

Erişkin Kalp Cerrahisinde Kardiyopulmoner Bypass Sırasındaki Pulsatil ve Non-pulsatil Akım Seçiminin Serebral NIRS Üzerine Etkisi

Cardiopulmonary Bypass in Adult Cardiac Surgery Pulsatile and Non-pulsatile Current Selection Effect on Cerebral NIRS

© Samet Demir¹, © Ramazan Bacaksız¹, © Onur Şen²

¹Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Mehmet Akif Ersoy Göğüs Kalp ve Damar Cerrahisi Eğitim Araştırma Hastanesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Kliniği, Perfüzyon Birimi, İstanbul, Türkiye

²Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Mehmet Akif Ersoy Göğüs Kalp ve Damar Cerrahisi Eğitim Araştırma Hastanesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Kliniği, İstanbul, Türkiye

Öz

Amaç: Erişkin kalp cerrahisinde pulsatil veya non-pulsatil akım tercih edilerek kalp akciğer makinası ile kardiyopulmoner bypassa (KPB) geçilmesi rutin bir prosedürdür. KPB prosedürünün neden olduğu dolaşım fizyolojisindeki değişikliklerin serebral kan akımı üzerinde de olumsuz etkilerinin olduğu bilinmektedir. Ancak akım çeşitlerinin birbirlerine üstünlüğü tartışılmaktadır. Bu çalışmada amacımız KPB sırasında tercih edilen akım seçiminin serebral yakın kızılötesi spektroskopisi (NIRS) yöntemi ile serebral perfüzyona olası etkisini araştırmaktır.

Gereç ve Yöntem: Bu çalışmada amacımız KPB sırasında tercih edilen akım seçiminin serebral NIRS yöntemi ile serebral perfüzyona olası etkisini araştırmaktır. Çalışmaya pulsatil akım (grup: 1) n=30 ve non-pulsatil akım (grup: 2) n=30 toplamda 60 hasta dahil edildi. Hem pulsatil hem de non-pulsatil akım için roller pompa (Stöckert SV, Sorin Group Deutschland GmbH, München) kullanıldı. Her iki grubun tek taraflı olarak frontal loba yerleştirilen NIRS cihazı ile KPB öncesi, kros klemp öncesi, kros klemp sonrası (10. dk) ve KPB sonu değerleri kaydedildi. Ayrıca preoperatif ve postoperatif biyokimya ve kan gazı değerleri (pH, laktat, kreatinin, kan üre nitrojen, aspartat aminotransferaz, alanine aminotransferaz), ejeksiyon fraksiyonu değişiklikleri, yoğun bakım kalış süreleri, ekstübasyon süreleri ile hastane kalış süreleri kaydedildi ve karşılaştırıldı. Elde edilen veriler istatistiksel olarak değerlendirildi.

Bulgular: Gruplara göre ventilasyon süresi bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p<0,05$). Her iki grup arasında postoperatif 2. saat venöz ve arteriyel laktat değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Diğer parametrelerde arasında anlamlı bir farklılık gözlenmedi ($p>0,05$).


Sonuç: Elde ettiğimiz veriler ışığında KPB'de kros klemp süresince uygulanan akım çeşitlerinin bazı değişkenler açısından farklı etkileri olduğu gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ekstrakorporeal dolaşım, NIRS, monitörizasyon, pulsatil akım, non-pulsatil akım

Abstract

Objective: It is a routine procedure to switch to cardiopulmonary bypass (CPB) with a heart-lung machine by choosing pulsatile or non-pulsatile flow in adult cardiac surgery. It is known that the changes in circulatory physiology caused by the CPB procedure also have negative effects on cerebral blood flow. However, the superiority of current types over each other is discussed. In this study, our aim is to investigate the possible effect of the preferred flow selection during CPB on cerebral perfusion with cerebral near infrared spectroscopy (NIRS) method.

Materials and Methods: In this study, our aim is to investigate the possible effect of the preferred flow selection during CPB on cerebral perfusion with cerebral NIRS method. A total of 60 patients with pulsatile flow (group: 1) n=30 and non-pulsatile flow (group: 2) n=30 were included in

 **Yazışma Adresi/Address for Correspondence:** Samet Demir, Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Mehmet Akif Ersoy Göğüs Kalp ve Damar Cerrahisi Eğitim Araştırma Hastanesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Kliniği, Perfüzyon Birimi, İstanbul, Türkiye
Tel.: +90 544 799 17 71 **E-posta:** sametdemir6490@gmail.com **ORCID ID:** orcid.org/0000-0003-3612-0111
Geliş Tarihi/Received: 12.04.2023 **Kabul Tarihi/Accepted:** 13.04.2023

the study. A roller pump (Stöckert SV, Sorin Group Deutschland GMBH, München) was used for both pulsatile and non-pulsatile flow. Pre-CPB, pre-cross-clamp, post-cross-clamp (10. min) and CPB end values were recorded with the NIRS device placed in the frontal lobe unilaterally in both groups. In addition, preoperative and postoperative biochemistry and blood gas values (pH, lactate, creatinine, blood urea nitrogen, aspartate aminotransferase, alanine aminotransferase), changes in ejection fraction, length of stay in the intensive care unit, extubation times and hospital stay were recorded and compared. The obtained data were evaluated statistically.

