup> 0,001**	
Fark $\Delta$		
	Ort $\pm$ SS	p
KPB öncesi-MUF öncesi	-0,68 $\pm$ 2,67	<sup>aa</sup> 0,468
KPB öncesi-MUF sonrası	1,42 $\pm$ 2,5	<sup>aa</sup> 0,001**
KPB öncesi-YBÜ 8. saat	2,54 $\pm$ 2,79	<sup>aa</sup> 0,001**
MUF öncesi-MUF sonrası	2,1 $\pm$ 1,44	<sup>aa</sup> 0,001**
MUF öncesi-YBÜ 8. saat	3,22 $\pm$ 1,7	<sup>aa</sup> 0,001**
MUF sonrası-YBÜ 8. saat	1,12 $\pm$ 1,53	<sup>aa</sup> 0,001**

<sup>a</sup>: Repeated Measures test, <sup>aa</sup>: Bonferroni test, \*\*:  $p<0,01$ , SS: Standart sapma, MUF: Modifiye ultrafiltrasyon, YBÜ: Yoğun bakım ünitesi, min-maks: Minimum-maksimum, KPB: Kardiyopulmoner bypass

değerlerindeki ortalama  $0,62 \pm 0,54$  birimlik düşüş istatistiksel olarak anlamlı saptanmıştır ( $p=0,001$ ;  $p<0,01$ ) (Tablo 7).

• Olguların, Sodyum değerleri arasındaki karşılaştırma da; KPB öncesi, MUF öncesi, MUF sonrası, YBÜ 8. saatleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır ( $p=0,001$ ;  $p<0,01$ ). MUF öncesine göre YBU 8. saat sodyum değerlerindeki

ortalama  $2,76 \pm 4,64$  birimlik düşüş istatistiksel olarak anlamlı saptanmıştır ( $p=0,001$ ;  $p<0,01$ ) (Tablo 8).

• Olguların, bikarbonat ölçümleri karşılaştırmalarında anlamlı bir fark saptanmamıştır ( $p>0,05$ ) (Tablo 9).

• Olguların, baz açığı ölçümleri karşılaştırmalarında anlamlı bir fark saptanmamıştır ( $p>0,05$ ) (Tablo 10).

**Tablo 6. Takiplere göre hematokrit ölçümleri karşılaştırmaları**

	Hematokrit	
	Ort $\pm$ SS	Medyan (min-maks)
KPB öncesi	35,71 $\pm$ 7,65	34,9 (20,9-53)
MUF öncesi	33,66 $\pm$ 3,52	33,8 (25,5-42,5)
MUF sonrası	39,85 $\pm$ 4,19	39,8 (31,3-52)
YBÜ 8. saat	43,13 $\pm$ 4,89	42,9 (32,1-58,8)
p	<sup>a</sup> 0,001**	
Fark $\Delta$		
	Ort $\pm$ SS	p
KPB öncesi-MUF öncesi	-2,06 $\pm$ 8,19	<sup>aa</sup> 0,493
KPB öncesi-MUF sonrası	4,13 $\pm$ 7,67	<sup>aa</sup> 0,002**
KPB öncesi-YBÜ 8. saat	7,41 $\pm$ 8,57	<sup>aa</sup> 0,001**
MUF öncesi-MUF sonrası	6,19 $\pm$ 4,73	<sup>aa</sup> 0,001**
MUF öncesi-YBÜ 8. saat	9,47 $\pm$ 5,23	<sup>aa</sup> 0,001**
MUF sonrası-YBÜ 8. saat	3,28 $\pm$ 4,69	<sup>aa</sup> 0,001**

<sup>a</sup>: Repeated Measures test, <sup>aa</sup>: Bonferroni test, \*\*:  $p<0,01$ , SS: Standart sapma, MUF: Modifiye ultrafiltrasyon, YBÜ: Yoğun bakım ünitesi, min-maks: Minimum-maksimum, KPB: Kardiyopulmoner bypass

**Tablo 7. Takiplere göre potasyum ölçümleri karşılaştırmaları**

	Potasyum	
	Ort $\pm$ SS	Medyan (min-maks)
KPB öncesi	3,27 $\pm$ 0,61	3,2 (2,3-5)
MUF öncesi	4,03 $\pm$ 0,64	4 (2,7-5,1)
MUF sonrası	3,41 $\pm$ 0,58	3,4 (2,5-4,7)
YBÜ 8. saat	3,28 $\pm$ 0,61	3,2 (2,2-4,7)
p	<sup>a</sup> 0,001**	
Fark $\Delta$		
	Ort $\pm$ SS	p
KPB öncesi-MUF öncesi	0,76 $\pm$ 0,5	<sup>aa</sup> 0,001**
KPB öncesi-MUF sonrası	0,14 $\pm$ 0,55	<sup>aa</sup> 0,469
KPB öncesi-YBÜ 8. saat	0,01 $\pm$ 0,66	<sup>aa</sup> 1,000
MUF öncesi-MUF sonrası	-0,62 $\pm$ 0,54	<sup>aa</sup> 0,001**
MUF öncesi-YBÜ 8. saat	-0,75 $\pm$ 0,78	<sup>aa</sup> 0,001**
MUF sonrası-YBÜ 8. saat	-0,13 $\pm$ 0,59	<sup>aa</sup> 0,837

<sup>a</sup>: Repeated Measures test, <sup>aa</sup>: Bonferroni test, \*\*:  $p<0,01$ , SS: Standart sapma, MUF: Modifiye ultrafiltrasyon, YBÜ: Yoğun bakım ünitesi, min-maks: Minimum-maksimum, KPB: Kardiyopulmoner bypass

**Tablo 8. Takiplere göre sodyum ölçümleri karşılaştırmaları**

	Sodyum	
	Ort $\pm$ SS	Medyan (min-maks)
KPB öncesi	138,7 $\pm$ 2,5	138,5 (133-144)
MUF öncesi	143,2 $\pm$ 4,2	142 (135-154)
MUF sonrası	141,9 $\pm$ 3,7	142 (121-148)
YBÜ 8. saat	140,4 $\pm$ 2,8	141 (132-145)
p	<sup>b</sup> 0,001**	
Fark $\Delta$		
	Ort $\pm$ SS	p
KPB öncesi-MUF öncesi	4,5 $\pm$ 3,94	<sup>bb</sup> 0,001**
KPB öncesi-MUF sonrası	3,26 $\pm$ 3,98	<sup>bb</sup> 0,001**
KPB öncesi-YBÜ 8. saat	1,74 $\pm$ 3,17	<sup>bb</sup> 0,025*
MUF öncesi-MUF sonrası	-1,24 $\pm$ 5,27	<sup>bb</sup> 1,000
MUF öncesi-YBÜ 8. saat	-2,76 $\pm$ 4,64	<sup>bb</sup> 0,001**
MUF sonrası-YBÜ 8. saat	-1,52 $\pm$ 4,11	<sup>bb</sup> 0,028*

<sup>b</sup>: Friedman test, <sup>bb</sup>: Dunn-Bonferroni test, \*:  $p<0,05$ , \*\*:  $p<0,01$ , SS: Standart sapma, MUF: Modifiye ultrafiltrasyon, YBÜ: Yoğun bakım ünitesi, min-maks: Minimum-maksimum, KPB: Kardiyopulmoner bypass

**Tablo 9. Takiplere göre bikarbonat ölçümleri karşılaştırmaları**

	Bikarbonat	
	Ort $\pm$ SS	Medyan (min-maks)
KPB öncesi	22,92 $\pm$ 3,27	23,1 (14,9-31,4)
MUF öncesi	22,54 $\pm$ 3,2	22,6 (17-35,1)
MUF sonrası	22,83 $\pm$ 2,01	22,9 (17,1-27,6)
YBÜ 8. saat	22,54 $\pm$ 1,83	22,8 (17,4-28)
p	<sup>b</sup> 0,818	
Fark $\Delta$		
	Ort $\pm$ SS	p
KPB öncesi-MUF öncesi	-0,38 $\pm$ 3,46	<sup>bb</sup> 1,000
KPB öncesi-MUF sonrası	-0,09 $\pm$ 3,14	<sup>bb</sup> 1,000
KPB öncesi-YBÜ 8. saat	-0,38 $\pm$ 3,73	<sup>bb</sup> 1,000
MUF öncesi-MUF sonrası	0,29 $\pm$ 3,38	<sup>bb</sup> 1,000
MUF öncesi-YBÜ 8. saat	0 $\pm$ 3,88	<sup>bb</sup> 1,000
MUF sonrası-YBÜ 8. saat	-0,29 $\pm$ 2,37	<sup>bb</sup> 1,000

<sup>b</sup>: Friedman test, <sup>bb</sup>: Dunn-Bonferroni test, SS: Standart sapma, MUF: Modifiye ultrafiltrasyon, YBÜ: Yoğun bakım ünitesi, min-maks: Minimum-maksimum, KPB: Kardiyopulmoner bypass

• Olguların, laktat değerleri arasındaki karşılaştırmada; KPB öncesi, MUF öncesi, MUF sonrası, YBÜ 8. saatleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır ( $p=0,001$ ;  $p<0,01$ ). MUF öncesine göre MUF sonrası laktat değerlerindeki ortalama  $0,72\pm 0,99$  birimlik düşüş istatistiksel olarak anlamlı saptanmıştır ( $p=0,001$ ;  $p<0,01$ ) (Tablo 11).

