

AKTUELLE KARDIOCHIRURGISCHE BEHANDLUNGSSTRATEGIEN:
INNOVATIVE PERFUSIONSTECHNIKEN

Das deltastream[®] System

Kardiochirurgische Therapie des Post-Perfusion
Low-Cardiac-Output sowie des kardiopulmonalen Versagens

medos[®]
cardiopulmonary solutions



ERRUNGENSCHAFTEN DER MODERNEN HERZCHIRURGIE

Die Einführung des kardiopulmonalen Bypass mittels Herz-Lungen-Maschine^[1] eröffnete der Herzchirurgie die Möglichkeit, Behandlungsoptionen für ein breites Spektrum kardiovaskulärer Erkrankungen zu entwickeln. Insbesondere für komplexe kongenitale Herzfehler, aber auch für viele erworbene kardiovaskuläre Erkrankungen stellt die Herzchirurgie unverändert den Hauptfeiler einer modernen und innovativen Behandlung dar.

Im Zusammenhang mit dem Einsatz der Herz-Lungen-Maschine kommt es bei etwa 3-5 % der Patienten im Anschluss an die extrakorporale Zirkulation zu einem myokardialen Versagen im Anschluß an die extrakorporale Zirkulation.^[2] Diese Schädigung durch den kardiopulmonalen Bypass wird beispielsweise durch eine Ischaemie, einen Perfusionsschaden oder die Aktivierung der Inflammation begünstigt.^[2,3] Das resultierende myokardiale Pumpversagen hat häufig eine Kongestion der Lunge zur Folge. Dies erfordert eine intensivierete Therapie, um dem Patienten die Chance auf eine vollständige Heilung zu ermöglichen.

KONSERVATIVE BEHANDLUNG UND IHRE GRENZEN

Die Behandlung mit inotropen Substanzen und intraaortaler Ballongegenpulsation mag in der Mehrheit der Fälle mit Post-Perfusion Low-Cardiac-Output zumeist ausreichend sein. Allerdings benötigen rund 1% dieser Patienten eine intensivierete Behandlung, z.B. mittels extrakorporaler Membranoxygenierung (ECMO) oder dem extrakorporalen Life Support (ECLS)^[4] als »bridge to recovery«, »bridge to VAD« oder »bridge to transplant«. Hierdurch werden für eine Gruppe von Patienten mit hoher Mortalität lebensrettende Behandlungsoptionen geschaffen, die sich sowohl für Erwachsene^[2,5] wie auch für pädiatrische Patienten^[6,7] bewährt haben.

URSACHEN DES KARDIOGENEN SCHOCK:

- Akuter Myokardinfarkt (AMI)
- Infarktkomplikationen, z. B.
 - Nach Papillarmuskeleruptur
 - Postinfarkt-Ventrikelseptumdefekt
 - Ruptur der Ventrikelwand

KARDIOGENER SCHOCK UND KARDIOPULMONALE REANIMATION

Im kardiogenen Schock ist eine rasche Wiederherstellung der patienteneigenen Zirkulation Voraussetzung, um die Mortalität als Folge von malperfusionsbedingtem Endorganversagen zu reduzieren. Für solche Konstellationen konnte die kardiopulmonale Unterstützung mit Hilfe von ECMO/ECLS zeigen, dass es sich hierbei um eine erfolgreiche Maßnahme handelt.^[4-8]

ECLS STABILISIERT PATIENTEN MIT LEBENS- BEDROHLICHEM KREISLAUFVERSAGEN

Bei akuter massiver Lungenembolie und konsekutiv lebensbedrohlichem Kreislaufversagen kann die Zirkulation des Patienten mithilfe von ECMO/ECLS stabilisiert und ein suffizienter Gasaustausch gewährleistet werden. Dadurch wird das Überleben bei ansonsten fataler Prognose wesentlich verbessert.^[12,13]

