

ABSTRACTS

54. Internationale Jahrestagung und 17. Fokustagung Herz

14.-16. November 2025 in Leipzig



Inhaltsverzeichnis

Multiprofessionelles Herzteam in Praxis	1
Multi-professional heart team in practice	1
Resektion eines Cavoatrialen Hypernephroms am kardiopulmonalen Bypass: Leichte/Normo- versus moderate Hypothermie.....	1
Resection of a cavoatrial hypernephroma on cardiopulmonary bypass: Mild/normothermic versus moderate hypothermia	2
Silent Operating Theater Optimisation System als stressreduzierendes Kommunikations- und Informations-Management-System zur Unterstützung für das OP-Personal in der Herzchirurgie und HighTech Chirurgie	3
Silent Operating Theater Optimisation System as a stress-reducing support system for staff in cardiac surgery	4
Komplikationsmanagement - Ein LVAD upgrade bei Hirnblutung	5
Complication management – An LVAD upgrade due to cerebral hemorrhage	6
Strukturiertes Onboarding unter Extrakorporalem Life Support: Ein interprofessioneller Impuls zur Qualitätssicherung in der klinischen Perfusion	7
Structured onboarding under extracorporeal life support: An interprofessional initiative for quality assurance in clinical perfusion	8
Erste Erfahrungen mit der Beating Heart Transplantation nach Ex-vivo-Perfusion mittels Organ Care System in der Schweiz.....	9
Initial Experiences with Beating Heart Transplantation after Ex-vivo Perfusion Using the Organ Care System in Switzerland	10
Perioperativer Einsatz von Erythropoietin und Thrombopoietin zur Beurteilung der zellulären Regeneration.....	11
Perioperative use of erythropoietin and thrombopoietin for assessing cellular regeneration.....	12
Perfusiologie und Technische Medizin	13
Perfusiology and technical medicine	13
Geschlechtsspezifische Unterschiede in Anwendung- und Erfolg der extrakorporalen kardiopulmonalen Reanimation im Vergleich zur Standard CPR nach außerklinischem Herz-Kreislauf-Stillstand	13
Gender differences in the use and success of extracorporeal cardiopulmonary resuscitation compared to standard CPR after out-of-hospital cardiac arrest.....	14
Einfluss von Narkoseverfahren am Extrakorporalen Bypass hinsichtlich der Gewebeoxygenierung und Organfunktion – In Vivo – Schweinemodell	15
Influence of anesthesia on extracorporeal bypass with regard to tissue oxygenation and organ function – in vivo – porcine model	16
Prävalenz von Muskel-Skelett-Beschwerden bei Personal der Perfusiologie in Deutschland	17
Prevalence of musculoskeletal disorders among perfusion staff in Germany	18

Vergleich der Auswirkungen einer optimierten Konfiguration der Herz-Lungen-Maschine mit der konventionellen Konfiguration bei Patienten mit einem Körpergewicht zwischen 40 und 70 kg.....	19
Comparison of an optimized configuration of the heart-lung machine with the conventional configuration in patients with a body weight between 40 and 70 kg	20
Bestimmung der Sauerstofftransferperformance von zwei ECMO-Oxygenatoren zur Evaluation einer adäquaten Oxygenierungsleistung für den klinischen Einsatz	21
Evaluation of oxygen transfer performance in two extracorporeal membrane oxygenators for Clinical Application.....	22
Optimierung der Okklusionseinstellung von Rollerpumpen zur Reduktion der Hämolyse in der extrakorporalen Zirkulation – eine In-vitro-Studie	23
About roller pumps in on pump cardiac surgery, a methodical in vitro test of occlusion adjustment of the arterial roller pump to minimize hemolysis during extracorporeal circulation	24
Entwicklung einer neuen Rückstromkanüle für die transfemorale ECMO-Therapie	25
Development of a new reverse flow cannula for transfemoral ECMO therapy	26
Entwicklung eines Evaluationsfaktors Q für chirurgische Saugkopfgeometrien zur Sicherstellung größtmöglicher Blutintegrität bei der Retransfusion.....	27
Development of an evaluation Q-factor for surgical suction geometries to ensure the highest possible blood integrity for retransfusion	28
Scherfrequenzabhängige Hämolyse während der Kardiotomiesaugung als notwendiger Qualitätsfaktor zur Erhaltung der Blutintegrität – eine In-vitro-Studie am humanen Vollblut.....	29
Shear frequencydependent haemolysis during cardiomy suction as a necessary quality factor to maintain blood integrity – an in vitro trial on human blood.....	30
Die prognostische Relevanz der regionalen zerebralen Sauerstoffsättigung im Rahmen der extrakorporalen kardiopulmonalen Reanimation.....	31
The prognostic relevance of regional cerebral oxygen saturation in extracorporeal cardiopulmonary resuscitation.....	32
Veränderungen des Serum-Natriumspiegels vor und nach Kardioplegiegabe bei kardiochirurgischen Eingriffen: Eine retrospektive Analyse.....	33
Changes in serum sodium levels before and after cardioplegia during cardiac surgery: A retrospective analysis.....	34
Ground-Truth-Model zur Simulation eines physiologischen Blutkreislaufes für die Validierung optischer Medizinmessgeräten.....	35
Ground truth model for simulating physiological blood circulation for the validation of optical medical measuring devices	36
Vergleich der verfügbaren Hämoabsorptionsverfahren während der Extrakorporalen Zirkulation	37
Comparison of available hemoabsorption methods during extracorporeal circulation	38
Kompakter ECMO-Trolley - ein Transportsystem für alle Materialien.....	39
Compact ECMO trolley – a transport system for all materials	40

Über die allometrischen Interaktionen der fraktalen Eigenschaften des kardiovaskulären Gefäßsystems und dem Hagen-Poiseuille'schen Gesetz. Erkenntnisse aus einem mathematischen Modell und der Simulation per Computational Fluid Dynamics für Bypässe	41
On the allometric interactions between the fractal properties of the cardiovascular system and Hagen-Poiseuille's law. Findings from a mathematical model and simulation using computational fluid dynamics for bypasses	42
Team Kinderherzmedizin	43
Paediatric cardiac medicine	43
ECLS nach ertrinkungsbedingtem Kreislaufstillstand und Hypothermie bei einem Kleinkind: Fallbericht eines 2-jährigen Jungen	43
ECLS after drowning-related cardiac arrest and hypothermia in a toddler: Case report of a 2-year-old boy	44
Akute Nierenschädigung nach fremdblutfreiem kardiopulmonalem Bypass bei Neugeborenen	45
Acute kidney injury following bloodless cardiopulmonary bypass in neonates	46
Kardioplegie im spenderblutsparenden Konzept in der pädiatrischen Perfusion	47
Del Nido cardioplegic solution in a donor blood-sparing concept in pediatric perfusion	48
GetReady: Evaluation der Vorbereitungsphase auf Herzoperationen und Herzkathetereingriffe bei Kindern – Perspektiven von Kindern, Eltern und der Behandlungsteams	49
GetReady: Evaluation of the preparation for heart surgery and cardiac catheterization in children – perspectives of children, parents and treatment teams	50
Offene versus thorakoskopische Zwerchfellraffung bei Kindern mit symptomatischer Zwerchfellparalyse nach kardiochirurgischen Eingriffen: eine monozentrische Studie zu perioperativen und langfristigen Ergebnissen	51
Open versus thoracoscopic diaphragmatic repair in children with symptomatic diaphragmatic paralysis after cardiac surgery: a single-center study of perioperative and long-term outcomes	52
Einfluss verschiedener Perfusionsstrategien auf das kurz- und mittelfristige Outcome nach Operationen am Aortenbogen im Neugeborenen- und Säuglingsalter	53
Influence of different perfusion strategies on short- and medium-term outcomes after aortic arch surgery in newborns and infants	54
Prädiktoren und klinische Relevanz perioperativer Myokardschädigung bei kinderherzchirurgischen Eingriffen	55
Predictors and clinical relevance of perioperative myocardial injury in pediatric cardiac surgery	56
Pulmonalklappendilatation bei frühsymptomatischer Fallot-Tetralogie: Erste palliative Maßnahme und Einfluß ballonbedingter Klappeneinrisse auf die chirurgische Strategie	57
Pulmonary Valve Dilation in Early-Symptomatic Tetralogy of Fallot: Initial Palliative Intervention and Influence of Balloon-Related Cusp Tears on Surgical Strategy	58
Einsatz neuartiger Doppellumen ECMO-Kanüle für eine stufenweise Therapieanpassung ohne chirurgische Intervention	59
Use of innovative double-lumen ECMO cannula for gradual therapy adjustment without surgical intervention	60

Erhöht eine Schwangerschaft die Degeneration von dezellularisierten Aorten- oder Pulmonalklappenhomografts?	61
Does pregnancy increase the degeneration of decellularized aortic or pulmonary valve homografts?	62
Kinder ECMO Fahrtrage 2.0 – eine standardisierte Lösung für Deutschland.....	63
Pediatric ECMO transport stretcher 2.0 – a standardized solution for Germany.....	64
Anästhesie bei Kindern mit angeborenen Herzfehlern für nicht kardiochirurgische Eingriffe	65
Anesthesia in children with congenital heart defects for non-cardiac surgery	66
Der besondere Fall	67
A special case	67
Herausforderung und Möglichkeiten der Failing-Fontan-Behandlung	67
Challenges and opportunities of failing Fontan treatment	68
Stone Heart Syndrome nach elektivem Mitralklappenersatz.....	69
Stone Heart Syndrome after elective mitral valve replacement	70
Experimentelle Implantation von dezellularisierten aortalen Homografts in subkoronarer Technik.....	71
Experimental implantation of decellularized aortic homografts using subcoronary technique.....	72
Ultima Ratio: Thrombusextirpation über zentral-aortalen Zugang.....	73
Ultima Ratio: Thrombectomy via central aortic access	74
Der besondere Fall: Ruptur der Aorta ascendens nach Verkehrsunfall und Erstdiagnose einer dilatativen Kardiomyopathie.....	75
A special case: Rupture of the ascending aorta following a traffic accident and initial diagnosis of dilated cardiomyopathy	76
BiVAD Implantation als Bridge to Recovery in akuter kardialer Dekompensation bei Kardiomyopathie unklarer Genese.....	77
BiVAD implantation as a bridge to recovery in acute cardiac decompensation in cardiomyopathy of unknown origin	78
Fallbericht: Totale Aortenreparatur durch eine Clamshell- Thorakotomie bei Protheseninfektion nach thorakaler endovaskulärer Aortenreparaturprozedur.	79
Case report: Total aortic repair via clamshell thoracotomy for prosthesis infection following thoracic endovascular aortic repair procedure.....	80
Perfusionsmanagement zur Komplettierung der Fontanzirkulation bei stattgehabter Kawashima-OP	81
Perfusion management to complete fontan circulation following Kawashima surgery	82
Was tun bei ultrafast Degeneration biologischer Pulmonalklappenprothesen im Kindesalter – ein Case report.....	83
What to do in cases of ultrafast degeneration of biological pulmonary valve prostheses in children – a case report.....	84

