

Ekstra korporeal dolaşım da pulsatil ve non-pulsatil akım formlarının postoperatif seyir üzerine etkisi

Postoperative clinical course of pulsatile and non-pulsatile blood flow during extracorporeal circulation

Mehmet Aykulteli, Taner Değirmenci, Ünal Açık el

Gönderilme tarihi:02.11.2021

Kabul tarihi:06.12.2021

Öz

Amaç: Çalışmamızda, kardiyak cerrahide uygulanan ekstra korporeal dolaşım yöntemleri olan pulsatil (p) ve nonpulsatil (np) akım formlarının ameliyat sonrası hemodinami, laboratuvar değerleri, hastanede kalış süresi, mortalite ve morbidite üzerine etkilerini araştırmayı amaçladık.

Gereç ve yöntem: Çalışmamıza 96 (%55,2)'sı erkek 78 (%44,8)'i kadın olmak üzere toplam 174 hasta alındı. Hastalar nonpulsatil (Grup I) ve pulsatil (Grup II) şekilde iki gruba ayrıldı. Çalışmamızda kros klemp süresi de uzun olan pulsatil grupta perfüzyonun bozulma belirteçleri olan kan gazı laktat ve AST düzeyleri çalışıldı.

Bulgular: Çalışmamızda pulsatil grupta perfüzyonun bozulma belirteçleri olan kan gazı laktat ve AST düzeylerinde artış saptandı. Pulsatil akımlı KPB'de nonpulsatil uygulamaya göre kros klemp süresi ve KPB süresinde uzamanın, doku hipoperfüzyonunun, hastanede yatış süresinin daha fazla olduğu saptandı.

Sonuç: Kros klemp ve KPB sürelerindeki uzama genellikle yapılan cerrahi işlemin tipi, zorluğu ve hastanın özellikleri ile ilişkili olup bu uzama cerrahi işlemi uygulayan hekimin, uzun sürmesi olası olan veya postoperatif komplikasyon beklentisi daha fazla olan hastalarda pulsatil çalışma tercihi nedeniyledir. Bu çalışmada pulsatile farkının bu duruma yol açması beklenmeyen bir durum olarak düşünülmüştür. KPB süresinin azaltılması ve pulsatil akımın seçilmiş uygun hastalarda yapılacak geniş çaplı, prospektif ve randomize çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır.

Anahtar kelimeler: By-pass, ekstra korporeal dolaşım, nonpulsatil perfüzyon, pulsatil perfüzyon.

Aykulteli M, Değirmenci T, Açık el Ü. Ekstra korporeal dolaşım da pulsatil ve non-pulsatil akım formlarının postoperatif seyir üzerine etkisi. Pam Tıp Derg 2022;15:159-167.

Abstract

Purpose: In our study, we aimed to investigate the effects of extracorporeal circulation with pulsatile and nonpulsatile (np) flow forms on the hemodynamics, laboratory results, hospital stay, mortality and morbidity rates of cardiac surgery.

Materials and methods: A total of 174 patients were enrolled, 96 (%55.2) of whom were male and 78 (%44.8) were female. The patients were divided into two groups, nonpulsatile (Group I) and pulsatile (Group II).

Results: In our study, blood gas lactate and AST levels, which are indicators of perfusion deterioration in the pulsatile group. In pulsatile perfusion CPB, the duration of cross-clamp, tissue hypoperfusion, and hospital stays were found to be higher than nonpulsatile CPB.

Conclusion: We think that this increase in the markers of perfusion deterioration in the pulsatile group is related to the cross clamp and the duration of the pump, which are prolonged from the pulsatile difference. The prolongation of clamp and pump time is usually related to the type of surgical procedure, the difficulty, and the characteristics of the patient, and this is the preferred reason for the pulsatile operation of the physician performing the surgical procedure in patients who are likely to have a long or long postoperative complication. In this study, it was considered unexpected that the difference in pulsatility caused this situation. There is a need to reduce the duration of CPB and to have large, prospective and randomized studies of pulsatile currents in selected eligible patients.

Key words: Bypass, extra corporeal circulation, nonpulsatile perfusion, pulsatile perfusion.

Aykulteli M, Degirmenci T, Acıkel U. Postoperative clinical course of pulsatile and non-pulsatile blood flow during extracorporeal circulation. Pam Med J 2022;15:159-167.

