

# İntraoperatif Renal Oksijen Satürasyon Değişiminin Postoperatif Akut Böbrek Hasarı ile İlişkisi

Mustafa Emre Gürcü ©  
Atakan Erkinç ©  
Pinar Karaca Baysal ©  
Fatih Yılmaz ©  
Tuncer Koçak ©

## The Relation of Intraoperative Renal Oxygen Saturation Change with Postoperative Acute Kidney Injury

**Etik Kurul Onayı:** Çalışma ilerleye dönük bir çalışma olarak tasarlanmış ve Kurumsal Etik Kurulu tarafından onaylanmıştır (Protokol No: 2021/4/482).  
**Çıkar Çatışması:** Çıkar çatışması yoktur.  
**Finansal Destek:** Bu çalışma, herhangi bir fon tarafından desteklenmemiştir.  
**Hasta Onamı:** Araştırmaya katılan tüm hastalardan, yasal bir vekilden, ebeveynlerden veya küçük deneklerin yasal vasilerinden yazılı bilgilendirilmiş onam alındı.

**Ethics Committee Approval:** The study was designed as a prospective study and approved by the Institutional Ethics Committee (Protocol No: 2021/4/482).  
**Conflict of Interest:** There is no conflict of interest.  
**Funding:** This work has not been supported by any funding.  
**Informed Consent:** Written informed consent was obtained from all patients participating in the study, a legal representative, parents, or legal guardians of the minor subjects.

Cite as: Yiğit Özyay H, Demir A, Kaya Bahçecitapar M. Metabolik sendromlu koroner baypas hastalarında uygulanan iki farklı anestezi tipinin postoperatif karaciğer fonksiyonları üzerine etkisi. GKDA Derg. 2021;27(1):38-43.

### Öz

**Amaç:** Akut böbrek hasarı, kardiyopulmoner baypas kullanılan açık kalp cerrahisinden sonra %25-%30 oranında görülen, postoperatif morbidite ve mortaliteyi artırarak ameliyat başarısını azaltan en önemli bir faktördür. Near infrared spektroskopisi (NIRS), beyin ve vital organlara oksijen sunumundaki dengesizliklerin erken belirlenmesine olanak sağlayan noninvasif bir monitorizasyon yöntemidir. Bu çalışmanın amacı, intraoperatif NIRS ile takip edilen renal  $rSO_2$  değerlerindeki değişikliklerin ameliyat sonrası gelişen akut böbrek hasarı ile ilişkisini araştırmaktır.

**Yöntem:** Temmuz 2020-Ocak 2021 tarihleri arasında kardiyopulmoner baypas kullanılarak açık kalp cerrahisi uygulanan 50 hasta çalışmaya dâhil edildi. Demografik veriler yaş, cinsiyet, vücut kitle indeksi (BMI), hipertansiyon, diabetes mellitus, kronik obstrüktif akciğer hastalığı ve bilinen kronik hastalıklar, sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonunu içermektedir. Akut böbrek hasarı tanımı KDIGO kriterlerine göre tanımlandı. Postoperatif 48. saat sonunda akut böbrek hasarı gelişen ve gelişmeyen hastaların, intraoperatif renal  $rSO_2$  değişimleri ile ilişkisi değerlendirildi.

**Bulgular:** Çalışmaya dâhil edilen 50 hastanın yaş ortalaması 62 (54.3-66.5) idi ve çoğunluğu erkek hastaydı (%72). İntraoperatif verilerin değerlendirilmesinde, renal  $rSO_2$  değişiminin ameliyat sonrası akut böbrek hasarı gelişen ve gelişmeyen (sirasıyla; -%12, -%3) hastalar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu saptandı (p:0.001). Penalised multivariate logistic regresyon analizinde de intraoperatif  $rSO_2$  değerindeki değişimlerin [(from -%10 to %0,5), OR: 0.18 (0,04-0,76) p: 0,03] postoperatif akut böbrek hasarı gelişimi için bağımsız bir öngördürücü olduğu bulundu.

**Sonuç:** KBP döneminde takip edilen renal  $rSO_2$  ölçümlerindeki düşüşlerin postoperatif dönemdeki akut böbrek hasarı gelişimini predikte ettiğini saptadık. NIRS ile renal oksijen saturasyon monitorizasyonunun, hem noninvasif olması hem de eş zamanlı verileri yansıtması postoperatif dönemdeki renal disfonksiyonun öngörülebilmesi için oldukça etkili bir yöntem olduğunu düşünmekteyiz.