Results: A statistically significant difference was observed in terms of ventilation duration according to the groups ($p<0.05$). A statistically significant difference was found between the two groups in the postoperative 2nd hour venous and arterial lactate values. No significant difference was observed in other parameters ($p>0.05$).

Conclusion: In the light of the data we have obtained, it has been observed that the types of current applied during the cross clamp in CPB have different effects in terms of some variables.

Keywords: Extracorporeal circulation, NIRS, monitoring, pulsatile flow, non-pulsatile flow

Giriş

Açık kalp cerrahisinde kalbin kanı vücuda dağıtma, akciğerlerin ise gaz alışverişi fonksiyonlarının vücut dışında ve farklı mekanik ekipmanlar yardımı ile gerçekleştirilmesine ekstrakorporeal dolaşım (EKD) denir. EKD tekniği cerrahi konfor ve güvenlik faktörleri bakımından çoğu zaman vazgeçilmez bir yöntemdir (1). EKD açık kalp cerrahisinin gelişmesinde önemli bir dönüm noktası olmuştur. Bu sayede dünyada çok sayıda hastaya başarılı bir biçimde açık kalp cerrahisi yapılmasına imkan sağlanmıştır. Bu sistem açık kalp cerrahisi sırasında vücudun tüm organlarındaki perfüzyonu bozmadan kansız bir alanda operasyonun sürdürülmesini sağlamaktadır. EKD yöntemi pulsatil ya da non-pulsatil şekilde uygulanabilmektedir. Normal kardiyak dolaşım pulsatil iken non-pulsatil akım formu ile uygulanan EKD'nin daha az fizyolojik olduğu görülmektedir. Bu nedenle diğer akım formu olan pulsatil akımın kardiyak fizyolojiye daha uygun olduğu düşünülmüştür. Çalışma şekilleri ve fizyolojik özellikleri bakımından değişiklik gösteren bu iki akım türününuzak organ hasarı ve buna bağlı olarak hasta üzerindeki postoperatif dönem farklarının gözlenmesi konusunda bir fikir birliğine varılamamıştır (2,3). Yakın kızılötesi spektroskopisi (NIRS) serebral oksijen saturasyonunu gözlemlemek için kullanılan tıbbi bir cihazdır. Açık kalp cerrahisinde kullanılan EKD prosedürünün dolaşım fizyolojisine yan etkileri olduğu ve özellikle de doku oksijenasyonuna en çok ihtiyacı olan organların başında gelen beynin serebral dolaşımına da birtakım yan etkileri olduğu bilinmektedir. Serebral dolaşımdaki bir takım dalgalanmaların NIRS ile gözlemlenmesi, postoperatif sonuç tablolarını olumlu yönde etkilediğinin görülmesi NIRS'ın açık kalp cerrahisinde kullanım alanı bulmasını sağlamıştır (4). Bu retrospektif çalışmada EKD sürecinde serebral kan akımına (SKA) farklı etkileri olan pulsatil ve non-pulsatil akım türlerinin birbirlerine üstünlüklerinin karşılaştırılması hedeflenmiştir.

Gereç ve Yöntemler

Bu çalışmamız Sağlık Bilimleri Üniversitesi, İstanbul Mehmet Akif Ersoy Göğüs Kalp ve Damar Cerrahisi Eğitim ve Araştırma

Hastanesi'nde kardiyopulmoner bypass (KPB) prosedürü uygulanarak koroner arter bypass greft ameliyatı olan 60 yetişkin hasta üzerinde retrospektif biçimde yapılmıştır. Etik kurul onayı, Sağlık Bilimleri Üniversitesi, İstanbul Mehmet Akif Ersoy Göğüs Kalp ve Damar Cerrahisi Eğitim ve Araştırma Hastanesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 30.05.2019 tarihinde 2019-32 karar numarası ile alınmıştır.

Hem pulsatil hem de non-pulsatil akım için roller pompa (Stöckert SV, Sorin Group Deutschland GMBH, München) kullanıldı. Hastalar EKD esnasında kros klemp süresince pulsatil akım uygulanan grup 1 (n=30), non-pulsatil akım kullanılan grup 2 (n=30) şeklinde ayrılmıştır. Çalışmaya alınan hastalar için EKD öncesi, kros klemp öncesi, kros klemp 10. dakika ve EKD sonu serebral NIRS değerleri incelenecektir. Hastaların kreatinin, kan üre nitrojen (BUN), aspartat aminotransferaz (AST), alanine aminotransferaz (ALT) değerleri preoperatif, postoperatif 24. saat olarak takip edilecektir. Kan gazı pH ve laktat değerleri EKD öncesi, EKD sonu ve postoperatif 2. saat biçiminde gözlemlenecektir. Aynı şekilde hastaların preoperatif ejeksiyon fraksiyonu (EF), postoperatif EF ve ekstübasyon süreleri, yoğun bakım (YB) ünitesinden çıkış süreleri ve taburculuk gün sayıları değerlendirilecektir.

