

Neurosonologia

PERIODICO DELLA SINS-SOCIETÀ ITALIANA DI NEUROSONOLOGIA

ITALIANA

REDAZIONE: C/O AVENUE MEDIA - VIA RIVA RENO, 61 - 40122 BOLOGNA - TEL. (051) 227597 - FAX (051) 262203 - E-MAIL: AVENUEMEDIA@MAILBOX.DSNET.IT
 TRIMESTRALE - COSTO COPIA: L. 2.500 - ABBONAMENTO (4 NUMERI): L. 10.000 - SPED. ABB. POST. 45% ART. 2 COMMA 20/B L. 662/96-FIL. DI BOLOGNA

NUOVE TECNOLOGIE PER LO STUDIO DELL'EMODINAMICA CEREBRALE: NEAR-INFRARED SPECTROSCOPY

di Rocco Totaro *

La Near-Infrared Spectroscopy (NIRS) è una tecnica relativamente nuova che permette il monitoraggio del metabolismo cerebrale. La metodica NIRS, come l'ossimetria pulsata, utilizza il principio della trasmissione e dell'assorbimento della luce per misurare le concentrazioni di emoglobina ossigenata e desossigenata nei tessuti.

La metodica NIRS è basata su due importanti principi fisici: i tessuti biologici sono relativamente trasparenti alla luce della regione spettrale del vicino infrarosso (700-1100 nm); nei tessuti soltanto alcuni specifici cromofori (emoglobina e citocromo C ossidasi) assorbono luce in questo intervallo e tale assorbimento dipende dal proprio stato di ossigenazione. La prima dimostrazione che il sangue ossigenato può essere differenziato da quello desossigenato attraverso le sue caratteristiche di assorbimento della luce risale alla metà del 1800, quando il chimico Hoppe-Seyler isolò il pigmento responsabile del trasporto di ossigeno nel sangue, l'emoglobina¹. Negli stessi anni veniva de-

scritta anche descritta la legge di Lambert-Beer, la quale afferma che la trasmissione della luce attraverso una soluzione è funzione logaritmica della concentrazione delle molecole assorbenti della soluzione². Tuttavia, in pratica la situazione è molto più complessa a causa della dispersione della luce dovuta alla variazione degli indici di rifrazione tra ed all'interno dei diversi tessuti.

Le misurazioni NIRS sono effettuate mediante uno fotometro che per mezzo di diodi laser genera luce nello spettro dell'infrarosso. La luce è emessa da un particolare optode, il quale è connesso allo strumento mediante una fibra ottica. La luce riflessa dai tessuti ritorna allo strumento attraverso una seconda fibra ottica e captata da un fotomoltiplicatore. Durante le misurazioni, gli optodi sono generalmente posizionati sulla cute della regione frontale con l'optode ricevente situato a 2 cm dalla linea mediana e 2 cm dalla linea sopraorbitaria. L'optode emittente è posizionato lateralmente ad una distanza di 4.5 - 6 cm. Comunemente i

parametri monitorati includono la variazione della concentrazione di HbO₂, Hb, emoglobina totale (HbO_{tot}), e della differenza tra HbO₂ ed Hb (HbO_{diff}). Attualmente, diversi modelli di strumenti NIRS sono disponibili in commercio. Tali strumenti, anche se apparentemente simili, possono differire per il numero di laser usati e quindi per le lunghezze d'onda utilizzate, per gli algoritmi matematici usati per separare l'assorbimento dell'emoglobina da quello della citocromo ossidasi, oltre che per la frequenza della luce e dei tempi di campionamento.

Gli strumenti NIRS, come altre metodiche, hanno notevoli vantaggi che ne incoraggiano l'uso sperimentale e clinico, ma anche alcuni svantaggi che ne limitano l'utilizzo. I vantaggi maggiori sono rappresentati dalla relativa facilità d'uso, dalla non invasività e dalla possibilità di monitorare in continuo l'ossigenazione cerebrale. I fattori che ne limitano le potenzialità includono l'impossibilità delle attuali strumentazioni di determinare i valori di concen-

Segue a pagina 2

segue dalla prima pagina

NUOVE TECNOLOGIE PER LO STUDIO...

trazione assoluta dei parametri monitorati ma di misurare solo le variazioni di concentrazione dei cromofori in esame rispetto a valori basali e l'impossibilità di determinare in modo esatto il cammino ottico che limita l'applicazione della Legge di Lambert-Beer. Tali limitazioni sono superabili con le tecniche di spettroscopia risolta nel dominio dello spazio e di spettroscopia nel dominio delle frequenze³⁻⁶. Un altro fattore da tenere in considerazione durante le misurazioni NIRS è il contributo da parte dei cromofori dei tessuti superficiali sovrastanti⁷⁻¹¹. In condizioni fisiologiche, tale contributo può essere trascurabile posizionando in modo accurato gli optodi in modo da evitare i muscoli della regione temporale, utilizzando una distanza tra gli optodi

maggiore di 4.5 cm e applicando una leggera pressione sugli optodi^{8,9,12}.