**Anahtar kelimeler:** akut böbrek hasarı, renal  $rSO_2$ , kardiyopulmoner baypas

### ABSTRACT

**Objective:** Acute kidney injury seen in 25-30% of the cases after open heart surgery where cardiopulmonary bypass was performed, is one of the most important factors that affect the success of the on-pump open heart surgery by increasing the rates of postoperative morbidity, and mortality. Near infrared spectroscopy (NIRS) is a noninvasive monitoring that frequently used method that allows correction of imbalances in oxygen supply to the brain and vital organs. We aimed to investigate the relationship between renal oxygen saturation values and postoperative acute kidney injury.

**Method:** Fifty patients who underwent on-pump open heart surgery between July 2020 and January 2021 by using cardiopulmonary bypass were included in the study. Demographic data included age, gender, body mass index (BMI), hypertension, diabetes mellitus, chronic obstructive pulmonary disease, other chronic diseases and left ventricular ejection fraction. The definition of acute kidney injury was defined according to the criteria of KDIGO. At the end of the postoperative 48th hour the relationship between intraoperative renal  $rSO_2$  changes in patients with or without acute kidney injury was evaluated.

**Results:** Fifty patients were included in the current study. The median (IQR) age of 50 patients was 62 (54.3-66.5), and mostly male patients constituted the study population. When we evaluated the intraoperative data, there were statistically significant differences in changes in renal  $rSO_2$  values in patients who had and had not developed postoperative acute kidney injury (-12%, -3%, respectively) (p: 0.001). In the multivariate logistic regression analysis, the change in  $rSO_2$  values in the intraoperative period [(from -10% to 0.5%), OR: 0.18 (0.04-0.76) p: 0.03] were found to be an independent predictor of postoperative acute kidney injury.

**Conclusion:** We found that the decrease of renal  $rSO_2$  measurements during surgery may predict the development of acute kidney injury in the postoperative period. We think that renal oxygen saturation monitoring with NIRS is a very effective method for predicting postoperative renal dysfunction, because it is both noninvasive and reflects simultaneous data.

**Keywords:** acute kidney injury, renal  $rSO_2$ , cardiopulmonary bypass

Received/Geliş: 22.01.2021  
Accepted/Kabul: 22.02.2021  
Published Online/Online yayın: 23.02.2021

Mustafa Emre Gürcü  
Kartal Koşuyolu Yüksek İhtisas Eğitim ve  
Araştırma Hastanesi  
Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği  
İstanbul - Türkiye  
emregurcu@gmail.com  
ORCID: 0000-0002-5434-9932

A. Erkinç 0000-0002-8736-6085  
P. Karaca Baysal 0000-0002-5187-8679  
T. Koçak 0000-0002-6428-8694  
Kartal Koşuyolu Yüksek İhtisas Eğitim ve  
Araştırma Hastanesi  
Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği  
İstanbul, Türkiye

F. Yılmaz 0000-0002-8439-0426  
Kartal Koşuyolu Yüksek İhtisas Eğitim ve  
Araştırma Hastanesi, Kardiyoloji Kliniği  
İstanbul, Türkiye

## GİRİŞ

Akut böbrek hasarı (ABH), kardiyopulmoner baypas (KPB) kullanılan açık kalp cerrahisinden sonra %25-%30 oranında görülen <sup>[1]</sup>, postoperatif morbidite ve mortaliteyi artırarak ameliyat başarısını azaltan en önemli faktörlerdendir. Ameliyat öncesi ABH gelişimini tahmin etmeye yardımcı olacak birtakım faktörlerin yanında, ameliyat sırasında özellikle KPB'ta, ABH gelişmesinin tahmin edilerek gerekli tedavi ve müdahalenin yapılması, ABH'nın neden olacağı morbidite ve mortaliteyi azaltıp, ameliyat başarısını artıracaktır.

ABH gelişimini tahmin etmede birçok laboratuvar ve biyobelirteçlerden yararmaktadır. Serum kreatin (sCr) seviyelerindeki küçük artışlar böbrek hasarını ve kötü klinik sonuçları gösterebilir. Fakat sCr'deki artışlar ABH'nın başlangıç dönemlerinde olmayacağı için ABH gelişim riskinin erken tanısında sınırlı değere sahiptir <sup>[2]</sup>. Açık kalp cerrahisi sonrası ABH gelişimini önlemek için, renal hipoksinin derecesinin belirlenmesi ve gerçek zamanlı olarak monitörize edilmesi oldukça önemlidir. Near infrared spektroskopisi (NIRS), doku hemoglobin saturasyonunun invivo analizinde sıklıkla kullanılan, beyin ve vital organlara oksijen sunumundaki dengesizliklerin erken saptanması ve düzeltilmesine olanak sağlayan noninvaziv bir monitorizasyon yöntemidir <sup>[3]</sup>. Bölgesel bir doku alanındaki oksijenize ve deoksijenize hemoglobin arasındaki farkı anlık ve sürekli olarak ölçer, böylece bölgesel oksijen saturasyonu hakkında klinisyene sürekli bilgi verir <sup>[4]</sup>.

