

Bölüm 41

KONJENİTAL KALP CERRAHİSİNDE YAKIN KIZILÖTESİ SPEKTROSKOPİ (NIRS) KULLANIMI



Shiraslan BAKHSHALİYEV ¹

GİRİŞ

Konjenital kalp hastalığı (KKH) olan çocuklarda özellikle açık kalp cerrahisi sırasında ve sonrasında nörolojik disfonksiyon önemli bir sorundur. Bununla birlikte, son dönemlerde konjenital kalp cerrahisinde geliştirilmiş teknikler, iyileştirilmiş perioperatif bakım ile, majör akut nörolojik anormalliklerin prevalansı %1-2 ye düşmüştür (1).

Mevcut teknolojiler arasında cerrahi sırasında beyin fonksiyonlarının takibi için Transkraniyal Doppler, Elektroensefalogram, Bispektral İndeks, Juguler venöz ampul oksimetresi ve bazı biyobelirteçler bulunmaktadır. Nörolojik disfonksiyonu azaltma umuduyla son yıllarda perioperatif dönemde Yakın kızılötesi spektroskopinin (NIRS) kullanımına hekimlerin ilgisi artmıştır. 1977’de Jobsis, beyin doku “oksijen yeterliliğini” sürekli olarak ölçmek için noninvaziv NIRS uygulamasını tanımladı (2). Prematüre yenidoğanlarda serebral oksijenasyonun yatak başı değerlendirmesi için kullanımı ilk olarak Brazy ve ark. 1985 yılında (3), bundan sonra Greeley ve ark. 1991 yılında konjenital kalp cerrahisinde serebral oksijenasyonun ve hemodinamiklerin değerlendirilmesinde kullanımı bildirmişler (4).

1990’larda doku oksimetrelerinin geliştirilmesi ve NIRS teknolojisinin ticarileşmesi klinik kullanım için gerçek zamanlı sürekli serebral (ScO₂) ve somatik görüntüler (StO₂) hesaplayan cihazların üretimine başlanmıştır (5). Mevcut NIRS sistemlerden pediatride klinik kullanım için ülkemizde en çok kullanılan cihaz INVOS’tur (Medtronic, Minneapolis, MN) (Şekil 1).

NIRS teknolojisinin altında yatan temel ilke, yakın kızılötesi spektrumdaki (optimal olarak 700-1,100 nm) ışığın özelliği birkaç santimetre derinliğindeki normal dokuya nüfuz etmesidir. NIRS izleme ile ilgili olarak bu spektrumda ışığı emen üç bileşik vardır: oksihemoglobin, deoksihemoglobin ve sitokrom-c oksidaz. Beer-Lambert optik yasasının bir modifikasyonu daha sonra istenen bir maddenin konsantrasyonunu ölçmek için kullanılır. İki farklı dalga boyuna sahip ışığın absorpsiyonuna dayanır. Böylece, bir NIRS cihazı, ister beyin (serebral NIRS) ister karın (somatik NIRS) olsun, lokal doku alanına kan akışının kapiler-venöz oksihemoglobin doyumluğunun doğru bir tahminini invaziv olmayan bir şekilde görüntüleyebilir ve böylelikle vasküler oksijenasyon (oksijenli, oksijensiz ve toplam hemoglobindeki

¹ Op. Dr. İstanbul Mehmet Akif Ersoy Göğüs Kalp ve Damar Cerrahisi EAH. Pediatrik Kalp ve Damar Cerrahisi Bölümü
sh.bakhshaliev@gmail.com

SONUÇ

Birçok merkez ve hatta tüm ülkeler NIRS takibini iyi bir bakım standardı olarak benimsemiştir. NIRS izlemenin KKH deki potansiyel rolünü değerlendirirken, bölgesel doku oksijen saturasyonunun invaziv olmayan, sürekli ve gerçek zamanlı ölçümü dahil olmak üzere benzersiz niteliklerini vurgulamak önemlidir. NIRS nin doğrulanması zordur ve klinisyenler bu tek veri noktasını bir karar verme aracı olarak kullanmadan önce dikkatli davranmalıdır (29). Klinisyen için düşük bir ScO₂ seviyesi, hasta yönetiminde herhangi bir değişiklik yapılmadan önce analiz edilmesi ve diğer verilerle karşılaştırılması gereken bir alarmdan başka bir şey değildir. Çok modlu beyin izleme, şimdiye kadar, kalp cerrahisinin neden olduğu anormallikleri analiz etmek için en iyi çözümdür.

