



## İNTRAOPERATİF SEREBRAL NÖROMONİTÖRİZASYON

İlken UĞUZ<sup>1</sup>

### SEREBRAL NÖROMONİTÖRİZASYON YÖNTEMLERİ

Genel anestezinin etki bölgesi beyindir ve genel anestezinin beyni nasıl ve ne kadar etkilediği önemlidir. Elektrofizyolojik incelemelerin intraoperatif nöromonitörizasyona kadar olan gelişim süreci şu şekildedir; Penfield (1) 1930' lu yıllarda somatosensoriyal sistemi monitörleme üzerine çalışmıştır. 1950'li yıllarda da direkt stimülasyon uygulanarak epileptik odakların belirlenmesi hedeflenmiş ve başarılı sonuçlar bildirilmiştir, Omurga ve omurilik cerrahisinde ise hastanın operasyon sırasındaki nörolojik muayenesinin değerlendirilmesi öncelikle “uyandırma testi” denilen bir yöntem ile sağlanmıştır. Vazuella ve Stagnara (2) tarafından, 1973 yılında, ameliyat sırasında hastanın uyandırılıp muayenesi yapılarak omurilik fonksiyonelliği hakkında bilgi edinilmesi şeklinde tanımlanmıştır. Ancak hastanın sadece o anlık nörolojik muayenesi hakkında bilgi vermesi, cerrahi süreç esnasında hastanın yeniden uyutulması, bu esnada anesteziye bağlı problemlerin ortaya çıkabilmesi gibi dezavantajlar ortaya çıkmıştır (2). Bu dezavantajlardan dolayı cerrahlar başka bir yöntem arayışına girmiştir. Omurga cerrahisinde intraoperatif nöromonitorizasyon (İONM)'un kullanımı 1970'lerde skolyoz cerrahisinde somatosensoriyal uyandırılmış potansiyellerin (SEP) kaydedilmesiyle olmuştur. SEP ile periferik sinirden başlayarak kordun dorsal ve lateral kısımlarına yol alan duyu yolları izlenebilmekte, ancak motor işlevsellik değerlendirilememektedir. Ayrıca SEP verilerinde herhangi bir nörolojik hasarlanma durumunda 4-30 dakikalık bir gecikme olabileceği bildirilmiş

<sup>1</sup> Uzm. Dr., Bursa Şehir Hastanesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği, ilkensaman88@hotmail.com

**Tablo 2. BIS Düzeyleri, Klinik Durum ve EEG'deki Özellikler**

BIS düzeyi	Klinik durum	EEG'deki özellik
90-100	Uyanık, sözel uyarıya uygun yanıt veriyor	Normal uyanık
70-80	Yüksek sesli sözel ve sınırlı dokunma uyarısına yanıt	Senkronize, yüksek frekanslı aktivite
60-70	Yüksek sesli sözel ve güçlü dokunma uyarısına giderek azalan yanıt	Beta artımı
40-60	Derin sedasyon, sözel uyarıya yanıt yok, hatırlama riski düşük	Normalize düşük frekanslı aktivite
<40	Derin hipnotik durum, uyarıya yanıt verebilir, koruyucu refleksler muhtemelen korunmuş	Süprese aktivite oranında artış
<20	Solunum rezervi sınırlı, koruyucu refleksler muhtemelen korunmuş	Süpresyonda artma
0	Uyarıya yanıt yok	İzoelektrik

Desfluran, izoflurana benzer şekilde serebral kan akımını diğer inhalasyon ajanlarına göre çok daha az etkileyerek beyin cerrahisi ameliyatları için iyi bir tercihtir (57). Desfluran aynen sevofluran ve izofluran gibi EEG aktivitesini doza bağımlı şekilde değiştirir. Düşük MAK değerlerinde desfluran frekansı arttırıp voltajı düşürürken konsantrasyon arttıkça voltaj değeri yükselir. 1.5-2 MAK değerine gelindiğindeyse voltaj yeniden düşer ve izoelektrik EEG görülür. 2 MAK'tan daha yüksek değerlerde spike aktivitesi baskılanır. Sıklıkla antikonvülzan etki gösterirler (58).

