

Beurteilung eines nicht-invasiven Online-Messverfahrens während der extrakorporalen Zirkulation

 N. Kwapil^{1,2} ; A. Teske^{1,2} ; F. Wenzel³; F. Born⁴; F. Münch¹ 
¹ Kinderherzchirurgie Erlangen, Loschgestraße 15, 91054 Erlangen, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

² WKK Perfusionsservice GmbH & Co.KG, Wernher-von-Braun-Straße 5, 55129 Mainz-Hechtsheim

³ Hochschule Furtwangen University, Fakultät Medical and Life Science, Jakob-Kienzle-Str. 16, 78054 Villingen-Schwenningen

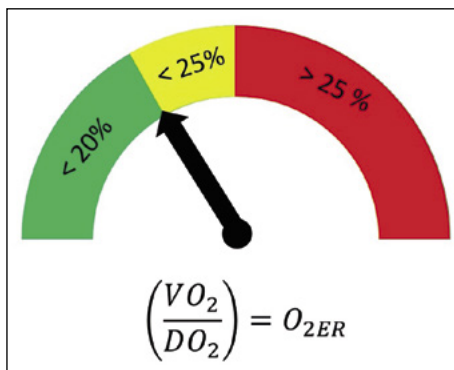
⁴ Herzchirurgische Klinik und Poliklinik, Klinikum der Universität München, Marchioninistraße 15, 81377 München


Abb. 1: Grafik-Abstract

HIGHLIGHTS:

- Eine der Sauerstoffextraktionsrate angepasste Perfusion (goal directed perfusion) führt zu niedrigerem Laktatlevel nach der EKZ.
- Die Verwendung eines unabhängigen Flusssensors ermöglicht eine zielgerichtete Perfusion, unabhängig von geöffneten Shunts im EKZ-Set.

ZUSAMMENFASSUNG

Hintergrund: Trotz fortwährender Verbesserung der extrakorporalen Zirkulation (EKZ) stellt die unphysiologische Perfusion eine außerordentliche Belastung für die Organsysteme dar. Neben dem Sauerstoffangebot (DO_2) spielt es eine entscheidende Rolle, wieviel Sauerstoff der Patient ausschöpft (VO_2). Mittels eines geeigneten Messgeräts lassen sich die DO_2 - und VO_2 -Werte genau beziffern. Der Quotient aus beiden Werten ergibt die Sauerstoffextraktionsrate (O_{2ER}). Dadurch ist es möglich, zeitnah auf einen veränderten Sauerstoffverbrauch zu reagieren. Zur weiteren und differenzierteren Beurteilung der EKZ wurden in dieser Arbeit zudem die Gewebssättigung, wie auch die Mikrozirkulation gemessen.

Methode: Insgesamt wurden in einer prospektiven Studie 46 Patienten untersucht, die entweder einen Aortenklappenersatz oder einen aortokoronaren Bypass erhielten. Ausgeschlossen wurden Patienten mit Niereninsuffizienz, COPD sowie Re-Eingriffe und Notfälle. In der O_{2ER} -Gruppe ($n = 24$, Alter 67 ± 10 Jahre) befanden sich in der arteriellen und venösen Linie jeweils optische Sauerstoffmesssonden und ein Flusssensor in der arteriellen Linie. In der Standardgruppe ($n = 22$, Alter 69 ± 8 Jahre) war einzig der Flusssensor angebracht.

Am linken Oberarm wurden die Messsonden für die Mikrozirkulations- und Gewebssättigungsmessung (PeriFlux System 5000; Perimed, Schweden) angebracht. In der O_{2ER} -Gruppe erfolgte eine Optimierung der Perfusion durch Anpassung des Pumpenflusses anhand der gemessenen Parameter, wobei die O_{2ER} stets $<25\%$ sein sollte.