Mehmet Aykulteli, Perfüzyonist, Denizli Özel Sağlık Hastanesi, Kalp-Damar Cerrahisi Kliniği, Denizli, Türkiye, e-posta: maykulteli@hotmail.com (<https://orcid.org/0000-0002-5051-5606>)

Taner Değirmenci, Uzm. Dr. Denizli Özel Sağlık Hastanesi, Psikiyatri Kliniği, Denizli, Türkiye, e-posta: Taner75@gmail.com (<https://orcid.org/0000-0002-6810-9710>) (Sorumlu Yazar)

Ünal Açık el, Prof. Dr. Denizli Özel Sağlık Hastanesi, Kalp-Damar Cerrahisi Kliniği, Denizli, Türkiye, e-posta: maykulteli@gmail.com (<https://orcid.org/0000-0002-3474-0176>)

Giriş

Ekstra korporeal dolaşım yöntemi pulsatil veya nonpulsatil şekilde uygulanabilmektedir. Normal kardiyak dolaşım pulsatil iken nonpulsatil akım formu ile uygulanan ekstra korporeal dolaşımın daha az fizyolojik olarak görülmektedir. Bu nedenle diğer akım formu olan pulsatil akımın kardiyak fizyolojiye daha uygun dolaşım tekniği olduğu düşünülmüştür [1, 2].

Bu çalışmada, pulsatil ve nonpulsatil ekstra korporeal dolaşım (KPB) sırasındaki kan gazı değerleri (pH, Laktat, Hematokrit), ekstra korporeal dolaşım ve postoperatif dönemdeki idrar çıkışları, ameliyat sonrasında intraaortik balon kullanım gereksinimi, yoğun bakımda kalış süresi, yoğun bakımdaki kanama durumu, postoperatif dönemdeki organ hasarı (AST, ALT, Kreatin, Üre, Hemoglobin, Hematokrit, PLT sonuç değerleri) ve enfeksiyon gelişimi ve inflamasyon (Sedimentasyon) belirteçleri üzerine etkileri ile hastanede toplam kalış süreleri arasında ilişkinin araştırılması planlanmıştır.

Gereç ve yöntem

Çalışmamız Kalp ve Damar Cerrahisi Kliniği'nde Mayıs 2015-Mayıs 2017 tarihleri arasında ekstra korporeal sistemle açık kalp cerrahisi uygulanmış hasta grubu retrospektif veri analizlerine dayalı olarak taranmıştır.

Çalışmaya alınma kriterleri:

Ekstra korporeal Dolaşım sistemi ile yapılan açık kalp ameliyatları.

18 yaş ve üzeri hastalar.

Kros klemp süresi 60 dk. ve üzeri hastalar.

Ejeksiyon Fraksiyonu (EF) değeri %40 ve üzeri hastalar.

Çalışmadan dışlama kriterleri:

Daha önce açık kalp ameliyatı olan hastalar.

Renal yetmezlik tanısı konmuş hastalar.

KOAH tanısı konmuş hastalar.

Sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu (LVEF) değeri %40'ın altında olan hastalar.

kstrakorporeal dolaşım sistemi kullanılmayan hastalar.

ostoperatif dönemde ilk 12 saat içinde eksitus olan hastalar.

Acil koroner arter bypass greft (CABG) uygulanan hastalar.

Alkolizm ve madde bağımlılığı olanlar.

Cerrahi işlem

Anestezi indüksiyonundan KPB'ye geçene kadar 10 ml/kg Ringer Laktat solüsyonu kullanıldı. Sternotomi yapıldı, gerekli damar greftinin ve/veya kalp kapağının hazırlanmasından sonra, aort ve sağ atrium kanülasyonu ve KPB'ye girmek üzere 300 U/kg heparin uygulanarak antikoagülasyon sağlandı; 150 U/kg heparin de KPB prime sıvısına eklendi. ACT değerlerinin 400 saniyenin üzerine çıkması sağlandı. KPB'ye son verilir kanüller çekilinceye kadar, 30 dakika aralıklar ile ACT değerleri kontrol edildi, gerektiğinde ek heparin dozları uygulandı. Cerrahi olarak çıkan aorta arteriyel ve sağ atrioma venöz kanüller yerleştirildi. Kalp kasının korumasını sağlamak ve kardiyak arrest oluşturmak için aortik kros klemp konuldu. Aort köküne yerleştirilen kanülden başlangıçta antegrad, devamında koroner sinüse yerleştirilen retrograd perfüzyon kanülünden devamlı izotermik kan kardiyoplejisi gönderildi. Kardiyopleji, KPB rezervuarından alınan kana ilk 1000 ml için KCl 30 mEq, NaHCO₃ 10 mEq, MgSO₄ 6 mEq dozlarında eklenerek 10 ml/kg antegrad, devamında her 1000 ml için KCl 3 mEq, NaHCO₃ 5 mEq, MgSO₄ 3 mEq dozlarında eklenerek retrograd yoldan aortik kros klemp açılana kadar kullanıldı.

Kardiyopulmoner bypass'ın özellikleri

KPB'de roller pompa cihazı kullanıldı (Stocker-Shiley S3® Roller Pump 10600 Heart Pump, Sorin Group GMBH, Germany). KPB'de kan akım hızı 2-2,4 L/m²/dakika olarak sağlandı. Ortalama arter basıncı 60-80 mmHg arasında tutuldu. Yeterli anesteziye rağmen kan basıncı yüksek olduğunda vazodilatator (perlinganit), düşük olduğunda vazopressör (efedrin) ilaçlar kullanıldı. KPB sırasında hastanın hematokrit değerinin %25-28 aralığında olması hedeflendi.