ECLS RETTET PATIENTEN IM KARDIOGENEN SCHOCK BEI VERSAGEN DER KONVENTIONELLEN THERAPIE

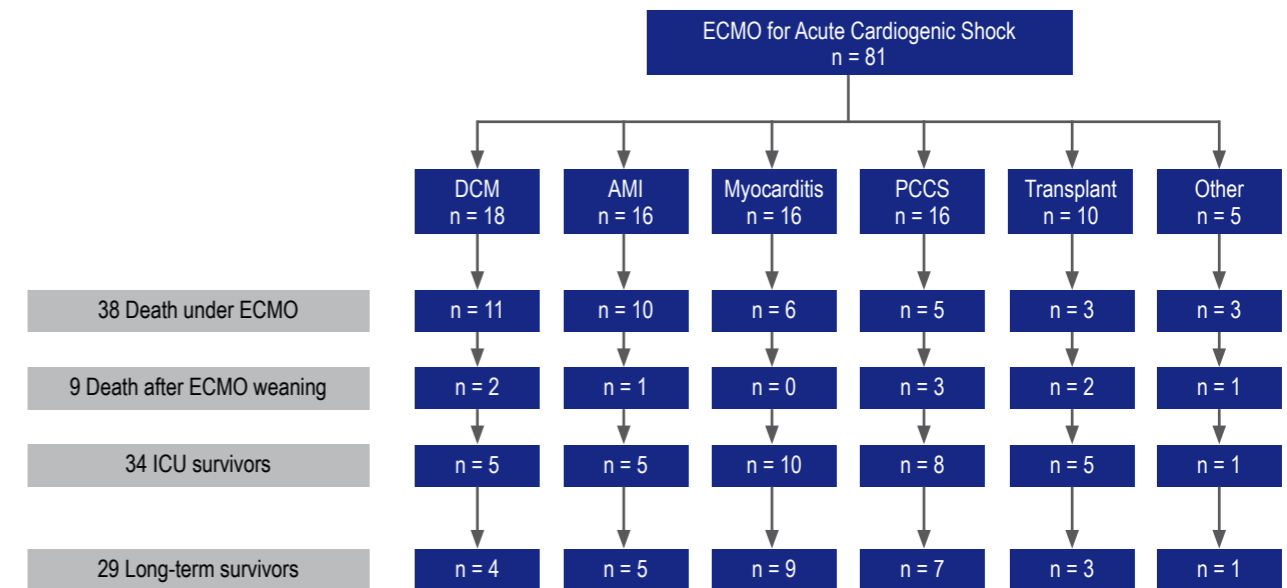


Abbildung 1: Modifiziert nach Combes A. et al. (2008)^[10]

EXTRAKORPORALE UNTERSTÜTZUNG RETTET LEBEN

Mittlerweile haben mehrere erfahrene Arbeitsgruppen die extrakorporale Unterstützung im Rahmen der kardiopulmonalen Reanimation von Patienten im kardiogenen Schock eingesetzt, die sich als refraktär hinsichtlich konventioneller Wiederbelebungsmaßnahmen zeigten (siehe Abb. 1). Mit Hilfe der Perfusionstechnologie kann Patientenleben ermöglicht werden, indem quasi eine extrakorporale kardiopulmonale Reanimation (ECPR) durchgeführt wird.^[9-11]

Bei Patienten mit Kammerflimmern bringt die Anwendung einer therapeutischen Hypothermie ein belegbar verbessertes Outcome. Allerdings nutzen die meisten Zentren heutzutage die therapeutische Hypothermie ebenso bei Patienten nach einer Reanimation, die durch andere Rhythmusstörungen bedingt wurde. Im Rahmen einer extrakorporalen kardiopulmonalen Wiederbelebung (ECRP) kann eine therapeutische Hypothermie durch die im delastream® System integrierte Heater-Cooler Einheit ohne großen zusätzlichen Aufwand oder das Risiko schwerer Nebenwirkungen angewandt werden.^[14,15]