Dal primo lavoro di Jobsis¹³ del 1997, la NIRS è stata utilizzata in numerose applicazioni sperimentali e cliniche sia nei neonati che negli adulti. In particolare, negli adulti la NIRS è stata impiegata per valutare l'ossigenazione cerebrale durante test di compressione carotidea¹⁴, durante interventi di endarterectomia¹¹ o di cardiocirurgia¹⁵ ed altre patologie neurologiche^{16,19}. Recentemente la NIRS è stata anche impiegata per la valutazione della reattività cerebrovascolare²⁰⁻²⁵. Le variazioni dei parametri NIRS sono risultate correlate con le variazioni di CO₂ e i valori di reattività ottenuti con la NIRS correlano in modo ottimale con quelli ottenuti con il Doppler Transcranico^{21,24}.

²⁵. Questi risultati indicano che la NIRS può essere utilmente impiegata per la valutazione della reattività cerebrovascolare specialmente in quei pazienti in cui la valutazione con Doppler Transcranico è impossibilitata a causa della scarsa penetrazione degli ultrasuoni attraverso la teca cranica.

In conclusione, sebbene ancora esistono problemi nell'applicazione delle strumentazioni, la NIRS sembra fornire una buona modalità di monitoraggio cerebrale e soprattutto nuove informazioni sull'ossigenazione cerebrale.

* *Clinica Neurologica - Università degli Studi di L'Aquila*

Bibliografia

1. Hoppe-Seyler F. Ube die chemischen und optischen Eigenschaften des Blutfarbstoffs. *Arch Pathol Anat Physiol* 1864; 29: 233-251.

2. Beer A. Versuch der Absorptionsverhältnisse des cordiertes für licht zu bestimmen. *Ann Physik Chem* 1851; 84: 37-52.

3. Chance B, Leigh JS, Miyake H. Comparison of time resolved and unresolved measurements of deoxyhemoglobin in brain. *Proc. Natn Acad. Sci.* 1988; 85: 4971-4975.

4. Chance B, Maris M, Sorge J, Zhang MZ. A phase modulation system for dual wavelength difference spectroscopy of hemoglobin deoxygenation in tissues. *Proc SPIE* 1990; 1204: 481-491.

5. Delphy DT, Cope M, Van der Zee P, Arridge SR, Wray S, Wyatt JS. Estimation of optical pathlength through tissue from direct time of flight measurement. *Physies Med Biol.* 1988; 33: 1433-1442.

6. Fantini S, Franceschini-Fantini MA, Maier JS, Walker SA, Barbieri B, Gratton E. Frequency domain multichannel optical detector for noninvasive tissue spectroscopy and oxymetry. *Opt. Engng* 1995; 34: 32-42.

7. Germon TJ, Kane NM, Manara AR, Nelson RJ. Near-infrared spectroscopy in adults: effects of extracranial ischaemia and intracranial hypoxia on estimation of cerebral oxygenation. *Br J Anaesth* 1994; 73: 503-6.

8. Smielewski P, Kirkpatrick P, Minhas P, Pickard JD, Czosnyka M. Can cerebrovascular reactivity be measured with near-infrared spectroscopy? *Stroke* 1995; 26:2285-92.

9. Owen-Reece H, Elwell CE, Wyatt JS, Delpy DT. The effect of scalp ischaemia on measurement of cerebral blood volume by near-infrared spectroscopy. *Physiol Meas* 1996; 17: 279-86.

10. Smielewski P, Czosnyka M, Pickard JD, Kirkpatrick P. Clinical evaluation of near-infrared spectroscopy for testing cerebrovascular reactivity in patients with carotid artery disease. *Stroke* 1997; 28: 331-8.

11. Lam JMK, Smielewski P, Al-Rawi P, Griffiths P, Pickard JD, Kirkpatrick PJ. Internal and external carotid contributions to near-infrared spectroscopy during carotid endarterectomy. *Stroke* 1997; 28: 906-11.