KAYNAKLAR

1. Menache CC, du Plessis AJ, Wessel DL, Jonas RA, Newburger JW. Current incidence of acute neurologic complications after open-heart operations in children. *Ann Thorac Surg*. 2002;73:1752-8.
2. Jobsis FF. Noninvasive, infrared monitoring of cerebral and myocardial oxygen sufficiency and circulatory parameters. *Science* 1977;198:1264-7.
3. Brazy JE, Lewis DV, Mitnick MH, Jobsis vander Vliet FF. Noninvasive monitoring of cerebral oxygenation in preterm infants: preliminary observations. *Pediatrics* 1985;75:217-25
4. Greeley WJ, Bracey VA, Ungerleider RM, et al. Recovery of cerebral metabolism and mitochondrial oxidation state is delayed after hypothermic circulatory arrest. *Circulation* 1991;84:III400-6.
5. Elwell CE, Cooper CE. Making light work: Illuminating the future of biomedical optics. *Philos Transact A Math Phys Eng Sci* 2011;369:4358-79.
6. Fukui Y, Ajichi Y, Okada E. Monte Carlo prediction of near-infrared light propagation in realistic adult and neonatal head models. *Appl Opt* 2003;42:2881-7.
7. 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 Jan;137(1):154-9, 159e1-12. doi: 10.1016/j.jtcvs.2008.08.005. Epub 2008 Sep 24. PMID: 19154918.
8. Kurth CD, Steven JL, Montenegro LM, et al. Cerebral oxygen saturation before congenital heart surgery. *Ann Thorac Surg* 2001;72:187-92.
9. Franceschini MA, Thaker S, Themelis G, et al. Assessment of infant brain development with frequency-domain near-infrared spectroscopy. *Pediatr Res* 2007;61:546-51.
10. Wernovsky G, Wypij D, Jonas RA, et al. Postoperative course and hemodynamic profile after the arterial switch operation in neonates and infants. A comparison of low-flow cardiopulmonary bypass and circulatory arrest. *Circulation* 1995;92:2226-35.
11. Kurth CD, Steven JL, Montenegro LM, et al. Cerebral oxygen saturation before congenital heart surgery. *Ann Thorac Surg* 2001;72:187-92.
12. Kussman BD, Laussen PC, Benni PB, et al. Cerebral oxygen saturation in children with congenital heart disease and chronic hypoxemia. *Anesth Analg* 2017;125:234-40.
13. Ortman LA, Fontenot EE, Seib PM, et al. Use of near-infrared spectroscopy for estimation of renal oxygenation in children with heart disease. *Pediatr Cardiol* 2011;32:748-53.
14. McNeill S, Gatenby JC, McElroy S, et al. Normal cerebral, renal and abdominal regional oxygen saturations using near-infrared spectroscopy in preterm infants. *J Perinatol* 2011;31:51-7.
15. Ghanayem NS, Hoffman GM. Near infrared spectroscopy as a hemodynamic monitor in critical illness. *Pediatr Crit Care Med* 2016;17:S201-6.
16. Kurth CD, Levy WJ, McCann J. Near-infrared spectroscopy cerebral oxygen saturation thresholds for hypoxia-ischemia in piglets. *J Cereb Blood Flow Metab* 2002;22:335-41.
17. Zaleski KL, Kussman BD. Near-Infrared Spectroscopy in Pediatric Congenital Heart Disease. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2020 Feb;34(2):489-500. doi: 10.1053/j.jvca.2019.08.048. Epub 2019 Sep 3. PMID: 31582201.
18. Daubeney PE, Smith DC, Pilkington SN, et al. Cerebral oxygenation during paediatric cardiac surgery: Identification of vulnerable periods using near infrared spectroscopy. *Eur J Cardiothorac Surg* 1998;13:370-7.
19. Kurth CD, Steven JM, Nicolson SC. Cerebral oxygenation during pediatric cardiac surgery using deep hypothermic circulatory arrest. *Anesthesiology* 1995;82:74-82.
20. Kussman BD, Wypij D, DiNardo JA, et al. Cerebral oximetry during infant cardiac surgery: Evaluation and relationship to early postoperative outcome. *Anesth Analg* 2009;108:1122-31.
21. Kurth CD, Steven JM, Nicolson SC, et al. Cerebral oxygenation during cardiopulmonary bypass in children. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1997;113:71-8;discussion 789.
22. Kurth CD, Steven JM, Nicolson SC, et al. Kinetics of cerebral deoxygenation during deep hypothermic circulatory arrest in neonates. *Anesthesiology* 1992;77:656-61.
23. Uebing A, Furck AK, Hansen JH, et al. Perioperative cerebral and somatic oxygenation in neonates with hypoplastic left heart syndrome or transposition of the great arteries. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2011;142:523-30.
24. Tanidir IC, Ozturk E, Ozyilmaz I, Saygi M, Kiplapinar N, Haydin S, Guzeltaş A, Odemis E. Near infrared spectroscopy monitoring in the pediatric cardiac catheterization laboratory. *Artif Organs*. 2014 Oct;38(10):838-44. doi: 10.1111/aor.12256. Epub 2014 Jan 10. PMID: 24404951.

25. Yoshitani K. Comparison of changes in jugular venous bulb oxygen saturation and cerebral oxygen saturation during variations of haemoglobin concentration under propofol and sevoflurane anaesthesia. *British Journal of Anaesthesia*. 2005;94(3):341-6.
26. Yoshitani K, Kawaguchi M, Miura N, Okuno T, Kanoda T, Ohnishi Y, et al. Effects of hemoglobin concentration, skull thickness, and the area of the cerebrospinal fluid layer on near-infrared spectroscopy measurements. *Anesthesiology*. 2007;106(3):458-62
27. Cengiz KAYA, Mehmet Caner Regional Cerebral Oxygen Saturation Measured by Near-infrared Spectroscopy: A Systematic Review *Bozok Med J* 2018;8(1):125-30
28. Tortoriello TA, Stayer SA, Mott AR, McKenzie ED, Fraser CD, Andropoulos DB, Chang AC. A noninvasive estimation of mixed venous oxygen saturation using near-infrared spectroscopy by cerebral oximetry in pediatric cardiac surgery patients. *Paediatr Anaesth*. 2005 Jun;15(6):495-503. doi: 10.1111/j.1460-9592.2005.01488.x. PMID: 15910351.
29. Durandy Y, Rubatti M, Couturier R. Near Infrared Spectroscopy during pediatric cardiac surgery: errors and pitfalls. *Perfusion*. 2011 Sep;26(5):441-6. doi: 10.1177/0267659111408755. Epub 2011 May 18. PMID: 21593082