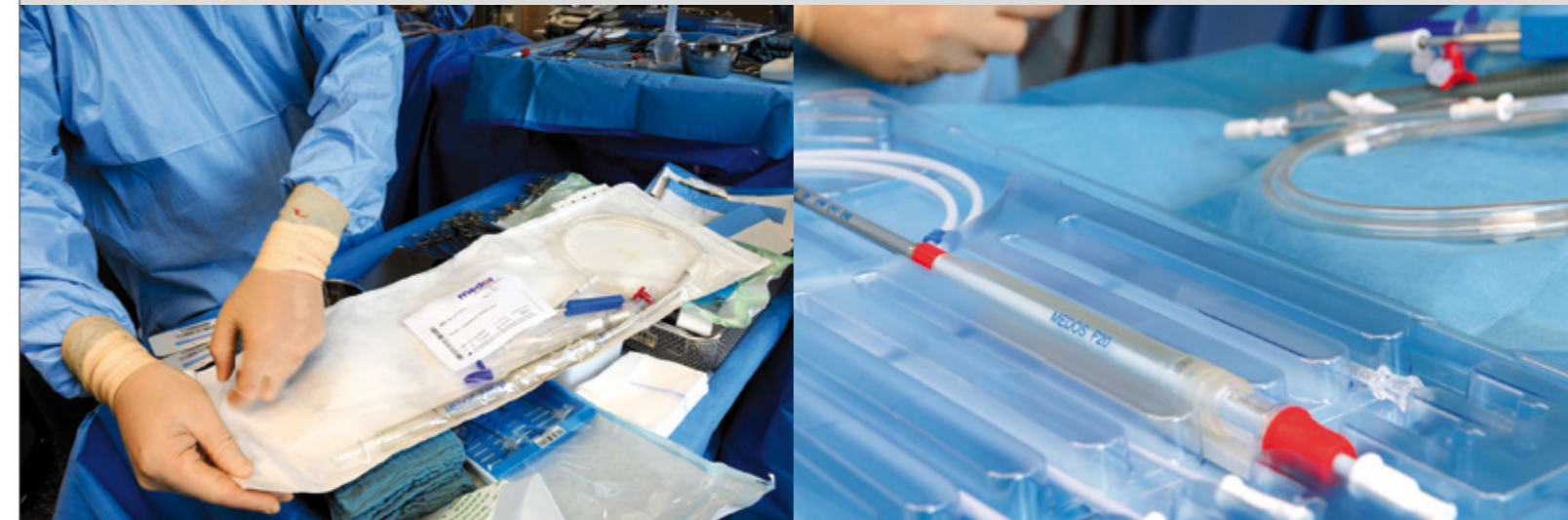


»BRIDGING« STRATEGIE UND LIMITIERTE RESSOURCEN

Die Anwendung von ECLS Protokollen zur Gewährleistung der Kreislaufunterstützung und des extrakorporalen Gasaustausches erlaubt dem Kardiotechniker und Herzchirurgen das Überbrücken ihrer Patienten bis zur Erholung, zur operativen Therapie, zur VAD-Implantation oder gar bis zur Transplantation. In gleicher Weise kommt die ECMO-Behandlung für Patienten mit Lungenversagen in Frage. Diese kann auch im Endstadium einer Lungenerkrankung als ein »bridge to transplant« angewendet werden.^[16,17]

Bei myokardialen Pumpversagen kann ECLS im Rahmen eines Stufenkonzeptes genutzt werden, z.B. als eine »bridge to bridge«-Strategie, der gegebenenfalls die Implantation eines Unterstützungssystems folgen kann (LVAD, RVAD oder BiVAD), sofern eine myokardiale Erholung möglich erscheint bzw. falls eine Herztransplantation als finale Behandlung resultiert.^[18]

Die Anwendung dieser Behandlungsstrategie bei Patienten im kardiogenen Schock kann zusätzlich von Vorteil sein. Sie hilft, die meist limitierten Ressourcen sinnvoll einzusetzen, indem die Implantation eines LVAD bei Patienten mit unsicherem Verlauf zunächst vermieden werden kann.^[19] ECLS als Behandlungsform kann selbstverständlich auch im Falle von akutem Transplantatversagen eingesetzt werden. Der Anwender erhält die notwendige Zeit, um in solch komplexen Konstellationen die optimale Entscheidung für seinen Patienten treffen zu können.^[20,21]



deltastream® INDIKATIONEN

Bei Anwendung durch erfahrene Herzchirurgen und Kardiotechniker bieten die vorgenannten Behandlungsstrategien ein breites Spektrum an Indikationen für den Einsatz des deltastream® Systems:

