

Postoperatif Hiperlaktateminin Ayırıcı Tanısı

Differential Diagnosis of Postoperative Hyperlactatemia

Halim Ulugöl,¹ Melis Tosun,² Meltem Güner Can,¹ Uğur Aksu,³ Fevzi Toraman¹

¹Acıbadem Mehmet Ali Aydınlar Üniversitesi Tıp Fakültesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

Department of Anesthesiology and Reanimation, Acıbadem Mehmet Ali Aydınlar University Faculty of Medicine, İstanbul, Türkiye

²Özel Acıbadem Ataşehir Hastanesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Bölümü, İstanbul, Türkiye

Department of Anesthesiology and Reanimation, Private Acıbadem Ataşehir Hospital, İstanbul, Türkiye

³İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, İstanbul, Türkiye

Department of Biology, İstanbul University Faculty of Science, İstanbul, Türkiye

ÖZ

Amaç: Koroner arter baypas greftlemesinde (KABG) postoperatif hiperlaktateminin ayırıcı tanısını yapabilmek ve erken müdahale edebilmek komplikasyonların önlenmesinde önemlidir. Biz de çalışmamızda bu ayırımı yapabilmek için noninvaziv monitörizasyon yöntemi olan "Near-Infrared Spectroscopy (NIRS)"den faydalanmayı amaçladık.

Yöntem: Etik kurul ve hasta onamı alınan, KABG planlanan 60 hasta çalışmaya dahil edildi. Yaş, ağırlık, vücut yüzey alanı, cinsiyet, vücut ısısı, preoperatif komorbiditeler, intraoperatif ve postoperatif hemodinamik parametreler, laktat ve diğer arteryel kan gazı değerleri, kardiyopulmoner baypas ve aortik kros klemp süresi, idrar çıkışı, kan ürünü ve inotropik ajan kullanımı kaydedildi. Bölgesel serebral oksijen satürasyonu (rSO₂), hastanın alınına yerleştirilmiş bir sensör ve cihaz (INVOS 5100C, Medtronic) aracılığıyla sürekli olarak izlendi. Postoperatif periyot 10 zaman noktasına ayrıldı. T1 yoğun bakım ünitesine kabul, T2-T9 sırasıyla birer saat arayla yoğun bakım ünitesi takipleri, T10'da ise yoğun bakım ünitesinden çıkış olarak değerler kaydedildi.

Bulgular: Yoğun bakıma yatıştan 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. saatlerdeki kalp hızı (atım/dakika), ortalama arter basıncı (mmHg), vücut sıcaklığı (°C), pH, pCO₂ (mmHg), pO₂ (mmHg), Hct (%) başlangıç zaman noktası (T1) ile karşılaştırıldığında anlamlı bir değişim tespit edilemedi (p>0,050). Postoperatif kan laktat düzeyinin ise T1'den T9 periyoduna kadar artma gösterdiği, ancak bu süreçte rSO₂'nin ise buna paralel bir değişim göstermediği tespit edildi (p>0,05).

Sonuç: KABG sonrasında görülen erken hiperlaktateminin ayırıcı tanısında NIRS izlemi faydalı bir noninvaziv yöntemdir. Bu nedenle, hasta güvenliğini sağlamak için klinik pratikte postoperatif dönemde de NIRS izlemine tavsiye ediyoruz.

Anahtar sözcükler: Ekstrakorporeal dolaşım, hiperlaktatemi, rejyonel serebral oksijen satürasyonu, yıkama

ABSTRACT

Objectives: It is important to make the differential diagnosis of postoperative hyperlactatemia and to treat it early to prevent complications in coronary artery bypass grafting (CABG). In our study, we aimed to use near-infrared spectroscopy (NIRS), a non-invasive monitoring method, to make this distinction.

Methods: Sixty patients who were planned for CABG and whose ethics committee and patient consent were obtained were included in the study. Age, weight, body surface area, gender, body temperature, intraoperative and post-operative hemodynamic parameters, lactate and other arterial blood gas values, cardiopulmonary bypass and aortic cross clamp time, urine output, blood product, and inotropic agent use were recorded. Regional cerebral oxygen saturation (rSO₂) was continuously monitored through a sensor and device placed on the patient's forehead. The post-operative period was divided into 10-time points. Values were recorded as T1 admission to the intensive care unit (ICU), T2-T9 ICU follow-ups with 1-h intervals, respectively, and ICU exit at T10.

