



KARDIOTECHNIK

Perfusion | Monitoring | Organprotektion | Medizinische Informatik | Elektrostimulation

Offizielles Organ der Deutschen Gesellschaft für Kardiotechnik e. V. | The Official Publication Organ of the German Society for Cardiovascular Engineering

**Technische Medizin
zwischen den
Disziplinen**

**Technical medicine
amongst the
disciplines**



RAUMEDIC®
— Lifeline to Health —

Rechtsventrikuläres Weaning vom Biventrikulären Assist Device (BiVAD)

F. Münch, W. Kasten, M. Demuth, S. Ihlenburg, A. Purbojo, S. Zink, S. Dittrich, R. Cesnjevar, A. Rüffer

Modified Adult Perfusion System – MAPS

F. Born, T. Dreizler, C. Lipps, O. Schmid, J. Schulze, G. Haimerl, C. Starck, M. Behrens

Pumpenflussregelung mit dynamischer Vorlastmessung für die extrakorporale kardiopulmonale Unterstützung – ein Lösungsansatz?

A. P. Simons, M. D. Lancé, K. D. Reesink, F. H. van der Veen, P. W. Weerwind

Herausgeber, Verlag/Editor, Publisher

Kardiotechnik Verwaltungsgesellschaft mbH, D. Lorenz, Bad Nauheim

Mitherausgeber und Redaktion/Co-Editors and Editorial Staff

M. Foltan, Regensburg; J. Gehron, Gießen (Schriftleiter); E. Kranke, Würzburg; T. Leusch, Düsseldorf; G. Morche, Hamburg;
A. Vehling, Rottenburg; U. Wolfhard, Essen; M. Wollenschläger, Bad Nauheim. Autorenbetreuung: N. Doetsch, Köln

Wissenschaftlicher Beirat/Editorial Board

A. Bauer, Coswig; C. Benk, Freiburg; M. Beyer, Augsburg; F. Beyersdorf, Freiburg; I. Friedrich, Halle; M. Günnicker, Essen;
G. Haimerl, Villingen-Schwenningen; H. Keller, Frankfurt; K. Klak, Bochum; R. Körfer, Essen; A. Laczkovics, Bochum;
A. Liebold, Rostock; J. Opthöfel, Köln; U. Schirmer, Bad Oeynhausen; F.-X. Schmid, Krefeld; C. Schmid, Regensburg;
A. Thrum, Regensburg

Die Zeitschrift Kardiotechnik veröffentlicht im „Peer-review“-Verfahren Originalartikel, klinische und experimentelle Arbeiten, Fallberichte, Übersichtsreferate, Leserbrief und Buchbesprechungen aus dem Bereich Perfusion, Monitoring, Organprotektion, Medizinische Informatik und Elektrostimulation.

The German Journal of Perfusion Kardiotechnik is a peer-reviewed journal. It publishes original articles, clinical and experimental papers, case reports, review articles, letters to the editors and book reviews in the field of perfusion, monitoring, organ protection, computer science in medicine and electric stimulation.



Titelbild

RAUMEDIC AG: Seit 50 Jahren bewährter Schlauchlieferant der Kardiotechnik und Innovationsführer auf dem Gebiet neuer bio- und blutkompatibler Materialien.

Motiv der 39. Internationalen Jahrestagung der DGfK, Weimar.

Illustration: Tobias Kurtz, Hamburg

Heft 3/2010

Erscheinungstermin
3.9.2010

Einsendeschluss für
● redakt. Beiträge
28.5.2010

● Anzeigenaufträge
6.8.2010

Heft 4/2010

Erscheinungstermin
6.12.2010

Einsendeschluss für
● redakt. Beiträge
30.8.2010

● Anzeigenaufträge
5.11.2010

Inhalt

	Seite
Editorial	28
Rechtsventrikuläres Weaning vom Biventrikulären Assist Device (BiVAD)	
<i>F. Münch, W. Kasten, M. Demuth, S. Ihlenburg, A. Purbojo, S. Zink, S. Dittrich, R. Cesnjevar, A. Rüffer</i>	29
Modified Adult Perfusion System – MAPS	
<i>F. Born, T. Dreizler, C. Lipps, O. Schmid, J. Schulze, G. Haimerl, C. Starck, M. Behrens</i>	33
Pumpenflussregelung mit dynamischer Vorlastmessung für die extrakorporale kardiopulmonale Unterstützung – ein Lösungsansatz?	
<i>A. P. Simons, M. D. Lancé, K. D. Reesink, F. H. van der Veen, P. W. Weerwind</i>	37
Klinikporträt: Zentralklinik Bad Berka GmbH	42
Kongressnotizen: 39. Jahrestagung der DGTHG	44
Neues aus der Industrie	45
Stellenanzeigen	45, 46, V, 50
Aktuell: Bypass-OP bei Hauptstamm-Stenosen weiterhin erste Wahl	46
Behandlungsqualität bei angeborenen Herzfehlern: Fachgesellschaften der Herzchirurgen und Kinderkardiologen begrüßen Entscheidung des Gemeinsamen Bundesausschusses	47
Bücherjournal	48
Journal-Club	49
Mitteilungen der DGfK	51
Hinweise für Autoren	54
Kongresstermine	55
Impressum	55

Redaktion KARDIOTECHNIK
im Internet: <http://www.dgfk.de>

Gelistet und indexiert in:
Current Contents Medizin
EMBASE – Excerpta Medica
SCImago Journal & Country Rank
SCOPUS

Editorial



Liebe Leserinnen
und Leser,
liebe Kolleginnen
und Kollegen,

„Gemeinsam nach vorn“: ein Motto, dem man sich vorbehaltlos anschließen kann. Gemeinsam, im Schulterschluss und auf Augenhöhe möchten die Deutsche Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie und die Deutsche Gesellschaft für Kardiotechnik e. V. in diesem Jahr die zweite Fokustagung Herz in Duisburg veranstalten. Nach vorn blicken, um zu sehen, was auf uns zukommt, und nach vorn schreiten, um die Zukunft mitzugestalten.

Der Vorstand unserer Fachgesellschaft hat mich beauftragt, gemeinsam mit Herrn Prof. Dr. Nicolas Doll, Chefarzt der Sana-Herzchirurgie in Stuttgart, die Tagungspräsidentschaft und damit die Organisation der kommenden Fokustagung Herz zu übernehmen.

Diese wird einen eigenen Themenblock „EKZ“ haben, der sich mit aktuellen Themen speziell an kardiotechnisch tätige Personen richtet.

Es ist mir ein besonderes Anliegen, Sie als Leser dieser Zeilen zu motivieren, sich aktiv an der Gestaltung der Veranstaltung zu beteiligen, sei es durch Anmeldung eines Vortrags oder durch Ausstellung eines Posters. Zu Ihrer Information haben wir die Internetseite www.dgthg-fokustagung.de entworfen, auf der Sie auch die Möglichkeit zur Abstract-Einreichung haben.

Es sprengt den Rahmen dieser einleitenden Worte, auf alle geplanten Themenbereiche einzugehen. Aus kardiotechnischer Sicht hervorheben möchte ich jedoch zwei

Punkte. Unter der Rubrik „Die Lunge als Zielorgan der EKZ“ werden wir die aktuelle Thematik der Patientenverlegung mit ECMO aufgreifen. Dazu wird am Veranstaltungsort ein modernes Intensivmobil platziert und, soweit die behördlichen Genehmigungen erteilt werden, ein Hubschrauber der DRF-Flutrettung landen. Im Rahmen einer realistischen Einsatzübung wird dann demonstriert, welche Besonderheiten bei der Patientenverlegung mit ECMO unter kardiotechnischen Aspekten auftreten. Sie werden die Möglichkeit haben, selbst das Be- und Entladen dieser Transportmittel zu trainieren, und von erfahrenen Notärzten praxisbezogene Informationen erhalten. Des Weiteren bieten wir speziell unter kardiotechnischen Aspekten firmenbezogene Trainingsmöglichkeiten der Defibrillator- und Schrittmacherprogrammierung und -ausmessung sowie erstmalig die Möglichkeit, die Herzklappenvorbereitung für den transapikalen Aortenklappenersatz zu erlernen.

Zwangsläufig tritt nun die Frage auf, wie die strategische Ausrichtung unseres Berufsverbands in den nächsten Jahren bezüglich der eigenen Jahrestagung sein wird. Bei der Beantwortung muss realistisch berücksichtigt werden, dass sich die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen für die Durchführung solcher „Großveranstaltungen“ ändern. Die Aussteller und Sponsoren, aber natürlich auch die Teilnehmer wägen sorgfältiger zwischen Kosten und

Nutzen einer Tagung ab. Eine Ressourcenbündelung ohne Aufgabe der eigenen Identität scheint mir persönlich ein zukunftsweisender Weg zu sein. Das Präsidium der DGfK wird in enger Abstimmung mit den Mitgliedern der Gesellschaft zeitnah eine Grundsatzentscheidung treffen müssen.

Nutzen Sie bitte die Chance, sich auf einer gemeinsam mit den Herzchirurgen gestalteten Tagung fachlich weiterzubilden. Wir würden uns sehr freuen, Sie in Duisburg begrüßen zu dürfen.

Dr. rer. medic. Dipl.-Ing.
Dirk Buchwald, Bochum

Rechtsventrikuläres Weaning vom Biventrikulären Assist Device (BiVAD)

ZUSAMMENFASSUNG

Bei einem Patienten mit primärem Pumpversagen des rechten Ventrikels und späterer biventrikulärer Herzinsuffizienz stellte sich die Frage des Weanings vom Biventrikulären Assist Device (BiVAD, Berlin Heart EXCOR®). Laut unserer Information gibt es kein beschriebenes systematisches Vorgehen zur Testung der rechtsventrikulären Pumpfunktion am BiVAD.

Ein 11 Jahre alter männlicher Patient mit akuter Myokarditis, Niereninsuffizienz, Leberstauung, unklarer Koagulopathie und biventrikulärem Low-Cardiac-Output wurde notfallmäßig mit einer ECMO über eine Sternotomie hämodynamisch stabilisiert. Das rechte Vorhofrohr war komplett voller organisierter Thromben und wurde vor ECMO-Implantation mit Hilfe der Herz-Lungen-Maschine ausgeräumt und exziiert. Nach 6 Tagen zeigte sich keine Erholung des Herzens bei einem neurologisch unauffälligen Patienten, worauf ein biventrikuläres Kreislaufunterstützungssystem (BiVAD, Berlin Heart EXCOR) implantiert wurde. Nach 90 Tagen maschineller Kreislaufunterstützung konnte eine zunehmende Erholung der biventrikulären kardialen Funktion verzeichnet werden, so dass ein Weaning vom BiVAD in Erwägung gezogen wurde. Nach dem von Berlin Heart beschriebenen Protokoll ist nur eine Testung des linken Ventrikels möglich. Da unsere Bedenken jedoch insbesondere der Funktion des rechten Ventrikels galten, haben wir ein Weaning-Protokoll vom BiVAD entwickelt, das es uns erlaubt, unter laufender maschineller Unterstützung die Funktion sowohl des rechten als auch des linken Ventrikels selektiv unter zunehmender Last zu beurteilen.

Entsprechend dem Weaning-Protokoll wurde der Patient innerhalb einer Woche bis zu einer Unterstützungsfrequenz von 30 Schlägen pro Minute vom BiVAD entwöhnt und die Kreislaufunterstützung konnte nach 130 Tagen beendet und erfolgreich explantiert werden. Der Patient wurde eine Woche später nach Hause entlassen. Im Follow-up nach einem halben Jahr zeigte sich eine gute biventrikuläre Pumpfunktion.

SCHLÜSSELWÖRTER

BiVAD, Rechtsherzversagen, mechanische Kreislaufunterstützung, Weaning, Gerinnung, Zeitfenster, Explantation

ABSTRACT

Objective: Drug-resistant biventricular heart failure is commonly treated with a mechanical circulatory support system. However, testing of right ventricular performance in order to wean from biventricular assist device (BiVAD) is indeterminate.

An 11-year old boy presented with severe cardiac and multiorgan failure. Echocardiography showed biventricular low cardiac output with right atrial thrombus formation. The patient was treated with operative thrombectomy, and ECMO. After six days, a BiVAD, Berlin-Heart EXCOR® was implanted due to failing recovery. After 90 days of mechanical support and biventricular recovery on ECHO cardiac weaning from BiVAD was discussed. On basis of the Berlin Heart weaning protocol, solely testing of left ventricular performance is possible. However, our concern pertained on right ventricular performance. We developed a weaning protocol in order to evaluate left and right ventricular function selectively. Over one week, the patient was consecutively weaned to a support rate of 30 bpm, BiVAD was explanted successfully, and the patient was sent home one week postoperatively. At the half year follow-up, the patient is still presenting with good biventricular cardiac function on echo.

Selective evaluation of right and left ventricular function during BiVAD support is possible. Unclear remains the optimal timing for weaning from mechanical support.

KEY WORDS

BiVAD, right ventricular decompensation, mechanical circulatory support, weaning, coagulation, timing, explantation

Einleitung

Ein elf Jahre alter männlicher Patient (Größe: 150 cm, Gewicht: 50 kg) wurde mit akuter globaler Herzinsuffizienz und Multiorgan-

versagen bei V. a. chronische Autoimmunmyokarditis in die Kinderklinik des Universitätsklinikums Erlangen verlegt.

Direkt bei Aufnahme wurde aufgrund hämodynamischer Instabilität die Indikation zur mechanischen Kreislaufunterstützung mit Hilfe der extrakorporalen Membranoxygenation (ECMO) gestellt. Der Anschluss an die extrakorporale Zirkulation erfolgte über eine Sternotomie. Während des ECMO-Anschlusses fiel ein induriertes, derbes rechtes Vorhofrohr auf, so dass zunächst über eine bikavale Kanülierung der Anschluss an die Herz-Lungen-Maschine (HLM) erfolgte. Bei der Vorhofinspektion zeigte sich ein komplett mit wandständigen Thromben ausgefülltes rechtes Vorhofrohr, welches vollständig exziiert wurde. Dies weist auf ein länger andauerndes Problem des rechten Ventrikels hin. Nach dem Vorhofverschluss wurde zur besseren Linksherzentlastung zusätzlich eine venöse Kanüle in den linken Vorhof eingeführt, die HLM wurde beendet und die ECMO gestartet. Nach sechs Tagen wurde bei ausbleibender kardialer Rekompensation unter ECMO-Therapie ein biventrikuläres Assist Device (BiVAD, Berlin Heart – EXCOR) implantiert.

- Rechts: 50-ml-Ventrikel, Vorhofkanüle Berlin Heart C26V-002 im rechten Vorhof sowie in der Pulmonalarterie eine Medos Graftkanüle (ME 656S0125 12 mm)
- Links: 60-ml-Ventrikel, Apex kanüliert mit einer Berlin Heart C27A-001 Apexkanüle und in der Aorta eine Medos Graftkanüle (ME 656S0145 14 mm)

Der Patient konnte bereits am ersten postoperativen Tag extubiert werden, Leberstauung und Niereninsuffizienz waren rückläufig. Beide Ventrikel füllten sich gut bei einer Frequenz von 70 Schlägen/min (bpm) bei einem Herzzeitvolumen (HZV) von 4,2 l/min. Die Antikoagulation erfolgte nach dem Schema von Berlin Heart mit Marcumar und Dipyridamol.

Im Verlauf zeigte der Patient eine rasche körperliche Erholung. Echokardiographisch konnte eine zunehmende Verbesserung der biventrikulären kardialen Funktion festgestellt werden, so dass nach drei

Monaten die Indikation zur Explantation vom BiVAD gestellt wurde. Das Weaning wurde nach dem unten aufgeführten Protokoll durchgeführt.

Histologisch und immunhistologisch zeigte sich ein mit einer dilatativen Kardiomyopathie oder einer chronischen Myokarditis vereinbarer Befund.

ALLGEMEINES ZU DEM EXCOR VAD

Das EXCOR-VAD-System ist für die Anwendung als Herzunterstützungssystem, sowohl univentrikulär als auch biventrikulär, am Menschen vorgesehen. Mögliche Behandlungsziele sind:

- Bridge to transplant (BTT)
- Bridge to recovery (BTR)
- Destination therapy (DT)

Die stationäre Antriebseinheit, der sogenannte IKUS-Antrieb, bietet die Möglichkeit, alle von Berlin Heart angebotenen externen Ventrikel zwischen 10 und 80 ml zu betreiben. Für den intraoperativen Start ist der IKUS der einzige zugelassene Antrieb. Ein weiterer Vorteil besteht in der Möglichkeit, beide Ventrikel sowohl synchron als auch asynchron bei verschiedenen Frequenzen zu betreiben. Diesen Vorteil erkaufte man sich mit einem relativ großen, schwerfälligen Gerät mit eingeschränkter Flexibilität und einer Akkukapazität von nur 30 bis 40 Minuten (Abb. 1.).



Abb. 1: IKUS, stationärer Antrieb

Der wesentlich kleinere Antrieb EXCOR-Mobil ist ausschließlich zum Betreiben von Blutpumpen mit einer Größe von 60 und 80 ml konzipiert. Für den intraoperativen Start der Blutpumpen sowie zur Erstversorgung des Patienten besteht we-



Abb. 2: EXCOR-Mobil-Antrieb in Erlangen an unseren beiden BiVAD-Patienten

der eine Zulassung noch die oftmals notwendigen Einstellungsmöglichkeiten. Ein Wechseln vom IKUS zum EXCOR-Mobil kann bei Frequenzgleichheit sowie synchroner Pumpfrequenz bei vorausgesetzter Mobilität des Patienten erfolgen. Die Vorteile des EXCOR-Mobil bestehen vor allem in seiner Größe (kleiner Caddy) und der längeren Akkulaufzeit (Abb. 2). Diese netzunabhängige Betriebszeit beträgt bei univentrikulärem Betrieb ca. zehn Stunden und bei biventrikulärem Betrieb ca. fünf Stunden (Tab. 1). Die Bewegungsfreiheit kann mit einer erhöhten Anzahl von Ersatzakkus verlängert werden, wodurch eine erhöhte Lebensqualität erzielt werden kann. Mit diesem System ist es auch möglich, Pa-

	IKUS	EXCOR-Mobil
Ventrikel-Größen	10–80 ml	60–80 ml
Pumpfrequenz	30–150 bpm	60–90 bpm
Systolischer Druck	60–350 mmHg	max. 250 mmHg
Diastolischer Druck	-100 bis 0 mmHg	–100 mmHg
Einst. Relative Systolendauer	20–70 %	40–60 %
Einsatzdauer	max. 500 Tage (empfl. 1 Jahr)	120 Mill. Zyklen (138–92 Tage)
Netzunabhängiger Betrieb	min. 30–40 min	5–10 h

Tab. 1: Übersichtsvergleich Antriebseinheiten

tienten in das heimische Umfeld zu entlassen. Bei dem beschriebenen Patienten wurde die Mobilität aufgrund des Alters über das EXCOR-Mobil auf das Krankenhausareal und den klinikumsnahen Park beschränkt. Ein weiterer Vorteil des mobilen

EXCOR im Gegensatz zum IKUS besteht darin, dass das System immer auf seine Grenzwerte eingestellt werden kann und durch die Berechnung der Luftbewegung nur der benötigte Druck bzw. Sog anliegt. So passt sich das System den Bewegungen des Patienten an und sorgt für eine optimale Unterstützung. Im Gegensatz dazu müssen beim IKUS der zuständige Kardiotechniker gemeinsam mit den Ärzten eine optimale Einstellung für die Patienten finden und diese gegebenenfalls bei Leistungsänderung jeweils anpassen.

