

# Near İnfra Red Spektroskopisi (NIRS) Gerçekten Doku Saturasyonunu Ölçüyor mu?

Fevzi Toraman<sup>1</sup>, Esin Erkek<sup>2</sup>, Pınar Güçlü<sup>2</sup>, Jülide Sayın<sup>1</sup>, Cem Arıtürk<sup>3</sup>, Eyüp Murat Ökten<sup>3</sup>, Şahin Şenay<sup>4</sup>,  
Hasan Karabulut<sup>4</sup>, Cem Alhan<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Acıbadem Üniversitesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

<sup>2</sup>Acıbadem Sağlık Grubu, Kadıköy Hastanesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon, İstanbul, Türkiye

<sup>3</sup>Acıbadem Sağlık Grubu, Kadıköy Hastanesi, Kardiyovasküler Cerrahi, İstanbul, Türkiye

<sup>4</sup>Acıbadem Üniversitesi, Kardiyovasküler Cerrahi Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

## ÖZET

**Amaç:** Açık kalp cerrahisi sırasında kullanılan ekstrakorporeal dolaşım uygulamasının neden olduğu dolaşım fizyolojisindeki değişikliğin (nonpulsatil akım) serebral dolaşım üzerinde olumsuz etkilerinin olduğu bilinmektedir. Serebral dolaşımdaki bu değişikliklerin Near Infrared Spektroskopisi (NIRS) ile yakından izlenmesinin sonuç parametrelerini olumlu yönde etkilediğinin gösterilmesi, NIRS'in açık kalp cerrahisinde kullanım alanı bulmasına neden olmuştur. Ancak NIRS yöntemi ile yapılan ölçümlerde elde edilen değerlerin güvenilirliği ile ilgili kuşkuvarın olması, bu değerlerin karşılaştırılacağı güvenilir başka parametrelerin (altın standart) olmaması, NIRS'in yaygın kullanımını etkileyen en önemli neden olmuştur. Biz bu çalışmamızda arter ve ven kanı örneklerini alabileceğimiz bir dokunun (biceps kasi) NIRS ile ölçülen saturasyon değerini, matematiksel olarak hesaplanan saturasyon değeri ile karşılaştırarak NIRS'in güvenilirliğini göstermeyi amaçladık.

**Hastalar ve Yöntemler:** Elektif baypas cerrahisi sonrası yoğun bakım ünitesinde eks-tübe olan 35 hasta prospektif olarak çalışmaya alındı. Hastaların mevcut arteriyel kanülasyonlarının olduğu taraftaki üst kol çevresine prob bağlanarak doku oksijen saturasyonu ölçümü yapıldı. Aynı zamanda aynı taraftaki radial arterden ve braki-al venden kan örnekleri alındı ve kan gazı analizi yapılarak, buradan elde edilen bilgilerden matematiksel olarak saturasyon hesabı (arterial saturasyonun 1/3'ü + venöz saturasyonun 2/3'ü) yapıldı. Ölçülen ve matematiksel olarak hesaplanan saturasyon değerleri arasındaki Pearson korelasyonuna bakıldı.

**Bulgular:** NIRS yöntemi (INVOS cihazı) ile ölçülen saturasyon değeri ile matematiksel olarak hesaplanan saturasyon değerleri arasındaki Pearson korelasyon katsayısı 0,87 p=0,0001 olarak bulundu.

**Sonuçlar:** rSO<sub>2</sub> ile mSO<sub>2</sub> arasında güçlü bir korelasyonun (r=0,87) bulunması, NIRS'in çocuk hastalarda olduğu gibi erişkin hastalarda da, somatik doku saturasyonu ölçümü için kullanılabileceği konusunda umut verici olduğu kanısındayız.

**Anahtar sözcükler:** doku oksijen saturasyonu, near infrared spektroskopisi

## DOES NEAR-IRRED SPECTROSCOPY REALLY MEASURE EXACT TISSUE OXYGEN SATURATION?

### ABSTRACT

**Purpose:** It is well known that the alterations in circulation during cardiopulmonary bypass have negative effects on cerebral blood flow. Since the usage of Near Infrared Spectroscopy (NIRS) detect these changes in cerebral blood flow was shown to improve outcome, NIRS has been used in cardiac surgery. But doubts about the reliability of NIRS method and the lack of another method to compare with NIRS limit the widespread use of this method. In our study; reliability of NIRS was aimed to be shown by comparing the saturation values calculated via NIRS with the values calculated mathematically.

