



Pengukuran kadar oksigenasi otak: Teknik mana yang terbaik?

Aino Nindya Auerkari

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif, Fakultas Kedokteran
Universitas Indonesia - RSPUN Dr. Cipto Mangunkusumo, Jakarta, Indonesia

DOI: 10.55497/majanestricar.v4i1i2.331

Oksigen merupakan prasyarat respirasi sel manusia, dan kemampuan sel menggunakan oksigen adalah penanda utama vitalitas sel. Dengan prinsip ini, berbagai teknik telah dikembangkan untuk memantau kadar oksigen dalam sel atau jaringan. Bila dapat dikuantifikasi, perubahan kadar oksigen dapat dideteksi dan ditindaklanjuti dengan cepat untuk mencegah kerusakan jaringan. Bagi pasien sakit kritis dengan penurunan kesadaran, pencegahan kerusakan jaringan otak sekunder sangat penting karena berhubungan dengan prognosis fungsional. Selain itu, di kamar operasi, pemantauan oksigenasi otak dapat mengarahkan anestesiologis dalam menentukan teknik pembiusan.¹

Ada berbagai cara untuk menilai kadar oksigen di jaringan otak. Pengukuran tidak langsung seperti pengukuran tekanan intrakranial atau tekanan perfusi otak sudah dikenal sejak lama, namun kurang sempurna karena tidak dapat menentukan nilai saturasi oksigen. Di antara teknik yang dikembangkan untuk mengukur saturasi oksigen otak adalah *Near-infrared Spectroscopy* (NIRS) dan pengukuran saturasi oksigen vena jugularis ($SjvO_2$).²

Teknologi NIRS sudah dikenal lebih dari 40 tahun yang lalu, tetapi aplikasinya dalam pemantauan oksigenasi jaringan baru populer dalam 10 tahun terakhir. NIRS bekerja dengan prinsip hukum Lambert-Beer yang dimodifikasi, yaitu menggunakan gelombang *near-infrared* untuk mendeteksi perbedaan absorpsi spektrum hemoglobin yang terikat oksigen dan

hemoglobin yang sudah tereduksi pada jaringan yang disadap. Hasil pengukuran kemudian diestimasi menggunakan model prediksi untuk menghasilkan angka di antara 0 sampai 100%. NIRS yang beredar di pasaran memiliki dua penyadap untuk menilai saturasi di hemisfer otak kiri dan otak kanan.³ Terdapat pula bukti yang menunjukkan bahwa pemantauan ini dapat membantu dalam diagnosis mati batang otak.⁴

Penggunaan NIRS disukai karena relatif mudah dan terjangkau, tidak invasif, dan memungkinkan penilaian kontinu. Walaupun demikian, penggunaan spektroskopi *near-infrared* pada jaringan otak yang sedang cedera dapat bersifat kurang akurat karena adanya maldistribusi aliran darah antara otak, jaringan ekstraserebral dan kulit kepala sebagai respon perubahan aliran dan tonus pembuluh darah pascacedera otak.³ Oleh sebab itu, interpretasinya pada pasien dengan masalah primer di otak memerlukan kehati-hatian.

Pengukuran kadar saturasi oksigen vena jugularis ($SjvO_2$) merupakan teknik lain untuk mengukur kadar oksigen otak melalui pengambilan darah vena di bulbus jugularis. Bulbus jugularis adalah tempat vena jugularis melebar tepat di basis tengkorak. Pengukuran saturasi oksigen di titik ini dapat menggambarkan konsumsi oksigen, aliran darah dan metabolisme otak. Penilaian dapat dilakukan secara berkala atau kontinu menggunakan kateter, dengan nilai normal di kisaran 55-75%. Prinsip Fick dapat digunakan

untuk menghitung metabolisme oksigen otak yang menggambarkan saturasi otak. Pengukuran ini bersifat invasif sehingga pada beberapa penelitian, termasuk penelitian Lubis *et al.* di edisi ini, pengambilan sampel diambil dari vena jugularis interna di leher yang nilai saturasinya sedikit lebih terdilusi dari nilai sebenarnya di bulbus jugularis.⁵

Lubis *et al.* membandingkan penggunaan NIRS dan S_{jv}O₂ dalam mengukur oksigenasi otak pada pasien sakit kritis. Penelitian pada 30 pasien ini tidak menemukan korelasi antara nilai NIRS dan S_{jv}O₂, sesuai dengan beberapa penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa nilai NIRS saja tidak cukup sebagai penentu tunggal saturasi oksigen otak, terutama pada jaringan otak yang mengalami kelainan dan perubahan aliran darah. Pemaparan lebih lanjut dari Lubis *et al.* mengenai variabel-variabel lain yang berkaitan dengan saturasi oksigen regional di otak menarik untuk disimak.

Pengukuran NIRS dan S_{jv}O₂ melengkapi pilihan metode pengukuran oksimetri otak. Di luar dua metode ini, masih ada berbagai metode lain yang dapat membantu menilai oksigenasi jaringan otak seperti *PET scan*, *MR spectroscopy*, dan sensor oksigen intraparenkim.² Idealnya, pengukuran oksimetri otak bersifat mudah digunakan, memakan biaya yang terjangkau,

real-time, tidak invasif, akurat, dan dapat memberikan gambaran global seluruh area otak. Hingga pilihan ini tersedia, anesthesiologis perlu mempertimbangkan berbagai aspek medik dan praktis dalam memilih alat pemantauan yang tepat untuk tiap pasien yang dihadapi. Kombinasi berbagai modalitas pemantauan mungkin tetap diperlukan untuk membantu keputusan klinis.

DAFTAR PUSTAKA

1. Mokhtari M, Amirdosara M, Goharani R, Zangi M, Tafreshinejad A, Nashibi M, et al. The predictive power of near-infrared spectroscopy in improving cognitive problems in patients undergoing brain surgeries: a systematic review. *Anesth Pain Med.* 2022;12(1):e116637.
2. Yang MT. Multimodal neurocritical monitoring. *Biomedical Journal.* 2020;43: 226-30.
3. Barud M, Dabrowski W, Siwicki-Gieroba D, Robba C, Bielacz M, Badenes R. Usefulness of cerebral oximetry in TBI by NIRS. *J Clin Med.* 2021;10:2938.
4. Pan B, Huang C, Fang X, Huang X, Li T. Noninvasive and sensitive optical assessment of brain death. *J Biophotonics.* 2019;12(3):e201800240.
5. Zong W, Ji Z, Sun C. A review of monitoring methods for cerebral blood oxygen saturation. *Healthcare.* 2021;9:1104.