Single Center Erfahrung	85
Single Center Experiences	85
Frisch dezellularisierte Homografts als Pulmonalklappenersatz bei Fallot Tetralogie: Single Center Erfahrung	85
Freshly decellularized homografts as pulmonary valve replacements in tetralogy of Fallot: Single center experience	86
Perfusionscontainer im HLM Einsatz	87
PDMS perfusion container in use.....	88
„Den Kabelbinder mache ich schnell mit einer Injektions-Kanüle oder einem Skalpell auf oder ich nehme kurz eine Schlauchklemme und drehe ihn ab...“	89
"I'll just open the cable tie with a hypodermic needle or a scalpel, or I'll use a tube clamp and twist it off..."	90
Langzeitergebnisse nach Aortenklappenersatz bei kongenitalem Herzfehler mit einer mechanischen open pivot Prothese	91
Long-term outcomes after aortic valve replacement with a mechanical open pivot prosthesis in patients with congenital heart disease	92
Mittelfristige Komplikationsfreiheiten nach Aortenklappenersatz durch eine bewährte Doppelflügelkippscheibenventilprothese bei Patienten mit kongenitalem Herzfehler	93
Mid-term outcomes after aortic valve replacement with a trusted bileaflet mechanical prosthesis in patients with congenital heart disease	94
Mittelfristige Ergebnisse nach Aortenklappenersatz mit gestenteter boviner Perikardbioprothese bei Patienten mit angeborenem Herzfehler	95
Mid-term outcomes after aortic valve replacement with a stented bovine pericardial bioprosthesis in patients with congenital heart disease	96

Multiprofessionelles Herzteam in Praxis

Multi-professional heart team in practice

A-109

Resektion eines Cavoatrialen Hypernephroms am kardiopulmonalen Bypass: Leichte/Normo- versus moderate Hypothermie

Andreas Möbius¹, Philipe Grieshaber², Jan Turra¹, David Riesterer¹, Marcin Zaradzki³, Petar Soso⁴, Gencay Hattiboglu⁵, Markus Hohenfellner⁶, Gregor Warnecke⁷, Ursula Tochtermann³

¹Universitätsklinikum Heidelberg, Herzchirurgie - Perfusiologie, Heidelberg, ²Universitätsklinikum Münster, Kinderherzchirurgie, Münster, ³Universitätsklinikum Heidelberg, Herzchirurgie, Heidelberg, ⁴Mc Medicor Izola, Herzchirurgie, Izola, Slowenien, ⁵SLK-Klinikum Group Heilbronn, Urologie, Heilbronn, ⁶Universitätsklinikum Heidelberg, Urologie, Heidelberg, ⁷Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Herzchirurgie, Schleswig-Holstein

Einleitung

Das Nierenzellkarzinom (RCC) ist eine der am häufigsten auftretenden malignen Neoplasien. Die Ausdehnung kann sich bis in die systemischen Venen und den rechten Vorhof erstrecken. Die chirurgische Entfernung solcher Ausläufer erfolgt in der Regel mittels kardiopulmonaler Bypass-Operation (CPB), wobei häufig eine moderate Hypothermie (MH) angewendet wird, um ein freies Operationsfeld zu erhalten. Aufgrund der evidenten Nachteile der Hypothermie haben sich jedoch auch Ansätze mit milder/normothermischer (NT) während der CPB etabliert. Ziel der vorliegenden Studie ist der Vergleich der Ergebnisse von Patienten mit RCC-Tumor- und Ausläuferresektion mittels MH versus NT.

Material und Methoden

Die vorliegende Studie ist als retrospektive, nicht randomisierte Untersuchung konzipiert. In die Untersuchung wurden alle Patienten eingeschlossen, die zwischen 2006 und 2020 in einem einzigen Zentrum eine RCC-Tumor- und Extensionsresektion im Stadium III oder IV (Staehler) erhielten. Im Rahmen der Operation wurde sowohl die Applikation von MH als auch von NT vorgenommen. Die CPB erfolgte mittels aortaler und bikavalärer Kanülierung. In der vorliegenden Untersuchung wurde ein Vergleich der Verfahrensdauer, des Transfusionsbedarfs und der postoperativen Ergebnisse zwischen der MH- und der NT-Gruppe durchgeführt.

Ergebnisse

Insgesamt wurden 24 konsekutive Patienten ($n(\text{NT}) = 12$, $n(\text{MH}) = 12$) in die Studie eingeschlossen (medianes Alter NT 68,5 und MH 66,5 Jahre). Die Studie zeigte einen signifikanten Unterschied in den Herzlungen-Maschinen-Zeiten (mediane CPB-Zeit NT 45,5 min und MH 110,0 min, $p = 0,004$). Hinsichtlich der übrigen Ergebnisse, des Verlusts der Drainage, der Transfusion von Blutprodukten sowie des postoperativen Verlaufs und der Mortalität, konnten in beiden Gruppen keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden.

Schlussfolgerung

Die Ergebnisse zeigten eine hohe perioperative sowie langfristige Mortalität. Der perioperative Verlauf war nach Operationen mit NT und MH nicht signifikant. Daher sollte NT den Vorzug gegeben werden, da es die potenziellen Komplikationen der MH minimiert.

Resection of a cavoatrial hypernephroma on cardiopulmonary bypass: Mild/normothermic versus moderate hypothermia

Andreas Möbius¹, Philippe Grieshaber², Jan Turra¹, David Riesterer¹, Marcin Zaradzki³, Petar Soso⁴, Gencay Hatiboglu⁵, Markus Hohenfellner⁶, Gregor Warnecke⁷, Ursula Tochtermann³

¹Universitätsklinikum Heidelberg, Herzchirurgie - Perfusiologie, Heidelberg, ²Universitätsklinikum Münster, Kinderherzchirurgie, Münster, ³Universitätsklinikum Heidelberg, Herzchirurgie, Heidelberg, ⁴Mc Medicor Izola, Herzchirurgie, Izola, Slowenien, ⁵SLK-Klinikum Group Heilbronn, Urologie, Heilbronn, ⁶Universitätsklinikum Heidelberg, Urologie, Heidelberg, ⁷Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Herzchirurgie, Schleswig-Holstein

Introduction

Renal cell carcinoma (RCC) is one of the most common malignant neoplasms. It can spread into the systemic veins and the right atrium. Surgical removal is usually performed using cardiopulmonary bypass (CPB) surgery, often with moderate hypothermia (MH) to maintain a clear surgical field. However, due to the evident disadvantages of hypothermia, approaches involving mild/normothermic (NT) temperatures during CPB have also become established. The objective of this study is to compare the outcomes of patients with resections of RCC tumors and extensions using MH versus NT.

Material and Methods

This study is a retrospective, non-randomized review. The review included all patients who underwent stage III or IV (Staehler) RCC tumor and extension resection at a single center between 2006 and 2020. Both MH and NT were applied during the surgery. CPB was performed using aortic and bicaval cannulation. This study compared procedure duration, transfusion requirements and postoperative outcomes between the MH and NT groups.

Results

A total of 24 consecutive patients (n(NT) = 12, n(MH) = 12) were included in the study (median age NT 68.5 and MH 66.5 years). The study showed a significant difference in cardiopulmonary bypass durations (median CPB time NT 45.5 min and MH 110.0 min, $p = 0.004$). Regarding the other results, i.e. loss of drainage, transfusion of blood products, postoperative course and mortality, the two groups did not show any significant differences.

Conclusion

The results showed a high perioperative and longterm mortality. The perioperative course was not significant after operations with NT and MH. Therefore, NT should be preferred as it minimizes the potential complications of MH.

Silent Operating Theater Optimisation System als stressreduzierendes Kommunikations- und Informations-Management-System zur Unterstützung für das OP-Personal in der Herzchirurgie und HighTech Chirurgie

Martin G. Friedrich

Universitätsmedizin Göttingen, HTG Chirurgie, Göttingen

Einleitung

Der Lärmpegel in Operationssälen überschreitet häufig empfohlene Grenzwerte und beeinträchtigt sowohl die Gesundheit und Leistungsfähigkeit des OP-Teams als auch die Patientensicherheit. Eine wesentliche Ursache hierfür ist die stressbedingte Reaktion auf Lärm und Informationsüberflutung. Diese Effekte könnten durch das *Silent Operating Theater Optimisation System* (SOTOS) – ein lärmreduzierendes Headset- und Informationsmanagementsystem – reduziert werden.

Material und Methoden

Diese Studie untersucht die Auswirkungen von SOTOS auf das subjektiv empfundene Stressempfinden des OP-Personals, gemessen anhand von Stressniveau und Erschöpfung. Insgesamt wurden 21 herzchirurgische Eingriffe analysiert – davon 11 mit und 10 ohne Einsatz von SOTOS. Der sogenannte *SOTOS-Effekt* wird definiert als eine günstigere Veränderung der Stresswerte vom prä- zum postoperativen Zeitpunkt im Vergleich zwischen Interventions- und Kontrollgruppe.

Ergebnisse

Es wurden 81 OP-Mitarbeitende einbezogen. Die Auswertung mittels linearer Mehrebenenmodelle zeigte signifikante Interaktionen zwischen Interventionsgruppe und Messzeitpunkt hinsichtlich Stressniveau ($p = 0,029$) und Erschöpfung ($p = 0,00017$). Außerdem wird die aktuelle technische Entwicklung vorgestellt.

Schlussfolgerung

Ein SOTOS-Effekt konnte bestätigt werden: Der Verlauf des Stresserlebens während einer Operation wurde durch den Einsatz von SOTOS positiv beeinflusst. Herzchirurgische Eingriffe gelten als besonders belastend, und das OP-Personal profitiert in hohem Maße von dieser technisch unterstützten Intervention. SOTOS eignet sich als Medizin 4.0 Plattform und kann die Schnittstellen zwischen Mensch und Technik zukunftsichernd abbilden.

Silent Operating Theater Optimisation System as a stress-reducing support system for staff in cardiac surgery

Martin G. Friedrich

Universitätsmedizin Göttingen, HTG Chirurgie, Göttingen

Introduction

Noise in operating theaters exceeds safety standards with detrimental effects on the health and performance of OT crews as well as patient safety. One of the reasons for these effects is the stress response to noise and information overload, which could be minimized by the Silent Operating Theater Optimisation System (SOTOS), a noise reductive headset solution and information management system.

Material and Methods

This study evaluates the effects of the SOTOS on the stress perceived by OT crew members, operationalized through stress level and exhaustion. Twenty-one heart surgeries were examined. Eleven surgeries were conducted with and ten without the SOTOS. The SOTOS-effect is defined as a more beneficial stress course from before to after surgery, when comparing the experimental group with and control group without SOTOS.

Results

Eighty-one OT workers were investigated. The linear multilevel models revealed significant interactions between treatment and time of measurement on stress level ($p = 0.029$) and exhaustion ($p = 0.00017$).