VORAUSSETZUNG FÜR WEANING

Für das Testen der kardialen Erholung ist zunächst ein Wechsel des EXCOR-Mobil auf den IKUS notwendig, da der mobile Antrieb lediglich minimale Frequenzen von 60 bpm zulässt, wohingegen bei dem IKUS-Antrieb die Frequenz auf 30 bpm reduziert werden kann.

Nach zwei Monaten stellte sich die Frage, ob die globale Erholung beider Ventrikel einen Assist-Ausbau im Sinne eines „Bridge to Recovery“ zulassen würde oder ob ein „Bridge to Transplant“ erforderlich wäre.

Unter echokardiographischem Monitoring wurde die Assist-Frequenz auf 30 bpm gesenkt und dadurch das Assist-HZV auf 1,8 l/min reduziert. Unter diesen kontrollierten Bedingungen wurden die biventrikulären Funktionen echokardiographisch evaluiert und die Hämodynamik dokumentiert. Anschließend wurde das BiVAD wieder auf das mobile Antriebssystem (EXCOR-Mobil) mit 60 bpm eingestellt. Dies bedeutete ein Reduzierung des LVAD-HZV (60-ml-Ventrikel) von zuvor 4,2 l/min auf 3,6 l/min sowie des RVAD-HZV (50-ml-Ventrikel) von 3,5 l/min auf 3,0 l/min.

Eine Woche vor dem geplanten Assist-Ausbau sollte ein kontrollierter Funktionstest beider Ventrikel erfolgen.

Nach Abwägung der Risiken planten wir einen Ausbau des Assist-Systems nach weiteren zwei Monaten Erholungszeit-

raum. Dieser Zeitpunkt schien uns adäquat. In den Literaturen sind die Zeitpunkte für LVAD-Ausbau mit 3 bis 6 Monaten beschrieben. [1–6]

GLOBALER TEST

Schrittweise Reduktion der Pumpfrequenz am IKUS von 60 auf 30 bpm. Die Reduktion um jeweils 10 bpm erfolgt für mindestens 5 min unter Dokumentation von Druckwerten und echokardiographischer Kontrolle. Bei einer Frequenz von 30 bpm wird zunächst der rechte Kunstventrikel pausiert. Um Thrombenbildung zu vermeiden, wird alle 30 bis 40 Sekunden im Handbetrieb ein Ventrikelschlag durchgeführt. Nach 2 Minuten wird nun auch der linke Kunstventrikel auf die Handpumpe umgestellt und auch hier alle 30 Sekunden ein Schlag zur Durchspülung des Systems manuell verursacht. Währenddessen erfolgt das hämodynamische Monitoring unter echokardiographischer Kontrolle. Der IKUS-Antrieb läuft in dieser Zeit weiter und wird mit Kesselmodulen versorgt, um keine Alarmer zu generieren. Nach ca. 10 Minuten wird die maschinelle Kreislaufunterstützung am IKUS wieder begonnen und die Ventrikel-frequenz langsam wieder auf 60 bpm erhöht. Diese Frequenz wird für 15 Minuten aufrechterhalten, bevor die selektive Testung des rechten Ventrikels vorgenommen werden sollte.

SELEKTIVER FUNKTIONSTEST DES RECHTEN VENTRIKELS

Bei diesem Test wird der „Problemventrikel“ unter simulierter Volumenbelastung gefordert. Die Frequenz beider Ventrikel wird wieder auf 30 bpm reduziert. Der rechte Kunstventrikel wird erneut vom System genommen und alle 30 Sekunden durch einen manuell verursachten Ventrikelschlag durchgespült (Thrombenschutz). Jetzt wird der linke Kunstventrikel schrittweise um 5 bpm für je 2 Minuten bis auf eine Maximalfrequenz von 70 bpm erhöht. Voraussetzung ist dabei immer, dass der linke Kunstventrikel fortwährend vom rechten eigenen Ventrikel gefüllt wird. Die LVAD-Frequenz von 70 bpm wird unter kontinuierlichem hämodynamischen und echokardiographischen Monitoring für 10 Minuten aufrechterhalten. Die Füllung des LVAD-Ventrikels wird dabei ausschließlich durch die native RV-Funktion verursacht. Dabei ist echokardiographisch insbesondere auf eine zunehmende Trikuspidalklappeninsuffizienz sowie eine abnehmende Pumpfunktion oder Größenzunahme des rechten Ventrikels zu achten.



Abb. 3: BiVAD-Ventrikel vor Explantation

Sollte der rechte Ventrikel es schaffen, den linken Kunstventrikel ohne zusätzliche medikamentöse Unterstützung innerhalb dieses Zeitfensters ordentlich zu füllen, sollte auch einem kontrollierten Weaning nichts mehr im Wege stehen.

WEANINGPHASE

Das Weaning von der maschinellen Kreislaufunterstützung erfolgt über einen Zeitraum von einer Woche unter Monitorüberwachung und regelmäßigen echokardiographischen Kontrollen. Während der Weaningphase kann eine medikamentöse kardiale Unterstützung in Form eines Kalziumsensitizers verabreicht werden, auf Katecholamine sollte verzichtet werden.

Nach erfolgreicher Testung erfolgt die Weaningphase mit langsamer Reduktion des BiVAD um 5 bpm pro Tag am IKUS unter ansonsten „normalen Bedingungen“. Der Patient sollte sich „frei“ im Klinikum bewegen, um so die Alltagstauglichkeit unter Beweis zu stellen. Nach sechs Tagen wird die BiVAD-Frequenz von 30 bpm für weitere 24 Stunden belassen. In dieser Phase ist insbesondere auf eine vermehrte Thrombenbildung in den Pumpen zu achten, welche sich bei Frequenzen unter 50 bpm deutlich erhöht. Bei positivem Thrombennachweis muss das Weaning zunächst beendet und die Frequenz wieder auf über 50 bpm erhöht werden.

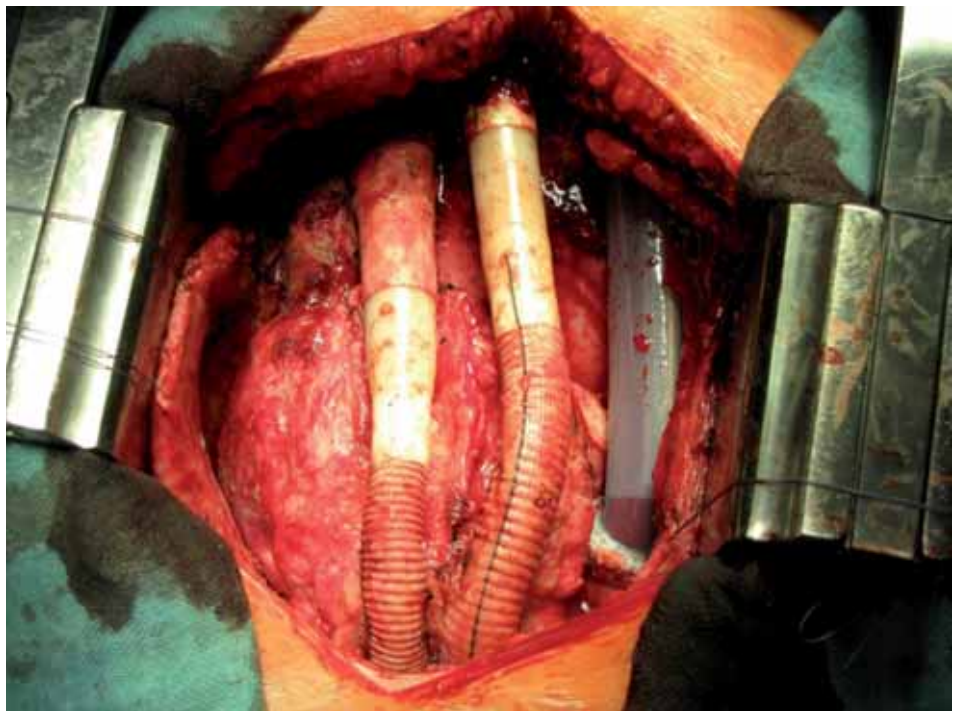


Abb. 4: Intraoperativer Befund vor Explantation

GERINNUNGSREGIME WÄHREND DER WEANINGPHASE

Eine Empfehlung von Berlin Heart lautet 4 Tage vor Explantation:

- Marcumar/Enoxaparin pausieren und überlappend Gabe von Heparin auf eine Ziel-PTT von 60–80 Sek., bei vorher angepassten AT-III-Werten auf Normwerte
- mindestens 48 h vor Ausbau ASS und Dipyridamol pausieren

EXPLANTATION

Bei dem beschriebenen Patienten erfolgte die Explantation des BiVAD-Systems (Abb. 3 und 4) zur kontrollierten Mobilisierung und Übernähung der Apex-Kanüle unter Zuhilfenahme der Herz-Lungen-Maschine für neun Minuten ohne Ischämie. Unter medikamentöser Unterstützung mit Suprenin und Corotrop in geringer Dosierung war eine zufriedenstellende Hämodynamik erzielbar. Am ersten postoperativen Tag erfolgte die Extubation und bis zum 4. postoperativen Tag die Entfernung der Drainagen. Am 7. Tag nach Explantation wurde der Patient nach Hause entlassen.

NACHBEHANDLUNG

Die Herzinsuffizienztherapie mit Betablockern und ACE-Hemmern und Diuretika wurde zunächst beibehalten. Ein Sportverbot wurde für 3 Monate erteilt.

SCHLUSSFOLGERUNG

Mit dem vorliegenden Testprotokoll ist es möglich, die Funktion sowohl des linken als auch des rechten Ventrikels während der maschinellen Unterstützung am BiVAD unabhängig voneinander zu beurteilen. Die bisher im Abseits stehende rechtsventrikuläre Pumpfunktion konnte durch unser Regime in den Vordergrund gerückt werden. In dem vorliegenden Fallbeispiel konnten wir nach erfolgreicher Testung sicher davon ausgehen, eine gute biventrikuläre Pumpfunktion nach der BiVAD-Explantation vorzufinden. Der Patient ist mittlerweile seit sechs Monaten zu Hause und geht wieder zur Schule. In der echokardiographischen Kontrolluntersuchung nach einem halben Jahr zeigte sich eine komplette Erholung beider Ventrikel mit normaler biventrikulärer Pumpfunktio-

on. Nach dieser Zeit nimmt der Patient erneut am Schulsport teil und spielt wieder Fußball im Verein.

LITERATUR

- [1] Dandel M et al: Prediction of Cardiac stability after weaning from left ventricular assist devices in patients with idiopathic dilated cardiomyopathy. *Circul J Am Heart Ass* 2008; 118: 94–105
- [2] Jones CB et al: Successful bridge to recovery with 120 days of mechanical support in an infant with myocarditis. *J Heart Lung Trans* 2009; 28: 202–205
- [3] Cavanaugh JL et al: Predicting recovery: Successful explant of a ventricular assist device in a child with dilated cardiomyopathy. *J Heart Lung Trans* 2010; 29: 105–108
- [4] Liang H et al: Prediction of cardiac function after weaning from ventricular assist devices. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2005; 130(6): 1555–1560
- [5] Dandel M et al: Long-term results in patients with idiopathic dilated cardiomyopathy after weaning from left ventricular assist devices. *Circul* 2005; 112(9 Suppl): I37–145
- [6] Mueller J et al: Predictive factors for weaning from a cardiac assist device. An analysis of clinical, gene expression, and protein data. *J Heart Lung Trans* 2001; 20(2): 202

Frank Münch
Herzchirurgische Klinik
Kardiotechnik
Universitätsklinikum Erlangen-Nürnberg
Krankenhausstr. 12
91054 Erlangen

Modified Adult Perfusion System – MAPS

ZUSAMMENFASSUNG

Im letzten Jahrzehnt wurden Koronarpatienten vermehrt mit minimierter extrakorporaler Zirkulation (MECC) operiert. Seit Markteinführung der MECC-Systeme stagniert deren Marktanteil bei ca. 5 %.

Die EKZ ist nach wie vor die Schlüsseltechnologie bei der Durchführung von Herzoperationen. Dies gilt in besonderem Maße für die Koronarchirurgie. Perfusionssysteme und Perfusionstrategien wurden in den zurückliegenden Jahren wiederholt modifiziert und den jeweiligen gegebenen technischen Möglichkeiten angepasst. Die Innovationen in der Oxygenator- und Blutfilterentwicklung sowie bei der Oberflächenbeschichtung waren Meilensteine für die Optimierung der EKZ. Es besteht somit durchaus die Notwendigkeit, EKZ-Systeme weiter zu optimieren, in ihrer Anwendung noch sicherer zu gestalten, um damit für die Patienten nachteilige Effekte konventioneller EKZ-Systeme zu minimieren [1, 2]. Dieses Ziel verfolgen wir bei der Entwicklung von minimierten EKZ-Systemen.

Inzwischen werden am Markt eine Anzahl unterschiedlicher Systeme angeboten. Allen gemeinsam sind eine deutliche Verminderung des Füllvolumens und ein geschlossener Systemkreislauf. An unserer Klinik hat seit 1999 eine konsequente Entwicklung von minimierten EKZ-Systemen stattgefunden. Operationen am offenen Herzen werden patientenspezifisch mit unterschiedlichen minimierten EKZ-Systemen durchgeführt.

SCHLÜSSELWÖRTER

Minimierte EKZ, retrogrades autologes Priming, Fremdblutgabe

ABSTRACT

During the last decade, patients suffering from coronary heart disease have been increasingly treated using minimized perfusion systems. Since its introduction on the market, the share of MECC-system usage has increased to approximately 5% and is now stabilised.

The extracorporeal circulation (ECC) is still the key technology in open-heart surgery applications. This is particularly valid for coronary surgery. Perfusion systems and strategies have been repetitively modified over the past few years and adapted to the available technical possibilities.

The innovations in the field of oxygenator and filter development, as well as surface coating, were important steps for optimising the ECC.

ECC systems must be further improved to increase their safety in application thus protecting the patient from undesirable effects of the conventional cardiopulmonary bypass [1, 2]. This is the goal in the development of optimised ECC systems. Currently, a variety of different systems offering a clear reduction of the priming volume and the foreign surface contact are available on the market.

In our hospital, a continuous advancement of minimized systems has been taking place since 1999. Operations are performed applying different minimized perfusion systems in patient-specific configurations.

KEY WORDS

Minimized ECC, retrograde autologous priming, stored blood

EINLEITUNG

Seit 2002 arbeiten wir mit einem an unserer Klinik entwickelten MECC-System (Primini), das meistens bei ACB-Operationen zum Einsatz kommt. Wir konnten in einer klinischen Studie [3] die Vorteile von diesem System zeigen. So konnten u. a. der intraoperative Fremdblutbedarf bzw. die Gabe von Blutprodukten und postoperative Drainageblutmengen reduziert werden. Wir konnten auch einen deutlich niedrigeren Bedarf von Noradrenalin feststellen.

Diverse Veröffentlichungen zur Dynamic Bubble Trap (Abb. 1) konnten den po-



Abb. 1: Dynamische Blasenfalle

sitiven Effekt der Luftblasen-Elimination zeigen [4].

Wir haben bei Anwendung des Primini-MECC-Systems und des MAPS-Systems eine Messung der Luftblasenaktivität mit einem Bubble-Counter-Gerät (UBC, Fa. Gampt, Abb. 2 und 3) durchgeführt und eine deutliche Reduktion feststellen können.

Das luftblasenfreie venöse Kanülieren, das unter Verwendung von MECC-Systemen notwendig ist, konnte auch beim MAPS-System umgesetzt werden. Diese positiven Erfahrungen und Vorteile aus dieser Studie und Erkenntnisse aus diversen Diplomarbeiten haben wir konsequent in unserem MAPS-Perfusionssystem umgesetzt [5, 6].



Abb. 2: UBC-Bubble-Counter der Fa. Gampt



Abb. 3: Mikroblasenmessung vor und nach der DBT

MATERIAL UND METHODE

In beiden Gruppen kam ein offenes, komplett mit Phosphorylcholin (PC® Fa. Dideco) beschichtetes System zur Anwendung [7]. Alle Operationen fanden mit dem glei-

chen Operateur und dem gleichem Anästhesieverfahren statt. Die Perfusion wurde normotherm mit einem Cardiac Index (CI) von 2,4 l/min/KOF und einem mittleren arteriellen Druck (MAD) zwischen 55 und 75 mmHg durchgeführt. Es kam alpha-stat-pH-Management zur Anwendung. Zur Myokardprotektion wurde kristalline Kardioplegielösung nach Eppendorf verwendet [8].

Konventionelle extrakorporale Zirkulation (CECC)

In der CECC-Gruppe bestand das ECC-System aus einer Rollerpumpe, einem arteriellen Filter (D 733, Fa. Dideco), einem Kardiotomiereservoir (D 970, Fa. Dideco) und dem Oxygenator (D 903 Avant, Fa. Dideco). In der CECC-Gruppe kam kein modifiziertes Saugerblut-Management zur Anwendung. Zur passiven venösen Drainage wurde ein 1/2-Zoll-Schlauch verwendet.

