

Kaplı ve Kaplı Olmayan Oksijenatörlerde Kardiopulmoner Sistemlerin Antioksidanlar Üzerine Etkileri

Effect of Cardiopulmoner Systems on Antioxidants in Coated and Uncoated Oxygenators

Ezhar ERSÖZ¹, Mehmet HALİT ANDAÇ², Yasemin HACANLI¹,
Mehmet Salih AYDIN¹, Reşat DİKME³

¹Harran Üniversitesi Tıp Fakültesi Kalp ve Damar Cerrahisi Anabilim Dalı, Şanlıurfa, TÜRKİYE

²Özel Çekirge Kalp ve Aritmi Hastanesi, Bursa, TÜRKİYE

³Perfüzyon Teknikleri Programı, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa, TÜRKİYE

Öz

Amaç: Kardiopulmoner Bypass'ta (KPB) kaplı ve kaplı olmayan sistemlerin antioksidanlar üzerindeki etkilerine ve elde ettiğimiz bilgiler doğrultusunda klinik uygulamalarda olası cerrahi yöntemlere katkı sağlamayı amaçlıyoruz.

Materyal ve metod: Açık kalp cerrahisi ameliyatına dâhil edilen 15 kaplı ve 15 kaplı olmayan oksijenatörden; toplam 30 hastadan anestezi, pompa girişi, kros klemp başlangıcı, kros klemp sonu, pompa sonu olmak üzere 5 farklı zamanda alınan kan çalışmaya dâhil edildi.

Bulgular: Demografik verilere göre çalışmaya dâhil edilen kaplı oksijenatörler (grup I) ve kaplı olmayan oksijenatörler (grup II) olarak; 63.3'ü kadın, 36.7'si erkek olmak üzere 30 hastaya işlem uygulandı. Hasta gruplarının klemp süresi, toplam antioksidan kapasite1 ve 3 (TAOK1, TAOK 3), hemoglobin (Hgb), hematokrit (Hct) ve trombosit (Plt) değerleri cinsiyete göre gruplar arasında anlamlı farklılık göstermedi ($p>0,05$).

Sonuç: Kardiopulmoner Bypass (KPB) sırasında kaplı ve kaplı olmayan preoperatif, intraoperatif ve postoperatif dönemde Hgb, Hct ve Plt ve TAOK değerlerini etkilemediği sonucuna varıldı.

Anahtar Kelimeler: Kardiopulmoner Bypass, Kalp-Akciğer Makinesi, Total Antioksidan Kapasite, Kaplı ve Kapsız Oksijenatörler

Abstract

Background: We aim to contribute to the effects of coated and uncoated systems on antioxidants in Cardiopulmonary Bypass (CPB) and to possible surgical methods in clinical applications in line with the information we have obtained.

Materials and Methods: Blood taken at 5 different times including anesthesia, pump entry, cross-clamp start, cross-clamp end, pump end from a total of 30 patients from 15 coated and 15 non-coated oxygenators included in open heart surgery surgery were included in the study.

Results: As coated oxygenators (group I) and uncoated oxygenators (group II) included in the study according to demographic data; Thirty patients, 63.3 female and 36.7 male, underwent the procedure. Cross-clamp duration, total antioxidant capacity1 and 3 (TAOK1, TAOK 3), hemoglobin (Hgb), hematocrit (Hct) and platelet (Plt) values of the patient groups according to gender were not significantly different between the groups ($p>0.05$).

Conclusions: It was concluded that coated and uncoated systems during Cardiopulmonary Bypass (CPB) did not affect Hgb, Hct, Plt and TAOK values in the preoperative, intraoperative and postoperative periods.

Key Words: Cardiopulmonary Bypass, Heart-Lung Machine, Total Antioxidant Capacity, Coated and Uncoated Oxygenators

Sorumlu Yazar / Corresponding Author

Dr. Ezhar ERSÖZ

Harran Üniversitesi Tıp Fakültesi Kalp ve Damar Cerrahisi Anabilim Dalı, Şanlıurfa, TÜRKİYE

E-mail: ezharkorkmaz@hotmail.com

Geliş tarihi / Received: 05.04.2023

Kabul tarihi / Accepted: 25.04.2023

DOI: 10.35440/hutfd.1277248

Bu makale Dr. Ezhar ERSÖZ'ün Yüksek Lisans (Yükseköğretim Kurulu - Tez Merkezi' nin 195869 sayılı) tez yayınından türetilmiştir.