Hastaların Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri

Bu çalışmaya ilk kez opere olacak hastalar, EKD prosedürü ile koroner arter bypass greft ameliyatı yapılacak yetişkin hastalar, Karotis darlığı veya akım kısıtlayıcı plakları bulunmayan hastalar, Santral kanülasyon tekniği ile ameliyat olan hastalar, elektif şartlarda opere olan hastalar ve sistemik herhangi hastalığı bulunmayan hastalar dahil edilmiştir. Belirtilen koşulları teşkil etmeyen hastalar çalışmaya dahil edilmemiştir.

İstatistiksel Analiz

Yapılan power analizinde çalışma gücünün %90 değerinin üzerinde olması için; %5 anlamlılık düzeyinde çalışma grubu 30, kontrol grubu 30 hasta olmak üzere 60 hastaya ulaşılması planlanmaktadır. İstatistiksel analizler SPSS (IBM SPSS Statistics 24) programı kullanılarak yapılmıştır. Bulguların yorumlanmasında frekans tabloları ve tanımlayıcı istatistiklerden kullanılmıştır. İki bağımsız grup arasında verilerin analizinde

t-testi, bağımlı üç veya daha fazla grubun ölçüm değerleri ile karşılaştırılmasında "Repeated Measures" test (F-tablo değeri) yöntemi tercih edilmiştir. Üç veya daha fazla grup için anlamlı fark elde edilen değişkenlerin ikili karşılaştırmaları için Bonferroni düzeltmesi yapılmıştır. Normal dağılıma uygun olmayan ölçüm değerleri için parametrik olmayan yöntemler kullanılmıştır. Parametrik olmayan yöntemlere uygun şekilde, iki bağımsız grubun ölçüm değerleriyle karşılaştırılmasında "Mann-Whitney U" test (Z- tablo değeri), bağımlı üç veya daha fazla grubun ölçüm değerleri ile karşılaştırılmasında "Friedman" test (χ^2 -tablo değeri) yöntemi kullanılmıştır. Üç veya daha fazla grup için anlamlı fark çıkan değişkenlerin ikili karşılaştırmaları için Bonferroni düzeltmesi uygulanmıştır.

İki nitel değişkenin ilişkilerinin incelenmesinde " χ^2 " çapraz tabloları kullanılmıştır.

Bulgular

Pulsatil grupları ile cinsiyet ve mortalite arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki yoktur ($p>0,05$). Gruplara göre cinsiyetlerin homojen dağıldığı belirlenmiştir (Tablo 1). Gruplara göre yaş, EKD, kros zamanı, vücut yüzey alanı, YB süresi ve hastane süresi açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktur ($p>0,05$). Gruplara göre ventilasyon süresi açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($Z=-2,051$; $p=0,040$). Non-pulsatil olanların ventilasyon süresi, pulsatil olanlara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksektir (Tablo 2).

Pulsatil olanların preop-postop BUN değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($Z=-2,693$; $p=0,007$). Pulsatil olanların postop BUN değerleri, preop BUN değerlerine göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha

Tablo 1. Gruplara göre bazı parametrelerin ilişkilerinin incelenmesi

Değişken (n=60)	Pulsatil (-) (n=30)		Pulsatil (+) (n=30)		İstatistiksel analiz*
	n	%	n	%	
Cinsiyet					
Kadın	6	20,0	4	13,3	$\chi^2=0,120$
Erkek	24	80,0	26	86,7	$p=0,729$
Mortalite					
Yok	29	96,7	30	100,0	$\chi^2=0,000$
Var	1	3,3	-	-	$p=1,000$

*İki nitel değişkenin ilişkilerinin incelenmesinde " χ^2 " çapraz tabloları kullanılmıştır

Tablo 2. Gruplara göre bazı parametrelerin karşılaştırılması

Değişken (n=60)	Pulsatil (-) (n=30)		Pulsatil (+) (n=30)		İstatistiksel analiz*
		Ortalama Min-maks		Ortalama Min-maks	
Yaş	61,13±11,02	61,0 (42,0-84,0)	63,37±7,86	63,0 (52,0-82,0)	$t=-0,904$ $p=0,370$
KPB zaman	69,40±18,95	67,0 (44,0-118,0)	70,70±20,20	68,0 (42,0-113,0)	$z=-0,259$ $p=0,796$
Kros zaman	37,30±17,67	34,5 (18,0-102,0)	36,53±14,67	33,0 (19,0-76,0)	$z=-0,030$ $p=0,976$
BSA	1,93±0,16	1,9 (1,6-2,3)	1,92±0,16	1,9 (1,7-2,3)	$t=0,153$ $p=0,879$
Ventilasyon süresi	10,47±4,15	9,0 (5,0-20,0)	9,83±7,84	7,0 (5,0-48,0)	$z=-2,051$ $p=0,040$
YB süresi	28,27±10,03	26,0 (17,0-46,0)	29,30±19,81	22,0 (16,0-120,0)	$z=-0,616$ $p=0,538$
Hastane süresi	6,63±1,59	7,0 (1,0-9,0)	6,57±1,74	6,0 (5,0-12,0)	$z=-1,160$ $p=0,246$

*Normal dağılıma sahip olan iki bağımsız grubun ölçüm değerleriyle karşılaştırılmasında "Independent sample t-test" (t-tablo değeri); normal dağılıma sahip olmayan iki bağımsız grubun ölçüm değerleriyle karşılaştırılmasında "Mann-Whitney U" test (z-tablo değeri) istatistikleri kullanılmıştır.

