

KARDIOTECHNIK

Perfusion · Monitoring · Organprotektion ·
Medizinische Informatik · Elektrostimulation

Offizielles Organ der Deutschen Gesellschaft für Kardiotechnik e. V.

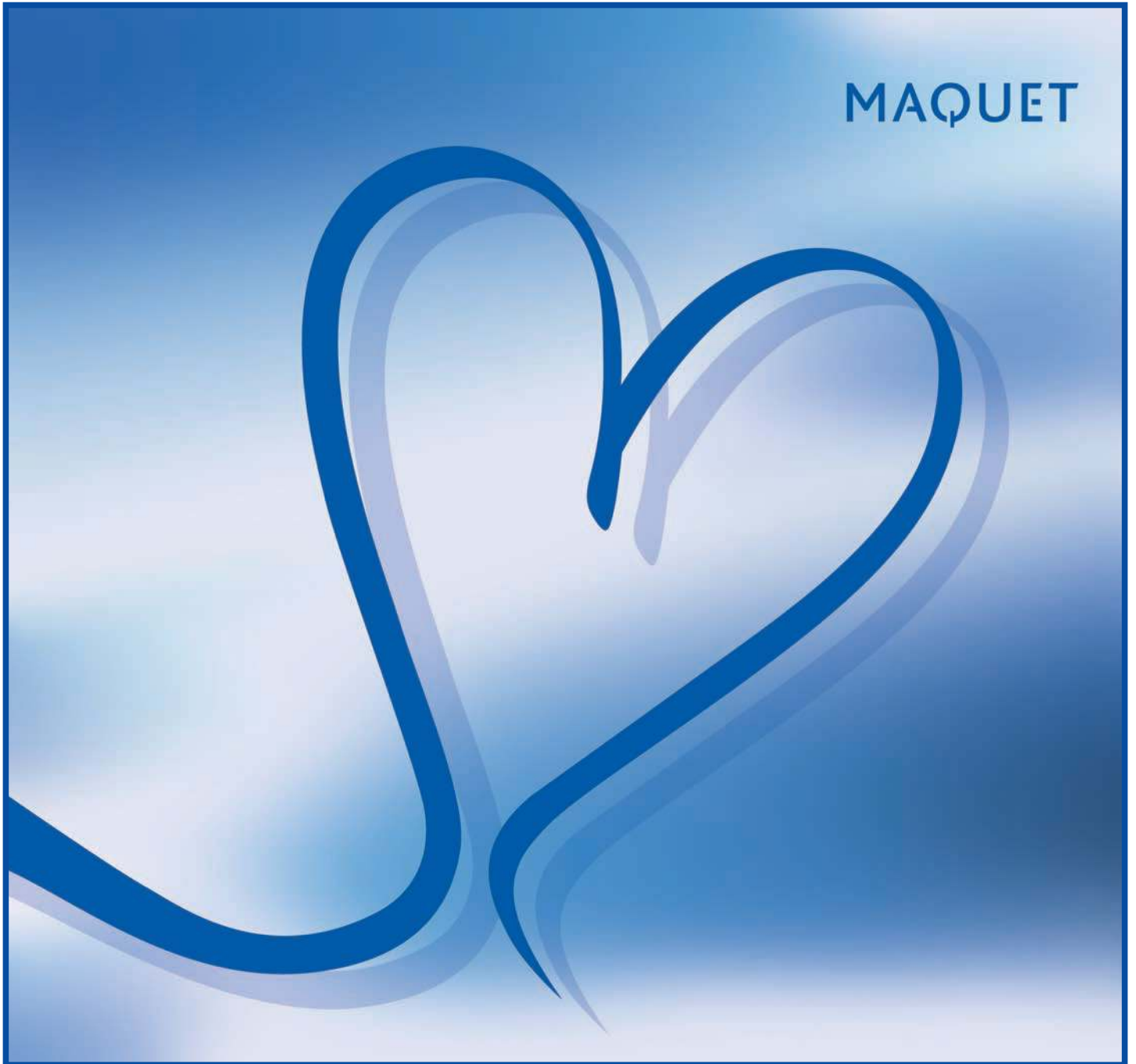
The Official Publication Organ of the German Society for Cardiovascular Engineering

Mai 2007

16. Jahrgang/Heft

2

MAQUET



ORIGINALARBEITEN Vergleich und Auswirkungen verschiedener Primingzusammensetzungen der Herz-Lungen-Maschine (HLM) bei Neugeborenen und Säuglingen

U. Zirell, Ch. Benk, F. Löffelbein, G. Haimerl, S. Dittrich, F. Beyersdorf, Ch. Schlensak

Bewertung einer Laufzeitoptimierung von extrakorporalen Unterstützungssystemen durch D-Dimere als Fibrinolysespender

J. Gehron, J. Thul, K. Valeske, D. Schranz, H. Akintürk

Single Ventricle: State of the Art im Management des funktionell univentrikulären Herzens – Teil I: Morphologische und klinische Beschreibung aus der Sicht des Kinderherzchirurgen

L. Ben Mime, A. Baier, A. Vehling, Th. Wahlers, G. Bennink



Herausgeber, Verlag/Editor, Publisher

Kardiotechnik Verwaltungsgesellschaft mbH, D. Lorenz, M. Erber, Bad Nauheim

Mitherausgeber und Redaktion/Co-Editors and Editorial Staff

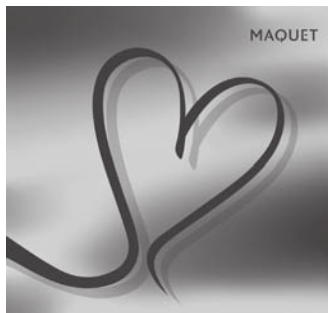
M. Foltan, Regensburg; J. Gehron, Gießen; G. Morche, Hamburg; A. Schulte, Aachen;
H. Seiler, Bayreuth; A. Vehling, Köln (Schriftleiter); U. Wolfhard, Essen; T. Zimmermann, Düsseldorf. Autorenbetreuung: N. Doetsch, Köln

Wissenschaftlicher Beirat/Editorial Board

M. Beyer, Augsburg; F. Beyersdorf, Freiburg; D. E. Birnbaum, Regensburg; I. Friedrich, Halle, M. Günnicker, Essen;
G. Haimerl, Villingen-Schwenningen; H. Keller, Frankfurt; K. Klak, Bochum; R. Körfer, Bad Oeynhausen; A. Koster, Berlin; A. Laczkovics, Bochum;
A. Liebold, Rostock; A. Philipp, Regensburg; F.-X. Schmid, Regensburg; A. Thrum, Regensburg; C. Ullmann, Leipzig; H.-G. Wollert, Karlsburg

Die Zeitschrift Kardiotechnik veröffentlicht im „Peer-review“-Verfahren Originalartikel, klinische und experimentelle Arbeiten, Fallberichte, Übersichtsreferate, Leserbriefe 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

Perfusionstechnik der Zukunft
Als Innovationsführer in der Perfusionstechnik gestaltet die MAQUET Cardiopulmonary AG mit therapeutischen Gesamtkonzepten aktiv den Markt.

Heft 3/2007

Erscheinungstermin
3.9.2007
Einsendeschluss für
● redakt. Beiträge
31.5.2007
● Anzeigenaufträge
3.8.2007

Heft 4/2007

Erscheinungstermin
3.12.2007
Einsendeschluss für
● redakt. Beiträge
3.9.2007
● Anzeigenaufträge
2.11.2007

Inhalt

	Seite
Editorial	28
Vergleich und Auswirkungen verschiedener Primingzusammensetzungen der Herz-Lungen-Maschine (HLM) bei Neugeborenen und Säuglingen	
<i>U. Zirell, Ch. Benk, F. Löffelbein, G. Haimerl, S. Dittrich, F. Beyersdorf, Ch. Schlensak</i>	29
Bewertung einer Laufzeitoptimierung von extrakorporalen Unterstützungssystemen durch D-Dimere als Fibrinolysepende	
<i>J. Gehron, J. Thul, K. Valeske, D. Schranz, H. Akintürk</i>	33
Single Ventricle: State of the Art im Management des funktionell univentrikulären Herzens – Teil I: Morphologische und klinische Beschreibung aus der Sicht des Kinderherzchirurgen	
<i>L. Ben Mime, A. Baier, A. Vehling, Th. Wahlers, G. Bennink</i>	37
Fortbildung: Funktionsprinzip der Niveauüberwachung	
<i>F. Sieburg, R. Wysocki</i>	43
Aktuell: Bundesverband Herzranke Kinder e.V.	45
Aktuell: Schädigungen und Fehlfunktionen des Herzens mittels Magnetresonanztomographie in hoher Auflösung dreidimensional sichtbar	46
Kongressnotizen	47 + 51
Bücherjournal	48
Neues aus der Industrie	50
Stellenanzeigen	XI
Mitteilungen der DGfK	52
Kongresstermine	53
Impressum	53

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

Gelistet in der Datenbank
EMBASE – Excerpta Medica
<http://www.elsevier.nl>

Editorial



Liebe Leserinnen
und Leser,

kürzlich erhielt ich einen Brief von Herrn Vehling mit der Bitte, für die Ausgabe 2/2007 ein Editorial zu verfassen. Ich gebe zu, dass mich dieses ehrenvolle Angebot etwas überraschte, da ich mich bisher als Fachfremder fühlte und mit der Deutschen Gesellschaft für Kardiotechnik oder ihren Mitgliedern noch nie direkten Kontakt hatte.

Also nahm ich mir die Zeit und durchblätterte zunächst sehr skeptisch die letzten Ausgaben. Umso spannender empfand ich es, dass ich schon nach kurzer Zeit innehielt, mich in einem Artikel festlas, zum nächsten Beitrag sprang, dort wiederum viel Zeit verbrachte und schließlich ganz begeistert war, wie eng die Beiträge dieser Zeitschrift mit meinen eigenen Interessen verbunden sind.

Meine ersten Berührungspunkte zur Medizin fand ich bereits während meines Studiums der Physik, als ich versuchte, durch innovative Oberflächenbeschichtungen kardiovaskuläre Implantate blutverträglicher zu machen. Antithrombogene a-SiC:H-Beschichtungen finden noch heute Einsatz bei Stents. Ebenso durchgesetzt haben sich fraktale Oberflächenbeschichtungen bei Schrittmacherelektroden.

Bereits frühzeitig wechselte ich zur Firma Biotronik und widmete mich so spannenden Themen wie Herzschrittmachern und ICDs. Nach mehreren Jahren der Entwicklungstätigkeit nahm ich einen Ruf an die Universität Karlsruhe an, wo ich derzeit das Fachgebiet Biomedizinische Messtechnik vertrete (siehe www.ibt.uni-karlsruhe.de). Im Jahr 2001 gründete ich mit dem Segen der Universität die Firma Corscience, um in Zeiten von Medizinproduktegesetz und Qualitätssicherung inno-

vative Ideen schnell zulassen und so einer klinischen Erprobung zuführen zu können (siehe www.corscience.de). Schwerpunkte meiner heutigen Tätigkeit sind die medizinische Messtechnik (EKG, EEG, Blutdruck etc.) sowie zahlreiche telemedizinische Fragestellungen.

Historisch bedingt wurde ich sehr bald Mitglied der Deutschen Gesellschaft für Biomedizinische Technik (DGBMT), die letztlich 2001 mit dem VDE fusionierte. Aus menschlicher Faulheit beschränkte ich meine Netzwerkbildung auf diese „meine“ Fachgesellschaft, die mir ja so vertraut war. Bei der Lektüre der Zeitschrift KARDIOTECHNIK fiel es mir wie Schuppen von den Augen, dass unsere beiden Fachgesellschaften thematisch derart eng miteinander verwandt sind, dass ich keine klaren Grenzen definieren könnte. Im Gegenteil, ich ärgere mich im Nachhinein, dass ich nicht viel früher auf diese Zeitschrift und ihre Leser aufmerksam wurde.

Ich habe mir fest vorgenommen, zukünftig Ihre Aktivitäten sehr viel enger zu verfolgen und mich auch persönlich in Ihre Arbeiten einzubringen, beispielsweise indem ich eigene Manuskripte in der Zeitschrift KARDIOTECHNIK veröffentliche. Auch werde ich Ihre Fachtagungen besuchen und Kontakte knüpfen.

Im Gegenzug möchte ich Sie ermutigen, auch die DGBMT näher kennenzulernen. Als Fachgesellschaft des VDE verfolgt sie ein sehr breites Spektrum der Technik. Durch die hohe Mitgliederzahl von 33.000 ist sie jedoch in der Lage, auch politische bzw. berufsständische Interessen zu vertreten. Leider musste ich in den vergangenen Jahren lernen, dass die Zeit der Kleinstaaterei mit ihren familiären Verhältnissen vor-

bei ist. Es mag menschlich angenehm sein, sich regelmäßig mit einem kleinen Kreis sympathischer Menschen zu treffen und auszutauschen. Im Zeitalter der Globalisierung kommt es jedoch darauf an, Meinungsbildung zu betreiben und neue Ideen in der Breite durchzusetzen. Dazu gehört es, den Rand der eigenen wissenschaftlichen „Clique“ zu verlassen und regen Kontakt mit anderen artverwandten Gruppen zu knüpfen.

In diesem Sinne kann ich den Vorstoß von Herrn Vehling nur begrüßen und mich schämen, dies nicht selbst initiiert zu haben. Als Herausgeber der Zeitschrift „Biomedizinische Technik“, dem Fachorgan der Deutschen Gesellschaft für Biomedizinische Technik, darf ich Sie einladen, im Gegenzug auch einmal einen Blick bei uns zu riskieren. Ich bin sicher, dass wir uns ergänzen und gegenseitig enorm befruchten können.

In diesem Sinne wünsche ich der Zeitschrift KARDIOTECHNIK und ihren Leserinnen und Lesern weiterhin viel Freude an diesem spannenden Themengebiet sowie viele gute Anregungen beim Lesen der aktuellen Ausgabe.

Ihr
Prof. Dr. Armin Bolz
Institut für Biomedizinische Technik,
Universität Karlsruhe

Vergleich und Auswirkungen verschiedener Primingzusammensetzungen der Herz-Lungen-Maschine (HLM) bei Neugeborenen und Säuglingen

ZUSAMMENFASSUNG

In dieser randomisierten prospektiven Studie wurde das bisherige Standard-Priming (FFP) mit einem Humanalbumin-Priming bei Neugeborenen und Säuglingen verglichen. Dabei wurden die den Einschlusskriterien entsprechenden Patienten mittels Körpergewichtserfassung auf Ödembildung und Auswirkung auf die Nierenfunktion untersucht. 10 Patienten mit kompletten Datensätzen konnten ausgewertet werden, wovon sich 6 in der Humanalbumin-Gruppe (HA) und 4 in der Standardgruppe (FFP) befanden.

SCHLÜSSELWÖRTER

Herz-Lungen-Maschine, Priming, kolloid-osmotischer Druck, Ödembildung, Nierenfunktion

ABSTRACT

In a randomized, prospective study 10 neonates and children undergoing corrective cardiac surgery were separated into two groups: group I with standard priming (FFP) n = 4 and group II with human albumin priming (HA) n = 6. The following parameters were compared: weight, oedema and renal function.

KEY WORDS

Heart-lung machine, priming, human albumin, colloid osmotic pressure, renal function

EINLEITUNG

Die hohe Hämodilution durch herzchirurgische Interventionen mit Unterstützung der HLM ist vor allem bei Neugeborenen und Säuglingen problematisch. Aufgrund der Verdünnung des Patientenblutes durch das Priming der HLM entsteht ein Abfall des kolloidosmotischen Druckes (KOD) mit daraus resultierender generalisierter Ödembildung. Es entstand die These, die postoperative Ödembildung bei Neugeborenen und Säuglingen sei möglicherweise

se durch ein mit Humanalbumin modifiziertes Priming zu minimieren [2, 11, 12]. Im Zuge der Untersuchungen zur These sollte zugleich die Wirkung der Humanalbumingabe auf die Nierenfunktion überwacht werden [1, 6]. Diese Problematik in Bezug auf die ständige Optimierung der Therapien ergab die Möglichkeit, sie genauer zu verifizieren. Ein Auszug aus der Diplomarbeit und ihre Ergebnisse werden im Folgenden dargestellt.

METHODIK

Nach Genehmigung der Studie durch die Ethikkommission der Albert-Ludwigs-Universität und schriftlich vorliegendem Einverständnis der betroffenen Eltern, untersuchten wir 10 Patienten. Die Patienten wurden prospektiv randomisiert und der Standard-Priminggruppe (FFP, n = 4) oder der Humanalbumin-Priminggruppe (HA, n = 6) zugeteilt. Die Endpunkte der Studie gliederten sich in den primären Endpunkt: die Senkung der Ödembildung bei herzchirurgischen Eingriffen mit der Unterstützung durch die Herz-Lungen-Maschine und in den sekundären Endpunkt: die Auswirkung der Humanalbumingabe auf die Nierenfunktion. In die Studie wurden Neugeborene und Säuglinge bis 6,5 kg KG oder einem HZV von max. 1,1 l/min eingeschlossen. Patienten mit bekannter Stoffwechselerkrankung, Infektion und Notfallpatienten wurden von der Studie ausgeschlossen. Definierte Abbruchkrite-

rien am Patienten waren die Anwendung von Herzunterstützungssystemen oder akute Anzeichen von allergischen Unverträglichkeitsreaktionen auf Humanalbumin.

Diese Daten wurden jeweils zu folgenden Zeitpunkten erfasst, die in Abbildung 1 dargestellt sind.

Die Serumanalytik beinhaltete folgende Parameter: Interleukin 6 (IL-6), Interleukin 8 (IL-8), C-reaktives Protein (CRP), Leukozyten, Thrombozyten, Hämoglobin (Hb), Serum-Kreatinin, Laktat.

Die Urinanalytik beinhaltete folgende Parameter: Gesamteiweiß, Albumin (Mikroalbumin), α_1 -Mikroglobulin, β -NAG, IgG, Kreatinin.

TECHNISCHE DURCHFÜHRUNG

Bei allen Patienten wurde die modifizierte Kinder-HLM (Stöckert S III, Sorin Group Mirandola) mit folgenden Phisio-beschichteten Komponenten verwendet: Oxygenator und aufgesetztes Hartschalenreservoir (D 901 Lilliput 1, Sorin Group, Mirandola), arterieller Filter (D736, Sorin Group, Mirandola), Kardioplegie-Wärmetauscher (CSC 14, Sorin Group, Mirandola), Hämo-filter (DHF 02, Sorin Group, Mirandola) sowie das beschichtete Schlauchsystem.

Die Gewichtserfassung der Patienten erfolgte mittels einer als Babywaage modifizierten Digitalwaage (HD 300 der Firma My Weigh).

Für das Systempriming wurde in beiden Gruppen ein Gesamtvolumen von 325 ml

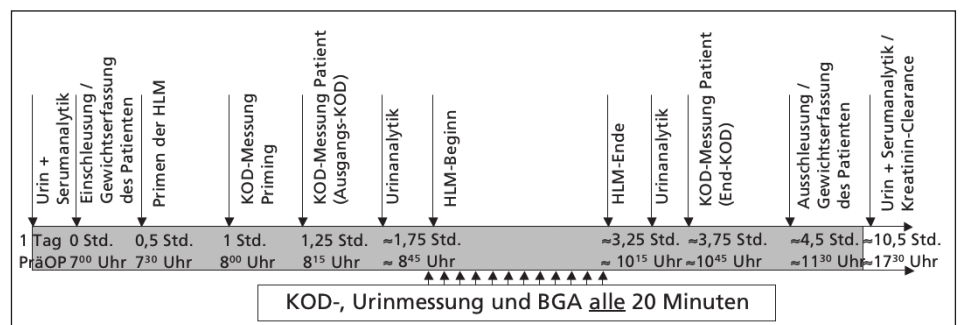


Abb. 1: Mess- und Analysezeitpunkte

Substanz	Menge
Frischplasma	125 ml
Osmosteril 20 % (Mannit)	3 ml/kg KG
Heparin	500 IE
Fremdblut (EK)	Angestrebter Hb-Wert: 8 g/dl 100 ml
Trasylol	30.000 KIE/kg KG
Natriumbicarbonat (Nabi)	Puffern auf pH-Wert von 7,35–7,45
Jonosteril	75 ml

Tab. 1: Zusammensetzung Standard-Priming (FFP)

Substanz	Menge
Humanalbumin 20 %	100 ml
Frischplasma	25 ml
Osmosteril 20 % (Mannit)	3 ml/kg KG
Heparin	500 IE
Fremdblut (EK)	Angestrebter Hb-Wert: 8 g/dl 100 ml
Trasylol	30.000 KIE/kg KG
Natriumbicarbonat (Nabi)	Puffern auf pH-Wert von 7,35–7,45
Jonosteril	75 ml

Tab. 2: Zusammensetzung Humanalbumin-Priming (HA)

angestrebt. Tabelle 1 zeigt die Zusammensetzung des Standard-Primings der FFP-Gruppe.

Beim Humanalbumin-Priming (Tab. 2) wurden 100 ml des FFP durch Humanalbumin 20 % ersetzt und damit eine angestrebte KOD-Erhöhung des Primings auf 25 bis 30 mmHg erzielt.

Für den reversiblen Herzstillstand verwendeten wir das Blutkardioplegieverfahren nach Buckberg/Beyersdorf. Nach dem Abklemmen der Aorta wird diese Blutkardioplegie initial mit 30 ml/kg KG verabreicht. Weitere Kardioplegiegaben erfolgen im Abstand von 20 Minuten mittels einer Erhaltungsdosis von 10 ml/kg KG [9].