• Olguların, arteryel basınç değerleri arasındaki karşılaştırmada; KPB öncesi, MUF öncesi, MUF sonrası, YBÜ 8. saatleri arasında

**Tablo 10. Takiplere göre baz açığı ölçümleri karşılaştırmaları**

	Baz açığı	
	Ort $\pm$ SS	Medyan (min-maks)
KPB öncesi	-1,12 $\pm$ 3,77	-1,4 (-9-7,3)
MUF öncesi	-1,61 $\pm$ 3,57	-2,2 (-7,8-12,5)
MUF sonrası	-0,85 $\pm$ 2,23	-0,9 (-6,4-4)
YBÜ 8. saat	-1,45 $\pm$ 2,14	-2 (-7-4,8)
p	<sup>b</sup> 0,297	
Fark $\Delta$		
	Ort $\pm$ SS	p
KPB öncesi-MUF öncesi	-0,49 $\pm$ 4,11	<sup>bb</sup> 1,000
KPB öncesi-MUF sonrası	0,27 $\pm$ 3,2	<sup>bb</sup> 1,000
KPB öncesi-YBÜ 8. saat	-0,33 $\pm$ 3,91	<sup>bb</sup> 1,000
MUF öncesi-MUF sonrası	0,76 $\pm$ 3,45	<sup>bb</sup> 0,412
MUF öncesi-YBÜ 8. saat	0,16 $\pm$ 3,85	<sup>bb</sup> 1,000
MUF sonrası-YBÜ 8. saat	-0,6 $\pm$ 2,29	<sup>bb</sup> 1,000

<sup>b</sup>: Friedman test, <sup>bb</sup>: Dunn-Bonferroni test, SS: Standart sapma, MUF: Modifiye ultrafiltrasyon, YBÜ: Yoğun bakım ünitesi, min-maks: Minimum-maksimum, KPB: Kardiyopulmoner bypass

**Tablo 11. Takiplere göre laktat ölçümleri karşılaştırmaları**

	Laktat	
	Ort $\pm$ SS	Medyan (min-maks)
KPB öncesi	1,22 $\pm$ 1,5	1 (-6,8-5,1)
MUF öncesi	3,33 $\pm$ 0,94	3,4 (1,3-5)
MUF sonrası	2,61 $\pm$ 0,94	2,5 (1-5,4)
YBÜ 8. saat	1,65 $\pm$ 0,57	1,7 (0,6-2,9)
p	<sup>a</sup> 0,001**	
Fark $\Delta$		
	Ort $\pm$ SS	p
KPB öncesi-MUF öncesi	2,11 $\pm$ 1,68	<sup>aa</sup> 0,001**
KPB öncesi-MUF sonrası	1,39 $\pm$ 1,57	<sup>aa</sup> 0,001**
KPB öncesi-YBÜ 8. saat	0,43 $\pm$ 1,55	<sup>aa</sup> 0,488
MUF öncesi-MUF sonrası	-0,72 $\pm$ 0,99	<sup>aa</sup> 0,001**
MUF öncesi-YBÜ 8. saat	-1,68 $\pm$ 1,02	<sup>aa</sup> 0,001**
MUF sonrası-YBÜ 8. saat	-0,96 $\pm$ 0,76	<sup>aa</sup> 0,001**

<sup>a</sup>: Friedman test, <sup>aa</sup>: Dunn-Bonferroni test, <sup>\*\*</sup>:  $p<0,01$ , SS: Standart sapma, MUF: Modifiye ultrafiltrasyon, YBÜ: Yoğun bakım ünitesi, min-maks: Minimum-maksimum, KPB: Kardiyopulmoner bypass

istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır ( $p=0,002$ ;  $p<0,01$ ) (Tablo 12).

• Olguların, santral venöz basınç (CVP) ölçümleri karşılaştırmalarında anlamlı bir fark saptanmamıştır ( $p>0,05$ ) (Tablo 13).

**Tablo 12. Takiplere göre arteryel basınç ölçümleri karşılaştırmaları**

	Arteryel basınç	
	Ort $\pm$ SS	Medyan (min-maks)
KPB öncesi	59,92 $\pm$ 13,26	59,5 (35-87)
MUF öncesi	61,56 $\pm$ 12,98	62 (32-93)
MUF sonrası	65,58 $\pm$ 13,02	64,5 (43-101)
YBÜ 8. saat	66,36 $\pm$ 10,65	65 (45-88)
p	<sup>a</sup> 0,002**	
Fark $\Delta$		
	Ort $\pm$ SS	p
KPB öncesi-MUF öncesi	1,64 $\pm$ 15,17	<sup>aa</sup> 1,000
KPB öncesi-MUF sonrası	5,66 $\pm$ 15,67	<sup>aa</sup> 0,083
KPB öncesi-YBÜ 8. saat	6,44 $\pm$ 12,29	<sup>aa</sup> 0,003**
MUF öncesi-MUF sonrası	4,02 $\pm$ 12,69	<sup>aa</sup> 0,178
MUF öncesi-YBÜ 8. saat	4,8 $\pm$ 13,55	<sup>aa</sup> 0,094
MUF sonrası-YBÜ 8. saat	0,78 $\pm$ 12,31	<sup>aa</sup> 1,000

<sup>a</sup>: Repeated Measures test, <sup>aa</sup>: Bonferroni test, <sup>\*\*</sup>:  $p<0,01$ , SS: Standart sapma, MUF: Modifiye ultrafiltrasyon, YBÜ: Yoğun bakım ünitesi, min-maks: Minimum-maksimum, KPB: Kardiyopulmoner bypass

**Tablo 13. Takiplere göre santral venöz basınç ölçümleri karşılaştırmaları**

	Santral venöz basınç	
	Ort $\pm$ SS	Medyan (min-maks)
KPB öncesi	9,1 $\pm$ 1,82	9 (6-17)
MUF öncesi	9,12 $\pm$ 1,42	9 (7-16)
MUF sonrası	9,32 $\pm$ 1,94	9 (5-15)
YBÜ 8. saat	9,5 $\pm$ 1,92	10 (5-15)
p	<sup>a</sup> 0,488	
Fark $\Delta$		
	Ort $\pm$ SS	p
KPB öncesi-MUF öncesi	0,02 $\pm$ 1,45	<sup>aa</sup> 1,000
KPB öncesi-MUF sonrası	0,22 $\pm$ 2,41	<sup>aa</sup> 1,000
KPB öncesi-YBÜ 8. saat	0,4 $\pm$ 2,26	<sup>aa</sup> 1,000
MUF öncesi-MUF sonrası	0,2 $\pm$ 2,34	<sup>aa</sup> 1,000
MUF öncesi-YBÜ 8. saat	0,38 $\pm$ 2,04	<sup>aa</sup> 1,000
MUF sonrası-YBÜ 8. saat	0,18 $\pm$ 2,19	<sup>aa</sup> 1,000

<sup>a</sup>: Repeated Measures test, <sup>aa</sup>: Bonferroni test, SS: Standart sapma, MUF: Modifiye ultrafiltrasyon, YBÜ: Yoğun bakım ünitesi, min-maks: Minimum-maksimum, KPB: Kardiyopulmoner bypass



- Olguların, satürasyon değerlerinin karşılaştırmalarında anlamlı bir fark saptanmamıştır ( $p>0,05$ ) (Tablo 14).
- Olguların, serebral NIRS değerlerinin karşılaştırmalarında anlamlı bir fark saptanmamıştır ( $p>0,05$ ) (Tablo 15).
- Olguların, renal NIRS değerleri arasındaki karşılaştırma da; KPB öncesi, MUF öncesi, MUF sonrası, YBÜ 8. saatleri arasında