Bu çalışma; 22.09.2017 tarihinde Harran Üniversitesi/Şanlıurfa' da düzenlenen "1ST INTERNATIONAL CONGRESS ON CANCER AND ION CHANNELS" kongresinde poster olarak sunulmuştur.

Giriş

Kalp ve akciğerlerin görevlerinin vücut dışında bir cihaz vasıtasıyla geçici olarak yapılması işlemine Kardiyopulmoner Bypass (KPB) denir. Bu teknik çeşitli organ ve sistemlerde farklı oranlarda fonksiyon bozukluklarına yol açsa da; son yıllarda kardiyovasküler patolojilerin cerrahi olarak onarılmasına imkan veren ve seçeneği olmayan bir yöntemdir (1).

CPB sıklıkla tercih edilse de bazı yan etkiler de görülmektedir. Miyokardiyal koruma yöntemlerinden biri olan KBP'de aort klempinin neden olduğu iskemi/reperfüzyon hasarı (IRH) denilen uzun süreli inotropik ve mekanik desteğe ihtiyacı olan postoperatif fonksiyon bozuklukları hala başgöstermektedir. Yani sistemin avantajları olduğu kadar dezavantajları da var. Mitokondriyal disfonksiyon, çok çeşitli olaylar yoluyla hücre canlılığını etkiler. ATP sentezinin kaybı ve ATP'nin hidrolizinin artması, iyonik homeostazın (özellikle Ca²⁺) bozulması, ROS oluşumu ve proapoptotik proteinlerin salınması, geri dönüşümsüz hasara neden olan temel faktörler olarak kabul edilir (2).

Serbest radikaller; antioksidanlar tarafından kontrol edilen çok kısa yarı ömürlü olan, normal metabolik olaylar sırasında veya çok çeşitli nedenlerle ortaya çıkabilirler. Serbest radikaller, proteinler, amino asitler, lipitler, serbest yağ asitleri, karbonhidratlar, zırlar ve nükleotidler gibi tüm hücre bileşenleri ile etkileşerek oksidatif strese neden olurlar (3). Oksidatif stres, artan ROS'un üretimi ve/veya vücudun doğal antioksidan savunma sistemlerinin azalması lehine dengesizliktir (4).

Reaktif oksijen türlerinin seviyelerini kontrol altında tutmak ve verebilecekleri zararı önlemek için vücutta birçok savunma mekanizması vardır (5). Antioksidanlar başka bir molekülün oksidasyonunu engelleyerek insan vücudunu serbest radikallerden ve ROS etkilerinden koruyarak hayati rol oynarlar (6). Antioksidanlar ilk olarak, metabolik süreçlerde üretilen serbest radikalleri dengeleme görevini üstlenir (7).

Çalışmamızda serbest oksijen radikallerinin oluşumu ve bu radikallerin organizmada neden olduğu oksidatif hasar incelenerek, kaplı ve kaplı olmayan CPB sistemlerinin antioksidanlar üzerindeki etkileri incelenmiştir.

Materyal ve Metod

Çalışma ve Kontrol Grubunun Oluşturulması

Üniversitemizin Tıp Fakültesi Etik Kurul izni (16.05.2007 tarihli, 04 nolu oturum, HRÜ.0.01.00.00.101.5/56 sayılı karar) ve yazılı onamı alındıktan sonra açık kalp ameliyatı olacak 30 hasta (15-75 yaş arası) çalışmaya alındı. Kendi aralarında randomize iki grup oluşturuldu. Gruplara; grup I kaplı oksijenatör, grup II kaplı olmayan oksijenatör adı verildi. Anestezi, pompa girişi, kross klemp başlangıcı, kross klemp bitişi, pompa bitişi olmak üzere 5 farklı zamanda alınan kan örnekleri dahil edildi.

Çalışma Kanlarının Hazırlanması

Anestezi, pompa girişi, cross-clemp başlangıç, cross-clemp bitiş, Pompa bitiş olmak üzere 5 farklı zamanda heparinli

jelsiz tüplere alınan kanlar santrifüj edildi. Plazma kısmı ependorflara konularak -80 °C'de saklandı. Saklanan bu serumlar çalışma gününde çıkarılarak ve oda sıcaklığında çözüldü.

İstatistiksel Analiz

Sonuçlar ortalama (ort) ± standart sapma (ss) olarak verildi. İstatistiksel analizlerde parametrik olmayan istatistiksel analizler kullanıldı. Birbirinden bağımsız iki grup arasındaki farkın karşılaştırılmasında Mann-Whitney testi, üç grubun karşılaştırılmasında Kruskal-Wallis testi kullanıldı. Sürekli iki olgu arasındaki speanmen, korelasyon testi ile incelendi.