Modified Adult Perfusion System (MAPS)

In der MAPS-Gruppe bestand das ECC-System aus einer Mast-Rollerpumpe, einer Blasenfalle (Dynamic Bubble Trap, DBT, Fa. Kardialgut), einem Kardiotomiereservoir (D 970 Avant, Fa. Dideco) und einem Oxygenator (D 905 EOS, Fa. Dideco). In der MAPS-Gruppe wurde ein modifiziertes Saugerblut-Management durchgeführt. Bei der vakuumassistierten aktiven venösen Drainage wurde ein 3/8-Zoll-Schlauch verwendet. Die Systemfüllung und die Fremdoberfläche sind minimiert. Unter Anwendung von retrogradem autologen Priming (RAP) [9] ließ sich das effektive Füllvolumen auf ca. 320 ml reduzieren.

KARDIOTECHNISCHES UND CHIRURGISCHES VORGEHEN

Das luftblasenfreie venöse Kanülieren (Abb. 4), das unter Verwendung von MECC-Systemen notwendig ist, konnte auch auf das MAPS-System umgesetzt werden. Somit wurde die Luftblasen-Ak-



Abb. 4: Luftblasenfreies Konnektieren mit der venösen Kanüle

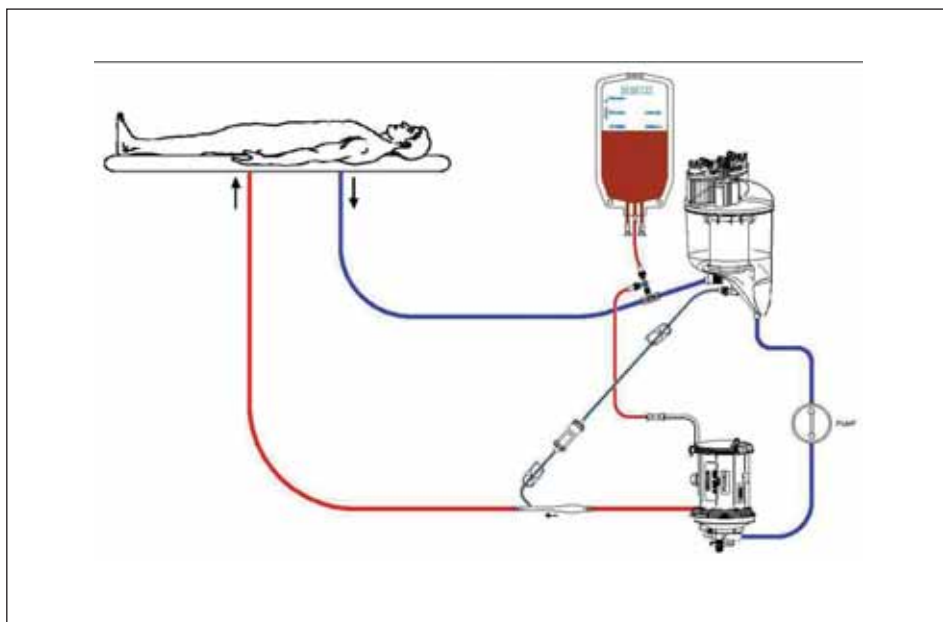


Abb. 5: MAPS-Schema

tivität beim Starten der Perfusion deutlich reduziert und dadurch das retrograde autologe Priming (RAP) des ECC-Systems erleichtert.

Der venöse Schenkel wird mit autologem Blut gefüllt, das verdrängte Priming in den Leerbeutel gefüllt (Abb. 5). Bleibt der Patient hämodynamisch stabil, wird venöses Blut langsam in das Reservoir verschoben, die arterielle Linie nach der DBT geklemmt und das Primingvolumen über die Rezirkulationslinie des Oxygenators in den Leerbeutel gefüllt. Das Restvolumen des ECC-Systems beträgt dann ca. 280 bis 350 ml.

Sauger und Ventblut wurden in der MAPS-Gruppe im oberen Bereich des Zweikammer-Hartschalen-Reservoirs gesammelt und nur bei Bedarf in die Zirkulation gegeben (Abb. 6). Joharchi und Mitarbeiter verglichen inflammatori-

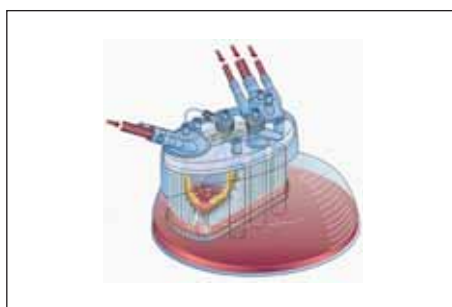


Abb. 6: Der negative Einfluss von Sauger- und Ventblut ist evident. Separation hilft, u. a. die Anzahl von Mikroblasen zu reduzieren.

sche Parameter bei Patienten mit elektiver ACB-Operation, deren Saugerblut verworfen bzw. retransfundierte wurde. Klinisch konnten keine Unterschiede festgestellt werden [10].

DATEN UND ANALYSEN

Kontrolliert wurden je 30 Patienten pro Gruppe (Tab. 1), Ausschlusskriterien waren Notfälle, Re-Operationen, Mehrfacheingriffe.

TRANSFUSIONSKRITERIEN

Als ein Transfusionskriterium gilt während CPB ein Hämoglobin (Hb) unter < 8,0 g/dl oder ein Hämatokrit (Hkt) unter < 24 %. Nach CPB und während des klinischen Aufenthaltes ein Hb unter < 9,5 g/dl oder ein Hkt unter < 28 %.

ERGEBNISSE

Der Hämoglobin-Wert (Abb. 7) lag in der MAPS-Gruppe zu Beginn leicht unter dem Ausgangswert der CECC-Gruppe, nach dem 5. Post-OP-Tag deutlich über dem der CECC-Gruppe. Einen ähnlichen Verlauf konnten wir bei den Thrombozyten sehen.

In beiden Gruppen wurden die Laborparameter, das Primingvolumen und der niedrigste Hämoglobinwert während der EKZ, der postoperative Blutverlust und der Noradrenalinverbrauch miteinander verglichen (Tab. 2).

Das Primingvolumen war in der MAPS-Gruppe signifikant niedriger als in der CECC-Gruppe ($379,1 \pm 62,98$ vs. $1186,5 \pm 86,94$, $p < 0,001$).

Der Hämoglobinwert während der EKZ lag signifikant höher als in der MAPS-Gruppe ($10,5 \pm 0,83$ vs. $8,5 \pm 0,910$, $p < 0,001$) und signifikant höher während der ersten fünf postoperativen Tage (Abb. 8). Unter Anwendung von Sauger- und Ventblut-Separation konnte der Noradrenalinbedarf in der MAPS-Gruppe um über 80 % reduziert werden. Dieses Ergebnis war hoch

	MAPS-Gruppe	CECC-Gruppe	p
Anzahl	30 Patienten	30 Patienten	
Geschlecht	♀ 23,1%, ♂ 76,9%	♀ 26,9%, ♂ 73,1%	
Euroscore	6,8	5,15	
Zu erwartende Mortalität	7,8 %	5,1 %	
Alter (y)	66,6 ± 10,14	68,6 ± 9,22	n. s.
BSA (m ²)	1,98 ± 0,17	1,90 ± 0,14	n. s.
BMI	27,6 ± 2,80	27,0 ± 5,57	n. s.
EF %	53,1 ± 10,22	51,9 ± 10,2	n. s.
Hämoglobin g/dl	13,6 ± 0,81	14,0 ± 1,19	n. s.
Thrombozyten µl	231,3 ± 50,6	236,1 ± 60,77	n. s.
Leukozyten	8,15 ± 2,75	7,30 ± 2,03	n. s.
CRP	0,883 ± 1,21	0,64 ± 0,67	n. s.
Fibrinogen mg/dl	340,8 ± 56,1	322,9 ± 64,7	n. s.
Kreatinin mg/dl	1,08 ± 0,18	1,03 ± 0,266	n. s.
Creatinin Kinase U/l	101,8 ± 76,1	79,0 ± 53,8	n. s.
CK/MB U/l	1,57 ± 0,97	1,73 ± 2,21	n. s.
LDH µl	203,2 ± 76,4	202,0 ± 31,2	n. s.

Tab. 1: Patienten-Daten und präoperative Labor-Parameter

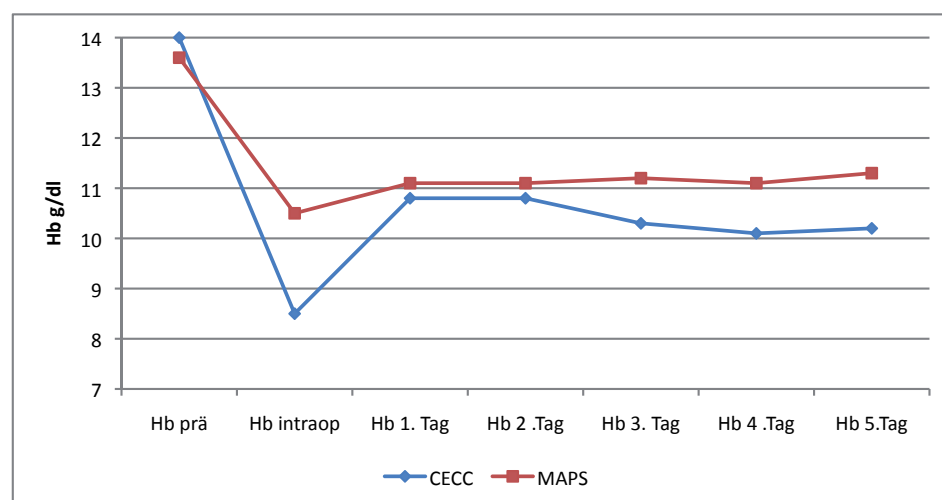


Abb. 7: Hämoglobin-Verlauf

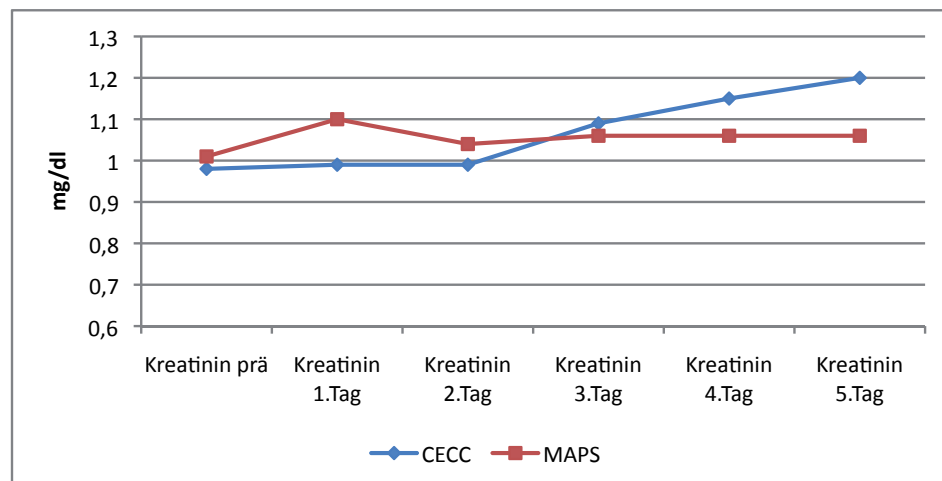


Abb. 8: Kreatinin-Verlauf

signifikant ($4,1 \pm 6,55$ vs. $25,5 \pm 33,28$, $p < 0,001$).

Wir konnten keinen Unterschied beim Verlauf der Thrombozyten, Leukozyten, Creatininkinase, CK/MB und LDH sehen (Tab. 3).

Der Kreatinin-Wert (Abb. 8) war in der MAPS-Gruppe am ersten postoperativen Tag signifikant erhöht, lag aber im weiteren Verlauf nach 5 Tagen unter der CECC-Gruppe, deren Wert weiter anstieg.

Bei den Leukozyten konnte kein großer Unterschied gesehen werden.

Das Fibrinogen war am ersten Post-OP-Tag signifikant höher, der CRP-Verlauf signifikant niedriger als in der CECC-Gruppe.

Der CK-Verlauf lag in der MAPS-Gruppe nach dem ersten Tag unter der CECC-Gruppe, ein ähnliches Bild konnten wir bei dem CK/MB-Verlauf feststellen.

Das LDH lag in der MAPS-Gruppe zu Beginn über, nach 5 Tagen deutlich unter der CECC-Gruppe.

DISKUSSION

Das MAPS-System ist ein in der Praxis sicheres und einfach anzuwendendes miniertes Perfusionssystem. Dieses System stellt nicht nur in der elektiven Koronarchirurgie eine bessere Alternative zum CECC-Perfusionssystem dar, sondern kann auch bei anderen Eingriffen mit vergleichbar besseren Ergebnissen eingesetzt werden.

Dieses MAPS-System unterscheidet sich fundamental von der konventionellen EKZ. Es verfügt über eine reduzierte Fremdoberfläche, kleinere Schläuche (venös 3/8 Zoll), kleineres Füllvolumen und ist komplett beschichtet. Der venöse Einlass unten sorgt bedingt durch den statischen Füllungsstatus des Kardiotomiereservoirs für einen verminderten Oberflächenkontakt.

Unter Verwendung eines Zweikammer-Hartschalen-Reservoirs ist ein modifiziertes Saugerblut-Management durchführbar. Deshalb ist es nachvollziehbar, dass ein geringerer negativer Einfluss auf die zelluläre Blutaktivierung wirkt und die möglicherweise daraus resultierenden Organfunktionsstörungen sich vermindern. Teoh et al. zeigten in einer Studie den Einfluss von Mediatoren (IL 6) auf den Cardiac Index und den peripheren Gefäßwiderstand [11]. Sowohl in der CECC- als auch in der MECC-Gruppe wurde ein mittlerer arterieller Druck zwischen 55 und 75 mmHg angestrebt. Unter Anwendung eines modifizierten Saugerblut-Managements konnte in der MAPS-Gruppe der Noradrenalinverbrauch höchst signifikant gesenkt werden.

	MAPS-Gruppe	CECC-Gruppe	p
ACB	3,2 ± 0,84	3,1 ± 0,57	n. s.
EKZ-Zeit	86,3 ± 18,4	87,7 ± 18,4	n. s.
Klemmzeit ¹	64,8 ± 16,4	67,1 ± 16,7	n. s.
Reperfusion	16,9 ± 4,7	17,6 ± 5,1	n. s.
Priming-Volumen	379,1 ± 62,98	1186,5 ± 86,94	< 0,001
Kardioplegie-Volumen	340 ± 65,7	355 ± 75,8	n. s.
Niedrigster Hb an EKZ	10,5 ± 0,83	8,5 ± 0,910	< 0,001
Drainage-Blut (24 h)	195 ± 69,8	254 ± 130,3	0,044
Noradrenalin (0,01 mg)	4,1 ± 6,55	25,5 ± 33,28	< 0,001
Antifibrinolytikum	Cyklokapron 0,5 g	Aprotinin 1 Mio ²	

Tab. 2: Intraoperative Daten

¹ alle proximalen Anastomosen bei geklemmter Aorta

² Aprotinin wurde bis 2004 verwendet

	MAPS-Gruppe	CECC-Gruppe	p
Hämoglobin g/dl	11,44 ± 0,87	10,74 ± 1,03	0,011
Thrombozyten µl	190 ± 47,74	186 ± 54,32	n. s.
Leukozyten µl	11,32 ± 4,20	9,7 ± 3,61	n. s.
CRP	1,125 ± 2,00	2,227 ± 1,848	0,044
Fibrinogen mg/dl	292,41 ± 61,08	253,88 ± 57,36	0,023
Kreatinin mg/dl	1,11 ± 0,177	0,98 ± 0,243	0,032
Creatinin Kinase U/l	211,7 ± 90,7	203,5 ± 114,8	n. s.
CK/MB U/l	11,08 ± 5,77	11,27 ± 9,28	n. s.
LDH µl	230,3 ± 70,73	217,6 ± 52,55	n. s.
Fremdblut	nein	nein	

Tab. 3: Postoperative Daten nach 1. Tag

Wir konnten in einer Studie [12] bestätigen, dass sowohl der Noradrenalinverbrauch als auch die Mikroblasen-Aktivität deutlich reduziert werden konnten. Eine zunehmende Zahl an Autoren zeigen, dass sich die Verwendung von komplett beschichteten Systemen, reduziertem Füllvolumen und die Minimierung des Blut-Luft-Kontakts günstig auf das klinische Ergebnis für die Patienten auswirken. Beim Einsatz von minimierten EKZ-Systemen ist sowohl von Seiten des Chirurgen als auch des Anästhesisten, aber vor allem auch vom Kardiotechniker eine noch höhere Aufmerksamkeit und Reaktionsbereitschaft erforderlich: Kurz, die Vorteile auf zellulärer und humoraler Ebene sind evident, der Nachteil einer aufwändigeren Handhabung muss durch gute Ausbildung und exzellentes Teamwork im Operationssaal kompensiert werden.