BSA: Vücut yüzey alanı, YB: Yoğun bakım, Min-maks: Minimum-maksimum, KPB: Kardiyopulmoner bypass

yüksektir. Non-pulsatil olanların preop-postop BUN değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktur ($p>0,05$). Non-pulsatil olanların preop-postop AST değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($Z=-3,462$; $p=0,001$). Non-pulsatil olanların postop AST değerleri, preop AST değerlerine göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksektir. Pulsatil olanların preop-postop AST değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktur ($p>0,05$). Pulsatil olanların preop-postop ALT değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($Z=-2,644$; $p=0,008$). Pulsatilolanların postop ALT değerleri, preop ALT değerlerine göre

istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşüktür. Non-pulsatil olanların preop-postop ALT değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktur ($p>0,05$). Pulsatil olanların preop-postop EF değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($Z=-3,742$; $p=0,000$). Pulsatil olanların postop EF değerleri, preop EF değerlerine göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşüktür. Non-pulsatil olanların preop-postop EF değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktur ($p>0,05$) (Tablo 3).

Gruplara göre EKD öncesi, kros klemp öncesi, kros klemp 10. dk, EKD çıkış değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı

Tablo 3. Gruplara göre bazı parametrelerin karşılaştırılması

Değişken (n=60)	Pulsatil (-) (n=30)		Pulsatil (+) (n=30)		İstatistiksel analiz* Olasılık
		Ortalama Min-maks		Ortalama Min-maks	
BUN (pre-op)	19,43±11,23	15,0 (8,0-53,0)	17,60±5,54	16,5 (10,0-34,0)	$z=-0,489$ $p=0,625$
BUN (post-op)	18,20±6,88	17,0 (9,0-35,0)	19,47±6,45	18,5 (9,0-37,0)	$z=-0,874$ $p=0,382$
Analiz	$z=-0,674$	-	$z=-2,693$	-	-
Olasılık	$p=0,500$	-	$p=0,007$	-	-
Kreatinin (pre-op)	0,96±0,39	0,9 (0,5-2,0)	0,99±0,29	0,9 (0,6-1,9)	$z=-10,95$ $p=0,274$
Kreatinin (post-op)	1,02±0,36	0,9 (0,5-2,0)	1,02±0,27	1,0 (0,6-1,6)	$z=-0,458$ $p=0,647$
Analiz	$Z=-1,374$	-	$Z=-0,465$	-	-
Olasılık	$p=0,170$	-	$p=0,642$	-	-
AST (pre-op)	21,80±20,88	16,0 (10,0-125,0)	23,80±15,73	18,0 (11,0-85,0)	$z=-1,297$ $p=0,195$
AST (post-op)	29,50±14,44	24,0 (13,0-83,0)	26,13±7,83	25,5 (12,0-45,0)	$z=-0,407$ $p=0,684$
Analiz	$Z=-3,462$	-	$Z=-1,915$	-	-
Olasılık	$p=0,001$	-	$p=0,055$	-	-
ALT (pre-op)	20,47±14,30	16,0 (9,0-74,0)	22,90±13,86	19,0 (8,0-69,0)	$z=-1,177$ $p=0,239$
ALT (post-op)	20,63±13,81	16,0 (7,0-69,0)	16,97±6,22	16,5 (5,0-29,0)	$z=-0,348$ $p=0,728$
Analiz	$z=-0,673$	-	$z=-2,644$	-	-
Olasılık	$p=0,501$	-	$p=0,008$	-	-
EF (pre-op)	55,83±9,20	60,0 (25,0-65,0)	56,33±7,98	60,0 (30,0-65,0)	$z=-0,061$ $p=0,951$
EF (post-op)	54,33±8,17	55,0 (30,0-65,0)	54,00±8,03	55,0 (30,0-65,0)	$z=-0,161$ $p=0,872$
Analiz	$z=-1,427$	-	$z=-3,742$	-	-
Olasılık	$p=0,154$	-	$p=0,000$	-	-

*Normal dağılıma sahip olmayan iki bağımsız grubun ölçüm değerleriyle karşılaştırılmasında "Mann-Whitney U" test (z-tablo değeri); iki bağımlı grubun ölçüm değerleriyle karşılaştırılmasında "Wilcoxon" test (z-tablo değeri) istatistikleri kullanılmıştır.

Min-maks: Minimum-maksimum, ALT: Alanine aminotransferaz, AST: Aspartat aminotransferaz, EF: Ejeksiyon fraksiyonu, BUN: Kan üre nitrojen

farklılık yoktur ($p>0,05$). Non-pulsatil grubundaki hastaların süreçlere göre NIRS değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($F=20,942$; $p=0,000$). Anlamlı farkın hangi gruptan kaynaklandığını tespit etmek için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; EKD öncesi NIRS değerleri ile kros klemp öncesi ve kros klemp 10. dk NIRS değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. EKD öncesi NIRS değerleri, kros klemp öncesi ve kros klemp 10. dk NIRS değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksektir. Aynı şekilde, EKD çıkış NIRS değerleri ile kros klemp öncesi ve kros klemp 10. dk NIRS değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. EKD çıkış NIRS değerleri, kros klemp öncesi ve kros klemp 10. dk NIRS değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksektir.