Die Blutgasmessungen erfolgten online über das CDI 500 (Terumo) sowie alle 20 Minuten über das Radiometer ABL System 625. Das verbleibende Restvolumen der HLM (ca. 300 ml) wurde nach Filtration und Abfüllen in einen Bluttransfusionsbeutel der Anästhesie zur Verfügung gestellt.

STATISTIK

Die Auswertung des Datensatzes der 10 Patienten erfolgte mit der Software SPSS, Version 14.0., mittels U-Test, auch Mann-Whitney-Test genannt, wurden die Daten einem Homogenitätstest unterzogen. Ein $p < 0,05$ wurde als signifikant gewertet. [8, 15]. Die Daten werden als Mittelwert \pm Standardabweichung angegeben. Signifikante Vergleich-

che wurden mit $p = s.$ bzw. nicht signifikante mit $p = n. s.$ gekennzeichnet.

ERGEBNISSE

Im Bereich der demografischen Daten der Tabelle 3 ergaben sich keine signifikanten Unterschiede. Das mittlere Alter der Patienten betrug in der Standardgruppe $102,5 \pm 122,2$ Tage (Mittelwert \pm Standardabweichung), während der jüngste Patient 4 Tage und der älteste Patient 257 Tage alt war. In der Humanalbumin-Gruppe ergab sich ein mittleres Alter von $127,3 \pm 28,8$ Tagen, der jüngste Patient war 99 und der Älteste 180 Tage alt. Das direkte

präoperative Ausgangsgewicht der Patienten betrug in der Standardgruppe $5250 \pm 1655,8$ g, wobei das leichteste Kind 3550 g und das schwerste 7100 g wog. In der Humanalbumin-Gruppe zeigte sich ein Gewichtschnitt von $5675 \pm 1005,4$ g, wobei der leichteste Patient 3800 g und der schwerste 6700 g wog. In der Gruppe des Standard-Primings zeigt sich eine Patientengröße von $57,8 \pm 9,0$ cm, wovon das kleinste Kind 50 cm und das größte 67 cm betrug. In der Humanalbumin-Gruppe konnte eine mittlere Größe von $63 \pm 3,5$ cm er-

hoben werden, wobei der Kleinste 58 cm und die Längste 68 cm maß.

Perfusionsdaten

Die Bypasszeit, wie in Tabelle 4 abgebildet, betrug in der Standardgruppe $120,8 \pm 87,5$ min, wovon die Aortenabklemmzeit $78,8 \pm 67,1$ min betrug. In der Humanalbumin-Gruppe ergab sich eine Bypasszeit von $72,2 \pm 25,5$ min und eine Aortenabklemm-

Parameter	Standard	Humanalbumin	P
Bypasszeit (Minuten)	$120,8 \pm 87,5$	$72,2 \pm 25,5$	n. s.
Klemmzeit (Minuten)	$78,8 \pm 67,1$	$38 \pm 13,9$	n. s.
Gesamt-Priming (ml) *	$302,9 \pm 32,3$	$384,2 \pm 44,8$	s.
HLM-Bilanz (ml)	$174,2 \pm 121,4$	$-67,9 \pm 115,5$	s.
Hämofiltrat (ml)	$220,0 \pm 80,4$	$492,3 \pm 82,5$	s.

* FFP s. ($p = 0,019$)

Tab. 4: Perfusionsdaten im Überblick

zeit von $38 \pm 13,9$ min. Das Primingvolumen zeigte in der Standardgruppe einen mittleren Wert von $302,9 \pm 32,3$ ml, während sich in der Humanalbumin-Gruppe ein Wert von $384,2 \pm 44,8$ ml ergab. In der HLM-Bilanzierung der Ein- und Ausfuhr an Flüssigkeiten und der davon explizit aufgeführten Hämofiltrationsmenge zeigte sich in der Standardgruppe eine Bilanz von $174,2 \pm 121,4$ ml und $220,0 \pm 80,4$ ml an Filtrat. In der Humanalbumin-Gruppe ergaben sich Bilanzwerte von $-67,9 \pm 115,5$ und $492,3 \pm 82,5$ an Filtrat. Als signifikant stellten sich die Parameter des Gesamtprimings, die HLM-Bilanz sowie die Menge des Hämofiltrats dar.

Volumengabe

Bei der Volumengabe über die HLM ergaben sich in der Standardgruppe in der Gesamtzufuhr $328,8 \pm 184,8$ ml und in der Humanalbumin-Gruppe $297,9 \pm 86,5$ ml. Die Kardioplegiemenge betrug in der Standardgruppe $47,5 \pm 35,3$ ml und in der Human-

Daten	Standard	Humanalbumin	p
Anzahl der Patienten	4	6	n. s.
Alter (Tage)	$102,5 \pm 122,2$	$127,3 \pm 28,8$	n. s.
Geschlecht (m/w)	2 / 2	5 / 1	n. s.
Ausgangsgewicht präoperativ (g)	$5250 \pm 1655,8$	$5675 \pm 1005,4$	n. s.
Körpergröße (cm)	$57,8 \pm 9,0$	$63 \pm 3,5$	n. s.

Tab. 3: Demografische Daten

albumingruppe $40 \pm 13,9$ ml. Zusätzlich wurde in der Humanalbumingruppe zweimal 20%iges Humanalbumin mit 50 ml verabreicht. Erythrozytenkonzentrat (EK) und Fresh Frozen Plasma (FFP) teilten sich in der Standardgruppe mit $157,5 \pm 78,4$ ml und $87,5 \pm 98,9$ ml auf, während sie in der Humanalbumingruppe $153,3 \pm 42,3$ ml und $114,2 \pm 40,7$ ml einnahmen. Keiner der Parameter zeigte eine Signifikanz. Auch bei der Volumengabe durch die Anästhesie und auf der Intensivstation waren keine signifikanten Merkmale zu verzeichnen.

Kolloidosmotischer Druck (KOD)

Im Bereich der KOD-Messung des Primings ergab sich in der Standardgruppe ein Mittelwert von $5,3 \pm 1,8$ mmHg. In der Humanalbumingruppe betrug er $28,1 \pm 4,9$ mmHg. Der KOD der Patienten stellte sich in der Standardgruppe präoperativ mit $13 \pm 2,7$ mmHg, postoperativ $13,1 \pm 1,4$ mmHg und 6 Stunden nach extrakorporaler Zirkulation (EKZ) auf $15,3 \pm 2,7$ mmHg ein. In der Humanalbumingruppe ergaben sich die Mittelwerte von jeweils präoperativ $14,2 \pm 1,9$ mmHg, postoperativ $22,2 \pm 2,1$ mmHg und 6 Stunden post-EKZ $22,3 \pm 3,1$ mmHg. Bei den ersten drei intraoperativen Messzeitpunkten ZP1, ZP2 und ZP3 ergaben sich in der Standardgruppe folgende Werte: ZP1 $8 \pm 1,1$; ZP2 $8,7 \pm 1,3$ sowie ZP3 $9,1 \pm 2,1$ mmHg. Für die Humanalbumingruppe zeigten sich die Ergebnisse ZP1 $16,8 \pm 1,7$; ZP2 $21,5 \pm 3,6$ und ZP3 $26,9 \pm 4,3$. Alle Werte, mit Ausnahme des präoperativen Patienten-KODs, zeigten sich im Gruppenvergleich als signifikant und sind in Abbildung 2 grafisch dargestellt.

Urinanalytik

Diurese und Diurethikagabe ein Tag präoperativ und 6 Stunden post EKZ ergaben keine Signifikanzen. Die direkt präoperativen und unmittelbar nach Operationsende durchgeführten Urinanalytiken ergaben jeweils einen signifikanten Parameter in beiden Vergleichsgruppen. Präoperativ mit dem Parameter des α_1 -Mikroglobulin mit $183,4 \pm 291$ mg/g in der Standardgruppe und $7,5 \pm 5,7$ mg/g in der Humanalbumingruppe.

In der direkt postoperativen Analytik ist die Signifikanz beim Gesamteiweiß in Abbildung 3 mit $0,2 \pm 0,1$ g/l in der Standardgruppe sowie $2,9 \pm 5,1$ g/l in der Humanalbumingruppe gegeben (Abb. 3).

Serumanalytik

Weder in der präoperativen noch der postoperativen Serumanalytik ergaben sich für

die Studie relevante bzw. signifikante Ergebnisse zwischen den beiden Vergleichsgruppen.

DISKUSSION

Patientengewicht

Die relative Gewichtszunahme direkt postoperativ war in beiden Gruppen mit < 1 % gering. Eine interessante Tendenz entwickelte sich bei der relativen Gewichtszunahme 6 Stunden nach Bypassende auf der Intensivstation. Zwar wurde die Signifikanzschwelle mit $p = 0,055$ nicht erreicht, aber dennoch war bereits ersichtlich, dass sich mit einer relativen Gewichtszunahme der Standardgruppe im Mittel von $5,1$ %, im Vergleich zu $1,3$ % der Humanalbumingruppe, die Hypothese der postoperativen Ödembildung bestätigen könnte [2, 10, 13].

Perfusionsdaten

Im Bereich Bypass- und Klemmzeit zeigten sich im Gruppenvergleich keine Unterschiede. Im Gesamtpriming ergab sich ein signifikanter Unterschied, da die Primingmenge der Humanalbumingruppe insgesamt mehr Jonosteril enthielt, was wiederum zu einer Ergänzung mit FFP führte, damit der angestrebte KOD-Wert > 25 mmHg erreicht werden konnte. Im gesamten Priming war jedoch das FFP mit einer Signifikanz von $p = 0,019$ in der Standardgruppe höher, da es in der Humanalbumingruppe größtenteils durch das 20%ige Humanalbumin ersetzt wurde. Auch in der Volumenbilanz der HLM zeigten sich mit einem $p = 0,019$ signifikante Abweichungen. In der Humanalbumingruppe wurde im Bereich der HLM überwiegend eine leicht negative Volumenbilanz erreicht. Dies korreliert mit der Signifikanz im Bereich des Hämofiltrats mit einem $p = 0,019$. Das lässt vermuten, dass die Probanden der Human-

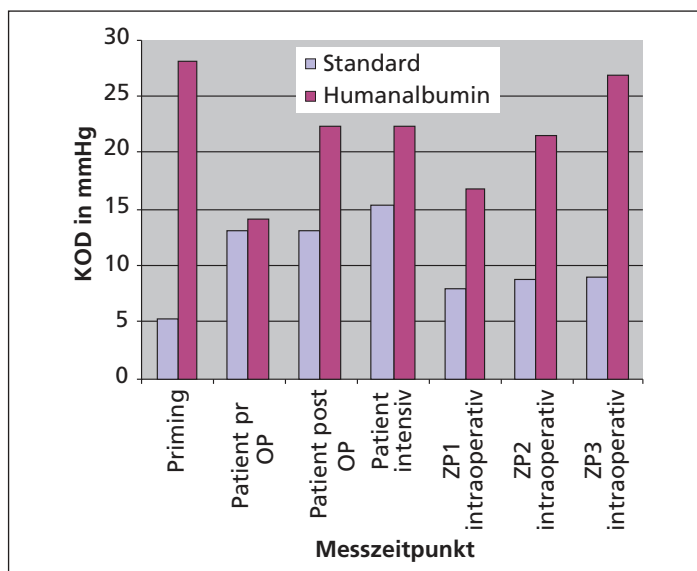


Abb. 2: KOD-Messungen der beiden Gruppen im direkten Vergleich

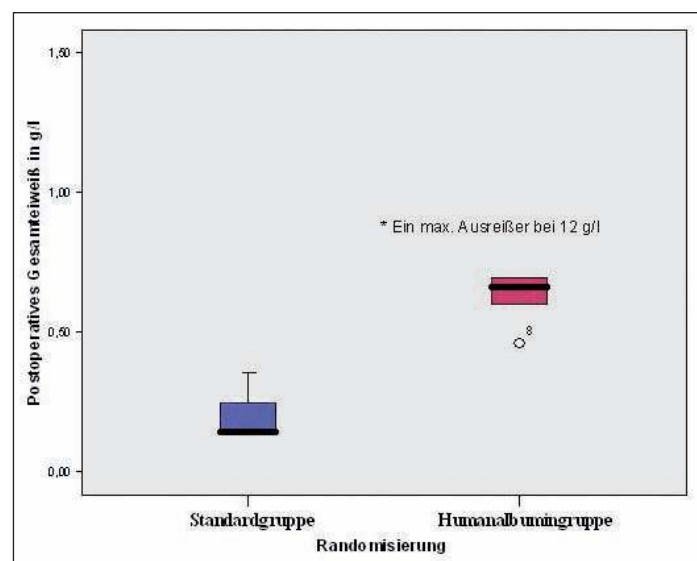


Abb. 3: Postoperatives Gesamteiweiß

albumingruppe durch den erhöhten KOD mehr Flüssigkeit im Intravasalraum beibehalten und somit auch mehr an Volumen hämofiltriert werden konnte, was sich wiederum auf die Volumenbilanzierung auswirkte.

KOD

Die Patienten der Standardgruppe fallen hämodilutionsbedingt mit ihrem KOD zu Beginn der EKZ stark ab. Bereits direkt postoperativ stellte sich – vermutlich durch die Gabe von FFP, Hämofiltration und durch Flüssigkeitsverschiebung vom intravasalen in den interstitiellen Raum – der Ausgangs-KOD wieder ein. Auffallend ist der erhöhte KOD sechs Stunden postoperativ im Vergleich zum Ausgangs-KOD, dies korreliert mit der relativen Gewichtszunahme durch Ödembildung der Standardgruppe zu diesem Zeitpunkt.

In der Humanalbumingruppe wurden stets deutlich höhere Messwerte erreicht.

Zum ersten intraoperativen Messpunkt lag der KOD leicht über den präoperativen Werten der Patienten. Auch direkt und 6 Stunden postoperativ hielt sich der KOD deutlich über dem Ausgangswert auf gleichem Niveau, was sich wiederum mit der Tendenz einer geringeren Ödembildung decken würde [4, 5].

Urinanalytik

In der postoperativen Urinanalytik sind nach Ende der EKZ in beiden Gruppen ebenfalls alle Parameter erhöht. Es gibt einen Unterschied im Vergleich des Gesamteiweißes mit einem $p = 0,016$. Während in der Standardgruppe der Median von 0,14 g/l im klinischen Referenzbereich liegt, zeichnet sich in der HumanalbuminGruppe mit deutlich erhöhten Werten bei einem Median von 0,66 g/l eine Schädigung der Niere ab. Es muss daher davon ausgegangen werden, dass das Humanalbumin diese Schädigung verursacht [1, 5].

Serumanalytik

Im Bereich der Serumanalytik einen Tag präoperativ lagen die einzelnen Parameter beider Vergleichsgruppen homogen in ihren zugehörigen Referenzbereichen.

Auch 6 Stunden nach Beendigung der EKZ stellten sich in beiden Gruppen relativ homogene Entwicklungen der Serumanalytik ein. Im Vergleich sind keine Signifikanzen erkennbar. In der präoperativen Analytik des Serums sind verschiedene Trends zu beobachten: Die Interleukin-6-Werte sind postoperativ in beiden Gruppen erhöht, Beim Interleukin 8 zeigte sich eine ähnliche Entwicklung. Besonders gut erkennbar wurden die postoperativen Entzündungsreaktionen mit dem Marker des C-reaktiven Proteins (CRP), indem sich deutlich erhöhte Werte über dem klinischen Referenzbereich in beiden Gruppen zeigten. Sie sind Indizien dafür, dass durch die Operation und die extrakorporale Zirkulation inflammatorische Prozesse ausgelöst wurden. Allerdings waren zu diesem Zeitpunkt noch keine erhöhten Leukozytenwerte erkennbar, welche auf eine Aktivierung des Immunsystems schließen lassen. Die Thrombozytenwerte fielen ab, was auf die Traumatisierung zurückzuführen ist. Hämoglobin und Kreatininwerte blieben im Vergleich zur präoperativen Analytik stabil [3, 7].

SCHLUSSFOLGERUNG

Der Einsatz der extrakorporalen Zirkulation mittels Herz-Lungen-Maschine zur Korrektur oder Palliation von angeborenen

Herzfehlern bei Neugeborenen und Säuglingen führt mit ständiger Modifizierung der Behandlungsmaßnahmen zu deutlich besseren Prognosen. Die jeweiligen Bereiche der Herzchirurgie, Kinderkardiologie und Kardiotechnik des Universitätsklinikums Freiburg sind daher ständig um Optimierung der entsprechenden Behandlungsmöglichkeiten bemüht, welche das Outcome der Patienten verbessern sollen. Mit der vorliegenden Arbeit wurde ein weiterer Beitrag dazu geleistet.

Natürlich kann mit der momentanen Zwischenauswertung der Studie, anhand von 10 Patienten, kein endgültiges Fazit gezogen werden. Sollte sich jedoch der Trend einer geringeren postoperativen Ödembildung in der HumanalbuminGruppe fortsetzen, bleibt es dennoch fraglich, ob das bisherige Standard-Priming in Zukunft durch Humanalbumin ersetzt werden sollte. Grund hierfür ist, dass in der bisherigen Zwischenauswertung der HumanalbuminGruppe eine starke, signifikant erhöhte postoperative Gesamteiweißausscheidung, d. h. Proteinurie, nachgewiesen werden konnte. Demnach liegt die Vermutung nahe, dass durch den Einsatz von Humanalbumin eine Nierenschädigung in Form einer glomerulären Nephropathie entstehen kann. Die Zufuhr von Humanalbumin zur Verringerung der Ödembildung wäre also mit einer Nierenschädigung kontraindiziert. Hinweise auf eine Nierenschädigung durch die Gabe von Humanalbumin wurden bereits in verschiedenen Studien publiziert [1, 4, 11, 13]. Ob sich dieser Trend weiter festigt, wird sich in der Weiterführung und Endauswertung der Gesamtstudie zeigen. Sollte sich die Trendentwicklung weiter bestätigen, wäre sie ein Beweis dafür, dass die bisherige, ohne Humanalbumin verwendete Primingzusammensetzung prinzipiell die Methode der ersten Wahl ist. Für ein endgültiges Resümee muss die Endauswertung der Studie vor allem im Zusammenhang mit Ausmaß und Form der Nierenschädigung explizit betrachtet werden.

LITERATUR

- [1] Abu-Omar Y, Ratnatunga C: Cardiopulmonary bypass and renal injury. *Perfusion* 2006; 4: 209–213
- [2] Bartels C, Hadzik B, Abel M, Roth B, Diefenbach C, De Vivie R: The significance of on-cometry for infusion therapy during pediatric heart surgery. *Cardiovasc Surg* 1998; 1: 87–93
- [3] Borghetti V, Piccin C, Luciani GB, Menan T, Mazzucco A: Postperfusionssyndrom. In: Tschaut RJ: Extrakorporale Zirkulation in

Theorie und Praxis. Pabst Science Publishers, Lengerich 1999

[4] Brudney CS, Gosling P, Manji M: Pulmonary and renal function following cardiopulmonary bypass is associated with systematic capillary leak. *Cardiothorac Vasc Anesth* 2005; 2: 188–192

[5] Eberhardt R, Schäfer R: *Klinikleitfaden Anästhesie. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart* 31998

[6] Fischer U, Weissenberger W, Warters RD, Geissler H, Allen S, Mehlhorn U: Impact of cardiopulmonary bypass management on postcardiac surgery renal function. *Perfusion* 2002; 6: 401–406

[7] Graves K: Anwendung der modifizierten Ultrafiltration (MUF) und anderer Ultrafiltrationsverfahren in der Kinderherzchirurgie. *Kardiotechnik* 2001; 3: 82–91

[8] Heinecke A, Hultsch E, Repges R: *Medizinische Biometrie. Springer Verlag, Berlin* 1992

[9] Lauterbach G: *Handbuch der Kardiotechnik. 4., völlig neu bearb. Auflage, Urban & Fischer Verlag, München* 2002

[10] Maha A, Saleh M: Selection of optimal quantity of hydroxyethyl starch in the cardiopulmonary bypass prime. *Perfusion* 2004; 1: 41–45

[11] Marelli D, Paul A, Samson R, Edgell D, Angood P, Chiu RC: Does the addition of albumin to the priming solution in cardiopulmonary bypass affect clinical outcome? A prospective randomized study. *Thorac Cardiovasc Surg* 1989; 5: 751–756

[12] Myers GJ, Legare JF, Sullivan JA, Leardon RB, Johnstone R, Swyer W, Squires C, Power C, Hirsch GM: Use of autologous blood as part of the perfusate for cardiopulmonary bypass: a priming technique. *Perfusion* 2002; 3: 211–216

[13] Scott DA, Hore PJ, Cannata J, Masson K, Treagus B, Mullaly J: A comparison of albumin, polygeline and crystalloid priming solutions for cardiopulmonary bypass in patients having coronary artery bypass graft surgery. *Perfusion* 1995; 6: 415–424

[14] Weitkemper HH, Troitzsch D, Körfer R: *Praktische Durchführung der EKZ. In: Tschaut RJ: Extrakorporale Zirkulation in Theorie und Praxis. Pabst Science Publishers, Lengerich* 1999

[15] Werner J: *Biomathematik und Medizinische Statistik. 2., überarb. Auflage, Urban und Schwarzenberg, München* 1992

Dipl.-Ing. (FH) Uwe Zirell
Herz-Kreislauf-Zentrum Freiburg
Herz- und Gefäßchirurgie
Abt. Kardiotechnik
Hugstetter Str. 55
79106 Freiburg
E-Mail: uwe.zirell@uniklinik-freiburg.de

Bewertung einer Laufzeit-optimierung von extrakorporalen Unterstützungssystemen durch D-Dimere als Fibrinolyseparameter

ZUSAMMENFASSUNG

Extracorporeal-Life-Support-Systeme (ECLS) zur extrakorporalen Unterstützung von Herz oder Lunge verschieben das Gleichgewicht der plasmatischen Gerinnung hin zu einer generalisierten prokoagulatorischen Tendenz. Trotz obligater Heparinisierung steigt empirisch mit zunehmender Unterstützungsdauer die Thromboseneigung der Systeme an. Eine beschriebene hohe Häufigkeit der Thrombosierung und korrespondierende neurologische Komplikationen bei dieser Anwendung rechtfertigen eine systematische Bewertung dieser prokoagulatorischen Tendenz.