Bulgular

Çalışmamızdaki en yaşlı hastanın 85 yaşında, en genç hastanın ise 20 yaşında olduğu gözlemlendi. Hasta gruplarının cinsiyetleri ve yaşları arasında istatistiksel açıdan anlamlı

fark saptanmadı (sırasıyla; $p=0,285$, $p=0,441$) (Tablo 1).

Çalışmamızdaki hastaların preoperatif LVEF ortalama değeri %55 saptanmış olup Grup I'deki hastaların ortalama LVEF değeri %52,5 ve Grup II'deki hastaların ortalama LVEF değeri ise %60 olarak saptandı. Pulsatil gruptaki hastaların LVEF değeri nonpulsatil gruptaki hastalardan anlamlı şekilde yüksek olduğu saptandı ($p=0,001$).

Nonpulsatil gruptaki hastaların ortalama kros klemp süresi 66 dakika iken pulsatil gruptaki hastaların ortalama kros klemp süresi ise 69 dakika olarak bulundu. Pulsatil gruptaki hastaların ortalama kros klemp süresi nonpulsatil gruptaki hastalardan anlamlı şekilde yüksek bulundu ($p<0,001$).

Hastaların operasyon sırasında ortalama 100 dakika (dk.) KPB sistemine bağlı kaldığı gözlemlendi. Bu süre nonpulsatil grupta 92 dk. iken pulsatil grupta 108 dk. olarak saptandı ve nonpulsatil gruptaki hastaların ortalama KPB

süresinin pulsatil gruba göre anlamlı kısa olduğu gözlemlendi ve istatistiksel açıdan anlamlı bulundu ($p<0,001$) (Tablo 1).

Hastaların yoğun bakımda kalma sürelerinin ortalaması 1 gün olarak bulunmakla birlikte nonpulsatil gruptaki hastalarda pulsatif gruptakilere oranla artmış olduğu görüldü ve bu fark istatistiksel açıdan zayıf derece anlamlı saptandı ($p=0,032$). Hastaların toplam hastanede kalma süreleri değerlendirildiğinde ise en uzun ve en kısa süre hastanede kalan hastaların sırası ile 14 gün ve 5 gün süre ile nonpulsatil grupta yer aldığı ve pulsatil gruba göre hastanede kalış süresinin istatistiksel açıdan anlamlı derecede uzun olduğu saptandı ($p=0,003$) (Tablo 1).

Hastaların aldıkları kalp hastalığı tanıları ve uygulanan açık kalp cerrahilerinin dağılımı Tablo 2'de özetlenmiştir. En sık kalp hastalığı nonpulsatil gruptaki hastaların 43 (%45,7)'ünde, pulsatil gruptakilerin ise 55 (%68,8)'inde olmak üzere tüm hastaların 98 (%56,4)'ünde görülen koroner arter hastalığı (KAH) olarak bulundu.

Tablo 1. Hastaların demografik ve perioperatif genel özellikleri

	Nonpulsatil (Grup 1) (n=94)	Pulsatil (Grup 2) (n=80)	Toplam (n=174)	p değeri
	n (%)	n (%)	n (%)	
Cinsiyet				
Kadın	46 (48,94)	32 (40)	78 (44,8)	0,285
Erkek	48 (51,06)	48 (60)	96 (55,2)	
İntraortik balon kullanımı				
Yok	89 (94,7)	77 (96,3)	166 (95,4)	0,728
Var	5 (5,3)	3 (3,7)	8 (4,6)	
	Medyan (Min./Max.)	Medyan (Min./Max.)	Medyan (Min./Max.)	
Yaş	62,50 (22/85)	64 (20/82)	64 (20/85)	0,441
LVEF (%)	52,50 (40/70)	60 (45/70)	55 (40/70)	0,001
Kros klemp süresi	66 (60/78)	69 (61/100)	68 (60/100)	<0,001
KPB süresi	92 (76/125)	108 (83/144)	100 (76/144)	<0,001
Kanama	425 (200/750)	400 (200/1000)	400 (200/1000)	0,180
YB kalış süresi (Gün)	1 (1/3)	1 (1/3)	1 (1/3)	0,032
Hastanede kalış süresi (Gün)	8 (5/14)	8 (6/13)	8 (5/14)	0,003

Mann Whitney U Test (Monte Carlo) / Pearson Chi Square Test (Exact)

Min.: Minimum, Max.: Maximum, LVEF: Sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu YB: Yoğun bakım