Pulsatil grubundaki hastaların süreçlere göre NIRS değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($F=14,660$; $p=0,000$). Anlamlı farkın hangi gruptan kaynaklandığını tespit etmek için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; EKD öncesi NIRS değerleri ile kros klemp öncesi ve kros klemp 10. dk NIRS değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. EKD öncesi NIRS değerleri, kros klemp öncesi ve kros klemp 10. dk NIRS değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksektir. Aynı şekilde, EKD çıkış NIRS değerleri ile kros klemp öncesi ve kros klemp 10. dk NIRS değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. EKD çıkış NIRS değerleri, kros klemp öncesi ve kros klemp 10. dk NIRS değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksektir (Tablo 4). Non-pulsatil olanların süreçlere göre pH değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($p<0,05$). Non-pulsatil olanların pH (EKD öncesi) değeri, pH (EKD sonrası) ve pH (YB) değerlerinden

istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksektir. Pulsatil olanların süreçlere göre pH değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($p<0,05$). Pulsatil olanların pH (EKD öncesi) değeri, pH (EKD sonrası) ve pH (YB) değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksektir. Aynı şekilde, pulsatil olanların pH (EKD sonrası) değerleri, pH (YB) değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksektir. Pulsatil gruplarına göre EKD öncesi laktat değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($Z=-2,344$; $p=0,019$). Non-pulsatil olanların laktat EKD sonrası değerleri, pulsatil olanlara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksektir. Pulsatil gruplarına göre EKD sonrası laktat değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktur ($p>0,05$).

Pulsatil gruplarına göre YB laktat değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($Z=-3,082$; $p=0,002$). Non-pulsatil olanların laktat YB değerleri, pulsatil olanlara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksektir. Non-pulsatil olanların süreçlere göre laktat değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($p<0,05$). Non-pulsatil olanların laktat (EKD öncesi) değeri, laktat (EKD sonrası) ve laktat (YB) değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşüktür. Pulsatil olanların süreçlere göre laktat değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($p<0,05$). Pulsatil olanların laktat (EKD öncesi) değeri, laktat (EKD sonrası) ve laktat (YB) değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşüktür. Pulsatil gruplarına göre EKD öncesi venöz laktat değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($Z=-2,292$; $p=0,022$). Non-pulsatil olanların venöz laktat EKD öncesi değerleri, pulsatil olanlara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksektir. Pulsatil

Tablo 4. Gruplara göre NIRS değerlerinin karşılaştırılması

NIRS (n=60)	Pulsatil (-) (n=30)		Pulsatil (+) (n=30)		İstatistiksel analiz*
		Ortalama Min-maks		Ortalama Min-maks	
KPB öncesi	65,37±11,81	66,5 (44,0-94,0)	64,17±11,20	64,5 (42,0-92,0)	t=0,404 p=0,688
Kros klemp öncesi	59,90±10,55	59,5 (39,0-84,0)	60,03±9,47	59,5 (44,0-80,0)	t=-0,051 p=0,959
Kros klemp 10. dk	57,30±9,55	56,5 (42,0-79,0)	57,77±8,46	55,5 (41,0-74,0)	t=-0,200 p=0,842
KPB çıkış	64,63±8,78	63,0 (47,0-86,0)	63,67±9,12	66,0 (45,0-81,0)	t=0,418 p=0,677
Analiz	F=20,942	-	F=14,660	-	-
Olasılık	p=0,000	-	p=0,000	-	-
Fark	(1-2,3) (4-2,3)	-	(1-2,3) (4-2,3)	-	-

*Normal dağılıma sahip olan iki bağımsız grubun ölçüm değerleriyle karşılaştırılmasında "Independent sample t-test" (t-tablo değeri); üç veya daha fazla bağımlı grubun ölçüm değerleriyle karşılaştırılmasında "Repeated Measures" test (F-tablo değeri) istatistikleri kullanılmıştır.

Min-maks: Minimum-maksimum, KPB: Kardiyopulmoner bypass, NIRS: Yakın kızılötesi spektroskopisi

gruplarına göre EKD sonrası venöz laktat değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($Z=-2,181$; $p=0,029$). Non-pulsatil olanların venöz laktat postop değerleri, pulsatil olanlara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksektir. Non-pulsatil olanların EKD öncesi-sonrası venöz laktat değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($Z=-4,476$; $p=0,000$). Non-pulsatil olanların EKD sonrası venöz laktat değerleri, EKD öncesi laktat değerlerine göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksektir. Pulsatil olanların EKD öncesi-sonrası venöz laktat değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($Z=-4,443$; $p=0,000$). Pulsatil olanların EKD sonrası venöz laktat değerleri, EKD öncesi laktat değerlerine göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksektir (Tablo 5).