**Patients and Methods:** 35 consecutive extubated patients that had undergone elective aortocoronary bypass surgery were enrolled in this prospective study. The saturations were calculated via probes that were placed on the arm. Meanwhile the blood samples from radial artery and brachial vein from the same side with the probe were collected and by the arterial blood gas analysis saturation were mathematically calculated (1/3 of arterial saturation + 2/3 of venous saturation). Pearson correlation was calculated between the values calculated by these two methods.

**Results:** Pearson Correlation Coefficient between the saturation levels calculated by NIRS method (INVOS) and calculated mathematically was found 0,87 p=0,0001.

**Conclusion:** Correlation value of r=0,87 between rSO<sub>2</sub> and mSO<sub>2</sub> is promising that NIRS can also be used in adult patients for tissue saturation follow-up as well as children.

**Key words:** near-infrared spectroscopy, tissue oxygen saturation

**S**tandart monitorizasyon sırasında kullanılan kalp hızı (HR), ortalama arter basıncı (MAP) ve arteriyal oksijen saturasyonu (SaO<sub>2</sub>) gibi parametrelerin

doku oksijenasyonunu göstermede her zaman yeterli olmadığı bilinmektedir (1).

Monitorizasyondaki bu eksikliğin giderilmesi amacı ile yapılan çalışmalar sonucunda, Near Infrared Spektroskopisi

(NIRS) yöntemi ile doku oksijenasyonunun değerlendirilmesi gündeme gelmiş ve özellikle serebral rejyonel oksijen saturasyonu (rSo<sub>2</sub>) takipleri yapılmıştır. NIRS yöntemi INVOS (Covidien, Somanetics, Troy, MI.) cihazı ile serebral rejyonel oksijen saturasyonu ölçümünde, gönderilen infrared ışığın 1-1,5 cm derinlikte 1/3 arter, 2/3 ven kanı karışımından oluşan, water sheed zone denilen bölgenin saturasyonunu gösterdiği ifade edilmektedir (2). NIRS yöntemi ile ölçülen serebral rejyonel oksijen saturasyonu ile ilgili eleştirilerin olmasına rağmen trend monitörü olarak kullanımı FDA tarafından onaylanmıştır. Ayrıca NIRS'in pediatrik hastalarda somatik (karaciğer, böbrek, mezenter) kullanımı da vardır (3).

Biz bu çalışmamızda arter ve ven kanı örneklerini alabileceğimiz bir dokunun (biceps kası) NIRS ile ölçülen saturasyon değerini, matematiksel olarak hesaplanan saturasyon değeri ile karşılaştırarak NIRS'in güvenilirliğini göstermeyi amaçladık.

## Materyal-Metod

Üniversite etik kurulu onayı (ATADEK 2012/267) ve hasta onamları alınan, baypas cerrahisi sonrası yoğun bakım ünitesinde ekstübe olan 24 erkek, 11 kadın toplam 35 hasta çalışmaya alındı.

### Çalışma protokolü

Çalışma prospektif olarak planlandı. Baypas cerrahisi sonrası yoğun bakım ünitesinde takip edilen hastalar ekstübe olduktan sonra ve aksiller vücut ısıları ortalama 36,7±0,2 °C iken ölçümler yapıldı. NIRS yöntemi ile doku oksijen saturasyonu ölçümü için hastaların mevcut arterial kanülasyonlarının olduğu taraftaki üst kol çevresine NIRS probu bağlanarak doku oksijenasyonu ölçümü yapıldı. Aynı zamanda aynı taraftaki radial arterden ve brakial venden kan örnekleri alındı ve kan gazı analizi yapılarak, buradan elde edilen bilgilerden matematiksel olarak saturasyon hesabı (arterial saturasyonun 1/3'ü + venöz saturasyonun 2/3'ü) yapıldı.

### İstatistik

Ölçülen ve matematiksel hesaplanan saturasyon değerleri arasındaki Pearson korelasyonuna bakıldı.