Bulgular

Demografik Veriler

Çalışmamıza Grup I (kaplı oksijenatörler) ve Grup II (kapsız oksijenatörler) kadın ve erkek olmak üzere totalde 30 hasta katılmıştır. Grupların cinsiyete göre dağılımı yaş ve boy-kilo indeksi (BMI) ortalamaları tabloda verilmiştir (Tablo 1)

Tablo 1. Hastalarının cinsiyet (x²), yaş ve BMI (Ort ± SS) Değişkenler göre dağılımı

	Kadın	Erkek	Yaş	BMI
Grup I (n=15)	(%)12 (80.0)	(%)3 (20.0)	43.5 ±16.6	24.8 (5.3)
Grup II (n=15)	(%)7 (46.0)	(%)8 (53.0)	48.2 (19.4)	26.0 (3.9)
Toplam (n=30)	19 (63.3)	11 (36.7)		

x² = 3.589;1;0.064 Ort (sd) = -0.686;1;0.512 0.062;1;0.803

Hemoglobin (Hgb), Hemotokrit (Hct) Ve Platelet (Plt) Değerlerinin Karşılaştırılması

Hastaların grup ve cinsiyet ortalamalarına göre Hgb, Hct ve Plt değerleri tablolarda verildi. Tabloda görüldüğü gibi Hgb, Hct ve Plt değerleri gruplara ve cinsiyet ortalamasına göre istatistiksel analizlerinde anlamlı fark bulunmadı (p> 0.05) (Tablo 2, 3 ve 4)

Grupların TAOK Seviyelerine Göre Gruplar Arasında Karşılaştırılması

Hasta gruplarına göre TAOK 1 ve TAOK 3 değerleri, Tablo V' te verilmiştir. Tabloda izlendiği gibi, gruplara göre TAOK 1 ve TAOK 3 değerleri arasında istatistiksel analizlerinde anlamlı farklılık görülmemiştir (p> 0.05).

Grupların TAOK Seviyelerinin Cinsiyete Göre Karşılaştırılması

Hasta gruplarının cinsiyetlerine göre TAOK 1 ve TAOK 3 değerleri tablo VI, VII' te verilmiştir. Tabloda görüldüğü gibi, grupların cinsiyete göre TAOK 1 ve TAOK 3 değerleri arasında anlamlı farklılık saptanmamıştır (p> 0.05).

Grupların Cross-Clemp Sürelerine Göre Karşılaştırılması

Gruplara göre cross-clemp değerleri, Tablo VIII' da gösterilmiştir. Tablodan da görüldüğü gibi, gruplara göre cross-clemp değerleri karşılaştırıldığında aralarında anlamlı bir farklılık bulunmadı (p> 0.05).

Tablo 2. Gruplara göre hastaların Hgb, Hct, Plt değerleri (Ort ± SS) (p> 0.05)

HGB	Preoperatif	İntraoperatif	Postoperatif
Grup I ((n=15))	12.43± 1.52	11.09± 1.67	10.42 ± 0.96
Grup II (n=15)	13.67 ±2.18	11.03± 2.78	10.43± 2.17
HCT			
Grup I ((n=15))	37.4± 4.06	33.5 ± 4.86	31.1± 2.89
Grup II (n=15)	39.1 ± 5.21	33.18± 7.73	31.6± 6.04
PLT			
Grup I ((n=15))	291.26 ± 106.55	232.23 ± 104.19	182.56 ± 48.59
Grup II (n=15)	272.66 ± 65.64	216.46 ± 111.27	193.26 ± 101.23

Tablo 3. Tüm hastaların total Hct, Hgb, Plt değerleri (Ort ± SS) (p> 0.05)

	Preoperatif	İntraoperatif	Postoperatif
Htc (n=30)	38.25 ± 4.67	33.35± 6.35	31.36 ± 4.66
Hgb (n=30)	13.05 ± 1.95	11.06± 2.25	10.27 ± 1.65
Plt (n=30)	281.96±87.46	224.35±106.22	187.91±78.21

Tablo 4. Cinsiyete göre hastaların Hgb, Hct, Plt değerleri (Ort ± SS) (p> 0.05)

HGB	Preoperatif	İntraoperatif	Postoperatif
Kadın	19±14.4	19 ± 14.3	19± 17.0
Erkek	11 ± 17.3	11± 17.4	11± 12.8
HCT			
Kadın	19±14.5	19 ± 13.3	19± 16.8
Erkek	11 ± 17.1	11± 19.1	11± 13.1
PLT			
Kadın	19±16.8	19 ± 15.8	19± 16.2
Erkek	11 ± 13.0	11 ± 14.8	11 ± 14.2