LITERATUR

- [1] Segesser LK v, Tozzi P, Mallbiabrenna I, Jegger D, Horisberger J, Corno A: Miniaturization in cardiopulmonary bypass. *Perfusion* 2003; 18: 219–224
- [2] Wiesenack C, Liebold A, Philipp A et al: Four years' experience with a miniaturized extracorporeal circulation system and its influence on clinical outcome. *Artif Organs* 2004; 28(12): 1082–1088
- [3] Born F: Entwicklung eines minimierten ECC-Systems nach klinikspezifischen Aspekten. *Kardiotechnik* 2008; 1: 3–7
- [4] Göritz S, Schelkle H, Rein JG, Urbanek S: DBT can replace an arterial filter during cardiopulmonary bypass surgery. *Perfusion* 2006; 6 (21): 367–371
- [5] Murer D, Born F, Dreizler T, Schmid O, Haimerl G, Behrens M: Mikroblasenaktivitätsmessung in ECC und Priming. *Swiss-perfusion* 2008; 22: 25–30
- [6] Lipps C, Born F, Dreizler T, Schmid O, Haimerl G, Botha CA, Behrens M: Mikroblasenreduzierung während der ECC. *Swiss-perfusion* 2008; 23: 4–10

[7] Wendel HP: Beschichtungstechniken für Werkstoffe der EKZ-Systeme. In: *Handbuch der Kardiotechnik*, 4. Aufl. 2002; 106–124

[8] Born F: Myokardprotektion mit kardioplegischen Lösungen. In: *Rudolf J. Tschaut: Extrakorporale Zirkulation in Theorie und Praxis*, 2. Aufl. 2005, 345–355

[9] Pfaunder et al: Retrogrades autologes Priming. *Kardiotechnik* 2003; 1: 3–6

[10] Joharchi M, Khosravi A, Westphal B, Steinhoff G: Influence of cardiomy suction blood separation during CPB. *Heart Surgery Forum* 2003; 6: 201

[11] Teoh KH, Bradley CA, Gaudie J, Burrows H: Steroid inhibition of cytokine-mediated vasodilation after warm cardiac surgery. *Circul* 1995; 92: 347–353

[12] Born F, Dreizler T, Lipps C, Schmid O, Starck C, Behrens M: The influence of modified blood management in ECC. Abstract, 37. Jahrestagung DGfK 2008

Frank Born
Herzzentrum Bodensee
Luisenstr. 9 a
78464 Konstanz
born@cardiotechnik.com

Pumpenflussregelung mit dynamischer Vorlastmessung für die extrakorporale kardiopulmonale Unterstützung – ein Lösungsansatz?

ZUSAMMENFASSUNG

Extrakorporalen kardiopulmonalen Unterstützungssystemen fehlt es an Volumenpufferkapazität in Form eines venösen Reservoirs. Somit kann die Aufrechterhaltung des Pumpenflusses bei geringem Patientenfüllvolumen schwierig sein. Hinzu kommt, dass gängige hämodynamische Messwerte und Standardpumpenparameter eine Änderung des Füllvolumens nicht immer deutlich sichtbar machen.

Unlängst haben wir eine alternative Methode zur Überwachung dieses Füllvolumens entwickelt und haben nun für extrakorporale kardiopulmonale Unterstützungssysteme eine Strategie der Flussregelung konzipiert, welche nicht auf gängige Druck- oder Fluss-Servoregulierung basiert. Eine dynamische Messung der Pumpenvorlast ermittelt indirekt das venöse intravaskuläre Volumen, wonach ein Pumpenregler die Drehzahl an das vorhandene drainierbare Volumen anpasst. Im Tierversuch ermöglichte eine solche Volumenangebot-gesteuerte Pumpenregelung, den Pumpenfluss auf 3,2 l/min wiederherzustellen, nachdem dieser infolge eines akuten Blutverlustes von 4,1 l/min auf 1,9 l/min abgefallen war.

Es zeigt sich, dass eine Volumenangebot-gesteuerte Pumpenregelung bei Abnahme des Füllvolumens ein Zeitfenster schafft, um geeignete Maßnahmen einzuleiten, und die kardiopulmonale Unterstützung gewährleisten kann.

SCHLÜSSELWÖRTER

ECMO, Servoregulierung, Zentrifugalpumpe, venöse Drainage

ABSTRACT

Without venous reservoirs, extracorporeal life support systems lack volume buffer capacity. As a result, providing adequate pump flow in situations of low patient filling can be challenging. Moreover, monitoring of changes in filling can be difficult, as common hemodynamic and standard

pump-related parameters may not always reveal a volume change.

We recently developed an alternative method for monitoring filling, and now conceived a flow control strategy for extracorporeal life support, which is different from existing pressure and flow servo controllers. A dynamic measurement of pump preload enables indirect assessment of venous intravascular volume. Subsequently, the pump speed is matched to that volume to maintain drainage flow. In an animal experiment such a reserve-driven pump control was able to restore pump flow back to 3.2 l/min (ca. 80% of the initial level), after flow had dropped from 4.1 to 1.9 l/min due to an acute loss in circulatory volume.

We conclude that under conditions of decreased filling volume a reserve-driven pump control offers a time window to initiate appropriate measures. Moreover, adaptive pump control can maintain cardiopulmonary support.

KEY WORDS

ECMO, servo control, centrifugal pump, venous drainage

EINLEITUNG

Extrakorporale kardiopulmonale Unterstützungssysteme haben, mitunter durch ihren kleinen und meist relativ einfachen Aufbau, bereits in einer Vielzahl von Anwendungen ihren Erfolg gezeigt. So finden sie Anwendung bei akutem und post-chirurgischem Herzversagen, bei perkutanen Eingriffen mit erhöhtem Risiko und auch bei Lungenversagen [1–7]. Abbildung 1 zeigt schematisch ein femoral angeschlossenes extrakorporales kardiopulmonales Unterstützungssystem unter Verwendung einer Zentrifugalpumpe.

Durch das Weglassen des venösen Reservoirs benötigen diese Systeme nur ein geringes Primingvolumen. Hierdurch fehlt es diesen Systemen jedoch an Volumenpufferkapazität und das macht bei niedrigem Füllvolumen des Patienten ein akutes

„Festsaugen“ der Pumpe wahrscheinlich. Im Allgemeinen gewährleistet ein Füllen des Patientenkreislaufs einen ausreichenden Pumpenfluss. Dennoch muss man ein Überfüllen des Patientenkreislaufs wegen der damit in Verbindung gebrachten erhöhten Morbidität und Mortalität vermeiden [8, 9].

Will man nun für solche extrakorporalen kardiopulmonalen Unterstützungssysteme eine Pumpenregelung entwickeln, so sollte diese sowohl bei normalen Füllungssituationen als auch bei Situationen geringen Füllvolumens den Pumpenfluss regeln können bzw. einen Pumpenfluss gewährleisten. Herkömmliche Flussregelungen (Fluss-Servo) arbeiten Flussvorgaben-gesteuert. Im Prinzip beruhen sie auf einem linearen Zusammenhang von Pumpendrehzahl und Pumpenfluss. Sie fördern „blind“ einen gewissen Fluss anhand einer voreingestellten Pumpendrehzahl und steigern diese, um ein Nachlassen des gewünschten Pumpenflusses auszugleichen (Abb. 2).

Wie in einer vorherigen Studie gezeigt [10] und in Abbildung 3 dargestellt, führt

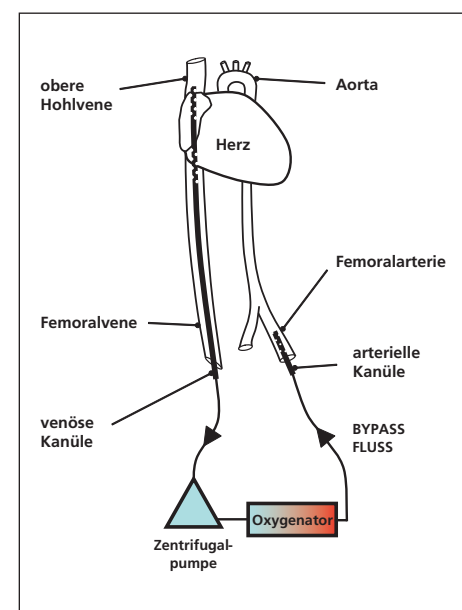


Abb. 1: Schematische Darstellung eines femoral angeschlossenen extrakorporalen kardiopulmonalen Unterstützungssystems

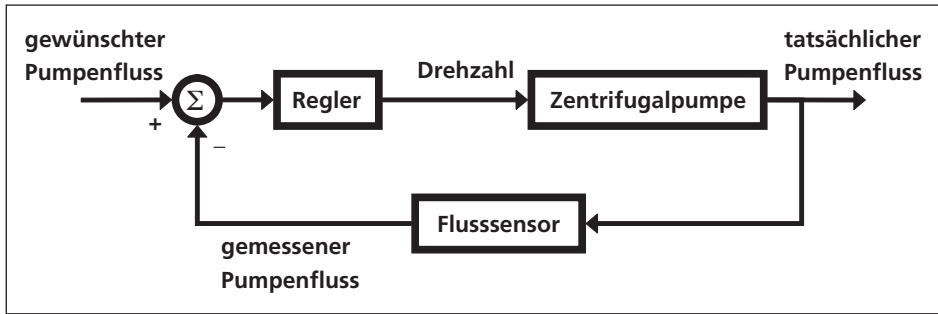


Abb. 2: Blockschaltbild einer herkömmlichen Flussvorgaben-gesteuerten Pumpenregelung, welche bei Abnahme des gewünschten Pumpenflusses die Pumpendrehzahl steigert, und umgekehrt.

bei minimalisierten extrakorporalen Kreisläufen eine Zunahme der Drehzahl bei unzureichendem Füllvolumen zu überproportionaler Drainage mit Festsaugen der venösen Kanüle und akuter Abnahme des Pumpenflusses. Zudem kann bereits eine kurzzeitige Reduktion dieses Volumens zu einer anhaltenden suboptimalen Kreislaufunterstützung führen [11]. Außerdem kennzeichnet sich der Zusammenhang zwischen Pumpendrehzahl, Pumpenfluss und Füllvolumen durch Einrichtungsschleifen (s. Abb. 3). Diese zeigen, dass das Beheben einer überproportionalen Drainage eine Reduzierung der Drehzahl erfordert. Eine anschließende Erhöhung der Drehzahl steigert den Pumpenfluss [12]. Somit zeigt sich, dass eine Flussvorgaben-gesteuerte Regelung bei kritisch-niedrigem Füllvolumen schnell an ihre Grenzen stößt; eine

Flussregelung für solche Kreislaufsysteme sollte also das nicht-lineare Verhalten wie in Abbildung 3 dargestellt berücksichtigen und sich dem Füllvolumen anpassen können, d. h. Volumenangebot-gesteuert sein.

In einer vorherigen Studie haben wir gezeigt, dass kleinste Änderungen des dem Kreislaufunterstützungssystem zur Drainage zur Verfügung stehenden Volumens mittels Überwachung üblicher hämodynamischer und Standardpumpenparameter nicht gemessen werden konnten [12]. Als einzig signifikant stellte sich die Verschiebung der Pumpenfluss-Pumpendrehzahl-Kurve dar (Abb. 4) und wurde mittels Bestimmung des Dynamic Filling Index (DFI, in ml/Umdrehung) auch klinisch nachgewiesen [13].

Das Ziel dieser Tierstudie war es zu zeigen, wie mit Hilfe einer DFI-basierten

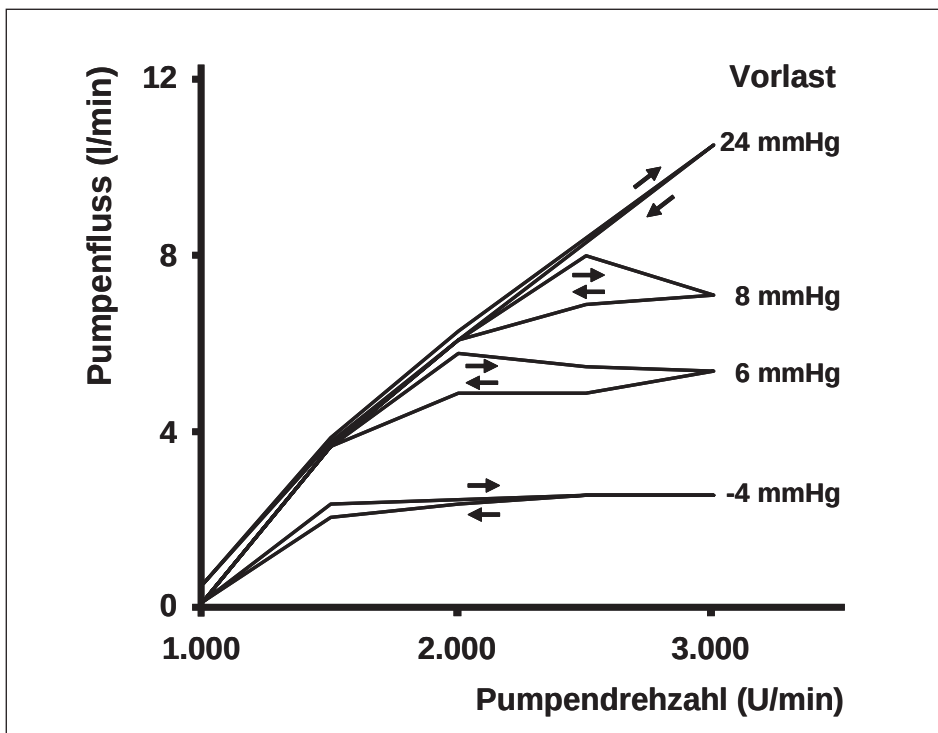


Abb. 3: Der Zusammenhang zwischen Pumpendrehzahl, Vorlast und Pumpenfluss in einem minimalisierten Zentrifugalpumpen-basierten extrakorporalen Kreislauf. Bei ausreichender Vorlast steigt der Pumpenfluss mit zunehmender Pumpendrehzahl nahezu linear (24 mmHg), wogegen bei unzureichender Vorlast der Pumpenfluss abflacht und der anfangs lineare Zusammenhang zu Einrichtungsschleifen konvertiert (unveröffentlichte Daten von [12]).

Pumpenregelung des Füllvolumen automatisch überwacht werden und in Situationen kritischen Füllvolumens der Pumpenfluss so gut wie möglich gewährleistet werden konnte.

MATERIALIEN UND METHODEN

Hardware und Software

Um ein automatisches Ansteuern der Blutförderpumpe zu ermöglichen, wurde die Bedienungskonsole einer Zentrifugalpumpe (Rotaflow32 mit Rotaflow-Antrieb und Bedienungskonsole, Maquet Cardiopulmonary AG, Hirrlingen) mit einem 10-Bit-Digitalpotentiometer versehen (Instrument Development Engineering & Evaluation – IDEE, Maastricht University Medical Center, Maastricht, Niederlande). Eine angebrachte serielle RS232-Kommunikationsverbindung ermöglichte eine PC-geregelte Drehzahlsteuerung. Die bereits werkseitig vorhandene RS232-Schnittstelle an der Rückseite der Konsole diente dem Auslesen der Pumpendrehzahl und des Pumpenflusses. Das Anwenderprogramm zur Pumpensteuerung und zum Einlesen von Pumpendaten wurde programmiert in LabVIEW 8.0 (National Instruments, Austin, TX, USA).

Algorithmus

Das Blockschaltbild des Pumpenregelalgorithmus ist dargestellt in Abbildung 5. Nach der Initialisierung einer DFI-Messung drosselt die Regelung die Pumpendrehzahl dreimal um 100 U/min für eine Dauer von jeweils 10 Sekunden. Anschließend werden die jeweiligen Pumpenflussänderungen ermittelt, und mittels Δ -Pumpenfluss/ Δ -Pumpendrehzahl lässt sich differenziell der DFI errechnen [13].

Nach Vergleich des errechneten DFI mit einem voreingestellten Schwellenwert veranlasst der Algorithmus bei angemessener Drainage die Pumpe, ihre Drehzahl entweder beizubehalten oder mittels einer Zwei-Stufen-Drosselung um effektiv 5 % zu reduzieren. Letzteres dient dem Lösen der festgesaugten Kanüle und dem Wiederherstellen des Pumpenflusses [12]. Der Erfolg der Zwei-Stufen-Drosselung wird in einer nachfolgenden DFI-Messung geprüft.

Tierexperimentelle Vor- und Nachbereitung

Eine weibliche Ziege (66 kg) wurde anästhesiert und intubiert. Nach Thorakotomie und bei einer Gerinnungszeit (ACT) > 480 Sekunden wurde mittels zentraler Kanülierung ein extrakorporales Kreislaufunterstützungssystem installiert (PLS

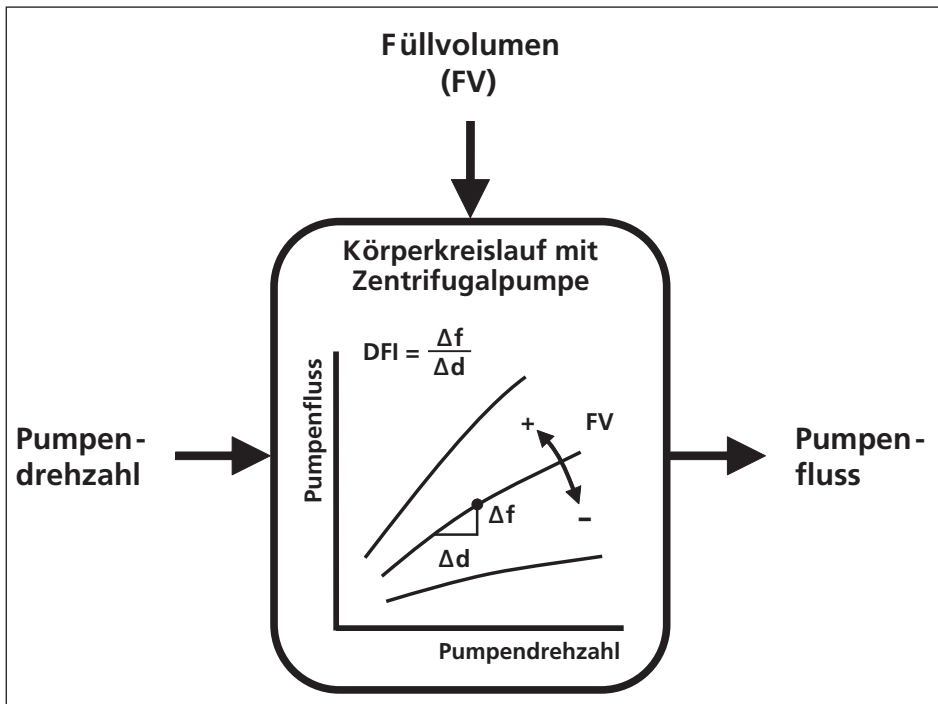


Abb. 4: Die Steigung der Kurve, welche den Zusammenhang zwischen der Pumpendrehzahl der Zentrifugalpumpe, dem Füllvolumen und dem Pumpenfluss beschreibt, lässt sich durch den Dynamic Filling Index (DFI) bestimmen. Die Steigung ändert sich innerhalb eines Pumpendrehzahlbereichs bei sich änderndem Füllvolumen (FV).

