Anaesthesist 2021 · 70:187–189

<https://doi.org/10.1007/s00101-020-00903-6>

Angenommen: 26. November 2020

© Springer Medizin Verlag GmbH, ein Teil von Springer Nature 2020

Matthias Heringlake · Hauke Paarmann

Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin, Herz- und Diabeteszentrum Mecklenburg-Vorpommern – Klinikum Karlsburg, Karlsburg, Deutschland

Klinischer Stellenwert der Zerebraloxymetrie mithilfe der NIRS 2.0

Das Thema Monitoring in der Anästhesie und Intensivmedizin ist ein schwieriges Feld. Eine Allgemeinanästhesie oder intensivmedizinische Therapie ohne Überwachung der arteriellen Sauerstoffsättigung mittels Pulsoxymetrie würde jeder Gutachter, wenn es im Verlauf der Behandlung zu Komplikationen gekommen sein sollte, als eine grob fahrlässige und nichtrichtlinienkonforme Handlung betrachten. Dennoch gibt es nach den Kriterien evidenzbasierter Medizin (EBM) – trotz beeindruckend großer Studien zu dieser Thematik – keinen wirklich überzeugenden wissenschaftlichen Nachweis, dass eine Überwachung mithilfe der Pulsoxymetrie tatsächlich postoperative Komplikationen oder gar Letalität reduziert [1].

Vergleichbar gibt es, trotz immer breiteren Einsatzes der Echokardiographie und multipler Übersichtsartikel und Ausbildungsoffensiven, die unisono den großen klinischen Wert dieser (keineswegs günstigen) Technologie für die Einschätzung von Patienten hervorheben [2], keine größeren randomisiert prospektiven Untersuchungen, die jemals gezeigt hätten, dass der Einsatz der Echokardiographie im Vergleich mit einer klinischen Standardtherapie positiven Einfluss auf das Outcome von Patienten nimmt.

Vor diesem Hintergrund verblüfft es nicht, dass die in dieser Ausgabe von *Der Anaesthesist* publizierte Übersicht zu „Technik, Entwicklung, aktuellem Einsatz und Ausblick“ der Nahinfrarotspektroskopie (NIRS) zu der Schlussfolgerung kommt, dass es „analog zur Pulsoxymetrie ... auch bei der Nahinfrarotspektroskopie fraglich (ist), ob

in randomisierten, kontrollierten Studien durch ihre Anwendung jemals ein Überlebensvorteil für bestimmte Patientengruppen nachgewiesen werden kann“ [3]. Das wird aber – zumindest den mit der Technologie vertrauten Anwender – nicht davon abhalten, diese Technologie einzusetzen. Wir müssen wahrscheinlich damit leben, dass es – insbesondere im Bereich des Monitorings und der Akutdiagnostik in Anästhesie und Intensivmedizin – außerordentlich schwer ist, Evidenz auch für das Augenscheinliche zu generieren und dass, aufgrund des Neudeutsch auch als „Confounding“ bezeichneten „Hintergrundrauschens“ aus schwer stratifizierbaren chirurgischen Einflussfaktoren auf das Outcome [4], sekundären, in Studien nahezu nie erfassten Variablen wie der Qualität der postoperativen Versorgung [5], und der biologischen Variabilität der behandelten Patienten [6], in absehbarer Zeit auch keine den Kriterien der EBM genügenden Nachweise erbracht werden können!

Dennoch stellen sich im Hinblick auf den klinischen Einsatz der Zerebraloxymetrie und die Messung der regionalen zerebralen Sauerstoffsättigung („regional cerebral oxygen saturation“, $rScO_2$) mithilfe der NIRS eine Reihe von Fragen, um die keineswegs trivialen Kosten für den Einsatz dieser Technologie zu rechtfertigen:

1. Gibt es Bereiche, in denen die Zerebraloxymetrie Informationen liefert, die mithilfe anderer Überwachungsmodalitäten nicht oder nur schwer zu erhalten sind?
2. Wie valide sind diese Informationen?

3. Ist der Einsatz zerebraler Oxymetrie geeignet, perioperative Komplikationen zu reduzieren und das klinische Outcome zu verbessern?

Zu 1. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt ist die Nahinfrarotspektroskopie das einzige für die klinische Routine geeignete Verfahren, um im Rahmen anästhesiologischer, chirurgischer oder intensivmedizinischer Maßnahmen Auslenkungen der zerebralen Oxygenierung und damit Störungen der zerebralen Sauerstoffbalance zu evaluieren. Die Messung der jugularvenösen Sauerstoffsättigung bleibt als invasives Verfahren allenfalls der Versorgung neurochirurgischer Patienten vorbehalten.