In einer retrospektiven Studie wurde bei 14 Patienten, die im Zeitraum von 2001 bis 2006 eine extrakorporale Unterstützung für Herz oder Lunge benötigten, das zeitliche Verhalten von D-Dimeren als Marker für eine prokoagulatorische Aktivität des Systems untersucht. Mittels einer deskriptiv statistischen Bewertung durch eine Zeitreihenanalyse sollte betrachtet werden, ob die Verlaufsdaten zugrunde liegende Trendfunktionen aufweisen, frühere Empfehlungen zum notwendigen Systemwechsel neu bewertet werden müssen und zweite ECLS-Systeme nach einem Wechsel ähnliche zeitliche Muster aufweisen.

Im Gegensatz zu bisher publizierten Ergebnissen zeigten die ECLS-Systeme von Beginn an keine lineare prokoagulatorische Aktivität. Bei einem primär eingesetzten System stiegen nach einer ECLS-Dauer von ca. 80 bis 100 Stunden die D-Dimere massiv an. Dieses Verhalten konnte im weiteren Verlauf nach einem notwendigen Systemwechsel in zeitlich ähnlicher Weise bei einem zweiten, neuen System bestätigt werden.

Trotz Heparinisierung findet eine chronisch latente und tendenziell zunehmende Aktivierung der plasmatischen Gerinnung durch die ECLS-Systeme statt. Mittels im Routinelabor verfügbarer Aktivierungsmarker und statistischer Trendanalysen kann ein zeitliches Aktivierungsprofil pro-

koagulatorischer Prozesse erstellt werden. Das untersuchte Kollektiv zeigte nach 100 Stunden einen Zustand maximaler Aktivierung.

SCHLÜSSELWÖRTER

Extracorporeal Life Support, Hämostaseologie, Antikoagulation, Thromboseneigung, Aktivierungsmarker, prognostische Verfahren, Zeitreihenanalyse

ABSTRACT

Extracorporeal Life Support (ECLS) which temporarily supports the failing heart or lung shifts the balanced coagulation system towards a marked procoagulatory activity. With increasing duration of support the probability of clot formation within the system increases despite an obligatory anticoagulation with heparin. A reported high incidence of thromboembolic events and corresponding neurological complications justifies a systematic assessment of these coagulatory changes.

With a retrospective descriptive study we investigated in 14 patients between 2001 and 2006 the time course of D-dimers as a marker of activation of coagulation during ECLS. Through a time series analysis we examined whether underlying trends could be revealed. We further reinvestigated former recommendations of system changes and the behaviour of a secondary implanted system after changed ECLS system.

In contrast to reported findings of other authors we could not confirm a steady procoagulatory tendency. After 80 to 100 hours of support with a primary implanted system the D-dimers as a marker of activation showed a marked increase. This behaviour could be confirmed in a similar manner with a secondary implanted system after a necessary change of the ECLS system.

Despite an anticoagulation with heparin a permanent and even increasing stimulation of the coagulation system occurs. With routinely available markers of coagulation activation and statistical prognostic tools

the life-time of ECLS system can be estimated. Within this group of patients the life time of an ECLS system could be determined around 100 hours.

KEY WORDS

Extracorporeal Life Support, haemostasis, anticoagulation, clot formation, markers of activation, prognostic methods, time series analysis

EINLEITUNG

Die Polymerkunststoffe extrakorporaler Systeme im Intensivbereich, die als Extracorporeal Life Support (ECLS) entweder zur mechanischen Entlastung des Herzens oder als extrakorporale Membranoxygenation (ECMO) zur Entlastung der Lunge verwendet werden, weisen in der Interaktion mit physiologischen Kaskadensystemen hämostaseologische Besonderheiten auf. Da den Polymerkunststoffen als nicht endotheliale Fremdoberfläche modulierende Eigenschaften des Endothels fehlen, verändern sie das Gleichgewicht der plasmatischen Gerinnung hin zu einer generalisiert prokoagulatorischen Aktivierung [2, 8, 11, 13]. Trotz einer obligaten Antikoagulation durch Heparin, die sich in der Regel an ACT-Werten von 160–200 sec orientiert [7], nimmt durch nicht konstante Plasmaheparinspiegel, aktivierte Thrombozyten und unphysiologische mechanische Scherkräfte mit steigender ECLS-Dauer die Wahrscheinlichkeit einer klinisch relevanten Thromboseneigung zu. Thromboembolische Komplikationen, die während einer ECMO-Behandlung in diesem Zusammenhang entstehen können, werden mit einer Häufigkeit bis zu 60 % angegeben [9]. Somit spielen neurologische Komplikationen, die durch thromboembolische Ereignisse ausgelöst werden können, bei kardialer bzw. pulmonaler Unterstützung im Intensivbereich eine immer noch bedeutende Rolle. Gegenüber der extrakorporalen Zirkulation im herzchirurgischen Operationsbereich, bei der die Häufigkeit

neurologischer Komplikationen mit 1,6 % bis 6,6 % angegeben wird [3], treten neurologische Komplikationen nach einer ECMO-Behandlung bei Kindern bei 14 % und mentale Entwicklungsstörungen bei 21 % der Kinder auf [4]. Das Risiko liegt damit um den Faktor 2 bis 11 höher. Um eine Progredienz der Aktivierungsneigung zu verhindern, empfehlen größere ECMO-Zentren in früherer Zeit laufende ECLS-Systeme nach 7 bis 10 Tagen zu tauschen. Während der Laufzeit wurde eine zunehmende Aktivierung beobachtet, die u. a. an einem deutlichen Thrombozytenabfall zu erkennen war. Diese Beobachtungen waren meist empirischer Natur; eine systematische Bewertung der Aktivierungsneigung fand in diesem Zusammenhang nicht statt. Da sich aber Thromben im extrakorporalen System nur teilweise visuell erkennen lassen, sind neben der üblichen visuellen Kontrolle der Systemkomponenten wie Schläuche, Pumpe oder Oxygenator differenziertere diagnostische Maßnahmen notwendig. Eine labordiagnostisch unterstützte Überwachung der Thromboseeignung scheint somit durchaus sinnvoll und ist über die Messung von Aktivierungs- bzw. Reaktionsprodukten von Gerinnungsfaktoren, Enzyminhibitorkomplexen oder Plättchenaktivierungsprodukten möglich. Eine labordiagnostische Überwachung von ECLS-Systemen durch Aktivierungsmarker fand aber bisher sowohl tierexperimentell als auch in Patientenkollektiven nur in Zeiträumen bis zu 50 Stunden statt. Untersuchungen über den weiteren Verlauf jenseits von 40 bis 50 Stunden liegen nicht vor [1, 9, 11, 12]. Da extrakorporale Systeme zu einer generalisierten prokoagulatorischen Tendenz der Gerinnung führen und in der Literatur mittlere Unterstützungszeiten > 50 Stunden angegeben werden, erscheint eine systematische laborunterstützte Bewertung der Thromboseeignung sinnvoll.

Labordiagnostische Methoden zur Erkennung von Thrombosen im Gefäßsystem bzw. deren Folgen – beispielsweise eine Lungenembolie – durch Aktivierungsmarker sind klinisch bereits lange etabliert [5]. D-Dimere als ein Abbauprodukt von zirkulierendem Fibrin und damit gleichzeitig Marker einer bereits abgelaufenen Fibrinbildung und Fibrinolyse werden meist zur Ausschlussdiagnostik verwendet [5]; klinisch akzeptierte Angaben zur Sensitivität und Spezifität zur Überwachung extrakorporaler Systeme liegen bisher nicht vor. In der Literatur werden die D-Dimere dennoch zur Beurteilung des thrombogenen

Verhaltens von Kreislaufunterstützungssystemen verwendet [1].

Diese Problematik führt uns zu folgender Fragestellung:

1. Steigt mit zunehmender Laufzeit extrakorporaler Systeme die prokoagulatorische Tendenz der plasmatischen Gerinnung?
2. Können die empirischen Überlegungen anderer Arbeitsgruppen zu empfohlenen Laufzeiten bestätigt werden?
3. Differiert die Laufzeit extrakorporaler Systeme nach einem Systemwechsel gegenüber der Erstanwendung?

Da wir seit fünf Jahren D-Dimere als Routineparameter zur Erfassung der Thromboseeignung von ECLS-Systemen im Intensivbereich verwenden, haben wir in einer retrospektiven Analyse systematisch den zeitlichen Verlauf der D-Dimere während der gesamten Laufzeit der ECLS-Systeme überprüft.

MATERIAL UND METHODEN

Anhand der systematischen Bewertung der Thromboseeignung durch den Surrogatparameter D-Dimere versuchten wir sowohl mögliche zeitliche Veränderungen im Allgemeinen als auch mögliche Änderungen jenseits der bisher beobachteten Zeiträume von 50 Stunden Laufzeit zu erfassen. Die systematische retrospektive Untersuchung fand mittels einer Zeitreihenanalyse statt. Dieses deskriptive Verfahren, das sowohl wirtschaftsökonomische Trendverläufe als auch zeitabhängige Verläufe biomedizinischer Daten analysieren kann [14], ermöglicht durch die Bereinigung von statistisch zufälligen Daten die Erfassung sich potenziell ändernder Zeitverläufe.

Wir untersuchten 10 Patienten mit kardialen kongenitalen Vitien sowie vier Patienten im respiratorischen Versagen, die im Zeitraum von Anfang 2001 bis Ende 2006 eine postoperative kardiale Unterstützung oder eine Extrakorporale Membranoxygenation (ECMO) benötigten. Die morphometrischen bzw. ECLS-abhängigen Daten sind in Tabelle 1 dargestellt.

	Alter (Jahre)	Größe (cm)	Gewicht (kg)	Laufzeit ECLS (h)	Laufzeit 1. System (h)	Laufzeit 2. System (h)	Wechselzeitpunkt (h)
Anzahl n	14	14	14	14	14	9	9
Mean	2,9	77,2	11,1	208,2	128,2	105,6	128,2
Median	0,4	67	5,95	171,5	125	104	125
Bereich	0,03–21	49–163	2,7–51,5	101–360	63–210	43–170	63–210

Tab. 1: Morphometrische und unterstützungsbezogene Daten

Zur kardialen bzw. pulmonalen Unterstützung wurde ein ECLS-Schlauchsystem auf Zentrifugalbasis verwendet (Medtronic GmbH, Düsseldorf). Die Oxygenation fand Patienten-adaptiert mittels der Oxygenatoren Hilite LT (Medos AG, Stolberg), Lilliput ECMO (Sorin GmbH, München) und Quadrox D (Maquet Cardiopulmonary AG, Hirrlingen) statt. Alle Oxygenatoren waren mit plasmadichten Fasern ausgestattet. Mit einer Heparinisierung durch 10–30 I.E. Heparin pro kgKG/h wurden ACT-Werte zwischen 160–200 sec angestrebt.

LABORDIAGNOSTIK

Während der Unterstützung wurden routinemäßig die hämostaseologischen Parameter Thrombozyten, Quick, INR, Fibrinogen, PTT, PT, ATIII und D-Dimere im 6-stündlichen Rhythmus bestimmt. Die Bestimmung wurde vom Zentrallabor der Klinik durchgeführt. Die Activated Clotting-Time (ACT) wurde im 1- bis 3-stündlichen Rhythmus auf Stationsebene mittels des Medtronic-ACT-II-Gerätes gemessen (Medtronic GmbH, Düsseldorf). D-Dimere > 15 mg/l wurden als Anhalt für eine Thrombosierung des Systems postuliert. Bei allen Patienten fand neben der labordiagnostischen Bestimmung eine 8-stündliche visuelle Überprüfung der Schlauchsysteme statt. Bei sichtbarer Thrombosierung und D-Dimeren > 15 mg/l wurde unter Berücksichtigung der hämostaseologischen Gesamtsituation das Komplettsystem getauscht.

STATISTISCHE ANALYSE

Zur Erfassung zeitabhängiger Veränderungen der Thromboseeignung wurde der Verlauf der D-Dimere aller Patienten mit einer Zeitreihenanalyse auf zugrunde liegende Trendfunktionen untersucht. Nach der Methode des gleitenden Durchschnitts (simple moving average), der über den gesamten Verlauf eine Folge einzelner Durchschnittswerte von sich überlappenden Zeitperioden bildet, fand eine Trendanalyse statt (Excel 2002, Microsoft).

RESULTATE

Abbildung 1 zeigt die Verlaufsdaten der einzelnen Patienten (n = 14), die als Kollektiv zusammengefassten Verlaufsdaten und die Trendanalyse der D-Dimere für das primär eingesetzte Unterstützungssystem. Bei einer Laufzeit bis 80 Stunden treten Trendwerte zwischen 4 und 8 mg/l auf; nach 80 Stunden Unterstützungsdauer zeigt die Trendanalyse einen linearen Anstieg, der den Maximalwert von ca. 20 mg/l bei 100 Stunden erreicht. Danach fallen die D-Dimere ähnlich dem Anstieg wiederum nach 30 Stunden auf einen noch immer erhöhten Trendwert von 8 mg/l ab und verbleiben für den Rest der Laufzeit auf diesem Niveau.

Abbildung 2 zeigt die Verlaufsdaten der einzelnen Patienten (n = 9), die als Kollektiv zusammengefassten Verlaufsdaten und die Trendanalyse der D-Dimere nach einem notwendigen Systemwechsel. Da für vier Patienten die ECLS-Anwendung nach einer mittleren Unterstützungsdauer von 123 Stunden beendet war und für einen Patienten im weiteren Verlauf nach dem Systemwechsel keine Dimere bestimmt wurden, konnten am zweiten System nur noch 9 Patienten untersucht werden. Ausgehend von D-Dimer-Werten um 10 mg/l findet in

der Trendanalyse bei 230 Stunden ein linearer Anstieg statt, der bei 270 Stunden Maximalwerte von ca. 20 mg/l erreicht. Nach ca. weiteren 100 Stunden fallen diese Werte auf ein noch deutlich erhöhtes Niveau von 14 mg/l ab und verbleiben in diesem Bereich.

Auch wenn die Laufzeiten des primären bzw. sekundären Systems bereits bei 0 Stunden bzw. 80 Stunden beginnen, können die Durchschnittswerte in der Trendanalyse durch die Methode des gleitenden Durchschnitts erst zu einem späteren Zeitpunkt dargestellt werden, der rein mathematisch bei 20 bzw. 170 Stunden beginnt.

DISKUSSION

Im Gegensatz zu den bereits erwähnten Studien konnten wir zeitabhängige Verlaufsänderungen der D-Dimer-Konzentration sowohl bei einem Erst- als auch bei einem Zweitsystem feststellen. Die Autoren dieser Studien untersuchten zwar mehrere Aktivierungsmarker von Gerinnung und Fibrinolyse, konnten aber innerhalb des kurz gewählten Untersuchungszeitraumes nur einen allgemeinen Anstieg der Aktivierungsmarker feststellen, eine Korrelation zur Thrombenbildung wurde nicht beschrieben [1, 9, 11, 12]. Angaben

über das Verhalten jenseits des Zeitraumes von 50 Stunden fehlen. Unsere Daten bestätigen ebenfalls eine allgemein erhöhte Aktivierung der plasmatischen Gerinnung, die sich aber weit über einen Zeitraum von 50 Stunden fortsetzt. Erst ab 80 Stunden Unterstützung waren deutliche Anstiege der D-Dimere zu verzeichnen. Der Abfall der D-Dimer-Konzentration nach dem Systemwechsel könnte sowohl durch die erneute Hämodilution des neuen Systems als auch durch ein gestörtes Gleichgewicht zwischen Synthese und Elimination dieser Fibrinolyseprodukte erklärt werden. Berücksichtigt man diese Normalisierung, so treten bei Einsatz eines zweiten Systems ebenfalls nach ca. 100 bis 120 Stunden Unterstützung wiederum deutlich hohe D-Dimer-Konzentrationen auf, deren Maximalwerte dem des primären Systems ähnlich sind. Da sowohl der Mittelwert als auch der Median der Unterstützungsdauer bei 171 bzw. 208 Stunden lag, sind die ermittelten Daten von Zeiten > 300 Stunden unter Vorbehalt zu sehen. Für die Trendanalyse standen dann nur noch Verlaufsdaten von zwei Patienten zur Verfügung.

Die klinische Relevanz dieser Ergebnisse zeigt sich neben den schon beschriebenen Zusammenhängen auch in anderer Weise.

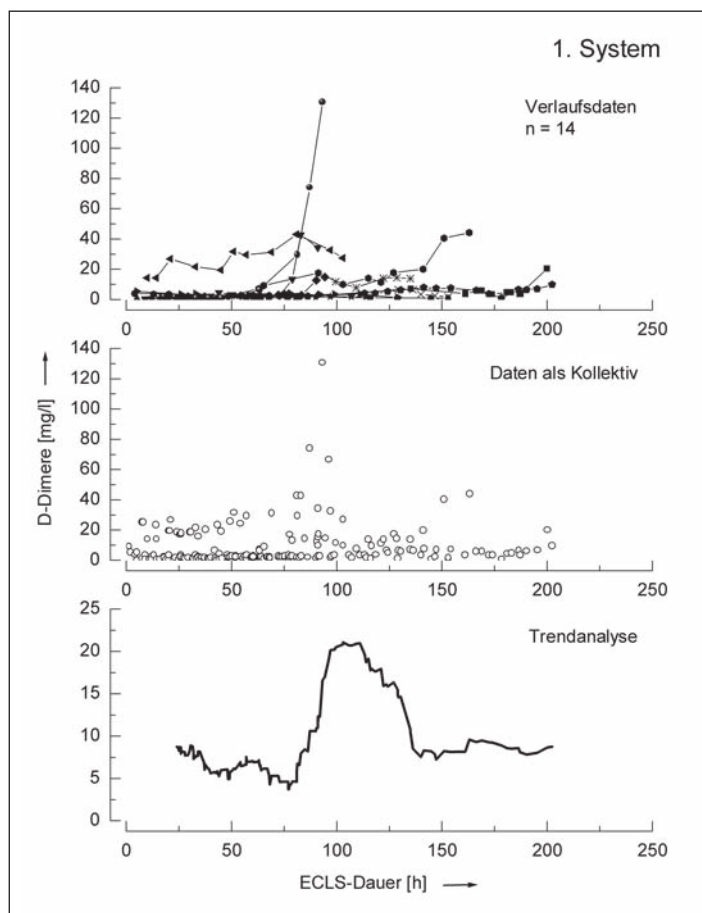


Abb. 1: Verlaufsdaten und Trendanalyse bei Verwendung des ersten Systems bei 14 Patienten

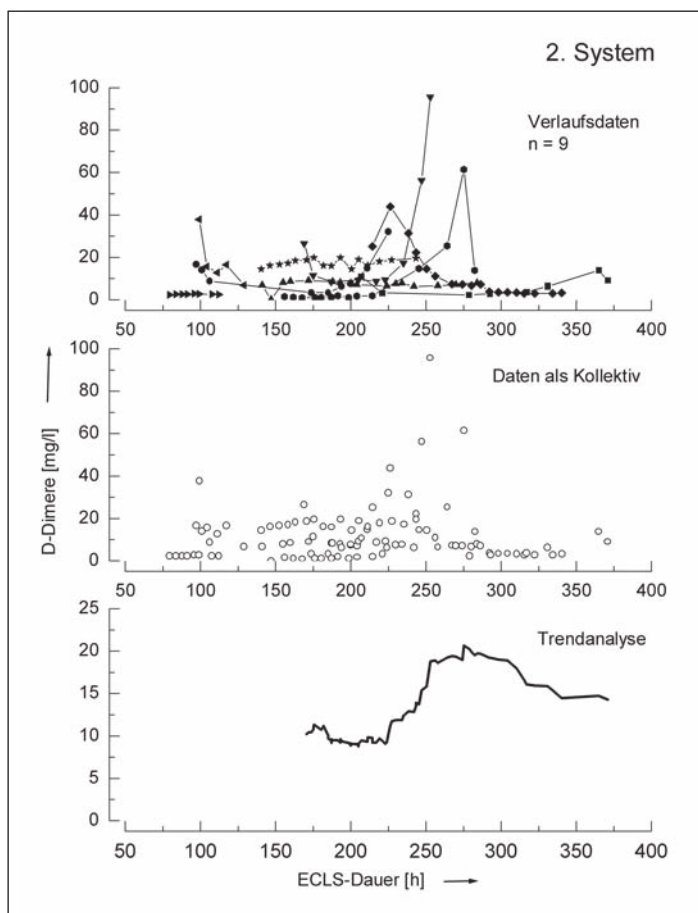


Abb. 2: Verlaufsdaten und Trendanalyse bei Verwendung des zweiten Systems bei 9 Patienten

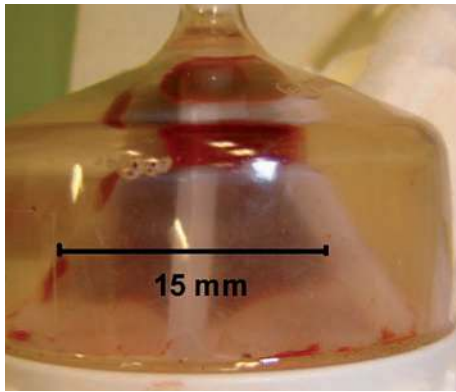


Abb. 3: Arterielle Bubble-Trap mit organisiertem Thrombus an der Ausflusssseite

Neben der Bewertung der Aktivierungsneigung durch einen immunologischen Test fand eine visuelle Überprüfung der Systeme statt. Abbildung 3 und Abbildung 4 zeigen zwei verschiedene Systemkomponenten, bei denen nach einem Systemwechsel und folgender Spülung und Inspektion Thromben zu erkennen waren. Die D-Dimer-Konzentration korrelierte in diesen Fällen mit der Thrombenmasse. Während des Betriebes war diese Thrombenmasse aber nicht bzw. nur minimal erkennbar. Auch wenn D-Dimere als Indikator für eine abgelaufene plasmatische Gerinnung und Fibrinolyse dienen und somit zumindestens theoretisch relativ spät in der Kaskade ansetzen, haben sie gegenüber anderen Aktivierungsmarkern Vorteile. Andere Aktivierungsmarker wie Fibrinogenpeptid A oder Thrombin-Antithrombin-Komplexe haben nur kurze Halbwertszeiten im Plasma, sind gegenüber Abnahmefehlern empfindlich und durch aufwendige Aufbereitungsverfahren nicht routinemäßig verfügbar. Da D-Dimere als spezifische Fibrinolyseprodukte länger im Plasma nachweisbar und unempfindlich gegenüber Abnahmefehlern sind, stehen sie als Routineparameter zur Verfügung. Sie können deswegen für eine notwendige zeitnahe Bewertung der Thromboseeignung verwendet werden. Da die D-Dimere aber durch den gemeinsamen Nachweis von Fibrinbildung und -proteolyse schon den Abbau von bereits gebildeten Thromben beschreiben, ist eine Laufzeitbewertung von extrakorporalen Systemen notwendig, um die Thromboseeignung schon im Vorfeld zu minimieren.

