

Klüß C¹, Keller H¹, Diefenbach M¹, Oeinck K-H¹, Meinert R¹, Koch M¹, Meier J², Meininger D², Zacharowski K², Moritz A³

¹Klinik für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie, Universitätskliniken Frankfurt, Abt. Kardiotechnik Maquet CP Clinical Service

²Klinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin und Schmerztherapie, Universitätskliniken Frankfurt

³Klinik für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie, Universitätskliniken Frankfurt

Theodor-Stern-Kai 7, 60590 Frankfurt/Main

ENDTIDALES CO₂ AN DER HERZ-LUNGEN-MASCHINE

Hintergrund: Die endtidale CO₂-Messung bei beatmetem Patient in der Anästhesie ist seit langen ein bewährtes Standardverfahren zur Beurteilung der sicheren Intubation sowie zur Abschätzung des zu erwartenden CO₂-Spiegels in der arteriellen BGA. Hierbei wurden Abweichungen der PaCO₂ zu PetCO₂ von +/- 4-5 mmHg beschrieben. Inhalt dieser Studie ist die Übertragung dieser Grundidee auf die extrakorporale Zirkulation (EKZ) unter Verwendung eines Vamos-Narkosegasmonitors. Während der EKZ wird die Narkose durch Sevoflورانе – Zufuhr eines vom TÜV zertifizierten Applikationssystems in den Blutkreislauf aufrechterhalten. Bestimmt wurden die Abweichung des PaCO₂ zu PetCO₂ für das ALPHA-Stat- und pH-Stat-Verfahren unter moderater Hypothermie bei 32 Grad Celsius. Ziel war es, zu zeigen, dass die endtidale CO₂-Messung an der EKZ ähnlich verlässlich ist wie bei der Narkoseführung und somit eine Onlinemessung des CO₂ möglich ist.

Methode: Die Studie wurde als prospektive Anwendungsbeobachtung konzipiert. Eingeschlossen wurden 70 von 90 Patienten, die sich einem Einfach- oder Doppeleingriff unterzogen, deren Zeit der EKZ 120 Minuten voraussichtlich nicht überschreiten würde. Die Eingriffe verteilten sich wie folgt: 56 % ACB, 27 % AKE, 14 % Doppeleingriffe und 3 % MKR. Ausgeschlossen wurden 20 Patienten. 13 der 20 ausgeschlossenen Patienten wurden wegen intraoperativen Wechsel zum OPCAB-Verfahren ausgeschlossen, fünf aufgrund technischer Probleme mit dem System und zwei wegen Messfehlern im Labor. Gemessen wurde das CO₂, am Oxygenatorausgang, in der BGA, das CO₂ am Gasauslass des Oxygenators sowie die aktuelle Bluttemperatur. Berechnet wurde die Differenz von dem arteriellen CO₂ zum endtidalen CO₂ jeweils für das ALPHA-Stat-Verfahren sowie das pH-Stat-Verfahren.

Durchführung: Das CO₂-Management und die Gasflusssteuerung erfolgte nach der Messung der expiratorischen CO₂-Konzentration, die kontinuierlich mit dem Vamos am Gas-Auslass des Oxygenators gemessen wurde. Der Gasfuß wurde so titriert, dass die Vamos-Messung zwischen 35 und 45 mmHg lag. Die Kontrolle der Werte erfolgte wie im Protokoll vorgegeben nach 5, 15 und danach alle 15 Minuten mit in der BGA gemessenen CO₂-Spiegel.

Ergebnisse: Das durchschnittliche HZV lag bei 5,31 l/min +/- 0,52 l/min. Die durchschnittliche EKZ zeit lag bei 97,1 +/- 35 Minuten, die Klemmzeit bei 61 +/- 27 Minuten und die Reperfusionzeit bei 24 +/- 10 Minuten. Bei dem von uns in der klinischen Routine verwendeten ALPHA-Stat-Verfahren lag die Abweichung bei 0,72 +/- 5,43 mmHg. Im pH-Stat-Verfahren betrug die Abweichung 4,74 +/- 3,11 mmHg. Die Messung des expiratorischen CO₂ am Oxygenator erlaubt im ALPHA-Stat-Verfahren eine sichere Abschätzung des zu erwartenden CO₂-Spiegels in der BGA. Für das pH-Stat-Verfahren ist diese Messung aufgrund der hohen Abweichungen nicht geeignet. In der Phase der starken Kühlung des Patientenbluts erfolgt ein starker Abfall des CO₂-Spiegels am Oxygenatorausgang, der nicht mit dem konstant bleibenden CO₂-Spiel der BGA korreliert. Zusammenfassend ist die endtidale CO₂-Messung, im ALPHA-Stat-Verfahren unter konstanter Bluttemperatur, ein sicheres Verfahren zur Onlinemessung des CO₂ und damit zur Steuerung des Gasflusses an der Herz-Lungen-Maschine.