Tablo 5. Grupların TAOK 1 ve TAOK 3 değerleri karşılaştırması (Ort ± SS) (p> 0.05)

	TAOK 1 Grup I (n=15)	TAOK 1 Grup II (n=15)	TAOK 3 Grup I (n=15)	TAOK 3 Grup II (n=15)
Bypass Öncesi	0.2 ± 0.02	0.2 ± 0.01	1.4 ± 3.06	0.2 ± 0.02
Pompa Giriş	0.2 ± 0.01	0.2 ± 0.00	0.4 ± 0.12	0.5 ± 0.12
A.Clemp Giriş	0.2 ± 0.01	0.2 ± 0.02	0.5 ± 0.10	0.5 ± 0.20
A.Clemp Çıkış	0.2 ± 0.02	0.2 ± 0.02	0.5 ± 0.13	0.5± 0.17
Pompa Çıkış	0.2 ± 0.01	0.2 ± 0.01	0.5 ± 0.10	0.5± 0.17

Tablo 6. Grup I' in cinsiyete göre TAOK 1 ve TAOK 3 değerlerinin (Ort ± SS) (p> 0.05)

K/E	TAOK 1 Grup I (K)	TAOK 1 Grup I (E)	TAOK 3Grup I (K)	TAOK 3Grup I (E)
Bypass Öncesi	12 ± 7.4	3 ± 10.3	12 ± 7.0	3 ± 11.6
Pompa Giriş	12 ± 7.7	3 ± 9.0	12 ± 7.0	3 ± 11.6
A.Clemp Giriş	12 ± 8.1	3 ± 7.3	12 ± 6.6	3 ± 13.3
A.Clemp Çıkış	12 ± 7.0	3 ± 11.8	12 ± 8.0	3 ± 7.6
Pompa Çıkış	12 ± 8.5	3 ± 5.6	12 ± 7.0	3 ± 12.0

Tablo 7. Grup II' nin cinsiyete göre TAOK 1 ve TAOK 3 değerleri (Ort ± SS) (p> 0.05)

K/E	TAOK 1 Grup II (K)	TAOK 1 Grup II (E)	TAOK 3 Grup II (K)	TAOK 3 Grup II (E)
Bypass Öncesi	7 ± 7.1	8 ± 8.2	7 ± 7.4	8 ± 8.5
Pompa Giriş	7 ± 8.4	8 ± 7.6	7 ± 8.1	8 ± 7.8
A.Clemp Giriş	7 ± 10.0	8 ± 6.2	7 ± 6.2	8 ± 9.5
A.Clemp Çıkış	7 ± 9.3	8 ± 6.8	7 ± 6.1	8 ± 9.6
Pompa Çıkış	7 ± 7.5	8 ± 8.3	7 ± 7.2	8 ± 8.6

Tablo 8. Grupların cross-clemp değerleri (Ort ± SS)

Gruplar	Ortalama ± sd
Grup I	37.3 ± 21.6
Grup II	40.7 ± 13.5
Z=-1.059;0.305	

Tartışma

Kalp hastalıkları günümüzde kitlelerde en sık görülen hastalıklar arasında yer almaktadır (8). Kalp ameliyatlarında ekstrakorporeal dolaşımı sağlayan kalp ve akciğerin görevini üstlenen Kalp-Akciğer Makinesi'nin (CAM) geliştirilmesinde çok ileri bir düzeye gelinmiştir. Mümkün olduğu kadar insan fizyolojisine benzetilerek optimum koşulları oluşturmak ve sistemik komplikasyonları en aza indirmek için çalışmalar sürdürmektedir (9).

Akademik çalışmalarda CBP akış paterninin hemolize etkisi üzerine araştırmalarda genellikle serbest hemoglobün ölçümlerine dayanmaktadır. Ekim ve ark.'nın yaptığı çalışmada postopreatif kanama nedeninin sadece KPB süresi değil, yüzey alanının küçük olması, yaşlılık, kronik böbrek hastalıkları, internal mammarial arter (İMA) grefti kullanılması ve distal anastomoz sayısının arttığı durumlarda ameliyat sonrası drenaj olduğu analiz edilmiştir. Ayrıca resternotomi yapılan hastalara uygulanan anormal pıhtılaşma testlerinin bir diğer nedeni de ameliyat öncesi dönemde aspirin ve antikoagülan kullanımına devam edilmesidir. KPB süresinin uzun olması beklenen durumlarda perfüzyon devrelerinin seçiminde alümin kaplı devrelerin kullanılmasının postoperatif drenaja olumlu etki edeceği bildirilmiştir (10).