Conclusion

A SOTOS-effect was confirmed: the development of stress over the course of an operation was beneficially modified by the SOTOS. This surgery types are perceived as stressful, and the staff benefits equally strongly from the intervention in this technical supported settings.

Komplikationsmanagement - Ein LVAD upgrade bei Hirnblutung

Frank Münch¹, Saya Aziz², Onise Chaduneli², Sven Dittrich³, Nicola Kwapil⁴, Luise Polster¹, Ariawan Purbojo², Daniel Delev⁵, Hannes Lücking⁵, Annika Weigelt³, Matthias Hübner³

¹University Hospital Erlangen Friedrich Alexander University Erlangen Nuremberg, Herzchirurgische Klinik; Funktionsbereich Perfusiologie und Technische Medizin, Erlangen, ²University Hospital Erlangen Friedrich Alexander University Erlangen Nuremberg, Herzchirurgische Klinik, Erlangen, ³University Hospital Erlangen Friedrich Alexander University Erlangen Nuremberg, Kinderkardiologische Abteilung, Erlangen, ⁴Universitätsmedizin der Johannes-Gutenberg-Universität Mainz, Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie – Kinderherzchirurgie, Mainz, ⁵University Hospital Erlangen Friedrich Alexander University Erlangen Nuremberg, Neurochirurgische Klinik, Erlangen

Einleitung

Einem fünfjährigen Jungen wurde nach Reanimation aufgrund einer akuten linksventrikulären Funktionsstörung eine zentrale ECMO implantiert. Nach zweitägiger ECMO-Therapie erfolgte die Implantation eines parakorporalen LVAD-Systems. Die im Rahmen der LVAD-Implantation entnommene Myokardbiopsie zeigte eine akute lymphozytäre Myokarditis mit frischen Myozytennekrosen sowie eine fortgeschrittene myokardiale Remodellierung.

Material und Methoden

Unter immunsuppressiver Therapie besserte sich die kardiale Funktion rasch. Nach erfolgsversprechendem LVAD-Weaning-Test wurde ein individualisiertes Weaning-Protokoll erstellt – inklusive definiertem Ausbautermin und Umstellung der dreifach Antikoagulation auf Heparin. Vierzehn Tage vor dem geplanten Ausbau kam es, ohne erkennbare Thromben im EXCOR, zu kleinen TIAs mit Sehstörungen, Desorientierung und Sprachstörungen. Acht Tage vor der LVAD-Ausbauoperation ereignete sich ein Mediainfarkt mit linksseitiger Hemiparese. Während der erfolgreichen interventionellen Thrombektomie kam es zu einer akuten subarachnoidalen Hirnblutung, die nach temporärer interventioneller Ballonokklusion sistierte. Als Folge der Hirnblutung kam es zu einem Hydrozephalus, sodass eine umgehende neurochirurgische Intervention mit Anlage einer externen Liquordrainage zur Hirndrucktherapiesteuerung notwendig wurde.

Ergebnisse

Aufgrund der bestehenden Vollantikoagulation mit Phenprocoumon (INR 4) sowie Acetylsalicylsäure und Clopidogrel wäre eine möglicherweise im weiteren Verlauf erforderliche neurochirurgische Hemikraniektomie kontraindiziert gewesen. Die Antikoagulation wurde unmittelbar beendet. Noch in der Nacht beendeten wir die EXCOR-Therapie und adaptierten direkt auf die 9mm LVAD-Kanülen eine DP3 Diagonalspumpe (3/8 Zoll) – ohne zusätzliches Fremdmaterial. Aufgrund der technischen Besonderheiten der DP3-Pumpe und den sehr geringen Widerständen im System, traten physikalische Kräfte auf, die einem kontinuierlichen LVAD-Fluss entgegenwirkten. Durch Pulsationseinstellung der DP3-Pumpe konnte, ohne EKG Synchronisation, ein kontinuierlicher LVAD-Fluss bei hyperdynamem linken Ventrikel erzielt werden. Nach Stabilisierung des Patienten erfolgte die Entfernung des LVAD-Systems mithilfe eines geschlossenen, beschichteten EKZ-Systems ohne Heparinisierung.

Schlussfolgerung

Das beherzte Handeln des multiprofessionellen Teams stellte sicher, dass der kleine Junge bereits mit nahezu vollständiger Rekonvaleszenz in die Anschlussheilbehandlung verlegt werden konnte.

Complication management – An LVAD upgrade due to cerebral hemorrhage

Frank Münch¹, Saya Aziz², Onise Chaduneli², Sven Dittrich³, Nicola Kwapil⁴, Luise Polster¹, Ariawan Purbojo², Daniel Delev⁵, Hannes Lücking⁵, Annika Weigelt³, Matthias Hübner³

¹University Hospital Erlangen Friedrich Alexander University Erlangen Nuremberg, Herzchirurgische Klinik; Funktionsbereich Perfusiologie und Technische Medizin, Erlangen, ²University Hospital Erlangen Friedrich Alexander University Erlangen Nuremberg, Herzchirurgische Klinik, Erlangen, ³University Hospital Erlangen Friedrich Alexander University Erlangen Nuremberg, Kinderkardiologische Abteilung, Erlangen, ⁴Universitätsmedizin der Johannes-Gutenberg-Universität Mainz, Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie – Kinderherzchirurgie, Mainz, ⁵University Hospital Erlangen Friedrich Alexander University Erlangen Nuremberg, Neurochirurgische Klinik, Erlangen

Introduction

A five-year-old boy underwent resuscitation due to acute left ventricular dysfunction and was implanted with a central ECMO. After two days of ECMO therapy, a paracorporeal LVAD system was implanted. The myocardial biopsy taken during LVAD implantation showed acute lymphocytic myocarditis with fresh myocyte necrosis as well as advanced myocardial remodeling.

Material and Methods

Cardiac function improved rapidly under immunosuppressive therapy. Following a promising LVAD weaning test, an individualized weaning protocol was created – including a defined removal date and conversion from triple anticoagulation to heparin. Fourteen days before the planned removal, minor TIAs occurred without any detectable thrombi in the EXCOR, causing visual disturbances, disorientation and speech disorders. Eight days before the LVAD removal surgery, a media infarction occurred with left-sided hemiparesis. During the successful interventional thrombectomy, acute subarachnoid cerebral hemorrhage occurred, which ceased after temporary interventional balloon occlusion. The cerebral hemorrhage resulted in hydrocephalus, necessitating immediate neurosurgical intervention with the insertion of an external cerebrospinal fluid drain to control intracranial pressure.

Results

Due to the existing full anticoagulation with phenprocoumon (INR 4) as well as acetylsalicylic acid and clopidogrel, a neurosurgical hemicraniectomy, which might have been necessary in the further course, would have been contraindicated. Anticoagulation was stopped immediately. That same night, we ended the EXCOR therapy and adapted a DP3 diagonal pump (3/8 inch) directly to the 9 mm LVAD cannulas – without any additional foreign material. Due to the technical characteristics of the DP3 pump and the very low resistance in the system, physical forces occurred that counteracted a continuous LVAD flow. By adjusting the pulsation of the DP3 pump, a continuous LVAD flow could be achieved in a hyperdynamic left ventricle without ECG synchronization. Once the patient had stabilized, the LVAD system was removed using a closed, coated ECC system without heparinization.

Conclusion

The courageous actions of the multi-professional team ensured that the little boy had almost fully recovered when he could be transferred to his follow-up treatment.

Strukturiertes Onboarding unter Extrakorporalem Life Support: Ein interprofessioneller Impuls zur Qualitätssicherung in der klinischen Perfusion

Emma Hoyer

Hkz, Kardiotechnik, Rotenburg an der Fulda

Einleitung

Der Extrakorporale Life Support (ECLS) gehört zu den koordinativ und technisch anspruchvollsten Verfahren der modernen Akut- und Intensivmedizin. Die sichere Anwendung setzt ein hohes Maß an klinischer Entscheidungsfähigkeit, prozessuellem Denken und interdisziplinärer Kommunikation voraus. Trotz dieser Anforderungen existieren bislang keine bundesweit verbindlichen, curricular verankerten Onboarding-Konzepte für neue Mitarbeitende in der klinischen Perfusion. Diese konzeptionelle Lücke hat unmittelbare Auswirkungen auf das Prozess- und Qualitätsmanagement in der adäquaten Versorgung des Patienten.

Material und Methoden

Basierend auf berufspraktischer Erfahrung als Pflegefachkraft auf Intensivstation in einem ECLS-Team wurde deutlich, dass die Einarbeitung neuer Kolleg:innen im Bereich der klinischen Perfusion stark von lokaler Struktur, individueller Initiative und nicht standardisiertem Erfahrungswissen geprägt ist. Essenzielle Inhalte wie Gerätemanagement, Notfallabläufe, Kommunikationswege oder Entscheidungslogik werden zu meist situativ und ohne definierte Lernziele vermittelt. Die daraus resultierende Variabilität erschwert die Integration neuer Teammitglieder und limitiert die Reproduzierbarkeit sicherer Behandlungsprozesse.

Ergebnisse

Die aktuellen Leitlinien der Extracorporeal Life Support Organisation (ELSO) betonen die Notwendigkeit strukturierter Schulungsprogramme sowie standardisierter Kompetenznachweise für im ECLS tätiges Personal. In einer prospektiven Simulationsstudie von (Smith et al., 2015) führte strukturiertes ECMO Training zu einer Reduktion von Teamfehlern um 38% und einer signifikanten Verbesserung der Koordination bei Hochrisikoszenarien. Außerdem beschreibt eine akute europaweite Erhebung unter Kardiotechniker:innen (Condello et al., 2023) eine erhebliche Heterogenität hinsichtlich Ausbildungsdauer, curricularer Inhalte und klinisch-praktischer Standards in der Perfusion. Insbesondere nicht-medizinisch-technische Kompetenzen wie Kommunikation und Entscheidungslogik werden bislang lückenhaft abgebildet.

Schlussfolgerung

Die Einführung verbindlicher, curricular fundierter Onboarding-Strukturen stellt einen zentralen Beitrag zur Patientensicherheit und Prozessqualität in der klinischen Perfusion dar. Perspektivisch erscheint ein modulares Schulungskonzept mit definierten Lernzielen, Simulationseinheiten und kompetenzbasierter Supervision als sinnvoller Ansatz. Dieses Abstract versteht sich als fachlich fundierter Diskussionsimpuls zur strukturellen Weiterentwicklung des Berufsbilds.

Structured onboarding under extracorporeal life support: An interprofessional initiative for quality assurance in clinical perfusion

Emma Hoyer

Hkz, Kardiotechnik, Rotenburg an der Fulda

Introduction

Extracorporeal life support (ECLS) is one of the most coordinatively and technically demanding procedures in modern acute and intensive care medicine. Safe application requires a high degree of clinical decision-making, procedural thinking and interdisciplinary communication. Despite these requirements, there are currently no nationally binding, curriculum-based onboarding concepts for new personnel in clinical perfusion. This conceptual gap has a direct impact on process and quality management in the adequate care of patients.