Ergebnisse: In der O_{2ER} -Gruppe war ein signifikant höherer EKZ-Fluss nachweisbar ($p < 0,05$). Die postoperative Analyse zeigte niedrigere Laktatwerte zum Zeitpunkt der Protamingabe ($p < 0,05$) sowie 1 h ($p < 0,05$) postoperativ. Die Laborwerte Troponin T und Gamma-GT waren 24 h nach der OP signifikant niedriger in der O_{2ER} -Gruppe ($p < 0,05$). Es zeigten sich keine signifikanten Unterschiede bei den Mikrozirkulations- und Gewebssättigungsmessergebnissen.

Diskussion: Patienten, bei denen der arterielle Blutfluss anhand von DO_2/VO_2 -Werten gesteuert wurde, zeigten peri- und postoperativ signifikant niedrigere Laktatwerte als die Patienten der Standardgruppe. Eine patientenadaptierte Perfusion ist für ein verbessertes Patienten-Outcome von entscheidender Bedeutung. Durch einen DO_2/VO_2 -Monitor lässt sich ein Missverhältnis erkennen und die Perfusion optimiert durchführen. Im klinischen Alltag ist diese Methode für die tägliche Praxis geeignet.

SCHLÜSSELWORTE

Sauerstoffextraktionsrate, DO_2/VO_2 , goal directed perfusion, Online-Monitoring, Mikrozirkulation, Gewebesättigung

ABSTRACT

Background: Despite constant improvement in the area of extracorporeal circula-

 Nicola Kwapil
ORCID-ID: 0000-0002-0862-3371

 Frank Münch
ORCID-ID: 0000-0002-2790-0418

 Andreas Teske
ORCID-ID: 0000-0001-8702-3800

Nicola Kwapil ECCP, M.Sc.
Universitätsklinikum Erlangen;
Abteilung für Kinderherzchirurgie/
Kardiotechnik
Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg (FAU)
Loschgestraße 15; 91054 Erlangen
E-Mail: Nicola.Kwapil@uk-erlangen.de
Telefon: +49 9131 85 34014
Fax: +49 9131 8534024
ORCID-ID: 0000-0002-0862-3371
<https://www.kinderherzchirurgie.uk-erlangen.de/>

lation, unphysiological perfusion remains an extraordinary strain on organ-systems. In addition to oxygen delivery (DO_2), oxygen consumption (VO_2) plays a vital part during cardiopulmonary bypass. The oxygen extraction rate ($\text{O}_{2\text{-ER}}$) is derived from the ratio of these two parameters. Using suitable measuring devices, these values can be precisely measured. To further access perfusion quality, tissue saturation and microcirculation were also measured. **Method:** A total of 46 patients who received either an aortic valve replacement or aortocoronary bypass were included in a prospective study. Patients with renal insufficiency or COPD, as well as reinterventions and emergencies, were excluded. In the $\text{O}_{2\text{-ER}}$ group ($n = 24$) optical oxygen measuring probes were placed on the arterial and venous line.

In both groups a flow sensor was placed on the arterial line.

The measuring probes for microcirculation and tissue saturation (PeriFlux System 5000; Perimed, Sweden) were attached to the left upper arm. In the $\text{O}_{2\text{-ER}}$ group, the perfusion was optimized by adjusting the pump flow based on the measured parameters, whereby the $\text{O}_{2\text{-ER}}$ should always be less than 25 %.

Results: A significantly higher flow was detectable in the $\text{O}_{2\text{-ER}}$ group ($p < 0.05$). The postoperative analysis showed lower lactate levels at the time of protamine administration ($p < 0.05$) and 1 h postoperatively ($p < 0.05$). The laboratory values troponin T and gamma-GT were significantly lower in the $\text{O}_{2\text{-ER}}$ group 24 hours after the operation ($p < 0.05$).

There were no significant differences in the measured microcirculation and tissue saturation results.

Discussion: Patients in whom arterial blood flow was controlled by means of DO_2/VO_2 values showed significantly lower lactate levels peri- and postoperatively than the patients in the standard group. Patient-adapted perfusion is of crucial importance for an improved patient outcome. A DO_2/VO_2 monitor can identify discrepancies and promote the optimization of perfusion. The method can be suitably integrated into day-to-day practice.

KEYWORDS

Oxygen extraction rate, DO_2/VO_2 , goal directed perfusion, online monitoring, microcirculation, tissue saturation