Yapılan bir çalışmada serbest Hgb düzeyi oldukça anlamlı artmış, fakat değerleri gruplar arasında benzerdir (11). Serbest Hgb düzeylerindeki artış; KAM' ın oluşturduğu basınç, intraoperatif verilen sıvılara bağlı hemodilüsyon ve hipotermiminin sebebiyet verdiği eritrosit fragilite artışı ile hemolizden kaynaklandığını göstermiştir (12).

Kim ve arkadaşları, KPB' da hematolojik parametrelerden Hgb, Hct ve Plt değerlerine bakmışlar ve bu değerlerin düştüğünü fakat bu sonuçların anlamlı olmadığını bulmuşlardır (13).

Alkan ve ark. CPB sırasında oluşturdukları her iki grupta da Hct ve Plt değerlerinin düştüğünü gösterdiler (14,15).

Çalışmamızda hematolojik parametreler açısından değerlendirdiğimiz her iki grupta da hematokrit ve hemoglobün değerlerinin düştüğü, PLT değerlerinde değişiklik olmadığı görüldü. Ancak anlamlı bir sonuç bulunmadı. CPB'de hemolizi önlemek için yapılan hemodülasyon sonucunda hematokrit ve hemoglobün değerleri düşmektedir. Yapılan araştırmalarda KPB' ta hematokrit değerleri ve hemodilüsyonel etki ile perioperatif morbidite ve mortalite arasında doğrudan ilişki görülmüştür (16,17). Hemodilüsyon etkisi sonucunda dokuya O₂ dağılımında azalma olmaktadır (18).

Aşırı inflamatuvar yanıt, hemoliz, trombosit disfonksiyonu ve tromboliz, tüketim koagülopatisi EKD' nin tabiatı gereğidir (19). Oksijenatörün yüzey alanı giderek azalsa da, yine de yabancı cisim reaksiyonundan önemli ölçüde sorumludur. Ay-

rica, standart kalp ameliyatlarında kullanılan gerçek membran taşımayan oksijenatörlerde doğrudan kan hava teması hemolizi önemli ölçüde artırmaktadır (20).

CPB sistemleri, biyouyumluluklarını iyileştirmek ve kan-doku etkileşimlerinin olumsuz etkilerini azaltmak için çeşitli bileşikler kullanılarak kaplanır. Heparin kaplı devreler biyouyumluluğu iyi olan ürünlerden biridir (21,22).

Heparin kaplı sistemler, muhtemelen CPB sırasında kan-materyal etkileşimini en aza indirerek akut ve geç inflamatuvar yanıtı baskılar (23). Heparin kaplamalar KPB için yararlı olsa da bazı sakıncaları vardır. Heparin kaplama, özellikle iyonik bağ tipi, uzun süreli kullanım sırasında kan dolaşımına girebilir (24) ve belirli biyolojik riskler taşır.

KPB fizyolojik değildir. Özellikle aşırı uyarılmış enflamatuvar cevap kanın değiştiği yabancı yüzeyle doğrudan bağlantılıdır. Diğer bir yandan farklı organlarda iskemi-reperfüzyon, cerrahi travma, vücut ısısındaki değişiklikler de bu cevabın artmasını sağlar (25).

En aza indirilmiş ekstrakorporeal dolaşım sistemi (MECC), kalp ve aort ameliyatları sırasında kan borularını, kan-hava temasını ve hazırlama hacmini azaltmak için tasarlanmıştır (26).

Yapılan çalışmalarda A ve C grubu gibi heparin kaplı sistemlerin kullanımının trombosit, kompleman, kallikrein, fibronolitik pıhtılaşma sistemlerinin yüzeyel aktivasyonunu en aza indirgeyerek biyouyumluluğu arttırdığını göstermiştir (27).

KABG sırasında oksidatif stresdeki sistemik artış iyi belgelenmiştir (28,29). İlk olarak, KPB altında kullanılan aralıklı klemp tekniği, ksantin-oksidad sistemi tarafından süperoksit salınımının bir sonucu olarak iskemi-reperfüzyonun doğrudan bir nedenidir (30). Literatürde, kardiyovasküler hastalıkların patogeneğinde yetersiz antioksidan savunma ve oksidatif stres bildirilmiştir (31). Kalp cerrahisinden sonra ortaya çıkan birçok komplikasyon, normal koşullar altında antioksidan tepki ile dengelenen reaktif oksijen ve reaktif nitrojen türlerindeki akut artışa bağlıdır.