Results: Heart rate, mean arterial pressure, body temperature, pH, pCO₂, pO₂, Hct at 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, and 8 h after admission to the ICU when was compared with baseline time point (T1), no significant change was detected (p>0.050). We found that post-operative blood lactate level increased from T1 to T9 period, but rSO₂ did not show a parallel change in this process (p>0.05).

Conclusion: NIRS monitoring is a useful non-invasive method in the differential diagnosis of early hyperlactatemia after CABG. Therefore, we recommend NIRS monitoring in the post-operative period in clinical practice to ensure patient safety.

Keywords: Extracorporeal circulation, hyperlactatemia, regional cerebral oxygen saturation, washout

Please cite this article as: "Ulugöl H, Tosun M, Can MG, Aksu U, Toraman F. Differential Diagnosis of Postoperative Hyperlactatemia. GKDA Derg. 2022;28(4):300-305".

Yazışma Adresi: Halim Ulugöl, MD. Department of Anesthesiology and Reanimation, Acıbadem Mehmet Ali Aydınlar University Faculty of Medicine, İstanbul, Türkiye

Telefon: +90 505 254 78 43 **E-posta:** halimulugol@yahoo.com.tr

Başvuru: Eylül 19, 2022 **Revize:** Kasım 02, 2022 **Kabul:** Kasım 07, 2022 **Online Yayınlanma:** Kasım 18, 2022

©Telif hakkı 2022 Göğüs-Kalp-Damar Anestezi ve Yoğun Bakım Derneği Dergisi - Available online at www.gkdaybd.org

OPEN ACCESS This is an open access article under the CC BY-NC license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).



Giriş

Organ fonksiyonunun korunmasında en önemli aşama mikrodolaşımın devamı ve doku oksijen kullanımının sürdürülmesidir. Koroner arter baypas greftlemesinde (KABG) ekstrakorporeal dolaşıma hipotansiyon, hemodilüsyon, hipotermi, kalp durması, pulsatil olmayan akış, yeniden ısınma ve proinflamasyonun da eklenmesiyle mikrodolaşım bozulabilmektedir.^[1] Bozulan mikrodolaşımın neden olduğu hücre hasarının uygun biyobelirteçler ile tespiti ve erken müdahale, iskemik komplikasyonların önlenmesinde önem arz etmektedir.

KABG'de peroperatif dönemde hastaların %10–20'sinde anaerobik metabolizmaya bağlı hiperlaktatemi oluşur. Fakat kalp cerrahisi geçiren hastalarda hiperlaktatemi hipoksik nedenlerin yanında hipoksik olmayan nedenlere de bağlı olabilir (Tablo 1).^[2–4] Bunlar arasında ameliyathanede veya yoğun bakım ünitesine (YBÜ) kabul edildikten sonraki ilk altı saat içinde gelişen, erken başlangıçlı hiperlaktatemi, olumsuz sonuçlarla güçlü bir şekilde ilişkilidir. Ancak ilk saatlerde gelişen bu hiperlaktatemilerin bir kısmının da hipoksik olmayan hiperlaktatemi olduğu bilinmektedir.^[5] Bu nedenle hiperlaktateminin nedeninin belirlenmesi, erken tedavinin düzenlenmesi ve hasta sonuçlarının iyileştirilmesi için gereklidir.

Serum laktat düzeyi ile "Near-Infrared Spectroscopy (NIRS)" arasındaki korelasyon KABG'de az sayıda çalışmada araştırılmış ve çelişkili sonuçlar elde edilmiştir. Chakravarti ve ark.,^[6] açık kalp cerrahisi geçiren hastaların postoperatif 24 saat boyunca kan laktat düzeyi, renal rSO₂ ve serebral rSO₂ değerlerini kaydettikleri çalışmalarında, kan laktat düzeyleri ile renal ve serebral doku satürasyonları arasında anlamlı ters korelasyon bulmuşlardır. Tume ve ark.^[7] da pediatrik kalp cerrahisi yoğun bakım hastalarında somatik ve serebral oksijen satürasyonlarını kan laktat düzeyleri ile karşılaştırdıkları çalışmalarında, serebral rSO₂ ile laktat arasında güçlü bir ters korelasyon bulurken, somatik rSO₂ ile laktat arasında anlamlı ilişki bulamamışlardır. Başka bir çalışmada, pediatrik kalp cerrahisinde, intraoperatif dönemde tüm düşük kalp debisinin geliştiği durumlarda, serebral rSO₂ değerlerinin de beraberinde düştüğünü tespit etmişlerdir. Çalışmalarının sonucunda, rSO₂ takibinin, düşük perfüzyon durumlarının tespitinde ve erken müdahalenin sağlanmasında, dolayısıyla hasta sonuçlarının olumlu olmasında etkin olabileceğini vurgulamışlardır.^[8]