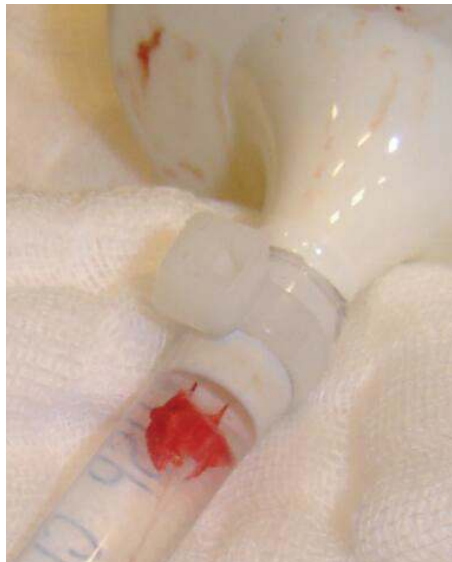


Abb. 4: Konnektor 1/4" mit flottierendem Thrombus nach Spülung

Aus diesen Ergebnissen ziehen wir folgende Schlüsse:

1. Extrakorporale Systeme führen zu einer chronisch latenten Aktivierung der plasmatischen Gerinnung, die mit zunehmender Unterstützungsdauer eine steigende Tendenz zeigt.
2. Unsere Beobachtungen bestätigen frühere, auf Empirie gestützte Argumente zu zeitlich standardisierten Systemwechseln. Die Laufzeit eines ECLS-Systems in unserem Kollektiv fokussiert sich auf ca. 100 Stunden.
3. Auch nach einem notwendigen Systemwechsel haben sekundäre Systeme trotz einer massiv aktivierten plasmatischen Gerinnung eine zeitlich ähnliche Thromboseeignung.

LITERATUR

- [1] Arnold P, Jackson S, Wallis J, Smith J, Bolton D, Haynes S: Coagulation factor activity during neonatal extra-corporeal membrane oxygenation. *Intensive Care Med* 2001; 27(8): 1395–1400
- [2] Bevan DH: Cardiac bypass haemostasis: putting blood through the mill. *Br J Haematol* 1999; 104(2): 208–219
- [3] Boeken U, Litmathe J, Feindt P, Gams E: Neurological complications after cardiac surgery: risk factors and correlation to the surgical procedure. *Thorac Cardiovasc Surg* 2005; 53(1): 33–36

- [4] Hamrick SE, Gremmels DB, Keet CA, Leonard CH, Connell JK, Hawgood S et al: Neurodevelopmental outcome of infants supported with extracorporeal membrane oxygenation after cardiac surgery. *Pediatrics* 2003; 111 (6 Pt 1): e671–675
- [5] Heim SW, Schectman JM, Siadaty MS, Philbrick JT: D-dimer testing for deep venous thrombosis: a metaanalysis. *Clin Chem* 2004; 50(7): 1136–1147
- [6] Ibrahim AE, Duncan BW, Blume ED, Jonas RA: Long-term follow-up of pediatric cardiac patients requiring mechanical circulatory support. *Ann Thorac Surg* 2000; 69: 186–192
- [7] Lequier L, Chan A: Anticoagulation during extracorporeal life support. *Prog Pediatr Cardiol* 2005; 21(1): 81–85
- [8] Lowe GD: Virchow's triad revisited: abnormal flow. *Pathophysiol Haemost Thromb* 2003/2004; 33(5-6): 455–457
- [9] Muntean W: Coagulation and anticoagulation in extracorporeal membrane oxygenation. *Artif Organs* 1999; 23(11): 979–983
- [10] Paparella D, Brister SJ, Buchanan MR: Coagulation disorders of cardiopulmonary bypass: a review. *Intensive Care Med* 2004; 30(10): 1873–1881
- [11] Urlesberger B, Zobel G, Zenz W, Kuttinig-Haim M, Maurer U, Reiterer F et al: Activation of the clotting system during extracorporeal membrane oxygenation in term newborn infants. *J Pediatr* 1996; 129(2): 264–268
- [12] Urlesberger B, Zobel G, Rodl S, Dacar D, Friehs I, Leschnik B, Muntean W: Activation of the clotting system: heparin-coated versus non-coated systems for extracorporeal circulation. *Int J Artif Organs* 1997; 20(12): 708–712
- [13] Webb AR, Mythen MG, Jacobson D, Mackie IJ: Maintaining blood flow in the extracorporeal circuit: haemostasis and anticoagulation. *Intensive Care Med* 1995; 21(1): 84–93
- [14] Zeger SL, Irizarry R, Peng RD: On time series analysis of public health and biomedical data. *Annu Rev Public Health* 2006; 27

Johannes Gehron BSc (Open) ECCP
 Universitätsklinikum Gießen und
 Marburg GmbH
 Standort Gießen
 Klinik für Herz-, Kinderherz- und
 Gefäßchirurgie
 Abt. Kardiotechnik
 Rudolf-Buchheim-Str. 7
 35385 Gießen
 Johannes.Gehron@dgfkt.de

Single Ventricle: State of the Art im Management des funktionell univentrikulären Herzens

Teil I: Morphologische und klinische Beschreibung aus der Sicht des Kinderherzchirurgen

ZUSAMMENFASSUNG

Die Prognose der Kinder mit einem funktionell univentrikulären Herzen hat sich in den letzten 20 Jahren deutlich verbessert. Patienten, die in ihrer Kindheit gut auf die Fontan-Operation vorbereitet wurden, haben eine 90%ige Wahrscheinlichkeit, später ein Leben mit – wenn überhaupt – wenigen Einschränkungen und normaler Lebensqualität zu führen. Dennoch gibt es laufend Herausforderungen zu meistern, um das Leben von Patienten mit Single Ventricle weiter zu verbessern.

SCHLÜSSELWÖRTER

Embryologie, Fontan, Mitralatresie, Pulmonalatresie, Single Ventricle, Trikuspidalatresie

ABSTRACT

The outlook for children managed with a single ventricle pathway has improved dramatically over the past two decades. Today children who are managed carefully through infancy, so as to optimize their anatomy and physiology for a subsequent Fontan procedure, have a 90% probability of leading good quality lives with minimal if any restrictions. That is not to say that there are no ongoing challenges, which, when overcome, will allow even further improvement in the lives of patients managed with a single ventricle pathway.

KEY WORDS

Single Ventricle, Fontan procedure, Trikuspidal atresia, Mitral atresia

Einleitung

Es ist hilfreich, sich die embryologische Ventrikelentwicklung anzuschauen, um den Mechanismus des Single Ventricle nachzuvollziehen. Durch die Drehung des primären Herzschauches trennt sich der primäre linke Ventrikel vom Bulbus cordis. Mit der Septierung bildet sich der AV-Kanal aus endokardialem Kissen. Viele Single

Ventricle treten aufgrund einer schlechten Ausbildung der AV-Klappen auf. Ein weiterer Grund ist die inkomplette Septierung der beiden Ventrikel.

KLASSIFIZIERUNG NACH VAN PRAAGH

Van Praagh hat eine einfache Methode vorgestellt, komplexe anatomische Formen wie Single Ventricle zu klassifizieren. Eine wichtige Voraussetzung ist, dass alle Ventrikel eine eindeutige linke oder rechte ventrikuläre Morphologie aufweisen. Der linke Ventrikel zeigt eine glatte, feine trabekelartige endokardiale Oberfläche mit normalerweise 2 papillären Muskeln an der freien Wand, aber nicht am Septum. Im Gegensatz dazu weist der rechte Ventrikel eine starke Trabekelierung und mehrfache Sehnenfädenverankerung der Trikuspidalklappe auf. Die AV-Klappe ist fester Bestandteil eines Ventrikels; Mitralklappe im linken Ventrikel und Trikuspidalklappe im rechten Ventrikel [1].

Van Praaghs Klassifizierung involviert drei Herzsegmente [2]:

1. Die Lage des Herzens: Im Normalfall (situs solitus) befindet sich die V. cava inferior rechts und mündet von rechts in den rechten Vorhof. Diese Einteilung bezieht sich auch auf die normale Lage von Lunge und Abdominalorganen (Leber rechts, Magen links). Weicht die Lage vom Normalfall ab, so sprechen wir vom situs inversus.

2. Drehung der Ventrikel: Normalerweise dreht sich der primäre Ventrikel rechts (dextro – D), so dass der morphologisch linke Ventrikel links liegt und der morphologisch rechte Ventrikel rechts zu liegen kommt. Wenn er sich jedoch links dreht (levo – L), befindet sich der morphologisch rechte Ventrikel links und andersherum. Die Drehung erfolgt unabhängig von der Lage.

3. Lage der großen Gefäße: Liegt die Aorta rechts von der Pulmonalarterie, nennt man dies Rechtslage der Aorta „D“ oder bei linksseitiger Lage von der Pulmonalarterie „L“.

Ein typisches Beispiel ist die Transposition der großen Arterien. Wenn z. B. SDD vorliegt, befindet sich der rechte Vorhof des Patienten rechts und ist aufgrund der d-Drehung mit der rechten Seite des rechten Ventrikels verbunden. Die Aorta kann vor oder rechts der Pulmonalarterie liegen, so dass der Patient trotzdem SDD-klassifiziert wird. Dieser Patient weist eine umgekehrte Physiologie auf, da blaues Blut vom rechten Vorhof zur rechten Kammer in die Aorta fließt.

Ein Patient mit SLL hat Situs solitus der Atria, der rechtsseitige rechte Vorhof ist mit dem rechts liegenden linken Ventrikel verbunden, während der links liegende rechte Ventrikel mit der links liegenden Aorta verbunden ist. Auch wenn dieser Patient eine Transposition der großen Gefäße hat, ist die Physiologie trotzdem normal, daher ist die SLL-Transposition auch als kongenitale korrigierte Transposition bekannt.

SINGLE VENTRICLE MIT SYSTEMISCHEN AUSFLUSSHINDERNISSEN

Behinderung zwischen funktionell singulärem Ventrikel und systemischem Auswurf ist der entscheidendste Faktor, der das Langzeitergebnis eines Patienten mit univentrikulärem Herzen bestimmt [3].

Dabei ist die Ausflussbehinderung wichtiger als die Morphologie des Single Ventricle. Wenn eine systemische Ausflussbehinderung jedoch frühzeitig in der Kindheit festgestellt wird und adäquate Maßnahmen in der frühen palliativen Therapie des Kindes getroffen werden, ist es möglich, das Ausmaß dieses Risikofaktors zu minimieren.

Ausflussbehinderungen treten oft mit einer Unterentwicklung des Aortenbogens und einer Aortenstenose (nach Abgang des Truncus brachiocephalicus, der A. carotis communis und der A. subclavia) auf. Auch wenn sich diese Behinderung noch nicht während der neonatalen Phase zeigt, sollte das Vorhandensein von Aortenstenose und/oder hypoplastischer Aorta z. B. mit Da-

mus-Kaye-Stansel- oder Norwood-Op. behoben werden.

BEHINDERUNG DES PULMONALEN AUSWURFS

Im Allgemeinen besteht eine reziproke Beziehung zwischen dem pulmonalen Auswurf und dem systemischen Auswurf. Z. B. findet sich bei einem bestehenden systemischen Auswurfhindernis normalerweise keine pulmonale Ausflussbehinderung und umgekehrt. Bei weniger als 10 % der Patienten mit funktionell univentrikulärem Herz befindet sich ein Hindernis in beiden Systemen. Wie auch bei systemischen Obstruktionen, gibt es bei pulmonalen Obstruktionen ebenfalls zahlreiche anatomische Variationen, die zu einer pulmonalen Ausflussbehinderung führen. Es könnte eine komplette Atrésie der Pulmonalarterien und -klappe oder eine subpulmonale muskuläre Stenose mit Klappenhypoplasie und Pulmonalklappenstenose vorkommen. Weiterhin kann AV-Klappen-Gewebe den subpulmonalen Bereich verlegen. Atrésie oder Stenose am Beginn der pulmonalen Arterien verkompliziert das Management des Single Ventricle.

SINGLE-VENTRICLE-ANOMALIEN

Trikuspidalatresie/Stenose und Pulmonalatresie mit intaktem ventrikulären Septum

SDN-Trikuspidalklappenatresie, z. B. Trikuspidalklappenatresie mit normal großen Gefäßen, ist die einfachste Form des Single Ventricle. Diese Anomalie wurde zum ersten Mal um 1960 von Fontan operiert (Fontan-Op.). Fontan beschrieb einen entscheidenden Vorteil des Vorhandenseins eines normalen linken Ventrikels, verbunden mit der Aorta, obwohl es experimentell keinen Beweis eines Vorteils für Single left Ventricle gegenüber Single right Ventricle oder gemeinsamem Ventrikel gibt.

Der Patient mit Trikuspidalatresie hat eine komplette Fehlentwicklung der Trikuspidalklappe. Sie kann durch muskuläres sowie fibrotisches Gewebe oder atretische Membranen ersetzt sein [4]. Ein offenes Foramen ovale ist Bedingung für das Überleben. Pulmonaler Blutfluss wird über ein VSD vom linken Ventrikel in die infundibuläre Kammer, die mit den Hauptpulmonalarterien verbunden ist, geleitet. Alternativ kann dies auch mit Pulmonalatresie vorkommen; unter diesen Umständen ist das Kind auf einen offenen Ductus oder eine andere Art arterieller Verbindungen wie z. B. aortopulmonales Fenster für den Blutfluss angewiesen.

Wenn eine Transposition der großen Arterien mit Trikuspidalklappenatresie (SDD der großen Arterien und Trikuspidalklappenatresie) vorliegt, ist die Größe des Defekts ausschlaggebend für den eventuellen Vorfall einer systemischen Ausflussbehinderung. Falls eine Aortenstenose oder Hypoplasie des Aortenbogens vorliegt, ist es wahrscheinlich, dass dieser Defekt kleiner ist als die Größe des Aortenrings. Echokardiographische Studien haben gezeigt, dass falls die Öffnungsfläche des Defekts kleiner als $2 \text{ cm}^2/\text{m}^2$ ist, es wahrscheinlich ist, dass es durch den Defekt in der Zukunft zu Einschränkungen kommt, falls diese nicht sowieso schon vorhanden sind. Falls die Trikuspidalklappe offen, aber stenosiert ist, z. B. bei einer Trikuspidalklappenstenose, muss eine Untersuchung gemacht werden, die Aussagen über die Möglichkeit einer Zwei-Kammer-Reparatur erlaubt.

Die Berechnung der z-Werte für Diameter und Öffnungsfläche der Trikuspidalklappe ist hilfreich. Falls die z-Klappe kleiner als -2 und speziell kleiner als $-2,5$ bis -3 ist, dann wird ein Single Ventricle einer Zwei-Ventrikel-Reparatur vorgezogen.

Ein Patient mit Pulmonalatresie und intakten Kammersepten muss sofort auf den Weg des Single Ventricle gebracht werden. Meist haben diese Patienten eine kleine Trikuspidalklappe und ein kleines Volumen des rechten Ventrikels. Diese Patienten haben oft Koronararterienstenosen und gegebenenfalls eine Abhängigkeit der Koronarperfusion vom rechten Ventrikel. Diese Patienten müssen den Single-Ventricle-Weg einschlagen, auch wenn die Trikuspidalklappe der Normgröße entspricht und somit eine Zwei-Kammer-Reparatur erlauben würde.

Double Inlet Single Ventricle

Wie der Name sagt, besitzt dieser Patient 2 AV- oder Inlet-Klappen. Der dominante Ventrikel ist in der Regel der morphologisch linke Ventrikel (d- oder l-loop). Es kann eine Stenose vorliegen; meist assoziiert mit einer Hypoplasie einer der beiden AV-Klappen (Abb. 1).

Subtypen des Double Inlet Single Ventricle

- SLL Double Inlet Single Left Ventricle

Diese Patienten haben einen dominanten morphologisch linken Ventrikel, der auf der rechten Seite liegt. Beide Inlet-Klappen drainieren in den Single Left Ventricle, obwohl die linke Trikuspidalklappe zumindest zum Teil mit links sitzendem morphologisch rechten Ventrikel verbunden ist. Häufig ragen Chordae der Trikuspidalklappe in den linken Ventrikel hinein. Die Aorta befindet sich links anterior zu der Pulmonalarterie und entspringt der links liegenden rechten Ventrikel-Ausflussbahn. Die Größe des bulboventrikulären Foramens (die Verbindung zwischen dem linken Ventrikel und der Ausflussbahn) ist wichtig. Wenn diese Öffnung kleiner als der Aortenannulus oder kleiner als $2 \text{ cm}/\text{cm}^2$ ist, liegt eine Ausflussbahnstenose zwischen Single Ventricle und Aorta vor.

Es könnte eine subpulmonale und/oder eine Pulmonalklappenstenose den pulmonalen Blutfluss einschränken. Dies könnte teilweise durch überschüssiges AV-Klappen-Gewebe unterhalb der Pulmonalklappe auftreten.

- SDD Double Inlet Single Left Ventricle

Diese Patienten haben eine normale d-Drehung, so dass der morphologisch linke Ventrikel links liegt. Trotzdem kommt

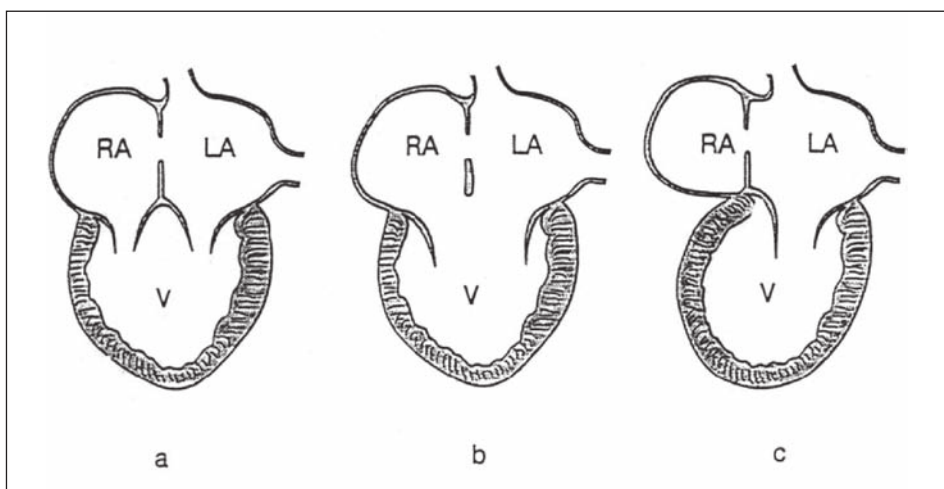


Abb. 1: Univentriculäre atrioventrikuläre Verbindung: a) mit zwei getrennten AV-Klappen („double inlet“), b) mit einer gemeinsamen AV-Klappe („common inlet“), c) mit Atrésie einer AV-Klappe („single inlet“)

es zu einer Transposition der großen Arterien, so dass die Aorta aus rechtsgelegener Ausflussskammer entspringt. Die Größe des bulboventrikulären Foramens ist sehr wichtig. Dies ist die wahrscheinlichste Stelle einer Obstruktion zwischen dem Single Ventricle und der Aorta. Trotzdem kann es gelegentlich durch Malalignment des coronalen Septums zu einer Behinderung innerhalb der Kammer kommen.

