

Journal für  
**Kardiologie**

Austrian Journal of Cardiology

Österreichische Zeitschrift für Herz-Kreislaufkrankungen

Stellenwert der EMCO

Mair P

*Journal für Kardiologie - Austrian Journal  
of Cardiology 2004; 11 (Supplementum B)  
39-41*

Homepage:

**[www.kup.at/kardiologie](http://www.kup.at/kardiologie)**

Online-Datenbank mit  
Autoren- und Stichwortsuche

Krause & Pachernegg GmbH  
Verlag für Medizin und Wirtschaft  
A-3003 Gablitz

**[www.kup.at/kardiologie](http://www.kup.at/kardiologie)**

Indexed in EMBASE/Excerpta Medica

# Veranstungskalender

## Hybrid-Veranstaltungen der Herausgeber des **Journals für Kardiologie**

Finden Sie alle laufend aktualisierten Termine  
auf einem Blick unter

[www.kup.at/images/ads/kongress.pdf](http://www.kup.at/images/ads/kongress.pdf)

# Stellenwert der EMCO

P. Mair

## ■ Einleitung

Die mechanische Kreislaufunterstützung ist eine anerkannte Therapiemöglichkeit zur Aufrechterhaltung der systemischen Zirkulation bei medikamentös nicht beherrschbarem Herzversagen, entweder bis zu einer Erholung der Herzfunktion oder bis zu einer eventuellen Herztransplantation. Längerfristige mechanische Kreislaufunterstützung (Wochen bis mehrere Monate) wird heute im allgemeinen mit speziellen parakorporalen oder total implantierbaren links- oder biventrikulären Unterstützungssystemen durchgeführt. Diese Unterstützungssysteme sind sehr teuer, stehen nur an spezialisierten Zentren zur Verfügung, und ihre Implantation erfordert einen großen chirurgischen Eingriff. Daher wird kurzfristige (Stunden bis mehrere Tage) oder notfallmäßige mechanische Kreislaufunterstützung gerne mittels venoarterieller extrakorporaler Membranoxygenierung (ECMO) durchgeführt. ECMO-Systeme nutzen Bestandteile der Standard-Herz-Lungen-Maschine, sind daher universeller vorhanden und wesentlich kostengünstiger. Überdies sind ECMO-Systeme mittels minimaler chirurgischer Eingriffe oder überhaupt perkutan über große periphere Gefäßzugänge implantierbar.

## ■ Einsatzmöglichkeiten der ECMO und Patientenüberleben in häufigen Indikationen

ECMO wird an vielen Zentren zur kurzfristigen, perioperativen Kreislaufunterstützung bei Myokardversagen im Rahmen herzchirurgischer Eingriffe eingesetzt („postbypass failure“). Perkutane, femorofemorale ECMO ist auch in der notfallmäßigen Kreislaufunterstützung im Herzkatheterlabor ein etabliertes Verfahren.

In den letzten Jahren wurde ECMO immer häufiger auch zur notfallmäßigen Kreislaufunterstützung außerhalb der kontrollierten Umgebung des Operationssaales oder des Herzkatheterlabors eingesetzt, sowohl in der Therapie des kardiogenen Schocks als auch bei prothrahiertem Herz-Kreislauf-Stillstand auf Intensivstationen oder in der Notaufnahme [1–4].

Bei Patienten auf der Warteliste zur Herztransplantation wird ECMO vor allem als kurzfristige Maßnahme zur Abklärung (z. B. irreversibler Hirnschaden nach Reanimation?) oder Stabilisierung (z. B. ischämische Hepatitis) vor Implantation eines definitiven Unterstützungssystems eingesetzt („bridge to bridge“). ECMO als längerfristige Überbrückungsmaßnahme vor Herztransplantation wird heute dagegen nur mehr selten, vor allem bei Kindern, angewandt.

Im klinischen Einsatz sind hohe Überlebensraten von mehr als 50 %, vor allem bei perioperativer Unterstützung herzchirurgischer Patienten, bei kurzfristiger Unterstützung vor Herztransplantation oder bei Myokarditis, beschrieben [2, 3]. Beim Notfallpatienten sind Überlebensraten bis zu 50 % im kontrollierten Umfeld des Herzkatheterlabors möglich. Außerhalb des Katheterlabors sind die Ergebnisse notfallmäßiger

mechanischer Kreislaufunterstützung meist deutlich schlechter, die Überlebensraten liegen zwischen 0 % und 64 %. Dabei ist vor allem die Patientenselektion und damit die zugrundeliegende Erkrankung der wesentliche Faktor für die großen Unterschiede im Überleben [2–4].