Circuit, Maquet Cardiopulmonary AG). Während des Versuchs wurde die Anästhesie mit Propofol i. v. aufrechterhalten. Zur allgemeinen Analgesie wurden Buprenorphin und Flunixin verabreicht. Perioperativ überwachte Parameter umfassten EKG, Blutdruck, Sauerstoffsättigung und Kapnographie. Am Ende des Experiments wurde

die Ziege mit Hilfe einer Überdosis Pentobarbital eingeschläfert. Das Versuchstier wurde in Übereinstimmung mit dem „Leitfaden für die Pflege und Nutzung von Labortieren“ (National Research Council, 1986, NIH Publikation Nr. 86-23, Public Health Service, Washington, DC, USA) gehalten.

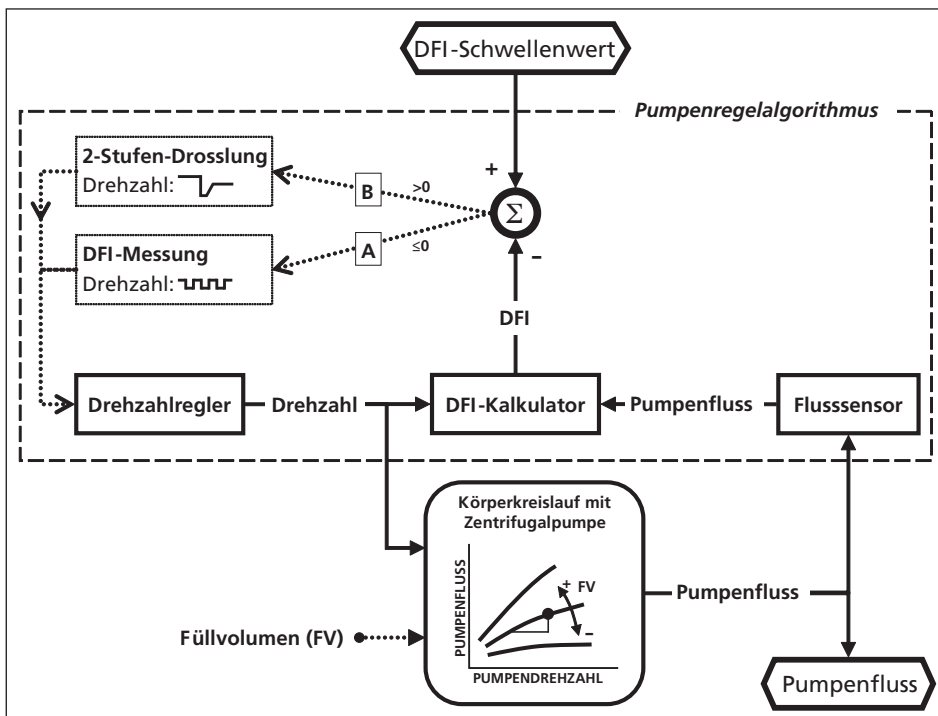


Abb. 5: Das Blockschaltbild stellt den Pumpenregelalgorithmus dar, welcher auf dem Dynamic Filling Index (DFI) basiert. Nach einem Vergleich mit dem DFI-Schwellenwert wird die Drehzahl entweder beibehalten bis zur nächsten DFI-Messung (Option A) oder gedrosselt mittels einer Zwei-Stufen-Drosselung, wenn der gemessene DFI sich als zu gering erweist (Option B).

Protokoll

Nach Erreichen eines stabilen Bypassflusses wurde die Pumpensteuerung von manuell auf PC umgeschaltet und ein DFI-Grundwert bestimmt. Ein DFI-Schwellenwert wurde errechnet nach $DFI\text{-Schwellenwert} = \frac{1}{2} \cdot DFI\text{-Grundwert}$, welcher in die Software eingegeben wurde. Um einen akuten Verlust des Füllvolumens zu induzieren, wurde 0,5 Liter Blut (etwa 10–15 % des gesamten Blutvolumens) über die arterielle Kanüle dem extrakorporalen Kreislauf entnommen.

ERGEBNISSE

Das Ergebnis der tierexperimentellen Anwendung der DFI-basierten Pumpenregelung ist in Abbildung 6 dargestellt. Sequenzen von Pumpendrehzahlmanipulationen um jeweils 100 U/min sind deutlich sichtbar im Verlauf von Drehzahl und Pumpenfluss. Zu Anfang des Experiments konnte bei einer Pumpendrehzahl von 3.200 U/min ein stabiler Pumpenfluss von 4,1 l/min erzielt werden. Eine Bestimmung des DFI-Grundwertes ergab einen DFI von 1,7 ml/U (A) und einen folglich DFI-Schwellenwert von 0,85 ml/U. Ein akutes Reduzieren des Füllvolumens (Pfeil) führte nach etwa einer Minute zu einem instabilen Flussbild (B). Infolge der anhaltenden überproportionalen Drainage zeigte sich ein stark reduzierter Pumpenfluss von 1,9 l/min (C). Drei aufeinanderfolgende Zwei-Stufen-Drosselungen mit einer Reduzierung der Pumpendrehzahl um insgesamt effektiv 15 %, runter auf 2.700 U/min (C–E), konnte einen Anstieg des Pumpenflusses auf 3,2 l/min erzielen (F). Weitere Überwachung mittels DFI-Messung (G, H) ergab eine Drainageeffizienz ähnlich der Anfangssituation.

DISKUSSION

In dieser Studie wurde eine Volumenangebot-gesteuerte Pumpenregelung unter Verwendung des Dynamic Filling Index (DFI) für extrakorporale Kreislaufunterstützungssysteme im Tiermodell angewendet. Bei einem kritisch niedrigen Füllvolumen konnte der eingebaute Algorithmus die Drainage wiederherstellen und war in der Lage, den bestmöglichen Bypassfluss aufrechtzuerhalten.

Der DFI zeigt die Drainageeffizienz und quantifiziert das Volumen, das pro Pumpenzyklus vorhanden ist. Im Gegensatz zum Pumpenfluss, welcher nur auf 80 % des Anfangswertes wiederhergestellt werden konnte, waren die Werte des DFI nach drei durchgeführten Zwei-Stufen-Drosselungen der Pumpendrehzahl ähnlich

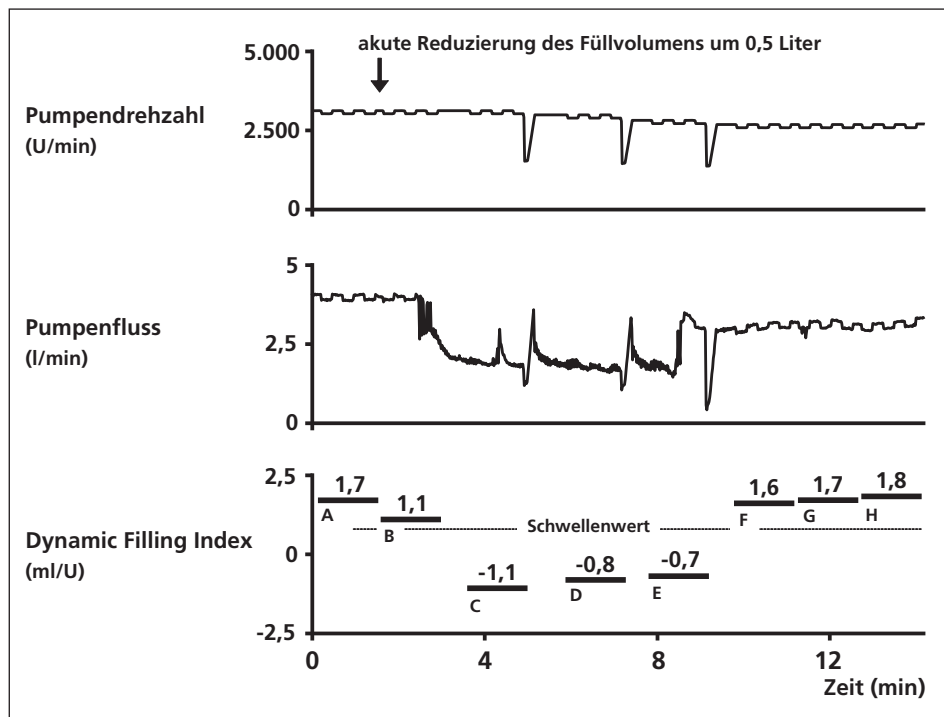


Abb. 6: Eine akute Reduzierung des Füllvolumens (Pfeil) führte zu einer Abnahme des Pumpenflusses. Ein unzureichendes Volumen, welches der Flussabnahme zugrunde lag, spiegelte sich wider in einem reduzierten DFI. Bei Unterschreiten des DFI-Schwellenwertes reduzierte die Regelung die Pumpendrehzahl mittels Zwei-Stufen-Drosselungen. (A) Stabiler Pumpenfluss; (B–E) im DFI sich widerspiegelnde überproportionale Drainage mit starker Abnahme des Pumpenflusses; (F–H) ein zu 80 % wiederhergestellter Pumpenfluss mit einem DFI nahe dem Ausgangswert.

der vor Reduzierung des Füllvolumens (s. Abb. 6, A: 1,7 ml/U und G, H: 1,8 ml/U). Obwohl dieser Bypassfluss von 3,2 l/min als suboptimal zu bezeichnen ist, lag er deutlich höher als der, welcher ohne Pumpenregelung zur Verfügung stand (< 2 l/min, Abbildung 6, C–E). Der Pumpenfluss von 3,2 l/min war der bei diesen Vorlastbedingungen maximal zur Verfügung stehende Fluss. Ein Wiederherstellen des Initialwerts des Pumpenflusses von 4,1 l/min konnte nicht erreicht werden. Dies war auch zu erwarten, da dem Kreislauf effektiv 0,5 l Blut fehlten. Das Experiment zeigt also, dass geschicktes Anpassen der Pumpendrehzahl die Drainageeffizienz wiederherstellen kann und ein Steigern des Pumpenflusses nach Verlust von zirkulierendem Blutvolumen ermöglicht.

Bei extrakorporalen Kreislaufunterstützungssystemen bilden das venöse Volumen (oder Füllvolumen) und der arterielle Blutdruck jeweils die Pumpenvor- und -nachlast (s. Abb. 1). Eine Abnahme des Füllvolumens bewirkt eine Abnahme des Pumpenflusses und DFI (s. Abb. 3 und 4). Aber auch ein Anstieg des arteriellen Blutdrucks bewirkt eine Abnahme von Fluss und Index. Somit könnte, obwohl ausreichend Füllvolumen vorhanden wäre, ein Anstieg des arteriellen Blutdrucks die Regelung veranlassen, die Pumpendrehzahl zu drosseln. Nach mehrtägiger Anwendung

eines extrakorporalen Kreislaufunterstützungssystems auf der Intensivstation hat sich die Hämodynamik des Patienten meist stabilisiert und patientenbedingte Schwankungen der Pumpennachlast sind relativ geringfügig. Wenn in diesen Situationen der Pumpenfluss (und DFI) stark abnimmt, ist als Ursache ein reduziertes Füllvolumen wahrscheinlich, zumal bereits eine geringe Abnahme dieses Volumens um nur 10 % zu einer mehr als 50%igen Abnahme des Pumpenflusses führen kann (s. Abb. 6). Eine andere Ursache für das starke Abnehmen des Pumpenflusses und DFI kann das Verschieben des Arbeitspunktes der Pumpe in Richtung des sogenannten „shut-off head“ [14] infolge eines Oxygenatorverschlusses sein. Ein solcher Verschluss ist jedoch mittels Bestimmung des Druckgradienten über den Oxygenator einfach festzustellen bzw. auszuschließen.

In der Literatur wird bei einer detektierten überproportionalen Drainage vorgeschlagen, die Pumpendrehzahl schrittweise bis auf eine Mindestgeschwindigkeit zu drosseln. Anschließend wird die Pumpe schrittweise hochgefahren [15, 16]. Der hier von uns vorgestellte Regelalgorithmus drosselt die Pumpendrehzahl abrupt, bevor sie auf 95 % des Anfangswertes hochgefahren wird. Beide Ansätze haben ihre Wirksamkeit gezeigt und sind darauf ausgerichtet, den höchstmöglichen Pumpenfluss zu

erzielen. Zudem gewährleisten sie während der Drehzahljustierung eine gewisse Unterstützung, wodurch ein Shunting vermieden und zugleich eine Stauung von Blut minimiert wird. Sicherheit und Effektivität des vorliegenden Regelalgorithmus wie auch die Anpassung des Pumpenflusses an ein wiederhergestelltes Füllvolumen sind in weiteren Studien zu untersuchen.

Die Anwendung einer rein Flussvorgaben-gesteuerten Pumpenflussregelung (s. Abb. 2) in der extrakorporalen kardiopulmonalen Unterstützung birgt das Risiko eines drastisch verminderten Pumpenflusses bei nur leichter Abnahme des Patientfüllvolumens. Eine Druckvorgaben-gesteuerte Pumpenregelung unter Verwendung des Ansaugdruckes in der venösen Kanüle könnte überproportionale Drainage verhindern. Eine solche Regelung fokussiert jedoch nicht auf die eigentliche Aufgabe: die Qualität und das Maß lebenswichtiger Kreislaufunterstützung. Bei Unterschreiten eines Druckmindestwertes drosselt sie schlichtweg die Drehzahl und löst im Extremfall einen Pumpenstopp aus, womit die Unterstützung zum Stehen kommt. Hinzu kommt, dass der am Pumpeneinlass gemessene Druck und andere am Patienten gemessene Drücke irreführend sein können. So sind sie abhängig von Pumpenhöhe in Relation zu Herz- oder Sensorhöhe [14, 17], welche sich bei Transport oder Manipulationen des Patienten leicht ändern können. Zudem eignen sie sich weniger, um kleinste Änderungen des Füllvolumens darzustellen [8, 12, 13, 18]. Somit könnte der DFI Verwendung finden in Situationen, bei denen ein sich änderndes Volumenverhältnis frühzeitiger Alarmierung bedarf.

SCHLUSSFOLGERUNG

Der hier vorgestellte Lösungsansatz einer Volumenangebot-gesteuerten Pumpenregelung unter Verwendung des Dynamic Filling Index für extrakorporale kardiopulmonale Unterstützungssysteme ermöglicht das Aufspüren von reduziertem Füllvolumen. Dadurch, dass eine solche Pumpenregelung bei Abnahme des Füllvolumens ein Zeitfenster schafft, um geeignete Maßnahmen einzuleiten, kann sie ein erstes Sicherungssystem darstellen, welches sowohl das Ausmaß als auch die Dauer einer Hypoperfusion minimiert.

DANKSAGUNG

Die Autoren danken der Firma Maquet Cardiopulmonary AG (Hirrlingen, Deutschland) für technischen Support und Bereit-

stellung von Materialien. Zudem sind sie wegen der vielen anregenden Diskussionen Herrn Patrick R. G. Blyau und Herrn Pieter Wortel zu Dank verpflichtet.

Vorgetragen auf der 38. Internationalen Fortbildungs- und Arbeitstagung der Deutschen Gesellschaft für Kardiotechnik e. V., 6.–8. November 2009, Weimar.

LITERATUR

[1] Müller T, Bienek R, Claus T, Müller P, Albes J: PTCA mit MECC im Herzkatheterlabor bei einem 82-jährigen Patienten. *Kardiotechnik* 2004; 4:113

[2] Abdel-Rahman U, Keller H, Özaslan F, Martens S, Moritz A, Wimmer-Greinecker G: Erfahrungen mit einem geschlossenen minierten EKZ-System (CORx). *Kardiotechnik* 2005; 4:113–118

[3] Born F, Lipps C, Dreizler T, Schmid O, Starck C, Behrens M: Entwicklung eines minierten EKZ-Systems nach klinik-spezifischen Aspekten. *Kardiotechnik* 2008; 1: 3–7

[4] Bartlett RH, Roloff DW, Custer JR, Younger JG, Hirschl RB: Extracorporeal life support: the University of Michigan experience. *Jama* 2000; 283: 904–908

[5] Philipp A, Foltan M, Schettler F, Gietl M, Thrum A, Schmidt S et al: Langzeitfunktion von Oxygenatoren bei extrakorporaler

Lungenunterstützung. *Kardiotechnik* 2009; 1: 3–7

[6] Madershahian N, Wippermann J, Wittwer T, Strauch J, Choi YH, Liebing K et al: Venoarterielle ECMO zur Therapie des therapie-refraktären ARDS bei adultem Polytrauma. *Kardiotechnik* 2007; 4: 98–101

[7] Peek GJ, Mugford M, Tiruvoipati R, Wilson A, Allen E, Thalanany MM et al: Efficacy and economic assessment of conventional ventilatory support versus extracorporeal membrane oxygenation for severe adult respiratory failure (CESAR): a multicentre randomised controlled trial. *Lancet* 2009; 374: 1351–1363

[8] Androne AS, Hryniewicz K, Hudaihed A, Mancini D, Lamanca J, Katz SD: Relation of unrecognized hypervolemia in chronic heart failure to clinical status, hemodynamics, and patient outcomes. *Am J Cardiol* 2004; 93: 1254–1259

[9] Lowell JA, Schifferdecker C, Driscoll DF, Benotti PN, Bistrian BR: Postoperative fluid overload: not a benign problem. *Crit Care Med* 1990; 18: 728–733

[10] Simons AP, Ganushchak Y, Wortel P, van der Nagel T, van der Veen FH, de Jong DS et al: Laboratory performance testing of venous cannulae during inlet obstruction. *Artif Organs* 2008; 32: 566–571

[11] Reesink K, Dekker A, Van der Nagel T, Beghi C, Leonardi F, Botti P et al: Suction due to left ventricular assist: implications for device control and management. *Artif Organs* 2007; 31: 542–549

[12] Simons AP, Reesink KD, Molegraaf GV, van der Nagel T, de Jong MMJ, Severdija EE

et al: An in vitro and in vivo study of the detection and reversal of venous collapse during extracorporeal life support. *Artif Organs* 2007; 31: 152–159

[13] Simons AP, Reesink KD, Lancé MD, van der Veen FH, de Jong DS, Weerwind PW et al: Dynamic filling index: A novel parameter to monitor circulatory filling during minimized extracorporeal bypass. *Eur J Cardiothorac Surg* 2009; 36:330–334

[14] Bachus L, Custodio A: Know and understand centrifugal pumps. Chapter 7: Understanding pump curves. Oxford 2003, Elsevier

[15] Vollkron M, Schima H, Huber L, Benkowski R, Morello G, Wieselthaler G: Development of a reliable automatic speed control system for rotary blood pumps. *J Heart Lung Transplant* 2005; 24: 1878–1885

[16] Ohuchi K, Kikugawa D, Takahashi K, Uemura M, Nakamura M, Murakami T et al: Control strategy for rotary blood pumps. *Artif Organs* 2001; 25: 366–370

[17] Magder S: Central venous pressure monitoring. *Current Opin Crit Care* 2006; 12: 219–227

[18] Gelman S: Venous function and central venous pressure: a physiologic story. *Anesthesiol* 2008; 108: 735–748

Dipl.-Ing. (FH) Antoine P. Simons, MSc
Klinik für Herz-Thoraxchirurgie
Maastricht University Medical Center
Postfach 5800
6202 AZ Maastricht/Niederlande
antoinepsimons@ctc.unimaas.nl

Herzzentrum mit Tradition: Zentralklinik Bad Berka GmbH



Zentralklinik **Bad Berka**

Unser Haus liegt im Vorland des Thüringer Waldes, nur 25 Kilometer von der Landeshauptstadt Erfurt entfernt. Hier in der grünen Mitte Deutschlands blicken wir auf einen traditionsreichen Ort, der sich der Genesung und Gesundheit verschrieben hat.

