

# Jedes Töpfchen hat sein Deckelchen

## Idealer Einsatzort der zerebralen Oxymetrie

Die Verwendung der Nahinfrarotspektroskopie (NIRS) zur Messung der Gewebesättigung wurde bereits in den 1970er Jahren beschrieben. Erst 1985 konnte diese Technologie dann zur Messung der Sauerstoffsättigung im Hirngewebe eingesetzt werden und wurde in der Folge kommerziell verfügbar [1]. Im weiteren Verlauf wurde eine Vielzahl an NIRS-Geräten entwickelt, die sich in technischen Details unterscheiden. So werden zwischen 2 und 4 unterschiedliche Wellenlängenbereiche eingesetzt, um die zerebrale Sauerstoffsättigung ( $SO_2$ ) zu überwachen, ohne dass eine Überlegenheit einzelner Messverfahren nachweisbar wäre. Mithilfe der NIRS kann durch die unterschiedliche Absorption von Licht im nahinfraroten Wellenlängenbereich die zerebrale  $SO_2$  im überwiegend venösen Blut abgeschätzt werden. Obwohl zur Differenzierung von oberflächlichem Gewebe (z. B. Haut/Kalotte) und Hirngewebe 2 Detektoren (Optoden) verwendet werden (Subtraktionsverfahren), stellt die Beeinflussung des Messwerts durch nichtzerebrales Gewebe immer noch eine Limitation dar.

### Studienlage und Indikationen

Es existieren viele klinische Studien, um die Indikation der NIRS zu charakterisieren. Initial war es naheliegend, zunächst die Reproduzierbarkeit der NIRS bei Patienten mit zerebralen Läsionen zu testen. Allerdings schwächten Hirnödeme, Blutergüsse und auch die oben genannte Kontamination mit extrakraniell Blut die Detektionsgenauigkeit der NIRS stark ein, sodass bei isolierten zerebralen Läsio-

nen keine zuverlässige Überwachung der zerebralen Oxygenierung garantiert werden konnte [2]. Darüber hinaus wird nur die regionale Sauerstoffsättigung (Frontalhirn) erfasst, sodass isolierte lokale Veränderungen in optodentfernen Hirnarealen übersehen werden. Verglichen mit der jugularvenösen Sättigung und der intraparenchymalen „Tissue-oxygen-partial-pressure“ ( $p_{tiO_2}$ )-Messung besitzt die NIRS immer noch die geringste Genauigkeit zur Detektion von isolierten zerebralen Hypoxien [3]. Insofern bleibt die Sinnhaftigkeit des Einsatzes der NIRS bei isolierten intrakraniellen Läsionen weiterhin offen. Bei systemischen Veränderungen v. a. in der Kardiochirurgie scheint die NIRS hingegen ihren Platz gefunden zu haben, da sie bei diesem Patientengut eine perioperative Minderversorgung des Gehirns mit Sauerstoff sehr gut überwachen kann und sogar mit der Gesamtmorbidität und -mortalität kardiochirurgischer Patienten gut korreliert [4].

### Was kann empfohlen werden?

In der Übersichtsarbeit von Schön et al. wird der Einsatz der zerebralen Oxymetrie bei kardiochirurgischen Patienten umfassend diskutiert. Nach Darstellung der grundlegenden Technik der NIRS werden die Normwerte für die zerebrale  $SO_2$  für kardiochirurgische Patienten zwischen 60 und 70 % definiert. Ein kritischer unterer Grenzwert liegt bei 50 % oder kann alternativ durch einen Abfall der zerebralen  $SO_2$  um 20 % unter den Ausgangswert vor Narkoseeinleitung definiert werden. Bei Unterschreitung des

Grenzwerts erhöht sich das perioperative Risiko für die Patienten. Liegt bereits vor Narkoseeinleitung die zerebrale  $SO_2$  unter 50 %, ist dies ein starker negativer Prädiktor für eine hohe Dreißigtagesmorbidity und Letalität [4]. Wird während eines herzchirurgischen Eingriffs die zerebrale  $SO_2$  unter Verwendung von Algorithmen konsequent über dem unteren Grenzwert gehalten, geht dies mit einer Reduktion der Inzidenz neurologischer Komplikationen einher [5].

Bei der Bewertung der mithilfe der NIRS erhobenen zerebralen  $SO_2$  sind die verschiedenen Einflussfaktoren auf diesen Messwert zu beachten. Zum einen können diese Einflussfaktoren zur Interpretation der Daten verwendet werden; andererseits muss versucht werden, manche Einflussfaktoren zu kontrollieren, um den Messwert nicht zu verfälschen. Die zerebrale  $SO_2$  kann somit über Änderungen des systemischen Sauerstoffangebots (arterieller Sauerstoffgehalt und Herzzeitvolumen) wie auch des regionalen Sauerstoffangebots (zusätzliche Determinante ist hier die zerebrale Perfusion) beeinflusst werden. Bleiben die anderen physiologischen Variablen konstant, kann mithilfe der zerebralen  $SO_2$  z. B. der optimale zerebrale Perfusionsdruck auch bei Patienten bestimmt werden, deren zerebrovaskuläre Autoregulationsgrenzen aufgrund z. B. einer Bluthochdruckerkrankung nicht mehr im Normbereich liegen [6]. Bei hämodiluierten Patienten kann die zerebrale  $SO_2$  in die Entscheidung zur Transfusion von Erythrozytenkonzentrationen einbezogen werden [7]. Darüber hinaus existiert offenbar eine gute Korrela-

tion zwischen zerebraler  $SO_2$  und Herzzeitvolumen, einem der Hauptdeterminanten des systemischen Sauerstoffangebots [8]. Die Interpretation der zerebralen  $SO_2$ -Veränderungen bleibt letztendlich dem Anwender im Kontext der individuellen klinischen Situation überlassen; er muss entscheiden, ob ein Abfall der zerebralen  $SO_2$  aufgrund einer systemischen oder zerebralen Minderdurchblutung, einer generalisierten Hypoxie, eines gesteigerten Stoffwechsels oder eines anderen Faktors auftritt. Bei der differenzierten Betrachtung und Analyse hilft der von den Autoren vorgestellte Algorithmus, der die wichtigsten Einflussfaktoren abfragt und Optimierungsvorschläge macht.