- Post-Perfusion Low-Cardiac-Output bzw. Weaning-Versagen nach EKZ^[2,4,5]
- Post-Perfusion Low-Cardiac-Output bei kongenitaler Herzkrankung^[6,7]
- Erweiterte kardiopulmonale Reanimation^[9,10]
- Akute massive Lungenembolie^[12,13]
- Kühlung von Patienten nach Herzstillstand^[14,15]
- Kardiogener Schock^[4,6,8,17]
- »Bridging«-Strategien^[16,17,18,19]
- Akute Transplantatabstoßung^[20,21]

ILCOR* – EMPFHEHLUNGEN^[15]

- Bewusstlose Erwachsene mit Spontanzirkulation sollten nach erfolgreicher außerklinischer Reanimation bei Herzstillstand aufgrund Kammerflimmern für 12-24 h auf 32-34° C gekühlt werden.
- Therapeutisches Kühlen wie oben geschildert kann bei Vorliegen anderer ursächlicher Rhythmusstörungen oder bei im Hospital aufgetretenem Herzstillstand ebenfalls von Vorteil sein.

*International Liaison Committee On Resuscitation

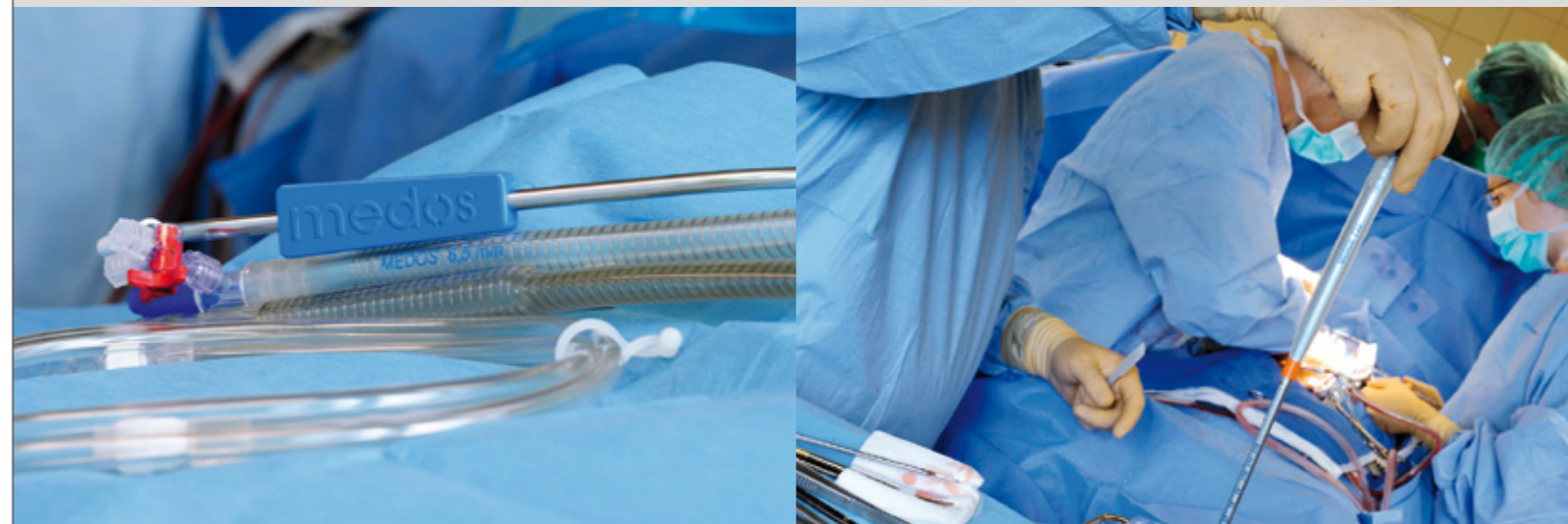
deltastream®: FÜR ALLE KARDIO-PULMONALE PATIENTEN