Biz bu çalışmada, postoperatif hiperlaktateminin ayırıcı tanısını yapabilmek için, noninvaziv monitörizasyon yöntemi olan NIRS'dan faydalanmayı ve NIRS ile bölgesel (frontal bölge) beyin dokusu oksijen satürasyonunu ölçerek (rSO₂),^[9] kan laktat düzeyi değişikliği ile rSO₂ değişimi arasındaki ilişkiyi bakmayı amaçladık.

Yöntem

Hastane etik kurul onayı (ATADEK 2018–2/21) ve hastalardan yazılı bilgilendirilmiş onam alındıktan sonra, 43–80 yaş arasındaki, hastanemizde on-pump KABG operasyonu geçirecek, preoperatif ejeksiyon fraksiyonu \geq %40 olan 60 ASA-III (American Society of Anesthesiologists) hastalar prospektif olarak çalışmaya dahil edildi. Yaş, ağırlık, vücut yüzey alanı, cinsiyet, vücut ısısı, preoperatif komorbiditeler, preoperatif laboratuvar bulguları, intraoperatif ve postoperatif hemodinamik parametreler, arteriyel kan gazı değerleri, kardiyopulmoner baypas ve aortik kros klemp süresi, idrar çıkışı, kan ürünü ve inotropik ajan kullanımı kaydedildi.

Hastaların anestezi ve cerrahi yönetimi aynı anestezi ve cerrahi ekip tarafından yapıldı. Hastalara ameliyattan bir gece önce ağızdan Alprazolam 0,5 mg (Xanax®) verildi. Midazolam (125 µg/kg) operasyondan 30 dakika önce kas içine uygulandı. İnvaziv arter basıncı, santral venöz basınç, periferik oksijen satürasyonu, 5-lead elektrokardiyogram ve end-tidal CO₂ izlemesini içeren standart bir izleme rejimi uygulandı. rSO₂, hastanın alnına yerleştirilmiş bir sensör ve bağlı olduğu cihaz (INVOS 5100C, Medtronic) aracılığı ile sürekli olarak izlendi. rSO₂, frontal kapiller bölgedeki (water sheed zone) karışım kanının (%75 venöz, %25 arteriyel) oksijen doygunluğunu yansıtmakta olup, doku oksijen satürasyonu göstergesi olarak kullanılmaktadır.

Anestezi indüksiyonu intravenöz olarak fentanil (25–35 µg/kg) ve propofol (2–3 mg/kg) ile, trakeal entübasyon intravenöz roküronyum (0,6–1,0 mg/kg) ile yapıldı. Anestezi idamesi hava/oksijen içinde minimum alveoler konsantrasyon: 1 sevofluran ve idame dozunda roküronyum ve fentanil ile sağlandı. Hastaların ventilasyonu normoksi ve normokapniyi koruyacak şekilde ayarlandı.

Standart ekstrakorporeal dolaşım teknikleri kullanıldı. Pompa akımı 2,0–2,4 L/dakika/m² vücut yüzey alanı, orta derecede sistemik hipotermi (32°C) ve aralıklı antegrad soğuk kan kardiyoplejisi kullanıldı. Homojen soğutma ve yeniden ısıtma sağlandı.