**Tablo 14. Takiplere göre satürasyon ölçümleri karşılaştırmaları**

	Satürasyon	
	Ort $\pm$ SS	Medyan (min-maks)
KPB öncesi	98,9 $\pm$ 1,79	100 (92-100)
MUF öncesi	99,24 $\pm$ 1,19	100 (95-100)
MUF sonrası	99,02 $\pm$ 1,3	100 (96-100)
YBÜ 8. saat	99,14 $\pm$ 1,26	100 (96-100)
p	<sup>b</sup> 0,855	
Fark $\Delta$		
	Ort $\pm$ SS	p
KPB öncesi-MUF öncesi	0,34 $\pm$ 1,57	<sup>bb</sup> 1,000
KPB öncesi-MUF sonrası	0,12 $\pm$ 1,9	<sup>bb</sup> 1,000
KPB öncesi-YBÜ 8. saat	0,24 $\pm$ 1,97	<sup>bb</sup> 1,000
MUF öncesi-MUF sonrası	-0,22 $\pm$ 1,61	<sup>bb</sup> 1,000
MUF öncesi-YBÜ 8. saat	-0,1 $\pm$ 1,78	<sup>bb</sup> 1,000
MUF sonrası-YBÜ 8. saat	0,12 $\pm$ 1,65	<sup>bb</sup> 1,000

<sup>b</sup>: Friedman test, <sup>bb</sup>: Dunn-Bonferroni test, SS: Standart sapma, MUF: Modifiye ultrafiltrasyon, YBÜ: Yoğun bakım ünitesi, min-maks: Minimum-maksimum, KPB: Kardiyopulmoner bypass

**Tablo 15. Takiplere göre NIRS serebral ölçümleri karşılaştırmaları**

	NIRS serebral	
	Ort $\pm$ SS	Medyan (min-maks)
KPB öncesi	62,18 $\pm$ 12,65	62 (39-95)
MUF öncesi	63,42 $\pm$ 13,03	61,5 (41-95)
MUF sonrası	60,94 $\pm$ 11,38	57,5 (43-93)
YBÜ 8. saat	62,04 $\pm$ 10,81	58 (45-86)
p	<sup>b</sup> 0,317	
Fark $\Delta$		
	Ort $\pm$ SS	p
KPB öncesi-MUF öncesi	1,24 $\pm$ 14,42	<sup>bb</sup> 1,000
KPB öncesi-MUF sonrası	-1,24 $\pm$ 12,91	<sup>bb</sup> 1,000
KPB öncesi-YBÜ 8. saat	-0,14 $\pm$ 12,59	<sup>bb</sup> 1,000
MUF öncesi-MUF sonrası	-2,48 $\pm$ 9,16	<sup>bb</sup> 0,369
MUF öncesi-YBÜ 8. saat	-1,38 $\pm$ 12,12	<sup>bb</sup> 1,000
MUF sonrası-YBÜ 8. saat	1,1 $\pm$ 11,31	<sup>bb</sup> 1,000

<sup>b</sup>: Friedman test, <sup>bb</sup>: Dunn-Bonferroni test, NIRS: Yakın kızıl ötesi spektroskopisi, SS: Standart sapma, MUF: Modifiye ultrafiltrasyon, YBÜ: Yoğun bakım ünitesi, min-maks: Minimum-maksimum, KPB: Kardiyopulmoner bypass

istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır ( $p=0,001$ ;  $p<0,01$ ). KPB öncesine göre MUF öncesi NIRS renal değerlerindeki ortalama 9,36 $\pm$ 16,32 birimlik artış istatistiksel olarak anlamlı saptanmıştır ( $p=0,001$ ;  $p<0,01$ ) (Tablo 16).

- Olguların, PAW değerleri arasındaki karşılaştırma da; KPB öncesi, MUF öncesi, MUF sonrası, YBÜ 8. saatleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır ( $p=0,001$ ;  $p<0,01$ ). MUF öncesine göre MUF sonrası PAW değerlerindeki ortalama 3,02 $\pm$ 2,24 birimlik düşüş istatistiksel olarak anlamlı saptanmıştır ( $p=0,001$ ;  $p<0,01$ ) (Tablo 17).

**Tablo 16. Takiplere göre NIRS renal ölçümleri karşılaştırmaları**

	NIRS renal	
	Ort $\pm$ SS	Medyan (min-maks)
KPB öncesi	70,36 $\pm$ 12,64	71,5 (45-95)
MUF öncesi	79,72 $\pm$ 14,45	83 (49-95)
MUF sonrası	76,14 $\pm$ 13,08	80 (51-94)
p	<sup>b</sup> 0,001**	
Fark $\Delta$		
	Ort $\pm$ SS	p
KPB öncesi-MUF öncesi	9,36 $\pm$ 16,32	<sup>bb</sup> 0,001**
KPB öncesi-MUF sonrası	5,78 $\pm$ 15,92	<sup>bb</sup> 0,690
MUF öncesi-MUF sonrası	-3,58 $\pm$ 9,51	<sup>bb</sup> 0,002**

<sup>b</sup>: Friedman test, <sup>bb</sup>: Dunn-Bonferroni test, \*\*:  $p<0,01$ , NIRS: Yakın kızıl ötesi spektroskopisi, SS: Standart sapma, MUF: Modifiye ultrafiltrasyon, min-maks: Minimum-maksimum, KPB: Kardiyopulmoner bypass

**Tablo 17. Takiplere göre hava yolu basıncı ölçümleri karşılaştırmaları**

	Hava yolu basıncı	
	Ort $\pm$ SS	Medyan (min-maks)
KPB öncesi	20,24 $\pm$ 4,09	19 (14-35)
MUF öncesi	21,38 $\pm$ 4,09	20 (14-34)
MUF sonrası	18,36 $\pm$ 3,27	18 (11-28)
YBÜ 8. saat	16,96 $\pm$ 5,91	18 (0-27)
p	<sup>b</sup> 0,001**	
Fark $\Delta$		
	Ort $\pm$ SS	p
KPB öncesi-MUF öncesi	1,14 $\pm$ 1,96	<sup>bb</sup> 0,051*
KPB öncesi-MUF sonrası	-1,88 $\pm$ 2,55	<sup>bb</sup> 0,001**
KPB öncesi-YBÜ 8. saat	-3,28 $\pm$ 7	<sup>bb</sup> 0,001**
MUF öncesi-MUF sonrası	-3,02 $\pm$ 2,24	<sup>bb</sup> 0,001**
MUF öncesi-YBÜ 8. saat	-4,42 $\pm$ 6,99	<sup>bb</sup> 0,001**
MUF sonrası-YBÜ 8. saat	-1,4 $\pm$ 6,18	<sup>bb</sup> 1,000

<sup>b</sup>: Friedman test, <sup>bb</sup>: Dunn-Bonferroni test, \*:  $p<0,05$ , \*\*:  $p<0,01$ , SS: Standart sapma, MUF: Modifiye ultrafiltrasyon, YBÜ: Yoğun bakım ünitesi, min-maks: Minimum-maksimum, KPB: Kardiyopulmoner bypass

- Olguların, tidal volüm değerleri arasındaki karşılaştırmalarında anlamlı bir fark saptanmamıştır ( $p>0,05$ ) (Tablo 18).
- Olguların, ekspirasyon sonu pozitif basınç (PEEP) değerleri arasındaki karşılaştırmalarında anlamlı bir fark saptanmamıştır ( $p>0,05$ ) (Tablo 19).

**Tablo 18. Takiplere göre tidal volüm ölçümleri karşılaştırmaları**

	Tidal volüm	
	Ort $\pm$ SS	Medyan (min-maks)
KPB öncesi	32,74 $\pm$ 7,41	32 (20-72)
MUF öncesi	32,74 $\pm$ 7,41	32 (20-72)
MUF sonrası	32,58 $\pm$ 7,33	31 (20-72)
YBÜ 8. saat	28,4 $\pm$ 8,8	30 (0-36)
p	<sup>b</sup> 0,932	
Fark $\Delta$		
	Ort $\pm$ SS	p
KPB öncesi-MUF öncesi	0 $\pm$ 0	<sup>bb</sup> 1,000
KPB öncesi-MUF sonrası	-0,16 $\pm$ 1,2	<sup>bb</sup> 1,000
KPB öncesi-YBÜ 8. saat	-4,34 $\pm$ 11,92	<sup>bb</sup> 1,000
MUF öncesi-MUF sonrası	-0,16 $\pm$ 1,2	<sup>bb</sup> 1,000
MUF öncesi-YBÜ 8. saat	-4,34 $\pm$ 11,92	<sup>bb</sup> 1,000
MUF sonrası-YBÜ 8. saat	-4,18 $\pm$ 11,91	<sup>bb</sup> 1,000