## Sonuçlar

Hastalarımızın hemodinamik parametreleri fizyolojik sınırlarda seyretti (Tablo 1). Arteriyel oksijen saturasyonları (SaO<sub>2</sub>) %99±0,7, venöz oksijen saturasyonları (S<sub>v</sub>O<sub>2</sub>) %66±22, matematiksel olarak hesaplanan oksijen saturasyonu (mSO<sub>2</sub>) % 76±14 ve NIRS yöntemiyle ölçülen rejyonel oksijen saturasyonu (rSO<sub>2</sub>) %71±9 olarak bulundu.

Tablo 1.

Parametreler	
KH (vuru/dk)	90 ± 16
OAB (mmHg)	81 ± 13
SaO <sub>2</sub> (%)	99 ± 0,7
S <sub>v</sub> O <sub>2</sub> (%)	66 ± 22
rSO <sub>2</sub> (%)	71 ± 9
mSO <sub>2</sub> (%)	76 ± 14
Vücut sıcaklığı (aksiller)(°C)	36 ± 0,2

**KH:** Kalp Hızı, **OAB:** Ortalama Arter Basıncı, **SaO<sub>2</sub>:** Arteriyel Oksijen Satürasyonu  
**SvO<sub>2</sub>:** Venöz Oksijen Satürasyonu, **rSO<sub>2</sub>:** Rejyonel Serebral Doku Oksijen Satürasyonu, **mSO<sub>2</sub>:** Matematiksel Olarak Hesaplanmış Doku Oksijen Satürasyonu

NIRS yöntemi INVOS cihazı ile ölçülen saturasyon değeri ile matematiksel olarak hesaplanan saturasyon değerleri arasındaki Pearson korelasyon katsayısı 0,87 p=0,0001 olarak bulundu.

## Tartışma

Standart monitörizasyon yöntemlerindeki eksikliklerin giderilmesi amacıyla yapılan çalışmalar, daha ileri monitörizasyon yöntemlerinin geliştirilmesine sebep olmuştur. Bu amaçla geliştirilen NIRS yöntemi ile serebral rejyonel doku saturasyonu ölçümü yapılmaktadır. Bu yöntemle elde edilen değerler ölçüm yapılan bölgenin %75 venöz, %20 arteriyel, %5 ise kapiller kompartmanını temsil etmektedir (3,4). Erişkin kalp cerrahisinde, NIRS ile serebral rejyonel oksijenizasyon takibi yapılan çalışmalarda, postoperatif kognitif fonksiyon bozukluklarında, nörolojik komplikasyonlarda ve hastanede kalış gibi diğer sonuç parametreleri üzerine olumlu yönde etki yaptığı gösterilmiştir (5,6). Slater ve ark. (6) serebral oksimetre takiplerindeki düşük değerlerin, hipoksik iskemik hasar için prediktör olabileceğini savunmuşlardır. Yaptıkları prospektif çalışmada koroner baypas operasyonu geçiren hastaların serebral oksijenizasyonlarını NIRS yöntemi INVOS cihazı ile takip etmişler ve preoperatif, postoperatif erken dönem ve postoperatif 3. ayda nörokognitif fonksiyonlarını incelemişlerdir. İntraoperatif desaturasyon kriteri olarak, rSO<sub>2</sub>'nin başlangıç değerinden %20 den fazla azalması veya %50 saturasyondan daha düşük rSO<sub>2</sub> değeri varlığında, ölçülen rSO<sub>2</sub> değerinin 50'den çıkarılması ile elde edilen farkın düşük saturasyonda geçen süre (saniye cinsinden) ile çarpımından elde edilen değerin 3000 sn. den fazla olmasını anlamlı kabul etmişler. Çalışmalarının sonunda 3000 saniyeden büyük desaturasyon skorları olan hastalarda erken postoperatif nörokognitif bozukluk gelişme ihtimalini ve hastanede kalış süresini beklenenden yüksek