Tablo 2. Hastaların tanıları ve uygulanan ameliyatların dağılımı

Tanı	Nonpulsatil (Grup 1)		Pulsatil (Grup 2)		Toplam	
	n	%	n	%	n	%
Tanı						
AD	3	3,2	3	3,8	6	3,4
AD+AY	10	10,6	0	0,0	10	5,7
AY	7	7,4	3	3,8	10	5,7
AY+AD+MY	0	0,0	3	3,8	3	1,7
AY+MY	0	0,0	3	3,8	3	1,7
KAH	43	45,7	55	68,8	98	56,3
KAH+AD	8	8,5	0	0,0	8	4,6
MY	10	10,6	0	0,0	10	5,7
MY+MD	10	10,6	0	0,0	10	5,7
MY+MD+TY	3	3,2	3	3,8	6	3,4
MY+TY	0	0,0	10	12,5	10	5,7
Ameliyat						
AVR	20	21,3	6	7,5	26	14,9
AVR+MVR	0	0,0	6	7,5	6	3,4
CABGX1+AVR	8	8,5	0	0,0	8	4,6
CABGX3	3	3,2	0	0,0	3	1,7
CABGX3+AVR	0	0,0	3	3,8	3	1,7
CABGX4	6	6,4	15	18,8	21	12,1
CABGX5	28	29,8	16	20,0	44	25,3
CABGX6	6	6,4	21	26,3	27	15,5
MVR	20	21,3	0	0,0	20	11
MVR+TP	3	3,2	13	16,3	16	9,2

KAH: Koroner arter hastalığı, AD: Aort darlığı, AY: Aort yetmezliği, MD: Mitral darlık, MY: Mitral yetmezliği, TY: Triküspid yetmezliği, AVR: ortik kapak replasmanı, MVR: Mitral kapak replasmanı, TP: Triküspide De Vega anuloplasti, CABG: Koroner arter bypass greftleme, X1: 1 damar grefti, X2: 2 damar greftleme, X3: 3 damar greftleme, X4: 4 damar greftleme, X5: 5 damar greftleme, X6: 6 damar greftleme

Hastaların preoperatif ve postoperative dönemde ortalama kreatinin değerleri sırası ile 0,82 mg/dL ve 0,83 mg/dL olarak saptandı. Pulsatil gruptaki kreatinin değeri artışının nonpulsatil gruptandaha fazla olduğu ve bu farkın istatistiksel açıdan anlamlı olduğu saptandı ($p=0,031$) (Tablo 3). Hastaların preoperatif ve postoperatif dönemde bakılan AST ortalama değerleri sırası ile 21 U/L ve 32 U/L olup postoperatif dönemde AST artış ortalaması ise 11 U/L olarak bulundu. Pulsatil grupta AST değeri artışının nonpulsatil gruptan daha fazla olduğu ve bu farkın istatistiksel açıdan anlamlı olduğu saptandı ($p<0,001$) (Tablo 3).

Hastaların preoperatif ve postoperatif dönemde bakılan kan gazı parametrelerinden ortalama laktat değerlerinin sırası ile 0,7 mmol/L ve 1,2 mmol/L olduğu saptandı. Gruplar

arasında kan gazı laktat değerlerinin pulsatil grupta nonpulsatil gruba oranla anlamlı şekilde daha fazla arttığı gözlemlendi ($p<0,001$) (Tablo 3).

Hastaların preoperatif ve postoperatif dönemde hematolojik bulgularında olan değişimler yukarıdaki tabloda özetlenmiştir (Tablo 4). Hastaların preoperatif ve postoperatif dönemde bakılan hemoglobin (Hb) hematokrit (Htc) trombosit (Plt) sedimentasyon (ESR) değerleri açısından istatistiksel anlamlı fark saptanmadı ($p=0,551$) (Tablo 4).

Tartışma

KPB sırasında pulsatil perfüzyon akımının etkinliğini değerlendiren birçok çalışma yapılmıştır. Pulsatil perfüzyonun avantajları; SIRS gelişim riskini azaltma, bypass ilişkili

