

# Kardiyopulmoner Bypass Uygulanan Hastalarda Hipotermi ve Normoterminin pH, Serum Laktat Üzerine Etkisi

## The Effect of Hypothermia and Normothermia on pH and Serum Lactate in Patients Undergoing Cardiopulmonary Bypass

Alptuğ Bumin Bayanmelek, Erhan Kutluk

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

### Öz

**Amaç:** Kardiyopulmoner bypass (KPB) sırasında ve postoperatif dönemde yüksek laktatemi sık karşılaşılan durumlardandır. Doku oksijenasyonunun az olması veya doku dolaşımındaki bozukluklar sonucu enerji metabolizmasının anaerobik yolla sağlanması durumunda laktat artar. Bu çalışmada KPB hipotermi ve normoterminin laktat, pH seviyesine etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

**Gereç ve Yöntem:** Hastalar KPB esnasında, hipotermik grup 1 (n=35), normotermik grup 2 (n=35) olarak ikiye ayrılmıştır. İki grup preoperatif, peroperatif ve postoperatif biyokimyasal değerleri, ejeksiyon fraksiyonu değişiklikleri, inotrop kullanımı ve dozu, yoğun bakım kalış süreleri, ekstübasyon süreleri açısından karşılaştırılmıştır.

**Bulgular:** Gruplara göre KPB öncesi, KPB sonu ve postoperatif 24. saat pH değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). Gruplara göre postoperatif pH değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ( $Z=-2,391$ ;  $p=0,017$ ). Gruplara göre KPB öncesi ve KPB sonu laktat değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktur ( $p>0,05$ ). Gruplara göre 24. saat laktat değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ( $Z=-1,962$ ;  $p=0,049$ ).

**Sonuç:** Sonuçlar, normotermi sağlamanın postoperatif laktat ve pH seviyelerini olumlu yönde etkileyebileceğini göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Hipotermi, kardiyopulmoner bypass, normotermi, serum laktat

### Abstract

**Objective:** During cardiopulmonary bypass (CPB) and in the postoperative period, high lactatemia is a common condition. Lactate increases in anaerobic energy metabolism because of low tissue oxygenation or disturbances in tissue circulation. The aim of this study was to investigate the effects of CPB hypothermia and normothermia on lactate and pH levels.

**Materials and Methods:** The patients were divided into hypothermic group 1 (n=35) and normothermic group 2 (n=35) during CPB. The two groups were compared in terms of preoperative, peroperative, and postoperative biochemical values, ejection fraction changes, inotrope use and dose, intensive care unit length of stay, and extubation times.

**Results:** There was no statistically significant difference between the groups in terms of pre-CPB, post-CPB and postoperative 24<sup>th</sup> hour pH values ( $p>0,05$ ). There was a statistically significant difference in postoperative pH values between the groups ( $Z=-2,391$ ;  $p=0,017$ ). There was no statistically significant difference between the groups in terms of pre-CPB and post-CPB lactate values ( $p>0,05$ ). There was a statistically significant difference between the groups in terms of 24 h lactate values ( $Z=-1,962$ ;  $p=0,049$ ).

**Conclusion:** The results suggest that maintaining normothermia may favorably affect postoperative lactate and pH levels.

**Keywords:** Hypothermia, cardiopulmonary bypass, normothermia, serum lactate



**Yazışma Adresi/Address for Correspondence:** Alptuğ Bumin Bayanmelek, Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Mehmet Akif Ersoy Göğüs Kalp ve Damar Cerrahisi Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Kliniği, Perfüzyon Bölümü, İstanbul, Türkiye  
**Tel.:** +90 542 344 49 23 **E-posta:** alp\_bumin@hotmail.com **ORCID ID:** orcid.org/0000-0002-2492-7260  
**Geliş Tarihi/Received:** 25.03.2024 **Kabul Tarihi/Accepted:** 30.04.2024

## Giriş

Kardiyovasküler cerrahide akciğer ve kalbin sistem dışı kaldığı, gaz alışverişinin ve perfüzyonun kalp-akciğer cihazı ile gerçekleştirildiği işleme kardiyopulmoner bypass (KPB) denir (1). Ameliyat sırasında kan dejenerasyonu, trombosit hasarı, hava embolisi görülmesi veya akım ve basınç düşüklüğü sebebiyle iskemik hasar, birçok organda ve kan içeriğinde farklılaşma oluşur (2).