<sup>b</sup>: Friedman test, <sup>bb</sup>: Dunn-Bonferroni test, SS: Standart sapma, MUF: Modifiye ultrafiltrasyon, YBÜ: Yoğun bakım ünitesi, min-maks: Minimum-maksimum, KPB: Kardiyopulmoner bypass

**Tablo 19. Takiplere göre ekspirasyon sonu pozitif basınç ölçümleri karşılaştırmaları**

	Ekspirasyon sonu pozitif basınç	
	Ort $\pm$ SS	Medyan (min-maks)
KPB öncesi	3 $\pm$ 0	3 (3-3)
MUF öncesi	3 $\pm$ 0	3 (3-3)
MUF sonrası	3,06 $\pm$ 0,24	3 (3-4)
YBÜ 8. saat	3,1 $\pm$ 1,07	3 (0-5)
p	<sup>a</sup> 0,224	
Fark $\Delta$		
	Ort $\pm$ SS	p
KPB öncesi-MUF öncesi	0 $\pm$ 0	<sup>aa</sup> 1,000
KPB öncesi-MUF sonrası	0,06 $\pm$ 0,24	<sup>aa</sup> 1,000
KPB öncesi-YBÜ 8. saat	0,1 $\pm$ 1,07	<sup>aa</sup> 1,000
MUF öncesi-MUF sonrası	0,06 $\pm$ 0,24	<sup>aa</sup> 1,000
MUF öncesi-YBÜ 8. saat	0,1 $\pm$ 1,07	<sup>aa</sup> 1,000
MUF sonrası-YBÜ 8. saat	0,04 $\pm$ 1,03	<sup>aa</sup> 1,000

<sup>a</sup>: Repeated Measures test, <sup>aa</sup>: Bonferroni test, SS: Standart sapma, MUF: Modifiye ultrafiltrasyon, YBÜ: Yoğun bakım ünitesi, min-maks: Minimum-maksimum, KPB: Kardiyopulmoner bypass

- KPB öncesine göre MUF öncesi perfüze alınan eritrosit süspansiyon miktarındaki ortalama 44,6 $\pm$ 56,87 birimlik düşüş istatistiksel olarak anlamlı saptanmıştır ( $p=0,001$ ;  $p<0,01$ ) (Tablo 20).
- KPB öncesine göre MUF öncesi perfüze alınan taze donmuş kan miktarındaki değişim istatistiksel olarak anlamlı saptanmamıştır ( $p>0,05$ ) (Tablo 20).
- KPB öncesine göre MUF öncesi idrar miktarındaki ortalama 19,78 $\pm$ 23,73 birimlik artış istatistiksel olarak anlamlı saptanmıştır ( $p=0,001$ ;  $p<0,01$ ) (Tablo 20).

## Tartışma

KPB sonucunda en fazla etkilenen organ akciğerdir. SIRS akciğerde damarsal geçirgenliği artırıp dokuların arasına sıvı kaçımasını belirgin hale getirir. Bu sıvı miktarındaki artış, iskemi reperfüzyon hasarına bağlı pulmoner vasküler ve hava yolu basınçlarında artışa sebep olmaktadır. Sonuç olarak hastaların uzun süre ventilatöre bağlı kalmasına, yoğun bakım süresinin uzamasına ve mortalite, morbidite oranlarında artışların olmasına sebep olmaktadır. MUF ile KPB sonrası vücutta biriken bu sıvıların uzaklaştırılması sağlanarak hava yolu basınçlarında düşüş olması ve akciğer basınçlarında düşüş olması ve akciğer fonksiyonlarında düzelmelerin sağlanması amaçlanmıştır.

Bando ve ark.'nın (6) yaptığı bir çalışmada MUF yapılan hastalarda postoperatif erken dönemde parsiyel oksijen basınç ( $PaO_2$ ) değerlerinin arttığı, ventilatöre bağlı kalma süresininin, kan ihtiyacının, drenaj miktarlarının azaldığı saptanmıştır. Çalışmamızda KPB sonrası MUF uyguladığımız hastalarda MUF öncesine göre MUF sonrası  $PaO_2$  değerinde anlamlı düzeyde düşüş saptanmıştır ( $p=0,004$ ;  $p<0,01$ ). Parsiyel oksijen değerindeki bu düşüşün sebebi ise MUF öncesi KPB'den çıktıktan sonra hastanın oksijenasyonu anestezi uzmanı tarafından ventilatör cihazıyla sağlanmaktadır. KPB sonrası ilk aşamada hemodinamik parametrelere bağlı olarak anestezi grubu tarafından kan gazı değerlerine göre ventilatör ayarlarında uygun değişiklikler yapılmaktadır. Bazı hastalarda gelişen geçici ateletaksi sorunları çözümlene kadar durum devam eder. Bu aşamada sık aralıklarla alınan kan gazı değerleri çalışmamızdaki parametrelerden biri olduğu için ve hastalar değişken  $FIO_2$  aralıklarında solutulduğu için istatistiksel olarak MUF sonrası parsiyel oksijen değerinde düşüş gözlemlenmiştir.

Bando ve ark.'nın (6) yaptığı bir çalışmada MUF yapılan hastalarda hava yolu basıncının düştüğü, karbondioksit atılımının arttığı gösterilmiştir. Bizim çalışmamızda da MUF öncesi, MUF sonrası ve YBÜ 8. saatte alınan örneklerde  $CO_2$  değerinde anlamlı bir fark saptanmamıştır. Fakat MUF öncesine göre MUF sonrası hava yolu basıncında anlamlı olarak düşüş saptanmıştır ( $p=0,001$ ;  $p<0,01$ ).

**Tablo 20. Değişkenlerin KPB öncesi ve MUF öncesine göre karşılaştırmaları**

		KPB öncesi	MUF öncesi	Fark Δ	p
Perfüzata alınan eritrosit süspansiyon miktarı	Ort ± SS	126,9±30,1	82,3±40,9	-44,6±56,87	°0,001**
	Medyan (min-maks)	120 (50-200)	80 (0-200)	-45 (-170-100)	
Perfüzata alınan taze donmuş plazma miktarı	Ort ± SS	71,5±34,64	83,3±45,06	11,8±66,84	°0,215
	Medyan (min-maks)	75 (0-200)	80 (0-200)	10 (-200-200)	
İdrar miktarı	Ort ± SS	4,1±12,36	23,88±23,4	19,78±23,73	°0,001**
	Medyan (min-maks)	0 (0-75)	20 (0-100)	17,5 (-45-80)	

°: Wilcoxon signed-rank test, \*\*: p<0,01, SS: Standart sapma, MUF: Modifiye ultrafiltrasyon, min-maks: Minimum-maksimum, KPB: Kardiyopulmoner bypass

1993 yılında Naik ve Elliot'un (2,11) 1998 yılında ise yapılan çalışmalarda MUF yapılan hastalarda sistolik kan basıncında yükselme olduğunu gösterdiler. Bizim çalışmamızda ise KPB öncesine göre YBÜ 8. saat arteryel basınç değerlerinde anlamlı düzeyde artış saptanmıştır (p=0,003; p<0,01).

Modifiye ultrafiltrasyonun akciğer fonksiyonları üzerine olumlu etkisi ile alakalı çok fazla sayıda çalışma bulunmaktadır. Bando ve ark.'nın (6) kontrollü randomize çalışmasında modifiye ultrafiltrasyonun ameliyat sonrasında ventilasyon süresinde kısalma, kan ve kan ürünlerinin kullanımında azalma olduğu görülmüştür.

Naik ve Elliott'un (2) yaptığı çalışmada MUF sayesinde hemokonsantrasyon sağlanarak transfüzyon ihtiyacının azaldığını gözlemlemiştir. Bizim çalışmamızda da konvensiyonel ultrafiltrasyon da yaptığımız için KPB öncesine göre MUF öncesi kullanılan eritrosit süspansiyonu miktarında istatistiksel olarak anlamlı bir düşüş saptanmıştır (p=0,001; p<0,01).

Kameyama ve ark.'nın (10) yaptığı retrospektif analizde ise 20 kg altındaki çocuklarda MUF kullanımının entübasyon süresini kısalttığı görülmüştür. Bizim çalışmamızda da MUF sonrası gözlemsel olarak baktığımız zaman ventilatöre bağlı kalma süresinde azalma görülmüştür.

Bazı durumlarda KPB'de yeteri kadar organların perfüzyonu sağlanamamaktadır. Bu sebepten dolayı organlar yeteri kadar oksijenlenemez ve laktat birikimi oluşur. Shann ve ark.'nın yaptığı bir çalışmada KPB'den sonra yapılan ölçümlerde laktat düzeyinde artış görülmüştür. Zhou ve ark.'nın yaptığı çalışmada ise hem MUF ve konvensiyonel UF hem sıfır balans UF ve MUF kullanılan gruplarda ayrı zaman dilimlerinde alınan kan gazlarındaki laktat ölçümleri sonucunda laktat seviyesini istedikleri değerlerde tuttuklarını bulmuşlardır. Çalışmamızda ise istatistiksel olarak MUF öncesine göre MUF sonrası laktat değerinde anlamlı bir düşüş saptanmıştır (p=0,001; p<0,01).