12. Smielewski P, Richards H, Pickard JD. A computing system for the clinical and experimental investigation of cerebrovascular reactivity. *Int J Clin Monit Comput* 1997; 14: 185-98.

13. Jobsis FF. Noninvasive infrared monitoring of cerebral and myocardial oxygen sufficiency and circulatory parameters. *Science* 1977; 198: 1264-1267.

14. Ferrari M, Zanette E, Sideri G, Giannini I, Fieschi C, Carpi A. Effects of carotid compression, as assessed by near infrared spectroscopy, upon cerebral blood volume and hemoglobin oxygen saturation. *J Royal Soc Med* 80: 83-87, 1987.

15. Edmonds HL, Rodriguez RA, Audenaert SM, Austin EH, Pollock SB, Ganzel BL. The role of neuro-monitoring in cardiovascular surgery. *Journal of Cardioracic & Vascular Anesthesia* 1996; 10: 15-23.

16. Hoshi Y, Mizukami S. and Tamura M. Dynamic features of hemodynamic and metabolic changes in the human brain during all-night sleep as revealed by near-infrared spectroscopy.

17. Hock C, Villringer K, Muller-Spahn F, Hofmann M, Schuh-Hofer S, Hekeren H, Dirnagl U, Villringer A. Near infrared spectroscopy in the diagnosis of Alzheimer disease. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 1996; 17: 22-29.

18. Saito S, Miyoshi S, Yoshikawa D, Shimada H, Morita T, Kitani Y. Regional cerebral oxygen saturation during electroconvulsive therapy: monitoring by near-infrared spectrophotometry. *Anesth Analg* 1996; 83: 726-730.

19. Sakatani K, Xie Y, Lichty W, Li S, zuo H. Language-activated cerebral blood oxygenation and hemodynamic changes. A near-infrared spectroscopy study. *Stroke* 1998; 29: 1299-1304.

20. Tateishi A, Maekawa T, Soejima Y, Sadamitsu D, Yamamoto M, Matsushita M, Nakashima K. Qualitative comparison of carbon dioxide-induced change in cerebral near-infrared spectroscopy versus jugular venous oxygen saturation in adults with acute brain disease. *Crit Care Med* 1995; 23: 1734-8.

21. Smielewski P, Kirkpatrick P, Minhas P, Pickard JD, Czosnyka M. Can cerebrovascular reactivity be measured with near-infrared spectroscopy? *Stroke* 1995; 26: 2285-92.

22. Pollard V, Prough DS, DeMelo AE, Deyo DJ, Uchida T, Widman R. The influence of carbon dioxide and body position on near-infrared spectroscopic assessment of cerebral hemoglobin oxygen saturation. *Anesth Analg* 1996; 82: 278-87.

23. Colier WJNM, van Haaren NJCW, van de Ven MJT, Folgering HTM, Oeseburg B. Age dependency of cerebral oxygenation assessed with near infrared spectroscopy. *J Biomed Optics* 1997; 2: 162-70.

24. Smielewski F, Czosnyka M, Pickard JD, Kirkpatrick P. Clinical evaluation of near-infrared spectroscopy for testing cerebrovascular reactivity in patients with carotid artery disease. *Stroke* 1997; 28: 331-8.

25. Totaro R, Barattelli G, Quaresima V, Carolei A, Ferrari M. Evaluation of potential factors affecting the measurement of cerebrovascular reactivity by near-infrared spectroscopy. *Clin Sci* 1998; 95: 497-504.

CONVEGNI & CONGRESSI

XLVII CONGRESSO NAZIONALE DELLA SOCIETA ITALIANA DI NEURO-CHIRURGIA Trieste 11-14 Ottobre 1998 Per informazioni: tel. 040/368343 - fax 040/368808

CORSO DI AGGIORNAMENTO G.I.U.V. Eco-Doppler Vascolare 15-17 Ottobre '98 Bertinoro (FO) Per informazioni: Avenue Media - tel. 051/6564338 - fax 051/26 22 03 - e-mail: cong@avenuemedia.dsnet.it

VII CONGRESSO NAZIONALE SINV "Stroke e riabilitazione" 23-24 Ottobre 1998 Udine Per informazioni: Avenue Media - tel. 051/6564338 - fax 051/26 22 03 - e-mail: cong@avenuemedia.dsnet.it

14° CORSO DI AGGIORNAMENTO SOCIETA ITALIANA NEUROLOGIA - Pisa, 10/14 novembre 1998 - Segreteria organizzativa SIN: tel 0577/285040, fax 0577/289334, e-mail: convent@tin.it

