

Klinisches Bulletin

WICHTIGE INFORMATION – BITTE LESEN UND ANWENDEN



MIRUS und ECMO

Dokument: 021_MC_MIRUS und ECMO_CB-01_A-00_DE

Datum: 17.08.2020

Autor: Tom Kriesmer, Stephan Lang

Betroffene Version: Alle

Verteiler: Nur interner Gebrauch (Vertraulich)

Medcaptain

Händler

Endkunde

Inhalt

Anwender des MIRUS-Systems zur automatischen inhalativen Sedierung fragen häufig nach einer Möglichkeit der Kombination mit einem extrakorporalen Membranoxygenierungsverfahren (ECMO). Aus Sicherheitsgründen haben wir als Hersteller des MIRUS™ diese Kombination nicht generell zur Nutzung freigegeben, da der Anwender zur sicheren Nutzung auf verschiedene Risiken achten muss. Zudem ist die ECMO als eine „ultima ratio“ Maßnahme zu betrachten, weshalb die Kombination von MIRUS-System und ECMO nicht die reguläre Anwendung des MIRUS-Systems darstellt.

Dieses Bulletin soll eine mögliche Kombination des MIRUS-Systems mit der ECMO näher erläutern und Risiken aufzeigen.

Was ist ECMO?

ECMO umschreibt die Oxygenierung des Blutes außerhalb des Körpers über eine Membran und ist ein Verfahren, welches die Herz- und Lungenfunktion bei Kindern und Erwachsenen teilweise oder auch vollständig ersetzen kann. Es kommt zum Einsatz, wenn durch andere Behandlungsmethoden keine ausreichende Funktion dieser Organe erreicht wird.

Bei einer schwerwiegenden Erkrankung oder einem Versagen der Lunge ist die Oxygenierung des Blutes und die Decarboxylierung nicht mehr adäquat gewährleistet. Durch Hypoxie und Hyperkapnie entsteht in dieser Situation eine akute Lebensbedrohung. Liegt eine schwerwiegende Erkrankung des Herzens vor, kann je nach Schweregrad die ausreichende Versorgung der Organe mit Sauerstoff und Nährstoffen sowie der Abtransport der Stoffwechselendprodukte durch die eingeschränkte Pumpkraft nicht mehr gewährleistet werden. Die hohe Sterblichkeit beim akuten Lungenversagen lässt sich im Wesentlichen auf die Kombination aus aggressiver Beatmungstherapie und hohen inspiratorischen Sauerstoffkonzentrationen zurückführen. Im Ergebnis lässt sich das dann vorliegende Krankheitsbild nicht mehr mit konventionellen Maßnahmen behandeln, so dass ein Einsatz der ECMO-Therapie als „ultima ratio“ in Erwägung gezogen werden muss.

ECMO-Arten

Grundsätzlich lassen sich verschiedene Arten von extrakorporalen Verfahren unterscheiden, welche aber alle das gleiche Grundprinzip aufweisen. Während bei der veno-arteriellen ECMO (vaECMO) und der veno-venösen ECMO (vvECMO) das Blut aktiv mittels einer Pumpe zum Oxygenator gepumpt wird, läuft das Blut bei den „pumpenlosen“ Systemen (interventional Lung-Assist „iLA“) passiv durch den Membranventilator.

Das MIRUS System und ECMO

Beim Einsatz des MIRUS-Systems in Verbindung mit einem extrakorporalen Verfahren spielt der eingesetzte Membrantyp des Oxygenators die gravierendste Rolle, da die verwendeten Membranen auf unterschiedliche Weise für volatile Anästhetika (VA) durchlässig sind.

- Kapillarmembranoxygenatoren weisen eine hohe,
- Diffusionsmembranoxygenatoren auf Polymethylpenten Basis eine geringe, Permeabilität für volatile Anästhetika auf.

Generelle Einschränkungen

- *min etCO₂*

Der eingebaute Gasmonitor im MIRUS Controller muss eine minimale endtidale CO₂ Konzentration von > 12 mmHg im expiratorischen Atemgas detektieren.