Bu çalışmanın amacı, intraoperatif NIRS ile takip edilen renal rSO<sub>2</sub> değerlerindeki değişikliklerin ameliyat sonrası gelişen ABH ile ilişkisini araştırmaktır.

## GEREÇ ve YÖNTEM

Kurumsal etik kurul onayı alındıktan sonra Temmuz 2020-Şubat 2021 tarihleri arasında kardiyopulmoner baypas kullanılarak açık kalp cerrahisi uygulanan 50 hasta çalışmaya dâhil edildi. Çalışmaya dâhil edilme kriterleri; 18 yaş üstü, sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu (EF) >%30, normal preoperatif sCr (<1.2 mg/dL), elektif açık kalp cerrahisi geçiren hastalar idi. Çalışma dışı bırakılma kriterleri; acil ve/veya revizyon ameliyatı olan hastalar, mekanik destek cihazı ile

ameliyata alınanlar, vücut kitle indeksi (BMI)>32 kg/m<sup>2</sup> olan, cilt-böbrek mesafesi >4 cm'den fazla olanlar, son dönem böbrek hastalığı olan veya böbrek nakli olan hastalar olarak belirlendi.

Anestezi induksiyonu fentanil (5 ila 10 mcg/kg), propofol (1-2 mg/kg) ve ardından oral trakeal entübasyon rokuronyum (0,5 mg/kg) ile sağlandı. Ameliyat süresince anestezi aralıklı bolus fentanil, dormicum, rokuronyumun intravenöz yinelenmesi ve sevofluran ile sağlandı. Heparinizasyon (3 mg/kg) sonrası yeterli aktive pıhtılaşma zamanı (ACT) (>400 saniye) sağlandıktan sonra aort kanülasyonu ve ardından sağ atriyum veya selektif bikaval kanülasyon yapılarak KPB başlatıldı. Kardiyopulmoner baypasta 2.4 L/dk./m<sup>2</sup> olacak şekilde perfüzyon sağlandı. Hedef ortalama arter basıncı >60mmHg ve hemoglobin değeri >7 mg/dL olarak belirlendi. Hastalar ortalama 30-32°C'ye soğutuldu. Cerrahi işlemin bitmesinden sonra hastalar 37°C'ye ısıtıldı. Hemodinamik stabilizasyon (ortalama arter basıncı >60 mmHg, Htc >24 g/dL, hasta ısısı >36,5°C, malign aritmi yok) sağlandıktan sonra KPB'tan ayrıldı. Heparin, protamin ile nötralize edildi. Kanama kontrolü yapıp, sternum kapatıldıktan sonra hastalar yoğun bakım ünitesine entübe olarak transfer edildi.

Demografik veriler yaş, cinsiyet, vücut kitle indeksi (VKİ), hipertansiyon, diabetes mellitus, kronik obstrüktif akciğer hastalığı ve bilinen kronik hastalıklar, sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonunu içermektedir. Ameliyat öncesi sCr, üre ve glomerüler filtrasyon oranları (GFR) [eGFR= 186 \* kreatin<sup>-1.154</sup> \* yaş<sup>-0.203</sup> \* 0.742 (kadın hasta)] kaydedilen hastalara, anestezi induksiyonundan önce NIRS sensörleri (INVOS 5100C, Medtronic) USG rehberliğinde hastaların T12-L2 seviyesinde her iki böbrek bölgesine yerleştirilerek renal rSO<sub>2</sub> bazal değerleri kaydedildi. Ameliyat süresince, en düşük renal rSO<sub>2</sub> ve en yüksek NIRS düşüş yüzdesi belirlendi. Ameliyat süresince ortalama arter basınçları, KPB'ta vücut ısısı, en düşük hemoglobin ve renal rSO<sub>2</sub> değerleri, aortik kros klemp süreleri, perfüzyon ve ameliyat süreleri, ameliyat sonrası 24. saat sCr, üre, GFR, yoğun bakım kalış süreleri kaydedildi Akut böbrek hasarı KDIGO (24-48 saat içinde serum kreatininde>0.3 mg/dL (>26,5 mol/l) artış veya son 7 gün içinde serum kreatininde başlangıç değerinin >1,5 kat artış, 6 saat süreyle idrar hacmi<0,5 ml/kg/saat) kriterlerine göre tanımlandı <sup>[5]</sup>. Hastalar, post-

peratif 24-48 saat içinde, ABH gelişen (ABH(+)) ve ABH gelişmeyen (ABH(-)) olmak üzere iki gruba ayrıldı.