Die Anfänge der heutigen Zentralklinik Bad Berka GmbH liegen im 18. Jahrhundert. Die bahnbrechende Entdeckung des Erregers der Tuberkulose durch Robert Koch 1882 gab der bestehenden Heilstättenbewegung neue Impulse. Am 14. Oktober 1898 wurde eine solche Heilstätte zur Bekämpfung der Tuberkulose hier in Bad Berka als Einrichtung des „Patriotischen Institutes für Sachsen“ in Vereinbarung mit der Thüringischen Alters- und Invalidenversicherung ihrer Bestimmung übergeben. Sie erhielt den Namen „Sophienheilstätte“ nach der Großherzogin Sophie. Durch den wachsenden Bedarf und die starke Ausbreitung der Tuberkulose, besonders nach dem Ersten und Zweiten Weltkrieg, waren die Kapazitäten der Sophienheilstätte schnell erschöpft.

So überzeugte der damalige Ärztliche Direktor Prof. Dr. Tegtmeier das Ministerium für Gesundheitswesen der DDR davon, etwas grundsätzlich Neues zu schaffen. Daraufhin wurde im Juni 1951 mit dem Bau der Klinik begonnen. 1957, nach Fertigstellung der Zentralklinik Bad Berka mit 1.090 Betten, war diese die größte Klinik zur Tuberkulosebehandlung auf dem Gebiet der DDR.

In den folgenden Jahren ergab sich durch den starken Rückgang der Neuerkrankungen durch Tuberkulose die Notwendigkeit einer Orientierung auf neue Schwerpunkte in der Klinik. Neben der Behandlung der Lungenerkrankungen waren es die herzchirurgischen Krankheitsbilder, für die freiwerdende Kapazitäten genutzt werden konnten.

Vom damaligen leitenden Thoraxchirurgen, Prof. Dr. Hasche, wurde 1962 die erste Klappensprengung einer Mitralklappenstenose durchgeführt. Dieser Eingriff bahnte den Weg zur Entwicklung der Herzchirurgie in dieser Klinik. 1963 folgten die ersten Operationen an den herznahen großen Gefäßen und 1965 die ersten Herzschrittmacherimplantationen. Die Zentralklinik erhielt 1966 die Anerkennung als erstes nichtuniversitäres Herzzentrum der DDR. Sie war damit eines von fünf Herzzentren im Osten Deutschlands und zugleich eine der leistungsstärksten Kliniken Deutschlands in dieser Zeit. Bis heute wurden 36.930 Operationen mit der Herz-Lungen-Maschine in Bad Berka durchgeführt.

Natürlich waren die ersten Jahre der Entwicklung von einem vorsichtigen und allmählichen Herantasten an die verschiedenen Methoden – zunächst an die geschlossenen Operationen ohne Anwendung der Herz-Lungen-Maschine (HLM) – gekennzeichnet. Nach Einführung der Operationen am offenen Herzen wurden seit

1968 bereits komplexe Operationen mit HLM durchgeführt. Mit zunehmender Einführung der HLM in den 60er Jahren war die entscheidende Voraussetzung für die rasche Entwicklung einer modernen Herzchirurgie gegeben.

Von 1962 bis 1973 bestand eine allgemeine Abteilung für Thorax- und Herzchirurgie. 1974 entwickelte sich die kardiologische Abteilung. Unter der Leitung des damaligen Chefarztes und Ärztlichen Direktors, OMR Prof. Dr. sc. med. Ursinus, wurde 1976 die Klinik für Herzchirurgie gegründet. Mit seinem Engagement sorgte Prof. Ursinus bis 1990 für das stetige Wachstum der Herzchirurgie und setzte konsequent neue Erfahrungen und Entwicklungen von Operationsverfahren um. Somit erlangte die Zentralklinik einen Ruf als eines der modernsten und führenden Herzzentren der DDR, welches auch weit darüber hinaus bekannt war.

In dieser Zeit wurden die Herz-Lungen-Maschinen von Ärzten der Anästhesie (Perfusionisten) bedient. Oxygenatoren und Schlauchmaterial wurden aus Westdeutschland bezogen und mussten im Fünfjahresplan als Deviseninvestition geplant werden. Die Pflegekräfte der Anästhesieabteilung, von denen heute einige noch hier in der Kardiotechnik arbeiten, waren für



Abb. 1: Die Klinik, wie sie in den 1960er bis 1990er Jahren aussah



Abb. 2: Prof. Ursinus, erster Chefarzt



Abb. 3: HLM (sog. Gündel-Maschine) in den 70er Jahren

die Vor- und Nachsorge der Maschinen zuständig. Die HLMs, die uns in dieser Zeit zur Verfügung standen, wurden in der DDR entwickelt und gebaut.

Bis 1994 arbeitete die Herzchirurgie in zwei Operationssälen, in denen pro Jahr ca. 600 Operationen mit HLM durchgeführt wurden. Das Spektrum erstreckte sich über die Kinderchirurgie der angeborenen Herzkrankheiten bis zur Herzchirurgie der erworbenen Herzleiden bei Erwachsenen. Auch in unserer Klinik war mit dem Ausbau der Herzchirurgie die Notwendigkeit einer eigenständigen kardiotechnischen Abteilung gegeben. Unter der Leitung von Herrn Schilling (Diplom-Ingenieur für Medizintechnik) und fünf weiteren Mitarbeitern aus Pflege, Labor und Medizintechnik entstand 1990 die Kardiotechnik in Bad Berka.

In den folgenden Jahren änderten sich die inneren und äußeren Strukturen der Zentralklinik. Mit der Privatisierung unserer Klinik und der damit verbundenen Optimierung bestand auch die Notwendigkeit, bauliche Veränderungen durchzuführen. Ein neuer Intensiv- und Operationstrakt kam ab 1994 zum Einsatz.

Jährlich werden heute etwa 1.000 Patienten mit HLM operiert. Es werden alle Erkrankungen des Herzens im Erwachsenenalter behandelt – von Bypassoperationen, Klappenoperationen bis zu Operationen der großen Gefäße. Mit der Veränderung des Patientenguts sind heutzutage viele Kombinationseingriffe an der Tagesordnung.

In den letzten zwei Jahren, unter der Leitung von Chefarzt Dr. Kuntze, haben die Verfahren der minimal-invasiven Chirurgie und der Rhythmustherapie stark an Bedeutung zugenommen. So werden Mitralklappenoperationen in MIC-Technik (rechtsseitige Thorakotomie) und Single-Lima-Bypass (linksseitige Thorakotomie) durchgeführt. Auch Ablationsverfahren in Kryo- oder Hochfrequenztechnik nehmen immer mehr zu. Seit 2009 haben sich die Verfahren des transapikalen und transfemorale Aortenklappenersatzes etabliert.

Diese Eingriffe werden seit Januar 2010 im neu erbauten Hybridsaal durchgeführt.

Unsere Abteilung besteht derzeit aus fünf Mitarbeitern. Wir sind ein Team, welches schon 20 Jahre zusammenarbeitet. Alle Kollegen sind seit Beginn der Kardiotechnik in Bad Berka dabei. Unser Aufgabengebiet erstreckt sich vom Führen der Herz-Lungen-Maschine über elektrophysiologische Messungen bei Herzschrittmacherimplantationen, Stand-by bei Operationen ohne HLM bis hin zum Vorbereiten der Katheterklappen.

Unterstützungssysteme wie IABP, Impella, PECLA und ECMO werden von den Mitarbeitern der Kardiotechnik bereitgestellt und im weiteren therapeutischen Verlauf betreut – sei es auf der Intensivstation, der kardiologischen Intensiv oder im Herzkatheterlabor. Datenverarbeitung, Statistiken und Qualitätssicherung zählen ebenfalls zu den Aufgaben der Kollegen.

Auch für Aus- und Weiterbildungsveranstaltungen steht die Kardiotechnik zur Verfügung. Seit einigen Jahren begleiten wir die Pflegediensttage in unserem Haus, um Mitarbeitern anderer Kliniken die Technik und Arbeit der Kardiotechnik näherzubringen. Jährlich können die Studenten der medizinisch-technischen Fachhochschule im fakul-

tativen Unterricht unsere Arbeit kennenlernen. Da die Zentralklinik Bad Berka GmbH eine staatlich anerkannte Aus- und Weiterbildungsstätte der deutschen Krankenhausgesellschaft DKG für Fachkräfte im anästhesiologischen und intensivpflegerischen Bereich ist, haben wir im Lehrplan Unterrichtseinheiten der Kardiotechnik fest etabliert. Hier lernen die angehenden Fachpflegekräfte den Umgang mit Patienten mit Assist-Systemen und bekommen den Aufbau und die Funktion der HLM vermittelt. Auch in den eigenen Reihen sorgen wir für Nachwuchs. So wurde ab 1. April 2010 ein Kollege aus der Pflege zur Ausbildung an die Akademie für Kardiotechnik nach Berlin delegiert.

Wie sicherlich auch an anderen Orten, wird auch in unserer Klinik die Frage nach der zukünftigen Entwicklung gestellt. Durch gute Zusammenarbeit mit anderen Fakultäten und Abteilungen, durch konstruktive Denkweisen wird es uns möglich sein, weiterhin das Berufsbild des Kardiotechnikers zu festigen und sein Arbeitsfeld weiterzuentwickeln.

Peter Moldenhauer
Leitender Kardiotechniker
Zentralklinik Bad Berka GmbH
Robert-Koch-Allee 9
99437 Bad Berka



Abb. 4: Das Team der Kardiotechniker (v. l. n. r.): Peter Moldenhauer, lfd. Kardiotechniker, Gerald Fahrig, Stv., Ekkehard Gießel, Wolfgang Niegisch, Ralf Berger, Tino Wolfram, Azubi AfK



Abb. 5: Heutige Größe der Zentralklinik Bad Berka

39. Jahrestagung der DGTHG, 14.–17. Februar 2010, Stuttgart

Zum zweiten Mal fand der Herzchirurgenkongress in Stuttgart statt. Unter dem Motto „Mit Herz und Verstand“ trafen sich rund 2.000 Teilnehmer – davon 180 Kardiotechniker, denen 479 Vorträge geboten wurden.

Der Tagungspräsident, Prof. Rüdiger Lange, wies darauf hin, dass bei aller Begeisterung für neue Technologien und die damit verbundenen Optionen jedoch an erster Stelle ein verantwortungsbewusster Einsatz dieser Methoden stehen sollte. Nicht alles, was technisch machbar ist, muss auch wirklich im Interesse des Patienten sein.

Im Zuge komplexer werdender Behandlungsstrategien werden zunehmend interdisziplinäre, individuell auf den Patienten zugeschnittene Therapieansätze verfolgt. Um dieser Entwicklung gerecht zu werden, wurden „Joint Sessions“ mit den Bereichen (Kinder-)Kardiologie, Thorax- und Gefäßchirurgie sowie Kardiotechnik eingerichtet.

Am 16.2.10 wurden zwei Vortragsblöcke zu den Themen „Extrakorporale Verfahren allgemein“ und „Patiententransport mit extrakorporalen Systemen“ den anwesenden Kardiotechnikern und Ärzten angeboten, die zahlreich besucht und von sehr hohem Niveau geprägt waren. Unser Kollege Frank Münch, Erlangen, eröffnete den ersten Vortragsblock (SL: Adrian Bauer/Dr. Herold) mit einer sehr guten Übersicht über Nutzen und Risiken bei ECMO-Therapien.

Auch der anschließende Vortrag war hochinteressant und sehr kurzweilig. Dr. R. Albrecht, Chefarzt der Schweizer Rega (Schweizerische Rettungsflugwacht) berichtete über unterschiedliche Patiententransporte mit der mobilen HLM im Rega-Jet und führte gleichzeitig in gewisse Spezialitäten der Aviatik ein, hier vor allem bei Start und Landung.

Eine äußerst präzise und sehr gut gearbeitete Standortbestimmung über extrakorporale Lungenunterstützungsverfahren wurde von unserem Kollegen Alois Philipp, Regensburg, präsentiert. Der Fortbildungswert war hier besonders groß, da A. Philipp einen umfangreichen Überblick über die einzelnen Verfahren mit ihren Unterschieden sowie Vor- und Nachteilen gab.

Ergänzend zum Patiententransport in einem Jet mit Druckkammer berichtete unser Kollege Dr. Dirk Buchwald, Bochum, über Patiententransporte mit ECLS-System im Helikopter. Mit scharfem Blick auf die Details, die gesetzlichen Vorgaben und auch auf die versicherungsrelevanten Fakten schloss er seinen Vortrag ab, der große Anerkennung fand.

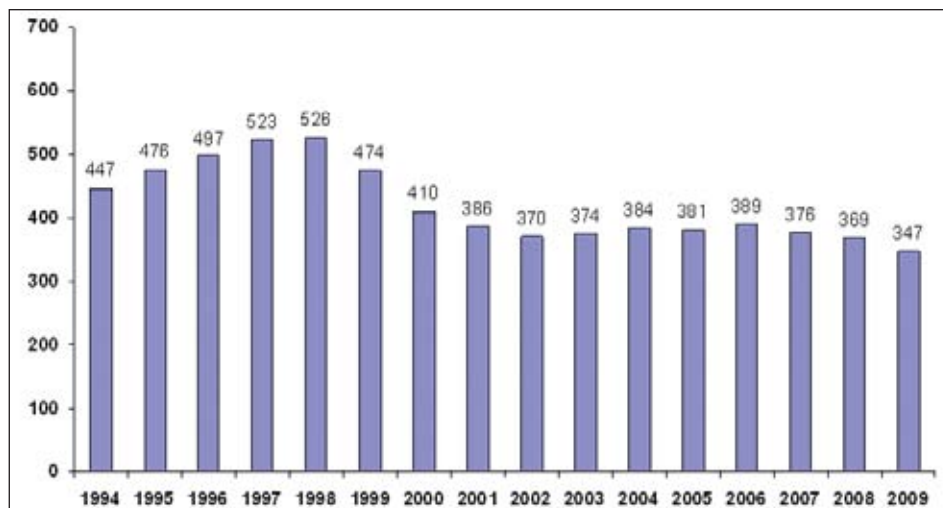
Der zweite Vortragsblock wurde am Dienstagnachmittag unter dem Vorsitz von unserem Kollegen Christoph Benk und OA Dr. Bernhard Voss eröffnet. Unser Kollege Frank Born, Konstanz, welcher inzwischen große Erfahrung im Patiententransport mit mobiler HLM hat, referierte über die technischen Anforderungen eines mobilen ECLS-Systems. Der Vortrag von Jo-

hannes Gehron, Gießen, über die Analyse der Fibrinspaltprodukte (D-Dimere) hatte einen sehr starken wissenschaftlichen Ansatz und bildete einen gewissen Gegenpart zu den anderen Vorträgen, war jedoch nicht weniger interessant. Unser Kollege Christian Ulrich, Coswig, beendete den Vortragsblock mit zwei Fallbeispielen über Postkardiotomie-Versagen und anschließendem Interhospitaltransport. Unabhängig vom ernstesten Hintergrund dieser Fälle war die amüsante Einschätzung von C. Ulrich über die statistische Möglichkeit in Sachsen-Anhalt, einen akuten Myokardinfarkt zu erleiden, und den Chancen, rechtzeitig zu einem Linksherzkatheterplatz zu gelangen. Deshalb fordert er zu Recht, Netzwerke aufzubauen, so dass es auch in schwächer versorgten Regionen möglich ist, schnell und adäquat mit einem transportablen Unterstützungssystem Patienten versorgen zu können.

Beide Vortragsblöcke waren ein voller Erfolg und besonderer Dank gilt dem wissenschaftlichen Leiter und wissenschaftlichen Beirat für die Organisation, den Referenten für die hochwertigen Vorträge und, last but not least, dem Auditorium für das große Interesse an dieser Sitzung.

Auf der Pressekonferenz der Tagung wurden u. a. auch die Leistungszahlen der Herzchirurgie 2009 präsentiert. Neben dem leichten Rückgang der Gesamt-OP mit HLM auf rund 96.000 Eingriffe fällt die gesunkene Zahl von Herztransplantationen auf. Mit 347 Transplantationen insgesamt wurde der niedrigste Stand seit der Wiedervereinigung erreicht. Grund für den Rückgang ist die mangelnde Bereitschaft zur Organspende, obwohl derzeit rund 950 Patienten in Deutschland auf eine Transplantation warten.

Gernot Hipp, RBK Stuttgart
Gunter Morche, Hamburg



Herztransplantationen 1994–2009. Quelle: DGTHG

Neues aus der Industrie

NEUER FIRMENSITZ VON LIFE SYSTEMS MEDIZINTECHNIK-SERVICES

Der Marktführer im Bereich der Perfusionsdienstleistung, LIFE SYSTEMS MEDIZINTECHNIK-SERVICES GMBH, hat einen neuen Firmensitz:

Schlossstraße 525
41238 Mönchengladbach
Telefon: 02166-14402 0
Fax: 02166-14402 15

wurde komplett ausgeschlossen. Die notwendigen Tests für die 14-Tage-CE-Zertifizierung konnten dadurch erfolgreich absolviert werden (www.eurosets.it).