KPB'de elektrolit dengesi bozulmaya eğilimlidir. Özellikle de sodyum dengesinde KPB başladıktan sonra düşüşler görülür. Kardiyopleji verildikten sonra özellikle potasyum düzeyinde önemli oranlarda farklılıklar gözlemlenir. Miyokardi

koruyabilmek ve asit-baz dengesini sağlayabilmek için elektrolit seviyelerini ideal düzeylerde tutmak gerekir.

Pediyatri grubundaki hastalarda böbrekler yeteri kadar gelişme göstermemiştir fakat böbrekleri korumak mümkündür. Yapılan bazı çalışmalarda MUF'nin böbrek fonksiyonları üzerinde anlamlı düzeyde düzelle yapmasa da böbrek fonksiyonlarının bozulmasını engellediği gözlemlenmiştir (11). Bizim yapmış olduğumuz çalışmada KPB öncesine göre MUF öncesi istatistiksel olarak anlamlı düzeyde idrar miktarında artış saptanmıştır (p=0,001; p<0,01).

MUF ile hastaların hematokrit değerinin KPB'ye başlamadan öncesindeki değere yükseltilmesi hedeflenmektedir. Bizim çalışmamızda da MUF sonrası MUF öncesine göre hematokrit değerinde gözlemsel olarak artış görülmüştür.

MUF doku ödeminin azalmasına yardımcı olur ve enflamatuvar sitokinlerin vücuttan atılımını sağlayarak organ fonksiyonlarının iyileşmesinde önemli rol oynadığı gözlemsel çalışmalarla açıkça gösterilmiştir (10,12).

## Sonuç

Yapılan bu çalışmada Arcus hipoplazisi tanılı Arcus rekonstrüksiyonu operasyonu yapılan 50 hastaya KPB sonlandırıldıktan sonra MUF uygulaması sonucunda KPB öncesi, KPB sonrası, MUF öncesi, MUF sonrası ve YBÜ 8. saatte alınan kan gazı ve ventilatör değerleri (hava yolu basıncı, tidal volüm, ekspirasyon sonu pozitif basınç), serebral ve renal NIRS, arteryel basınç, CVP değerleri, KPB öncesi ve KPB sonrası idrar miktarı ve perfüzata alınan eritrosit süspansiyonu, taze donmuş plazma miktarları istatistiksel olarak incelendi.

MUF öncesi ve MUF sonrası incelenen pH, karbondioksit, sodyum, bikarbonat, baz açığı, arteryel basınç, CVP, satürasyon, serebral NIRS, tidal volüm, PEEP verileri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı.

KPB öncesine göre MUF öncesi perfüzata alınan TDP miktarındaki değişim istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı.

MUF öncesi ve MUF sonrası incelen parsiyel oksijen, hemoglobin, hematokrit, potasyum, laktat, renal NIRS, hava yolu basıncı verileri açısından anlamlı fark saptandı.

KPB öncesine göre MUF öncesi perfüze alınan eritrosit süspansiyonu miktarında istatistiksel olarak anlamlı düşüş saptanırken idrar miktarında istatistiksel olarak anlamlı artış saptanmıştır.

Çalışmamızın sonucuna göre KPB sonlandırıldıktan sonra uygulanan MUF'nin akciğerlerdeki hava yolu basıncını düşürdüğü için hastaların ekstübasyon süresinin kısaldığı ve bunun sonucunda yoğun bakımda kalış sürelerinin kısaldığı üzerinde olumlu etkilerinin olduğunu söyleyebiliriz.

Tüm bu sonuçlara dayanarak Arcus hipoplazisi tanılı hastalarda kullanıldığı gibi 10 kg altındaki pediyatrik olgularda KPB sonrası MUF kullanımını önermekteyiz.

## Etik

**Etik Kurul Onayı:** Çalışmanın etik kurul onayı, Üsküdar Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığı'ndan alınmıştır (sayı: 2022-47, tarih: 28.11.2022).

**Hasta Onayı:** Retrospektif çalışma.

**Hakem Değerlendirmesi:** Editörler kurulu dışında olan kişiler tarafından değerlendirilmiştir.

## Yazarlık Katkıları

Cerrahi ve Medikal Uygulama: Z.A.A., Konsept: Z.A.A., A.K., Dizayn: Z.A.A., A.K., Veri Toplama veya İşleme: Z.A.A., Analiz veya Yorumlama: Z.A.A., Literatür Arama: Z.A.A., Yazan: Z.A.A., A.K.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar tarafından çıkar çatışması bildirilmemiştir.

**Finansal Destek:** Yazarlar tarafından finansal destek almadıkları bildirilmiştir.

## Kaynaklar

1. Larmann J, Theilmeier G. Inflammatory response to cardiac surgery: cardiopulmonary bypass versus non-cardiopulmonary bypass surgery. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol* 2004;18(3):425-438.
2. Naik SK, Elliott MJ. Ultrafiltration and paediatric cardiopulmonary bypass. *Perfusion* 1993;8(1):101-112.
3. Boodhwani M, Hamilton A, de Varennes B, Mesana T, Williams K, Wells GA, et al. A multicenter randomized controlled trial to assess the feasibility of testing modified ultrafiltration as a blood conservation technology in cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2010;139(3):701-706.
4. Magilligan DJ Jr, Oyama C. Ultrafiltration during cardiopulmonary bypass: laboratory evaluation and initial clinical experience. *Ann Thorac Surg* 1984;37(1):33-39.
5. Raja SG, Yousufuddin S, Rasool F, Nubi A, Danton M, Pollock J. Impact of modified ultrafiltration on morbidity after pediatric cardiac surgery. *Asian Cardiovasc Thorac Ann* 2006;14(4):341-350.
6. Bando K, Turrentine MW, Vijay P, Sharp TG, Sekine Y, Lalone BJ, et al. Effect of modified ultrafiltration in high-risk patients undergoing operations for congenital heart disease. *Ann Thorac Surg* 1998;66(3):821-7; discussion 828.
7. Kopman EA, Ferguson TB. Pulmonary edema following cardiopulmonary bypass. *Anesth Analg* 1978;57(3):367-371.
8. Chaturvedi RR, Shore DF, White PA, Scallan MH, Gothard JW, Redington AN, et al. Modified ultrafiltration improves global left ventricular systolic function after open-heart surgery in infants and children. *Eur J Cardiothorac Surg* 1999;15(6):742-746.
9. Davies MJ, Nguyen K, Gaynor JW, Elliott MJ. Modified ultrafiltration improves left ventricular systolic function in infants after cardiopulmonary bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1998;115(2):361-369; discussion 369-370.
10. Kameyama T, Ando F, Okamoto F, Hanada M, Yamanaka K, Sasahashi N, et al. The effect of modified ultrafiltration in pediatric open heart surgery. *Ann Thorac Cardiovasc Surg* 2000;6(1):19-26.
11. Naik SK, Elliott MJ. Ultrafiltration and pediatric cardiopulmonary bypass. *Cardiology in the Young* 1993;3(4):331-339.
12. López R, Lema G, González A, Carvajal C, Canessa R, Carrasco P, et al. Plasma levels of potassium and magnesium after modified ultrafiltration in pediatric cardiac surgery with cardiopulmonary bypass. *Perfusion* 2012;27(1):40-42.