Seit der Einführung der ECLS in der klinischen Praxis in den siebziger Jahren^[22,23] entwickelte sich diese ursprünglich komplexe Technologie erfolgreich hin zu einer klinischen Routineanwendung. Medos Ingenieuren gelang es erfolgreich die Komplexität der ECLS-Technik zu reduzieren und dabei eine kompakte, sichere und anwenderfreundliche Technologie zu erschaffen. All dies muss erfüllt sein, um die aktuellen Anforderungen einer erfolgreichen ECLS-Behandlung in der modernen Kardiotechnik und Herzchirurgie zu gewährleisten.

Das deltastream® System dient als das Komplettsystem für alle Patienten, die eine sichere, mobile und einfache kardiopulmonale Unterstützung benötigen.



Die deltastream® DP3 Pumpe



IHRE VORTEILE WÄHREND DER PATIENTEN-BEHANDLUNG

Das Medos deltastream® System ist optimiert für die kardiochirurgische Therapie und bietet eine einmalige Kombination aus Sicherheit, Mobilität und simplifizierter Anwendung.

Das deltastream® System besteht aus der MDC Konsole, der neu entwickelten, einzigartigen DP3 Diagonalspumpe und dem angenehm leisen und hochleistungsfähigen HC heater/cooler. Letztlich werden alle Komponenten auf dem deltastream® Trolley praktisch zusammengeführt.

Das komplette deltastream® System ermöglicht eine optimierte, flexible und individuell anpassbare Behandlungsstrategie für Ihre Patienten aller Altersgruppen: Vom Neugeborenen bis hin zum Erwachsenen.

AUF EINEN BLICK:

- Optimierte und individuelle Applikation
- Mobilität und Flexibilität in der Anwendung
- Maximale Sicherheit und angenehme Behandlung für den Patienten
- Universell einsetzbar für Patienten jeden Alters: vom Neugeborenen bis zum Erwachsenen
- Kühlen oder Erwärmen in Abhängigkeit der Behandlungsanforderungen

DIE **deltastream® MDC KONSOLE**

- Vorlast-Kontrolle beugt Ansaugen der Inflow-Kanüle vor
- Erhöhte Flexibilität durch modulare Positionierung
- Präzise und sensitive Fluss- sowie Drucksteuerung ermöglicht die Behandlung von Neonaten und Erwachsenen mit nur einer Pumpe
- Trendverlauf der Perfusionsparameter (Fluss, Druck, Drehzahl und Temperatur)
- Der Null-Fluss-Modus erlaubt die sofortige Unterbrechung des Blutflusses durch Drehzahlreduktion ohne ungewollten Rückfluss
- Einzigartige variable Stromversorgung
- Mobilität durch Akkubetrieb (wechselbar im Betrieb) und abnehmbaren TFT Touchscreen Monitor

Weitere Sicherheitsfunktionen sind der Flusssensor mit integriertem Blasendetektor, vier individuell einsetzbare Drucksensoren sowie ein Levelsensor für den Einsatz im Rahmen eines offenen EKZ-Konzeptes. All diese Eigenschaften qualifizieren das **deltastream®** System zu einer vielseitigen und sicheren Wahl für die moderne Kardiotechnik.

****deltastream®** HC**

- Effizientes Kühlen oder Wärmen mit nur einem Gerät
- Sichere und präzise Temperaturkontrolle
- Kompaktes und robustes Design
- Einfache und intuitive Handhabung
- Angenehm leiser Betrieb

*Der **deltastream®** Antrieb**Das **deltastream®** Backup*****deltastream®** DP3 PUMPE**