ECMO-OXYGENATOR MIT 14-TAGE-ZULASSUNG

EUROSETS Srl (Medolla, Italien) hat seine Produktpalette jüngst erweitert und einen Oxygenator konstruiert, der die CE-Zertifizierung für den klinischen Einsatz von bis zu 14 Tagen erhalten hat. Der steigende Bedarf (laut ELSO-Register u. a. auch durch H1N1) mit langen Laufzeiten und großen Sicherheitsansprüchen hat die erfahrenen EUROSETS-Ingenieure zur Entwicklung des speziellen ALONE ECMO veranlasst.

Die Spezifikationen:

- PMP-Faserpaket mit 1,81 m² Oberfläche
- inaktive und wenig thrombogene Oberflächenbeschichtung (PC)
- maximaler Blutfluss von 7 l/min bei einem Füllvolumen von 225 ml
- Wärmetauscher mit nur 0,08 m² Fremdoberfläche für einen guten Wirkungsgrad (0,64 bei 4 l/min)

Das System wurde unter neuesten hämodynamischen Aspekten konstruiert, um unter anderem Stasen zu vermeiden. Die Verwendung von Weichmachern (z. B. DEHP)



ALONE ECMO – Modul des 14-Tage-Oxygenators

Bypass-OP bei Hauptstamm-Stenosen weiterhin erste Wahl

Leiter der Syntax-Studie widerspricht Presseinformation der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie

„Die Aussage, dass bei isolierten Hauptstamm-Stenosen oder Hauptstamm-Stenosen mit Ein- oder Zweigefäß-Erkrankungen die Konorarintervention mit medikamentenbeschichteten Stents einer Bypassoperation mindestens gleichwertig ist, ist bisher nur eine Hypothese“, erklärte Prof. Friedrich-Wilhelm Mohr, Studienleiter der Syntax-Studie und erster Vizepräsident der Deutschen Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie (DGTHG) am 15. April 2010 in Leipzig. Er widersprach damit einer zuvor von der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie verbreiteten Meldung, nach der die multinationale Studie „Synergy between PCI with Taxus and Cardiac Surgery“ (Syntax) entsprechende Nachweise liefere.

Das Gesamtergebnis der Syntax-Studie sei erst einmal eindeutig: Bei 66 % der Patienten mit koronarer Herzerkrankung ist die aortokoronare Bypassoperation (ACB) der perkutanen Koronarintervention (PCI) überlegen, so Mohr. „Bei dem restlichen Drittel – den einfachen Fällen – ist die Katheterintervention eine gleichwertige Alternative. Weitere differenzierende Aussagen zu den Untergruppen der Patienten mit 3fach-KHK und Hauptstamm-Stenose sind rein hypothetisch. Denn diese Patienten bilden in der Syntax-Studie eine Untergruppe, die aufgrund der geringen Anzahl der einzelnen Fälle keine repräsentativen und belastbaren Ergebnisse für weitere differenzierte Aussagen liefern kann. Entsprechend hatte sich der kardiologische Studienleiter Prof. Serruys, Rotterdam, und ich auch auf der Jahrestagung der DGK am Wochenende geäußert“, erläuterte Mohr weiter.

Bei komplexen Hauptstamm-Stenosen sei eine höhere Letalität mit PCI zu beobachten. Inwieweit die Koronarintervention mit medikamentenbeschichteten Stents gleichwertige Therapieergebnisse wie die Bypassoperation bei Patienten mit nicht-komplexen Hauptstamm-Stenosen liefern kann, wird eine neue multinationale Studie zeigen. Die Studie „Evaluation of Xience Prime versus Coronary Artery Bypass Surgery for Effectiveness of Left Main Revascularization“ (EXCEL) mit 2.500 Teilnehmern und einem Endpunkt in drei Jahren soll noch in diesem Jahr starten. „Die Er-

gebnisse dieser Studie sind abzuwarten. Bis dahin gilt die Bypassoperation weiterhin als die vorzuziehende Therapiemethode auch bei Hauptstamm-Stenosen, wie dies Kardiologen und Herzchirurgen gemeinsam 2006 in der ‚Nationalen Versorgungsleitlinie chronische KHK‘ festgehalten ha-

ben. Die entbindet beide Ärztegruppen in den Kliniken aber nicht davon, gemeinsam bei jedem individuellen Fall über die jeweils beste Therapie zu befinden“, so Mohr.

Thomas Krieger
Pressereferent der DGTHG

Fachgesellschaften der Herzchirurgen und Kinderkardiologen begrüßen Entscheidung des Gemeinsamen Bundesausschusses

Die Fachgesellschaften der deutschen Herzchirurgen und der deutschen Kinderkardiologen haben die im Februar bekanntgegebene Entscheidung des Gemeinsamen Bundesausschusses, verbindliche Qualitätsstandards und Strukturen für die herzchirurgische Behandlung von Kindern und Jugendlichen festzulegen, sehr begrüßt. Durch diese neue Richtlinie wird sichergestellt, dass die Versorgung von Patienten mit zum Teil schweren angeborenen oder in der Kindheit erworbenen Herzfehlern ausschließlich in Einrichtungen mit ausgewiesener Fachexpertise und geeigneter Infrastruktur erfolgt. Der Richtlinien-Entwurf wurde unter Einbindung der Deutschen Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie (DGTHG), der Deutschen Gesellschaft für Pädiatrische Kardiologie (DGPK) und dem Bundesverband Herzkranker Kinder (BVHK) erarbeitet.

„Durch die in der Richtlinie festgelegten Voraussetzungen wird es zu einer kontinuierlichen Verbesserung der Behandlung angeborener Herzfehler in Deutschland kommen. Für die Patienten heißt dies, dass die Überlebenschancen und die Le-

bensqualität nach dem herzchirurgischen Eingriff weiter deutlich steigen werden“, kommentierte Prof. Friedhelm Beyersdorf, Präsident der DGTHG, die Entscheidung.

Prof. Felix Berger, Präsident der DGPK, betonte, dass die durch die Richtlinie festgelegten Strukturqualitätsvoraussetzungen langfristig allen Kindern mit angeborenen Herzfehlern zugute kommen werden. „Im Rahmen der Herzoperationen dieser meist hochkomplexen Krankheitsbilder bilden die besonderen Ausstattungsmerkmale der Herzzentren eine lebenswichtige Notwendigkeit, da damit maximale Behandlungssicherheit und Behandlungserfahrung gewährleistet werden“, so Berger.

Die Richtlinie legt unter anderem fest, dass die Behandlung von herzkranken Kindern und Jugendlichen gemeinsam durch ein qualifiziertes Team zu erfolgen hat, bestehend aus Herzchirurgen, Kinderkardiologen, Anästhesisten, Kardiotechnikern, Physiotherapeuten, Kinderkrankenschwestern und -pflegern sowie mindestens einem psychosozialen Mitarbeiter, die alle über mehrjährige Erfahrungen in der Versorgung dieser Patientengruppe verfügen und

regelmäßige Fachfortbildungen absolvieren müssen. Weiter gibt die Richtlinie die strukturellen Voraussetzungen vor, die die Kliniken erfüllen müssen, um herzkranken Kinder und Jugendliche behandeln zu dürfen.

In Deutschland werden etwa 0,8 % der Kinder mit einer Fehlbildung des Herzens und/oder der herznahen Gefäße geboren. Damit stellt der angeborene Herzfehler die bei Weitem häufigste angeborene Erkrankung dar. Im Jahr 2009 wurden in Deutschland rund 4.500 Früh- und Neugeborene, Säuglinge, Kinder und Jugendliche aufgrund angeborener Herzfehler durch Herzchirurgen operiert, rund 2.680 dieser Patienten bereits im ersten Lebensjahr. Aufgrund der Fortschritte bei Diagnostik, interventionellen und operativen Möglichkeiten sowie aufgrund differenzierter Versorgungsoptionen erreichen heute zwischen 85 und 90 % dieser Patienten das Erwachsenenalter.

Thomas Krieger
Pressereferent der DGTHG

Bücherjournal



Ratgeber Herzinfarkt

Peter Mathes

Steinkopff-Verlag, Darmstadt 2010

6. Auflage

ISBN 978-3-7985-1887-2

286 Seiten, mit 37 Abbildungen in 68 Einzeldarstellungen und 10 Tabellen, Softcover

Preis: 19,95 Euro

Der Herzinfarkt stellt nach wie vor ein großes Gesundheitsrisiko dar. Er kann je-

den treffen – obwohl sich gerade hier die Chance bietet, durch eine Änderung der Lebensweise, z. B. in Anlehnung an die Mittelmeerländer, das Risiko erheblich zu senken, ganz gleich, ob es sich um den ersten Herzinfarkt oder einen weiteren handelt.

Der Gesundheitsratgeber „Ratgeber Herzinfarkt“ soll das Wissen um die Entstehung und über den Ablauf eines Herzinfarkts vermitteln. Er soll auch helfen, richtig zu reagieren, denn gerade beim Herzinfarkt kann die richtige Reaktion Leben retten.

Der sachliche, leicht verständliche Gesundheitsratgeber informiert über wirksame Vorbeugung sowie Früherkennungs- und Behandlungsmethoden. Die praktischen Ratschläge zur Nachsorge und Rehabilitation wenden sich an Betroffene und Angehörige, die damit wesentlich zum Heilerfolg beitragen und dabei helfen können, auch nach dem Herzinfarkt angstfrei zu leben. Die gelungene grafische Darstellung mit den vielen Tabellen macht den Ratgeber zu einer zeitsparenden Informationsquelle.

In drei großen Schwerpunkten beschäftigt sich das vorliegende Buch mit der Entstehung und der Behandlung eines Herzinfarkts sowie der Frage, wie es nach dem Infarkt weitergehen soll. Im ersten Teil wird hierbei auf die Frage eingegangen, was ein Herzinfarkt überhaupt ist, welche Risiko- und Schutzfaktoren es gibt und welches die Vorboten eines Infarkts sind. Der zweite Teil stellt die möglichen Behandlungsmethoden von der PTCA über die konventionelle Bypassoperation bis hin zur minimal-invasiven Operationstechnik vor und gibt mit der Stammzelltherapie auch einen Ausblick in die Zukunft. Der dritte Teil behandelt die Themen Rehabilitation, Ernährungsempfehlungen, medikamentöse Therapie, Lebensgestaltung nach dem Infarkt sowie Urlaub und Sport.

Im Anhang finden sich ein Anschriftenverzeichnis, ein Verzeichnis der Fachausdrücke, ein alphabetisches Register sowie ein Überblick über die Wirkungsweise gebräuchlicher Medikamente.

Thomas Leusch, Düsseldorf

Evaluation of optical propagation in blood for noninvasive detection of prethrombus blood condition*Shiori Oshima und Yoshiyuki Sankai**ASAIO Journal 2009, Seite 550–555**DOI: 10.1097/MAT.0b01*

Thrombenbildung stellt bei der Anwendung von Blutpumpen zur Herzunterstützung immer noch die größte Gefahr für den Patienten dar. Um die Sicherheit des Patienten zu erhöhen, ist es erforderlich, sich bildende Thrombusformationen rechtzeitig zu erkennen.

Da sich Thromben aber erst ab einer bestimmten Größe mit dem menschlichen Auge erfassen lassen, gilt es den beginnenden Thrombosierungsprozess schon in seinem Anfangsstadium zu erkennen. Um dies gewährleisten zu können, entwickelten die Autoren ein optisches Messverfahren mittels Nahinfrarotlaser, um sich bildende Thromben detektieren zu können.

Die Autoren des Artikels legten ihr Hauptaugenmerk auf die Aggregation der roten Blutkörperchen, die ein Bestandteil des Thrombosierungsprozesses sind.

Zunächst entwarfen sie am Computer ein Modell, um zu beweisen, dass sich die

optischen Eigenschaften von Blut mit aggregierten roten Blutzellen wesentlich von denen eines Modells mit nicht aggregierten roten Blutzellen unterscheiden.

Nachdem sie ihre Theorie am Computer aufgestellt hatten, galt es diese in der Praxis zu beweisen. Hierzu untersuchten sie einen künstlichen Blutkreislauf auf seine optischen Eigenschaften bei verschiedenen ACT-Zeiten.

Tatsächlich ließen sich hier die zuvor aufgestellten Theorien beweisen.

Die Forscher konnten zeigen, dass sich aggregierte rote Blutkörperchen mittels Nahinfrarotlaser im Blutstrom nachweisen lassen und dieser somit einen Hinweis auf eine beginnende Thrombenbildung liefert.

Diese Technik stellt ein riesiges Potential für die Anwendung in der Zukunft dar, da sie den Umgang mit künstlichen Herz-Kreislauf-Systemen bezüglich der Therapie mit Antikoagulanzen vereinfacht. Medikamente und ihre Dosierungen können individueller an die Patienten angepasst und Nebenwirkungen somit reduziert werden.

Marc Wollenschläger
Kerckhoff-Klinik, Bad Nauheim

Is the „sterile cockpit“ concept applicable to cardiovascular surgery critical intervals or critical events?

The impact of protocol-driven communication during cardiopulmonary bypass

R. K. Wadhera, S. Henrickson Parker, H. M. Burckhardt, K. L. Greason, J. R. Neal, K. M. Levenick, D. A. Wiegmann, T. M. Sundt

The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery 2010; 139: 312–319

Die Kommunikation im Operationssaal, insbesondere im herzchirurgischen Bereich, hat schon immer einen besonderen Stellenwert gehabt. Schon oft wurde versucht, Kommunikationsformen, die in anderen Berufsfeldern wie der Fliegerei ihre Anwendung finden, in den OP-Bereich zu übertragen. Um zu überprüfen, ob diese strengen Regeln im vergleichbaren Rahmen zu einer Verbesserung der Patientensicherheit führen, wenn man sie während eines herzchirurgischen Eingriffes anwendet, haben die Autoren des o. g. Artikels folgende Untersuchungen vorgenommen.

Zunächst galt es, die Bereiche einer Herzoperation herauszufinden, die an die beteiligten Personen die höchsten Anforderungen stellen. Hierzu bedienten sie sich eines vorgefertigten Fragebogens, den die NASA entwickelt hat. Anhand dieses Fragebogens wurden nun verschiedene Wertigkeiten für die einzelnen Berufsgruppen und Abschnitte der Operation erstellt.

Nun wurden zwei Gruppen gebildet. Die Kontrollgruppe erhielt keine Anweisungen, wie die Kommunikation während der Operation zu erfolgen hat. Ein neutraler Beobachter überwachte die Kommunikation während der OP. Das Hauptaugenmerk lag auf der Kommunikation zwischen dem Chirurgen und dem Kardiotechniker. Besondere Punkte, auf die geachtet wurden, waren z. B. Missverständnisse, keine Bestätigung der gegebenen Kommandos oder mehrmalige Wiederholung eines gegebenen Kommandos.

Die zweite Gruppe erhielt genaue Anweisungen, wie die Kommunikation zu erfolgen hat. Zur Unterstützung wurden die Anweisungen auf großen Postern auch im OP aufgehängt. Auch hier erfolgte eine Überwachung der durchgeführten Kommunikation der einzelnen Berufsgruppen durch einen neutralen Beobachter.

Das Ergebnis dieser Studie zeigte, dass man die Situation im Operationssaal nur schlecht mit der Situation im Cockpit eines Flugzeugs vergleichen kann. Es lassen sich im Gegensatz zum Flugbetrieb keine eindeutigen kritischen Phasen definieren wie

z. B. Start oder Landung, da die einzelnen Berufsgruppen ihre höchsten Anforderungen zu unterschiedlichen Zeiten der Operation haben. Trotzdem konnten die Autoren feststellen, dass die Einführung von strukturierten Kommunikationsformen vor und während eines herzchirurgischen Eingriffs zu einer Verbesserung der Kommunikation selbst führt und sich die Sicherheit des Patienten somit ebenfalls deutlich erhöht. Hinzu kommt noch, dass für die Umsetzung dieses Konzepts weder teure Technik noch großartige Investitionen nötig sind.

Marc Wollenschläger
Kerckhoff-Klinik, Bad Nauheim



Mitteilungen

der DEUTSCHEN GESELLSCHAFT
FÜR KARDIOTECHNIK E. V.

Vorstand: Dipl.-Ing. Christoph Benk, Uniklinikum Freiburg, Telefon: 07 61 / 2 70-25 88 und -24 50, Telefax: 07 61 / 2 70-24 33, E-Mail: christoph.benk@dgfkt.de

NEUES VERBANDSLOGO

Mit dem ersten Jahrgang der Zeitschrift KARDIOTECHNIK entstand 1992 auch ein neues Verbandslogo. Es löste das seit 1980 in Varianten verwendete Emblem ab.

Da inzwischen die Zeiten der Zahnräder in der Kardiotechnik entgültig vorbei sind, beschloss der Vorstand der DGfK auf seiner Sitzung in Weimar, eine Modernisierung des Logos in Angriff zu nehmen. Das Ergebnis: Wesentliche Elemente wie die Farben Rot und Blau sowie die beiden Kreise mit der „Herzkurve“ blieben erhalten, wurden aber im heutigen Grafikstil prägnanter und ausdrucksvoller gestaltet. Sie finden das neue Logo ab sofort nicht nur in der Zeitschrift KARDIOTECHNIK, sondern nach und nach auf weiteren Veröffentlichungen der DGfK wie z. B. den Ankündigungen zur nächsten Jahrestagung.

Dabei werden Sie weitere Veränderungen feststellen:

- Die Kurzform „DGfK“ wird in Kombination mit dem Logo deutlich hervorgehoben, da diese im Sprachgebrauch sowieso schon lange verwendet wird. Gleichzeitig soll damit die Außenwirkung verstärkt werden.
- Die Bezeichnung unserer Tagung wird ebenfalls verkürzt auf „Internationale Jahrestagung“. Auch diese Benennung hat sich mündlich und schriftlich mittlerweile durchgesetzt.

Der neue Vorstand hat sich für die Zukunft viel vorgenommen – dies sind einige der ersten optischen Ergebnisse.