-SDN Double Inlet Single Ventricle (Holmes heart)

Diese Variante ist seltener als SLL oder SDD. Da die Aorta normalerweise mit dem Single Left Ventricle verbunden ist, kommt es in diesem Fall eher seltener zu einer systemischen Ausflussbehinderung. SDN Double Inlet Single Ventricle eignet sich für ventrikuläre Septierung, falls ein Ventrikelseptum bereits ansatzweise vorhanden ist und falls Kammer und Trikuspidalklappe normal entwickelt sind. Bei einem Holmes-Herz handelt es sich also um ein normal entwickeltes Herz mit einem großen Septierungsfehler (großer VSD) [5].

Single Ventricle mit gemeinsamer AV-Klappe und Heterotaxie-Varianten (Asplenie/Polysplenie oder atrialer Isomerismus)

Es gibt einige anatomische Varianten des Single Ventricle, die eine gemeinsame AV-Klappe besitzen.

- Unbalancierter kompletter AV-Kanal

Wenn die AV-Klappe unbalanciert mit den beiden Ventrikeln verbunden ist, besteht in diesem Fall ein ausgeprägtes Ungleichgewicht, so dass das Management in Richtung Single Ventricle gelenkt wird. Dies ist wahrscheinlicher, wenn der rechte Ventrikel dominant ist. In diesem Fall würde eine Korrektur des kompletten AV-Kanals zu einer inadäquaten Mitralklappe, möglicherweise auch zu einem inadäquaten linken Ventrikel und zu einer subaortalen Stenose führen. Diese Patienten haben häufig eine Aortenbogenverengung und Aortenhypoplasie. Es muss eine schwerwiegende Unterentwicklung des rechten Ventrikels und der Trikuspidalklappe vorliegen, damit AV-Kanal mit dominantem linken Ventrikel ein Single-Ventricle-Management bedingt.

- Heterotaxie

Es gibt eine Reihe von Synonymen für Heterotaxie: Asplenie/Polysplenie-Syndrom und atrialer Isomerismus. Bei diesen Patienten besteht eine unausgeprägte Differenzierung zwischen rechts und links. Dies

kann zu beidseitiger Rechtsheit (Asplenie-Syndrom) mit z. B. bilateralen rechten Lungen führen. Zudem können sie bilaterale rechte Vorhöfe besitzen. Diese Patienten haben bilateral angelegte V. cava superior und möglicherweise einen bilateralen Eingang der hepatischen Venen in den Vorhof. Es ist nicht ungewöhnlich, dass beim Fehlen des linken Vorhofs Anomalien der Pulmonalvenenmündungen auftreten. Patienten mit Polysplenie tendieren zu bilateraler Linksseitigkeit. Nicht selten liegt eine Unterbrechung der V. cava inferior vor, die über Azygos-Kontinuität mit der links liegenden oder rechts liegenden V. cava superior verbunden wird. Bei Patienten mit Polysplenie kann auch eine Anomalie der Pulmonalvenenmündung vorliegen, obwohl Van Praagh beschrieb, dass die Verbindung zum Vorhof und das Auftreten abnormaler Pulmonalvenenmündung auf Fehlanheftung des Septum primum in einer abnormal linksseitigen Position beruht. In beiden Fällen, Asplenie und Polysplenie, liegt eine minimale Entwicklung des Vorhofseptums vor, so dass ein gemeinsamer Vorhof besteht.

Ebenfalls in beiden Fällen kommt subpulmonale oder Pulmonalklappenstenose gehäuft vor (Pulmonalklappenatresie und Asplenie sowie Pulmonalklappenstenose und Polysplenie). Anomalien der Abzweigungen der Pulmonalarterien kommen öfters in Verbindung mit Pulmonalklappenatresie auf. Die Anatomie der Abzweigungen der Pulmonalarterien variiert je nachdem, ob es sich um eine Asplenie oder eine Polysplenie handelt. Bei einer Asplenie finden sich oft bilaterale rechtsseitige Pulmonalarterien, während bei der Polysplenie bilaterale linksseitige Pulmonalarterien vorliegen.

- Mitralklappenatresie und hypoplastischer linker Ventrikel

Fehlen der Mitralklappe oder Trikuspidalklappe schließt eine biventrikuläre Operation aus. Mitralklappenatresie oder schwere Stenose präsentiert sich oft als Teil eines hypoplastischen Linksherz-Syndroms (HLHS) und Shone-Syndroms. Die Assoziation mit Aortenklappenatresie oder schwerwiegender Unterentwicklung des linken Ventrikels stellt eine ganz klare Indikation zur Norwood-Operation dar. Wenn jedoch nur die Mitralklappe unterentwickelt ist, muss eine Untersuchung des z-Score für beide Durchmesser und die Öffnungsfläche der Mitralklappe gemacht werden. Ein z-Score von kleiner -2 bis -3 ist eine Kontraindikation für eine Zwei-Kammer-Reparatur. Neben dem Auftreten mit HLHS tritt die Mitralk-

klappenatresie auch oft in Kombination mit einem Double Outlet des rechten Ventrikels auf. Obwohl die Aorta bei dieser Anomalie direkt aus dem funktionierenden Single Right Ventricle entspringt, z. B. SDD Double Outlet Right Ventricle mit Mitralklappenatresie, besteht bei dieser Anomalie dennoch die Gefahr einer systemischen Ausflussbehinderung. Normalerweise entspringt die Aorta unter diesen Umständen vom subaortalen Konus. Dieser kann lang und eng sein und daher signifikante systemische Ausflussbehinderung hervorrufen.

KLINIK

Parallele versus In-Reihe-Zirkulation

In Reihe = in series = normaler Herz-Lungen-Körperkreislauf.

Der unoperierte Single-Ventricle-Patient besitzt einen parallelen Pulmonal- und Systemkreislauf. Das Blut, das den Single Ventricle verlässt, kann entweder in den Systemkreislauf oder in die Lunge strömen. Daher ist der Widerstand des pulmonalen Gefäßbettes und des systemischen Gefäßbettes ausschlaggebend für das Ausmaß des jeweiligen Blutflusses, falls keine Behinderung des pulmonalen oder systemischen Ausflusses besteht. Bei Nichtvorhandensein einer pulmonalen oder systemischen Ausflussbahneinengung sowie pulmonaler Gefäßanomalie überwiegt der Pulmonalfluss.

Balancierter Single Ventricle

Gelegentlich hat ein Patient ein gerade noch ausreichendes Maß an Verengung der pulmonalen Ausflussbahn, um eine balancierte Verteilung des Blutes zu den Lungen und dem Körperkreislauf zu gewähren. Hier findet sich eine arterielle Sauerstoffsättigung von ca. 80 % mit erstaunlich guter Überlebenschance und guter Lebensqualität. Der Single Ventricle muss unter diesen Umständen das Doppelte des normalen Auswurfes bewältigen.

Single Ventricle mit pulmonaler Ausflussbahneinengung

Öfter als der balancierte Single Ventricle kommt der Single Ventricle mit progressiver Obstruktion der pulmonalen Ausflussbahn vor, so dass der Patient eine progressive Zyanose entwickelt. Mit der Zeit leidet der Patient unter den typischen Folgen einer schweren Zyanose mit Polycythaemia, Apoplexie, Hirnabszess, Hämoptyse und letztlich Tod. Auf der anderen Seite des Spektrums wird der Patient mit inadäquater Behinderung des pulmonalen Ausflusses eher einen exzessiven Pulmonalblutfluss in den ersten Lebenswochen

und -monaten entwickeln, da der pulmonale Widerstand sinkt. Symptome des kongestiven Herzfehlers treten dann auf. Wenn sich das Herz dem massiven Blutvolumen, mit dem es konfrontiert wird, anpasst, kommt es schließlich zur progressiven Entwicklung einer pulmonalen Gefäßerkrankung. Auch wenn die Symptome des Patienten zunächst durch den Abfall des pulmonalen Widerstandes und Anpassung an den systemischen Widerstand abnehmen, so verschlimmert sich letztlich die Zyanose mit dem Fortschreiten der pulmonalen Gefäßerkrankung.

Single Ventricle mit systemischer Ausflussbehinderung

In den meisten Fällen handelt es sich um eine progressive Behinderung. Falls keine Pulmonalausflussbehinderung besteht, so kommt es trotzdem durch gesteigerte systemische Ausflussbehinderung zu erhöhtem pulmonalen Blutfluss. Das Volumen des Single Ventricle wird progressiv steigen, bis der Ventrikel letztlich versagt. Falls andererseits keine Begleitbehinderung des Pulmonalausflusses besteht – anatomisch oder operativ bedingt (Banding) –, so wird die progressive Ausflussbehinderung des Systemkreislaufs zu gesteigertem Druck im Single Ventricle führen. Die ernsthafte Konsequenz eines erhöhten Drucks ist eine progressive ventrikuläre Hypertrophie mit sich verschlechternder Compliance.

KLINIK DER PATIENTEN MIT SINGLE VENTRICLE

Die klinische Manifestation des Patienten mit Single Ventricle hängt von der Balance des Blutflusses zwischen systemischem und pulmonalem Kreislauf ab. Ein Neugeborenes, z. B. mit einer schweren Form von Pulmonalausflussbehinderung, wird beim Verschluss des Ductus zyanotisch. Der Patient ohne pulmonale Ausflussbehinderung wird zuerst ohne Symptome sein, jedoch während der ersten Tage und Wochen durch sinkenden pulmonalen Widerstand zunehmend Symptome des kongestiven Herzfehlers aufweisen. Der venöse Rückfluss von pulmonalem und systemischem Kreislauf auf Vorhof- und Kammerebene (Mischblut) führt zu einer moderaten Zyanose. Bei der Lungenauscultation ist ein systolisches Geräusch zu hören, das auf eine pulmonale oder systemische Ausflussbehinderung zurückzuführen ist.

DIAGNOSTIK

Solange keine systemische Ausflussbehinderung besteht, vermittelt die arterielle

Sauerstoffsättigung eine ziemlich genaue Aussage über den pulmonalen Blutfluss. Eine arterielle Sauerstoffsättigung von 75 bis 80 % zeigt, dass das pulmonale Gefäßbett noch vor exzessivem Druck und Blutfluss bewahrt wird. Dies gilt jedoch nicht für das ältere Kind, das initial einem exzessiven pulmonalen Blutfluss ausgesetzt war und nun ein Eisenmenger-Syndrom mit fallender arterieller Sauerstoffsättigung aufgrund der progressiven vaskulären Erkrankung hat.

Beim Neugeborenen und Kleinkind kann man meist auf eine Herzkatheteruntersuchung zur Messung von pulmonalem Ausfluss und Druck verzichten.

Das normale Thorax-Röntgen ist eine hilfreiche Ergänzung zur Bestimmung der arteriellen Sauerstoffsättigung bei der Beurteilung des pulmonalen Blutflusses. Hat der Patient keine pulmonale Ausflussbehinderung, wird er Zeichen der Kongestion und ein vergrößertes Herz aufweisen. Ein Patient mit schwerwiegender Pulmonalausflussbehinderung hat oligemische Lungenareale und weist eine relativ kleine Herzgröße auf.

Echokardiographische Untersuchungen mit farbigem Doppler zur Prüfung, ob der Ductus offen ist, sind sehr wichtig. Ein offener Ductus kann die echokardiographische Beurteilung der pulmonalen Obstruktion schwierig machen. Auch wenn der Ductus geschlossen ist, ist es ratsam, eine Untersuchung der pulmonalen Ausflussbehinderung durch die Bestimmung des Doppler-Gradienten zwischen Single Ventricle und Pulmonalarterien durchzuführen. Beim Neugeborenen und Kleinkind sollten diese Informationen nur Ergänzung zur Bestimmung der systemischen arteriellen Sauerstoffsättigung sein. Es muss daran erinnert werden, dass der pulmonale vaskuläre Widerstand in den ersten Wochen geringer wird, so dass ein zunächst erhöhter arterieller pulmonaler Druck nicht zu allzu großen Bedenken führen sollte. Der Fall wäre bei einem älteren Kind ernster zu sehen.

Die segmentale Klassifizierung der kardialen Anatomie des Patienten sollte bestimmt werden. Die Anatomie der systemischen Venen und Pulmonalvenen ist wichtig für die Methode der chirurgischen Rekonstruktion und für die Prognose des Patienten. Außerdem ist die Bestimmung sowohl des Grades der Behinderung des pulmonalen Ausflusses sowie der Art der Obstruktion wichtig für die Aussage, ob es sich um eine progressive Obstruktion handelt oder nicht. Z. B. ist bei einem Pa-

tienten mit einem kleinen VSD bei Vorhandensein einer Trikuspidalklappenatresie mit normal großen Arterien der Verschluss des VSD wahrscheinlich. Dies kann zu einem geringeren pulmonalen Blutfluss mit zunehmender Zyanose in den kommenden Wochen führen. Hier müssen die Pulmonalarterienäste auf Stenosen untersucht werden. Es ist selten, dass ein Patient mit Single Ventricle auch multiple periphere Pulmonalarterienstenosen aufweist, und falls dies der Fall ist, ist diese Diagnose während der Neugeborenen- und frühen Kindheitsphase nicht entscheidend.

Beurteilung der systemischen Ausflussbehinderung

Beim Vorhandensein einer Koarktation der Aorta im juxtaductalen Bereich muss man an eine vorhandene oder sich noch entwickelnde Obstruktion denken. Wenn der Ductus weit ist, besteht meist kein Gradient in der Koarktationsgegend. Das Vorhandensein einer prominenten Koarktation sollte nach dem Ductusschluss kontrolliert werden. Weiterhin sollten der proximale Aortenbogen, der distale Aortenbogen und der Aortenisthmus sowie der z-Wert berechnet werden. Ist der z-Wert kleiner als -2, liegt eine Hypoplasie vor, welche genauere Untersuchungen über die Anatomie des Single Ventricle nach sich zieht. Ein Patient mit Trikuspidalklappenatresie und Transposition der großen Gefäße könnte z. B. eine Obstruktion im Bereich des VSD oder in der infundibulären Ausflusskammer aufweisen. Bei einem Patienten mit PDA wird, auch wenn eine schwere Obstruktion vorhanden ist, kein Gradient gemessen. Der Ductus gleicht den Druck zwischen aufsteigender und absteigender Aorta aus, so dass der hypoplastische rechte Ventrikel gegen denselben Druck arbeitet wie der linke Ventrikel. Auch wenn der Ductus noch nicht verschlossen ist oder im Falle, dass der Ductus nicht schließt, sollte eine morphologische Beurteilung der Größe des VSD durchgeführt werden. Der Defekt ist oft nicht zirkulär begrenzt und muss daher genau dokumentiert werden. Studien haben gezeigt, dass eine Öffnungsfläche, die kleiner als $2 \text{ cm}^2/\text{m}^2$ ist, inadäquat ist und zu einer systemischen Ausflussbehinderung führen kann.

KONSERVATIVE UND INTERVENTIONELLE THERAPIE

Nur eine kleine Anzahl von Patienten mit einem Single Ventricle haben einen balancierten pulmonal-systemischen Blutfluss. Patienten mit einem schweren Grad an Pul-

monalausflussbehinderung leiden oft unter schwerer Zyanose, wenn sich der Ductus schließt. Aufgrund ihrer Abhängigkeit vom Ductus werden diese Patienten mit Prostaglandin E1 behandelt, bis ein Shunt zwischen Pulmonalarterien und systemischem Blutfluss geschaffen ist. Patienten, die keine pulmonale Ausflussbehinderung aufweisen, haben initial geringere Symptome, entwickeln jedoch einen kongestiven Herzfehler, wenn der pulmonale Widerstand sinkt. Diese Patienten benötigen eine übliche antikongestive Therapie, so dass diese Patienten in einem stabilen Status zum Banding des Pulmonalishauptstammes kommen, vorausgesetzt es besteht keine systemische Ausflussbehinderung.

Eine interventionelle Kathethertherapie wird bei Patienten mit Single Ventricle während der Neugeborenen- und frühen Kindheitsperiode nicht durchgeführt. In seltenen Fällen, bei Vorliegen einer Mitralklappenatriesie und eines obstruierenden Vorhofseptums, muss das Vorhofseptum erneut vor der Operation geöffnet werden, um den pulmonalen Widerstand vor der Operation zu senken und einen adäquaten pulmonalen Blutfluss und Oxygenation zu gewährleisten. Es wird davon abgeraten, eine Pulmonalklappenstenose mit der Ballondilatation zu behandeln, wenn es sich um einen Single Ventricle mit pulmonaler Ausflussbehinderung handelt, da dies zu einem exzessiven pulmonalen Blutfluss führt, der genauso problematisch ist wie ein inadäquater pulmonaler Blutfluss.

Indikation zur Operation und Zeitpunkt der Operation

Die alleinige Diagnose eines Single Ventricle ist bereits eine Indikation zur chirurgischen palliativen Therapie. Nur wenige der Single-Ventricle-Patienten besitzen eine längerfristige Balance zwischen systemischem und pulmonalem Kreislauf, trotzdem handelt es sich um eine beträchtliche Volumenbelastung (etwa doppelt so groß wie normalerweise), auch im Fall von Mischzirkulation, die letztendlich frühzeitig zu einem Ventrikelversagen führt. Außerdem besteht ein größeres Risiko für paradoxen Embolus und Sepsis, wenn auch nur ein kleiner Teil des systemischen venösen Rückflusses in die Lungen gelangt. Der optimale Zeitpunkt der verschiedenen Stufen der palliativen Single-Ventricle-Therapie ist unklar definiert. Es ist jedoch offensichtlich, dass man schon in der frühen Kindheits- und Neugeborenenperiode ein exzessives Volumen und Druck im Single Ventricle vermeiden sollte. Auch der

Vermeidung einer Distorsion der zentralen Pulmonalarterien sowie der Schonung des pulmonalen Gefäßbettes sollte besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden. Nach neonataler Palliation erhalten die Patienten im Alter von 6 Monaten einen bidirektionalen Glenn-Shunt. Auch wenn es möglich ist, die anschließende Fontan-Op. hinauszuzögern, sollte eine gefensterete Fontan-Op. ein bis zwei Jahre nach der Glenn-Shunt-Op. bevorzugt durchgeführt werden. Um einen exzessiven Grad an Zyanose zu vermeiden und um den Erfolg des Glenn-Shunts zu kontrollieren, ist eine engmaschige Nachkontrolle der Patienten unabdingbar.

Optimierung der ventrikulären Compliance

Eines der ernstzunehmenden Probleme bei der Aufrechterhaltung der optimalen Compliance des Single Ventricle ist das Entstehen einer ventrikulären Hypertrophie – oft als Folge einer Druckbelastung durch systemische Ausflussbehinderung. Daher muss die Behandlungsstrategie nicht nur das Vorhandensein einer systemischen Ausflussbehinderung ausschließen, sondern auch deren potenzielle Entwicklung antizipieren.

Die ventrikuläre Compliance kann auch durch eine exzessive, chronische Volumenbelastung beeinträchtigt werden. Daher soll-

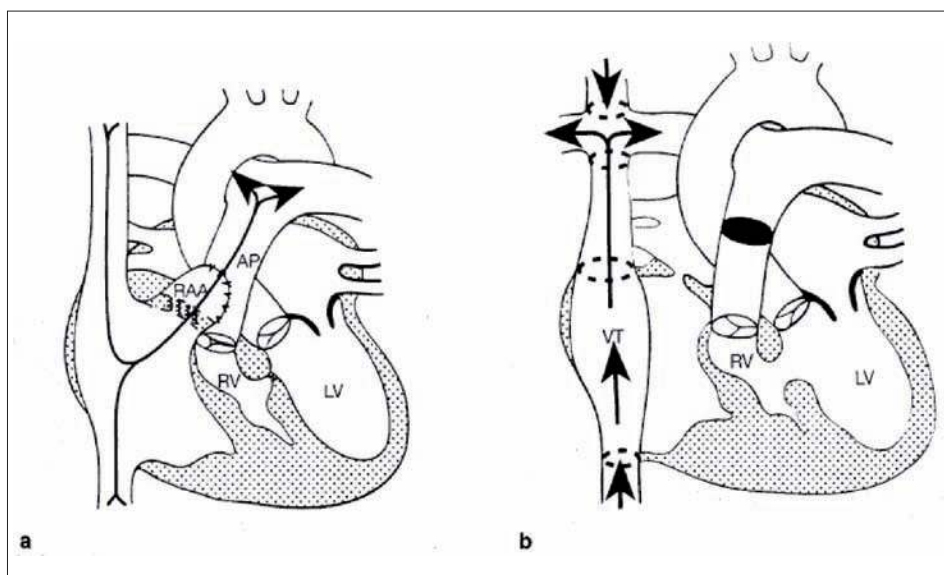


Abb. 2: Flussverhältnisse bei der Fontan-Operation: a) Fontan-Operation; b) Anlage einer totalen kavopulmonalen Anastomose (RAA = rechtes Herzohr; AP = Arteria pulmonalis; RV = rechter Ventrikel; LV = linker Ventrikel; VT = Vorhoftunnel).

