Venoarterielle extrakorporale Membranoxygenierung

A und O der kardiopulmonalen Unterstützung

Die venoarterielle extrakorporale Membranoxygenierung (vaECMO) hat sich seit ihrer ersten Erwähnung 1953 als fester Bestandteil in der Therapie von Patienten mit therapierefraktärem kardialem und kardiopulmonalem Versagen etabliert. Miniaturisierung und technischer Fortschritt im Hinblick auf die Antriebssysteme sowie verbesserte Membranoxygenatoren lassen die vaECMO heute als wegweisende Behandlungsoption im operativen-, intensiv- und notfallmedizinischen Alltag erscheinen. In der Übersichtsarbeit von *Lunz et al.* erfolgt nun eine aktuelle Vorstellung der Indikationen, Behandlungsstrategien und der Risiken einer modernen vaECMO-Therapie.

Wann und wo einsetzen?

Die Implantation einer vaECMO verspricht im Idealfall die sofortige Unterstützung eines insuffizienten Herzens und vermag zudem die Oxygenierung aller Organsysteme sicherzustellen. Obgleich in keinem Fall eine kausale Therapie, gewähren diese Tatsachen jedoch, dass sie einen herausragenden Stellenwert im intensivmedizinischen „arsenarium“ erhielt und in vielen – einstmals aussichtslosen Situationen – neue therapeutische Möglichkeiten eröffnete. Zumindest aber verhilft sie bei grundsätzlich bestehender kausaler Therapiemöglichkeit zu einem Zeitgewinn bis zum Greifen spezifischer Therapiemaß-

nahmen („bridging to recovery“) oder zur Entscheidung weiterer Therapieziele („bridging to decision“). Indikationen umfassen, wie von den Autoren erörtert, u. a. die akute Herzinsuffizienz nach kardiochirurgischer Intervention, die schwere Hypothermie mit therapierefraktärer Asystolie oder Kammerflimmern und auch die septische Kardiomyopathie. Qualitativ hochwertige Daten als Beweis einer Reduktion von Morbidität und Mortalität sind zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch unzureichend und das Anwendungsspektrum der vaECMO sicher noch nicht erschöpft. Als bereits am ehesten etabliert mag der temporäre Einsatz der vaECMO bei „postcardiotomy low cardiac output syndrome“ gelten [6]; dagegen stellt sich die Anwendung im Kontext der septischen Kardiomyopathie noch uneinheitlich dar. Bei Neonaten und Kindern mit therapierefraktären septischen Schocks hat die vaECMO beispielsweise bereits einen festen Stellenwert erlangt [2], während die Indikation beim adulten Patienten trotz vielversprechender Einzelfallberichte [4] und retrospektiver Studien [1] noch kontrovers diskutiert wird. Hier muss allerdings berücksichtigt werden, dass die Durchführung prospektiver randomisierter Studien mit entsprechender Fallzahl und vergleichbaren Patientengruppen erheblichen Einschränkungen und Hürden unterliegt, da die vaECMO-Therapie zumeist als Ultima Ratio Anwendung findet.

Kardiopulmonale Reanimation: zunehmende Bedeutung, neue therapeutische Chancen

Hervorzuheben aus dem rasch wachsenden Indikationsspektrum ist jedoch insbesondere die expandierende Rolle der vaECMO während der kardiopulmonalen Reanimation (extrakorporale kardiopulmonale Reanimation, E-CPR). Die frühzeitige Implantation einer vaECMO als Bridging zur koronaren Revaskularisierung nach Myokardinfarkt im reanimationspflichtigen kardiogenen Schock ist bereits aktuell die Unterstützungsmethode der Wahl [5]. Klar definierte Einschlusskriterien in Kombination mit einer frühzeitigen Alarmierung eines E-CPR-Teams garantieren hier das bestmögliche Ergebnis [7]. Ein eingespieltes Team kann unter Einhaltung einer „Door-to-ballon“-Zeit von unter 90 min verbesserte Bedingungen für eine koronare Angioplastie schaffen oder diese gar erst ermöglichen [3]. Zusätzlich ist nach erfolgreicher Intervention eine Fortführung der Unterstützungstherapie als Bridging to recovery oder „bridging to transplant“ von großem Nutzen. Zunehmende sowohl inner- als auch außerklinische Anwendungen sind daher zu erwarten und stellen somit ein gutes Beispiel für den Einzug dieser innovativen Technologie in den anästhesiologischen und notfallmedizinischen Alltag dar.