Die nichtinvasive NIRS-Technologie zur Überwachung der zerebralen  $SO_2$  beim Menschen hat in der Kardioanästhesie ihren Platz gefunden und ist hier vollständig etabliert. Aufgrund ihrer hohen Variabilität, z. B. durch die Beimischung extrakraniellen Bluts, sowie der hohen Variabilität der Zusammensetzung von venösen und arteriellen Anteilen sollte die NIRS als Trendparameter eingesetzt werden, um einzelne Messwerte nicht überzubewerten. Es sollte ebenfalls immer ein initialer Ausgangswert im wachen, nicht-intubierten Patienten erhoben werden. Wird dies beachtet, kann die NIRS-Technologie im Kontext mit anderen physiologischen Parametern wertvolle Zusatzinformationen über die adäquate Sauerstoffversorgung des Gehirns geben.



K. Engelhard

### Korrespondenzadresse

**Prof. Dr. K. Engelhard**  
Klinik für Anaesthesiologie, Universitätsmedizin  
der Johannes-Gutenberg-Universität  
Langenbeckstr. 1, 55131 Mainz  
engelhak@uni-mainz.de

### Literatur

1. Murkin JM, Arango M (2009) Near-infrared spectroscopy as an index of brain and tissue oxygenation. *Br J Anaesth* 103 (Suppl 1):i3–13
2. Highton D, Elwell C, Smith M (2010) Noninvasive cerebral oximetry: is there light at the end of the tunnel? *Curr Opin Anaesthesiol* 23:576–581
3. Leal-Naval SR, Cayuela A, Arellano-Orden V et al (2010) Invasive and noninvasive assessment of cerebral oxygenation in patients with severe traumatic brain injury. *Intensive Care Med* 36:1309–1317
4. Heringlake M, Garbers C, Kabler JH et al (2011) Preoperative cerebral oxygen saturation and clinical outcomes in cardiac surgery. *Anesthesiology* 114:58–69
5. Murkin JM, Adams SJ, Novick RJ et al (2007) Monitoring brain oxygen saturation during coronary bypass surgery: a randomized, prospective study. *Anesth Analg* 104:51–58
6. Joshi B, Ono M, Brown C et al (2012) Predicting the limits of cerebral autoregulation during cardiopulmonary bypass. *Anesth Analg* 114:503–510
7. Yoshitani K, Kawaguchi M, Miura N et al (2007) Effects of hemoglobin concentration, skull thickness, and the area of the cerebrospinal fluid layer on near-infrared spectroscopy measurements. *Anesthesiology* 106:458–462
8. Meng L, Cannesson M, Alexander BS et al (2011) Effect of phenylephrine and ephedrine bolus treatment on cerebral oxygenation in anesthetized patients. *Br J Anaesth* 107:209–217

### Start des Großprojekts „OR.Net – Sichere und dynamische Vernetzung in Operationssaal und Klinik“

Gemeinsam mit insgesamt fast 50 Partnern aus ganz Deutschland wird die Universität zu Lübeck neue Konzepte zur Integration unterschiedlichster medizintechnischer Geräte in Operationssälen und Kliniken erforschen. Das Projekt startet mit 15 Millionen Euro Bundesforschungsgeldern.

In modernen Operationssälen entsteht bei den Ärzten zunehmend der Wunsch nach der Vernetzung und Integration medizinischer Geräte, um die notwendigen Operationen effizienter und präziser ausführen zu können.

Dabei soll gleichzeitig die technische Komplexität sinken, so dass sich das Ärzteteam besser auf seine eigentliche Aufgabe konzentrieren kann. Von einigen Firmen werden hier bereits Komplettlösungen angeboten, die jedoch meist unter mangelnder Modularität, Flexibilität und Austauschbarkeit leiden.

Im Sinne einer technisch optimalen und gleichzeitig kostengünstigen Ausstattung eines OPs wäre es sinnvoll, wenn Krankenhäuser sich ihre Operationssäle aus unterschiedlichen Angeboten selbst zusammensetzen und trotzdem die Vorteile eines integrierten Gesamtsystems in Anspruch nehmen könnten. Dafür müssen jedoch nicht nur gemeinsame technische Kommunikationsmöglichkeiten geschaffen und standardisiert, sondern auch die rechtlichen Rahmenbedingungen des Medizinproduktegesetzes eingehalten werden.

Mit dem jetzt geförderten Projekt OR.Net verfolgt der Bund das Ziel, die anfallenden Probleme zu lösen und dabei möglichst viele Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Krankenhäuser miteinander zu vernetzen, um einen möglichst breiten Konsens zu ermöglichen. Das Projekt startete am 1. September 2012 und läuft über drei Jahre.

Quelle: *Universität zu Lübeck*,  
[www.uni-luebeck.de](http://www.uni-luebeck.de)