- Hohe hydraulische Leistung resultierend aus einer einzigartigen flussoptimierten Rotationspumpe
- Optional pulsatiler Fluss
- Flussbereich von 0 bis 8 l/min
- Langzeiteinsatz durch Hightech-Keramiklager und Magnetkupplung
- Zugelassen für Anwendungen bis zu 7 Tagen
- Minimales Primingvolumen (16 ml)
- Patientennahe, flexible Positionierung ermöglicht Reduzierung der Schlauchlängen und somit des extrakorporalen Volumens

****deltastream®** TROLLEY**

- Flexibler Trolley zur Kombination aller Komponenten
- Maximale Mobilität durch ergonomisches, sicheres und wendiges Design
- Platzsparende und kompakte Bauweise – ideal für den Betrieb in beengter Umgebung



... IN DER TÄGLICHEN KLINISCHEN PRAXIS

Die deltastream® Technologie unterscheidet sich von der üblichen Technik in zwei entscheidenden Punkten: Das kompakte Design der deltastream® Pumpe DP3 bietet eine extrem flexible Anordnung des Pumpensystems in Kombination mit den umfassenden Kontroll- und Sensoroptionen, die ein hohes Maß an Sicherheit bei gleichzeitig einfacher Handhabung gewährleisten.

Die äußerst flexible, patientennahe Positionierung der deltastream® Pumpe und ihrer Komponenten ermöglicht die Reduzierung der Schlauchlängen. Daraus resultiert ein minimales Primingvolumen sowie die Reduktion der Fremdoberfläche. Natürlich benötigen insbesondere einfache und minimierte Systeme besondere Kontroll- und Sicherheitseinrichtungen: So beugt die Vorlast-Kontrollfunktion ei-

nem Ansaugen der Inflow-Kanüle vor. Der Null-Fluss-Modus erlaubt eine sofortige Unterbrechung des Blutflusses durch Drehzahlreduzierung ohne dabei einen ungewollten Rückfluss zuzulassen. Weitere Sicherheitsmerkmale sind der Flusssensor mit integriertem Blasen-detektor, vier individuell einsetzbare Drucksensoren sowie ein Level-sensor für den Einsatz im Rahmen eines offenen EKZ-Konzeptes. All diese vorgenannten Eigenschaften machen das deltastream® System zu einer passenden, vielseitigen und sicheren Wahl für die täglichen klinischen Anforderungen in der modernen Kardiotechnik und Herz-chirurgie.

In Konsequenz erfüllt das deltastream® System alle Erfordernisse von Anwenderseite wodurch die ECLS-Therapie ein noch vielseitigeres und verlässlicheres Instrument für Kardiotechniker und Herzchirurgen im Rahmen der Behandlung ihrer kritisch kranken Patienten wird.

deltastream® TECHNOLOGIE:

- Extrem flexibel positionierbar
- Ein Höchstmaß an Sicherheit
- Einfach zu handhaben
- Reduziertes Primingvolumen

KONTROLL- & SICHERHEITSFEATURES:

- Vorlast-Kontrolle
- Null-Fluss-Modus
- Flusssensor mit integriertem Blasen-detektor
- Levelsensor
- 4 Drucksensoren



Wir freuen uns darauf, Ihnen auf Anfrage unser komplettes Kompendium zur klinischen Evidenz zukommen zu lassen. Bitte wenden Sie sich per Email an: info@medos-ag.com.