Doku hipoksisi olduğu belirtilmiştir olası mekanizmanın, nedeni tam olarak açıklanamasa da KPB esnasında doku hipoksisine neden olabilecek durumlar, kan hemodilüsyon durumu ve yetersiz oksijenasyon; postoperatif mortalite ve morbidite ile ilişkilendirilenler faktörlerdir (3,4).

KPB esnasında organ ve dokularda geçici süreyle disfonksiyon olmakla beraber, ameliyatı olanaklı kılar. Ayrıca atriyal fibrilasyon, medikal destek gerektiren ventrikül fonksiyonları, enfeksiyon, gastrointestinal disfonksiyon, akut akciğer hasarı, böbrek hasarı gibi komplikasyonlar da gelişebilmektedir (5).

Enflamatuvar yanıt esnasında oluşan proenflamatuvar mediatörlerin organ sistemine yararlı etkileri bulunduğu gibi faydalı olmayan etkileri de olabilmektedir. Birçok teoride doku hasarı, endotoksemi ve KPB esnasında kanın farklı bir yapıyla teması sistemik enflamatuvar yanıtın oluştuğunu belirtir. Bu etkileşim sonucunda endotel hasarı, ekstrasellüler sıvı artışı, mikrovasküler permeabilite artışı, lökositoz, trombosit fonksiyon bozukluğunun gelişmesi durumuna "perfüzyon sonrası sendromu" ismi verilir (3). Başta akciğerler olmak üzere miyokard, böbrekler, beyin gibi birçok organ üzerine olumsuz etkilere neden olduğu gösterilmiştir.

KPB süresi uzamış olgularda hiperlaktatemi görülme olasılığının yüksek olması yapılan çalışmalarda kanıtlanmıştır (4). Oksijen miktarının belli bir seviyenin altına inmesi halinde oksijen tüketimi artar ve vücutta laktik asit oluşur. Çalışmamızın amacı, elektif koroner arter cerrahisinde hipotermi ve normotermi serum laktat ve pH ile ilişkilerini klinik açıdan değişikliklerini belirlemektir.

## Gereç ve Yöntemler

Bu çalışma İstanbul Mehmet Akif Ersoy Göğüs Kalp ve Damar Cerrahisi Eğitim ve Araştırma Hastanesi bünyesinde açık kalp cerrahisi operasyonu yapılan hasta onamları alınmış 70 erişkin hasta üzerinde retrospektif olarak düzenlenmiştir. Çalışma için İstanbul Mehmet Akif Ersoy Göğüs Kalp ve Damar Cerrahisi Eğitim ve Araştırma Hastanesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından etik kurul onayı alınmıştır (karar no: 2019-31, tarih: 18.06.2019). Hastalar KPB esnasında, hipotermik grup 1 (n=35), normotermik grup 2 (n=35) olarak ikiye ayrılmıştır.

İki grubun preoperatif, peroperatif ve postoperatif biyokimyasal değerleri, ejeksiyon fraksiyonu (EF) değişiklikleri, inotrop kullanımı ve dozu, yoğun bakım (YB) kalış süreleri, ekstübasyon süreleri açısından karşılaştırılmıştır. Hastaların KPB öncesi, KPB başlangıç (P1), soğuma periyodu (P2), ısınma periyodu (P3), KPB çıkış (P3), KPB sonrası ve postoperatif 24. saat kan gazı parametreleri değerlendirildi.

## Hastaların Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri

Her iki grubun da demografik özellikleri, elektif şartlarda ilk kez koroner arter bypass ameliyatı olması belirlenmiştir. Hasta onamları alındığı teyit edilmiştir. Aortik kross klemp süresi 30 dakikadan fazla, sistemik hastalığı olmayan, bilinen bir kanama sorunu olmayan, elektif şartlarda opere edilen, 40-70 yaş aralığındaki hastalar çalışmaya dahil edilmişlerdir. Bu durumun dışında kalanlar çalışma dışı bırakılmıştır.