# Successful Extracorporeal Cardiopulmonary Resuscitation in a Case of Severe Tracheal Stenosis after Congenital Heart Surgery

## Konjenital Kalp Cerrahisi Sonrası Ciddi Trakeal Stenozlu Bir Olguda Başarılı Ekstrakorporeal Kardiyopulmoner Resüsitasyon

İ Hacer Uçmak<sup>1</sup>, İ Fevzi Kahveci<sup>1</sup>, İ Hasan Özen<sup>1</sup>, İ Emrah Gün<sup>1</sup>, İ Edin Botan<sup>1</sup>, İ Anar Gurbanov<sup>1</sup>, İ Burak Balaban<sup>1</sup>, İ Merve Havan<sup>1</sup>, İ Ergun Ergün<sup>2</sup>, İ Nazan Çobanoğlu<sup>4</sup>, İ Zeynep Eyleten<sup>3</sup>, İ Tanıl Kendirli<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ankara University Faculty of Medicine, Department of Child Health and Diseases, Division of Pediatric Intensive Care, Ankara, Turkey

<sup>2</sup>Ankara University Faculty of Medicine, Department of Pediatric Surgery, Ankara, Turkey

<sup>3</sup>Ankara University Faculty of Medicine, Department of Cardiovascular Surgery, Ankara, Turkey

<sup>4</sup>Ankara University Faculty of Medicine, Department of Child Health and Diseases, Division of Pediatric Pulmonology, Ankara, Turkey

### Abstract

Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation (E-CPR) is a modeling of extracorporeal membrane oxygenation performed during standard cardiopulmonary resuscitation within 5-10 min. Recently, E-CPR use has increased in all age groups. We present a 10-month-old male patient with tracheal stenosis accompanying congenital heart disease who underwent E-CPR because of severe tracheal stenosis. Interestingly, his upper airway anomaly was asymptomatic before heart surgery. His severe tracheal stenosis caused significant respiratory distress and cardiac arrest under mechanical ventilation after early cardiac surgery. We improved E-CPR and then tracheostomy in the after period. Upper airway anomalies are accompanied by congenital heart disease, and they remain asymptomatic until any process to there. E-CPR is a unique and life-saving method for severe and unresponsive cardiac and airway troubles after congenital cardiac surgery.

**Keywords:** Extracorporeal membrane oxygenation, extracorporeal cardiopulmonary resuscitation, congenital tracheal stenosis, tracheostomy

### Öz

Konjenital kalp rahatsızlığına eşlik eden trakeal darlıklı hastada, operasyon sonrası dirençli solunum yetmezliğine bağlı arrest gelişen, ekstrakorporeal kardiyopulmoner resüsitasyon (E-CPR) uygulanarak venoarteriyel ekstrakorporeal membran oksijenasyonu (VA-ECMO) bağlanan hastanın kurtarıcı tedavisini sunulmuştur. Konjenital kalp [Ventriküler septal defekt (VSD) ve patent duktus arteriyozus] nedeniyle takip edilen bir yaş erkek hasta, VSD ve PDA kapatıldıktan sonra takip için çocuk yoğun bakıma (ÇYB) yatırıldı. ÇYB'ye kabulünden sonra mekanik ventilatör (MV) desteği altında yeterince basınç uygulanmasına rağmen ventilasyonu sağlanamıyordu. Ventilasyon sorunlarının bir nedeni de endotrekal tüp (ET) olabileceği düşünülerek tüpü revize edildi. Yaşına göre daha küçük boyutlu ET'yle solunum yolu güvenliği sağlandı. Kalp cerrahisi öncesi hastanın solunum sıkıntısı olmadığı, ancak anestezi uzmanının ET yerleştirmek için tekrarlayan girişimlerinin olduğu öğrenildi. Bronkoskopi yapılarak konjenital trakeal stenozu olduğu izlendi. Yatışının üçüncü gününde zorlu ventilasyon nedeniyle pnömotoraks gelişip göğüs tüpü yerleştirildi. Dördüncü gününde hastanın önce solunum, sonrasında kalp durması nedeniyle 8 dakikalık e-CPR uygulanarak VA-ECMO'ya bağlandı. ECMO kurululumun 14. gününde ekstübe edilerek hastanın solunumu sürekli pozitif nazal hava yolu basıncı (N-CPAP) ile desteklendi. Awake (uyanık) ECMO'yla 2 gün daha takip edilerek dekanüle edildi. Bir ay N-CPAP'la solunum desteği alan, solunum sıkıntısı devam eden hastaya 2-3 haftada bir tekrarlayan tanısal ve terapödik amaçlı bronkoskopi yapıldı. ET yerleştirilmesine sekonder subglottik darlık gelişen hastaya dilatasyon yapıldı. Konjenital trakeal darlığa yönelik operasyona (gelişimi tamamlanıcaya) kadar solunum yolunu güvenliği için hastaya 60. gününde trakeostomi açıldı. ECMO, tedavilere dirençli dolaşım ve/veya solunum yetmezliği olan çocuklarda hayat kurtarıcı müdahaledir. Yaşam beklentisi, nörolojik sağaltımı iyi olacağı öngörülen hasta imkân dahilinde E-CPR sonrasında ECMO bağlanıp organın iş yükü azaltılır. Awake ECMO ile de ekstübe takip edilen hastalarda volu-barotravma, enfeksiyon, ET bağlı solunum yolu hasarları gibi MV bağlı komplikasyon riski en aza indirilebilir. Ayrıca sedatif ve kas gevşetici ihtiyacı da olmayacağı için hasta nörolojik olarak daha iyi değerlendirilip bu ilaçlara bağlı görülebilecek diğer yan etkiler azalacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Ekstrakorporeal membran oksijenasyonu, ekstrakorporeal kardiyopulmoner resüsitasyon, konjenital trakeal stenoz, trakeostomi



**Address for Correspondence/Yazışma Adresi:** Hacer Uçmak, Ankara University Faculty of Medicine, Department of Child Health and Diseases, Division of Pediatric Intensive Care, Ankara, Turkey

**Phone:** +90 555 566 03 09 **E-mail:** prisca.danderluff@yahoo.com **ORCID ID:** orcid.org/0000-0003-2927-2360

**Received/Geliş Tarihi:** 03.09.2023 **Accepted/Kabul Tarihi:** 05.12.2023

## Introduction

Extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) is a temporary support system that maintains life by providing gas exchange and hemodynamic support. ECMO provides ventilation and circulatory functions in cases of respiratory and circulatory failure that is unresponsive to standard therapies. Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation (ECPR) is a relatively new and difficult ECMO method that is settled ECMO during unresponsive standard cardiopulmonary resuscitation (CPR) whom there are life expectancy patients (1). For the first time, ECPR was recommended for children in 2020 Pediatric Advanced Life Support. The usage of ECMO in children has been increased and beneficial since the 1970s when ECMO was introduced. This is related to technological improvement and pediatric intensive care unit (PICU) physicians, cardiovascular surgeons, ECMO nurses, and perfusionists' experiments. All ECMO counts, age group distributions, and outcomes have been reported as annually by the Extracorporeal Life Support Organization (2).

Tracheal stenosis is defined as obstruction of the trachea due to a congenital or acquired cause. Congenital causes include conditions such as tracheomalacia, cardiovascular anomalies, and congenital tumors. Acquired tracheal stenosis usually occurs after intubation, and its incidence varies between 0.6-21%. Tracheal stenosis that develops after intubation occurs because of excessive pressure applied by the endotracheal tube (ETT) to the trachea and formation of local ischemic necrosis and granulation tissue in the cartilage tissue. Tracheal stenoses that develop in this manner are usually stenoses at the subglottic level. The longer the intubation period, the higher the risk of developing stenosis; however, this complication can occur even in short-term intubations (3,4).

Here we present a patient who had no respiratory problems in the pre-operative period and was operated for congenital heart disease. He developed severe tracheal stenosis in the early postoperative period and survived with ECPR.

## Case Report

A 10-month-old male patient was admitted to the PICU after ventricular septal defect (8 mm) closure and patent ductus arteriosus repair surgery. The patient's aortic cross-clamp and bypass times were 89 and 123 min, respectively. The patient was admitted to the intensive care unit with inotropes of milrinone (0.375 mcg/kg/min) and epinephrine (0.1 mcg/kg/min). It was observed that the lung air inlet and outlet were bad immediately after the patient came to the intensive care unit. ETT tube revision was performed considering that the ETT obstructed the patient whose peripheral oxygen saturation was below 96%. However, it was observed that the age-appropriate

ETT (3.5 cuff) could not be placed into the trachea and that the end of the tube was just below the vocal cord. The patient could be intubated with a three-cuffed ETT, and it was learned that he was re-intubated 3 times during the operation. When the patient was admitted to the intensive care unit, blood gases were normal and pressure-controlled SIMV mode was preferred in mechanical ventilation (MV) (rate 24/min, peak inspiratory pressure 24 cm H<sub>2</sub>O; positive end-expiratory pressure 6 cm H<sub>2</sub>O, fractioned inspiratory oxygen 40%). During follow-up, the patient, who did not need inotropes and remained respiratory stable under a mechanical ventilator, was extubated on the 1<sup>st</sup> postoperative day. However, after extubation, the patient's respiratory effort increased, there were significant intercostal and subcostal retractions, bilateral lung sounds were not heard, and he was re-intubated in the 1<sup>st</sup> hour of extubation. After re-intubation, the patient could not be ventilated and was switched to volume-controlled MV with a tidal volume of 10 mL/kg. On the same day (3<sup>rd</sup> day of PICU admission), a left pneumothorax was detected and a chest tube was inserted.