### İstatistik

Sürekli değişkenler medyan ve çeyrekler arası aralık (interquartile range (IQR)) [%25<sup>th</sup>-%75<sup>th</sup>] olarak sunuldu. Sayısal veriler için iki grup karşılaştırmasında Mann-Whitney U testi kullanıldı. Kategorik değişkenler sayı ve yüzde olarak sunuldu. Kategorik değişkenler için uygun olan Yates düzeltmeli ki-kare testi ve Fisher's Exact testi ile karşılaştırıldı.

**Prosedür sonrası nefropati (PPN):** Genel bir kural olarak, modele dâhil edilen öngörücülerin serbestlik derecelerine göre her öngördürücü için en az 10 hasta olmalıdır (sonuç/degrees of freedom n: 10). PPN multivariate modelimizde, 11 hastada (11/3=3,5) sonlanım varken 3 öngördürücü belirlendi. Bu nedenle PPN ve 3 aday belirleyici arasındaki *aşırı-uyum* riski nedeni ile model yaparak ilişkiyi değerlendirmek için penalized multivariate lojistik regresyon yöntemi kullanılmıştır. Penalized multivariate regresyon modelimizde, Yaş, renal rSO<sub>2</sub> değişimi ve preoperatif sCr değişkenleri alındı. Regresyon modelinde sürekli değişkenler çeyrekler arası aralık olarak daha rahat anlaşılması amacı ile raporlama yöntemi olarak kullanıldı. Ayrıca regresyon modelindeki renal rSO<sub>2</sub> değişiminin added Variable plot kullanılarak (modeldeki diğer değişkenler ile düzeltme yapılarak) sürekli değişkenin nonlinear hali log-odds olarak sunuldu.

Tüm istatistiksel analizler, R versiyon 4.01 (R Project, Viyana, Avusturya) ile "rms", "Hmisc" ve "ggplot2" paketleri kullanılarak gerçekleştirildi.

### BULGULAR

Hastaların demografik bulguları Tablo 1'de özetlenmiştir. Çalışmaya dâhil edilen 50 hastanın yaş ortalaması 62 (54.3-66,5) idi ve çoğunluğu erkekti 36 (%72). Hastaların hepsi koroner arter baypas greft ameliyatı (KABG) geçiren hastalardı. Hastaların 11'de (%22) ameliyat sonrası evre 1 ABH gelişti. Bu hastaların hiçbirinde renal replasman tedavisine gerek duyulmadı ve medikal tedavi ve uygun sıvı replasmanları ile böbrek hasarları düzeltildi. Hasta karakteristikleri ve ameliyat öncesi laboratuvar değerleri açısından iki grup arasında farklılık yoktu.

İntraoperatif verilerin değerlendirilmesinde, renal rSO<sub>2</sub> değişiminin ameliyat sonrası ABH gelişen ve gelişmeyen (sırasıyla; -%12, -%3) hastalar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu saptandı (p:0.001) (Tablo 2).

Yapılan univariate analizde rSO<sub>2</sub> değişiminin [(from -%10 to %0,5), OR:0.21 (0.06-0.78) p:0.044] postoperatif ABH gelişimini öngörmeye istatistiksel olarak anlamlı bulundu. Diğer bulgular Tablo 3'te verilmiştir.