Antioksidan moleküller doğrudan reaktif radikallerle reaksiyona girebilir ve bozunabilir. Böylece daha az aktif, uzun ömürlü ve daha az tehlikeli yeni serbest radikallere dönüştürülebilirler (32).

Cai ve ark.larının çalışmasında oksidatif stres hiperkolesterolemi, ateroskleroz, hipertansiyon, diyabet ve kalp yetmezliği gibi birçok kardiyovasküler hastalığın patogeneğinde rol oynamaktadır (33). Önceki çalışmalar, öncelikle koroner arter baypas ameliyatlarında aşırı ROS üretimini ortaya koymuştur (34). Menteşe ve ark. ONCABG hastalarında ROS artışı gözlenmiştir, oksidatif dengenin bozulmasındaki en önemli faktörün reperfüzyon olduğu bildirilmektedir (35). ONCABG hastalarında cerrahi hasar, KPB ve iskemi-reperfüzyon hasarı gibi birçok faktörün oksidatif strese neden olduğu düşünülmektedir (36).

Zakkar ve ark. antioksidan ajanların ameliyat esnasında int-ravenöz veya kardiyopleji solüsyonunda uygulanmasının KPB' ta ROS patlamasını ve oksidatif stresi azaltabileceğini belirtmiştir. Seçenek olarak mini baypas gibi değiştirilmiş

devrelerin kullanımı hem oksidatif stresi hem de proinflamatuar yanıtları değiştirebilir. Yine bu çalışmada hastalara herhangi bir antioksidan takviyesi verilmemesine rağmen kendi savunma mekanizmalarının kendiliğinden ateşlenmesi GSH düzeylerinde ve CAT aktivitesinde artışı desteklemiştir (32). Miyokardiyal antioksidanlar lipidlerin, DNA'nın, proteinlerin ve karbonhidratların oksidatif hasarının inhibisyonunda görev alırlar (37). Çok sayıda çalışma, iskemi-reperfüzyon hasarı sırasında kalbi korumak için antioksidanların yararlı etkilerini göstermiştir (38).

Yapılan bir çalışmada ameliyat sonrası dönemde on-pump grubunda SOD aktivitesinde ve GSH düzeyinde anlamlı artış saptandı. Bu artışların lipid peroksidasyon oluşumunu önlemede etkili olduğu düşünülmektedir (39).

Çalışmamızda kaplı oksijenatörler (Grup I) ve kaplı olmayan oksijenatörler (Grup II) olarak sınıflandırdığımız gruplarımızın cinsiyet, yaşların ortalaması ve boy-kilo indeksi (BMI) karşılaştırılması sonucu anlamlı bir sonuç bulunmadı. Ve yine grupların cinsiyete göre TAOK 1 ve TAOK 3 değerleri karşılaştırıldığında anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p > 0.05$).

Kardiopulmoner bypass mükemmel olmasa da kalp cerrahisinin önemli bir parçası olmaya devam ediyor. CPB' ta kullanılan kaplamalar arasında Hgb, Hct ve Plt ve TAOK değerlerinin karşılaştırılması bakımından anlamlı bir fark yoktu. Bununda maliyet anlamında kurumlara kolaylık sağlayacağını düşünüyoruz. Çeşitli yüzey kaplama markaları ve CPB oksijenatör tipleri arasında bir karşılaştırma yapılabilirken, kaplanmamış devrelerle yapılan bir karşılaştırma da farklı bir sonuçlar verebilir. Ancak bu bizim sınırlamalarımızdan biridir, çünkü; pahalı olduğu için çok fazla oksijenatör kaplamayı karşılaştırma seçeneğimiz yoktu. Ameliyat öncesi antikoagülan kullanan hastalar çalışmaya alınmadığı için sayısının kısıtlı olması ise diğer bir kısıtlılıktır.

Etik onam: Harran Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurul izni (16.05.2007 tarihli, 04 nolu oturum, HRÜ.0.01.00.00.101.5/56 sayılı karar) ve yazılı onamı alındıktan sonra açık kalp ameliyatı olacak 30 hasta (15-75 yaş arası) çalışmaya alındı.

Yazar Katkıları:

Konsept: M.H.A, M.S.A., E.E.

Literatür Tarama: E.E., Y.H., R.O.

Tasarım: E.E, M.S.A., R.D.

Veri toplama: E.E., Y.H., R.D.

Analiz ve yorum: M.S.A., E.E.

Makale yazımı: E.E., Y.H.

Eleştirel incelenmesi: M.H.A, M.S.A.