## KAYNAKLAR

1. Penfield W, Steelman H: The treatment of focal epilepsy by cortical excision. *Ann Surg* 126: 740-761, 1947.
2. Vauzella C, Stagnara P, Jouvinroux P: Functional monitoring of spinal cord activity during spinal surgery. *Clin Orthop Relat Res* 93:173-178, 1973.
3. McLain RF, Saavedra FM: Intraoperative nonparalytic monitoring. In: Benzel EC (ed), *Spine Surgery: Techniques, Complication Avoidance, and Management*. 3rd ed. Chapter 179. Philadelphia, PA: Elsevier/Saunders, 2012:1701-1703.
4. Lu Y, Qureshi SA: Cost effectiveness studies in spine surgeries: A narrative review. *Spine J* 14:2748-2762, 2014.

5. Hogue CW Jr, Palin CA, Arrowsmith JE. Cardiopulmonary bypass management and neurologic outcomes: an evidence-based appraisal of current practices. *Anesth Analg*. 2006 Jul;103(1):21-37.
6. Grocott HP, Davie S, Fedorow C. Monitoring of brain function in anesthesia and intensive care. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2010 Dec;23(6):759-64.
7. Robba C, Cardim D, Sekhon M, Budohoski K, Czosnyka M. Transcranial Doppler: a stethoscope for the brain-neurocritical care use. *J Neuro Res* 2018; 96: 720-30.
8. Aaslid R, Markwalder TM, Nornes H. Noninvasive transcranial Doppler ultrasound recording of flow velocity in basal cerebral arteries. *J Neurosurg* 1982; 57: 769-74.
9. Cipolla MJ. *The Cerebral Circulation*. San Rafael (CA): Morgan & Claypool Life Sciences; 2009. PMID: 21452434.
10. Mahal I, Davie SN, Grocott HP. Cerebral oximetry and thoracic surgery. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2014 Feb;27(1):21-27.
11. Samra SK, Dy EA, Welch K, Dorje P, Zelenock GB, Stanley JC. Evaluation of a cerebral oximeter as a monitor of cerebral ischemia during carotid endarterectomy. *Anesthesiology*. 2000 Oct;93(4):964-70.
12. Rohlwick UK, Figaji AA. Methods of monitoring brain oxygenation. *Childs Nerv Syst*. 2010 Apr;26(4):453-64.
13. Bratton SL, Roberts JS. Variation in the use of mechanical ventilation for asthma: how big a gap? *Pediatr Crit Care Med*. 2007 Mar;8(2):186-7.
14. Jobsis FF. Noninvasive, infrared monitoring of cerebral and myocardial oxygen sufficiency and circulatory parameters. *Science*. 1977;198(4323):1264-7.
15. Toet MC, Lemmers PM. Brain monitoring in neonates. *Early Hum Dev*. 2009;85(2):77-84.
16. Edmonds HL Jr, Ganzel BL, Austin EH 3rd. Cerebral oximetry for cardiac and vascular surgery. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth*. 2004 Jun;8(2):147-66.
17. Denault A, Deschamps A, Murkin JM. A proposed algorithm for the intraoperative use of cerebral near-infrared spectroscopy. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth*. 2007 Dec;11(4):274-81.
18. Paisansathan C, Hoffman WE, Gatto RG, Baughman VL, Mueller M, Charbel FT. Increased brain oxygenation during intubation-related stress. *Eur J Anaesthesiol*. 2007 Dec;24(12):1016-20.
19. Goldman S, Sutter F, Ferdinand F, Trace C. Optimizing intraoperative cerebral oxygen delivery using noninvasive cerebral oximetry decreases the incidence of stroke for cardiac surgical patients. *Heart Surg Forum*. 2004;7(5):E376-81.
20. Germon TJ, Evans PD, Barnett NJ, Wall P, Manara AR, Nelson RJ. Cerebral near infrared spectroscopy: emitter-detector separation must be increased. *Br J Anaesth*. 1999 Jun;82(6):831-7.
21. Yoshitani K, Kawaguchi M, Tatsumi K, Kitaguchi K, Furuya H. A comparison of the INVOS 4100 and the NIRO 300 near-infrared spectrophotometers. *Anesth Analg*. 2002 Mar;94(3):586-90; table of contents.
22. Murkin JM. Cerebral oximetry: monitoring the brain as the index organ. *Anesthesiology*. 2011 Jan;114(1):12-3.