Hemoglobin seviyelerini pompada \geq 7 g/dL ve reperfüzyondan sonra \geq 8 g/dL olacak şekilde eritrosit süspansiyonu transfüze edildi. Doku perfüzyonu, sistemik kan basıncı regülasyonu, venöz-arteriyel karbondioksit farkı, laktat seviyeler, idrar akış hızının izlenmesi ve ekstrakorporeal dolaşım sırasında kan gazı analizi yapılarak sürdürüldü. Laboratuvar ve klinik bulgulara göre taze donmuş plazma ve trombosit transfüzyonu kullanıldı. Buharlaştırma ve idrar yoluyla kaybedilen hacmi desteklemek için normal salin solüsyonu kullanıldı. Ameliyattan sonra hastalar kalp cerrahisi YBÜ'ye transfer edildi. Laktat düzeylerini belirlemek için arter kan gazı örnekleri;

- T1'de (YBÜ'ye kabulden 30 dakika sonra),
- T2'de (YBÜ'ye kabulden bir saat sonra),

Tablo 1. Kalp cerrahisi sonrası hiperlaktatemi nedenleri

Neden	Mekanizma	Başlangıç
Yetersiz oksijen sunumu	Doku hipoksisi	Erken
Düşük kalp debisi	Doku hipoksisi	Erken/geç
Ciddi anemi	Doku hipoksisi	Erken/geç
Laktat yıkama (washout)	İskemi/reperfüzyon	Erken
Sepsis/septik şok	Artmış glikolizis/mikrodolaşım yetersizliği	Erken
Katekolaminler	Artmış glikolizis	Erken/geç
Hepatik iskemi	Doku hipoksisi	
Azalmış laktat klerensi	Erken/geç	
Mezenterik iskemi	Doku hipoksisi	Geç
Ringer laktat solüsyonu	Artmış laktat yüklemesi	Erken/geç
Grand mal epilepsi	Artmış aerobik glikolizis	Geç
Renal yetmezlik	Azalmış laktat klerensi	Geç
İlaç ilişkili	Propofol sendromu	
Sodyum nitropurisid	Geç	

- T3'te (YBÜ'ye kabulden iki saat sonra),
- T4'te (YBÜ'ye kabulden üç saat sonra),
- T5'te (YBÜ'ye kabulden dört saat sonra),
- T6'da (YBÜ'ye kabulden beş saat sonra),
- T7'de (YBÜ'ye kabulden altı saat sonra),
- T8'de (YBÜ'ye kabulden yedi saat sonra),
- T9'da (YBÜ'ye kabulden sekiz saat sonra),
- T10'da (YBÜ'den çıkışta) alındı.

Çalışmaya katılım için dışlama kriterleri, aktif konjestif kalp yetmezliği, acil kalp cerrahisi veya yeniden ameliyat, ameliyattan önce inotropik destek ihtiyacı, ameliyat öncesi sistemik hipoperfüzyonu düşündüren herhangi bir parametrenin yükselmesi, koagülopati, böbrek yetmezliği, karaciğer disfonksiyonu, lokal veya sistemik enfeksiyon ve inflamasyon olarak belirlendi.

İstatistiksel Analiz

Veri setleri ortalama±standart sapma olarak sunuldu. Veri setlerinin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov testi ile değerlendirildi. Zaman noktaları arası değişimin anlamlılığı için "Repeated Measures Anova-Tukey's" çoklu karşılaştırma testi kullanıldı. Aynı zaman noktasında NIRS ve laktat arasındaki ilişki için Pearson testi kullanıldı. $p < 0,05$ değerleri anlamlı kabul edildi. İstatistik programı olarak GraphPad Prism version 5.0 (GraphPad Software, San Diego, CA, USA) kullanıldı.

Bulgular

Çalışmaya dahil edilen 60 hastanın demografik ve cerrahi verileri Tablo 2'de görülmektedir. Yoğun bakıma yatıştan 30 dakika sonra ve 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. saatlerdeki vital parametreler ve arteriyel kan gazı değerleri ise Tablo 3'te listelenmiştir. T1 ile tüm zaman noktaları karşılaştırıldığında kalp

Tablo 2. Demografik veriler

Yaş (yıl)	63,8±1,4
Boy (cm)	157,7±4,7
Kilo (kg)	80,3±2,6
Cinsiyet, (n)	
Erkek	38
Kadın	22
Vücut yüzey alanı (m ²)	1,88±0,03
Vücut ısısı (°C) (YBÜ kabul)	35,2±0,2
Kardiyopulmoner baypas süresi (dakika)	94,7±5,4
Kros-klemp süresi (dakika)	57,5±3,9
Ameliyat süresi (dakika)	217,2±8,0
Eritrosit süspansiyonu kullanımı (%)	8,3±0,3
İnotrop kullanımı (%)	0,8±0,3
İdrar çıkışı (mL/24 saatlik)	3720±1722

YBÜ: Yoğun bakım ünitesi.

hızı (bpm), ortalama arter basıncı (mmHg), vücut sıcaklığı (°C), pH, pCO₂ (mmHg), pO₂ (mmHg), Hct (%) de anlamlı bir değişim tespit edilmedi ($p > 0,050$).