## ■ Technische Grundlagen

ECMO-Systeme zur notfallmäßigen Kreislaufunterstützung sind eine Modifikation der üblichen Herz-Lungen-Maschinenteknik, wie sie im Operationssaal im Rahmen herzchirurgischer Eingriffe routinemäßig eingesetzt wird. Sie sind ein venoarterieller kardiopulmonaler Bypass, wobei der Anschluß des Patienten jedoch in aller Regel nicht über zentrale Gefäße und Sternotomie, sondern über periphere Gefäßzugänge in der Leiste erfolgt.

Ein venoarterieller kardiopulmonaler Bypass besteht im wesentlichen aus einer Blutpumpe (Zentrifugalpumpe), einem Oxygenator mit integriertem Wärmeaustauscher und den verbindenden Schlauchsystemen. Der Anschluß des Patienten an das extrakorporale System erfolgt über eine lange Drainagekanüle im rechten Vorhof und eine kurze, rückführende Kanüle in der Femoralarterie. Die Durchblutung des Beines mit liegender arterieller Kanüle (Obstruktion des Blutflusses ins Bein!) wird über einen distal gerichteten zentralvenösen Katheter (5 French Durchmesser) gewährleistet (Abb. 1). Aufgrund technologischer Neuentwicklungen können heute die für eine mechanische Kreislaufunterstützung notwendigen Gefäßzugänge meist perkutan plziert werden. Venöses Blut wird aus dem rechten Vorhof zur Zentrifugalpumpe drainiert und von dieser über die Arteria femoralis mit Systemdruck in die arterielle Zirkulation gepumpt. Bei Passage über den zwischengeschalteten Oxygenator wird das Blut erwärmt, Kohlendioxid wird eliminiert und das Blut mit Sauerstoff angereichert. ECMO-Systeme ermöglichen Blutflüsse zwischen 2,0 bis 3,0 Liter/Minute/m<sup>2</sup>.

Arterieller Druck, Harnausscheidung, Laktatspiegel im Blut und zentral- oder gemischtvenöse Sauerstoffsättigung sind Parameter zur Kontrolle eines adäquaten Blutflusses. Bei modernen ECMO-Systemen sind in der Regel Teile mit Blutkontakt mit einer nicht gerinnungsaktivierenden Beschichtung versehen, und so kann eine Kreislaufunterstützung mit minimaler systemischer Antikoagulation durchgeführt werden. Das gesamte System ist auf einem fahrbaren Gestell montiert und kann problemlos von einer einzelnen Person an den jeweiligen Notfallort gebracht werden (Abb. 2).

Patienten, die durch ein ECMO-System unterstützt werden, können prinzipiell ohne ständige Anwesenheit eines Kardiochirurgen auf einer allgemeinen Intensivstation betreut werden. Während der Unterstützung mit einem ECMO-System, kann der Patient innerhalb des Krankenhauses (z. B. CT-Untersuchung), wenn notwendig auch zwischen verschiedenen Krankenhäusern transportiert werden.

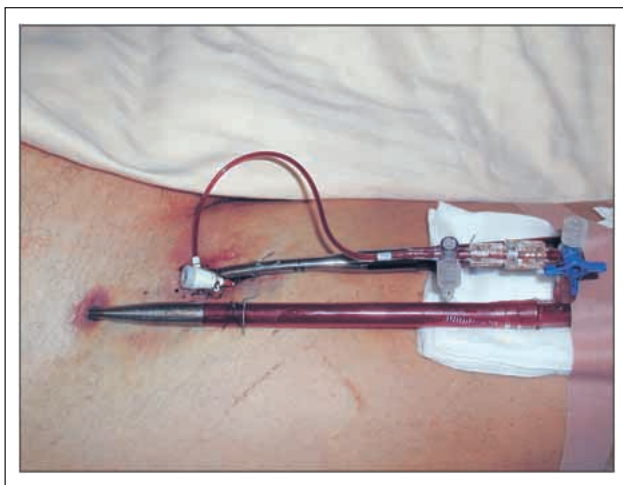
### ■ Eigene Erfahrungen

Im Zeitraum zwischen Jänner 1996 und August 2001 wurden an der Universitätsklinik Innsbruck insgesamt 46 Patienten notfallmäßig mit einem ECMO-System unterstützt [4]. Bei 25 Patienten erfolgte die Unterstützung aufgrund eines kardiogenen Schocks (Gruppe 1), bei 21 Patienten aufgrund erfolgloser prolongierter Reanimationsmaßnahmen (Gruppe 2). Bei 5 der 46 Patienten war eine mechanische Kreislaufunterstützung mittels ECMO nicht möglich. Bei 3 Patienten war eine Kanülierung auch nach chirurgischer Freilegung der Gefäße aufgrund von massiver Arteriosklerose beziehungsweise extremer Vasokonstriktion nicht möglich. Bei zwei weiteren Patienten konnte nach Kanülierung kein adäquater Blutfluß erreicht werden.