23. Kishi K, Kawaguchi M, Yoshitani K, Nagahata T, Furuya H. Influence of patient variables and sensor location on regional cerebral oxygen saturation measured by INVOS 4100 near-infrared spectrophotometers. *J Neurosurg Anesthesiol.* 2003 Oct;15(4):302-6.
24. Yao FS, Tseng CC, Ho CY, Levin SK, Illner P. Cerebral oxygen desaturation is associated with early postoperative neuropsychological dysfunction in patients undergoing cardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2004 Oct;18(5):552-8.
25. Casati A, Fanelli G, Pietropaoli P, Proietti R, Tufano R, Danelli G, Fierro G, De Cosmo G, Servillo G. Continuous monitoring of cerebral oxygen saturation in elderly patients undergoing major abdominal surgery minimizes brain exposure to potential hypoxia. *Anesth Analg.* 2005 Sep;101(3):740-7.
26. Schulz G, Weiss M, Bauersfeld U, Teller J, Haensse D, Bucher HU, Baenziger O. Liver tissue oxygenation as measured by near-infrared spectroscopy in the critically ill child in correlation with central venous oxygen saturation. *Intensive Care Med.* 2002 Feb;28(2):184-9.
27. Rasekhi A, Sharifian M, Kazemi K, Hosseini SA. The use of micro pulse oximetry as a new detector of tissue perfusion in solid organ transplantation. *Saudi J Kidney Dis Transpl.* 2012 Jul;23(4):715-8.
28. Kaufman J, Almodovar MC, Zuk J, Friesen RH. Correlation of abdominal site near-infrared spectroscopy with gastric tonometry in infants following surgery for congenital heart disease. *Pediatr Crit Care Med.* 2008 Jan;9(1):62-8.
29. Monk TG, Reno KA, Olsen BS. Postoperatif cognitive dysfunction is associated with cerebral oxygen desaturation. *Anesthesiology* 2000; 93: 167.
30. Yao FS, Tseng CC, Ho CY, Levin SK, Illner P. Cerebral oxygen desaturation is associated with early postoperative neuropsychological dysfunction in patients undergoing cardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2004 Oct;18(5):552-8.
31. ElBardissi AW, Aranki SF, Sheng S, O'Brien SM, Greenberg CC, Gammie JS. Trends in isolated coronary artery bypass grafting: an analysis of the Society of Thoracic Surgeons adult cardiac surgery database. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2012 Feb;143(2):273-81.
32. Gottesman RF, Sherman PM, Grega MA, Yousem DM, Borowicz LM Jr, Selnes OA, Baumgartner WA, McKhann GM. Watershed strokes after cardiac surgery: diagnosis, etiology, and outcome. *Stroke.* 2006 Sep;37(9):2306-11.
33. Moraca R, Lin E, Holmes JH 4th, Fordyce D, Campbell W, Ditkoff M, Hill M, Guyton S, Paull D, Hall RA. Impaired baseline regional cerebral perfusion in patients referred for coronary artery bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2006 Mar;131(3):540-6.
34. John C. Alexander, Jr, MD Chief. Cardiac Surgery Hackensack University Medical Center Hackensack New Jersey. *Ann Thorac Surg* 2002; 73: 373.
35. Moller A. Anatomy and Physiology of Motor Systems. In Moller A (ed). *Intraoperative Neurophysiological Monitoring.* 2nd edition, Humana Press Inc: New Jersey 2006. p.157-9.
36. Ertekin C. Somatosensory spinal ve Serebral Evoked Potansiyeller. In Ertekin C (ed) *Santral ve Periferik EMG Anatomi-Fizyoloji-Klinik.* İzmir Meta Basım 2006. p.710-1.