CHIRURGISCHER EINGRIFF

Ziele der Operation

Das ultimative Ziel der Operation ist eine optimale systemische Sauerstoffzufuhr mit möglichst niedrigem systemischen Venendruck. Dieses Ziel wird durch Optimierung der Compliance des Single Ventricle wie auch durch Minimierung des totalen Widerstands zwischen systemischen Venen und Ventrikel erreicht. Folglich muss die Entwicklung der Pulmonalarterien optimiert und eine Vernarbung und Verformung verhindert werden. Der pulmonal-vaskuläre Widerstand muss minimiert werden, und der pulmonal-venöse Blutfluss, der gegebenenfalls von links nach rechts durch das Vorhofseptum führt, muss frei von Behinderungen sein. Idealerweise sollte die Prozedur die Wahrscheinlichkeit von Spätfolgen wie Tachyarrhythmien oder Bradyarrhythmien minimieren, die spätere Funktion der AV-Klappen optimieren und das Größenzustandspotenzial mit einbeziehen.

te jegliche Volumenbelastung des Ventrikels so früh wie möglich minimiert werden, um eine Langzeitcompliance zu erreichen. Diese Prämisse wurde jedoch in klinischen Versuchen noch nie untersucht. Es ist interessant, die Vermutung aufzustellen, dass eine ähnliche Prämisse auch für Patienten mit biventrikulärer Zirkulation gilt. Sicherlich werden regelmäßige Übungen und Episoden von ventrikulärer Volumenbelastung als wichtige Kriterien eines gesunden Lebensstils angesehen. Dennoch steht außer Frage, dass eine exzessive Volumenbelastung ($Q_p:Q_s$ größer 3:1 oder 4:1), besonders in Verbindung mit einer systemischen Druckbelastung, wie sie im Fall eines Single Ventricle vorkommt, in relativ kurzer Zeit zu einem dilatierten, schwach kontrahierenden Ventrikel führt.

Optimierung des pulmonalen Gesamtwiderstands

Um den arteriell-pulmonalen Widerstand zu minimieren, ist es wichtig, exzessiven

Druck und Blutfluss in den pulmonalen Arteriolen zu reduzieren. Die Entwicklung der Pulmonalarterien wird durch Eliminierung zentraler Pulmonalstenosen und einen balancierten Blutfluss in die Lungen gewährleistet. Chirurgische Eingriffe an den Pulmonalarterien sollten so zentral wie möglich erfolgen, um eine Verletzung der hilären Äste zu vermeiden. Eine einengungsfreie Kontinuität der Pulmonalarterien sollte aufrechterhalten werden.

Auch Anomalien des venösen pulmonalen Rückflusses sollten so früh wie möglich behoben werden. Eine Restriktion im Bereich eines obligatorischen Links-rechts-Shunts durch das Vorhofseptum sollte so früh wie möglich chirurgisch behoben werden. Ballonseptostomie auf Vorhofebene ist in diesem Fall nicht die adäquate Behandlung.

LITERATUR:

- [1] Van Praagh R: Embryology. In: Fyler DC (ed): *Nadas' Pediatric Cardiology*. Hanley et Belfus, Philadelphia, 1992: 5–16
- [2] Van Praagh R: Segmental approach to diagnosis. In: Fyler DC (ed): *Nadas' Pediatric Cardiology*. Hanley et Belfus, Philadelphia 1992: 27–35
- [3] Freedom RM, Dische MR, Rowe RD: Pathologic anatomy of subaortic stenosis and atresia in the first year of life. *Am J Cardiol* 1977; 39: 1035–1044
- [4] Anderson RH, Wilkinson JL, Gerlis LM, Smith A, Becker AE: Atresia of the right atrioventricular orifice. *Br. Heart J* 1977; 39: 414–428
- [5] Holmes AF: Case of malformation of the heart. *Trans Med Chir Soc Edin* 1824; 1: 252

Es folgen:

Teil II: Chirurgische Verfahren zur Palliation des univentrikulären Herzens

Teil III: Langzeitergebnisse im Management des univentrikulären Herzens

Dr. med. Lotfi Ben Mime
Klinik und Poliklinik für
Herz- und Thoraxchirurgie
der Universität zu Köln
Kerpener Straße 62
50937 Köln
E-Mail: lotfi.ben-mime@uk-koeln.de

Funktionsprinzip der Niveauüberwachung

Frank Sieburg, Produkt-Manager Herz-Lungen-Maschinen, Dipl.-Ing. Roman Wysocki, Elektronische Entwicklung, Sorin Deutschland GmbH, 80939 München

Liebe Leserinnen und Leser,

in den folgenden Ausgaben der KARDIO-TECHNIK stellen wir Ihnen in der Rubrik Fortbildung ausgewählte Funktions- oder Messprinzipien von Medizinprodukten aus der Herzchirurgie vor. Für die Vermittlung dieser technischen Basics wenden wir uns an Entwickler und Herstellerfirmen, um Ihnen die Kenntnisse aus erster Hand zu liefern.

Der Redaktion ist es ein großes Anliegen, die Rubrik weiterhin neutral und weitestgehend werbefrei zu gestalten. Aus diesem Grund dürfen Sie erwarten, dass wir Ihnen über den gesamten Zeitraum ein abwechslungsreiches Autorenspektrum bieten und zu den jeweiligen Beiträgen auch Produkte anderer Anbieter erwähnen. Gerne nimmt die Redaktion der KARDIOTECHNIK auch Anregungen und Vorschläge für Beiträge dieser Rubrik entgegen.

In der Ausgabe 2/2007 der KARDIO-TECHNIK startet dieses Konzept mit der Vorstellung des modernen Funktionsprinzips eines Level-Sensors.

Alexander Vehling, Schriftleiter

STÖCKERT NIVEAUSENSOR II (2. GENERATION)

Einführend ist anzumerken, dass die Niveauüberwachung üblicherweise der Pumpe zugewiesen wird, die den arteriellen Blutfluss übernimmt. Hierbei handelt es sich um einen Sensor zur nichtinvasiven Überwachung von Blutniveau im Reservoir eines extrakorporalen Kreislaufs. Für

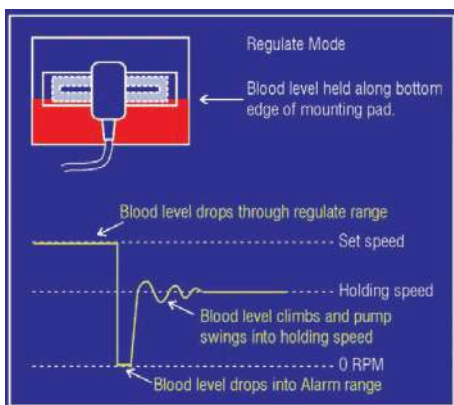


Abb. 1: Schematische Darstellung des Regelbetriebs

die Steuerung des Niveaus sind zwei Betriebsarten möglich (siehe Abb.1):

- Start-Stopp-Betrieb: Bei Erreichen des Stoppniveaus wird die zugeordnete Pumpe angehalten. Sobald der Pegel wieder über das Stoppniveau steigt, wird die Pumpe automatisch gestartet und geht auf die voreingestellte Drehzahl zurück.
- Regelbetrieb: Die Pumpendrehzahl wird so weit reduziert, dass sich ein konstanter Pegel (oberhalb des Stoppniveaus) einstellt.

Die Arbeitsmethode des bei Stöckert-Herz-Lungen-Maschinen verwendeten Niveausensors II (2. Generation) basiert auf dem Prinzip der Kapazitätsänderung, durch Veränderung des Dielektrikums eines Kondensators. Zwei Metallstreifen, in einem Kunststoffträger eingebettet, werden auf die Reservoirwand geklebt. Die beiden Metallstreifen bilden zusammen mit dem

1:70). Bei einer Niveauänderung des Blutpegels innerhalb dieses Bereichs ändert sich deshalb auch die Kapazität des durch die Metallstreifen nachgebildeten Kondensators.

Der Kondensator (Metallstreifen) ist in dem frequenzbestimmenden Teil des Sensors angebracht. Die Oszillatorfrequenz des Sensors ist sehr hoch ausgewählt (ca. 1 GHz), so dass geringe Kapazitätsänderungen des Kondensators relativ große Frequenzänderungen verursachen. Der Oszillator ist so dimensioniert, dass die optimalen Phasenbedingungen für die Signalkrückkopplung nur in einem schmalen Bereich seiner höchsten Frequenz, d. h. wenn im Reservoir Luft ist, erfüllt werden kann. Wird das Reservoir mit Blut gefüllt, ist die Kapazität des Kondensators so groß, dass bei dieser Frequenz die Rückkopplung des Signals zu klein wird und der Oszillator aussetzt.

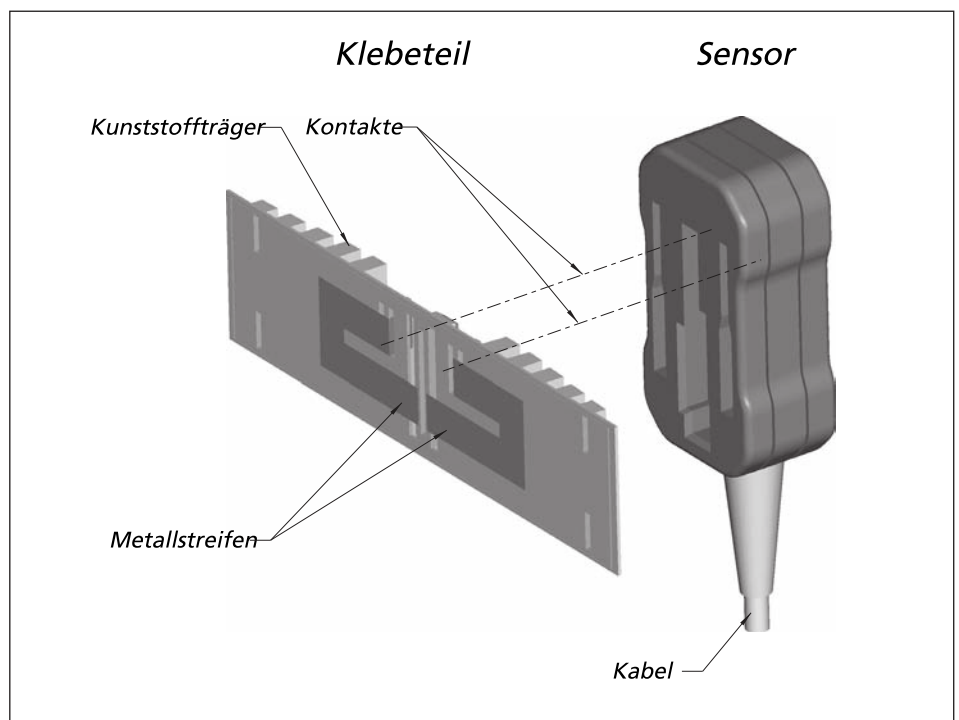


Abb. 2: Aufbau des Stöckert Niveausensors II

leeren bzw. mit Flüssigkeit gefüllten Reservoir als veränderlichem Dielektrikum den Kondensator. Die Hardware als solches besteht aus dem bereits erwähnten Klebteil mit Metallstreifen und dem eigentlichen Sensor (siehe Abb. 2).

Luft weist eine wesentlich geringere Dielektrizitätskonstante auf als Blut (etwa

Die wesentlichen Vorteile dieser Arbeitsmethode sind, dass jegliche Störsignale durch Fremdlicht, durch Flüssigkeitsfilme an der Reservoirwand oder durch elektromagnetische Einflüsse verhindert werden.

Des Weiteren werden bei dieser Methode nur zwei Betriebszustände des Oszillators ausgewertet:

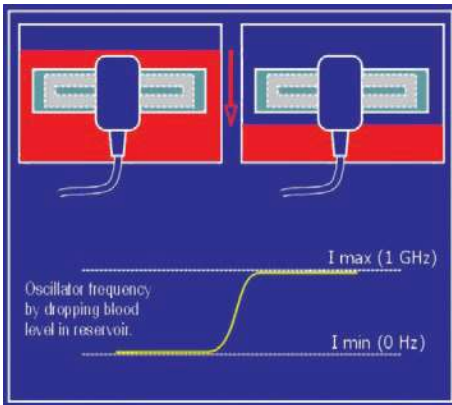


Abb. 3: Betriebszustand des Oszillators mit entsprechender Änderung der Stromaufnahme

1. Blut im Bereich des Sensors – Oszillator schwingt nicht
2. Luft im Bereich des Sensors – Oszillator schwingt (ca. 1 GHz)

Diese beiden Zustände resultieren in einer Änderung der Stromaufnahme aus der Steuer- und Auswertungs-elektronik um den Faktor 1:10 ($I_{max} = 10 I_{min}$). Das Dielektrikum ändert sich beim Übergang von Luft in Flüssigkeit bzw. von Flüssigkeit in Luft. Das so gewonnene Signal (Start-, Stopp- oder Regelbetrieb) wird im Sensormodul ausgewertet und an die entsprechende Pumpe weitergeleitet (siehe Abb. 3).

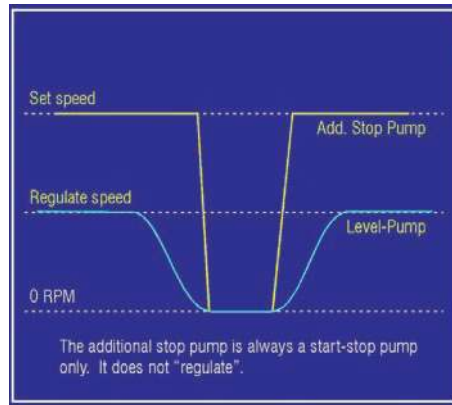


Abb. 4: Funktionsprinzip der Niveauüberwachung mit einer zusätzlichen Stopp-Pumpe

Die Niveauüberwachung erlaubt auch eine direkte Ansteuerung einer zweiten Rollerpumpe. Diese Kontrollfunktion ist ausschließlich eine Start-Stopp-Funktion (siehe Abb. 4). Die zusätzliche Pumpe wird gestoppt, wenn die Niveauüberwachung die Hauptpumpe zum völligen Stillstand gebracht hat. Diese Funktion der zusätzlichen Stopp-Pumpe wird üblicherweise verwendet, wenn kein Kardioplegie-Modul verfügbar ist.

Frank.Sieburg@sorin.com
Roman.Wysocki@sorin.com

Ebenso arbeiten die Level-Sensoren der Firmen Maquet und Medtronic durch Messung der Kapazitätsänderung aufgrund der niveauabhängigen Dielektrizitätskonstante. Die Niveauüberwachung der Herz-Lungen-Maschinen von Terumo erfolgt mit Hilfe einer Ultraschallsensorik.

Ein Anspruch auf vollständige Nennung sämtlicher Anbieter und Funktionsprinzipien ist nicht gegeben!

Die Redaktion

Bundesverband Herzkranke Kinder e. V. (BVHK)

In Deutschland leben schätzungsweise 120.000 Kinder und mehr als 80.000 Erwachsene mit angeborenen Herzfehlern. Pro Jahr kommt etwa jedes 100. Kind in Deutschland mit einem angeborenen Herzfehler zur Welt. Dank des medizinischen Fortschritts erreichen heute ungefähr 85 % der herzkranken Kinder das Erwachsenenalter. Vor ca. 20 Jahren verstarben ca. 85 % vor ihrem 18. Geburtstag. Ein Register der vielfältigen angeborenen Herzfehler, die z. T. in Kombination bzw. mit Syndromen verbunden auftreten, wurde erst im Jahr 2003 eingerichtet. Aufgrund der vielen unterschiedlichen Herzfehler und der sehr verschiedenen Verlaufsformen gibt es eine Vielzahl von Behandlungsmöglichkeiten. Die Lebensqualität der Kinder ist sehr unterschiedlich, Langzeitstudien gibt es kaum. Alle Kinder mit komplexen Herzfehlern müssen ein- oder mehrmals am offenen Herzen operiert werden. Viele Erwachsene mit angeborenen Herzfehlern fallen mit Erreichen des 18. Lebensjahrs in ein Betreuungsloch, da sie eine völlig neue, wachsende Patientengruppe darstellen.

Der BVHK vertritt die Interessen herzkranker Kinder, Jugendlicher und ihrer Familien und ist in Deutschland die Koordinationsstelle der Selbsthilfe und Kontaktstelle für Betroffene. Die Betroffenen finden im BVHK Gemeinschaft, Hilfe, Beratung und Kontakt. Eltern herzkranker Kinder bilden den ehrenamtlichen Vorstand des BVHK, Elterninitiativen vor Ort, ebenfalls auf ehrenamtlicher Basis, leisten betroffenen Familien wohnortnahe Hilfestellung in ihrer neuen und vielfach problematischen Situation. Fachliche Unterstützung erhält der BVHK durch seinen medizinischen Beirat, dem namhafte Kinderherzchirurgen und Kinderkardiologen aus ganz Deutschland angehören.

Bundesweit setzt sich der Verband ein für:

- Vermittlung von Ansprechpartnern in Selbsthilfe, Klinik und Nachsorge
- Forschung auf dem Gebiet der angeborenen Herzfehler

- familienorientierte Rehabilitation (FOR)
- Durchführung von Sport- und Freizeitangeboten (Reiterwoche, Segelfreizeit für herzkranke Kinder und Jugendliche, Kinderherzsportgruppen)
- sozialrechtliche und psychosoziale Hilfen

Anlässlich der 36. Jahrestagung der DGTHG in Hamburg (siehe Kongressbericht) wurde der Geschäftsführerin, Frau Nock, ein Scheck über 40.000 Euro überreicht. Es war der Erlös aus dem torreichen Benefiz-Fußballturnier des Herzchirurgen-



Feierliche Übergabe des Benefizpreises an den BVHK e. V.

- Aufklärungs- und Öffentlichkeitsarbeit zum „Leben mit angeborenem Herzfehler“
- kliniknahe Übernachtungsmöglichkeiten für Eltern
- Organisation von Arzt-Eltern-Patienten-Seminaren sowie Veranstaltungen zum Tag des herzkranken Kindes (jährlich am 5. Mai)
- Verbesserungen im gesundheits- und gesellschaftspolitischen Bereich
- Förderung der Integration von Betroffenen in die Gesellschaft

Kongresses, wofür die Firmen Edwards Lifesciences und Medtronic für jedes geschossene Tor 100 Euro spendeten.

Bundesverband Herzkranke Kinder e. V.
(www.bvhk.de)
Hermine Nock

Schädigungen und Fehlfunktionen des Herzens mittels Magnetresonanztomographie in hoher Auflösung dreidimensional sichtbar

Fließt genug Blut durch die linke Herzklappe? Wie viel Gewebe des Herzmuskels ist nach dem Herzinfarkt geschädigt? Funktionieren die künstlichen Herzklappen richtig? Wie groß ist die Gefahr eines wandernden Blutgerinnsels? Bedroht ein Tumor des Herzens oder der Lunge die Funktion des Herzens?

Alle diese Fragen können neben den bislang eingesetzten bildgebenden Techniken wie Echokardiographie oder Herzkatheter mit der kardiovaskulären Magnetresonanztomographie noch besser beantwortet werden. „Das Verfahren liefert dreidimensionale Bilder in hoher Auflösung, die Aussehen und Funktion der einzelnen Teile des Herzens wie Blutgefäße, Muskelfasern und Herzklappen sehr genau darstellen“, erklärt Prof. Dr. Vinzenz Hombach, der Ärztliche Direktor der Klinik für Innere Medizin II des Universitätsklinikums Ulm. Die Ulmer Kardiologen nutzen die Möglichkeiten der MRT-Bilder, um mehr über Herz-Kreislauf-Erkrankungen herauszufinden.

Diagnose und Therapie der häufigsten Herz-Kreislauf-Erkrankungen wie Herzrhythmusstörungen, Herzmuskelerkrankungen und Herzinfarkt lassen sich mit Hilfe der genaueren Bildgebung verbessern. Hombachs Team hat beispielsweise in ei-

ner großen Studie Patienten nach einem Herzinfarkt nachbeobachtet. Die MRT-Bilder helfen, genau zu überprüfen, wie viel Herzmuskulatur nach einem Herzinfarkt nach schneller mechanischer Rekanalisation durch Ballonkatheter und Stentimplantation geschädigt war und welche spezifischen Faktoren die weitere Prognose der Patienten bestimmen. „Den Herzmuskel konnte man bisher nicht besonders gut darstellen, mit der MRT lassen sich mögliche Schädigungen nach Infarkten sehr viel besser erkennen“, erklärt Hombach. Auch für andere Herzerkrankungen wie Herzmuskelentzündung, Herzklappenerkrankungen, angeborene Herzfehler oder bösartige Herztumore können Schweregrad und Komplikationen meist extrem präzise abgebildet werden, so dass die Kardio-MRT in der Ulmer Kardiologie mittlerweile unverzichtbar geworden ist und fest in das Stufenverfahren der Diagnosesicherung eingebaut wurde.

Für die Patienten ist besonders wichtig, dass das Verfahren ohne Strahlenbelastung funktioniert, auch die zum Teil eingesetzten Kontrastmittel sind sehr gut verträglich. Die Kardiologie des Universitätsklinikums Ulm verfügt als einzige in Baden-Württemberg über zwei eigene Kardio-MRT-

Geräte mit jeweils 1,5 und 3,0 Tesla Leistung für die Forschung und Versorgung von Patienten mit Herz- und Kreislaufkrankungen.

Bei der Magnetresonanztherapie wird der Patient in eine Röhre mit einem starken Magnetfeld gelegt. Das Magnetfeld richtet in seinem Einflussbereich alle Protonen des Körpers nach einer Richtung aus, worauf durch Einschalten eines starken elektrischen Gradienten die Richtung der Protonen umgekippt wird. Nach Abschalten des Gradienten kehren die Protonen wieder in ihre Ausgangslage zurück (Relaxation), wobei sie Signale abgeben, die zum Bildaufbau benutzt werden. Die unterschiedliche Protonenzusammensetzung der einzelnen Gewebe und deren Relaxationsverhalten ergibt unterschiedliche Dichtewerte bzw. Kontraste, aus denen durch ein ausgetüfteltes Verfahren das anatomische Bild der dargestellten Körperregion rekonstruiert werden kann. Im Gegensatz zur Röntgenbildgebung lassen sich so vor allem weiche Gewebe wie Muskeln oder Blutgefäße und deren Veränderungen besonders gut darstellen.