Tablo 3. Hastaların ameliyat öncesi ve sonrası biyokimyasal parametreleri

	Nonpulsatil (Grup 1) (n=94)	Pulsatil (Grup 2) (n=80)	Toplam (n=174)	p değeri (Gruplar arası)
Üre (mg/dL)				
Preoperatif	33 (16/63)	31,25 (16/116)	31,50 (16/116)	
Postoperatif	37,80 (7,20/82)	36 (17,30/72)	36,70 (7,20/82)	
Değişim	4,40 (40/-23,80)	2,20 (28/-53)	4 (40/-53)	0,563
p değeri (Grup içi)	0,005	0,007	<0,001	
Kreatinin (mg/dL)				
Preoperatif	0,84 (0,56/4,28)	0,74 (0,36/1,39)	0,82 (0,36/4,28)	
Postoperatif	0,80 (0,52/4,90)	0,90 (0,57/1,69)	0,83 (0,52/4,90)	
Değişim	0,03 (-2,31/1,52)	0,16 (-0,50/0,24)	0,02 (2,31/-1,52)	0,031
p değeri (Grup içi)	0,405	0,038	0,499	
AST(U/L)				
Preoperatif	21 (10/69)	20,50 (10/71)	21 (10/71)	
Postoperatif	32 (14/116)	32 (16/130)	32 (14/130)	
Değişim	9 (47/30)	13 (103/-6)	11 (103/-30)	0,024
p değeri (Grup içi)	<0,001	<0,001	<0,001	
ALT (U/L)				
Preoperatif	15,50 (8/44)	15 (8/66)	15 (8/66)	
Postoperatif	15 (6/70)	17 (9/87)	17 (6/87)	
Değişim	2 (35/-5)	2 (71/-24)	2 (71/24)	0,307
p değeri (Grup içi)	0,001	0,001	<0,001	
	Medyan (Min./Max.)	Medyan (Min./Max.)	Medyan (Min./Max.)	
pH				
Preoperatif	7,42 (7,38/7,48)	7,42 (7,36/7,49)	7,42 (7,36/7,49)	
Postoperatif	7,42 (7,32/7,52)	7,43 (7,40/7,50)	7,42 (7,32/7,52)	
Değişim	-0,02 (-0,14/0,12)	-0,01 (-0,09/0,07)	-0,02 (-0,14/0,12)	0,647
p değeri (Grup içi)	0,042	0,004	<0,001	
Laktat				
Preoperatif	0,70 (0,40/1,80)	0,65 (0,40/2,10)	0,70 (0,40/2,10)	
Postoperatif	1,20 (0,50/2,20)	1 (0,60/1,80)	1,20 (0,50/2,20)	
Değişim	0,60 (1,40/-0,20)	0,30 (1,40/-0,40)	0,40 (1,40/-0,40)	<0,001
p değeri (Grup içi)	<0,001	<0,001	<0,001	
İdrar (cc)				
Preoperatif	750 (150/1,200)	1,150 (400/2,100)	850 (150/2,100)	
Postoperatif	4.200 (1,900/7,600)	4,525 (2,000/7,200)	4,500 (1,900/7,600)	
Değişim	3,600 (6,500/800)	3,675 (6,400/0)	3,600 (6,500/0)	0,699
p değeri (Grup içi)	<0,001	<0,001	<0,001	

Mann Whitney U Test (Monte Carlo) / Wilcoxon Signed Ranks Test (Monte Carlo)
Min.: Minimum, Max.: Maximum

Tablo 4. Hastaların operasyon öncesi ve sonrasında hematolojik parametreler

	Nonpulsatil (Grup 1) (n=94)	Pulsatil (Grup 2) (n=80)	Toplam (n=174)	p değeri (Gruplar arası)
Hemoglobin (Hb) (g/dL)				
Preoperatif	13,15 (9,90/15,20)	13 (8,70/16,10)	13,05 (8,70/16,10)	
Postoperatif	11 (7,70/14,70)	11,70 (9/14)	11,20 (7,70/14,70)	
Değişim	2,10 (-2/4,80)	1,90 (-3,40/4,60)	1,90 (-3,40/4,80)	0,551
p değeri (Grup içi)	<0,001	<0,001	<0,001	
Hematokrit (Htc) (%)				
Preoperatif	36,80 (29/47)	38,50 (24,90/49,90)	38,30 (24,90/49,90)	
Postoperatif	32,10 (24,30/44)	32,70 (27,50/41,20)	32,40 (24,30/44)	
Değişim	5,20 (-3,30/14,70)	7 (-11,40/14,80)	5,60 (-11,40/14,80)	0,954
p değeri (Grup içi)	<0,001	<0,001	<0,001	
Trombosit (Plt) (x10⁹/L)				
Preoperatif	240 (122/390)	250 (146/369)	241 (122/390)	
Postoperatif	222,50 (98/405)	233,50 (145/391)	224,50 (98/405)	
Değişim	-32 (191/-187)	-9 (109/-224)	-9 (191/-224)	0,737
p değeri (Grup içi)	0,049	0,218	0,023	
Sedimentasyon (mm/saat)				
Preoperatif	22 (4/52)	15 (2/67)	18 (2/67)	
Postoperatif	54 (12/84)	44 (12/72)	45 (12/84)	
Değişim	26 (63/-20)	24 (50/-23)	26 (63/-23)	0,864
p değeri (Grup içi)	<0,001	<0,001	<0,001	

Mann Whitney U Test(Monte Carlo) / Wilcoxon Signed Ranks Test(Monte Carlo)
Min.: Minimum, Max.: Maximum

endokrin cevabın azaltılması ve organların (beyin, kalp ve böbrekler başta olmak üzere) dolaşımının dah iyi korunması, azalmış inotrop tedavi ihtiyacı, daha iyi miyokard fonksiyonu, daha iyi idrar çıkışı ve postoperatif laktat düzeylerinde azalma sayılabilir [3-6]. Dezavantajları arasında ise artmış hemoliz riski ve hava mikroembolisinde nonpulsatil forma göre artış gözlenmesidir [7, 8]. Çalışmamızda beklenenin aksine pulsatil ve nonpulsatil akım uygulanan hasta gruplarında hemolizi düşündürecek bulgu saptanmadı.