37. Greenberg M. Electrodiagnostics. In Greenberg M. (ed) Handbook of Neurosurgery. Sixth Edition. New York: Thieme Publishers 2006. p.145-8.
38. Aydınlar E. İnteroperatif Omurilik Monitörlenmesi. In Zileli M, Özer F (ed), Omurga ve Omurilik Cerrahisi. Üçüncü Baskı, Cilt 1, İzmir: İntertıp yayınevi, 2014. p.413-9.
39. Greenberg M. Electrodiagnostics. In Greenberg M. (ed) Handbook of Neurosurgery. Sixth Edition. New York: Thieme Publishers 2006. p.145-8.
40. Waxman S. Somatosensory Systems S. In Waxman (ed), Clinical Neuroanatomy. 27th edition. China: Mc Geaw-Hill Education 2013. p.277-83.
41. Akçay E, Dalgıç A. Spinal tümör cerrahisinde nöronmonitörizasyon. Dalbayralc S, Kaptanoğlu E, Şimşek S, Ateş Ö, Dalgıç A(ed). Omurga ve omurilik tümörleri, TNDER-SPSCG yayınları No: 16, 2014;364-75.
42. Aydınlar E: İnteroperatif Omurilik monitörlenmesi. Zileli M, Özer F (ed), Omurilik ve Omurga Cerrahisi, Cilt 1.İzmir: intertıp yayınevi, 2014: 413-419.
43. Witham TE, Gökaslan ZL. (çev:Erdoğan E) intradural spinal kord tümörlerinde cerrahi. Vaccaro AR, Albert TJ(ed), (çev.ed;Kahraman S) Spinal cerrahi - Pratik cerrahi noktalar. Habitat yayıncılık 2012:14-17.
44. Deogaonkar A, Vivar R, Bullock RE, et al. Bispectral index monitoring may not reliably indicate cerebral ischemia during awake carotid endarterectomy. Br J Anaesth 2005;94:800-804. <http://dx.doi.org/10.1093/bja/aei115> PMID:15778269.
45. Morimoto Y, Monden Y, Ohtake K, Sakabe T, Hagihira S. The detection of cerebral hypoperfusion with bispectral index monitoring during general anesthesia. Anesth Analg 2005;100:158-161. <http://dx.doi.org/10.1213/01.ANE.0000139347.64944.95> PMID:15616071.
46. England MR. The changes in bispectral index during a hypovolemic cardiac arrest. Anesthesiology 1999;91:1947-1949. <http://dx.doi.org/10.1097/00000542-199912000-00050> PMID:10598640.
47. Merat S, Levecque JP, Le Gulluche Y, et al. BIS monitoring may allow the detection of severe cerebral ischemia. Can J Anaesth 2001;48:1066-1069.
48. Welsby I, Ryan J, Booth JV, et al. The bispectral index in the diagnosis of perioperative stroke: A case report and discussion. Anesth Analg 2003;96:435-437.
49. Hayashida M, Chinzei M, Komatsu K, et al. Detection of cerebral hypoperfusion with BIS during paediatric cardiac surgery. Br J Anaesth 2003;90:694-698. <http://dx.doi.org/10.1093/bja/aeg107> PMID:12697602.
50. Hayashida M, Kin N, Tomioka T, et al. Cerebral ischemia during cardiac surgery in children detected by combined monitoring BIS and near-infrared spectroscopy. Br J Anaesth 2004;92:662-669. <http://dx.doi.org/10.1093/bja/aei120> PMID:15033888.
51. Hemmerling T, Olivier J, Basile F, Le N, Prieto I. Bispectral Index as an Indicator of Cerebral Hypoperfusion During Off-Pump Coronary Artery Bypass Grafting. Anesth Analg 2005;100:354-356. <http://dx.doi.org/10.1213/01.ANE.0000140245.44494.12> PMID:15673855.
52. Jameson, L.C. and T.B. Sloan, Using EEG to monitor anesthesia drug effects during surgery. J Clin Monit Comput, 2006. 20(6): p. 445-72.

53. Sigl JC, Chamoun NG (Kasım 1994). "Elektroensefalogram için bispektral analize giriş". Klinik İzleme Dergisi . 10 (6): 392-404.
54. Liu, J., H. Singh, and P.F. White, Electroencephalographic bispectral index correlates with intraoperative recall and depth of propofol-induced sedation. *Anesth Analg*, 1997. 84(1): p. 185-9.
55. Kearse, L.A., Jr., C. Rosow, A. Zaslavsky, P. Connors, M. Dershwitz, and W. Denman, Bispectral analysis of the electroencephalogram predicts conscious processing of information during propofol sedation and hypnosis. *Anesthesiology*, 1998. 88(1): p. 25-34.
56. Endo, T., K. Sato, H. Shamoto, and T. Yoshimoto, Effects of sevoflurane on electrocorticography in patients with intractable temporal lobe epilepsy. *J Neurosurg Anesthesiol*, 2002. 14(1): p. 59-62.
57. Baker, K.Z., Desflurane and sevoflurane are valuable additions to the practice of neuroanesthesiology: pro. *J Neurosurg Anesthesiol*, 1997. 9(1): p. 66-8.
58. Rampil, I.J., S.H. Lockhart, E.I. Eger, 2nd, N. Yasuda, R.B. Weiskopf, and M.K. Cahalan, The electroencephalographic effects of desflurane in humans. *Anesthesiology*, 1991. 74(3): p. 434-9.