Material and Methods

Based on professional experience as a nurse in an intensive care unit in an ECLS team, it became clear that the training of new colleagues in the field of clinical perfusion is strongly influenced by local structures, individual initiative and non-standardized empirical knowledge. Essential content such as device management, emergency procedures, communication channels and logical decision-making is usually taught in a situational manner and without defined learning objectives. The resulting variability makes it difficult to integrate new team members and limits the reproducibility of safe treatment processes.

Results

The current guidelines of the Extracorporeal Life Support Organization (ELSO) emphasize the need for structured training programs and standardized skills assessments for personnel working with ECLS. In a prospective simulation study by Smith et al., 2015, structured ECMO training led to a 38% reduction in team errors and a significant coordination improvement in high-risk scenarios. In addition, a recent Europe-wide survey of perfusionists (Condello et al., 2023) describes considerable heterogeneity in terms of training duration, curriculum content and clinical practice standards in the field of perfusion. In particular, non-medical-technical skills such as communication and decision logic are inadequately taught so far.

Conclusion

The introduction of binding, curriculum-based onboarding structures represents a key contribution to patient safety and process quality in clinical perfusion. Looking ahead, a modular training concept with defined learning objectives, simulation units and competency-based supervision appears to be a sensible approach. This abstract is intended as a professional stimulus for discussion on the structural development of the job profile.

Erste Erfahrungen mit der Beating Heart Transplantation nach Ex-vivo-Perfusion mittels Organ Care System in der Schweiz

Jolanda Consiglio, Bruno Schnegg, David Reineke, Matthias Siepe
Universitätsspital Inselgruppe Bern, Herzgefässchirurgie, Bern

Einleitung

Ziel der ex-vivo-Perfusion im Organ Care System (OCS) ist die Beurteilung der Organfunktion und der Transport des Organs unter Vermeidung einer prolongierten kalten Ischämiezeit. Das OCS ermöglicht eine kontinuierliche myokardiale Perfusion, wodurch eine metabolische Erholung des Herzens gefördert wird. Im konventionellen Vorgehen erfolgt vor der Implantation eine erneute Kardioplegie mit konsekutiver zweiter Phase kalter Ischämie.

Durch die direkte Implantation des schlagenden Herzens („beating heart transplantation“) wird diese zweite Ischämiephase vermieden, was insbesondere bei DCD-Organen von prognostischer Relevanz sein könnte. Bei unserem ersten Patienten «Fall 1» liegt eine terminale dilatative Kardiomyopathie und einer Herzinsuffizienz mit reduzierter Ejektionsfraktion (HFrEF) bei ischämischer Komponente vor.

Das Spenderorgan stammte von einer DCD-Spende mit einem Geschlechts- und Grössenmismatch. Aufgrund einer Risikokonstellation für primäres Graftversagen (DCD, Mismatch, prolongierte Ischämie) – entschieden wir uns bewusst für die Anwendung der Beating-Heart-Technik.

Fall 2: dieser Patient litt an einer dilatativen Kardiomyopathie mit schwerer biventrikulärer Dysfunktion unklarer Ursache und hatte seit zwei Jahren ein LVAD (HeartMate 3) sowie eine rekonstruierte Trikuspidalklappe. Auch in diesem Fall handelte es sich um ein DCD-Spenderorgan.

Material und Methoden

Nach Ankunft des im Organ Care System (OCS) schlagenden Herzens im Empfängerzentrum erfolgt die Anbindung der Herz-Lungen-Maschine über eine zusätzliche Leitung an die Aorta des Spenderorgans mittels antegrader Kardioplegie-Nadel. Sobald die Aorta vom OCS-System abgetrennt ist, wird die myokardiale Perfusion nahtlos durch die Herz-Lungen-Maschine aufrechterhalten. Das schlagende Herz wird zur Implantation in den Thorax überführt. Das Blut aus dem Koronarsinus, wird umgehend mit der Herz Lungen Maschine zurücktransfundierte.

Ergebnisse

In unserem Zentrum haben wir die beiden ersten Herztransplantationen am schlagenden Herzen erfolgreich durchgeführt.

Schlussfolgerung

Diese Technik wurde bereits in den USA in einer Fallserie beschrieben, wurde jedoch unseres Wissens nach bisher nie in Europa angewendet.

Die vorläufigen Erfahrungen deuten darauf hin, dass diese Methode einen relevanten Fortschritt im Bereich der Herztransplantation mit DCD-Spenderorganen darstellen könnte. Das potenzielle klinische Anwendungsspektrum dieser Technik soll im Rahmen weiterer Untersuchungen und Diskussionen vertieft evaluiert werden.

Initial Experiences with Beating Heart Transplantation after Ex-vivo Perfusion Using the Organ Care System in Switzerland

Jolanda Consiglio, Bruno Schnegg, David Reineke, Matthias Siepe
Universitätsspital Inselgruppe Bern, Herzgefäßchirurgie, Bern

Introduction

The goal of ex-vivo perfusion using the Organ Care System (OCS) is to assess organ function and transport the organ while avoiding prolonged cold ischemia time. The OCS enables continuous myocardial perfusion, promoting metabolic recovery of the heart.

In the conventional approach, a second cardioplegia is administered before implantation, resulting in a second phase of cold ischemia.

This additional cold ischemia period may potentially impair myocardial recovery. By directly implanting the beating heart ("beating heart transplantation"), this second ischemia phase is avoided, which could be prognostically relevant, especially for DCD organs.

Our first patient ("Case 1") had terminal dilated cardiomyopathy and heart failure with reduced ejection fraction (HFrEF) with an ischemic component. The donor organ came from a DCD donor with a sex and size mismatch. Due to the risk constellation for primary graft failure (DCD, mismatch, prolonged ischemia), we deliberately chose the beating heart technique.

Case 2: This patient suffered from dilated cardiomyopathy with severe biventricular dysfunction of unclear origin and had had an LVAD (HeartMate 3) and a reconstructed tricuspid valve for two years. This was also a DCD donor organ.

Material and Methods

Upon arrival of the beating heart in the Organ Care System (OCS) at the recipient center, the heart-lung machine is connected via an additional line to the aorta of the donor organ using an antegrade cardioplegia needle. Once the aorta is disconnected from the OCS system, myocardial perfusion is seamlessly maintained by the heart-lung machine. The still-beating heart is then transferred into the recipient's thorax for implantation. Blood flowing from the coronary sinus during implantation is immediately retransfused via the heart-lung machine.

Results

Case 1: The transplantation was successful. The patient remained in the ICU for five days postoperatively, showed no signs of primary graft failure, required minimal inotropic support, and had good biventricular function. Endomyocardial biopsies showed no signs of rejection. After a one-month hospital stay, the patient was discharged home in good general condition.

Case 2: The transplantation was uneventful. The patient was transferred from the ICU just two days postoperatively and discharged to rehabilitation in stable condition after 23 days. There was no primary graft failure, and biopsies showed no relevant cellular rejection.

Conclusion

This technique has already been described in a case series in the USA but, to our knowledge, has not yet been applied in Europe. At our center, we successfully performed the first two beating heart transplantations. Preliminary experiences suggest that this method could represent a significant advancement in heart transplantation using DCD donor organs. The potential clinical application of this technique should be further evaluated through additional studies and discussions.

Perioperativer Einsatz von Erythropoietin und Thrombopoietin zur Beurteilung der zellulären Regeneration

Folker Wenzel, Luisa Toll, Thomas Schiepp, Matthias Kohl
Hochschule Furtwangen, Villingen Schwenningen

Einleitung

Die hämatopoetischen Wachstumsfaktoren Erythropoietin (EPO) und Thrombopoietin (TPO) sind die Hauptregulatoren der Erythro- und Thrombopoese. Operativ-bedingte Zellverluste können für die Patienten bei verzögerter zellulärer Regeneration zu klinischen Komplikationen wie verlängerten Anämiephasen mit Sauerstoffdefiziten und Thrombozytopenie mit Blutungsneigung führen. In diesem Zusammenhang bieten sich EPO und TPO als Biomarker zur Abschätzung der zellulären Regenerationen an.

Material und Methoden

Blutproben von 14 Patienten (Durchschnittsalter 62 ± 8 Jahre) wurden vor und an den Tagen 1, 5 und 10 nach Kardialerbypass-Operation (CABG) entnommen. EPO- und TPO-Spiegel wurden mit kommerziell erhältlichen ELISA-Kits (R&D Systems, Deutschland) bestimmt. Darüber hinaus wurden die Thrombozytenzahl (PC) und die Hämoglobin-Konzentration (Hb) bestimmt.

Ergebnisse

Vor CABG lagen die Werte für EPO ($14,2 \pm 9,1$ mU/ml), TPO ($174,3 \pm 67,0$ pg/ml), PC ($248,0 \pm 119,5$ /nl) und Hb ($9,4 \pm 1$ mmol/l) im Normalbereich. Am Tag 1 nach der Operation waren Hb und PC signifikant auf $6,9 \pm 0,8$ mmol/l und $143,8 \pm 95,6$ /nl gesenkt. Im Gegensatz dazu waren EPO und TPO signifikant auf $36,0 \pm 25,6$ mU/ml bzw. $378,9 \pm 112,6$ pg/ml erhöht, trotz Hämodilution. Insbesondere wurde der Anstieg von TPO von einem signifikanten Anstieg der PC ($357 \pm 178,6$ /nl) am Tag 10 nach der Operation im Vergleich zu den präoperativen Werten begleitet, was dem Phänomen einer reaktiven Thrombozytose entspricht.

Schlussfolgerung

In Übereinstimmung mit dem Abfall der Anzahl der zellulären Blutbestandteile konnten kompensatorisch entsprechende Anstiege der Wachstumshormone beobachtet werden. Die Kenntnis dieser Korrelationen ermöglicht es EPO und TPO als Biomarker einzusetzen zur frühzeitigen Detektion verzögerter zellulärer Regenerationsprozesse.

Perioperative use of erythropoietin and thrombopoietin for assessing cellular regeneration

Folker Wenzel, Luisa Toll, Thomas Schiepp, Matthias Kohl
Hochschule Furtwangen, Villingen Schwenningen

Introduction

The hematopoietic growth factors erythropoietin (EPO) and thrombopoietin (TPO) are the main regulators of erythropoiesis and thrombopoiesis. Surgical cell loss can lead to clinical complications for patients with delayed cellular regeneration, such as prolonged periods of anemia with oxygen deficiency and thrombocytopenia with a tendency to bleed. In this context, EPO and TPO are suitable biomarkers for assessing cellular regeneration.

Material and Methods

Blood samples were taken from 14 patients (average age 62 ± 8 years) before and on days 1, 5, and 10 after coronary artery bypass grafting (CABG). EPO and TPO levels were determined using commercially available ELISA kits (R&D Systems, Germany). In addition, platelet count (PC) and hemoglobin concentration (Hb) were determined.