Çıkar Çatışması: Yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Finansal Destek: Bu çalışma Harran Üniversitesi Bilimsel Araştırma projeleri Koordinasyon Birimi (HUBAP) 782 numaralı Projesi kapsamında yürütülmüş ve desteklenmiştir.

Kaynaklar

1. Paç M, ed. Kalp ve Damar Cerrahisi 1 ed. MN Medikal& Nobel Basım Yayın Tic. ve San. Ltd. Şti., P. Ankara, 2004;115-151, 116-121,14.
2. Crow MT, Mani K, Nam YJ, Kitsis RN. The mitochondrial death pathway and cardiac myocyte apoptosis. *Circ Res.* 2004;

- 95(10): 957-70
3. Halliwell B, Gutteridge JMC. *Free Radicals in Biology and Medicine* (4nd ed), Oxford University Press 2007.
4. Peluso I, Morabito G, Urban L, Ioannone F, Serafini M. Oxidative stress in atherosclerosis development: the central role of LDL and oxidative burst. *Endocr Metab Immune Disord Drug Targets.* 2012; 12(4): 351–60.
5. 33-Jensen SJK. Oxidative stress and free radicals. *Journal of Molecular Structure (Theochem)*, 2003; 666-667: 387-92
6. Gulcin I. Antioxidant and antiradical activities of L-Carnitine. *2206; Life Sci.* 78(8): 803–11
7. Rahman K. Studies on free radicals, antioxidants, and co-factors. *Clinical interv aging.* 2007; 2(2): 219-36
8. Roth GA, Huffman MD, Moran AE, Feigin V, Mensah GA, Naghavi M, et al. Global and regional patterns in cardiovascular mortality from 1990 to 2013. *Circulation.* 2015;132(17):1667-78
9. Hammon JW, Extracorporeal circulation. In: Cohn LH, editor. *Cardiac Surgery in Adult.* Boston: McGraw-Hill, 350-414, 2008.
10. Ekim H, Kutay V, Başel H, Turan E, Hazar A, Karadağ M. Açık Kalp Cerrahisi Sonrası Kanamaya Bağlı Revizyon Operasyonları. *Van Tıp Dergisi.* 2004; 11(4): 119- 123.
11. Öztürk S, Koroner arter baypas greftleme operasyonlarında pulsatil ve nonpulsatil akımın sistematik etkilerinin karşılaştırılması, uzmanlı tezi, Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Kalp Damar Cerrahisi Anabilim Dalı, Denizli, 2011.
12. Uslu A, Yigit R. Açık Kalp Cerrahisinde, Heparin Dozu Ve Serbest Plazma Hemoglobini Arasındaki İlişki, *Cerrahpaşa Tıp Dergisi;* 32: 37-42, 2001.
13. Kim HK, Son HS, Fang HY, Park SY, Hwang CM, Sun K. The effects of pulsatile flow upon renal tissue perfusion during cardiopulmonary bypass: a comparative study of pulsatile and nonpulsatile flow. *ASAIO J;* 51:30-36, 2005
14. Alkan T, Akçevin A, Ündar A, Türkoğlu H, Paker T, Aytaç A. Effects of pulsatile and nonpulsatile perfusion on vital organ recovery in pediatric heart surgery: a pilot clinicl study. *ASAIO J;* 52:530-535, 2006.
15. Alkan T et al. Benefits of pulsatile perfusion on vital organ recovery during and after pediatric open heart surgery. *ASAIO J;* 53:651-654, 2007.
16. Habib RH, Zacharias A Schwann TA, Riordan CJ, Durham SJ, Shah A. Adverse effects of low hematocrit during cardiopulmonary bypass in the adult: should current practice be changed? *J Thorac Cardiovasc Surg;* 125: 1438-50, 2003.
17. Swaminathan M, Philips-Bute BG, Conlon PJ, Smith PK, Newman MF, Stafford-Smith M. The association of lowest hematocrit during cardiopulmonary bypass wih acute renal injury after coronay artery bypass surgery. *Ann Thorac surg;* 76: 784-91, 2003.
18. Ranucci M et al. Oxygen delivery during cardiopulmonary bypass and acute renal failure after coronary operations. *Ann Thorac Surg;* 80: 2213-20, 2005.
19. Parikh CR, Schaub JA. Acute kidney injury: steroids for prevention of AKI after cardiopulmonary bypass. *Nature Reviews Nephrology* 2015; 11: 509-10.
20. Iwahashi H, Yuri K, Nosé Y. Development of the oxygenator: past, present, and future. *JArtificial Organs* 2004; 7: 111-20.
21. Wagner R, Piler P, Uchytal B, et al. Systemic inflammatory response syndrome is reduced by preoperative plasmathrombocyte aphaeresis in a pig model of cardiopulmonary bypass. *Biomedical Papers of the Medical Faculty of Palacky University in Olomouc,* 2016; 160.