Tartışma

Yıllarca KPB'nin zararlarını en aza indirmek için çeşitli yöntemler geliştirilmiş ve başarı ile yapılmıştır. EKD esnasında iskemiye en duyarlı olan organlardan biri beyindir. Beyin ortalama arteriyel basınçtaki değişikliklere SKA'yı sabit tutarak yanıt verir. Ortalama arteriyel basınç 60-150 mmHg arasında olduğu sürece beyindeki kan akımı sabit kalabilir. Kalp cerrahisi sonrası en önemli mortalite sebeplerinden biri nörolojik komplikasyonlardır. Bu basınç aralığının altında veya üstündeki değerlerde nörolojik komplikasyon meydana gelebilmektedir.

Roller pompalardaki pulsatil akım ilk olarak özellikle 1980'li yıllarda kullanılmaya başlandı. Wright'ın (5) çalışmasında 130-200 mL/kg/dk arasında akım hızı tutulmuş olup pulsatil dolaşımın ek bir avantajı olmadığını belirtmiştir. Pulsatil akımı

Tablo 5. Gruplara göre kan gazı sonuçlarının karşılaştırılması

Değişken (n=60)	Pulsatil (-) (n=30)		Pulsatil (+) (n=30)		İstatistiksel analiz*
		Ortalama Min-maks		Ortalama Min-maks	
pH (KPB öncesi)	7,44±0,05	7,4 (7,3-7,5)	7,45±0,04	7,5 (7,4-7,5)	t=-1,354 p=0,181
pH (KPB sonrası)	7,42±0,06	7,4 (7,3-7,6)	7,42±0,05	7,4 (7,3-7,5)	t=-0,540 p=0,591
pH (YB)	7,39±0,05	7,4 (7,3-7,5)	7,39±0,03	7,3 (7,4-7,5)	z=-0,342 p=0,732
Analiz	F=10,653	-	$\chi^2=21,930$	-	-
Olasılık	p=0,000	-	p=0,000	-	-
Fark	(1-2,3)	-	(1-2,3) (2-3)	-	-
Laktat (KPB öncesi)	1,16±0,37	1,1 (0,7-2,3)	0,93±0,34	0,9 (0,3-1,6)	z=-2,344 p=0,019
Laktat (KPB sonrası)	1,84±0,81	1,7 (0,7-4,3)	1,55±0,68	1,4 (0,8-3,6)	z=-1,930 p=0,054
Laktat (YB)	2,63±1,85	1,9 (0,8-8,9)	1,51±0,75	1,3 (0,3-3,8)	Z=-3,083 p=0,002
Analiz	$\chi^2=30,200$	-	$\chi^2=19,210$	-	-
Olasılık	p=0,000	-	p=0,000	-	-
Fark	(1-2,3)	-	(1-2,3)	-	-
Venöz laktat (KPB öncesi)	1,26±0,43	1,2 (0,3-2,3)	1,02±0,32	1,0 (0,4-1,7)	z=-2,292 p=0,022
Venöz laktat (KPB sonrası)	1,99±0,82	1,9 (0,8-4,8)	1,64±0,68	1,4 (0,9-3,7)	z=-2,181 p=0,029
Analiz	z=-4,476	-	z=-4,443	-	-
Olasılık	p=0,000	-	p=0,000	-	-

*Normal dağılıma sahip olan iki bağımsız grubun ölçüm değerleriyle karşılaştırılmasında "Independent sample t-test" (t-tablo değeri); üç veya daha fazla bağımlı grubun ölçüm değerleriyle karşılaştırılmasında "Repeated Measures" test (F-tablo değeri) istatistikleri kullanılmıştır. Normal dağılıma sahip olmayan iki bağımsız grubun ölçüm değerleriyle karşılaştırılmasında "Mann-Whitney U" test (z-tablo değeri); iki bağımlı grubun ölçüm değerleriyle karşılaştırılmasında "Wilcoxon" test (z-tablo değeri) ve üç veya daha fazla bağımlı grubun ölçüm değerleriyle karşılaştırılmasında "Friedman" test (z-tablo değeri) istatistikleri kullanılmıştır.