## KPB Protokolü

Retrospektif olarak yapılan çalışmada sternotomi ile opere edilen, heparin 300 IU/kg verilen ve aktive edilmiş pıhtılaşma zamanı [activated clotting time (ACT)] 480 üzeri olan hastalar seçildi. Kalp-akciğer makinesi Stockert S5 roller pompa yetişkin oksijenatör Terumo Capiiox FX 25 entegre filtreli yetişkin tüp set seçilmiştir. Prime solüsyonu olarak; isolyte, gelofusine, heparin sodyum bikarbonat, mannitol, prednol, sefazol kullanıldı. Totalde 1150 cc prime solüsyonu kullanılarak prime edildi. Her iki gruptaki hastalara asendan aorta kanülasyon ve iki aşamalı venöz kanülasyon yapıldı. KPB'ye 2,4 L/dk/m<sup>2</sup> akım ile başlandı. Hastaların ortalama arter basınçları 60-80 mmHg olacak şekilde takip edildi. Kross klemp ve antegrad kardiyopleji sonrası hastaların vücut ısısı 30-32 °C (hipotermi grubu), 34-36 °C (normotermi grubu) olacak şekilde ayarlandı.

## İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analizler SPSS (IBM SPSS Statistics 24) adlı paket program kullanılarak yapılmıştır. Bulguların yorumlanmasında frekans tabloları ve tanımlayıcı istatistikler kullanılmıştır. Normal dağılıma uygun ölçüm değerleri için parametrik yöntemler kullanılmıştır. Parametrik yöntemlere uygun şekilde, iki bağımsız grubun ölçüm değerleriyle karşılaştırılmasında "independent sample-t" test (t-tablo değeri), bağımlı üç veya daha fazla grubun ölçüm değerleri ile karşılaştırılmasında "repeated measures" test (F-tablo değeri) yöntemi kullanılmıştır. Üç veya daha fazla grup için anlamlı fark çıkan değişkenlerin ikili karşılaştırmaları için Bonferroni düzeltmesi uygulanmıştır. 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 ( $\chi^2$ -tablo değeri) yöntemi kullanılmıştır. Üç veya daha fazla grup için anlamlı fark çıkan değişkenlerin ikili karşılaştırmaları için Bonferroni düzeltmesi uygulanmıştır.

## Bulgular

Gruplar ile cinsiyet arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki yoktur ( $p>0,05$ ). Gruplara göre cinsiyetlerin homojen dağıldığı, kadın ağırlıklı olduğu ve bağımsız oldukları belirlenmiştir. Bu veriler Tablo 1'de verilmiştir.

Gruplarına göre yaş, vücut yüzey alanı (BSA), yapılan bypass sayısı, pompa süresi, kross süresi, EF, preop kreatinin, pompa idrar süresi, entübasyon süresi ve YB yatış süresi açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunamamıştır ( $p>0,05$ ). Grupların bu değerler açısından birbirine benzer olduğu anlaşılmıştır ve Tablo 2'de gösterilmiştir.

Değişken (n=70)	Hipotermi (n=35)		Normotermi (n=35)		p
	n	%	n	%	
Cinsiyet					
Kadın	32	91,4	31	88,6	$\chi^2=0,159$
Erkek	3	8,6	4	11,4	$p=0,690$

$\chi^2=$  Pearson ki-kare testi

Tablo 3'te gösterildiği üzere; gruplara göre pompa öncesi, P1, P2, pompa sonrası ve 24. saat pH değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunamamıştır ( $p>0,05$ ). Gruplara göre P3 pH değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ( $Z=-2,391$ ;  $p=0,017$ ). Hipotermi olanların P3 pH değerleri, normotermi olanlara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksektir.

Hipotermi grubundaki hastaların süreçlere göre pH değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ( $F=8,605$ ;  $p=0,000$ ). Anlamlı farkın hangi gruptan kaynaklandığını tespit etmek için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; P2 ve P3 pH değerleri ile 24. saat pH değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. P2 ve P3 pH değerlerinin, 24. saat pH değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu bulunmuştur. Bu verilere Tablo 3'te yer verilmiştir.

Yine Tablo 3'te yer verildiği üzere normotermi grubundaki hastaların süreçlere göre pH değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ( $\chi^2=52,761$ ;  $p=0,000$ ). Anlamlı farkın hangi gruptan kaynaklandığını tespit etmek için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; pompa öncesi pH değerleri ile P3, pompa sonrası ve 24. saat pH değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir.