Results

Prior to CABG, the values for EPO (14.2 ± 9.1 mU/mL), TPO (174.3 ± 67.0 pg/mL), PC (248.0 ± 119.5 /nL) and Hb (9.4 ± 1 mmol/L) were within the normal range. On post-op day 1, Hb and PC were significantly reduced to 6.9 ± 0.8 mmol/L and 143.8 ± 95.6 /nL. In contrast, EPO and TPO were significantly elevated to 36.0 ± 25.6 mU/mL and 378.9 ± 112.6 pg/mL, respectively, despite hemodilution. In particular, the increase in TPO was accompanied by a significant increase in PC (357 ± 178.6 /nL) on post-op day 10 compared to preoperative values, which corresponds to the phenomenon of reactive thrombocytosis.

Conclusion

In line with the drop in the number of cellular blood components, corresponding increases in growth hormones were observed as compensation. With the knowledge of these correlations, EPO and TPO can be used as biomarkers for the early detection of delayed cellular regeneration processes.

Geschlechtsspezifische Unterschiede in Anwendung- und Erfolg der extrakorporalen kardiopulmonalen Reanimation im Vergleich zur Standard CPR nach außerklinischem Herz-Kreislauf-Stillstand

Christopher Gaisendrees,
Center for Resuscitation Medicine, University of Minnesota School of Medicine, Minneapolis, MN 55401, United States, Division of Cardiology, Minneapolis

Einleitung

Geschlechtsspezifische Unterschiede in der Versorgung und den Ergebnissen bei außerklinischem Herz-Kreislauf-Stillstand (OHCA) sind gut dokumentiert. Frauen erhalten häufig eine weniger effektive Reanimation und haben eine geringere Überlebensrate verglichen mit Männern. Inwieweit fortgeschrittene Reanimationsstrategien wie die extrakorporale kardiopulmonale Reanimation (ECPR) diese Unterschiede ausgleichen können, ist bislang unklar.

Material und Methoden

Wir führten eine retrospektive Kohortenstudie an OHCA-Patienten im Alter von 18–75 Jahren mit refraktärem Kammerflimmern/Kammertachykardie in der Metropolregion Minneapolis von Dezember 2015 bis Dezember 2022 durch. Patienten, die eine standardmäßige erweiterte CPR (ALS) erhielten, wurden mit solchen verglichen, die im Rahmen eines strukturierten, universitätsbasierten ECPR-Programms behandelt wurden. Die ALS-Kohorte wurde aus nicht an ECPR beteiligten Krankenhäusern im gleichen Zeitraum rekrutiert und diente als zeitgemäße Kontrollgruppe. Der primäre Endpunkt war das neurologisch günstige Überleben bis zur Krankenhausentlassung, mittels multivariabler logistischer Regression.

Ergebnisse

Von insgesamt 12.722 OHCA-Patienten in der Metropolregion waren 35 % weiblich. Im Gegensatz dazu waren nur 19 % der 443 am Klinikum mit EPCR behandelten Patienten weiblich ($p < 0,001$). In der ALS-Kohorte waren Frauen älter, erhielten seltener mechanische Reanimation und wiesen signifikant niedrigere Raten eines neurologisch günstigen Überlebens auf (7 % vs. 9,2 %, $p < 0,001$). Weibliches Geschlecht war mit einer geringeren Wahrscheinlichkeit für ein günstiges neurologisches Ergebnis assoziiert (OR 0,86; 95 %-KI 0,74–0,99; $p = 0,03$). In der ECPR-Kohorte unterschieden sich die Ergebnisse zwischen den Geschlechtern nicht signifikant (OR 0,72; 95 %-KI 0,44–1,2; $p = 0,21$). Ein günstigeres Ergebnis war mit beobachtetem Kreislaufstillstand und Laienreanimation assoziiert, während höheres Alter, verlängerte Reanimationsdauer und erhöhter Laktatwert eine schlechtere Prognose vorhersagten.

Schlussfolgerung

Geschlechtsbezogene Unterschiede in der Versorgung und im Outcome bei OHCA bestehen weiterhin im Rahmen der Standardversorgung. Innerhalb eines hochstrukturierten ECPR-Programms erreichten weibliche Patienten jedoch vergleichbare Ergebnisse wie männliche. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass fortgeschrittene, protokollgesteuerte Reanimationssysteme geschlechtsbezogene Unterschiede bei Herzstillständen reduzieren oder sogar eliminieren können.

Gender differences in the use and success of extracorporeal cardiopulmonary resuscitation compared to standard CPR after out-of-hospital cardiac arrest

Christopher Gaisendrees,

Center for Resuscitation Medicine, University of Minnesota School of Medicine, Minneapolis, MN 55401, United States, Division of Cardiology, Minneapolis

Introduction

Gender differences in care and outcomes for out-of-hospital cardiac arrest (OHCA) are well documented. Women often receive less effective resuscitation measures and have a lower survival rate compared to men. To what extent advanced resuscitation strategies such as extracorporeal cardiopulmonary resuscitation (ECPR) can compensate for these differences remains unclear.

Material and Methods

We conducted a retrospective cohort study of OHCA patients aged 18–75 years with refractory ventricular fibrillation/ventricular tachycardia in the Minneapolis metropolitan area from December 2015 to December 2022. Patients who received standard advanced CPR (ALS) were compared with those treated as part of a structured, university-based ECPR program. The ALS cohort was recruited from hospitals not participating in ECPR during the same period and served as a contemporary control group. The primary endpoint was neurologically favorable survival until hospital discharge, using multivariate logistic regression.

Results

Of a total of 12,722 OHCA patients in the metropolitan area, 35% were female. In contrast, only 19% of the 443 patients treated with EPCR at the hospital were female ($p < 0.001$). In the ALS cohort, women were older, received mechanical resuscitation less frequently, and had significantly lower rates of neurologically favorable survival (7% vs. 9.2%, $p < 0.001$). The female gender was associated with a lower probability of a favorable neurological outcome (OR 0.86; 95% CI 0.74–0.99; $p = 0.03$). In the ECPR cohort, there was no significant difference in results between the genders (OR 0.72; 95% CI 0.44–1.2; $p = 0.21$). A more favorable outcome was associated with observed cardiac arrest and lay resuscitation, while older age, prolonged resuscitation time and elevated lactate levels predicted a poorer prognosis.

Conclusion

Gender-related differences in care and outcomes for OHCA continue to exist within the context of standard care. However, within a highly structured ECPR program, female patients achieved results comparable to those of male patients. These results suggest that advanced, protocol-driven resuscitation systems can reduce or even eliminate gender-related differences in cardiac arrests.

Einfluss von Narkoseverfahren am Extrakorporalen Bypass hinsichtlich der Gewebeoxygenierung und Organfunktion – In Vivo – Schweinemodell

Jil Förster¹, Liu Baoer², Peter Rose³, Patricia Kraft², Mario Jesus Guzman-Ruvalcaba⁴, Karin Sonnenberg², Tobias Mayer², Karsten Schies⁵, Sandor Gyüge⁵, Dania Fischer⁶, Christina Mertens⁷, Anja Schuh⁶, Matthias Karck³, Sevil Korkmaz-Icöz², Andreas Möbius⁵

¹HFU Furtwangen, Furtwangen, ²Universitätsklinikum Heidelberg, Herzchirurgie - Herzlabor, Heidelberg, ³Universitätsklinikum Heidelberg, Herzchirurgie, Heidelberg, ⁴Universitätsklinikum Carl von Ossietzky Oldenburg, Neurologie, Oldenburg, ⁵Universitätsklinikum Heidelberg, Herzchirurgie - Perfusiologie, Heidelberg, ⁶Universitätsklinikum Heidelberg, Anästhesie, Heidelberg, ⁷Universitätsklinikum Heidelberg, Klinik für Pädiatrische Onkologie, Hämatologie, Immunologie und Pneumologie, Heidelberg

Einleitung

Herzchirurgische Eingriffe unter extrakorporaler Zirkulation (EKZ) führen zu hämodynamischen und inflammatorischen Belastungen, die organspezifische Dysfunktionen begünstigen können. Die Wahl des Anästhetikums stellt hierbei einen potenziell modifizierbaren Einflussfaktor dar. Ziel dieser experimentellen in vivo-Studie war der Vergleich von Sevofluran- und Propofol-Anästhesie hinsichtlich hämodynamischer Stabilität, Gewebeoxygenierung, Inflammation, Apoptose und kardiovaskulärer Funktion im Schweinemodell unter EKZ.

Material und Methoden

Insgesamt wurden 36 Schweine randomisiert einer Sevofluran- (n=18) oder Propofolgruppe (n=18) zugeteilt. Nach standardisierter Narkoseeinleitung entsprechend der Gruppenzuweisung wurde die extrakorporale Zirkulation mittels Herz-Lungen-Maschine aufgenommen. Die EKZ beinhaltete eine kontrollierte Hypothermie (Zieltemperatur: 34 °C), eine Aortenklammzeit von 30 Minuten sowie eine 30-minütige Reperfusionsphase. Die Euthanasie des Tieres erfolgte unmittelbar postoperativ zur Organ und Gewebeprobenentnahme. Erfasst wurden hämodynamische Parameter, zentrale und mikrovaskuläre Sauerstoffsättigung, Laktat, Volumenbedarf, TNF- α -Konzentrationen im Blutserum, apoptotische Marker in Leber und Niere.

Ergebnisse

Unter Sevofluran zeigte sich eine signifikant bessere Gewebeoxygenierung, unter anderem mit höheren zentralvenösen Sauerstoffsättigungen in der Kühl- und Klemmphase sowie postoperativ signifikant erhöhten Leber-StO₂-Werten. Gleichzeitig war der Volumenbedarf in der Sevofluran-Gruppe signifikant erhöht. Die Laktatwerte waren unter Sevofluran in der Klemm- und Reperfusionsphase signifikant niedriger. Inflammatorisch zeigten sich tendenziell höhere TNF- α -Konzentrationen im Blutserum unter Propofol. Die renale und hepatische Expression apoptotischer Marker unterschied sich nicht signifikant zwischen den Gruppen. Funktionell zeigte sich unter Propofol eine Tendenz zu einer verbesserten diastolischen Relaxation, während Sevofluran mit einer ausgeprägteren myokardialen Kontraktilität assoziiert war. Hinsichtlich der koronaren Vasoreaktivität ergaben sich keine relevanten Unterschiede in der endothelabhängigen und -unabhängigen Vasodilatation.

Schlussfolgerung

Die Wahl des Anästhetikums beeinflusst während der extrakorporalen Zirkulation nicht nur hämodynamische Rahmenbedingungen, sondern auch die mikrovaskuläre Perfusion und funktionelle Organparameter. Dies unterstreicht die Bedeutung einer bewussten Anästhesieentscheidung zur gezielten Minimierung organspezifischer Risiken.