Gunter Morche, Hamburg

NEUE MITGLIEDER IN DER DGfK

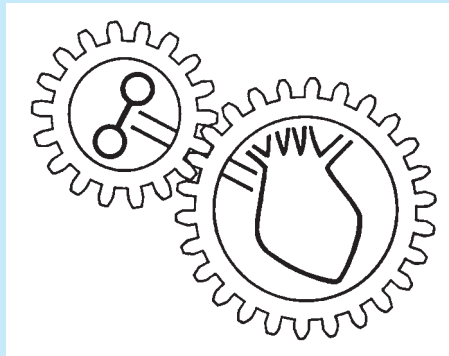
Bis 14. Februar 2010 wurde als **ordentliches Mitglied** in die DGfK aufgenommen:

Franke, Holger, Leipzig

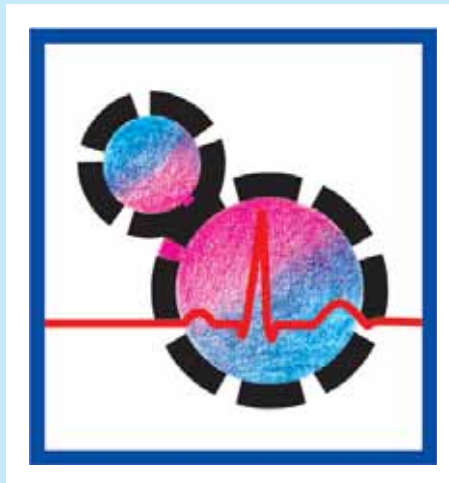
Als **außerordentliche Mitglieder** begrüßen wir:

Hildebrand, Christine, Schopfloch
Kandt, Pierre, Düren

HERZLICH WILLKOMMEN!



DGfK-Logo 1980–1992



DGfK-Logo 1992–2010



Neues DGfK-Logo 2010

E-MAIL-VERTEILER DER DGfK

Zur Teilnahme am E-Mail-Verteiler der DGfK ist es erforderlich, eine gültige E-Mail-Adresse anzugeben, an die die Nachrichten weitergeleitet werden können.

Bei folgenden Personen sind die vorliegenden Adressen nicht mehr aktuell, versendete Mails kommen mit einer Fehlermeldung zurück:

Bauer, Adrian
Bittel, Tamara
Dulya, Andreas
Frank, Olaf
Henke, Peter
Keller, Harald
Kretz, Kai-Uwe
Lehmann, Romy
Lorenz, Dieter
Michalek, Andreas
Münch, Frank
Oette, Cornelia
Petry, Thomas
Rösener, Markus
Schelkle, Helmut
Schuster, Alexander
Winklmaier, Heinz

Bitte senden Sie eine gültige Adresse an korrektur@dgfkt.de, um zukünftig wieder Informationen per Mail zu erhalten.

Dr. Dirk Buchwald,
Maidienste der DGfK

UNBEKANNT VERZOGENE MITGLIEDER

Die folgenden Mitglieder sind leider unbekannt verzogen. Wer den neuen Arbeits- oder Wohnort kennt, wird um eine Nachricht an die DGfK gebeten: Tel.: 06032/996-2519, Fax: 06032/86234, E-Mail: kardiotechnik.gmbh@t-online.de

Amberger, Johannes, Zürich/Schweiz
Arndt, Joachim, Reichenau
Costabile, Simon, Zürich/Schweiz
Pehlke, Jens, Greifswald

Johann Potzinger

*** 26.12.1935**

† 21.11.2009

Kardiotechniker am Universitätsklinikum Graz von 1962 bis 1993

Als wir vom unerwarteten Ableben unseres pensionierten Kollegen erfuhren, der als Mann der ersten Stunde der Kardiotechnik in Österreich – speziell in der Steiermark – galt, waren alle Kolleginnen und Kollegen tief betroffen.

Er leistete viel Pionierarbeit in fachlicher sowie auch in logistischer Hinsicht und blieb trotz seines hohen Dienstalters für Innovationen in unserem Beruf stets aufgeschlossen. Johann war ein Gründungsmitglied der Österreichischen Gesellschaft für Kardiotechnik sowie Mitglied der Deutschen Gesellschaft für Kardiotechnik e. V. Er war immer sehr engagiert, sei es bei den Vorbereitungen zu Tagungen und Sitzungen des Berufsverbandes, besonders aber bei den Verhandlungen mit dem Bundesministerium für Arbeit, Gesundheit und Soziales bezüglich der gesetzlichen Anerkennung unseres Berufsstands, welche im Jahr 1999 – lange nach der Pensionierung von Herrn Potzinger – fruchteten.

Trotz privater Schicksalsschläge und gesundheitlicher Probleme hatte er dennoch ein heiteres und freundliches Gemüt.

Seine ehemaligen Kolleginnen und Kollegen werden ihn stets in dankender und anerkennender Erinnerung halten!

Der Vorstand der Österreichischen Gesellschaft für Kardiotechnik

Morten Boguslawski

*** 30.1.1965**

† 13.2.2010

Am 13. Februar um 16:49 Uhr starb unser Freund und Kollege Morten Boguslawski im Alter von 45 Jahren auf der Station der Herz-Thorax-Chirurgie in Würzburg an Krebs – nur ein halbes Jahr nach der Erstdiagnose. Wir sind zutiefst geschockt und traurig und werden den Bärlienerische im OP vermissen.

Morten war angekommen. Er hatte erreicht, wovon viele nur träumen. Er hatte eine Frau, die ihn liebt, ein wundervolles Kind, aus dem einmal eine Ärztin werden soll, und seinen Traumberuf. Er hat vor sieben Jahren noch einmal den Neuanfang gewagt und die Akademie für Kardiotechnik besucht, die er zwei Jahre später mit Erfolg abschloss. Er war vorher über 10 Jahre Retter bei der Berliner Feuerwehr gewesen und durch einen Kollegen auf unseren Beruf aufmerksam geworden. 2005 ist er dann aus seinem geliebten Berlin weggegangen, um seine ersten Schritte im Beruf in Essen zu machen, die ihn fast nahtlos nach Würzburg führten, wo er vor zwei Jahren die stellvertretende Leitung der Abteilung für Kardiotechnik übernahm.

Geprägt von seinen Erlebnissen im Rettungsdienst war er in der Herzchirurgie stets resistent gegen Hektik, Lärm und Unterwürfigkeit. Er hat eine selten erlebte Fröhlichkeit in den Arbeitsalltag gebracht und war ein stabiler Gegenpol zu den Chirurgen, denn nichts konnte im OP schlimmer sein als das, was er aus seiner Zeit als Retter schon kannte. Er hat „seine“ Kardiotechnik immer gegen Angriffe von außen oder innen verteidigt und suchte immer den Dialog mit den anderen Fachabteilungen, um die Arbeit zu optimieren. Er hatte noch viel vor mit der Abteilung, deren Leitung er in drei Jahren übernommen hätte. Er hat es geschafft, sich in kürzester Zeit unter den Kollegen einen stabilen Freundeskreis aufzubauen, der ihn bis zum Schluss getragen hat.

Er wollte noch einmal sein Berlin sehen, doch der Krebs war schneller, als alle gedacht hatten, und trotz größter Anstrengungen der ärztlichen Kollegen war er nicht zu besiegen. Es passierte das Schlimmste, was einem Kardiotechniker passieren kann: Blut hörte auf zu fließen.

Eine Bitte zum Schluss: Mortens größter Wunsch war es, dass seine kleine Laura (sieben Jahre alt) einmal sorglos studieren kann. Wir möchten euch daher bitten, eine kleine Spende auf folgendes Konto zu überweisen, damit wir in elf Jahren Laura einen guten Start ins Studium ermöglichen können. Konto: 017055565, BLZ: 26070024, Kontoinhaber: Sebastian Melzer. Vielen Dank dafür.

Sebastian Melzer, freier Kardiotechniker
Göttingen

Udo Klemm

* 11.10.1955

† 8.4.2010

Mit tiefer Betroffenheit nehmen wir Abschied von unserem Kollegen, der am 8. April 2010 viel zu früh verstarb. Die Endlichkeit des Lebens, die wir täglich im Berufsalltag erfahren, wurde uns hier ganz neu und unerbittlich bewusst. Trotz der niedermetternden Diagnose Krebs nutzte er seine verbleibende Zeit und regelte mit gewohnter ruhiger und überlegter Art alle Dinge. Uns allen blieb Zeit zum Abschied; unterstützt durch die Palliativmedizin konnte er ohne Angst in Frieden von uns gehen, wie er es sich gewünscht hatte.

Nach einer Weiterbildung zum Medizintechniker begann er 1994 in unserer Klinik als Kardiotechniker und prägte durch seine menschliche Reife und Erfahrung die Abteilung über ihre Grenzen hinaus. Er war der ruhende Pol in einer hochtechnisierten Medizin; seinen guten Rat nahmen wir immer wieder gerne an. In den 16 Jahren in unserer Klinik ließ er seinen Wissensstand nie veralten – hatte ihm sein Leben in der ehemaligen DDR doch einen kritischen und weltoffenen Geist beschert. So wirkte er neben der Routineherzchirurgie vor allem in der Transplantationsmedizin mit und war bei der Entwicklung neuer Verfahren stets aktiv beteiligt.

Wir haben einen beliebten, pflichtbewussten und zuverlässigen Kollegen und Freund verloren. Wir werden ihm ein ehrendes Andenken bewahren.

Johannes Gehron, Wilfried Fischer, Susanne Nisztuk, Dirk Krakau, René Weimer
Universitätsklinikum Gießen und Marburg GmbH, Standort Gießen
Klinik für Herz-, Kinderherz- und Gefäßchirurgie

NEUE BERUFSRECHTLICHE PERSPEKTIVEN FÜR KARDIOTECHNIKER NACH OFFIZIELLEN GESPRÄCHEN AUF LÄNDEREBENE IN NRW

Das Ministerium für Arbeit, Gesundheit und Soziales in Nordrhein-Westfalen (MAGS NRW) eröffnete nach erneuten Gesprächen zur beruflichen Anerkennung im Januar 2010 Alternativen. Die Referenten zeigten, dass ein empfohlenes Ausbildungsniveau der Krankenhausträger zukunftsorientierter ist als mögliche Berufsgesetze. Diese sind bei dem derzeitigen bundesweiten Abbau zentraler gesetzlicher Berufsregelungen nicht mehr zeitgemäß. Vereinfacht können wir als Berufsverband dabei das Ausbildungsniveau in Zusammenarbeit mit dem Ministerium und den Krankenhausträgern festlegen.

Der Vorstand der DGfK hat nun im Februar 2010 das European Certificate of Cardiovascular Perfusion (ECCP) als Mindeststandard der Ausbildung festgelegt, das sowohl durch eine Ausbildung an der Akademie für Kardiotechnik in Berlin als auch an der Hochschule Furtwangen University, Standort Villingen-Schwenningen, erlangt werden kann. In einem ersten Schritt wurden nun die vorhandenen Ausbildungsstätten an einen Tisch gebracht, um für bereits klinisch tätige Kolleginnen und Kollegen ohne Zertifizierung Übergangsregelungen zu erarbeiten. Ein zeitlich begrenztes Angebot einer modularen und dezentralen Nachqualifizierung wird die DGfK in Zusammenarbeit mit den beiden Ausbil-

dungsstätten organisieren – das Vorhaben wird zurzeit vom European Board of Cardiovascular Perfusion geprüft.

Mit einer Umfrage an den einzelnen Kliniken erarbeitet der Vorstand derzeit den tatsächlichen Bedarf für diese einmalige Weiterbildung. Somit können wir als Berufsverband erstmalig Form, Inhalt und rechtliche Absicherung unseres Berufsfeldes definieren. Diese Basis ermöglicht dann Verhandlungen mit den Behörden und führt auch zu einer Anerkennung unseres Berufs.

Johannes Gehron, Gießen

Kongresstermine

2010

1. Danubian Forum for Cardiac Surgery 14th Annual Meeting
28.–29. Mai, Regensburg
Info: Tanja Reile, INTERPLAN Congress, Meeting & Event Management AG
Tel.: (089) 548 234 17, Fax: (089) 548 234 43
E-Mail: danubian2010@interplan.de
2. 18th European Conference on General Thoracic Surgery
30. Mai–2. Juni, Valladolid, Spanien
Info: Mondial Congress and Events, Mondial GmbH & Co. KG, Operngasse 20 b, 1040 Wien, Austria
Tel.: (+43-1) 588 04-0, Fax: (+43-1) 588 04-185; E-Mail: ests2010@mondial-congress.com
3. Bypass, Balloon Pumps and Circulatory Support
7. Juni, London, UK
Info: Penny Appelbe, 35–43 Lincoln's Inn Fields
Tel.: (+44-20) 78 69 63 36; Fax: (+44-20) 78 69 63 29
E-Mail: pappelbe@rcseng.ac.uk
4. 45th Annual Meeting of the European Society for Surgical Research
9.–12. Juni, Genf, Schweiz
Info: Mustafa Cikirikcioglu, Division of Cardiovascular Surgery, Department of Surgery University Hospitals of Geneva, Rue Gabrielle-Perret-Gentil 4, 1211 Geneve 14, Switzerland
Tel.: (+41-22) 372 76 63, Fax: (+41-22) 372 76 34; E-Mail: Mustafa.cikirikcioglu@hcuge.ch
5. International Workshop On Complications During Cardiac Interventions: Management and Prevention
16.–18. Juni, Düsseldorf
Info: Congress Secretariat, E&E PCO
Tel.: (+43-1) 867 49 44-0; Fax: (+43-1) 867 49 44-9
E-Mail: office@ee-pco.com
6. International Society for Minimally Invasive Cardiothoracic Surgery (ISMICS)
12th Annual Scientific Meeting
16.–19. Juni, Berlin
Info: EJ Weldon, 900 Cummings Center, Suite 221-U, Beverly, MA, USA
Tel.: (+1-978) 927 83 30; E-Mail: ISMICS@prri.com; www.ismics.org
7. The 59th SATS and 30th Scansect Congress
26.–28. August, Oslo, Norwegen
Info: Anne Louis Bellaiche
E-Mail: louise@bellaiche.net
8. 10th European Conference on Perfusion Education and Training
11. September, Genf, Schweiz
Info: Charlie Grima/Carole Hamilton
E-Mail: charlie.grima@gov.mt
9. 24th EACTS Annual Meeting
11.–15. September, Genf, Schweiz
Info: EACTS Executive Secretariat, 3 Park Street, Windsor, Berkshire SL4 1LU, UK
Tel.: (+44-1753) 83 21 66, Fax: (+44-1753) 62 04 07
E-Mail: info@eacts.co.uk
10. 2. Fokustagung Herz 2010 – Intensivmedizin, Rhythmustherapie und EKZ
30. September – 2. Oktober, Duisburg
Info: INTERPLAN Congress, Meeting & Event Management AG, Albert-Rosshaupter-Str. 65, 81369 München
Tel.: (089) 548 234 62, Fax: (089) 548 234 43
E-Mail: fokustagung@interplan.de
11. Annual Meeting of the International Society for Rotary Bloodpumps
14.–16. Oktober, Berlin
Info: www.isrbp.org
12. 39. Internationale Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Kardiotechnik e. V.
12.–14. November, Weimar
Info: D. Lorenz, Kardiotechnik Verwaltungsges. mbH, Mühlgasse 29, 61231 Bad Nauheim
Tel.: (06032) 996 25 19, Fax: (06032) 862 34
E-Mail: kardiotechnik.gmbh@t-online.de; www.dgfk.de

Impressum

Anschrift für Autoren bzw. Fachbeiträge

Johannes Gehron, Schriftleiter
Universitätsklinikum Gießen u. Marburg GmbH
Klinik f. Herz-, Kinderherz- u. Gefäßchirurgie
Rudolf-Buchheim-Str. 7, 35392 Gießen
Telefon 06 41 / 99 44-257
Telefax 06 41 / 99 44-266
Mobil 0171 633 47 69
E-Mail: johannes.gehron@dgfk.de
johannes.gehron@chiru.med.uni-giessen.de

Chefredaktion, Firmenporträts, Abonnentenservice

Gunter Morche
Am Backofen 18, 22339 Hamburg
Telefon 0 40 / 5 38 37 74
Telefax 0 40 / 5 38 37 84
E-Mail: gmmedien@aol.com
Lektorat und Schlussredaktion:
Gisela Merz-Busch
E-Mail: mail@merz-busch.de

Satz und Litho

EPAS Joachim Böttcher, 22926 Ahrensburg

Druck

Schipplick+Winkler Printmedien, 23556 Lübeck

Anzeigenverwaltung

GM Medienprojekte
Am Backofen 18, 22339 Hamburg
Telefon 0 40 / 5 38 37 74
Telefax 0 40 / 5 38 37 84
E-Mail: gmmedien@aol.com

Erscheinungsweise

4 x jährlich: Februar, Mai, September, Dezember

Jahresabonnement € 34,–

Einzelheft-Preis € 10,–

Ausland: € 40,– / Einzelheft € 12,–

jeweils zzgl. Versandkosten.

Inlandspreise inkl. ges. MwSt.

Abonnementbestellung schriftlich beim Verlag.

Mindestbezugsdauer 1 Jahr, Verlängerung

jeweils um 1 Jahr, wenn keine Abbestellung

erfolgt.

Kündigung 3 Monate zum Jahresende.

Druckauflage: 1200 Exemplare

Von Autoren gekennzeichnete Beiträge geben nicht unbedingt die Meinung der Schriftleitung wieder. Für unverlangt eingesandte Manuskripte übernehmen Herausgeber, Schriftleitung und Verlag keine Haftung. Mit der Annahme der Manuskripte von Erstveröffentlichungen erwirbt der Verlag das ausschließliche Recht der Vervielfältigung, Verbreitung und Übersetzung. Die in der Zeitschrift veröffentlichten Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung in fremde Sprachen, Mikroverfilmung, Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen einschl. Aufnahme in die Internet-Seiten der DGfK, auch auszugsweise, sind dem Herausgeber/Verlag vorbehalten. Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung und mit Quellenangabe gestattet. Fotokopien für den persönlichen und sonstigen eigenen Gebrauch dürfen nur von einzelnen Beiträgen oder Teilen daraus als Einzelkopien hergestellt werden.

ISSN 0941-2670

Die KARDIOTECHNIK wird auf chlorfrei gebleichtem Papier gedruckt.

Weitere TERMINE und HINWEISE FÜR AUTOREN finden Sie auch im Internet unter:

www.dgfk.de/indexzeitneu.htm sowie ctsnet.org/events

! Angabe der Rezertifikationspunkte ohne Gewähr