Die verbleibenden 41 Patienten wurden für eine mittlere Dauer von  $40,3 \pm 37,1$  Stunden unterstützt. Achtundzwanzig der 46 Patienten (61 %) konnten erfolgreich von ihrer mechanischen Kreislaufunterstützung entwöhnt werden (Abb. 3), in Gruppe 1 neunzehn von 25 Patienten, und in Gruppe 2 neun von 21 ( $p = 0,03$ ). Dreizehn der entwöhnten Patienten konnten letztendlich das Krankenhaus ohne neurologische Defizite verlassen (10 Patienten der Gruppe 1, 3 Patienten der Gruppe 2,  $p = 0,1$ ). Bei 12 der 13 Patienten war ein Langzeitverlauf zu erheben, alle befanden sich nach 6 Monaten in einem zufriedenstellenden Gesundheitszustand.

Kanülierungsbedingte Gefäßverletzungen, massive Blutung ( $> 1000$  ml/h), thromboembolische Komplikationen, Beinischämien und technische Fehlfunktionen waren die häufigsten direkt auf das Therapieverfahren ECMO zurückzuführende Komplikationen (Tab. 1). Erwähnenswert sind besonders 2 Fälle mit Verletzungen zentraler Gefäße. Bei einem Patienten bildete sich nach dem Einriß der Vena cava inferior ein großes retroperitoneales Hämatom. Ein anderer Patient erlitt nach mehreren Kanülierungsversuchen eine retrograde Aortendissektion. Das initial häufige Problem bedrohlicher Beinischämien verschwand nach routinemäßigem Einsatz einer distal gerichteten Kanüle zur Beinperfusion vollständig.

Die Reanimationsrichtlinien der AHA und des ERC erwähnen lediglich Intoxikationen mit kardiotoxischen Substanzen und schwere akzidentelle Hypothermie als Indikationen für



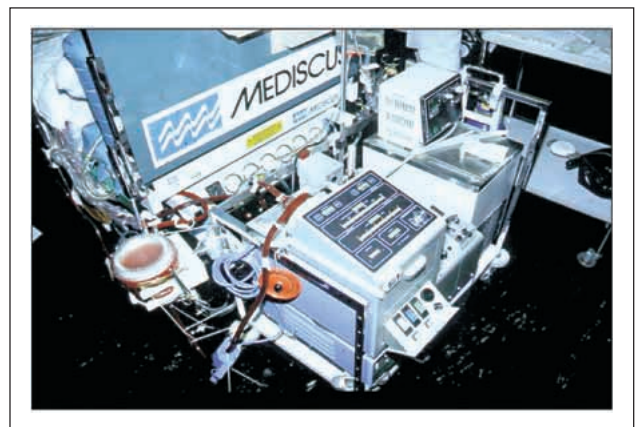
**Abbildung 1:** Arterielle (vorne) und venöse (hinten) Kanüle eines perkutan in der rechten Leiste implantierten venoarteriellen ECMO-Systems. Gut sichtbar die nach distal gerichtete 5-French-Kanüle zur Beinperfusion.

eine notfallmäßige mechanische Kreislaufunterstützung beim prolongierten Kreislaufstillstand [5]. Mechanische Kreislaufunterstützung bei Herz-Kreislauf-Stillstand anderer Ursache wird wegen der sehr niedrigen Überlebensraten zurückhaltend gesehen. Unsere Ergebnisse bestätigen im wesentlichen diese Erfahrungen, die einzigen Langzeitüberlebenden in der Reanimationsgruppe waren zwei Patienten mit hypothermem Kreislaufstillstand. In Übereinstimmung mit früheren Studien zeigen unsere Daten, daß Kanülierungsprobleme, die fehlende Therapierbarkeit der zugrundeliegenden Erkrankung und vor allem auch eine irreversible Gewebsschädigung nach lang andauernden Reanimationsmaßnahmen den Einsatz der notfallmäßigen mechanischen Herz-Kreislauf-Unterstützung beim Patienten mit Kreislaufstillstand begrenzen. Nur zusammen mit verbesserten Reanimationsmaßnahmen und neuen Kanülierungstechniken kann die mechanische Kreislaufunterstützung bei Herzstillstand ein sinnvoller klinischer Therapieansatz werden.