Araştırmacılar arasında nonpulsatil perfüzyon şeklinin artmış periferik vasküler dirence neden olduğu, bu direncin pulsatil perfüzyon şeklinde daha düşük olduğu ve fizyolojiye yakın olduğu genel kabul görmektedir. Pulsatil perfüzyonun kullanımı ile artmış periferik vasküler direncin

zararlı sonuçlarının en aza indirilebileceği düşünülmektedir [9, 10]. Ayrıca pulsatil perfüzyonun sol ventrikül ard yükünü azalttığı ve koroner arterlerin dolaşımı için daha uygun olduğu gösterilmiştir [11]. Fakat yeni geliştirilen bu KPB'lerin perioperatif dönemde fizyolojiye optimal şekilde uyarlanması amacı ile yapılan çalışmalar oldukça az sayıdadır.

KPB sırasında kanın yabancı yüzeye teması, hemodilüsyon, hipotermi ve nonpulsatil kan akımı gibi renal disfonksiyona yol açabilecek birçok patofizyolojik mekanizma bulunmaktadır. Non pulsatil perfüzyon renin sentezini artırması sonucunda sistemik vasküler direnci artırarak renal kanlanmanın bozulmasına ve böbreklerin diğer organlardan göre daha fazla hasar görmesine neden olur [10, 12]. Pulsatil gruptaki hastaların ortalama kros klemp ve KPB süresi

nonpulsatil gruptaki hastalardan anlamlı şekilde yüksek bulundu. Ayrıca pulsatil perfüzyon uygulanan hastaların kreatinin değerlerinde anlamlı artış saptanması kros klemp sürelerinin nonpulsatil gruba göre daha uzun süreli olması ile ilişkili düşünülmüş olup literatür ile uyum içindedir [13, 14].

Bazı çalışmalarda pulsatil akımın organ kan akımı düzenlenmesi açısından nonpulsatil akım formuna göre daha yararlı olmadığı ayrıca hemolize yol açtığı görüşleri mevcuttur [15]. Ancak son zamanlardaki çalışmalarda pulsatil perfüzyon ile kanın şekilli elemanlarının daha iyi korunduğu belirlenmiştir [16]. Bu çalışmada iki grup arasında hemolizi düşündürecek şekilde Hb ve Htc düşüşü izlenmedi.

Non-pulsatil akım ile kıyaslandığı zaman, KPB akım hızları ve arteriyel basınçları benzer olduğunda pulsatil akımın daha yüksek hemodinamik enerji seviyesine ulaştığı ve böylelikle hayati organlarda daha iyi bölgesel ve genel kan akımına yol açabileceği belirtilmiştir [6]. Pulsatil akımın açık kalp cerrahisi uygulamalarında kardiyak, renal ve pulmoner fonksiyonların korunmasını artırarak mortalite ve morbiditeyi azalttığını gösteren yayınlar bulunmaktadır [17].

KPB sırasında klemp ve KPB sürelerindeki uzama genellikle yapılan cerrahi işlemin tipi, zorluğu ve hastanın özellikleri ile ilişkili olup pulsatile farkının bu duruma yol açması beklenmeyen bir durumdur. Bazı yazarlar nonpulsatil perfüzyonun hidrolik (akım) enerjisindeki azalmaların periferik vasküler direnci artırabileceğini belirtmiştir. Bu durum küçük arterioller ve prekapiller sfinkterlerin mikrosirkülasyonunda bozulmaya yol açmaktadır. Bunu sonucunda kapiller düzeyinde iskemi oluşmakta, asidoz ve laktat artışı olmaktadır. Ayrıca kros klempten ayrılan kalbin artmış ard yüke karşı çalışması da bu durumu daha da kötüleştirebilmektedir [18, 19]. Ayrıca yapılan birçok çalışmada KPB sırasında artmış laktat düzeylerinin çocuk ve erişkin hastalardaki mortalite ve morbidite için bağımsız risk faktörü olduğu gösterilmiştir [19, 20]. Yapılan bir çalışmada ise nonpulsatil perfüzyon uygulanan hastalarda doku oksijenlenmesinde azalma ve laktat düzeylerinde anlamlı artış olduğu gösterilmiştir [21]. Çalışmamızda ise kros klemp süresi uzun olan pulsatil grupta perfüzyonun bozulma belirteçleri olan kan gazı laktat ve

AST düzeylerinde nonpulsatil perfüzyon grubuna göre anlamlı şekilde yükselme izlenmiştir. Pulsatil grupta perfüzyonun bozulma belirteçlerindeki bu artışın pulsatile farkından çok uzayan kros klemp ve KPB süresi ile ilişkili olduğu kanısındayız.