- *min Delta Insp/Exsp CO₂*

Der eingebaute Gasmonitor im MIRUS Controller muss eine Minstdifferenz von > 8 mmHg zwischen der inspiratorischen und der endexpiratorischen CO₂ Konzentration detektieren.

Kapillarmembranoxygenator

Bei der Anwendung mit dem MIRUS System ist von der Verwendung des Kapillarmembranoxygenators abzuraten, da es dann je nach Anteil des ECMO Flows vs. HZV und der verwendeten hämatologischen Rückspeisestelle systembedingt zu Überdosierungen kommt.

- *Kapillarmembranoxygenator und vvECMO*

Durch den venösen Rückstrom aus dem Körperkreislauf, in dem VA nicht ausgewaschen wird, entsteht ein O₂-reiches, VA-ärmeres Mischblut, welches in der Lunge erneut mit VA gesättigt wird, da der MAC-Pilot anhand des gemessenen etVA-Wertes die notwendige Dosierung ermittelt und abgibt. Um den eingestellten etVA Zielwert zu erreichen, dosiert der MAC-Pilot auf die expiratorisch gemessene VA Konzentration in höherer Dosis nach, als der angestrebte etVA-Zielwert am Wirkungsort Gehirn. Grund ist eine Aufsättigung des Patienten um den steady-state zu erreichen. Die Höhe der Überdosierung ist proportional dem Anteil des ECMO Fluss am gesamten HZV. Beträgt dieser z.B. 60%, dann ist davon auszugehen das auch 60% des eingebrachten VA's ausgewaschen werden, folglich wäre die Dosis am Wirkort Cortex um 60% erhöht, also statt dem eingestellten Wert MAC 1.0 als realer Wert MAC 1.6.

- *Kapillarmembranoxygenator und vaECMO*

Für den Einsatz des MIRUS-Systems lässt sich für die vaECMO eine ähnliche Aussage wie bei der vvECMO geben. Auch hier ist das vorliegende „VA-Leck“ für den MIRUS nur durch den etVA-Wert erfassbar. Folglich würde es auch hier zu einer permanenten „Nachapplikation von VA“ durch den MAC Pilot kommen, was zu einer Überdosierung am Wirkort führen würde.

- *Kapillarmembranoxygenator und iLA*

Bei den pumpenlosen Systemen ist der extrakorporale Anteil am Gesamt-HZV von allen extrakorporalen Systemen am geringsten (ca. 20%). Zum einen ist daher auch das Risiko für den Patienten geringer, gleichzeitig ist auch die daraus resultierende Überdosierung des MIRUS-Systems am Wirkort geringer.

Diffusions- Membranoxygenatoren auf Polymethylpenten Basis

Eine Kombination eines MIRUS System mit einem ECMO Lungenersatzverfahren sollte dem Einsatz des Diffusionsmembranoxygenators vorgezogen werden, da aufgrund der niedrigen Permeabilität gegenüber Narkosegasen wie Isoflurane und Sevoflurane

- die Risiken der systembedingten Überdosierung durch den MAC-Pilot des MIRUS System stark reduziert sind;
- die Umwelt und Personalbelastung durch austretendes Narkosegas aus dem Membranoxygenator- Gasauslass stark reduziert sind.

- *Diffusions- Membranoxygenatoren und VA*

Wegen des fehlenden „VA Lecks“ verhält sich die ECMO Anwendung sehr ähnlich der konventionellen Beatmungsanwendung. Die Steuer- und Regelsysteme für die Applikation von volatilen Anästhetika im MIRUS System arbeiten wie bei der „normalen“ Anwendung.

- *Diffusions- Membranoxygenatoren und vv, va, iLA*

Die unterschiedlichen Einspeiseorte (vvECMO, vaECMO) sowie die Varianz im Blutflussvolumen der ECMO gegenüber dem HZV (Pumpen oder pumpenlos (iLA)) spielen für die Oxygenierung und Decarboxylierung nach wie vor eine erhebliche Rolle. Für die Steuerung und Konzentration der VA am Wirkort des Patienten ist dies wegen des fehlenden „VA Lecks“ von untergeordneter Bedeutung.