WORLD CONGRESS ON CEREBRAL EMBOLISM Monitoring, Prevention, and Treatment - 12-15 November 1998, New Orleans, Louisiana Per informazioni: tel. 206/553-73330 fax: 206/553-1717 - e-mail: iapmcom@aol.com

INTERNATIONAL WORKSHOP ON STROKE IN THE YOUNG - Genova, Palazzo del Principe, 11-12 dicembre 1998 Per informazioni: Prof. Carlo Gandolfo, Dott. Massimo Del Sette, Dipartimento di Scienze Neurologiche e Neuroriabilitazione, Università di Genova, Via De Toni, 5 - 16132 Genova. Tel. 010/ 35 37 040 - Fax 010/ 35 38 631.

Neurosonologia
ITALIANA

ANNO III - N. 3 TRIMESTRALE

Direttore Responsabile

M. VISOCCHI

Comitato di redazione

G. ACERBI, G.P. ANZOLA, M. DEL SETTE,

D.G. IACOPINO, P. LIMONI, R. LUCIANO,

O.S. SAIA, F. SANDRI, R. TOTARO

Coordinamento Editoriale

P. LIMONI

Edizione, Redazione, Pubblicità

AVENUE MEDIA S.r.l.

Via Riva Reno, 61 - 40122 BOLOGNA

Tel. (051) 65.64.311 - Fax (051) 26.22.03

E-mail: avenuemedia@mailbox.dsnet.it

Stampa

SATE - Ferrara

Aut. del Tribunale di Bologna n. 6543 del 15/3/96

Spedizione in abbonamento postale 45%

DAL 10 AL 13 APRILE 1999 SI TERRÀ A VENEZIA, PRESSO LA FONDAZIONE GIORGIO CINI, IL IV MEETING DELLA SOCIETÀ EUROPEA DI NEUROSONOLOGIA ED EMODINAMICA CEREBRALE

I TOPICS SONO I SEGUENTI

- La neurosonologia nella prevenzione primaria e secondaria nella patologia cerebrovascolare (comprese le complicanze dovute al diabete, all'ipertensione e a patologie cardiache).
- TCD, TCCD e neuroimmagini della fase acuta dello stroke.
- Nuovi sviluppi nello studio con ultrasuoni dei vasi extracranici (nuovi metodi diagnostici, caratterizzazione delle placche, aspetti clinici e terapeutici).
- Microemboli (problemi tecnici, composizione, dimensione, fonti emboligene e implicazioni terapeutiche).
- Il TCCD nella pratica clinica (incluse le trombosi dei seni venosi cerebrali).
- TCD funzionale (impieghi in neuropsicologia e in altri campi di ricerca).
- Patofisiologia della riserva cerebrovascolare.
- Neurosonologia e Neurochirurgia (in particolare ultrasonografia intraoperatoria e vascolarizzazione dei tumori).
- Mezzi di contrasto nuove applicazioni.
- Recenti sviluppi tecnici in Neurosonologia (comprese le ricerche di base).

PER INFORMAZIONI RIVOLGERSI ALLA SEGRETERIA SCIENTIFICA

E. M. Zanette e G. Sette

Dipartimento di scienze neurologiche

V.le dell'Università, 30 - 00185 Roma

Tel. 0039/6/49914705 - Fax 0039/6/4440790

E-mail: zanette@axrma.uniroma1.it

<http://www.informedia.it/venice-esnch>

PER OGNI ALTRA INFORMAZIONE RIVOLGERSI A: PR & COMMUNICATION S.R.L.

Viale di Tor di Quinto, 19/b - 00191 Roma

Tel. 0039/6/3331931-3332007-3335453 - Fax: 0039/6/33222093

E-mail: precommu@mbox.vo.it

AVVISO IMPORTANTE

Ai soci SINS in regola con la quota associativa 1998 verrà accordato uno sconto di Lit. 70.000 sulla quota di iscrizione a questo Meeting e il cui 2° annoucement viene allegato a questa newsletter. Prima di inviare una quota ridotta, se non siete in regola, regolarizzate prima la vostra posizione presso Avenue Media. Infatti lo sconto verrà accordato solo a quei soci che risulteranno nell'elenco, periodicamente aggiornato.

Per quei soci SINS che vorranno iscriversi in sede congressuale, funzionerà un desk SINS per la regolarizzazione delle quote associative e per altre informazioni.