KPB: Kardiyopulmoner bypass, YB: Yoğun bakım, Min-maks: Minimum-maksimum

roller pompalarda kan hücrelerini normalin üzerinde hemolize uğratması negatif unsurlardandır; az tercih edilmesindeki bir diğer sebep ise yapay oluşturulan pulsatilitenin oksijenatör girişi ve çıkışı ile arteriyel hat boyunca aort kanülünde standartın belli bir oran üzerinde oluşturduğu yüksek basınçtır. Çalışmamızda pulsatil akım uygulanan hasta grubunda santral aort kanülasyonu ile kros klemp boyunca aort basıncında yüzde 15-20 oranında artış gözlemlenmiştir. EKD'de Hornick ve Taylor'un (6) yaptığı çalışmalarda bazı durumlarda pulsatil perfüzyonun daha faydalı olabileceği öngörülmüş; miyokardiyal iskemi ve enfarktüs riski yüksek olan hastalarda, karotis arter stenozu olan hastalarda, kronik böbrek yetmezliği ve karaciğer yetmezliği olan hastalarda ve arter kaynaklı hipertansiyon hastalarında pulsatil çalışmanın daha etkili olacağı önerilmiştir. KPB sonrası belli oranlarda renal hasar sık karşılaşılan komplikasyonlardandır. EKD'nin böbrek üzerindeki olumsuz etkilerini en aza indirmek için birçok farmakolojik ve non-farmakolojik böbrek koruyucu yöntem denenmiştir. Bu yöntemlerden birisi de, EKD sırasında vücudun doğasına uygun olarak, dolaşımın pulsatil akım şeklinde uygulanmasıdır (6). Çalışmamızda her iki grup için preoperatif ve postoperatif 24. saat kreatinin ve BUN değerleri arasında anlamlı farklılık gözlemlenmemiştir. Öztürk'ün (7) gerçekleştirdiği çalışmanın biyokimyasal verilerine göre pulsatil ve non-pulsatil iki hasta grubunda istatistiksel biçimde anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. İki çeşit akım uygulanan hasta gruplarında da laktat dehidrogenaz, AST, ALT, direkt ve indirekt bilirubin düzeylerinin artış eğiliminde olduğu görülmüştür. Karaciğer fonksiyon testlerinde yükselme tespit edilmiştir ancak; akım türünden çok, EKD'ye bağlı bir komplikasyon olarak geliştiği sonucuna varmıştır. Bu etkilerin karaciğerin kendini onarım ve yenileme becerisine bağlı olarak geçici olduğu fikrine varmışlardır. Çalışmamızda her iki grupta preoperatif ve postoperatif 24. saat AST ve ALT değerlerinde anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Kan gazı laktat ve pH ölçümleri yeterli oksijen sunumunu değerlendirmek için rutin uygulamalar arasında yer alır. Louagie ve ark.'nın (8) çalışmasında EKD sırasında ve sonrasında kan laktat seviyelerinde bir miktar artış gözlemlendi, ancak bu akımın pulsatil ya da non-pulsatil olmasından etkilenmedi. Çalışmamızda EKD öncesi ve EKD sonrası ile postoperatif 2. saat arteriyel kan gazı pH değerlerinde her iki grup arasında anlamlı farklılık gözlemlenmemiştir. Ancak her iki grup arasında postoperatif 2. saat YB arteriyel ve venöz kan gazı laktat düzeyleri karşılaştırılmıştır. Her iki grup arasında postoperatif 2. saat venöz laktat değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($p=0,029$). Non-pulsatil akım uygulanan hastaların postoperatif 2. saat arteriyel ve venöz kan gazı laktat değerleri, pulsatil akım uygulanan hasta grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

Serebral otopregülasyon normal sıcaklıkta ortalama arter basıncı 55-60 mmHg altına düşerse sağlanamaz. Hipotermide

ise metabolizma hızı azaldığından beyin oksijeni daha verimli kullanır. İskemik nöronlardan salınan eksitatör maddeler hipotermi de artar (9). Öztürk'ün (7) yaptığı çalışmada koroner arter bypass ameliyatı olan erişkin hastalardaki pulsatil ve non-pulsatil gruplarda yapılan serebral NIRS ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. Sadece NIRS cihazı ile yapılan başka bir çalışmada da pulsatilitenin serebral oksijenizasyonu değiştirmede gösterilmiştir. Grubhofer ve ark.'nın (10) yaptığı çalışmada NIRO 500, Hamamatsu Photonics Corp, Osaka, Japan adlı NIRS cihazı kullanılmış olup, EKD'deki sıcaklık azaltılması dönemini takiben istatistiksel değişiklik gözlenmemiştir. Bizim çalışmamızda Invons Somanetic markalı NIRS cihazı ile frontal loba yerleştirilen tek prob ile yapılan anestezi öncesi, sternotomi sonrası yaklaşık 5. dk'da, kros klemp sonrası yaklaşık 10. dk'da, pompadan çıkışta yaklaşık 10 dk sonra yapılan ölçümler yapıldı. Her iki grupta kaydedilen EKD öncesi NIRS değerleri, kros klemp öncesi ve kros klemp sonrası NIRS değerlerinden yüksektir. Aynı her iki grupta kaydedilen EKD sonrası NIRS değerleri, kros klemp öncesi ve kros klemp sonrası NIRS değerlerinden daha yüksektir. Ancak iki grup birbirleri arasında karşılaştırıldığında gruplara göre EKD öncesi, kros klemp öncesi, kros klemp sonrası ve EKD sonrası serebral NIRS değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p>0,05$).

EKD prosedürü uygulanan hastalarda postoperatif mortalite ve morbiditenin en büyük sebepleri arasında nörolojik problemler de yer alır. Çalışmamızda YB'den çıkış ve hastaneden taburcu olma süreleri açısından her iki grup karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Ancak gruplara göre YB ventilasyon süresi açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($p=0,040$). Non-pulsatil akım uygulanan hastaların YB ventilasyon süresi, pulsatil akım uygulanan hasta grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