Because of recurrent extubation failure, the patient underwent bronchoscopy. We detected a structure completely filling the lumen in the subglottic area, and the diameter of the trachea was severely narrow, and the tracheal mucosa was irregular (Figure 1). Before the upper lobe bronchus separated from the right main bronchus, the tracheal bronchus was observed, and the bronchus was found to be bronchomalasiac. It was observed that the right upper lobe bronchus was two-segmented, and mild malacia was observed in the right middle lobe lateral segment. The bloody secretions were observed in all lower airways from the trachea. During bronchoscopy, granulation tissue was excised and tracheal dilatation was achieved.

On the 4<sup>th</sup> day of PICU admission, the patient's clinical situation deteriorated and cardiopulmonary arrest developed. CPR was performed for 8 min, and the patient who could not return of spontaneous circulation (ROSC) had difficulty in ventilating. We decided to perform VA ECMO establishing to the neck area. The patient's ROSC (ECPR) time was 55 min. The patient's ECMO settings were rotation per minute 1750/min and liter per minute 500 mL/min. Hemodynamically stabilized in the first 3-5 min of ECMO administration, and his ventilation improved. No abnormality was detected in the blood parameters measured after ECPR. We extubated the patient on the 16<sup>th</sup> day of ECMO run and placed him on a noninvasive mechanical ventilator (NIMV). The patient was successfully decannulated on day 19<sup>th</sup> of ECMO under NIMV.

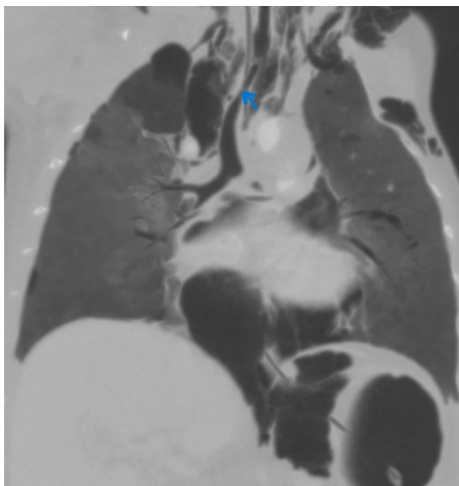
While he was followed up with NIMV support for approximately 1 month, the patient who had respiratory arrest on the 49<sup>th</sup> day of hospitalization in the intensive care unit was intubated. The patient, whose respiratory distress continued under IMV, was evaluated by ear nose and throat experts, who found no

structural defect in the upper airway. We performed cervical and thoracic computed tomography and found significant narrowing in the trachea (Figure 2). We decided to perform tracheostomy for the prolonged and recurrent upper airway problems, which caused recurrent cardiac arrest. On the 60<sup>th</sup> day of hospitalization, tracheostomy was performed, and afterwards, he was connected to a home-type mechanical ventilator. On the 95<sup>th</sup> day of hospitalization, he was transferred to the pediatric chest ward on 95<sup>th</sup> day of PICU admission with normal vital signs.

In the patient's long follow-up, 13 bronchoscopy-guided dilatation procedures to the subglottic area were performed. The patient's tracheostomy was closed when he was 35 months old, and he is currently being followed as an outpatient without oxygen and any respiratory support.



**Figure 1.** Patient's bronchoscopic image. There are severe narrowed trachea and fibrin covered mucosa due to severe tracheal stenosis



**Figure 2.** Patient's cervical and thorax computed tomography image. Long and severe narrowed trachea is seen on longitudinal section and it is marked by arrow

## Discussion

Tracheal stenoses are airway anomalies with an incidence of 1/50,000 and are classified as acquired or congenital, extrinsic or intrinsic, short segment or long segment stenoses. Congenital tracheal stenoses, type I; long segment stenosis, most or all trachea stenotic. Type II: Funnel-shaped stenosis of different lengths and localization. Type III: Short segment stenosis occasionally observed under an abnormal right upper lobe bronchus. Type IV: It is classified as an abnormal right upper lobe bronchus and a bronchus extending horizontally to the rest of the lung (5,6). Because catch-up growth has been observed in stenotic tracheas over the years, conservative approaches are applied in mild cases and surgical procedures are applied according to the narrow segment length in symptomatic cases (resection/anastomosis, slide/patch tracheoplasty). Postintubation tracheal stenosis was first described by Cooper and Grillo (7), and 90% of acquired tracheal stenoses are caused by damage caused by the cuff pressure of the intubation tube. With the application of excessive pressure to the trachea by the intubation tube cuff, initially simple edema develops, followed by mucosal ulceration, perichondritis, and granulation tissue stenosis, which occurs with local ischemic necrosis of the tracheal cartilage (6-8). While stenoses are mostly observed in the subglottic region in infants and young children, the lesion is usually located in the trachea in older children (9). In a series published by Maeda et al. (9), acquired and congenital mixed subglottic stenosis was found in 4 cases, and subglottic stenosis due to laryngeal trauma was found in 1 case (10). Our case also had congenital stenosis, and repeated unsuccessful extubation attempts led to tracheal injury and then stenosis. The patient was followed up with V-A ECMO support until lung ventilation improved. In addition, the presence of the right tracheal bronchus detected by thorax CT was compatible with type 3 tracheal stenosis. A history of unsuccessful extubation of intubated cases or the presence of respiratory findings approximately 2 months after extubation suggest stenosis. Grillo stated that the risk increased in patients who were intubated for longer than 48 h and had symptoms before 2 years (5).

Isolated congenital tracheal stenoses are found in 10-30% of patients. It is often associated with other extrathoracic and cardiovascular anomalies. Cardiovascular anomalies are seen in 70% of patients and are accompanied by pulmonary artery sling, patent ductus arteriosus, atrial septal defect, ventricular septal defect, double aortic arch, partial pulmonary venous return anomaly, Fallot tetralogy, and tricuspid atresia (10). Extrathoracic anomalies include gastrointestinal, renal, and skeletal anomalies (3). Our patient had a cardiological ventricular septal defect and patent ductus arteriosus.

ECPR is most often activated in children with heart disease and in hospital cardiac arrest when cardiac function does not improve within 5-10 min of conventional CPR. The ideal activation time of ECPR has not been precisely defined. There is increasing interest in reducing exposure to narcotic, sedative, and neuromuscular blocking agents and keeping ECMO patients alert and active to maintain muscle strength and shorten recovery time. Recently, the method of extubation from MV has emerged, especially for patients with respiratory failure and for patients followed under ECMO as a bridge therapy to lung transplantation (11-14). However, extubation management option notification during ECMO in PICU's is not sufficient. Our patient, who had cardiac arrest after respiratory arrest on the 4<sup>th</sup> day of PICU admission, was taken to ECMO via E-CPR. He was followed up intubated under ECMO for approximately 16 days, then extubate after ensuring his alertness and good muscle strength, and finally decannulate after being followed up with awake ECMO for 3 days. The first-line examination in imaging methods for airway stenosis is anteroposterior chest and lateral neck X-ray. After detecting tracheal stenosis by radiography, tomography and magnetic resonance imaging are among the tests used to confirm the diagnosis. Evaluation with bronchoscopy can give an idea about the degree of stenosis. Endoscopic interventions provide information regarding the type of lesion, location of stenosis or erosion, and accompanying tracheal anomalies. The treatment of tracheal stenosis after intubation is surgical, with a success rate of 95%. If the degree of stenosis is severe, time can be gained for dilatation by opening a temporary tracheostomy. In our case, due to severe tracheal stenosis, the granulation tissues were excised; however, because the stent was not placed in the congenital stenosis area in children, after the development of the tissues was achieved, the stenosis area was excised and end-to-end anastomosis was performed. It was decided that this could be done. Temporary tracheostomy was performed on the patient to prevent possible respiratory problems during this period.

In conclusion, our patient, who was initially asymptomatic with congenital tracheal stenosis accompanying congenital heart, had symptoms that emerged after the heart surgery because of an intubation attempt for cardiac surgery. Successful E-CPR was performed because of difficult airway-associated untreatable respiratory troubles and recurrent cardiac arrest. In order to prevent possible barotrauma/volutrauma of MV in mostly adult patients, awake ECMO, which allows extubated follow-up while under ECMO run, was successfully applied in our case. Temporary tracheostomy was performed in our case in order to allow time for the development of tissues.

## Ethic

**Informed Consent:** Consent was obtained from the family for this case report.

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

## Authorship Contributions

Surgical and Medical Practices: E.E., Z.E., N.Ç., Concept: T.K., Design: F.K., Data Collection or Processing: H.U., E.G., E.B., Analysis or Interpretation: H.U., H.Ö., A.G., Literature Search: H.U., B.B., M.H., Writing: H.U.