Cislaghi ve ark. [22] 5123 hasta takipli büyük çalışmada EF < %30 olan hastalarda 2,2 kat daha fazla ventilasyon süresinin uzadığını saptamışlardır. Argenziano ve ark. [23] ise 2,4 kat daha fazla oranda düşük EF'lu olguların yoğun bakımda kaldıklarını göstermiştir. Önceki çalışmalarda düşük EF'nuna ek olarak kötü kardiyak fonksiyonlara işaret eden intra aortik balon pompası kullanılması, inotrop desteğinin 24 saattten fazla devam etmesi gibi diğer faktörlerde uzamış ventilasyon süresini ve yoğun bakımda kalış süresini tahmin etmede kullanılmıştır. Mounsey ve ark. [24] hem yoğun bakım (24 saat) hemde hastanede kalış süresine (7 gün) göre grupları incelemiş ve iyi LV fonksiyonları olanlarda daha az hastane yatağına ihtiyaç olduğunu göstermişlerdir. Bizim çalışmamızdaki hastaların preoperatif LVEF ortalama değeri %55 saptandı ve pulsatil gruptaki hastaların LVEF değeri nonpulsatil gruptaki hastalardan anlamlı şekilde yüksek olduğu gözlemlendi. Pulsatil grupta LVEF düzeyinin normal seviyelerde olmasının; artmış kreatinin, AST değerleri, uzamış klemp ve KPB sürelerine rağmen hastanede yatış sürelerinin nonpulsatil gruba benzer sürede olmasına katkıda bulunabileceği düşünülmüştür.

Hastalarımızın daha uzun zaman takip kayıtlarının olmaması bu çalışmanın kısıtlıkları arasında sayılabilir ancak kısa dönem sonuçlar bile gelecek çalışmalar için yol gösterici olabilir.

Özetle, pulsatil akım ile uygulanan KPB'de nonpulsatil uygulamaya göre klemp ve KPB süresinde uzama, artmış doku hipoperfüzyon bulgularında artış saptanırken hastane ve yoğun bakımlarda yatış sürelerinin nonpulsatil grupta biraz daha uzun olduğu görülmüştür. KPB süresinin kısalması ile birlikte pulsatil akım formunun olumlu özelliklerinin ön plana çıkabileceğini düşünmekteyiz. Seçilmiş uygun hastalarda pulsatil perfüzyon sisteminin kullanıldığı geniş çaplı araştırmalara ihtiyaç bulunmaktadır.

Çıkar ilişkisi: Yazarlar çıkar ilişkisi olmadığını beyan eder.