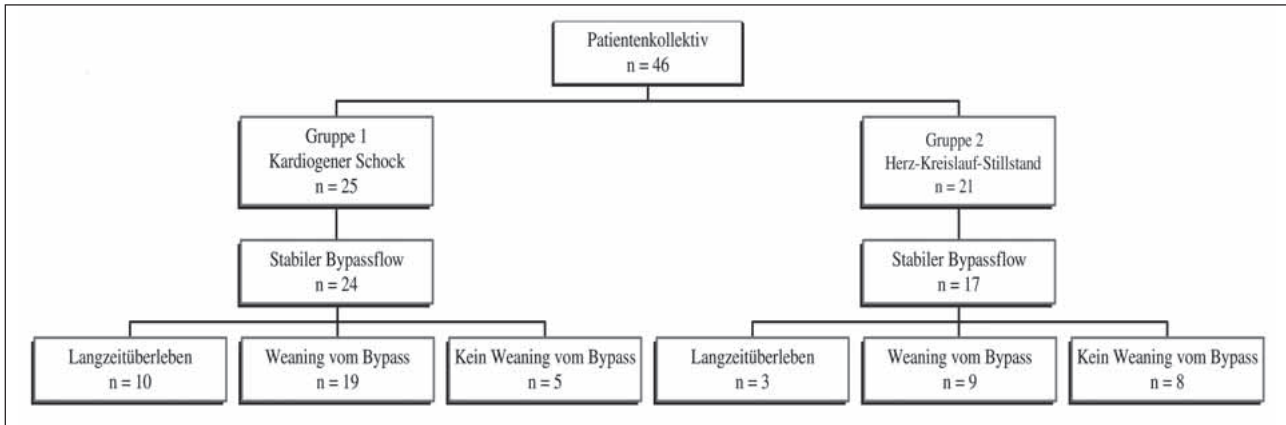
Im Gegensatz dazu stellt die notfallmäßige mechanische Kreislaufunterstützung bei ausgewählten Patienten mit kardiogenem Schock und drohendem Kreislaufstillstand eine wirkliche therapeutische Option dar. In Kombination mit mittelfristiger Kreislaufunterstützung durch ein implantierbares Ventrikelersatzsystem und anschließender Herztransplantation sind Überlebensraten bis 80 % möglich. Das Problem in dieser Patientengruppe ist, den richtigen Zeitpunkt zum Einsatz notfallmäßiger Kreislaufunterstützung nicht zu versäumen.

**Tabelle 1:** Inzidenz von direkt durch das extrakorporale System bedingten Komplikationen bei Patienten mit ECMO zur mechanischen Kreislaufunterstützung. Modifiziert nach [4]

Komplikationen	Kardiogener Schock (n = 25)	Herz-Kreislauf-Stillstand (n = 21)	Gesamt (n = 46)
Kanülierungsbedingte Verletzungen			
• zentrale Gefäße	n = 2 (8 %)	Keine	n = 2 (4 %)
• femorale Gefäße	Keine	n = 4 (19 %)	n = 4 (9 %)
• Beinischämie	n = 2 (8 %)	Keine	n = 2 (4 %)
Technische Probleme	Keine	n = 3 (14 %)	n = 3 (7 %)
Thromboembolisches Geschehen	Keine	n = 2 (10 %)	n = 2 (4 %)
Überdehnung des linken Ventrikels	n = 2 (8 %)	n = 3 (14 %)	n = 5 (11 %)
Massivblutungen	n = 5 (20 %)	n = 4 (19 %)	n = 9 (20 %)
Zerebrale Blutungen	n = 1 (4 %)	Keine	n = 1 (2 %)



**Abbildung 2:** Das ECMO-System am Patientenbett auf fahrbarem Gestell montiert.



**Abbildung 3:** Eigene Ergebnisse mit notfallmäßiger mechanischer Kreislaufunterstützung mittels ECMO bei Patienten mit kardiogenem Schock und Herz-Kreislauf-Stillstand. Modifiziert nach [4].

Betreffend Komplikationen, ist das Problem Beinischämie durch großlumige arterielle Kanülen offensichtlich durch routinemäßige selektive Beinperfusion gut lösbar.