Influence of anesthesia on extracorporeal bypass with regard to tissue oxygenation and organ function – in vivo – porcine model

Jil Förster¹, Liu Baoer², Peter Rose³, Patricia Kraft², Mario Jesus Guzman-Ruvalcaba⁴, Karin Sonnenberg², Tobias Mayer², Karsten Schies⁵, Sandor Gyüge⁵, Dania Fischer⁶, Christina Mertens⁷, Anja Schuh⁶, Matthias Karck³, Sevil Korkmaz-Icöz², Andreas Möbius⁵

¹HFU Furtwangen, Furtwangen, ²Universitätsklinikum Heidelberg, Herzchirurgie - Herzlabor, Heidelberg, ³Universitätsklinikum Heidelberg, Herzchirurgie, Heidelberg, ⁴Universitätsklinikum Carl von Ossietzky Oldenburg, Neurologie, Oldenburg, ⁵Universitätsklinikum Heidelberg, Herzchirurgie - Perfusiologie, Heidelberg, ⁶Universitätsklinikum Heidelberg, Anästhesie, Heidelberg, ⁷Universitätsklinikum Heidelberg, Klinik für Pädiatrische Onkologie, Hämatologie, Immunologie und Pneumologie, Heidelberg

Introduction

Cardiac surgery involving extracorporeal circulation (ECC) leads to hemodynamic and inflammatory stress, which can promote organ-specific dysfunction. The choice of anesthetic is a potentially modifiable influencing factor. The aim of this experimental in vivo study was to compare sevoflurane and propofol anesthesia in terms of hemodynamic stability, tissue oxygenation, inflammation, apoptosis and cardiovascular function in a porcine model under ECC.

Material and Methods

A total of 36 pigs were randomly assigned to either a sevoflurane group (n=18) or a propofol group (n=18). After standardized induction of anesthesia according to group assignment, extracorporeal circulation was initiated using a heart-lung machine. The ECC included controlled hypothermia (target temperature: 34 °C), an aortic clamping time of 30 minutes and a 30-minute reperfusion phase. The animal was euthanized immediately after surgery to remove organ and tissue samples. Hemodynamic parameters, central and microvascular oxygen saturation, lactate, volume requirements, TNF- α concentrations in blood serum and apoptotic markers in the liver and kidneys were recorded.

Results

Sevoflurane resulted in significantly better tissue oxygenation, including higher central venous oxygen saturation during the cooling and clamping phases and significantly increased postoperative liver StO₂ values. At the same time, the volume requirement was significantly increased in the sevoflurane group. Lactate levels were significantly lower under sevoflurane during the clamping and reperfusion phases. Inflammatory tendencies showed higher TNF- α concentrations in blood serum under propofol. The renal and hepatic expression of apoptotic markers did not differ significantly between the groups. Functionally, propofol showed a tendency toward improved diastolic relaxation, while sevoflurane was associated with more pronounced myocardial contractility. With regard to coronary vasoreactivity, there were no relevant differences in endothelium-dependent and endothelium-independent vasodilation.

Conclusion

The choice of anesthetic during extracorporeal circulation affects not only hemodynamic conditions, but also microvascular perfusion and functional organ parameters. This emphasizes the importance of making a conscious decision regarding anesthesia in order to minimize organ-specific risks in a targeted way.

Prävalenz von Muskel-Skelett-Beschwerden bei Personal der Perfusiologie in Deutschland

Andreas Grefßler, Maximilian Kehmann, Claus Backhaus, Niels Hinricher
FH Münster, Zentrum für Ergonomie und Medizintechnik, Steinfurt

Einleitung

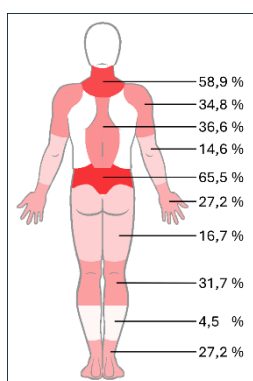
Muskel-Skelett-Beschwerden (MSB) sind funktionelle Beeinträchtigungen des Bewegungsapparates, welche Muskeln, Sehnen, Bändern oder Nerven betreffen können. Sie gehen häufig mit Schmerzen oder Einschränkungen einher und gelten weltweit als eine der häufigsten Ursachen für Arbeitsunfähigkeit. In Gesundheitsberufen und besonders der Pflege liegt eine hohe Prävalenz von MSB vor. Eine zur Prävalenz von MSB bisher nicht untersuchte Berufsgruppe ist das Personal der Perfusiologie. Das Tätigkeitsprofil umfasst dabei das Bewegen der schweren Herz-Lungen-Maschine, gelegentliches Arbeiten in Zwangshaltung sowie lange Phasen des Sitzens und Stehens. Ziel dieser Untersuchung ist die Erhebung der Prävalenz von MSB bei den Beschäftigten der Perfusiologie.

Material und Methoden

Zur Umsetzung wurde der deutschsprachige, validierte Fragebogen zu Muskel-Skelett-Beschwerden (FB*MSB) eingesetzt. Dieser erfasst demografische Daten sowie die Prävalenz von MSB in zehn Körperregionen. Die Fragebogen wurden den Herzzentren postalisch übersendet und dort jeweils individuell bearbeitet.

Ergebnisse

An der Studie teilgenommen haben 45 Herzzentren in Deutschland. Aus diesen konnten 287 Fragebogen in die Analyse einbezogen werden (72w/215m, $42,6 \pm 11,9$ Jahre). 86 % der Befragten gaben an in den letzten 12 Monaten in mindestens einer Körperregion MSB verspürt zu haben. Die Verteilung nach den Körperregionen ist in der Abbildung 1 zu erkennen. Am häufigsten betroffen war die Lendenwirbelsäule mit einer Jahresprävalenz von 65,5 %, gefolgt von der Region des Nackens und der Halswirbelsäule mit 58,9 %. Über ein Drittel der Befragten gab Beschwerden an in den Regionen der Brustwirbelsäule (36,6 %), in den Schultergelenken und Oberarmen (34,8 %) sowie den Kniegelenken (31,7 %). In den Körperregionen der Hände und Handgelenke als auch in den Füßen und Fußgelenken gaben jeweils 27,2 % der Befragten MSB an. Die Körperregionen der Hüfte und Oberschenkel, Ellenbogen und Unterschenkel wiesen Jahresprävalenzen von unter 20 % auf.



Jahresprävalenz von MSB bei Perfusionisten. Die Körperregionen sind in Reihenfolge von oben nach unten: Nacken und Halswirbelsäule, Schultergelenke und Oberarme, Brustwirbelsäule, Ellenbogen und Unterarme, Lendenwirbelsäule und unterer Rücken, Hände und Handgelenke, Hüftgelenke und Oberschenkel, Kniegelenke, Unterschenkel, Füße und Fußgelenke

Schlussfolgerung

Die Ergebnisse zeigen eine hohe Prävalenz von MSB bei dem Personal der Perfusiologie, besonders in zwei Körperregionen. Studien aus dem Bereich der Pflege legen Risikofaktoren wie langes Stehen und Sitzen sowie das Arbeiten in unnatürlichen Körperhaltungen als Ursachen nahe. Da diese Studien nur bedingt übertragbar sind, ist eine umfassende Umfeld- und Arbeitsanalyse in der Perfusiologie anzustreben. Langfristig besteht Bedarf an geeigneten Maßnahmen zur Reduzierung des Auftretens von MSB in der Perfusiologie.

Prevalence of musculoskeletal disorders among perfusion staff in Germany

Andreas Grefßler, Maximilian Kehmann, Claus Backhaus, Niels Hinricher
FH Münster, Zentrum für Ergonomie und Medizintechnik, Steinfurt

Introduction

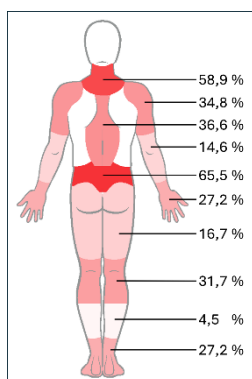
Musculoskeletal disorders (MSD) are functional impairments of the musculoskeletal system that can affect muscles, tendons, ligaments or nerves. They are often accompanied by pain or restrictions and are considered one of the most common causes of incapacity for work worldwide. MSD are highly prevalent in healthcare professions, particularly nursing. One occupational group whose prevalence of MSD has not yet been studied is perfusion staff. Their job includes moving heavy heart-lung machines, working in forced postures, and standing or sitting for long periods of time. This study aims to determine the prevalence of MSD among perfusion staff.

Material and Methods

The German-language, validated questionnaire on musculoskeletal complaints (FB*MSB) was used for implementation. It records demographic data and the prevalence of MSD in ten regions of the body. The questionnaires were mailed to the cardiac centers, where they were processed individually.

Results

45 cardiac centers in Germany took part in the study. From these, 287 questionnaires were included in the analysis (72w/215m, $42,6 \pm 11,9$ years). 86 % of the respondents stated that they had experienced MSD in at least one region of the body in the last 12 months. The distribution by body region can be seen in the figure. The most frequently affected body region was the lower back, with an annual prevalence of 65,5 %. The neck region followed with 58,9 %. More than a third of the respondents reported complaints in the upper back (36,6 %), shoulder joints and upper arms (34,8 %), and knees (31,7 %). In the body regions of the hands and wrists as well as in the feet and ankles, 27,2 % of respondents reported MSD in each region respectively. The hips and thighs, elbows and forearms, and lower legs showed annual prevalence rates of less than 20 %.



Annual prevalence of MSD among perfusionists. The body regions are listed in order from top to bottom: neck, shoulders and upper arms, upper back, elbows, lower back, hands and wrists, hip and thighs, knees, lower legs, feet and ankles

Conclusion

The results show a high prevalence of MSD among perfusion staff, particularly in two body regions. Studies from the nursing sector suggest risk factors such as prolonged standing and sitting as well as working in unnatural postures as causes. However, as these studies are only transferable to a limited extent, a comprehensive analysis of perfusionist work environments is necessary. In the long term, suitable measures are needed to reduce the incidence of MSD in perfusion.

Vergleich der Auswirkungen einer optimierten Konfiguration der Herz-Lungen-Maschine mit der konventionellen Konfiguration bei Patienten mit einem Körpergewicht zwischen 40 und 70 kg

Maren Fruttiger^{1,2}, Marius Schimmel¹, Rolf Klemm¹, Silke Zemann¹, Susanne Prassek¹, Martin Haimerl², Martin Czerny¹, Sven Maier^{1,2}

¹Universitätsklinikum Freiburg, Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie, Freiburg, ²Hochschule Furtwangen, Fakultät Engineering and Technology, Villingen-Schwenningen

Einleitung

Während der Extrakorporalen Zirkulation kommt es in der initialen Phase zu einem Abfall des Hämoglobin-Werts, der durch das Primingvolumen der Herz-Lungen-Maschine (HLM) bedingt ist. Dieser Effekt ist abhängig vom Blutvolumen des Patienten sowie von der Menge des Primings. Ein Abfall des Hb-Wertes kann die Sauerstofftransportkapazität des Blutes vermindern und somit zu einer Minderperfusion führen. Vor diesem Hintergrund erscheint eine Reduktion des Primingvolumens als potenziell effektive Maßnahme zur Abschwächung dieser unerwünschten Effekte.