**Conflict of Interest:** No conflict of interest was declared by the authors.

**Financial Disclosure:** The authors declared that this study received no financial support.

## References

- Wyckoff MH, Greif R, Morley PT, Ng KC, Olasveengen TM, Singletary EM, et al. 2022 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations: Summary From the Basic Life Support; Advanced Life Support; Pediatric Life Support; Neonatal Life Support; Education, Implementation, and Teams; and First Aid Task Forces. *Resuscitation* 2022;181:208-288.
- The Extracorporeal Life Support Organization ECLS 'International Summary of Statistics. <https://www.else.org/registry/internationalsummaryandreports.aspx>
- Grillo HC, Donahue DM, Mathisen DJ, Wain JC, Wright CD. Postintubation tracheal stenosis. Treatment and results. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1995;109(3):486-492.
- Stauffer JL, Olson DE, Petty TL. Complications and consequences of endotracheal intubation and tracheotomy. A prospective study of 150 critically ill adult patients. *Am J Med* 1981;70(1):65-76.
- Grillo HC. Congenital and acquired tracheal lesions in children. In: Grillo HC (eds) *Surgery of the trachea and bronchi*. BC Decker Inc, Ontario, 2004:174-178.
- Cantrell JR, Guild HG. Congenital Stenosis of the Trachea. *Am J Surg* 1964;108:297-305.
- Cooper JD, Grillo HC. The evolution of tracheal injury due to ventilatory assistance through cuffed tubes: a pathologic study. *Ann Surg* 1969;169(3):334-348.
- Cotton RT. Prevention and management of laryngeal stenosis in infants and children. *J Pediatr Surg* 1985;20(6):845-851.
- Maeda K, Ono S, Baba K. Management of laryngotracheal stenosis in infants and children: the role of re-do surgery in cases of severe subglottic stenosis. *Pediatr Surg Int* 2013;29(10):1001-1006.
- Idriss FS, DeLeon SY, Ilbawi MN, Gerson CR, Tucker GF, Holinger L. Tracheoplasty with pericardial patch for extensive tracheal stenosis in infants and children. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1984;88(4):527-536.
- Thiagarajan RR. Extracorporeal Membrane Oxygenation for Cardiac Indications in Children. *Pediatr Crit Care Med* 2016;17(8 Suppl 1):S155-S159.
- Nosotti M, Rosso L, Tosi D, Palleschi A, Mendogni P, Nataloni IF, et al. Extracorporeal membrane oxygenation with spontaneous breathing as a bridge to lung transplantation. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2013;16(1):55-59.
- Mohite PN, Sabashnikov A, Reed A, Saez DG, Patil NP, Popov AF, et al. Extracorporeal Life Support in "Awake" Patients as a Bridge to Lung Transplant. *Thorac Cardiovasc Surg* 2015;63(8):699-705.
- Olsson KM, Simon A, Strueber M, Hadem J, Wiesner O, Gottlieb J, Fuehner T, Fischer S, Warnecke G, Kühn C, Haverich A, Welte T, Hoepfer MM. Extracorporeal membrane oxygenation in nonintubated patients as bridge to lung transplantation. *Am J Transplant* 2010;10(9):2173-2178.



## 2023 Hakem Dizini - 2023 Referee Index

---

Berra Zümrüt Tan Recep

Cihan Yücel

Erdem Çetin

İsmail Yerli

Leyla Kaya

Merve Serin

Muhterem Duyu

Nihal Kolbaş

Ömür Özmen

Rezan Aksoy

Rıdvan Kuşoğlu

Sedat Gündöner

Şeyhmus Yersel

Tolga Öztemel

## 2023 Yazar Dizini - 2023 Author Index

---

Ali Kocailik.....	47, 85, 92, 101	Merve Havan.....	111
Anar Gurbanov.....	111	Mine ŐimŐek.....	15
Ayhan Güneş.....	92	Muhammet Candan.....	8
Berra Zümrüt Tan Recep.....	8, 26	Mustafa Erkan.....	85
Beyza Güneş.....	92	Nazan Atalan Özlen.....	53, 62, 70
Buğra Harmandar.....	85	Nazan obanoĖlu.....	111
Burak Balaban.....	111	Nihal Kolbaş.....	70
Edanur Akpınar.....	53, 62, 70	Nilgün Kansak.....	62
Edin Botan.....	111	Numan Ali Aydemir.....	62
Emrah Gün.....	111	Onur Ően.....	33
Ergün Ergün.....	111	Ramazan Bacaksız.....	33
Esra zbek.....	78	Samet Demir.....	33
Ezgihan KarakuŐ.....	26	Sedat Gndner.....	1
Fevzi Kahveci.....	111	Selim İsbir.....	70
Hacer Uçmak.....	111	Sinan Arsan.....	53, 62, 70
Halil TürkoĖlu.....	15	Tamer Aksoy.....	53
Hande İŞtar.....	85	Tanıl Kendirli.....	111
Hasan zen.....	111	Tarık Demir.....	78
HaŐim stnsoy.....	53	Tayfun Solak.....	53, 62, 70
Hilal Can.....	53, 62, 70	Taylan Adademir.....	92
İsmail Yerli.....	15	Taylan Topaç.....	47
Koray Ak.....	53	Tülay Candan.....	8
Korhan Erkanlı.....	8, 26	Zeynep Averbek Arslan.....	101
Leyla Kaya.....	41	Zeynep Eyiletten.....	111
Mehmet Kaan Kırall.....	92		

## 2023 Konu Dizini - 2023 Subject Index

Acute renal failure/Akut böbrek hasarı .....	15	Hemodilution/Hemodilüsyon.....	78
Airway pressure/ Hava yolu basıncı .....	101	Hemolysis/Hemoliz .....	92
Autotransfusion/Ototransfüzyon .....	70	Heparin/Heparin.....	1
Blood transfusion/Kan transfüzyonu .....	47	Hypothermia/Hipotermi .....	26
Bypass/Bypass.....	47	Increased venous return/ Artırılmış venöz dönüş.....	53
Cannulation/Kanülasyon .....	1	Legal liability/Hukuki sorumluluk.....	41
Cardiac surgery/Kalp cerrahisi .....	92	Modified ultrafiltration/Modifiye ultrafiltrasyon .....	62, 78, 101
Cardioplegia/Kardiyopleji .....	1, 85	Monitoring/Monitörizasyon.....	33
Cardiopulmonary bypass/Kardiyopulmoner bypass.....	1, 26, 53, 62, 70, 78, 85, 92, 101	NIRS/NIRS .....	33, 85
Cell salvage/Hücre kurtarma.....	70	Non-pulsatile flow/Non-pulsatil akım.....	33
Cell saver/Hücre koruyucu.....	70	Normothermia/Normotermi.....	26
Cerebral tissue oxygenation/Cerebral doku oksijenasyonu.....	85	Open heart surgery/Açık kalp ameliyatı.....	85
Cerebrovascular accident/Serebrovasküler olay .....	92	Open heart surgery/Açık kalp cerrahisi .....	8, 53
Colloid/Kolloid .....	47	Oxygen transfer/Oksijen transferi .....	92
Congenital tracheal stenosis/Konjenital trakeal stenoz .....	111	Oxygenator/Oksijenatör .....	1, 92
Conventional ultrafiltration/Konvansiyonel ultrafiltrasyon ...	101	Perfusion time/Perfüzyon süresi .....	15
Coronary artery bypass surgery/Koroner arter bypass cerrahisi ...	15	Perfusionist' responsibility/Perfüzyonistin sorumluluğu .....	41
Coronary artery bypass/Koroner arter bypass.....	26	Perfusionist/Perfüzyonist .....	41
Crystalloid/Kristalloid .....	47	Prime solution/Prime solüsyonu .....	8, 47
Cytokine/Sitokin .....	62	Protamine/Protamin .....	1
Del-Nido/Del-Nido .....	85	Pulsatile flow/Pulsatil akım.....	33
Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation/Ekstrakorporeal kardiyopulmoner resüsitasyon .....	111	Serum uric acide/Serum ürik asit.....	15
Extracorporeal circulation/Ekstrakorporeal dolaşım .....	8, 15, 33	Tracheostomy/Trakeostomi .....	111
Extracorporeal membrane oxygenation/Ekstrakorporeal membran oksijenasyonu.....	111	Ultrafiltration/Ultrafiltrasyon .....	78
Gravity drainageoperative parameters/Yerçekimi drenajı.....	53	Vacuum assisted venous drainage/Vakum yardımcı venöz drenaj .....	53
Heart lung machine methylprednisolone/Kalp akciğer makinası metipredzinolon.....	8		