Değişken (n=70)	Hipotermi (n=35)		Normotermi (n=35)		p
	$\bar{X} \pm SS$	Medyan (min-maks)	$\bar{X} \pm SS$	Medyan (min-maks)	
Yaş	59,49±8,18	62,0 (42,0-73,0)	58,20±8,92	58,0 (40,0-75,0)	t=0,628 p=0,532
BSA	1,92±0,16	1,9 (1,6-2,4)	1,90±0,15	1,9 (1,6-2,2)	t=0,616 p=0,540
CABG	2,80±0,68	3,0 (2,0-4,0)	2,69±0,58	3,0 (2,0-4,0)	Z=-0,653 p=0,514
Pompa süresi	79,46±17,16	79,0 (44,0-118,0)	80,03±21,23	83,0 (40,0-120,0)	t=-0,124 p=0,902
Kross süresi	42,66±15,32	39,0 (20,0-102,0)	45,94±16,49	42,0 (20,0-81,0)	Z=-0,923 p=0,356
EF	57,14±5,85	60,0 (45,0-65,0)	57,71±5,05	60,0 (50,0-65,0)	Z=-0,270 p=0,787
Preop kreatinin	0,96±0,32	0,9 (0,5-2,0)	0,94±0,23	0,9 (0,6-1,9)	Z=-0,247 p=0,805
Pompa idrar (cc)	441,43±155,05	450,0 (200,0-1000,0)	458,57±188,06	400,0 (200,0-900,0)	Z=-0,171 p=0,864
Entübasyon süresi	12,23±3,88	12,0 (6,0-20,0)	10,89±3,87	10,0 (6,0-20,0)	Z=-1,370 p=0,171
YB yatış süre (saat)	30,09±10,71	24,0 (21,0-48,0)	29,49±14,36	24,0 (24,0-72,0)	Z=-0,682 p=0,495

SS: Standart sapma, min-maks: Minimum-maksimum, BSA: Vücut yüzey alanı, CABG: Koroner arter bypass grefti, : EF: Ejeksiyon fraksiyonu, YB: Yoğun bakım, Preop: Preoperatif

Pompa öncesi pH değerlerinin, P3, pompa sonrası ve 24. saat pH değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Aynı şekilde, P1 pH değerleri ile P2, P3, pompa sonrası ve 24. saat pH değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. P1 pH değerlerinin, P2,

P3, pompa sonrası ve 24. saat pH değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bunlara ek olarak, P2 pH değerleri ile pompa sonrası ve 24. saat pH değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. P2 pH değerlerinin, pompa sonrası ve 24. saat pH değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

**Tablo 3. Gruplara göre pH değerlerinin gruplar arası ve grup içi karşılaştırmaları**

	Hipotermi (n=35)	Normotermi (n=35)	
pH (n=70)	Ort±SS Medyan (min-maks)	Ort±SS Medyan (min-maks)	p
Pompa öncesi	7,42±0,06 7,4 (7,3-7,5)	7,44±0,04 7,5 (7,4-7,5)	0,073
P1	7,43±0,05 7,4 (7,3-7,5)	7,45±0,05 7,5 (7,3-7,5)	0,353
P2	7,45±0,06 7,5 (7,3-7,6)	7,43±0,05 7,4 (7,3-7,5)	0,082
P3	7,44±0,06 7,5 (7,3-7,5)	7,41±0,06 7,4 (7,3-7,6)	<b>0,017*</b>
Pompa sonrası	7,42±0,06 7,4 (7,3-7,6)	7,40±0,06 7,4 (7,3-7,6)	0,151
24. saat	7,38±0,06 7,4 (7,3-7,5)	7,40±0,03 7,4 (7,3-7,5)	0,153

min-maks: Minimum-maksimum, Ort ± SS: Ortalama ± standart sapma,  
\*: p<0,05 (Mann-Whitney U testi)

**Tablo 4. Hastaların laktat değerlerinin gruplar arası karşılaştırmaları**

	Hipotermi (n=35)	Normotermi (n=35)	
Laktat (n=70)	Ort ± SS Medyan (min-maks)	Ort ± SS Medyan (min-maks)	p
Pompa öncesi	1,10±0,37 1,0 (0,5-2,3)	1,04±0,41 1,0 (0,1-2,1)	0,477
P1	1,18±0,42 1,1 (0,2-2,2)	1,16±0,36 1,2 (0,7-2,1)	0,930
P2	1,55±0,61 1,5 (0,1-2,8)	1,51±0,53 1,4 (0,8-3,1)	0,485
P3	1,84±0,76 1,8 (0,2-3,7)	1,69±0,61 1,6 (0,8-3,1)	0,356
Pompa sonrası	1,92±0,79 1,9 (0,4-3,7)	1,80±0,84 1,8 (0,1-4,6)	0,324
24. saat	2,37±1,29 2,0 (0,6-5,7)	1,78±0,85 1,5 (0,8-3,9)	<b>0,049*</b>

min-maks: Minimum-maksimum, Ort ± SS: Ortalama ± standart sapma,  
\*: p<0,05 (Mann-Whitney U testi)