Wie die Augsburger Kollegen klar darlegen [3], ist die Interpretation von $rScO_2$ -Werten aber keineswegs trivial und bedarf einer dynamischen Deutung potenzieller Einflussfaktoren (wie z. B. Blutdruck, Kohlendioxidpartialdruck [pCO_2] und systemisches Sauerstoffangebot) sowie der Berücksichtigung potenzieller Störvariablen wie z. B. den Effekten vasoaktiver Substanzen auf das $rScO_2$ -Signal. Konsekutiv gibt eine aktuelle Konsensusempfehlung der „Perioperative Quality Initiative (POQI)“ die starke Empfehlung, perioperative rSO_2 – Messungen im Kontext der Variablen, die diese Messung beeinflussen können, zu interpretieren [7]. Damit stellt die Beurteilung von absoluten und relativen Änderungen der $rScO_2$ höhere Ansprüche an den Anwender als einfache, eindimensionale Parameter wie Herzfrequenz oder Körpertemperatur.

Zu 2. Im Gegensatz zu z. B. der pulsoxy-metrisch bestimmten arteriellen Sauerstoffsättigung (S_aO_2) stellt die nichtinvasiv erhobene zerebrale $rScO_2$ keinen Parameter dar, der mithilfe eines invasiven „Goldstandards“ kalibriert bzw. objektiviert werden kann. Vielmehr handelt es sich um ein physiologisches Konstrukt, das anhand eines als konstant angenommenen, statischen zerebralen Verteilungsmusters aus arteriellem, kapillärem und venösem Blut sowie anhand proprietärer Algorithmen der jeweiligen Hersteller eine orientierende Information über die Sauerstoffsättigung in einem kleinen Areal frontalen Hirngewebes gibt. Dies lässt naturgemäß – insbesondere, wenn dynamische Veränderungen des zerebralen Gefäßtonus zu einer Veränderung der zerebralen Verteilung unterschiedlich oxygenierten Blutes führen sollten [8] – viel Raum für Variabilität, stellt aber die Validität des Messverfahrens per se nicht infrage.

» Messergebnisse von Zerebraloxymetern unterschiedlicher Hersteller sind nicht direkt vergleichbar

Im praktischen klinischen Einsatz hingegen wesentliche Limitationen sind – wie von Bolkenius et al. [3] ausgeführt – die erhebliche Varianz und die fehlende Vergleichbarkeit der Messergebnisse von Zerebraloxymetern unterschiedlicher Hersteller. Entsprechend stellt die POQI in ihren aktuellen Empfehlungen fest, dass die Messergebnisse der Zerebraloxymeter unterschiedlicher Hersteller nicht austauschbar seien [7]. Dies bedingt, dass auch die Ergebnisse von Studien mit Geräten eines Herstellers nicht notwendigerweise auf die eines anderen Herstellers übertragen werden können, und macht es notwendig, für jedes auf dem Markt befindliche Zerebraloxymeter spezifische Norm- und Grenzwerte zu ermitteln [9].

Zu 3. Wie in dieser Ausgabe von *Der Anaesthesist* von Bolkenius et al. [3] ebenfalls ausführlich dargestellt, ist die Datentlage dazu, ob der Einsatz der zerebra-

len Oxymetrie geeignet ist, perioperative Komplikationen zu reduzieren und das klinische Outcome zu verbessern, nicht eindeutig. Dies verwundet bei näherer Betrachtung aber auch nicht. So fehlen bislang Untersuchungen zur Gewichtung der verschiedenen Interventionen, die zur Optimierung der $rScO_2$ eingesetzt werden, im Hinblick auf Outcome-Effekte, da die jeweiligen Interventionen durchaus unterschiedliche sekundäre Effekte zeitigen können. Zum Beispiel wird in verschiedenen Algorithmen empfohlen, bei Abfall des $rScO_2$ -Werts zunächst den arteriellen Mitteldruck und dann den arteriellen Kohlendioxidpartialdruck (p_aCO_2) anzupassen, bevor als weitere Intervention die kardiale Funktion optimiert wird. Dies erscheint unter den Bedingungen der extrakorporalen Zirkulation (EKZ) und eines bereits relativ hohen Blutflusses durchaus plausibel, wäre hingegen aber eher kontraproduktiv, wenn es sich um einen Patienten mit erheblich eingeschränktem Herzzeitvolumen bei schwerer Rechts-herzinsuffizienz handelte. Während ein solcher Patient von der Optimierung des arteriellen Mitteldrucks durchaus profitieren könnte, würde die Anpassung des p_aCO_2 auf höhere Werte durch eine (relative) Hypoventilation die Nachlast für den rechten Ventrikel weiter erhöhen und die Rechtsherzinsuffizienz u. U. sogar verschlimmern.

Wie fast immer in der Medizin gilt das Konzept „one size fits all“ auch für die zielgerichtete Optimierung der zerebralen Sauerstoffsättigung nur bedingt. Und dies könnte erklären, warum sich in manchen Studien so deutlich positive Effekte einer an der zerebralen Oxygenierung ausgerichteten Therapie zeigen, während dies in anderen Untersuchungen nicht zu beobachten ist. In der Summe scheinen aber dennoch die positiven Effekte zu überwiegen. Entsprechend stellt die POQI – wenn auch nur mit einem schwachen Empfehlungsgrad – in ihren aktuellen Empfehlungen fest, dass mithilfe der Zerebraloxymetrie gesteuerte Algorithmen geeignet sind, die Dauer eines Intensivaufenthalts zu verkürzen [7].