Postoperatif kan laktat düzeyinin T1'den T9 periyoduna kadar artma gösterdiğini, ancak bu süreçte rSO₂'nin ise buna paralel bir değişim göstermediğini tespit ettik ($p > 0,05$) (Tablo 3 ve Şekil 1).

Tartışma

Kalp cerrahisi sonrası erken dönemde görülen hiperlaktateminin ayırıcı tanısını yapabilmeyi planladığımız prospektif çalışmamızda, rSO₂ ve serum laktat düzeyleri arasındaki korelasyonu araştırdık. Çalışmaya dahil edilen hastaların, postoperatif erken dönemdeki laktat artışına, rSO₂'deki azalma eşlik etmedi. Laktat ile rSO₂ arasında beklenen ters yönlü korelasyon oluşmadı.

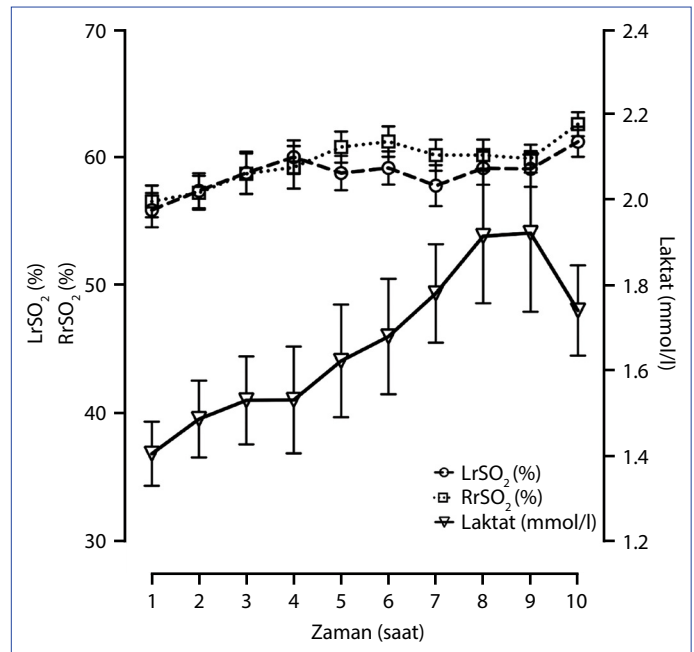
Tablo 3. Vital parametreler ve kan gazı değerleri

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Kalp hızı (atım/dakika)	84,9±1,8	85,±1,8	85,±2,1	85,±1,3	84,±1,5	82,7±1,4	81,4±1,4	80,0±1,5	76,8±2,1	80,6±1,1
Ortalama arter basıncı (mmHg)	83,8±1,5	84,5±1,7	83,8±1,5	81,6±2,0	83,9±1,4	83,2±1,7	83,6±1,2	83,0±1,3	81,6±1,3	79,3±1,4
Vücut ısısı (°C)	35,6±0,1	36,4±0,1	36,5±0,1	36,7±0,1	36,6±0,1	36,6±0,1	36,5±0,1	36,5±0,1	36,6±0,1	35,9±0,7
pH	7,41±0,01	7,3±0,01	7,3±0,01	7,3±0,01	7,2±0,12	7,3±0,01	7,3±0,00	7,39±0,00	7,4±0,01	7,42±0,01
pCO ₂ (mmHg)	37,0±0,7	41,8±0,7	41,8±0,7	40,9±0,8	40,1±0,6	4,0±0,6	39,1±0,9	39,5±0,6	39,3±0,7	40,3±2,5
pO ₂ (mmHg)	139,4±5,6	127,2±4,2	127,6±3,5	131,2±3,9	133,3±3,9	128,8±4,2	124,6±3,6	119,5±4,0	113,0±3,4	106,1±4,0
Hematokrit (%)	31,1±0,6	32,5±0,7	32,0±0,6	31,4±0,5	31,6±0,5	31,3±0,5	31,5±0,5	30,8±0,7	30,6±0,5	29,2±0,5
RrSO ₂ (%)	56,59±1,25	57,25±1,32	58,75±1,58	59,24±1,65	60,83±1,23	61,25±1,19	60,19±1,22	60,19±1,22	59,9±1,1	62,6±0,9
LrSO ₂ (%)	55,90±1,33	57,41±1,35	58,80±1,64	60,04±1,29	58,79±1,34	59,1±1,29	57,81±1,60	59,17±1,29	59,1±1,4	61,2±1,2
Plazma laktat (mmol/L)	1,41±0,08	1,49±0,09	1,53±0,10	1,53±0,13	1,62±0,13	1,68±0,14	1,72±0,12	1,92±0,16	1,90±0,2	1,7±0,1