bulmuşlardır. Torella ve ark. (7) akut normovolemik hemodilüzyon gelişen olgularında yaptıkları çalışmada aynı anda hem serebral rejyonel doku saturasyonunu ( $rSO_2$ ) hem de gasroknemius kasına koydukları prob ile de periferik doku oksijen saturasyonunu ( $pSO_2$ ) takip etmişler ve  $rSO_2$ 'deki değişikliklerin kan kaybı ve oksijen taşıma kapasitesi (hemoglobin) ile daha iyi korelasyon gösterdiğini tespit etmişler. NIRS'in transfüzyon kararında daha ileri çalışmalarla desteklenmesi gerektiğini ancak non-invaziv olması ve devamlı doku oksijenasyonu takibine olanak vermesi sebebiyle rejyonel hemoglobin desaturasyonunu takip etmede kullanılması gerektiğini savunmuşlardır. Redlin ve ark. (8) olgu sunumlarında 15 aylık, 6,8 kg ağırlığında, kompleks aortik patolojisi olan bir çocuğu sunmuşlardır. Daha önce aort koarktasyonu nedeni ile opere edilen; bilateral femoral arter trombozu ve membranöz subaortik stenoz tanısı ile 2. kez cerrahi planlanan hastalarında peroperatif dönemde, iki anatomik bölgeden (serebral ve sağ uyluk) NIRS ile yaptıkları doku oksijenizasyonu takibinin, aortaya kross-klomp konmasından sonra gelişen sağ

bacak iskemisini erken dönemde fark etmelerini sağladığını bildirmişlerdir.

Kliniğimizde erişkin açık kalp cerrahisinde, NIRS tekniğini serebral doku oksijenizasyonunu değerlendirmek amaçlı rutin olarak kullanılmaktadır ve faydalarını görmekteyiz. Çocuk yaş grubundaki hastalarda somatik organlar ile cilt arasındaki mesafe yakın olduğu için NIRS ile elde edilen veriler güvenilir olmaktadır. Ancak erişkin hastalarda, cilt altında yağ dokusu fazla olduğundan organlar ile cilt arasındaki mesafe artmakta, NIRS ile elde edilen verilerin güvenilirliği tartışılır hale gelmektedir. Biz bu çalışmamızda NIRS tekniğinin çalışma prensibinden yola çıkarak matematiksel olarak hesapladığımız somatik doku oksijen saturasyonu değerini, NIRS yöntemi ile ölçtüğümüz değer ile karşılaştırdık ve aralarında güçlü korelasyonun olduğunu tespit ettik. Elde ettiğimiz bu sonuç tıpkı pediatrik hastalarda olduğu gibi erişkin hastalarda da, NIRS tekniği ile somatik doku oksijen saturasyonu takibinin 1-1,5 santimlik mesafelerdeki doku- lar da güvenilir olduğunu göstermektedir.

#### Kaynaklar

1. Pasch T, Zalunardo M. Intraoperatives Monitoring: Notwendiges, Sinnvolles und Überflüssiges. *Anaesthetist* 2000;49:52-6.
2. Brodsky JB. What intraoperative monitoring makes sense? *Chest* 1999;115:1015-1055.
3. Holzschuh M, Woertgen C, Metz C Dynamic changes of cerebral oxygenation measured by brain tissue oxygen pressure and near infrared spectroscopy. *Neurol Res* 1997; 19:246-8.
4. Wahr J A, Tremper KK, Samra S et al. Near-infrared Spectroscopy. Theory and applications. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 1996; 10: 406-18.
5. ST Tan. Cerebral Oksimetriy In Cardiac Surgery. *Hong Kong Med J* 2008; 14:220-5.
6. Slater JP, Guarino T, Stack J, Vinod K, Bustami RT, Brown JM, Rodriguez AL, Magovern CJ, Zaubler T, Freundlich K, Parr GV. Cerebral oxygen desaturation predicts cognitive decline and longer hospital stay after cardiac surgery. *Annals of Thoracic Surgery* 2009;87:36-44 (discussion 44-35)
7. F.Torella, S.L.Haynes Et C.N.McCollum. Cerebral and peripheral near-infrared spectroscopy an alternative transfusion trigger? *Vox Sanguinis* 2002; 83,254-257
8. Mathias Redlin, Wolfgang Boetcher, Michael Huebler, Felix Berger, Roland Hetzer, Andreas Koster, Wolfgang M. Kuebler. Detection of Lower Torso Ischemia by Near-Infrared Spectroscopy During Cardiopulmonary Bypass in a 6,8-Kg Infant With Complex Aortic Anatomy. *Ann Thorac Surg* 2006;82:323-5.