- *Diffusions- Membranoxygenatoren und CO₂*

Die im Expirationsgas der Beatmungsseite zu messenden CO₂ Werte des Patienten müssen sich im Einklang mit den definierten Mindestanforderungen an etCO₂ (> 12mmHg) und delta inspCO₂ / etCO₂ (> 8 mmHg) befinden.

Fazit

Zusammenfassend ist der Einsatz des MIRUS-Systems in Verbindung mit diversen extrakorporalen Verfahren möglich und gerade im Hinblick auf die Vorteile von volatilen Anästhetika für diese Patientenklientel sicherlich klinisch auch sinnvoll.

Die Anforderungen an ein ideales Sedativum, welche in den S3-Guidelines der DGAI für Analgesie, Sedierung und Delirmanagement beschrieben und gefordert sind, werden durch volatile Anästhetika weitgehend erfüllt.

Der behandelnde Arzt sollte bei der Kombination des MIRUS-Systems mit einer ECMO dem Diffusions - Membranoxygenatortyp auf Polymethylpenten Basis den Vorzug geben, da hier

die potentiellen Risiken einer systembedingten Überdosierung gering sind und das Risiko einer Raumlufkontamination mit VA durch das Austrittsgas aus dem Oxygenator gering ist. Von einer Anwendung des MIRUS System mit einer ECMO in Verbindung mit einem Kapillar Membranoxygenator ist abzuraten, da es je nach Anteil des ECMO Flows vs. HZV und der verwendeten hämatologischen Rückspeisestelle systembedingt zu signifikanten Überdosierungen am Wirkort Cortex kommt.

Die Verantwortung für

- den Einsatz der Kombination MIRUS System und ECMO,
 - die angepasste Dosierung des Narkosegases,
 - das adäquate klinische Monitoring
 - das Einhalten der Vorgabe der Fachinformationen für Narkosegase
- obliegt ausschließlich dem behandelnden Arzt.

Literatur

Rheinische-Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn: http://www.kai.uni-bonn.de/intensivmedizin/copy_of_ards-ecmo-zentrum/info-fuer-angehoerige/was-ist-ecmo ©Universität Bonn 2011 (6.5.2014, 9:57)

J. Rathgeber (Hrsg.): Grundlagen der maschinellen Beatmung. Georg Thieme Verlag Stuttgart, New York 2010

W. Oczenski, C. Hörmann: Extrakorporaler Gasaustausch – welches Verfahren ist wann indiziert? In: Wiener medizinische Wochenschrift 2011, 10: 11-15 © SpringerWienNewYork

M. Hecker, D. Bandorski, A. Hecker: Extrakorporale Lungenunterstützungsverfahren In: Medizinische Klinik – Intensivmedizin und Notfallmedizin 2012; 107 491-501 © Springer-Verlag

http://www.klinikum.uni-muenchen.de/Pflege/download/inhalt/veranstaltungen/intensivpflege/tag/vortraege_2013/04_matthias_schmid.pdf (22.5.2014, 16:30)

A. Philipp: Narkosegasttransfer via Membranoxygenator – eine Untersuchung an mikroporösen und dichten Membranen. In: Kardiotechnik 1/2002.

M. Bellgardt: Inhalative Sedativa in der Intensivmedizin. In: Intensivmedizin up2date 2013; 185 – 201 © Georg Thieme Verlag KG 2013.

Rechtlicher Hinweis

Dieser Artikel ist keine Therapieempfehlung, hebt nicht die Einschränkung der Nutzung des MIRUS Systems mit ECMO auf und ändert auch nicht die Zweckbestimmung des MIRUS Systems. Die Entscheidung zum Einsatz der Kombination aus dem MIRUS System und ECMO trifft letztlich ausschließlich der behandelnde Arzt im Rahmen seiner Therapiefreiheit.