Açık kalp cerrahisinde laktat metabolizmasındaki değişim ilk olarak Carlson ve ark.^[10] tarafından tanımlanmıştır. Sonraki yıllarda yapılan araştırmalarda, laktat birikimine bağlı metabolik asidoz ile düşük kalp debisi arasındaki ters korelasyon ortaya konulmuştur.^[11,12] Bu literatür desteği ile laktat birçok çalışmada doku hipoksisi ve yetersiz perfüzyonun bir belirteci olarak kullanılmış ve kalp cerrahisi sonrası olumsuz sonuçların bir göstergesi olarak değerlendirilmiştir.^[13-15] Postoperatif dönemde doku hipoksisine bağlı hiperlaktateminin klinik etkilerinin, hipoksik olmayan nedenlere göre daha kötü olduğu kabul edilmektedir.^[16] Serum laktat düzeyleri, laktat üretimi ve kullanımı arasındaki dengeyi yansıtır. Kliniğimizde laktat düzeyi arteriyel kan gazı ölçümleri ile takip edilmektedir ve normal sınırlar 0,5-0,9 mmol/L olarak belirlenmiştir. Aortik kros klempleme gibi bir iskemi periyodunu takiben reperfüzyondan sonra aerobik metabolizma artar ve kanın laktik asit içeriği azalır. Bununla birlikte, kan akışının yeniden sağlanması, "yıkama" fenomeni (washout) nedeniyle kan laktat konsantrasyonlarında paradoksal bir artışa neden olur.^[17]

Laktatın KABG'de peroperatif takibi, miyokart perfüzyonu ile ilişkilendirilmiş ve monitörizasyonu için uygun teknikler araştırılmıştır. Chowdhury ve ark.^[18] bu amaçla koroner sinüse yerleştirdikleri kateter ile laktat, laktat-pirüvat oranı, kreatinin-kinaz MB ve troponin-I takibi yapmışlardır. Laktatın diğer spesifik belirteçler gibi miyokart hasarında da korele olarak yükseldiğini bulmuşlardır. Ancak miyokardiyal hasar tespitinde laktat takibi için koroner sinüs kanülasyonu gereksinimi, klinik pratikte uygulanabilirliğini azaltmaktadır.

Çalışmamıza dahil edilen hastalarda, hipoksik hiperlaktatemi ile yıkama fenomeni arasındaki ayrımı yapmak için rSO₂ kullanılmakta temel mantığımız, geleneksel parametrelerdeki (kalp debisi, kan basıncı ve satürasyon SpO₂) değişikliklerin, beyin dokusu oksijenasyonundaki bozukluğu yansıtmazken, rSO₂'nin bunu doğrudan frontal loblardan ölçümleyerek vermesidir.

**Şekil 1.** Serum laktat düzeylerinin ve NIRS değerlerinin zamanla değişimi.

NIRS: Near-infrared Spectroscopy.

Bu mantıkla yapılan çalışmalara baktığımızda, çocuklarda NIRS'ın gözden geçirildiği bir derlemede, düşük perfüzyon durumlarını tespit etmek için bir araç olarak önerildiğini görmekteyiz.^[19] Ayrıca, NIRS ile ölçülen serebral oksihemoglobin satürasyonunun, kalp cerrahisi sonrası hastalarda mikst venöz oksijen satürasyonu ile de korele olduğu gösterilmiştir.^[20-22]

Çalışmamızda postoperatif erken dönemde kan laktat düzeylerinin artmasına karşın (postoperatif hiperlaktatemi), serebral rSO₂ değerlerinin değişmeden kalması nedeniyle anlamlı bir ters korelasyon gösterilememiştir. Bu durum, postoperatif olarak gelişen hiperlaktateminin, hipoksik

kökenli olmayabileceğini, yıkama fenomenine (washout) bağlı olabileceğini desteklemektedir. Ayrıca bununla birlikte hastaların postoperatif hemodinamik (kan basıncı, kalp hızı) ve diğer kan gazı parametrelerinde anlamlı değişikliklerin olmaması da bu ayırıcı tanı fikrini desteklemiştir.