Material und Methoden

In diese prospektive, monozentrische Studie wurden 70 Patienten mit einem Alter über 18 Jahren und einem Körpergewicht zwischen 40 und 70 kg eingeschlossen, die eine Herzoperation mit HLM benötigten. Ausschlusskriterien waren Re-Operationen, Operationen in Hypothermie, sowie das Vorliegen einer Endokarditis. Die Zuteilung erfolgte randomisiert in eine Kontrollgruppe, bei der ein Standard-HLM-Set mit einem Primingvolumen von 1200 ml verwendet wurde, sowie in eine Interventionsgruppe mit einem optimierten HLM-Set mit einem Primingvolumen von 900-1000 ml. Der primäre Endpunkt war der Hb-Abfall nach Beginn der HLM. Das Outcome der Patienten wurde anhand der Dauer der postoperativen Beatmung sowie der Katecholamintherapie, der Gabe von Fremdblut- und Gerinnungsprodukten sowie dem postoperativen Krankenhausaufenthalt untersucht.

Ergebnisse

Der Hb-Abfall konnte durch die Verwendung des optimierten HLM-Sets im Vergleich zur Kontrollgruppe nahezu signifikant reduziert werden ($2,59 \pm 0,83$ g/dl vs. $2,95 \pm 0,94$ g/dl; $p=0,09$). Dies korrelierte mit einer hoch signifikanten Reduktion des Primingvolumens in der Interventionsgruppe (1000 ml vs. 1200 ml; $p<0,001$). Zudem wurden bei weniger Patienten mit dem optimierten HLM-Set Thrombozytenkonzentrate (4 vs. 11 Patienten; $p = 0,078$) und Prothrombinkomplex-Konzentrate (3 versus 13 Patienten; $p=0,009$) verabreicht. Des Weiteren konnte die Dauer des postoperativen Krankenhausaufenthalts verkürzt werden ($8,46 \pm 3,38$ Tage versus $9,83 \pm 7,8$ Tage; $p=0,07$).

Schlussfolgerung

Die Reduktion des Primingvolumens zeigte einen begrenzten Einfluss auf den Hb-Abfall während der HLM, war jedoch mit einer signifikanten Abnahme des Bedarfs an Fremdblutprodukten und einer Verkürzung der postoperativen Krankenhausverweildauer assoziiert. Diese Ergebnisse zeigen, dass die Verwendung eines optimierten HLM-Sets bei Patienten mit einem Körpergewicht zwischen 40 und 70 kg von Vorteil ist.

Comparison of an optimized configuration of the heart-lung machine with the conventional configuration in patients with a body weight between 40 and 70 kg

Maren Fruttiger^{1,2}, Marius Schimmel¹, Rolf Klemm¹, Silke Zemmann¹, Susanne Prassek¹, Martin Haimerl², Martin Czerny¹, Sven Maier^{1,2}

¹Universitätsklinikum Freiburg, Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie, Freiburg, ²Hochschule Furtwangen, Fakultät Engineering and Technology, Villingen-Schwenningen

Introduction

During extracorporeal circulation, the hemoglobin drops due to the priming volume of the heart-lung machine. This effect depends on the blood volume, which in turn depends on the weight of the respective patient. The lower hemoglobin can lead to reduced perfusion due to the reduced oxygen transportation capacity. Therefore, low hemoglobin level should be avoided during Cardiopulmonary Bypass.

Material and Methods

In a prospective randomized trial, 70 patients were included who required heart surgery with a heart-lung machine (HLM) and were over 18 years old. Patients were assigned to either the control group or the group with an optimized HLM set. The optimized set had a smaller oxygenator and smaller tube diameters resulting in lower priming volume. The primary endpoint was Hemoglobin drop after initiation of cardiopulmonary Bypass. The outcome of the patients was assessed using various postoperative parameters such as the duration of ventilation, duration of catecholamine administration and the consumption of blood and coagulation products.

Results

The study showed that the drop in Hemoglobin levels was almost significantly reduced when using the optimized set (2.59 g/dl vs. 2.95 g/dl, $p=0.09$). Significantly less Patients with the optimized set required PPSB (3 patients vs. 13, $p=0.009$) and the priming volume could also be reduced (1000 ml vs. 1200ml, $p<0.001$). In addition, The duration of the postoperative hospital stay could be reduced (8.46 days vs. 9.83 days, $p=0.07$).

Conclusion

Although the significant reduction in priming volume has no effect on the Hemoglobin value after the start of HLM, it does have an effect on the administration of blood products and the length of postoperative hospital stay. This in turn represents a major cost saving for the hospital in the optimized set compared to the control group.

Bestimmung der Sauerstofftransferperformance von zwei ECMO-Oxygenatoren zur Evaluation einer adäquaten Oxygenierungsleistung für den klinischen Einsatz

Lena Speiser^{1,2}, Jan Turra¹, David Riesterer¹

¹Universitätsklinikum Heidelberg, Klinik für Herzchirurgie, Perfusionsabteilung, Heidelberg, ²Hochschule Furtwangen, Villingen-Schwenningen

Einleitung

Aktuelle Bewertungskriterien für ECMO/ECLS-Oxygenatoren, um einen potenziellen Systemwechsel anzuzeigen, sind in der Regel ein signifikantes ΔP , visuelle Kontrollen auf thrombotische Ablagerungen, laborchemische Parameter und ein post-oxy-pO₂ von <200mmHg (FiO₂ 1,0). In den aktuellen Leitlinien und Studien werden unterschiedliche Parameter und Grenzwerte vorgeschlagen, welche zu berücksichtigen sind. Die vorliegende monozentrische, retrospektive Arbeit zielte auf die Entwicklung einer Funktion zur Bewertung von ECMO Oxygenatoren ab, die es ermöglicht, die Sauerstofftransferperformance in Korrelation zum FiO₂ zu bestimmen. Das übergeordnete Ziel besteht in der Bereitstellung eines weiteren Werkzeugs zur Beurteilung und Evaluation der Leistung eines ECMO-Oxygenators.

Material und Methoden

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurden arterielle und venöse Blutgasanalysen von Patienten mit einem Quadrox® PLS Oxygenator (Getinge®) und einem A.L.ONE ECMO Oxygenator (Eurosets®) analysiert. Es wurden 1196 Datenpaare für den PLS- und 1245 für den Eurosets® Oxygenator im Zeitraum von Januar 2020 bis Februar 2024 erhoben. Anhand dieser Daten wurde das caO₂, cvO₂, cFiO₂:150mmHg und VO₂ berechnet. Die statistische Analyse wurde durch die Software R® durchgeführt.

Ergebnisse

Die Regressionsanalysen dienten der Ermittlung einer Korrelationsfunktionen zwischen FiO₂ und Sauerstofftransfer. Die Sauerstofftransferperformance für den PLS-Oxygenator wird durch die Funktion $VO_2 = 452,259 * (cFiO_2:150mmHg - 0,21)$ beschrieben und für den Eurosets®-Oxygenator durch $VO_2 = 278,3134 * (cFiO_2:150mmHg - 0,21)$.

Proof of concept erfolgte durch den TOST Test mit Cohen's Aquivalenzgrenzen von ±5%, zur Testung der Maßhaltigkeit der mit den zuvor beschriebenen Formeln berechneten Oxygenatorleistung im Vergleich zu den klinisch bestimmten Leistungen der Oxygenatoren.

Schlussfolgerung

Die entwickelten Formeln zur Leistungsbeschreibung dienen als Instrument zur Evaluierung der Sauerstofftransferperformance in Korrelation zum eingestellten FiO₂ des PLS Oxygenators (Getinge®) oder des A.L.ONE® Oxygenators (Eurosets®). Damit ist es möglich prozentuale und absolute Abweichungen der Sauerstofftransferperformance dieser Oxygenatoren zu bestimmen und deren potentielle Dynamik zu verfolgen, welche einen potentiell indizierten Oxygenatorwechsel anzeigen kann. In Zusammenschau und Betrachtung aller ECMO/ECLS Parameter bietet diese Arbeit ein weiteres Werkzeug zur Bewertung und Beurteilung der Oxygenatorfunktion und erlaubt Rückschlüsse auf eine Leistungsveränderung.

Evaluation of oxygen transfer performance in two extracorporeal membrane oxygenators for Clinical Application

Lena Speiser^{1,2}, Jan Turra¹, David Riesterer¹

¹Universitätsklinikum Heidelberg, Klinik für Herzchirurgie, Perfusionsabteilung, Heidelberg, ²Hochschule Furtwangen, Villingen-Schwenningen

Introduction

Current evaluation criteria for ECMO/ECLS oxygenators to indicate a potential system change are usually a significant ΔP , visual checks for thrombotic deposits, laboratory chemical parameters and a post-oxy pO₂ of <200 mmHg (FiO₂ 1.0). Current guidelines and studies suggest different parameters and thresholds that should be taken into account. This single-centre, retrospective study aimed to develop a function for evaluating ECMO oxygenators that would enable the oxygen transfer performance to be determined in correlation with FiO₂. The overall objective is to provide an additional tool for assessing and evaluating the performance of an ECMO oxygenator.

Material and Methods

As part of this study, arterial and venous blood gas analyses were performed on patients using a Quadrox® PLS oxygenator (Getinge®) and an A.L.ONE ECMO oxygenator (Eurosets®). A total of 1,196 data pairs were collected for the PLS oxygenator and 1,245 for the Eurosets® oxygenator between January 2020 and February 2024. These data were used to calculate caO₂, cvO₂, cFiO₂:150 mmHg and V_{O₂}. Statistical analysis was performed using R® software.

Results

The regression analyses were used to determine a correlation function between FiO₂ and oxygen transfer

The oxygen transfer performance for the PLS oxygenator is described by the function

$V_{O_2} = 452.259 * (cFiO_2:150\text{mmHg} - 0.21)$ and for the Eurosets® oxygenator by

$V_{O_2} = 278.3134 * (cFiO_2:150\text{mmHg} - 0.21)$.

Proof of concept was provided by the TOST test with Cohen's equivalence limits of $\pm 5\%$ to test the dimensional accuracy of the oxygenator performance calculated using the formulas described above in comparison with the clinically determined performance of the oxygenators.

Conclusion

The formulas developed for the performance description serve as a tool for evaluating oxygen transfer performance in correlation with the set FiO₂ of the PLS oxygenator (Getinge®) or the A.L.ONE® oxygenator (Eurosets®). This makes it possible to determine percentage and absolute deviations in the oxygen transfer performance of these oxygenators and to track their potential dynamics, which may indicate a potentially indicated oxygenator change. In conjunction with and consideration of all ECMO/ECLS parameters, this work offers a further tool for evaluating and assessing oxygenator function and allows conclusions to be drawn about changes in performance.