LITERATUR

- [1] Edmunds LH. *Advances in the heart-lung machine after John and Mary Gibbon. Ann Thorac Surg* 2003;76:S2220-3
- [2] Doll N et al. *Five-Year Results of 219 Consecutive Patients Treated With Extracorporeal Membrane Oxygenation for Refractory Postoperative Cardiogenic Shock. Ann Thorac Surg* 2004;77:151-7
- [3] Taylor KM. *Brain damage during cardiopulmonary bypass. Ann Thorac Surg* 1998;65(4 Suppl):S20-6; S27-8
- [4] Smith C, Bellomo R, Raman JS, et al. *An extracorporeal membrane oxygenation-based approach to cardiogenic shock in an older population. Ann Thorac Surg* 2001;71:1421-7
- [5] Ko W-J et al. *Extracorporeal Membrane Oxygenation Support for Adult Postcardiotomy Cardiogenic Shock. Ann Thorac Surg* 2002;73:538-45
- [6] Rogers AJ et al. *Extracorporeal Membrane Oxygenation for Postcardiotomy Cardiogenic Shock in Children. Ann Thorac Surg* 1989;47:903-6
- [7] Kumar TK et al. *Extracorporeal membrane oxygenation in postcardiotomy patients: factors influencing outcome. J Thorac Cardiovasc Surg* 2010;140(2):330-6
- [8] Formica F et al. *ECMO support for the treatment of cardiogenic shock due to left ventricular free wall rupture. Interactive Cardiovascular and Thoracic Surgery* 2005;4: 30-2
- [9] Mégarbane B et al. *Emergency feasibility in medical intensive care unit of extracorporeal life support for refractory cardiac arrest. Intensive Care Med* (2007) 33:758-764
- [10] Combes A. et al. *Outcomes and long-term quality-of-life of patients supported by extracorporeal membrane oxygenation for refractory cardiogenic shock. Crit Care Med* 2008; 36:1404-1411
- [11] Chen JS et al. *Analysis of the outcome for patients experiencing myocardial infarction and cardiopulmonary resuscitation refractory to conventional therapy necessitating extracorporeal life support rescue. Crit Care Med* 2006; 34:950-957
- [12] Misawa Y, Fuse K, Yamaguchi T, et al. *Mechanical circulatory assist for pulmonary embolism. Perfusion.* 2000;15:527-529
- [13] Maggio P et al. *Extracorporeal life support for massive pulmonary embolism. J Trauma* 2007 Mar;62(3):570-6 (ISSN: 0022-5282)
- [14] Sunde K, Søreide E. *Therapeutic hypothermia after cardiac arrest: where are we now? Curr Opin Crit Care.* 2011;17(3):247-53.
- [15] Nolan JP et al. *Therapeutic hypothermia after cardiac arrest. An advisory statement by the Advanced Life Support Task Force of the International Liaison Committee on Resuscitation. Resuscitation* 2003;57:231-5
- [16] Haneya A et al. *Extracorporeal circulatory systems as a bridge to lung transplantation at remote transplant centers. Ann Thorac Surg.* 2011 Jan;91(1):250-5
- [17] Broomé M et al. *Prolonged extracorporeal membrane oxygenation and circulatory support as bridge to lung transplant. Ann Thorac Surg.* 2008 Oct;86(4):1357-60
- [18] Hofer D et al. *Outcome Evaluation of the Bridge to Bridge Concept in Patients With Cardiogenic Shock. Ann Thorac Surg* 2006;82:28-34
- [19] Pagani FD et al. *Extracorporeal Life Support to Left Ventricular Assist Device Bridge to Heart Transplant: A Strategy to Optimize Survival and Resource Utilization. Circulation* 1999;100 [suppl II]:206-10
- [20] Martin-Suárez S et al. *Percutaneous circulatory support for myocardial recovery in cardiogenic shock for late acute rejection. Interactive Cardiovascular and Thoracic Surgery* 2005;5: 655-7
- [21] Bermudez CA et al. *Extracorporeal membrane oxygenation for primary graft dysfunction after lung transplantation: long-term survival. Ann Thorac Surg* 2009 Mar;87(3):854-60
- [22] Hill JD, O'Brien TG, Murray JJ, Dontigny L, Bramson ML, Osborn JJ, Gerbode F. *Prolonged extracorporeal oxygenation for acute post-traumatic respiratory failure (shock-lung syndrome). Use of the Bramson membrane lung. N Engl J Med.* 1972;286:629-34
- [23] Bartlett RH, Gazzaniga AB, Jefferies MR et al: *Extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) cardiopulmonary support in infancy. Trans Am Soc Artif Intern Organs* 1976;22:80-93

medos[®]

cardiopulmonary solutions

Medos Medizintechnik AG

Obere Steinfurt 8-10

52222 Stolberg

Germany

Tel.: +49 2402 9664 – 0

Fax: +49 2402 9664 – 60

info@medos-ag.com

www.medos-ag.com