Kaynaklar

- 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;18:195-201. <https://doi.org/10.3109/14017438409109891>
- Tovedal T, Thelin S, Lennmyr F. Cerebral oxygen saturation during pulsatile and non-pulsatile cardiopulmonary bypass in patients with carotid stenosis. *Perfusion* 2016;31:72-77. <https://doi.org/10.1177/0267659115586280>
- Sezai A, Shiono M, Nakata K, et al. Effects of pulsatile CPB on interleukin-8 and endothelin-1 levels. *Artif Organs*. 2005;29:708-713. <https://doi.org/10.1111/j.1525-1594.2005.29112.x>
- Murkin JM, Farrar JK, Tweed WA, McKenzie FN, Guiraudon G. Cerebral autoregulation and flow/metabolism coupling during cardiopulmonary bypass: the influence of PaCO₂. *Anesth Analg* 1987;66:825-382.
- Tarcan O, Ozatik MA, Kale A, et al. Comparison of pulsatile and non-pulsatile cardiopulmonary bypass in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Med Sci Monit* 2004;10:294-299.
- Zhao J, Liu JP, Feng Z, Liu Y, Li S, Long C. Clinical application of pulsatile perfusion during cardiopulmonary bypass in pediatric heart surgery. *ASAIO J* 2009;55:300-303. <https://doi.org/10.1097/MAT.0b013e318197c5bc>
- Schreiner RS, Rider AR, Myers JW, et al. Microemboli detection and classification by innovative ultrasound technology during simulated neonatal cardiopulmonary bypass at different flow rates, perfusion modes, and perfusate temperatures. *ASAIO J* 2008;54:316-324. <https://doi.org/10.1097/MAT.0b013e31816ecfff>
- Nilsson J, Algotsson L, Höglund P, Lührs C, Brandt J. EuroSCORE predicts intensive care unit stay and costs of open heart surgery. *Ann Thorac Surg* 2004;78:1528-1534. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2004.04.06>
- Hattori T, Khan MMH, Colman RW, Edmunds LHJ. Plasma tissue factor plus activated peripheral mononuclear cells activate factors VII and X in cardiac surgical wounds. *J Am Coll Cardiol* 2005;46:707-713. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2005.05.040>
- Taylor KM, Brannan JJ, Bain WH, Caves PK, Morton IJ. Role of angiotensin II in the development of peripheral vasoconstriction during cardiopulmonary bypass. *Cardiovasc Res* 1979;13:269-273. <https://doi.org/10.1093/cvr/13.5.269>
- Potger KC, McMillan D, Ambrose M. Air transmission comparison of the affinity fusion oxygenator with an integrated arterial filter to the affinity nt oxygenator with a separate arterial filter. *J Extra Corpor Technol* 2014;46:229-238.
- Karim HMR, Yunus M, Saikia MK, Kalita JP, Mandal M. Incidence and progression of cardiac surgery-associated acute kidney injury and its relationship with bypass and cross clamp time. *Ann Card Anaesth* 2017;20:22-27. <https://doi.org/10.4103/0971-9784.197823>
- Ramakrishna H, Gutsche JT, Evans AS, et al. The year in cardiothoracic and vascular anesthesia: selected highlights from 2015. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2016;30:1-9. <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2015.09.012>
- Massoudy P, Wagner S, Thielmann M, et al. Coronary artery bypass surgery and acute kidney injury--impact of the off-pump technique. *Nephrol Dial Transplant* 2008;23:2853-2860. <https://doi.org/10.1093/ndt/gfn153>
- Goto M, Kudoh K, Minami S, et al. The renin-angiotensin-aldosterone system and hematologic changes during pulsatile and nonpulsatile cardiopulmonary bypass. *Artif Organs* 1993;17:318-322. <https://doi.org/10.1111/j.1525-1594.1993.tb00587.x>
- Taylor KM, Bain WH, Maxted KJ, Hutton MM, McNab WY, Caves PK. Comparative studies of pulsatile and nonpulsatile flow during cardiopulmonary bypass. I. Pulsatile system employed and its hematologic effects. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1978;75:569-573.
- Jabbari A, Banihashem N, Alijanpour E, Vafaey HR, Alereza H, Rabiee SM. Serum lactate as a prognostic factor in coronary artery bypass graft operation by on pump method. *Caspian J Intern Med* 2013;4:662-666.
- Macha M, Yamazaki K, Gordon LM, et al. The vasoregulatory role of endothelium derived nitric oxide during pulsatile cardiopulmonary bypass. *ASAIO J* 1996;42:800-804. <https://doi.org/10.1097/00002480-199609000-00101>
- Munoz R, Laussen PC, Palacio G, Zienko L, Piercey G, Wessel DL. Changes in whole blood lactate levels during cardiopulmonary bypass for surgery for congenital cardiac disease: an early indicator of morbidity and mortality. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2000;119:155-162. [https://doi.org/10.1016/s0022-5223\(00\)70231-5](https://doi.org/10.1016/s0022-5223(00)70231-5)
- Alghamdi AA, Latter DA. Pulsatile versus nonpulsatile cardiopulmonary bypass flow: an evidence-based approach. *J Card Surg* 2006;21:347-354. <https://doi.org/10.1111/j.1540-8191.2006.00269.x>

21. Tatsumi E, Miyazaki K, Toda K, et al. Influence of non pulsatile systemic circulation on tissue blood flow and oxygen metabolism. *ASAIO J* 1996;42:757-762. <https://doi.org/10.1097/00002480-199609000-00091>
22. Cislighi F, Condemi AM, Corona A. Predictors of prolonged mechanical ventilation in a cohort of 5123 cardiac surgical patients. *Eur J Anaesthesiol* 2009;26:396-403. <https://doi.org/10.1097/EJA.0b013e3283232c69>
23. Argenziano M, Spotnitz HM, Whang W, Bigger JT Jr, Parides M, Rose EA. Risk stratification for coronary bypass surgery in patients with left ventricular dysfunction: analysis of the coronary artery bypass grafting patch trial database. *Circulation* 1999;100:119-124. https://doi.org/10.1161/01.cir.100.suppl_2.ii-119
24. Mounsey JP, Griffith MJ, Heaviside DW, Brown AH, Reid DS. Determinants of the length of stay in intensive care and in hospital after coronary artery surgery. *Br Heart J* 1995;73:92-98. <https://doi.org/10.1136/hrt.73.1.92>

Etik kurul onayı: Çalışma, Pamukkale Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 06.06.2017 tarih ve 60116787-020/12006 sayılı kararı ile onay alınmıştır.

Yazarların makaleye olan katkıları

M.A. çalışmanın ana fikrini ve hipotezini kurgulamışlardır. M.A. ve Ü.A. teoriyi geliştirmiş ve gereç-yöntem bölümünü düzenlemişlerdir. Sonuçlar kısmındaki verilerin değerlendirmesini M.A., T.D. ve H.T. yapmışlardır. Makalenin tartışma bölümü M.A. tarafından yazılmış, Ü.A. tarafından gözden geçirip gerekli düzeltmeleri yapmış ve onaylamıştır. T.D. Çalışmanın istatistiklerinin yapılması ve sonuçların yorumlanması konusunda görev almıştır. Ayrıca tüm yazarlar çalışmanın tamamını tartışmış ve son halini onaylamıştır.