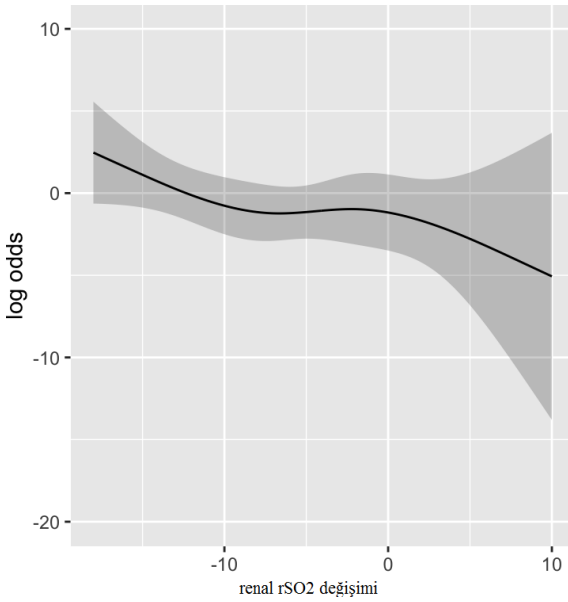
**Tablo 1. Demografik veriler.**

	ABH (-) (n:39)	ABH (+) (n:11)	p
Yaş (yıl)	58 (53.5-67)	65 (56.5-66)	0.367
Cins			
Erkek	28 (%71.8)	8 (%72.7)	0.951
Kadın	11 (%28.2)	3 (%27.3)	
VKİ (kg/m <sup>2</sup> )	26.9 (24.5-28.7)	26.6 (24.1-28.5)	0.994
HT	24 (%61.5)	7 (%63.6)	0.899
DM	17 (%43.6)	3 (%27.3)	0.329
KOAH	3 (%7.7)	0	0.466
EF (%)	60 (60-65)	60 (5-60)	0.114
ÜRE (mg/dL)	37 (31-44)	36 (27-47.5)	0.799
sCr (mg/dL)	0.8 (0.73-0.92)	0.8 (0.73-0.92)	0.494
GFR	94 (76.9-108)	103 (87.5-108)	0.731

VKİ: vücut kitle indeksi, HT: hipertansiyon, DM: diabetes mellitus, KOAH: kronik obstrüktif akciğer hastalığı, EF: sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu, sCr: serum kreatini, GFR: glomerüler filtrasyon oranı.

**Tablo 2. İntraoperatif veriler.**

	ABH (-) (n:39)	ABH (+) (n:11)	p
En düşük Hemoglobin (g/dL)	8 (7.25-8.45)	7.2 (6.90-7.95)	0.093
Ortalama Arter Basıncı (mmHg)	65 (60-74.5)	70 (62.5-70)	0.843
En düşük ısı (°C)	31 (30-32)	30 (30-30)	0.066
Sol Renal rSO <sub>2</sub> (NIRS sol)	72 (58-90)	68 (54-88)	0.559
Sağ Renal rSO <sub>2</sub> (NIRS sağ)	71 (57-88)	65 (52-90)	0.744
Renal rSO <sub>2</sub> değişimi (%)	-3 (-7.5; 3.5)	-12 (-17; -5)	0.001



**Şekil 1. Düzenlenmiş öngördürücü plotu.**  
Postoperatif ABH'ı öngörmeye renal rSO<sub>2</sub>'nin değişimi ile oluşan karşılıklı etkileşim.

**Tablo 3. Univariate logistik regresyon analiz.**

	OR	%95 CI	p
sCr (mg/dL) (0.74 - 0.9)	1.39	0.61-3.17	0.49
Yaş (yıl) (54 - 66)	2.45	0.49-12	0.08
Renal rSO <sub>2</sub> değişimi (%) (-10 - 0.5)	0.21	0.06-0.78	0.044*
AKK Süresi (dakika) (60 - 93)	1.75	0.61-5.01	0.24
Perfüzyon süresi (dakika) (91.25 - 139.75)	2.03	0.54-7.62	0.36
Hemoglobin (g/dL) (7.1 - 8.3)	0.41	0.14-1.18	0.09

sCr: serum kreatini, AKK: aortik kros klemp

Ayrıca penalised multivariate logistic regresyon analizinde de intraoperatif rSO<sub>2</sub> değerindeki değişimlerin [(from -%10 to %0,5), OR:0.18 (0.04-0.76) p:0.03] postoperatif ABH gelişimi için bağımsız bir öngördürücü olduğu bulundu. Düzenlenmiş öngördürücü olduğu bulundu. Düzenlenmiş öngördürücü plot'da postoperatif ABH gelişme riskinin renal rSO<sub>2</sub> değerindeki %7 düşmeden sonra arttığı gösterildi. Diğer bulgular Tablo 4 ve Şekil 1'de gösterilmiştir.