Gruplara göre pompa öncesi, P1, P2, P3 ve pompa sonrası laktat değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktur (p>0,05). Gruplara göre 24. saat laktat değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir (Z=-1,962; p=0,049). Hipotermi grubunun 24. saat laktat değerleri, normotermi grubunda olanlara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksektir. Bu veriler Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4'te gösterilen hipotermi grubundaki hastaların süreçlere göre laktat değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ( $\chi^2=95,635$ ; p=0,000). Anlamlı farkın hangi gruptan kaynaklandığını tespit etmek için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; pompa öncesi laktat değerleri ile P2, P3, pompa sonrası ve 24. saat laktat değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Pompa öncesi laktat değerlerinin, P2, P3, pompa sonrası ve 24. saat laktat değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Aynı şekilde, P1 laktat değerleri ile P2, P3, pompa sonrası ve 24. saat laktat değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. P1 laktat değerlerinin, P2, P3, pompa sonrası ve 24. saat laktat değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Bunlara ek olarak, P2 laktat değerleri ile P3, pompa sonrası ve 24. saat laktat değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. P2 laktat değerlerinin, P3, pompa sonrası ve 24. saat laktat değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

Normotermi grubundaki hastaların Tablo 4'te gösterildiği gibi, süreçlere göre laktat değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ( $\chi^2=73,311$ ; p=0,000). Anlamlı farkın hangi gruptan kaynaklandığını tespit etmek için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; pompa öncesi laktat değerleri ile P2, P3, pompa sonrası ve 24. saat laktat değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Pompa öncesi laktat değerlerinin, P2, P3, pompa sonrası ve 24. saat laktat değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Aynı şekilde, P1 laktat değerleri ile P2, P3, pompa sonrası ve 24. saat laktat değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. P1 laktat değerlerinin, P2, P3, pompa sonrası ve 24. saat laktat değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

## Tartışma

Ekstrakorporeal dolaşım kalp hastalıklarına cerrahi işlem yapılma olanağı sağladığı için kalp cerrahisinde oldukça önemli bir yer tutmaktadır. Yarım asrı geçen süre zarfında yapılan çalışmalarda ekstrakorporeal dolaşımın meydana getirebileceği tehlike unsurlarının minimuma indirilmesi ve KPB protokolünün geliştirilmesi için çalışmalar devam etmektedir.

KPB'nin beklenen sonuçları dışında hiperlaktatemi de sıklıkla görülen yan etkilerden biridir, hiperlaktatemiye sebebiyet veren etkenler, ortaya çıkış sıklığı ve sonuçlarıyla ilgili yapılan çalışmalar devam etmektedir. Kalp cerrahisinde mortalite ve morbiditeye hiperlaktateminin etkisini göstermek amacıyla pek çok çalışma yapılmıştır. Ortaya çıkan sonuçlar yüksek laktat düzeyinin kötü prognozun belirteci olduğu öngörülmüştür (6).

Açık kalp cerrahisi sonrasında yükselen laktat düzeyleri sıklıkla karşımıza çıkan metabolik bozukluklardandır. Bu olaya sebebiyet veren etmenler tam olarak belirlenememiştir (7). Doku hipoksisi sonucunda hiperlaktatemi (tip A hiperlaktatemi) görülebileceği gibi doku hipoksisi olmadan da bu olay gerçekleşebilmektedir (tip B hiperlaktatemi). Erken postoperatif evrede sıklıkla tip B hiperlaktatemiyle karşılaşılmaktadır.