Neben den von *Lunz et al.* erläuterten Aspekten der Indikation, des Aufbaus, der

Handhabung und der Überwachung der vaECMO sind sicherlich aber ebenso genaue Kenntnisse der Pathophysiologie für den Intensiv- und Notfallmediziner unabdingbar. Die komplexen pathophysiologischen Zusammenhänge der Interaktion von Herz-Lungen-Maschine und kardiopulmonalem System erfordern ein multimodales Therapiemanagement mit einem entsprechenden Erfahrungsschatz. So wird z. B. die Reduktion der rechts- und linksventrikulären Vorlast mit konsekutiv verminderten enddiastolischen Drücken und einer Reduktion des kardialen Sauerstoffbedarfs mit einer Erhöhung der linksventrikulären Nachlast erkauft. Dieser Umstand bewirkt im schlimmsten Fall eine weitere Verschlechterung der linksventrikulären Funktion mit konsekutiver Dilatation und Kompromittierung des koronaren Blutflusses, der Gefahren eines Lungenödems und einer intrakardialen Thrombenbildung. Auch ein begleitendes primäres oder sekundäres Lungenversagen muss frühzeitig erkannt und die pathophysiologischen Folgen müssen adäquat therapiert werden. Erfolgt dies nicht, kann es durch die konkurrierenden Blutflüsse des nativen Herzens sowie der vaECMO zum „Harlekin-Syndrom“ kommen. Bei diesem wird die obere Körperhälfte durch den kardialen Auswurf von schlecht oder minder oxygeniertem Blut versorgt, während die untere Körperhälfte suffizient oxygeniertes Blut durch die vaECMO erhält. Schwere zerebrale Schäden und koronare Hypoxie sind die Folgen. Die kontinuierliche Überwachung des Patienten durch ein speziell geschultes Personal ist daher unverzichtbar. Dies impliziert hohe personelle, strukturelle und organisatorische Anforderungen, die die Anwendung auf darauf spezialisierte Zentren begrenzt. In der Hand des erfahrenen Anwenders ist die vaECMO jedoch eine lebensrettende Therapie, deren Anwendungsgebiete noch lange nicht ausgeschöpft sind.

➤ **Die Indikationsstellung muss stets kritisch hinterfragt werden.**

Nicht unerwähnt bleiben sollen aber auch ethische Aspekte und die Frage nach einer adäquaten Ressourcenallokation. In Zeiten, in denen finanzielle Restriktionen

vielfach den anästhesiologischen und intensivmedizinischen Alltag prägen, darf die Frage nach der Rechtfertigung und Finanzierung nicht aus den Augen verloren werden. Im gleichen Atemzug sollten ethische Fragen und die Indikationsstellung zur Therapie kontinuierlich einer kritischen Reflexion unterliegen. Nicht zuletzt deshalb, um ein ausgesprochen hilfreiches Verfahren, nicht durch zweifelhafte Indikationsstellungen für den Fall des Ausbleibens kausaler Therapieoptionen, in Misskredit zu bringen.

Der Aufgabe einer verständlichen Einführung in dieses komplexe Thema haben sich *Lunz et al.* in ihrem Beitrag erfolgreich angenommen. Dieser vermittelt dem Leser einen interessanten Überblick über die bereits etablierten, aber auch zukünftig möglichen Indikationsgebiete sowie die Risiken der extrakorporalen Herz-Kreislauf- und Lungenunterstützung und dient somit als erstes Rüstzeug im Umgang mit dieser zukunftssträchtigen Technologie.

R.M. Muellenbach

P. Kranke

C. Lotz

Korrespondenzadresse

PD Dr. R.M. Muellenbach
MHBA
 Klinik und Poliklinik für
 Anästhesiologie,
 Universitätsklinikum Würzburg
 Oberdürrbacher Str. 6,
 97080 Würzburg
 muellenbac_r@ukw.de

Literatur

1. Brechot N, Luyt CE, Schmidt M et al (2013) Venous arterial extracorporeal membrane oxygenation support for refractory cardiovascular dysfunction during severe bacterial septic shock. *Crit Care Med* 41:1616–1626
2. Brierley J, Carcillo JA, Choong K et al (2009) Clinical practice parameters for hemodynamic support of pediatric and neonatal septic shock: 2007 update from the American College of Critical Care Medicine. *Crit Care Med* 37:666–688
3. Kagawa E, Dote K, Kato M et al (2012) Should we emergently revascularize occluded coronaries for cardiac arrest? Rapid-response extracorporeal membrane oxygenation and intra-arrest percutaneous coronary intervention. *Circulation* 126:1605–1613
4. Kustermann J, Gehrmann A, Kredel M et al (2013) Akutes Lungenversagen und septische Kardiomyopathie. Erfolgreicher Einsatz der veno-venoarteriellen extrakorporalen Membranoxxygenierung. *Anaesthesist* 62:639–643
5. Lotz C, Ritter O, Muellenbach RM (2014) Assisted beating of the ischemic heart. How to manage the pulseless ST-segment elevation myocardial infarction patient. *Circulation* (im Druck)
6. Rastan AJ, Dege A, Mohr M et al (2010) Early and late outcomes of 517 consecutive adult patients treated with extracorporeal membrane oxygenation for refractory postcardiotomy cardiogenic shock. *J Thorac Cardiovasc Surg* 139:302–311, 311e.1
7. Sheu JJ, Tsai TH, Lee FY et al (2010) Early extracorporeal membrane oxygenator-assisted primary percutaneous coronary intervention improved 30-day clinical outcomes in patients with ST-segment elevation myocardial infarction complicated with profound cardiogenic shock. *Crit Care Med* 38:1810–1817

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. C. Lotz, P. Kranke und R.M. Muellenbach geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.