**Tablo 4. Penalised multivariate logistik regresyon analiz.**

	Odds ratio	%95 CI	p
sCr (mg/dL) (0.74 - 0.9)	1.30	0.66-2.57	0.81
Yaş (yıl) (54 - 66)	1.42	0.53-3.76	0.09
Renal rSO <sub>2</sub> değişimi (%) (-10 - 0.5)	0.18	0.04-0.76	0.03*

sCr: serum kreatini

**Tablo 5. İntraoperatif-postoperatif süreler.**

	ABH (-) (n:39)	ABH (+) (n:11)	p
AKK süresi (dakika)	72 (59-93)	80 (71-92)	0.680
Perfüzyon süresi (dakika)	114 (90-136)	121 (105-157)	0.293
Ameliyat süresi (saat)	4 (3.75-5)	4.5 (3.5-5.72)	0.594
Yoğun bakım süresi (gün)	2 (2-3)	2 (2-3)	0.645

AKK: aortik kros klemp

Hastaların intraoperatif (AKK, perfüzyon ve ameliyat süreleri) ve postoperatif (yoğun bakım kalış) süreleri arasında, ABH gelişen hastalarla gelişmeyen hastalar arasında anlamlı bir fark bulunamadı (Tablo 5).

## TARTIŞMA

Açık kalp cerrahisi sonrası ABH gelişimini öngördürücü faktörlerin incelendiği bu çalışmanın ana sonucu olarak, NIRS monitörü ile sürekli takip edilen intraoperatif renal rSO<sub>2</sub> değerlerindeki düşme ameliyat sonrası ABH gelişimi ile anlamlı olarak ilişkili olduğu bulunmuştur.

Kardiyopulmoner baypas ile birlikte yapılan açık kalp cerrahisi, emboli, düşük perfüzyon, nonpulsatil akım, dilüsyonel anemi, inflamatuvar mediatör salınımı, arteriyel oksijen sunumunun azalması gibi nedenlerle ABH gelişimine neden olabilir [6,7]. Ameliyat sonrası gelişen ABH yüksek morbidite ve mortalite ilişkilidir

[6,8]. Gelişebilecek ABH'nin erken saptanması, etkeneye yönelik tedavinin şekillenmesine ve ameliyat başarısını artırmaya yardımcı olacaktır. Serum kreatinin seviyesi ABH'nin teşhisi için hâlâ en sık kullanılan parametre olmasına rağmen, ABH gelişen hastalarda yavaş ve geç yükseliyor olması farklı öngördürücü parametrelerin kullanılmasını gerektirmektedir. Literatürde, üriner biyobelirteçlerin (NGAL, IL-18 ve sistatin C) ve renal NIRS'nin, postoperatif erken dönemde pediatrik kardiyak cerrahiden sonra ABH gelişimini tahmin etmede önemli parametreler olduğunu bildiren çalışmalar olmasının yanında, biyobelirteçlerin aksine NIRS monitorizasyonu doku saturasyonunun özellikle gerçek zamanlı noninvaziv takibine olanak sağlamaktadır [9]. Kardiyovasküler cerrahi anestezi yönetiminde NIRS ilk olarak serebral  $rSO_2$  takibinde kullanılsa da, günümüzde artık renal  $rSO_2$ 'daki düşüşler tıpkı postoperatif kognitif disfonksiyonların belirlenmesinde olduğu gibi postoperatif ABH gelişimini öngörmeye kullanılmaktadır [2]. Erişkin hasta grubunda yapılan az sayıda çalışma, KPB'ta NIRS monitorizasyonu ile takip edilen renal  $rSO_2$  değerlerindeki düşmelerin ameliyat sonrası gelişen ABH'ni önemli ölçüde tahmin ettiği bildirilmiştir [9]. Özellikle başlangıç değerlerine göre %20'nin üzerindeki azalmaların ABH gelişimi için daha anlamlı olduğu bulunmuştur [10]. Ayrıca, renal  $rSO_2$  ölçümü, invaziv olarak ölçülen renal ven oksijen saturasyonundaki değişiklikler ile koreledir ve perioperatif dönemde renal oksijenasyonunu gösteren bir belirteç olarak kullanılabilir [11]. Çalışmamız sırasında, hastalar özellikle KPB döneminde hemodinamik olarak ve belirli aralıklarla alınan arteriyel kan gazı örnekleriyle yakın monitorize edildi. Uç organ perfüzyonu ve doku oksijen saturasyonunun göstergesi olarak monitorize edilen NIRS değerlerindeki belirgin düşmelerde (>%15-20), hemodinamik parametreler pompa debisi artırılarak veya vazopressor/inotrop ilaçlarla desteklendi, arteriyel kan gazı sonuçlarına göre özellikle hemogloblin düzeylerinin 7g/dL'nin üzerinde olmasını sağlama amacıyla kan replasmanları yapıldı. Çalışmamız sonuçlarında da yapılan bu müdahalelere rağmen, perioperatif dönemde renal  $rSO_2$  değerlerindeki düşmelerin özellikle %7 ve üzerindeki NIRS düşmelerinin ameliyat sonrası gelişen ABH ile yakından ilişkili olduğu belirlendi.