Hastalar için ideal laktat düzeyi 0,5-1,0 mmol/L olarak belirlenmiştir riskli hastalarda olması istenilen düzey 2,0 mmol/L altıdır. Yapılan çalışmaların bazılarında 2,5 mmol/L olarak ölçülmesi hiperlaktatemi olarak kabul edilmiştir (6). Fakat genel prosedürde arteriyel kan gazında ölçülebilen 3 mmol/L üzerindeki laktat seviyesi hiperlaktatemi olarak kabul görmektedir. Metabolik asidoza eşlik eden yüksek laktat düzeyi (<5 mmol/L) laktik asidoz olarak tanımlanmaktadır (7). KPB sırasında oluşan doku hipoperfüzyonunun belirteci olarak arteriyel kan gazındaki laktat düzeyinin 4 mmol/L üzerine çıkması kabul edilmektedir (4).

Ranucci ve ark. (8) KPB sırasında metabolik ihtiyaçların giderilmesini sağlayacak oksijen doku perfüzyon eşik değerinin 272 mL/dk/m<sup>2</sup> olarak belirlemişlerdir. Bu değer altında hiperlaktatemi olayı oluşmaya başlamıştır.

Demers ve ark. (9), yaptıkları çalışmada KPB sırasında oluşan hiperlaktatemiye birden fazla dış faktörün etki edebileceğini göstermişlerdir. Bu faktörler arasında yaş, diyabet, hipertansiyon, revizyon operasyonu, konjestif kalp yetmezliği vb. gösterilmiştir.

Bizim çalışmamızda gruplara göre pompa öncesi, P1, P2, P3 ve pompa sonrası laktat değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktur ( $p>0,05$ ). Gruplara göre 24. saat laktat değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Gruplara göre farklılık olmamasına rağmen YB 24. saatte laktat değerinin anlamlı düzeyde yüksek olduğu belirlenmiştir. Hipotermi grubunun 24. saat laktat değerleri,

normotermi grubunda olanlara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksektir. Normotermi grubundaki hastaların süreçlere göre laktat değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Pompa öncesinde laktat değerlerinin, P2, P3, pompa sonrası ve 24. saat laktat değerlerinden YB sürecinde laktat değerlerinin daha yüksek olduğu görülmüştür.

Ekstrakorporeal dolaşım esnasında ve sonrasında ortaya çıkan hiperlaktateminin muhtemel sebepleri arasında aortik kross klemp zamanı ve ekstrakorporeal dolaşım zamanının uzunluğunun etkili olduğu belirlenmiştir. Bakker ve ark. (10) yaptığı çalışmada ise yine yaş, KPB zamanı, düşük hematokrit gibi faktörlerin hiperlaktatemiyle ilişkilendirebileceği gösterilmiştir. Bunun dışında yukarıda belirtilen faktörlere ek olarak intraoperatif kan kaybı, ekstrakorporeal dolaşımdaki hipotermi açık kalp cerrahisinin mortalite oranını artıran önemli etmenler olduğunu Stover ve ark. (11) yapmış olduğu çalışmalarda ayrıca göstermiştir.

Bizim çalışmamızda gruplarına göre yaş, BSA, CABG, pompa süresi, kross süresi, EF, preop kreatinin, pompa idrar süresi, entübasyon süresi ve YB yatış süresi açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktur ( $p>0,05$ ). Grupların bu değerler açısından birbirine benzer olduğu belirlenmiştir, fakat çalışmamızı pH açısından değerlendirdiğimizde gruplara göre P3 (kross klemp kaldırdıktan sonrasında) pH değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Hipotermi olanların P3 pH değerleri, normotermi olanlara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksektir. Normotermi grubundaki hastaların süreçlere göre pH değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmüştür. Anlamlı farklılıkların hangi gruptan kaynaklandığını tespit etmek için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; pompa öncesi pH değerleri ile P3, pompa sonrası ve 24. saat pH değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek düzeyde olduğu görülmüştür. Normotermi grubundaki hastaların grup içi değerlendirmesinde ikili karşılaştırmalar sonucu gruplar arasında anlamlı farklılıklar belirlendi.

## Sonuç

Yapılan bu çalışmada, koroner arter hastalığına bağlı KPB ameliyatı olan hastalar iki grupta araştırılmıştır. Hipotermi ve normoterminin etkisine bağlı demografik bulgular incelendiğinde, grupların homojen dağıldığı ve gruplar arasında fark olmadığı belirlenmiştir.