Sonuç

Yapmış olduğumuz çalışmamız sonucunda göre farklı akım çeşidi uygulanan iki hasta grubu için postoperatif 2. saat kan gazı sonuçlarına göre, non-pulsatil akım uygulanan hastaların postoperatif 2. saat arteriyel ve venöz kan gazı laktat değerleri; pulsatil akım uygulanan hasta grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca her iki grup arasında YB ventilasyon süresi açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($p=0,040$). Non-pulsatil akım uygulanan hastaların YB ventilasyon süresi, pulsatil akım uygulanan hasta grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Bunların dışında iki grup arasında hastaların YB kalış süreleri, hastane kalış süreli, pre-op ve post-op kreatinin, BUN, AST, ALT, pH ve EF'leri ile; EKD öncesi, kros klemp öncesi, kros klemp sonrası 10. dk, EKD sonrası serebral NIRS değerleri arasında anlamlı farklılıklar

gözlenmemiştir. Sonuç olarak bu çalışmamızda non-pulsatil akım ile pulsatil akımın serebral NIRS üzerinde birbirleri arasında üstünlüğü gözlemlenmemiştir. Ancak postoperatif 24. saat arteriyel ve venöz kan gazı sonuçlarına göre pulsatil akım uygulanan hastaların laktat seviyelerinin anlamlı olarak daha düşük olduğu gözlemlenmiştir, ayrıca; ventilasyon süresi açısından pulsatil akım uygulanan hastaların daha erken ekstübe olduğu tespit edilmiştir. Ancak bu durumun her iki grup hastalarının YB kalış sürelerini ve hastane kalış sürelerini anlamlı olarak etkilemediği gözlemlenmiştir. Çalışmaya dahil edilecek uygun hasta sayısının azlığı, cerrahi ekipler açısından akım modelinin tercih edilme tereddütleri ve yeterli ekipman eksikliği çalışmamızın kısıtlayıcı unsurlarındandır. Hastaların kognitif fonksiyonlarının karşılaştırılması dal uzmanının eksikliğinden dolayı yapılamadı. Kros klemp süresi uzadıkça nörolojik ve kognitif fonksiyonlarının değerlendirilmesi daha uygun olabilirdi ancak çalışmamızda kros klemp süresinin kısa olması ve hastalarımızda bu yönden bir patoloji durumuna rastlanmamıştır. Çalışmamızın elde edilen bulgularının değerlendirilerek desteklenmesi, daha geniş ölçekli klinik ve daha detaylı deneysel çalışmalar yapılması gerektiğini tavsiye etmekteyiz.

Not: Bu çalışma Samet Demir'in "Erişkin Kalp Cerrahisinde Kardiyopulmoner Bypass Sırasındaki Pulsatil ve Non-Pulsatil Akım Seçiminin Serebral NIRS Üzerine Etkisi" başlıklı Yüksek Lisans Tezinden üretilmiştir.

Etik

Etik Kurul Onayı: Etik kurul onayı, Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Mehmet Akif Ersoy Göğüs Kalp ve Damar Cerrahisi Eğitim ve Araştırma Hastanesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 30.05.2019 tarihinde 2019-32 karar numarası ile alınmıştır.

Hasta Onayı: Retrospektif çalışma.

Hakem Değerlendirmesi: Editörler kurulu dışında olan kişiler tarafından değerlendirilmiştir.

Yazarlık Katkıları

Konsept: S.D., R.B., O.Ş., Dizayn: S.D., R.B., O.Ş., Veri Toplama veya İşleme: S.D., R.B., O.Ş., Analiz veya Yorumlama: S.D., R.B., O.Ş., Litaratür Arama: S.D., Yazan: S.D.

Çıkar Çatışması: Yazarlar tarafından çıkar çatışması bildirilmemiştir.

Finansal Destek: Yazarlar tarafından finansal destek almadıkları bildirilmiştir.

Kaynaklar

1. Passaroni AC, Silva MA, Yoshida WB. Cardiopulmonary bypass: development of John Gibbon's heart-lung machine. *Rev Bras Cir Cardiovasc* 2015;30(2):235-245.
2. Lindberg H, Svennevig JL, Lilleaasen P, Vatne K. Pulsatile vs. non-pulsatile flow during cardiopulmonary bypass. A comparison of early postoperative changes. *Scand J Thorac Cardiovasc Surg* 1984;18(3):195-201.
3. Tovedal T, Thelin S, Lennmyr F. Cerebral oxygen saturation during pulsatile and non-pulsatile cardiopulmonary bypass in patients with carotid stenosis. *Perfusion* 2016;31(1):72-77.
4. Redlin M, Boettcher W, Huebler M, Berger F, Hetzer R, Koster A, et al. Detection of lower torso ischemia by near-infrared spectroscopy during cardiopulmonary bypass in a 6.8-kg infant with complex aortic anatomy. *Ann Thorac Surg* 2006;82(1):323-325.
5. Wright G. Hemodynamic analysis could resolve the pulsatile blood flow controversy. *Ann Thorac Surg* 1994;58(4):1199-1204.
6. Hornick P, Taylor K. Pulsatile and nonpulsatile perfusion: the continuing controversy. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 1997;11(3):310-315.
7. Öztürk S, Koroner arter baypas greftleme operasyonlarında pulsatil ve nonpulsatil akımın sistematik etkilerinin karşılaştırılması. Uzmanlık Tezi. Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Kalp Damar Cerrahisi Anabilim Dalı, Denizli: 2011.
8. Louagie YA, Gonzalez M, Collard E, Mayné A, Gruslin A, Jamart J, et al. Does flow character of cardiopulmonary bypass make a difference? *J Thorac Cardiovasc Surg* 1992;104(6):1628-1638.
9. Shaaban Ali M, Harmer M, Kirkham F. Cardiopulmonary bypass temperature and brain function. *Anaesthesia* 200560(4):365-372.
10. 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.