Kardiyak cerrahi sonrası ABH gelişimi için en önem-

li risk faktörlerinden birisi preoperatif sCr değeridir. Serum Cr değerinin 2-4 mg/dl arasında olan hastalarda ABH gelişim riski yaklaşık %10-20 iken, 4 mg/dl üzerinde %25-28 arasındadır [12,13]. Cerrahi tipi (kapak cerrahisi), peroperatif kanama miktarı, acil uygulanan cerrahi gibi risk faktörlerinin yanında, özellikle aortik kros klemp süresi, KPB süreleri ve normotermik-hipotermik baypas gibi özellikle düşünülmeyen risk faktörleri vardır. Ameliyat öncesi normal böbrek fonksiyonlarının olduğu hastalarda KPB süresinin uzun olması, KPB sırasında ortalama arteriyel basıncın 60 mmHg'nin altında uzun süre seyretmesi ABH gelişimi ile yakından ilişkili olduğu bildirilmiştir [14,15]. Bu bilgilerin aksine bazı çalışmalarda ise AKK ve perfüzyon sürelerinin ABH gelişimi ile herhangi bir ilişkinin olmadığı söylenmiştir [16]. Çalışmamızın sonuçlarına göre, AKK ve KPB süreleri ABH gelişen grupta daha uzun olsa da istatistiksel bir anlamlılık bulunamamıştır. Ayrıca ameliyat sonrası ABH gelişen hastalarla, gelişmeyen hastaların ameliyat öncesi sCr değerleri arasında da herhangi bir fark yoktu. Çalışmalarda ileri yaş ve normotermik KPB'nin postoperatif ABH için prognostik faktör olarak gösterilmiştir [17]. Çalışmamızdaki tüm hastalarda KPB hafif hipotermi altında yapılmış olup, ABH gelişen ve gelişmeyen hastaların yaşları arasında farklılık yoktu. Yine yoğun bakım süreleri arasında da iki grup arasında bir farklılık saptanmadı.

Bu çalışmadaki kısıtlamalar; hasta sayısının az olması, postoperatif dönemde renal  $rSO_2$  ölçümlerinin yapılamamış olması ve KPB sırasında anestezi yönetimi standardize edilebilmesine rağmen, farklı cerrahi ekipler tarafından yapılan ameliyatların cerrahi invazivliğinin değişken olmasıdır.

Sonuç olarak, çalışmamızda; KPB döneminde NIRS ile renal oksijen saturasyonunun monitorizasyonu, hem noninvaziv olması hem de eşzamanlı verileri yansıtması ile renal  $rSO_2$  değerlerindeki düşüşlerin postoperatif dönemdeki ABH gelişimini öngörmeye etkili bir yöntem olabileceğini belirledik. NIRS monitorizasyon yönteminin ameliyat sonrası ABH gelişimini öngördüğü olduğunu desteklemek için daha çok sayıda hasta ile yapılacak çalışmalara gereksinim olduğunda hasta ile yapılacak çalışmalara gereksinim olduğunda düşüncesindeyiz.