Hipotermi hasta grubu olanların P2 (kross sırasında) ve P3 (kross kaldırdıktan sonrasında) pH değerlerinin, 24. saat (YB) pH değerlerinden daha yüksek olduğu görülmüştür. Normotermi grubundaki hastaların pompa öncesi pH değerlerinin, P3 (kross kaldırdıktan sonra), pompa sonrası ve 24. saat (YB) pH değerlerinden yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

Hipotermi grubundaki hastaların pompa öncesi laktat değerlerinin, P2 (kross sırasında), P3 (kross kaldırdıktan sonrasında), pompa sonrası ve 24. saat (YB) laktat değerlerinden düşük olduğu kanaatine varılmıştır. Normotermi grubundaki hastaların. Pompa öncesi laktat değerlerinin, P2 (kross sırasında), P3 (kross kaldırdıktan sonrasında), pompa sonrası ve 24. saat (YB) laktat değerlerinden daha düşük değerlere ulaşılmıştır.

Sonuç olarak; incelediğimiz çalışmaların açık kalp cerrahisinde kan laktat seviyesindeki orta derecedeki laktat yükselişini tolere edebildiği fakat belirgin artışın hiperlakteteminin YB sürecinde olumsuz etkilerini görmekteyiz. Laktat ve pH dengesini postoperatif dönemde stabil tutabilmek için KPB sırasında karbondioksit dengesini ve pompa akımını ayarlayarak sağlayabiliriz.

Çalışmaya katılabilecek uygun hasta sayısının az, ekipmanın yetersiz olması çalışmamızı kısıtlamıştır. Bulguların desteklenerek daha yüksek volümlü ve kapsamlı çalışmalar yapılmasını önermekteyiz.

## Etik

**Etik Kurul Onayı:** Çalışma için İstanbul Mehmet Akif Ersoy Göğüs Kalp ve Damar Cerrahisi Eğitim ve Araştırma Hastanesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından etik kurul onayı alınmıştır (karar no: 2019-31, tarih: 18.06.2019).

**Hasta Onayı:** Bu çalışma İstanbul Mehmet Akif Ersoy Göğüs Kalp ve Damar Cerrahisi Eğitim ve Araştırma Hastanesi bünyesinde açık kalp cerrahisi operasyonu yapılan hasta onamları alınmış 70 erişkin hasta üzerinde retrospektif olarak düzenlenmiştir.

## Yazarlık Katkıları

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

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

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

## Kaynaklar

1. Hessel EA, Edmunds LH. Hessel EA II, Edmunds LH Jr. Extracorporeal Circulation: Perfusion Systems. Cardiac Surgery in the Adult New York: McGraw-Hill 2003:317338.
2. Baue AA. Cardiopulmonary bypass for open heart surgery. Glenn's thoracic and cardiovascular surgery. Prentice-Hall International Inc 1396, 1991.
3. Raper RF, Cameron G, Walker D, Bowey CJ. Type B lactic acidosis following cardiopulmonary bypass. Crit Care Med 1997;25(1):46-51.
4. Boldt J, Piper S, Murray P, Lehmann A. Case 2-1999. Severe lactic acidosis after cardiac surgery: sign of perfusion deficits? J Cardiothorac Vasc Anesth 1999;13(2):220-224.
5. Stedman's medical dictionary. In: Spraycar M (ed). 26th ed. Baltimore, Williams & Wilkins, 1995:869.
6. Carola R, Harley JP, Noback CR. The Cardiovascular System Blood Human Anatomy Physiology.
7. Ross MH, Romrell LJ, Kaye GI. Histology A Text And Atlas 0-683-07369-9 Library of Congress Cataloging-in-Publication Data, 1995.
8. Ranucci M, Romitti F, Isgrò G, Cotza M, Brozzi S, Boncilli A, et al. Oxygen delivery during cardiopulmonary bypass and acute renal failure after coronary operations. Ann Thorac Surg 2005;80(6):2213-2220.
9. Demers P, Elkouri S, Martineau R, Couturier A, Cartier R. Outcome with high blood lactate levels during cardiopulmonary bypass in adult cardiac operation. Ann Thorac Surg 2000;70(6):2082-2086.
10. Bakker J, Coffernils M, Leon M, Gris P, Vincent JL. Blood lactate levels are superior to oxygen-derived variables in predicting outcome in human septic shock. Chest 1991;99(4):956-962.
11. Stover EP, Siegel LC, Hood PA, O'Riordan GE, McKenna TR. Platelet-rich plasma sequestration, with therapeutic platelet yields, reduces allogeneic transfusion in complex cardiac surgery. Anesth Analg 2000;90(3):509-516.