Petra Schultze
Universitätsklinikum Ulm

Kongressnotizen

36. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie, 11. bis 14. Februar 2007, Hamburg

„Gemeinsam handeln“ – war das Kongressmotto der diesjährigen Jahrestagung der DGTHG. Im Congress Center Hamburg (CCH) tagte die Deutsche Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie mit Ungarn als Partnerland. Die Schwerpunkte der Tagung lagen in aktuellen Herausforderungen der Herzchirurgie wie „Herzchirurgie im Alter“ und der Therapie von terminalen Herz- und Lungenerkrankungen. Durch die Wahl des Kongressmottos stellt die DGTHG die Notwendigkeit einer engen Kooperation zwischen den benachbarten Fachdisziplinen für eine optimale Behandlung des herzkranken Patienten in den Vordergrund. In dieser Anlehnung fand das wissenschaftliche Programm mit deutlicher Beteiligung der Kardiologie statt. Der Kongressveranstalter zeigte sich, mit 1500 registrierten Teilnehmern aus allen Berufsgruppen der Herzchirurgie sowie etwa 650 weiteren Teilnehmern aus der Industrie und davon 92 Ausstellern, sehr zufrieden.

In dem umfangreichen wissenschaftlichen Programm mit 80 Sessions konnten sich die Teilnehmer zu diversen aktuellen Fragestellungen in der Herzchirurgie informieren und austauschen. Dazu zählten unter anderem Vorträge zur Innovation in der Herzchirurgie wie die klinischen Erfahrungen, Aortenklappen minimal-invasiv durch eine neuartige Methode transapical zu implantieren. Weitere neue Verfahren zur Behandlung von Herzkrankheiten wie die Zelltherapie erscheinen ebenso vielversprechend. Die Injektion von Zellpopulationen wie adulten Stammzellen oder Muskelvorläuferzellen (Myoblasten) in das Ischämiegebiet führten den Berichten nach zu einem sog. Remodeling, einer erkennbaren Vitalitäts- bzw. Formverbesserung des Herzens.

Speziell für die Kardiotechnik waren die gut besuchten Vorträge in der „Special Session with Perfusionists“ von Herrn Heinz-Hermann Weitkemper und Frau Carole Hamilton von höherem Interesse. Beide Referenten beschäftigten sich mit der evidenzbasierten Perfusion. Die zentrale Fragestellung der beiden Vorträge, mit beiderseitig sehr interessanten Ausführungen, war die Diskussion der Notwendigkeit und Durchführbarkeit von Leitlinien in der Kardiotechnik.

Mit einer schwachen Teilnahme von ärztlicher Seite wurde die gute Arbeit des Arbeitskreises „Extrakorporale Zirkulation und mechanische Kreislaufunterstützung“ bei ihrer Sitzung in Hamburg nicht gewürdigt. In Bezug auf das Kongressmotto „gemeinsam handeln“ hatte ich ein größeres Interesse an der Diskussion mit allen Beteiligten über neue Standpunkte der extrakorporalen Zirkulation erwartet.

Gemäß dem Motto „gemeinsam handeln“ verwies die DGTHG auf die Wichtig-



Fürsorglicher Service auf der Industrieausstellung

keit einer engen Kooperation zwischen den benachbarten Fachdisziplinen, um bei den vielen Fortschritten und Verfahren, die bei der Versorgung von Patienten mit Herz-, Gefäß- und Lungenerkrankungen in den letzten Jahren entwickelt wurden, optimale und individuell zugeschnittene Therapiekonzepte zu ermöglichen. Der Trend zum Einsatz von Leitlinien setzt sich fort.

Bei der Versorgung eines akuten Myokardinfarkts findet ein Umdenken statt. So operiert man in vielen Herzzentren inzwischen auch unter Notfallbedingungen, um mehr Gewebe des Herzmuskels zu erhalten, womit die Infarktsterblichkeit dieser kritischen Patienten, laut Prof. Dr. Cremer, nahezu halbiert wird. Auch die Frage,

ob der Einsatz von Stents oder Bypassen vorteilhafter ist, wird diskutiert. Patienten mit einer Mehrfachgefäßerkran- kung profitieren oftmals mehr von einer Bypassoperation als von der Anwendung mehrerer Stents. Die weniger invasive Behandlung mit modernen, medikamentenbeschichteten Stents ist bei anderen Befunden die erste Wahl. Große Aufmerksamkeit und Anerkennung erhielt der diesbezügliche Gastvortrag von Prof. Dr. David Taggart (Professor of Cardiovascular Surgery, University of Oxford).

Der Präsident der DGTHG, Prof. Dr. Arno Krian, gab eine nahezu konstante Gesamtzahl für das Jahr 2006 an Eingriffen am Herzen und herznahen Gefäßen mit etwa 97.000 bekannt. Auch im vergangenen Jahr war ein Anstieg an über 80-jährigen Patienten zu verzeichnen. Auf Platz eins der meisten Herzoperationen befinden sich die isolierten Koronaroperationen, bei denen ein zunehmender Trend an Eingriffen ohne Einsatz der HLM zu erkennen sei. Die zweithäufigste Operationsart findet sich im Bereich der Herzklappen- chirurgie. Hier zeigt sich der fortsetzende Trend einer Zunahme an Herzklappen- Rekonstruktionen und der Implantation biologischer Prothesen.

Im Bereich der Herztransplantationen ist ein leichter Zuwachs zu verzeichnen im Gegensatz zu der rückläufigen Anzahl an Lungentransplantationen. So wurden im letzten Jahr 389 Herz- und 22 Herz- und Lungentransplantationen durchgeführt. Prof. Dr. Axel Haverich betonte die Diskrepanz zwischen der Anzahl von Spendern und Empfängern und die diesbezügliche Bedeutung der Entwicklung von innovativen Unterstützungssystemen gerade im Bereich des Lungenversagens.

Insgesamt bot die Tagung einiges an Möglichkeiten, sich zu informieren und auszutauschen. Auf der großen Industrieausstellung wurden einige Neuheiten vorgestellt, über die man sich in dieser Ausgabe der KARDIOTECHNIK in der Rubrik „Neues aus der Industrie“ auch nachträglich informieren kann.

Alexander Vehling
Köln



Gesundheitsdaten verstehen

Joseph Kuhn, Manfred Wildner

Verlag Hans Huber, Bern, 1. Auflage 2006

ISBN-10: 3-456-84355-0

101 Seiten, broschiert

Preis: 19,95 Euro

30-Tage-Mortalität, Co-Morbidität, Epidemiologie und ICD-10 sind Begriffe, die dem Leser medizinisch-wissenschaftlicher Artikel immer wieder begegnen und auch geläufig sind. Die Grenzen des eigenen Wissens werden aber spätestens bei einer korrekten Erklärung aufgedeckt. Das Buch *Gesundheitsdaten verstehen* aus dem Huber-Verlag festigt in vier Kapiteln durch eine Mischung von wohl dosierter kurzer Erklärung und Ermunterung zur eigenen Recherche epidemiologisch-statistisches Wissen.

Dem Leser wird eine kurze Einleitung zum wissenschaftstheoretischen Hintergrund statistischer Daten präsentiert, die so auch als kritischer Beitrag eines investigativen Journalisten in einer seriösen Tageszeitung zu finden wäre, da sie die aktuelle Gesundheitssituation kritisch beleuchtet. Im Folgenden erläutern die Autoren epidemiologische Begriffe wie Mortalität und Sterblichkeitsraten in Begleitung von geschichtlichem Hintergrund oder weiterführender Literatur.

Bei der Erklärung von Daten und Datenquellen zur Gesundheit werden Daten erörtert, die uns alle betreffen: 1. Leben und Sterben, 2. bekannte Krankheiten wie Herz-Kreislauf-Erkrankungen, 3. Krebs und Diabetes sowie 4. Gesundheitsgefahren. Informationen über strukturelle Kosten im Gesundheitswesen, Studienarten und Evidenzklassen machen die heutige Praxis der Medizin transparent. Vielfältige Quellenangaben im Internet ermuntern den Leser zur eigenen Recherche. Man erfährt außer-

dem, wie eine gute Studienpraxis formal aussehen sollte; eine Erklärung der in der Praxis dann aber dennoch vorkommenden Verzerrung (engl. bias) fällt positiv auf.

Ein Anhang mit Literaturstellen, einem kurzen statistischen Glossar, den wichtigsten zugänglichen gesundheitsorientierten Datenbanken und Statistiken und einem gut gegliederten Index runden das Ganze ab. Durch die Kürze und populärwissenschaftliche Wortwahl wird das Buch zu einer gut lesbaren Einführung. Beispiele, die helfen, statistische Fallstricke zu erkennen oder Studien in Evidenzklassen einzuordnen, sollte man hier nicht erwarten.



Der Hund, der Eier legt

Erkennen von Fehlinformation durch Querdenken

Hans-Hermann Dubben, Hans-Peter Beck-Bornholdt

Vollständig überarbeitete und erweiterte Neuauflage

Rowohlt Taschenbuch Verlag, Hamburg,

November 2006

ISBN-10: 3-499-62196-7

317 Seiten, broschiert

Preis: 9,90 Euro

Dort, wo Kuhn und Wildner aufhören, setzen Dubben und Beck-Bornholdt an. Die beiden Autoren, die als Physiker in der Humanmedizin lehren und forschen, vermitteln mit dem Werk *Der Hund, der Eier legt* der Allgemeinheit, wie auch der Fachwelt, eine skeptische Grundhaltung gegenüber dem Sinn und Unsinn von statistischen Angaben in den Naturwissenschaften. Inhalte, die sie auch in Seminaren über Forschungsmethodik an der Universität Hamburg weitergeben, werden mit Witz und zum Teil auch Polemik verständlich gemacht. Ein offener, teilweise auch bissiger Stil nimmt den Leser

mit hinein in die Verstrickungen naturwissenschaftlich-medizinischer Irrtümer.

In 17 Kapiteln findet man sowohl Grundlagen als auch weiterführende Themen der beschreibenden und schließenden Statistik, die durch einfache Beispiele wie Wahl- oder Fußballergebnisse erklärt werden. Da dieses Buch ursprünglich aus einem Vorlesungsskript entstand, findet man hier Kommentare zur Kausalität, Signifikanztests, Verzerrung und Kriterien evidenzbasierter Medizin, die so in Lehrbüchern nie auftauchen. Eine Unterstützung der Kommentare durch zahlreiche publizierte Originalarbeiten leistet wertvolle Hilfen zur Gestaltung eigener Studien und hilft Irrtümer zu vermeiden. Eine numerische Kapiteleinteilung wird man vermissen, da dieses Werk nicht als Lehrbuch, sondern eher populärwissenschaftlich angelegt ist. Die eigentliche Thematik taucht erst als Untertitel zu den jeweiligen Kapiteln auf; es erschwert das Zurechtfinden innerhalb des Buches. Der Literaturanhang zeigt die Fülle von Originalarbeiten ($n > 130$) aus angesehenen Fachzeitschriften, die in den Texten zitiert bzw. kommentiert werden. Der Leser, dem die Kommentare zu statistischen Berechnungen im Text nicht ausreichen, findet in einem Anhang Hilfsmittel für Konfidenzintervalle oder statistische Prüfgrößen, die er für die eigene Arbeit verwenden kann. Der Index hat dann wieder durchweg sachlich orientierten Lehrbuchstil, ist sehr umfangreich und hilft dem Leser beim Zurechtfinden.

Trotz des populärwissenschaftlichen Ansatzes geht die Brisanz der Thematik in diesem Buch nicht verloren. Gerade der für naturwissenschaftlich geprägtes Personal wie Kardiotechniker, Ingenieure oder Mediziner ungewöhnliche polemische Ton ermöglicht eine offene Aufarbeitung dieses eigentlich spröden und vor allen Dingen ernststen Themas. Auch wenn hier eine Abrechnung mit dem Wissenschaftsapparat erfolgt, werden statistische und wissenschaftstheoretische Themen und Präsentationen umfassend kommentiert. Da das Werk aus der Praxis für die Praxis gemacht wurde, ist es eine sinnvolle Ergänzung zu konventionellen Lehrbüchern. Nebenbei lernt man, dass der Bekanntheitsgrad von Personen, Einrichtungen und Fachzeitschriften nicht allein die Qualität einer Studie bestimmt.

Johannes Gehron, Gießen



Duden. Professionelles Bewerben – leicht gemacht

Judith Engst

*Duden Verlag, Mannheim,
2., aktualisierte Auflage 2007*

ISBN: 3-411-72232-0

346 Seiten, kartoniert

Preis: 9,95 Euro (D), 10,30 Euro (A), 18,20 Franken (CH)

Mitunter kann es ganz schnell gehen: Eine überzeugende, sprachlich und formal korrekte Bewerbung muss geschrieben werden. Wer dann auf einen guten Ratgeber zurückgreifen kann, erhöht seine Chancen, in die engere Wahl für eine Stelle zu kommen.

Der Bewerbungsratgeber „Professionelles Bewerben – leicht gemacht“ von Duden richtet sich vor allem an „durchschnittliche“ Stellensuchende und nicht nur an Idealbewerber. Der Dudenband geht ausführlich darauf ein, wie man souverän mit Abweichungen vom gewünschten Stellenprofil, Studien- und Ausbildungsabbrüchen, Zeiten der Arbeitslosigkeit und anderen vermeintlichen oder tatsächlichen Defiziten umgeht. Übersichtliche Tabellen und Checklisten sowie Formulierungshilfen leisten praktische Hilfestellung. 40 Musterbriefe und -lebensläufe stellen verschiedene Bewerbungssituationen beispielhaft dar.

In zwei Kapiteln geht der Ratgeber auch auf die besonderen Anforderungen einer E-Mail- oder Onlinebewerbung ein: Wann ist eine E-Mail-Bewerbung sinnvoll? Was ist dabei zu beachten? Wie bewerbe ich mich auf Firmenwebsites? Ein weiterer Sonderteil behandelt das Vorgehen beim Formulieren eines Nachfassbriefes. Außerdem enthält der Dudenratgeber 11 wichtige Tipps für das Vorstellungsgespräch sowie einen rund 160 Seiten starken Sonderteil mit praxisorientierten Sprachtipps und Hinweisen für korrektes Deutsch. Weitere Hilfen bietet die Duden-Website www.duden.de/bewerbungsratgeber, wo sich u. a. eine Linkliste mit Internet-Jobbörsen und ein interaktiver Bewerbungstest befinden. Für den, der gründliches Arbeiten gewohnt ist, sehr empfehlenswert.

Gunter Morche, Hamburg

Kongressnotizen

Current Perspectives of Extracorporeal Circulation Basel, 16.–17. März 2007

Die Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft für Extrakorporale Zirkulation und Mechanische Kreislaufunterstützung der Deutschen Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie: „Current Perspectives of Extracorporeal Circulation“ fand dieses Jahr in Zusammenarbeit mit der Schweizerischen Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie in Basel statt. Aufgrund des Renommées auf dem Forschungsgebiet der Kardiotechnik erhielt Basel bereits Anfang 2006 den Zuschlag, diese Tagung zum ersten Mal außerhalb von Deutschland zu organisieren.

In Basel wurden über 120 akkreditierte Teilnehmer registriert. Die Referenten kamen in erster Linie aus der Schweiz und aus Deutschland. Auch die Mehrzahl der Teilnehmer stammte aus diesen Ländern. Fünf Referenten konnten aus den USA bzw. aus Kanada gewonnen werden.

Leitthemen des diesjährigen Symposiums waren ein Update der Off-Pump-Koronarbybypass-Chirurgie als Komplementärmethode zu den Eingriffen mit Herz-Lungen-Maschine, Innovationen und Neuentwicklungen im Bereich der extrakorporalen Zirkulationstechnologie und



angrenzenden Disziplinen sowie aktuelle technische bzw. klinische Fragestellungen auf dem Gebiet der Kreislauf-Unterstützungssysteme und der minimierten extrakorporalen Zirkulation (MECC). In der interessanten Sitzung: „Blut- und Gewebsreaktionen“ wurden multidisziplinäre Aspekte der perioperativen Antikoagulationsbehandlung von Rednern aus verschiedenen Fachbereichen ausführlich erörtert. Breites Interesse erweckte auch der Vortrag von Prof. A. Kalangos aus Genf, der über den aktuellen Stand und die Bedürfnisse der Herzchirurgie in Entwicklungsländern berichtete.

Neu im Programm des „Current Perspectives of Extracorporeal Circulation“ waren Plenarvorträge. Prof. R. Körfer aus

Bad Oeynhausen fasste in seinem Beitrag: „Mechanische Kreislaufunterstützung: ‚Bridge‘ wohin?“ die wesentlichen Entwicklungsschritte in der Geschichte der mechanischen Kreislauf-Unterstützungssysteme mit den zukünftigen Zielen zusammen, während Dr. E. Bruckenberg aus Hannover als Herausgeber der traditionellen jährlichen „Herzberichte“ in seinem Vortrag „Herzchirurgie und Kardiologie: Zwei Wege – ein Ziel“ den gegenwärtigen Wandel in der Herzchirurgie unter Berücksichtigung der klinischen und ökonomischen Gesichtspunkte erläuterte.

Neu ist auch die Internetseite des Symposiums. Ab sofort wird potenziellen Teilnehmern, Referenten und weiteren Interessenten des „Current Perspectives of Extracorporeal Circulation“ unter der Homepage: www.cpxc.org ein schneller, direkter Zugang mit wichtigen Links und einem elektronischen Anmeldeformular angeboten.

Das Symposium wird 2008 in München stattfinden. Der Organisator ist PD Dr. med. S. Wildhirt vom Deutschen Herzzentrum München.

PD Dr. med. D. Baykut, Basel

Neues aus der Industrie

EINMALIGES HERZUNTERSTÜTZUNGSSYSTEM EINGEFÜHRT

Die Firma Abiomed Europe, Aachen, führte auf der 36. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Herz-, Thorax- und Gefäßchirurgie (11.–14.2.2007 in Hamburg) ihr innovatives *iPulse*TM-Herzunterstützungssystem in den europäischen Markt ein. Das *iPulse*-System ist einzigartig auf dem Markt, denn die zugehörige Konsole vereint eine moderne IABP- und VAD-Konsole in einem Gerät. Dies ermöglicht ein weitreichendes Wirkungsspektrum von minimaler bis hin zu biventrikulärer Unterstützung.

Mit dem *iPulse*-Herzunterstützungssystem hat Abiomed nun auch einen intraaortalen Ballon in ihr Produktportfolio aufgenommen. Der *iPulse*-IAB wird über die zugehörige Konsole betrieben und sichert

eine passive Entlastung des linken Ventrikels. Dadurch wird das Herzzeitvolumen um bis zu 17–20 % verbessert. Der Ballon besteht aus dem eigens entwickelten Angioflex-II-Material, welches zum einen eine extrem glatte Oberfläche zur einfacheren Einführung aufweist und zum anderen die Thrombenbildung verringert. Der *iPulse*-IAB kann entweder mit oder ohne Schleuse eingeführt werden und verfügt über schnelle Inflations- und Deflationszeiten. Im IAB-Modus regelt die zugehörige *iPulse*-Konsole automatisch das Spülen und Füllen des Ballons. Darüber hinaus verfügt sie über automatisches Timing und Arrhythmieerkennung.

Auch über die Kompatibilität haben sich die Entwickler von Abiomed Gedanken gemacht: So ist der *iPulse*-IAB mit dem

CS100 von Datascope und dem AutoCat 2 WAVE von Arrow kompatibel. Mit der *iPulse*-Konsole können alle IABs von Arrow und Datascope betrieben werden.

Im VAD-Modus bedient sich die *iPulse*-Konsole der bewährten Technologie der Abiomed-Herzunterstützungssysteme. Sowohl das AB5000TM-Ventrikel als auch die BVS[®]-5000-Blutpumpe können angeschlossen werden. Beide Systeme tragen zu einer aktiven Entlastung des Herzens bei. Da die Konsole über zwei Anschlüsse verfügt, kann eine uni- oder biventrikuläre Entlastung des Herzens herbeigeführt werden. Die aktive Entlastung wird dadurch gewährleistet, dass die Konsole in der Lage ist, das Herzzeitvolumen um bis zu 6 Liter Blut pro Minute zu erhöhen. Somit bietet Abiomed eine komplette Unterstützung für

Patienten, die an einer reversiblen ventrikulären Dysfunktion leiden.

Das Bedienteil der Konsole ist dreigeteilt, um eine einfache Bedienung zu garantieren. Es besteht aus einem VAD- und IABP-Abchnitt und einem Bereich, der alle gemeinsamen Bedienelemente anordnet. Darüber hinaus wird durch die Möglichkeit, das Bedienelement von der Konsole abzunehmen, eine erhöhte Mobilität des medizinischen Personals erreicht. Das Ziel dieser Systeme – die Erholung des eigenen Herzens – wurde schon durch diverse Studien verifiziert.