## KAYNAKLAR

1. Jiachang H, Rongyi C, Shaopeng L, Xiaofang Y, Jianzhou Z, Xiaoqiang D. Global incidence and outcomes of adult patients with acute kidney injury after cardiac surgery: A systematic review and meta-analysis. *Cardiothorac Vasc Anesth.* 2016 Jan; 30(1):82-9. <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2015.06.017>
2. Dae-Kee C, Wook-Jong K, Ji-Hyun C, Eun-Ho, Kyung Don H, Ji Yeon S, In Cheol C. Intraoperative renal regional oxygen desaturation can be a predictor for acute kidney injury after cardiac surgery. *Cardiothorac Vasc Anesth.* 2014 Jun;28(3):564-71. <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2013.12.005>
3. Booth EA, Dukatz C, Ausman J, Wider M. Cerebral and somatic venous oximetry in adults and infants. *Neurol Int.* 2010 Nov 27; 1:75. <https://doi.org/10.4103/2152-7806.73316>
4. Olbrecht VA, Skowno J, Marchesini V, Ding L, Jiang Y, Ward CG, et al. An international, multicenter, observational study of cerebral oxygenation during infant and neonatal anesthesia. *Anesthesiology.* 2018 Jan;128(1):85-96. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000001920>
5. Mehta RL, Kellum JA, Shah SV, Molitoris BA, Ronco C, Warnock DG, Levin A: Acute kidney injury network: report of an initiative to improve outcomes in acute kidney injury. *Crit Care* 2007;11:R31. <https://doi.org/10.1186/cc5713>
6. Karkouti K, Wijeyesundera DN, Yau TM, Callum JL, Cheng DC, Crowther M, et al. Acute kidney injury after cardiac surgery: focus on modifiable risk factors. *Circulation.* 2009 Feb 3;119(4):495-502. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.108.786913>
7. Stafford-Smith M, Patel UD, Phillips-Bute BG, Shaw AD, Swaminathan M. Acute kidney injury and chronic kidney disease after cardiac surgery. *Adv Chronic Kidney Dis.* 2008 Jul;15(3):257-77. <https://doi.org/10.1053/j.ackd.2008.04.006>
8. Hobson CE, Yavas S, Segal MS, Schold JD, Tribble CG, Layon AJ, Bihorac A. Acute kidney injury is associated with increased long-term mortality after cardiothoracic surgery. *Circulation* 119:2444-53, 2009. *Circulation.* 2009 May 12;119(18):2444-53. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.108.800011>
9. Hazle MA, Gajarski RJ, Aiyagari R, Yu S, Abraham A, Donohue J, Blatt NB. Urinary biomarkers and renal near-infrared spectroscopy predict intensive care unit outcomes after cardiac surgery in infants younger than 6 months of age. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2013 Oct;146(4):861-7.e1. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2012.12.012>
10. Christian Ortega-Loubon, MD, MEd, Manuel Fernandez-Molina, MD, Inmaculada Fierro, PhD, et al. Postoperative kidney oxygen saturation as a novel marker for acute kidney injury after adult cardiac surgery. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery,* 17 Oct 2018, 157(6):2340-51.e3. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2018.09.115>
11. Tholén M, Ricksten SE, Lannemyr L. Renal near-Infrared spectroscopy for assessment of renal oxygenation in adults undergoing cardiac surgery: A method validation study. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2020 Dec; 34(12):3300-5. <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2020.04.044>
12. Thakar CV, Liangos O, Yared JP, Nelson DA, Hariachar S, Paganini EP. Predicting acute renal failure after cardiac surgery: Validation and re-definition of a risk stratification algorithm. *Hemodial Int.* 2003 Apr 1;7(2):143-7. <https://doi.org/10.1046/j.1492-7535.2003.00029.x>
13. Fortescue EB, Bates DW, Chertow GM. Predicting acute renal failure after coronary bypass surgery: Cross-validation of two risk-stratification algorithms. *Kidney Int.* 2000 Jun;57(6):2594-602. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1755.2000.00119.xq>
14. Fischer UM, Weissenberger WK, Warters RD, Geissler HJ, Allen SJ, Mehlhorn U. Impact of cardiopulmonary bypass management on postcardiac surgery renal function. *Perfusion.* 2002 Nov;17(6):401-6. <https://doi.org/10.1191/0267659102pf610oa>
15. Slogoff S, Reul GJ, Keats AS, Curry GR, Crum ME, Elmquist BA, Giesecke NM, Jistel JR, Rogers LK, Soderberg JD, et al. Role of perfusion pressure and flow in major organ dysfunction after cardiopulmonary bypass. *Ann Thorac Surg.* 1990 Dec;50(6):911-8. [https://doi.org/10.1016/0003-4975\(90\)91118-U](https://doi.org/10.1016/0003-4975(90)91118-U)
16. Ruf B, Bonelli V, Balling G, Hörer J, Nagdyman N, Lorenz Braun S, et al. Intraoperative renal near-infrared spectroscopy indicates developing acute kidney injury in infants undergoing cardiac surgery with cardiopulmonary bypass: a case-control study. *Crit Care.* 2015 Jan 29;19(1):27. <https://doi.org/10.1186/s13054-015-0760-9>
17. Provenchere S, Plantefeve G, Hufnagel G, Vicaut E., De Vaumas C, Lecharny JB, et al. Renal dysfunction after cardiac surgery with normothermic cardiopulmonary bypass: Incidence, risk factors and effect on clinical outcome. *Anesth Analg.* 2003 May;96(5):1258-64. <https://doi.org/10.1213/01.ANE.0000055803.92191.69>