22. Parikh CR, Schaub JA. Acute kidney injury: steroids for prevention of AKI after cardiopulmonary bypass. *Nature Reviews Nephrology* 2015; 11: 509-10.
23. Hsu LC. Heparin-coated cardiopulmonary bypass circuits: current status. *Perfusion* 2001;16:417-28
24. Matsuo M, Kitada H, Iida H, Okamoto T. An experimental study in prolonged use of heparin-coated cardiopulmonary bypass circuits. *Jpn J Extra-Corporeal Technol.* 2000;27:57-9.
25. Ricci M, Karamanukian HL, Abraham R, Von Fricken K, D'Ancona G, Choi S. Stroke in octogenarians undergoing coronary artery surgery with and without cardiopulmonary bypass. *Ann Thorac Surg* 2000; 69: 1471-5.
26. Remadi, JP, Rakotoarivello, Z, Marticho, P, et al. Aortic valve replacement with the minimal extracorporeal circulation (Jostra MECC System) versus standard cardiopulmonary bypass: a randomized prospective trial. *J Thoracic Cardiovasc Surg* 2004; 128: 436-441.
27. Weber N, Wendel HP, Ziemer G. (2001) Hemocompatibility of Heparin-Coated Surfaces and The Role of Selective Plasma Protein Adsorption, Elsevier Science Ltd, s;432-437.
28. Biglioli P, Cannata A, Alamanni F, Naliato M, Porqueddu M, Zanobini M, Tremoli E, Parolari A. Biological effects of off-pump vs. on-pump coronary artery surgery: focus on inflammation, hemostasis and oxidative stress. *Eur J Cardiothorac Surg* 2003;24:260-9
29. Dhalla NS, Elmoselhi AB, Hata T, Makino N. Status of myocardial antioxidants in ischemia-reperfusion injury. *Cardiovasc Res* 2000;47: 446-56.
30. Gerritsen WBM, van Boven WJP, Driessen AHG, Haas FJLM, Aarts LPHJ. Off-pump versus on-pump coronary artery bypass grafting: oxidative stress and renal function. *Eur J Cardiothorac Surg* 2001;20:923-9
31. Hammadh M, Fan Y, Wu Y, Hazen SL, Tang WW. Prognostic Value of Elevated Serum Ceruloplasmin Levels in Patients with Heart Failure. *J Card Fail* 2014;20(12): 946-52.
32. M. Zakkar, G. Guida, M.-S. Suleiman, and G. D. Angelini, "Cardiopulmonary bypass and oxidative stress," *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, vol. 2015, Article ID 189863, 8 pages, 2015
33. H. Cai and D. G. Harrison, "Endothelial dysfunction in cardiovascular diseases: the role of oxidant stress," *Circulation Research*, vol. 87, no. 10, pp. 840-844, 2000.
34. Callister M. E., Burke-Gaffney A., Quinlan G. J., et al. Extracellular thioredoxin levels are increased in patients with acute lung injury. *Thorax.* 2006;61(6):521-527.
35. U. Mentese, O. V. Dogan, I. Turan et al., "Oxidant-antioxidant balance during on-pump coronary artery bypass grafting," *The Scientific World Journal*, vol. 2014, Article ID 263058, 5 pages, 2014.
36. K. Berg, R. Haaverstad, R. Astudillo et al., "Oxidative stress during coronary artery bypass operations: importance of surgical trauma and drug treatment," *Scandinavian Cardiovascular Journal*, vol. 40, no. 5, pp. 291-297, 2006
37. A. Gonenc, A. Hacısevki, H. R. Griffiths, M. Torun, B. Bakkaoglu, and B. Simsek, "Free radical reaction products and antioxidant capacity in beating heart coronary artery surgery compared to conventional bypass," *Biochemistry*, vol. 76, no. 6, pp. 677-685, 2011.
38. K. Miwa, A. Igawa, K. Nakagawa, T. Hirai, and H. Inoue, "Consumption of vitamin E in coronary circulation in patients with variant angina," *Cardiovascular Research*, vol. 41, no. 1, pp. 291-298, 1999.
39. Doğan A., Turker FS. The Effect of On-Pump and Off-Pump Bypass Operations on Oxidative Damage and Antioxidant Parameters. *Oxid Med Cell Longev.* 2017;2017:8271376.