„SMALLER MEETS FASTER“



Mit diesem Slogan verweist Datascope, Bensheim, auf die neueste technologische Raffinesse in der IABP-Therapie hin. Die CS300 bietet dem Anwender IntelliSense-Technologie. Dies bedeutet, dass neben dem bisher Bekannten der CS100 nun außer konventionellen und Kinderkathetern auch die neue, Sensation genannte Fiberoptiktechnologie verwendet werden kann. Durch den Wegfall des Druckmesslumens konnte der Sensation-Fiberoptik-IAB-Katheter auf nur noch 7 French verkleinert werden. Er wird in vivo kalibriert und alle 2 Stunden oder bei Änderungen der Patientenparameter (Hämodynamik) bzw. der Umgebungsbedingungen (Hubschraubertransport) rekaliert. Der Katheter ist mit der patentierten Durathane-Membran bestückt, welche eine 43 % höhere Abriebfestigkeit gegenüber der Fidelity- oder anderen Membranen garantiert. Komplikationen durch Mikroabrasion an der Ballonmembran sind dadurch deutlich reduziert. Die CS300 und der Sensation-IAB-Katheter ermöglichen einen extrem raschen Start der IABP-Therapie: Nach Anschluss des Katheters wird durch Drücken

der „Start“-Taste die Sicherheitsdisk mit Helium gefüllt, der Sensor kalibriert, die optimale Einstellung geregelt und der Unterstützungsbetrieb aufgenommen. Das Fiberoptik-Drucksignal kann auch auf einen externen Patientenmonitor geleitet werden, somit werden Sorgen mit der Druckmessung in der Arteria radialis oder unübersichtliche Transportbedingungen vermieden. CS300 und Sensation ist nicht nur „Smaller and Faster“, sondern auch „Smarter and Easier“, getreu dem Datascope-Motto „Innovation is the best medicine“.

KAROTIS-STENTSYSTEM MIT NEUEM HYBRID-DESIGN

Mit dem „Cristallo Ideale“ präsentiert Krauth CardioVascular, Hamburg, das weltweit erste selbstexpandierende Karotis-Stentsystem, das die Vorzüge von offenem und geschlossenem Zelldesign in einem System vereint. Herkömmliche Stents mit durchgängig geschlossenen starren Zellen sichern zwar das Plaquematerial an der Gefäßwand, bergen durch die ungenügende Anpassung an den Gefäßverlauf aber auch die Gefahr einer Restenose an den Stentenden.



Die Verwendung von Stents mit offenem Zelldesign hingegen berücksichtigt den natürlichen Gefäßverlauf, führt aber bei symptomatischen Patienten durch die weniger stabile Wandabdeckung fünfmal häufiger zu späteren Schlaganfällen durch ungenügend gesichertes Plaquematerial (M. Bosiers et al, CIRSE 2006).

Erst das neue Hybrid-Design des Cristallo ermöglicht optimale Gefäßanpassung und zuverlässige Plaqueversiegelung. Die offenen Zellen am proximalen und distalen Ende des Stents garantieren eine sanfte Anpassung an den natürlichen Gefäßverlauf, das engmaschige geschlossene Zelldesign im mittleren Stentdrittel sichert die Plaque zuverlässig an der Gefäßwand. Hinzu kommt ein mit 5 Fr. schlankes Passageprofil und das zeitsparende Rapid-Exchange-Design des Stenträgersystems.

Der Cristallo Ideale wird von Krauth CardioVascular in Stentdurchmessern von 7 bis

11 mm und Stentlängen von 20 bis 40 mm in konischer und zylindrischer Form angeboten. Nähere Informationen unter: www.krauth.de

HEPARIN-MONITORING WÄHREND DER KARDIOPULMONALEN BYPASS-OP (CBP)

Die ACT (Activated Clotting Time) war bislang die Methode der Wahl zur Messung der Aktivität von unfraktioniertem Heparin während der CBP. Leider gibt es bei diesem Test ungelöste Probleme, z. B. eine mangelnde Spezifität für Heparin-Aktivitäten, die durch Hämodilution, Hypothermie, Plättchendysfunktion, Thrombozytopenie und die Anwesenheit von Aprotinin bedingt sein können. Jeder dieser Effekte kann die Messergebnisse beeinflussen, so dass aus entsprechenden Abweichungen eine ungenaue Antikoagulierung resultiert. Dieses hat für den Patienten ggf. nachteilige Folgen während und nach der CBP.

Der „Gold Standard Assay“ für die Heparinmessung ist ein Anti-Xa-Test mit chromogenem Substrat. Dieser Test ist wegen eines großen Zeitaufwands und der Voraussetzung einer Laboreinrichtung vor Ort für das Online-Monitoring des Heparins während der CBP ungeeignet.

HPOCH® ist ein Vollbluttest, der auf der Inhibierung des Faktors Xa basiert. Er wurde durch Heptest Laboratories, St. Louis, Missouri, USA, speziell zur Überwindung der oben beschriebenen Probleme der ACT entwickelt. In klinischen Studien während CBP konnte bewiesen werden, dass HPOCH® für die Messung der Heparin-Aktivitäten hochspezifisch ist.

HPOCH® ist ein einfach durchzuführender, schneller und bestens reproduzierbarer Ein-Phasen-Test, für dessen Durchführung nur 500 µl Zitratblut und ein preisgünstiges, leichtes Messgerät benötigt werden. Alle erforderlichen Test-Reagenzien liegen lyophilisiert in einem einzigen Teströhrchen vor, in das das Blut direkt gegeben wird. Die Gerinnungszeit wird quantitativ mittels eines semiautomatischen Geräts gemessen. Die durchschnittliche Heparinkonzentration on-pump von etwa 4 U/ml entspricht einer HPOCH®-Gerinnungszeit von unter 60 Sek., während die der ACT über 600 Sek. beträgt. Für den gesamten Test werden so weniger als 2 Min. benötigt.

Das HPOCH®-Testkit enthält den kompletten Bedarf für einen Patienten: Kontrollen, Schraubkappenfläschchen mit Na-Zitrat für 2 ml Blut und ausreichend Reagenzröhrchen für drei Kontrollen und acht Gerinnungstests. Weitere Informationen: <http://kappes-laborservice.de>.

KARDIOTECHNIK

Stellenanzeigen

Klinikum Augsburg

Für unsere **Klinik für Herz- und Thoraxchirurgie** suchen wir zum nächstmöglichen Zeitpunkt in Vollzeit einen/eine

Kardiotechniker/Kardiotechnikerin

Das Klinikum Augsburg, Akademisches Lehrkrankenhaus der Ludwig-Maximilian-Universität München, ist ein Haus der Maximalversorgung mit drei Standorten, 25 Kliniken, Instituten und insgesamt ca. 1.750 Betten.

In der Klinik für Herz- und Thoraxchirurgie, Leiter Herr Prof. Dr. Dr. h.c. Michael Beyer, werden jährlich ca. 1.400 Perfusionen durchgeführt. Die Klinik ist dafür technisch hervorragend ausgestattet.

Das Aufgabengebiet umfasst unter anderem die Durchführung von extrakorporalen Perfusionen bei Erwachsenen, die Betreuung verschiedener Kreislaufunterstützungssysteme, wie IABP, VAD, ECMO sowie die technische Unterstützung bei der Implantation von Herzschrittmachern.

Wir erwarten eine abgeschlossene Ausbildung zum/zur Kardiotechniker/-in z.B. als Absolvent/-in der Akademie für Kardiotechnik, einen vergleichbaren Bildungsabschluss oder mehrjährige Berufserfahrung im Bereich der Kardiotechnik sowie gute Kenntnisse der einschlägigen EDV-Verfahren. Die Zertifizierung durch das EBCCP ist erwünscht. Motivation, Engagement und Flexibilität werden wie die Bereitschaft zur Teilnahme an Ruf- und Bereitschaftsdiensten vorausgesetzt.

Das Klinikum Augsburg wendet den Tarifvertrag für den öffentlichen Dienst (TVöD) an. Das Entgelt entspricht den Anforderungen, die an diese Position gestellt werden einschließlich der im öffentlichen Dienst üblichen Sozialleistungen.

Wir verfügen über einen Betriebskindergarten. Wohnmöglichkeiten sind in den Appartements unserer Personalwohnheime gegeben.

Für eine erste Kontaktaufnahme steht Ihnen der Leitende Kardiotechniker, Herr Schnur, unter Telefon 0821/400-2710 bzw. per e-mail: wolfgang.schnur@klinikum-augsburg.de gerne zur Verfügung.

Ihre Bewerbung mit den üblichen Unterlagen senden Sie bitte bis spätestens 07.06.2007 an das



Klinikum Augsburg
Bereich Personalservice
Stenglinstraße 2
86156 Augsburg



Das **Kantonsspital Luzern** ist das **Zentrumsspital im Herzen der Schweiz** mit umfassendem Angebot in Diagnose und Therapie.

Kompetenz, Qualität und Menschlichkeit stehen bei uns im Mittelpunkt. Ganzheitlichkeit und Interdisziplinarität bilden bei uns die Grundlage der ärztlichen und pflegerischen Versorgung. Hohe fachliche und soziale Kompetenz, verbunden mit modernster medizintechnischer Infrastruktur, sind Garantien für die Optimierung des individuellen gesundheitlichen Nutzens unserer Patientinnen und Patienten.

In der **Klinik für Herz-, Thorax- und Gefässchirurgie** ist per sofort oder nach Vereinbarung die Stelle als

Kardiotechniker/in

zu besetzen. Wir suchen eine/n leistungsbereite/n, hochmotivierte/n Mitarbeiter/in, wünschenswert sind einige Jahre Berufserfahrung.

Ihre Aufgaben:

- Durchführung von extrakorporalen Perfusionen bei Erwachsenen
- Bereitstellung und Bedienung von Unterstützungssystemen
- Abteilungsübergreifende Zusammenarbeit mit der Kardiologie
- Qualitätssicherung und Statistiken mittels EDV

Interessiert Sie diese Herausforderung? Herr Roman Feld, Leitender Kardiotechniker, erteilt Ihnen gerne weitere Auskünfte unter der Tel.-Nr. 0041 (0)41 205 4890 oder per E-Mail an roman.feld@ksl.ch.

Ihre schriftliche Bewerbung mit den üblichen Unterlagen senden Sie bitte unter Angabe der Kennziffer 53362 an Kantonsspital Luzern, Personalabteilung, CH-6000 Luzern 16.



Mitteilungen

der DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR KARDIOTECHNIK E. V.

Vorstand: Gerhard Lauterbach, Herderstraße 67, 50931 Köln, Telefon 02 21 / 4 78-56 90, abends 4 06 18 13, Fax 02 21 / 4 00 98 10, E-Mail: gerhard.lauterbach@uk-koeln.de

EINLADUNG NACH FRANKENTHAL

Unsere 36. Internationale Fortbildungs- und Arbeitstagung bietet Ihnen vom 17. bis 19. Mai 2007 wieder ein breites Spektrum an interessanten Fachvorträgen. Darüber hinaus laden wir Sie ganz herzlich zu unserer Mitgliederversammlung am Donnerstag, 17.5.07, 15.30 Uhr, ein. Satzungsgemäß finden dieses Jahr wieder die Wahlen der Vorstandsmitglieder statt. Außerdem wird ausführlich über die bisherigen Aktivitäten des Verbands zur Berufsankennung und deren aktuellen Stand berichtet. Eine Teilnahme lohnt sich also unbedingt.

Auch allen leitenden Kardiotechnikern empfehlen wir die Teilnahme an der Abteilungsleiter-Konferenz. Sie findet diesmal aus gegebenem Anlass bereits am Donnerstag, ca. 1 Stunde vor der Mitgliederversammlung, statt. Zwei Themen stehen hier zur Diskussion:

- die o. g. Berufsankennung
- die starke Zunahme des Outsourcings in der Kardiotechnik

Das Programm am Donnerstag wird mit der Industriesitzung fortgesetzt. Zahlreiche Unternehmen präsentieren ihre Produktneuheiten und laden zum Industrieabend ein.

Nutzen Sie dieses große Programmangebot und kommen Sie zu unserer Jahrestagung nach Frankenthal. Herzlich willkommen.

Gerhard Lauterbach, Vorstand

NEUE CHEFÄRZTE IN GIESSEN UND HEIDELBERG

Am 16.2.07 hat PD Dr. Andreas Böning als neuer Chefarzt der Klinik für Herz-, Kinderherz- und Gefäßchirurgie die kommissarische Klinikleitung am Standort Gießen übernommen. Der 43-jährige Herzspezialist war zuletzt – nach Tätigkeiten in Bochum und Hannover – fünf Jahre als leitender Oberarzt und stellvertretender Direktor an der Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie des Uniklinikums Schleswig-Holstein in Kiel aktiv. Die Klinik für Herz-, Kinderherz- und Gefäßchirurgie in Gießen ist eingebunden in das Zentrum für Chirurgie, Anästhesie und Urologie.

Innerhalb dieses Zentrums strebt Dr. Böning eine Kooperation an mit der Klinik für Allgemein-, Viszeral-, Thorax-, Transplantations- und Kinderchirurgie sowie mit der Klinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin und Schmerztherapie, um Lungentransplantationen und thorakoskopische Eingriffe zu ermöglichen.

Bereits seit Oktober 2006 ist Prof. Dr. Matthias Karck neuer Ärztlicher Direktor der Abteilung Herzchirurgie der Chirurgischen Uniklinik Heidelberg. Prof. Karck war zuvor als Herzchirurg an der Medizinischen Hochschule Hannover tätig. Inzwischen hat er mit seinem Team das Spektrum der OP-Angebote wesentlich erweitert. Dazu gehören z. B. die minimal-invasive Bypass-OP sowie die Rekonstruktion von Aortenklappen.

Gunter Morche, Hamburg

PROJEKT „KARDIOTECHNIK IN DEUTSCHLAND“

Als wir im Frühjahr letzten Jahres das Projekt „Kardiotechnik in Deutschland“ ins Leben riefen, wussten wir noch nicht, wie schwierig es ist, einmal alle deutschen Kardiotechniker unter einen Hut zu bekommen. Inzwischen sind die ersten Hürden genommen und das Projekt nimmt langsam, aber deutlich, Formen an. Über 90 % der Kliniken haben uns ihre Daten zur Verfügung gestellt, so dass wir diese aufbereiten und in eine Datenbank einbinden konnten. Diese Datenbank bildet die Basis für das Projekt „Kardiotechnik in Deutschland“ und die hier vorgestellte Internetseite.

Die Seite wurde mit viel Aufwand und Liebe zum Detail von Mitarbeitern unserer Projektgruppe programmiert und designed. Kleine Änderungen werden aktuell eingepflegt und auch das obligatorische Gästebuch wird demnächst folgen. Besonderes Augenmerk haben wir dabei auf schnelle Ladezeiten und eine verständliche Navigation gelegt. Auf gängigen Browsern unter Windows und Mac OS X sollte die Seite ordentlich dargestellt werden. Ab sofort ist sie online und für jedermann zugänglich unter:

www.kardiotechnik-in-deutschland.de

Damit alle Kardiotechniker und mit ihnen verknüpfte Berufssparten von dieser Arbeit profitieren, müssen die Daten aktuell gehalten werden. Deshalb lebt das Projekt von Ihrer Mitarbeit! Besuchen Sie deshalb bitte möglichst regelmäßig unsere Homepage und aktualisieren Sie Ihre Daten. Um einen Datenmissbrauch auszuschließen, können keine Eintragungen online durchgeführt werden. Schicken Sie Änderungen bitte nur per Formular auf der Internetseite, E-Mail, Fax oder Post an uns. Die noch fehlenden Kliniken bitten wir auf diesem Wege, uns auch ihre Daten für diese bundesweite Datenbank zur Verfügung zu stellen.

Über Anregungen, Lob, Fragen und Kritik würden wir uns freuen und erwarten Ihre Mail unter der Kontaktadresse auf der Homepage.

Jörg Schulze, ECCP, und Ralph Bienek, ECCP,
Herzzentrum Brandenburg in Bernau

NEUE MITGLIEDER IN DER DGfK

Bis 11. Februar 2006 wurden als **außerordentliche Mitglieder** in die DGfK aufgenommen:

Schweder, Marco, Bühl
Herbrechtsmeier, Tilo,
Villingen-Schwenningen

HERZLICH WILLKOMMEN!

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.: 02 21 / 4 78-56 90,
abends: 02 21 / 4 06 18 13, Fax: 02 21 / 4 00 98 10
E-Mail: gerhard.lauterbach@uk-koeln.de

Frank, Olaf, Bern (Schweiz)
Hamilton, Carole, Tübingen
Konrad, Elisabeth, Hochheim
Popovic, Ivica, Wien (Österreich)

Kongresstermine

2007

1. 3rd Global Forum on Humanitarian Medicine in Cardiology and Cardiac Surgery
24.–26. Mai, Genf/Schweiz
Info: Congress Secretariat GJS Communications Sarl, 15, rue du Cendrier, CP 1564, CH-1211 Genf 1
Tel.: (00 41-22) 839 84 84, Fax: (00 41-22) 839 84 85
E-Mail: info@gjs-swiss.com, Jan.christenson@hcuge.ch, Web: www.gfhm07.ch
2. 12th European Congress on Extracorporeal Circulation Technology – FECECT
6.–9. Juni, Kiew/Ukraine
Info: FECECT, PO Box 93109, 2509 AC Den Haag
Tel.: (00 31-70) 44 15 757, Fax: (00 31-70) 44 15 790
Web: www.elseviercongressen.nl und www.fecect.org
3. 10th Anniversary Annual Scientific Meeting – ISMICS (International Society for Minimally Invasive Cardiothoracic Surgery)
6.–9. Juni, Rom/Italien
Info: Pamela Wilson, ISMICS
E-Mail: pwilson@prii.com, Web: http://www.ismics.org
5. Bypass, Balloon Pumps and Circulatory Support
7. Juni, London/Großbritannien
Info: Raven Department of Education, Royal College of Surgeons of England
Tel.: (00 44-20) 78 69 63 31, Fax: (00 44-20) 78 69 63 29
E-Mail: education@rcseng.ac.uk, Web: http://www.rcseng.ac.uk
6. 60th Congress of the French Society of Thoracic and Cardiovascular Surgery
13.–16. Juni, Besançon/Frankreich
Info: SFCTCV, 56, Vincent Auriol, 75013 Paris, Frankreich
Tel.: (00 33-1) 42 26 42 10, Fax: (00 33-1) 53 62 91 20
E-Mail: sfctcv@wanadoo.fr, Web: http://www.sfctcv.org
7. AmSECT's Perfusion Safety Meeting
13.–16. Mai, Puerto Vallarta/Mexiko
Info: Donna Pendarvis, 2209 Dickens Road, Richmond, VA 23230-2005
Tel.: (001-804) 565 63 63, Fax: (001-804) 282 00 90
E-Mail: donna@amsect.org, Web: http://www.amsect.org
8. Scandinavian Association for Thoracic Surgery, 56th Annual Meeting of SATS and the 27th Annual Meeting of SCANSECT
16.–18. August, Helsinki/Finnland
Info: CONGRESZON, Itälähdenkatu 22A, 00210 Helsinki, Finnland
Tel.: (00 358-9) 58 40 93 51, Fax: (00 358-9) 58 40 95 55
E-Mail: sats-scansect2007@congreszon.fi, Web: http://www.sats-scansect.org oder www.scandinavian-sats.org
9. ESAO 2007 – XXXIV. Conference of the European Society for Artificial Organs
5.–8. September, Krems/Österreich
Info: Anita Aichinger, Center for Biomedical Technology, Donau-Universität Krems, Dr.-Karl-Dorrek-Str. 30, 3500 Krems, Österreich
Tel.: (00 43-27 32) 893 26 01, Fax: (00 43-27 32) 893 46 00
E-Mail: anita.aichinger@donau-uni.ac.at, Web: www.esao.org/esao2007
10. 21st Annual Meeting of the European Association for Cardio-Thoracic Surgery
15.–19. September, Genf/Schweiz
Info: EACTS Executive Secretariat, 3 Park Street, Windsor, Berkshire SL4 1LU, UK
Tel.: (00 44-17 53) 83 21 66, Fax: (00 44-17 53) 62 04 07
E-Mail: info@eacts.co.uk, Web: http://www.eacts.org
11. Joint Meeting of the German Society for Thoracic Surgery, the Swiss Society for Thoracic Surgery and the Austrian Society for Thoracic and Cardiovascular Surgery
4.–7. Oktober, Konstanz
Info: Medizinische Congress-Organisation Nürnberg, Zerzabelhofstr. 29, 90478 Nürnberg
Tel.: (09 11) 39 31 60, Fax: (09 11) 33 12 04
E-Mail: tagung@tc2007.de, Web: http://www.tc2007.de
12. 5th Berlin Symposium – Mechanical Circulatory Support For Acute Heart Failure Toward Myocardial Recovery For Permanent Use in Children
9.–10. November, Berlin
Info: S. Hubler, M.D., MBA, GHIB Services GmbH, Augustenburger Platz 1, 13353 Berlin
Tel.: (030) 45 93 23 33, Fax: (030) 34 93 23 32
E-Mail: mcs@dhzb.de, Web: http://www.dhzb.de

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

www.dgfk.de/indexzeitneu.htm

Wünsche über aufzunehmende Termine bitte an: Anja.Schulte@web.de

! Angabe der Rezertifikationspunkte ohne Gewähr

Impressum

Anschrift für Autoren bzw. Fachbeiträge

Alexander Vehling, Schriftleiter
Gustavstraße 33,
50937 Köln
Telefon 02 21 / 2 76 21 81
Telefon 02 21 / 4 78-48 14 (dienstlich)
Telefax 02 21 / 2 76 22 48
E-Mail: alexander.vehling@dgfkt.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, Gestaltungsservice

VIADUCT Werbeagentur GmbH
Borselstraße 20, 22765 Hamburg
Telefon 0 40 / 229 40 20
Telefax 0 40 / 229 40 222
ISDN 0 40 / 229 40 244
E-Mail: kt@viaduct.de

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: 1500 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.