Zusammengefasst kann man den Autoren der in diesem Themenheft von *Der*

Anaesthesist publizierten Übersichtsarbeit nur zustimmen. Die Überwachung der zerebralen Oxygenierung mithilfe der NIRS wird „... sicherlich zunehmend Einzug in die klinische Praxis halten und zu einer selbstverständlichen Komponente des klinischen Monitorings werden.“ Zwar weist auch diese Technologie – wie nahezu alle anderen Monitoring-Verfahren unseres Arbeitsfeldes – spezifische Limitationen auf. Übersichtsarbeiten wie der gelungene Beitrag der Augsburger Kollegen helfen aber, diese Limitationen besser zu verstehen und dieses nichtinvasive Monitoring im Sinne des Patienten zu nutzen.

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. med. Matthias Heringlake

Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin, Herz- und Diabeteszentrum Mecklenburg-Vorpommern – Klinikum Karlsburg, Greifswalder Str. 11, 17495 Karlsburg, Deutschland
Heringlake@t-online.de

Interessenkonflikt. M. Heringlake: Vortrags- und Beraterhonorare sowie Reisekostenerstattungen durch Orion Pharma, Amomed Pharma, Vifor Pharma, CSL Behring, Edwards Lifesciences, Medtronic sowie Forschungsunterstützung durch Mespere LifeSciences und CAS Medical Systems. H. Paarmann: Vortrags-honorare und Reisekostenerstattung durch Orion Pharma.

Literatur

1. Pedersen T, Nicholson A, Hovhannisyann K, Möller AM, Smith AF, Lewis SR (2014) Pulse oximetry for perioperative monitoring. *Cochrane Database Syst Rev*. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD002013>
2. Goepfert M, Groesdonk HV (2014) Echokardiografie – Hämodynamisch fokussierte Echokardiografie. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 49:696–706
3. Bolkenius D, Dumps C, Rupprecht B (2020) Nahinfrarotspektroskopie. *Anaesthesist*. <https://doi.org/10.1007/s00101-020-00837-z>
4. Stulberg JJ, Huang R, Kreutzer L, Ban K, Champagne BJ, Steele SE, Johnson JK, Holl JL, Greenberg CC, Bilimoria KY (2020) Association between surgeon technical skills and patient outcomes. *JAMA Surg* 155:960–968
5. Griffiths P, Ball J, Murrells T, Jones S, Rafferty AM (2016) Registered nurse, healthcare support worker, medical staffing levels and mortality in English hospital trusts: a cross-sectional study. *BMJ Open* 6:e8751
6. Desai R, Singh S, Fong HK, Goyal H, Gupta S, Zalavadia D, Doshi R, Savani S, Pancholy S, Sachdeva R, Kumar G (2019) Racial and sex disparities in resource utilization and outcomes of multi-vessel percutaneous coronary interventions

- (a 5-year nationwide evaluation in the United States). Cardiovasc Diagn Ther 9:18–29
7. Thiele RH, Shaw AD, Bartels K, Brown CH, Grocott H, Heringlake M, Gan TJ, Miller TE, McEvoy MD, Perioperative Quality Initiative (POQI) 6 Workgroup (2020) American society for enhanced recovery and perioperative quality initiative joint consensus statement on the role of neuromonitoring in perioperative outcomes: cerebral near-infrared spectroscopy. Anesth Analg 131:1444–1455
 8. Moerman AT, Vanbiervliet VM, Van Wesemael A, Bouchez SM, Wouters PF, De Hert SG (2015) Assessment of cerebral autoregulation patterns with near-infrared spectroscopy during pharmacological-induced pressure changes. Anesthesiology 123:327–335
 9. Schmidt C, Heringlake M, Kellner P, Berggreen AE, Maurer H, Brandt S, Bucsky B, Petersen M, Charitos EI (2018) The effects of systemic oxygenation on cerebral oxygen saturation and its relationship to mixed venous oxygen saturation: a prospective observational study comparison of the INVOS and ForeSight Elite cerebral oximeters. Can J Anaesth 65:766–775

Zum Cover dieser Ausgabe

(c) Dr. J. Schimpf, Universitätsklinikum Augsburg

Lieber Leserinnen und Leser,

das Foto für dieses Cover von *Der Anaesthetist* zum Leitthema „Nahinfrarotspektroskopie“ wurde freundlicherweise von Dr. Jörg Schimpf aus der Klinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin am Universitätsklinikum Augsburg erstellt.

Schriftleitung und Redaktion danken für dieses schöne Ergebnis!