Bu nedenle, düşük kalp debisi tanı ve tedavisinin yönetilmesinde, sıklıkla kullanılan hemodinamik (kan basıncı, kalp hızı) ve kan gazı parametrelerine ilave olarak, uç organ (end organ) doku perfüzyon göstergesi olan başka bir parametrenin de (rSO₂) kullanılmasının faydalı olacağını düşünmekteyiz.

Çalışmamızın en önemli kısıtlılığının tüm hastalarımızın postoperatif hemodinamik stabilite göstermesi ve bu nedenle de gelişecek olan düşük kalp debisi varlığında, rSO₂'nin davranış şeklinin nasıl olacağına yönelik yorum yapamamış olmamızdır. Postoperatif düşük kalp debisi gelişen hastalarda çalışmanın tekrarlanması, klinisyene ciddi katkı sağlayacağı kanısındayız.

Sonuç olarak; KABG sonrasında görülen erken hiperlaktateminin ayırıcı tanısında NIRS izlemi faydalı bir noninvaziv yöntemdir. Postoperatif dönemde oluşan hiperlaktatemi, özellikle hemodinamik olarak stabil, normovolemik ve homojen olarak yeniden ısıtılan hastalarda her zaman hipoperfüzyonla ilişkili değildir. Bu nedenle, hasta güvenliğini sağlamak için klinik pratikte postoperatif dönemde de NIRS izlemini tavsiye etmekteyiz. Laktat seviyeleri ve NIRS arasındaki etkileşimi araştırmak için daha ileri çalışmalar da gerekmektedir.

Disclosures

Ethics Committee Approval: The study was approved by The Acibadem Mehmet Ali Aydınlar University Medical Research Ethics Committee (Date: 15/02/2018, No: 2018-2/21).

Informed Consent: Written informed consent was obtained from all patients.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Conflict of Interest: None declared.

Financial Disclosure: The authors declared that this study has received no financial support.

Authorship Contributions: Concept – H.U., F.T.; Design – F.T.; Supervision – H.U., M.T.; Fundings – F.T.; Materials – M.G.C., H.U.; Data collection &/or processing – U.A., M.T.; Analysis and/or interpretation – U.A., M.T.; Literature search – U.A., H.U.; Writing – H.U., M.G.C.; Critical review – H.U., M.G.C.

Etik Kurul Onayı: Çalışma Acibadem Mehmet Ali Aydınlar Üniversitesi Tıbbi Araştırmalar Etik Kurulu tarafından onaylandı (Tarih: 15/02/2018, Numara: 2018-2/21).

Hasta Onamı: Hastalardan yazılı onam alınmıştır.

Hakem değerlendirmesi: Dışarıdan hakemli.

Çıkar Çatışması: Çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Finansal Destek: Yazarlar bu çalışmanın herhangi bir finansal destek almadığını beyan etmişlerdir.

Yazarlık Katkıları: Fikir – H.U., F.T.; Tasarım – F.T.; Denetmeler – H.U., M.T.; Kaynaklar – F.T.; Malzemeler – M.G.C., H.U.; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi – U.A., M.T.; Analiz ve/veya Yorum – U.A., M.T.; Literatür Taraması – U.A., H.U.; Yazıyı Yazan – H.U., M.G.C.; Eleştirel İnceleme – H.U., M.G.C.