## ■ Schlußfolgerungen

Notfallmäßige mechanische Kreislaufunterstützung mittels ECMO ist bei Patienten mit medikamentös nicht beherrschbarem kardiogenem Schock und drohendem Herzstillstand eine sinnvolle therapeutische Option, wenn die zugrundeliegende Pathologie prinzipiell reversibel oder der Patient für eine Herztransplantation geeignet ist. Besonders wichtig ist, den richtigen Zeitpunkt zum Einsatz der ECMO als notfallmäßige Kreislaufunterstützung zu finden. Aufgrund der Invasivität und der hohen Komplikationsrate wird man diese Therapieform zurückhaltend, nur bei ausgesuchten Patienten und in konservativ wirklich nicht beherrschbaren Fällen einsetzen. Andererseits kann frühzeitige mechanische Kreislaufunterstützung sekundäre, schockbedingte Organschäden verhindern, der rechtzeitige Einsatz des Verfahrens ist sicher ein zentraler Faktor für das Patientenüberleben. Bei Patienten mit

prolongierten Reanimationsbemühungen ist mechanische Kreislaufunterstützung außerhalb des Herzkatheterlabors wohl nur in ganz wenigen ausgesuchten Fällen, wie hypothermer Reanimation, sinnvoll.

## Literatur:

1. Safar P, Abramson NS, Angelos M, Cantadore R, Leonov Y et al. Emergency cardiopulmonary bypass for resuscitation from prolonged cardiac arrest. *Am J Emerg Med* 1990; 8: 55–67.
2. Hill JG, Bruhn PS, Cohen SE et al. Emergent applications of cardiopulmonary support: a multiinstitutional experience. *Ann Thorac Surg* 1992; 54: 699–704.
3. Martin GB, Rivers EP, Paradis NA, Goetting MG, Morris DC et al. Emergency department

cardiopulmonary bypass in the treatment of human cardiac arrest. *Chest* 1998; 113: 743–51.

4. Schwarz B, Mair P, Margreiter J, Pomaroli A, Hoermann C, Bonatti J, Lindner KH. Experience with percutaneous venoarterial cardiopulmonary bypass for emergency circulatory support. *Crit Care Med* 2003; 31: 758–64.
5. AHA Guidelines Part 8: Advanced Challenges in Resuscitation. Section 2: Toxicology in ECC. *Circulation* 2000; 102 (Suppl I): I223–I228.

## Korrespondenzadresse:

Univ.-Doz. Dr. med. Peter Mair  
Klinik für Anästhesie und Allg. Intensivtherapie  
6020 Innsbruck, Anichstraße 35  
E-Mail: p.mair@uibk.ac.at

# Mitteilungen aus der Redaktion

Besuchen Sie unsere Rubrik

## [Medizintechnik-Produkte](#)



Neues CRTD Implantat  
Intica 7 HF-T QP von Biotronik



Artis pheno  
Siemens Healthcare Diagnostics GmbH



Philips Azurion:  
Innovative Bildgebungslösung

Aspirator 3  
Labotect GmbH



InControl 1050  
Labotect GmbH

## e-Journal-Abo

Beziehen Sie die elektronischen Ausgaben dieser Zeitschrift hier.

Die Lieferung umfasst 4–5 Ausgaben pro Jahr zzgl. allfälliger Sonderhefte.

Unsere e-Journale stehen als PDF-Datei zur Verfügung und sind auf den meisten der marktüblichen e-Book-Readern, Tablets sowie auf iPad funktionsfähig.

## [Bestellung e-Journal-Abo](#)

### Haftungsausschluss

Die in unseren Webseiten publizierten Informationen richten sich **ausschließlich an geprüfte und autorisierte medizinische Berufsgruppen** und entbinden nicht von der ärztlichen Sorgfaltspflicht sowie von einer ausführlichen Patientenaufklärung über therapeutische Optionen und deren Wirkungen bzw. Nebenwirkungen. Die entsprechenden Angaben werden von den Autoren mit der größten Sorgfalt recherchiert und zusammengestellt. Die angegebenen Dosierungen sind im Einzelfall anhand der Fachinformationen zu überprüfen. Weder die Autoren, noch die tragenden Gesellschaften noch der Verlag übernehmen irgendwelche Haftungsansprüche.

Bitte beachten Sie auch diese Seiten:

[Impressum](#)

[Disclaimers & Copyright](#)

[Datenschutzerklärung](#)