Kaynaklar

1. Karkouti K, Wijesundera DN, Yau TM, McCluskey SA, Chan CT, Wong PY, et al. Advance targeted transfusion in anemic cardiac surgical patients for kidney protection: An unblinded randomized pilot clinical trial. *Anesthesiology* 2012;116:613–21.
2. Gladden LB. Lactate metabolism: A new paradigm for the third millennium. *J Physiol* 2004;558:5–30.
3. Brooks GA. Intra- and extra-cellular lactate shuttles. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32:790–9.
4. Chatham JC. Lactate – the forgotten fuel! *J Physiol* 2002;542:333.
5. Parsapour K, Pullera R, Raff G, Pretzlaff R. Type B lactic acidosis and insulin-resistant hyperglycemia in an adolescent following cardiac surgery. *Pediatr Crit Care Med* 2008;9:e6–9.
6. Chakravarti SB, Mittnacht AJ, Katz JC, Nguyen K, Joashi U, Srivastava S. Multisite near-infrared spectroscopy predicts elevated blood lactate level in children after cardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2009;23:663–7.
7. Tume LN, Arnold P. Near-infrared spectroscopy after high-risk congenital heart surgery in the paediatric intensive care unit. *Cardiol Young* 2015;25:459–67.
8. Zulueta JL, Vida VL, Perisinotto E, Pittarello D, Stellin G. Role of intraoperative regional oxygen saturation using near infrared spectroscopy in the prediction of low output syndrome after pediatric heart surgery. *J Card Surg* 2013;28:446–52.
9. Hirsch JC, Charpie JR, Ohye RG, Gurney JG. Near-infrared spectroscopy: What we know and what we need to know—a systematic review of the congenital heart disease literature. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2009;137:154–9e1–12.
10. Carlson RG, Kline S, Apstein C, Scheidt S, Brachfeld N, Killip T, et al. Lactate metabolism after aorto-coronary artery vein bypass grafts. *Ann Surg* 1972;176:680–5.
11. Rao V, Ivanov J, Weisel RD, Cohen G, Borger MA, Mickle DA. Lactate release during reperfusion predicts low cardiac output syndrome after coronary bypass surgery. *Ann Thorac Surg* 2001;71:1925–30.
12. Crittenden MD. Intraoperative metabolic monitoring of the heart: I. Clinical assessment of coronary sinus metabolites. *Ann Thorac Surg* 2001;72:S2220–70.
13. Mizock BA, Falk JL. Lactic acidosis in critical illness. *Crit Care Med* 1992;20:80–93.
14. Kalyanaraman M, DeCampli WM, Campbell AI, Bhalala U, Harmon TG, Sandiford P, et al. Serial blood lactate levels as a predictor of mortality in children after cardiopulmonary bypass surgery. *Pediatr Crit Care Med* 2008;9:285–8.

15. Gülşan S, Şahutoğlu C, Kocabaş S, Aşkar FZ. Relationship between lactate levels and complications in coronary artery bypass grafting surgery. *GKD Anest Yoğ Bak Dern Derg* 2018;24:74–81.
16. Minton J, Sidebotham DA. Hyperlactatemia and cardiac surgery. *J Extra Corpor Technol* 2017;49:7–15.
17. Mak NT, Iqbal S, de Varennes B, Khwaja K. Outcomes of post-cardiac surgery patients with persistent hyperlactatemia in the intensive care unit: A matched cohort study. *J Cardiothorac Surg* 2016;11:33.
18. Chowdhury UK, Sheil A, Kapoor PM, Narang R, Gharde P, Malik V, et al. Short-term prognostic value of perioperative coronary sinus-derived-serum cardiac troponin-I, creatine kinase-MB, lactate, pyruvate, and lactate-pyruvate ratio in adult patients undergoing open heart surgery. *Ann Card Anaesth* 2016;19:439–53.
19. Mittnacht AJ. Near infrared spectroscopy in children at high risk of low perfusion. *Curr Opin Anaesthesiol* 2010;23:342–7.
20. Tortoriello TA, Stayer SA, Mott AR, McKenzie ED, Fraser CD, Andropoulos DB, et al. A noninvasive estimation of mixed venous oxygen saturation using near-infrared spectroscopy by cerebral oximetry in pediatric cardiac surgery patients. *Paediatr Anaesth* 2005;15:495–503.
21. McQuillen PS, Nishimoto MS, Bottrell CL, Fineman LD, Hamrick SE, Glidden DV, et al. Regional and central venous oxygen saturation monitoring following pediatric cardiac surgery: Concordance and association with clinical variables. *Pediatr Crit Care Med* 2007;8:154–60.
22. Kirshbom PM, Forbess JM, Kogon BE, Simsic JM, Kim DW, Raviele AA, et al. Cerebral near infrared spectroscopy is a reliable marker of systemic perfusion in awake single ventricle children. *Pediatr Cardiol* 2007;28:42–5.