Optimierung der Okklusionseinstellung von Roller pumpen zur Reduktion der Hämolyse in der extrakorporalen Zirkulation – eine In-vitro-Studie

Martin G. Friedrich¹, Gunnar Hanekop¹, Christian Ulrich¹, Holger Budde², Aschraf El-Essawi¹

¹Universitätsmedizin Göttingen, HTG Chirurgie, Göttingen, ²Universitätsmedizin Göttingen, Transfusionsmedizin, Göttingen

Einleitung

In Deutschland werden jährlich über 98.000 herzchirurgische Eingriffe durchgeführt. Die Eingriffe mit extrakorporaler Zirkulation (EKZ) tragen maßgeblich zum Bedarf an allogenen Bluttransfusionen bei (15–20 % aller perioperativen Transfusionen). Dabei entstehen insbesondere in arteriellen Roller pumpen (RP) hohe Scherkräfte, die Hämolyse verursachen. Das freie Hämoglobin ist die toxischste intrinsisch gebildete Substanz, die v.a. zu einem Membranhydrops führt. Trotz verfügbarer Zentrifugalpumpen werden bis zu fünf Roller pumpen gleichzeitig eingesetzt. Die Werkseinstellungen der RP führen häufig zu einer zu hohen Okklusion und somit zu vermehrter Zellschädigung. Ziel dieser In-vitro-Studie war es, eine optimierte, praxisnahe Methode zur Okklusionseinstellung zu evaluieren.

Material und Methoden

Zwei identische Kreisläufe mit 3"-Roller pumpen zirkulierten jeweils 110 ml humanes Vollblut (zitratantikoaguliert, Hämatokrit 30 %) über 120 Minuten bei 100 ml/min. Die einzige Variable war die Okklusionseinstellung: Gruppe A erhielt eine statische Okklusion (150 mmHg Druck in abgeklemmtem, kristalloidgefülltem Schlauch mit max. 10 mmHg/min Druckabfall), Gruppe B eine dynamische Okklusion (300 mmHg bei kontinuierlichem Fluss von 25 ml/min). Alle 15 Minuten wurde freies Hämoglobin (fHb) bestimmt.

Ergebnisse

Die dynamische Okklusion reduzierte die Hämolyse signifikant – auf etwa ein Drittel im Vergleich zur statischen Einstellung. Der fHb-Anstieg zeigte in beiden Gruppen eine lineare Dynamik. Die Steigung der Regressionsgerade in Gruppe A war um 30 % höher (rel. Fehler: 5 %), was auf eine deutlich stärkere mechanische Zellschädigung hindeutet.

Schlussfolgerung

Die dynamische Okklusionseinstellung von Roller pumpen reduziert die durch Scherkräfte induzierte Hämolyse signifikant und stellt eine praktikable, standardisierbare Methode zur Optimierung der EKZ dar.

About roller pumps in on pump cardiac surgery, a methodical in vitro test of occlusion adjustment of the arterial roller pump to minimize hemolysis during extracorporeal circulation

Martin G. Friedrich¹, Gunnar Hanekop¹, Christian Ulrich¹, Holger Budde², Aschraf El-Essawi¹

¹Universitätsmedizin Göttingen, HTG Chirurgie, Göttingen, ²Universitätsmedizin Göttingen, Transfusionsmedizin, Göttingen

Introduction

Every year, more than ninety-eight thousand cardiac surgical procedures are performed in German heart centres. Due to the complexity of the cases and increasing urgency rates, cardiac surgery accounts for 15-20% of all perioperative allogeneic blood transfusions. The need for transfusion is closely related to the use of extracorporeal circulation (ECC). Shear forces especially in arterial pumps can lead to significant haemolysis. In addition to the possibility of using arterial centrifugal pumps in parallel, up to five roller pumps (RP) are in use. The head of the roller pump traps the blood in a tube and pushes it to the outlet. The recommended setting of the RP's causes the blood components to become tense, resulting in increased haemolysis. The purpose of these ongoing in vitro tests is to determine the most optimal and applicable method of adjusting the best of occlusion.

Material and Methods

Two identical 3" roller pump driven circuits were set up to simulate the conditions of a conventional ECC. Each model circulates 110 mL of human whole blood (anticoagulated with citrate, hamatocrit set to 30%) for 120 minutes at a flow rate of 100 mL/min. The only difference between the two circulations is the setting of the roller heads (control group A: static occlusion; study group B: dynamic occlusion). To set the static occlusion, a clamped pump line filled with crystalloid must be set to a pressure of 150 mmHg. The tension of the fixed rollers should allow a pressure drop of up to 10 mmHg per minute. To set dynamic occlusion, a pressure of 300 mmHg must be achieved with a continuous flow of 25 mL/min in the clamped tube. Compared to the baseline value of fHb, it is determined every 15 minutes. A different increase in fHb is to be expected due to the different occlusion settings.

Results

In this in vitro study, dynamic occlusion adjustment significantly reduced (to about one third) the hemolysis caused by shear forces in the roller pumps. The changes in fHb are linear in the time window under consideration. Accordingly, the data were fitted linearly. The slope of the fitted linear function is decisive for the comparison between static occlusion and dynamic occlusion setting. According to current research, static occlusion is 30% steeper with a relative error of 5%.

Conclusions

Observed differences between the Groups distinguish the effect of dynamic adjusted roller pumps to reduce homolysis during extracorporeal circulation.

Entwicklung einer neuen Rückstromkanüle für die transfemorale ECMO-Therapie

Martin G. Friedrich¹, Gunnar Hanekop¹, Holger Budde², Hassina Baraki³, Aschraf El-Essawi¹

¹Universitätsmedizin Göttingen, HTG Chirurgie, Göttingen, ²Universitätsmedizin Göttingen, Transfusionsmedizin, Göttingen, ³Universitätsmedizin Göttingen, HTG-Chirurgie, Göttingen

Einleitung

Die extrakorporale Membranoxygenierung (ECMO) ist eine etablierte Unterstützungsmethode in der modernen Herzchirurgie, Notfall- und Intensivmedizin und gewann insbesondere während der COVID-19-Pandemie an Bedeutung. Bei transfemoralem arteriellen Zugang pumpt die ECMO entgegen dem physiologischen Blutstrom des Herzens. Dabei entsteht eine sogenannte „Watershed-Zone“ im Bereich des Aortenbogens oder der absteigenden Aorta. Dieses Strömungsphänomen beeinflusst die Arbeitsbedingungen des nativen Herzens, die Perfusion der supraaortalen Gefäße und verursacht erhebliche Strömungsturbulenzen an der Grenzschicht beider Flüsse. Diese können zu einer unerwünschten Aktivierung von Blutzellen führen und Gerinnungsstörungen, Hämolyse oder ein systemisches inflammatorisches Response-Syndrom (SIRS) auslösen.

Material und Methoden

Eine neu entwickelte Rückstromkanüle (18 Fr) wurde untersucht. Neben Druck- und Durchflussverhalten wurde die durch den Kanülenfluss verursachte Hämolyse im Vergleich zur Kontrolle (statische Erythrozytenlösung aus dem Ursprungskreislauf) gemessen.

Ergebnisse

Über je 180 Minuten wurde die Hämolyse in einem künstlichen Flussmodell (Kreislaufvolumen 300 ml, Zentrifugalpumpe Rotaflow®, Silikonschlauch 100 cm, 3/8 Zoll, Druckmessung über 3-Wege-Hahn) unter verschiedenen Fluss- und Druckbedingungen ermittelt (Durchflussmessung: Transsonic®). Verwendet wurden 7,6 Tage alte Erythrozytenkonzentrate mit einem mittleren Volumen von 242,9 ml, verdünnt auf 9,3 g/dl Hämoglobinkonzentration mit Sterofundin® (57,1 ml).

timepoint/flow-level	flow rate (ml/min)	pressure (mmHg)	hemolysis (mg/dl)	control (mg/dl)
start "low"	2174	77/73	0,84	0,92
end	2185	76/74	15,38	13,14
start "medium"	2610	184/178	4,33	1,54
end	2747	186/181	26,07	1,24
start "high"	3085	154/152	2,38	3,46
end	3272	158/154	13,51	3,27

Die Tabelle zeigt exemplarisch die Ergebnisse der Untersuchung: Durchflüsse, Druckverhältnisse und Hämolysewerte

Schlussfolgerung

Im untersuchten Modell führte der Einsatz der 18 Fr Rückstromkanüle zu einem bis zu zehnfachen Anstieg der Hämolyse (Spanne 5,7–18,3), gegenüber der Kontrolle mit einem mittleren Anstieg um das 5,4-Fache (0,8–14,3). Diese Werte liegen im Bereich der üblichen fHb-Zunahme während der routinemäßigen extrakorporalen Zirkulation. Eine weiterführende Untersuchung hinsichtlich hämodynamischer Auswirkungen auf das Myokard sowie der zerebralen Oxygenierung erscheint daher vielversprechend.

Development of a new reverse flow cannula for transfemoral ECMO therapy

Martin G. Friedrich¹, Gunnar Hanekop¹, Holger Budde², Hassina Baraki³, Aschraf EL-Essawi¹

¹Universitätsmedizin Göttingen, HTG Chirurgie, Göttingen, ²Universitätsmedizin Göttingen, Transfusionsmedizin, Göttingen, ³Universitätsmedizin Göttingen, HTG-Chirurgie, Göttingen

Introduction

ECMO is an established support-technique in modern cardiac surgery, emergency medicine and intensive care. It has gained further importance during the corona-virus pandemic. With a transfemoral arterial cannula-approach, the ECMO pumps against the blood flow from the native heart, building a "watershed" somewhere in the aortic-arch or descending aorta. This phenomenon influences working conditions of the native heart, flow distribution to the supra-aortic branches, as well as induces massive flow perturbations (turbulence) at the boundary layer of both flows, which may lead to "misactivation" of blood components resulting in coagulation disorders, hemolysis, or SIRS.

Material and Methods

A newly developed reverse flow cannula (18 Fr) was examined. Besides pressure-flow relationships, the influence of cannula-flow on resulting hemolysis compared to control (stagnant erythrocyte solutions drawn from the initial flow circuit) were measured.

Results

Over a measurement period of 180 minutes each, we determined hemolysis induced by a reverse flow cannula within an artificial flow model (circuit volume 300ml, centrifugal pump head (Rotaflow®, Gettinge), 100 cm silicone tubing (3/8 Zoll), and 3-way stopcock for pressure monitoring) under different flow (electromagnetic flow meter, Transsonic®) and pressure conditions. Donated (mean 7.6 days old) erythrocyte concentrates (mean 242,9ml) suspended to a hemoglobin concentration of 9,3g/dl with a balanced isotonic electrolyte solution (Sterofundin®, mean 57,1ml).

timepoint/flow-level	flow rate (ml/min)	pressure (mmHg)	hemolysis (mg/dl)	control (mg/dl)
start "low"	2174	77/73	0,84	0,92
end	2185	76/74	15,38	13,14
start "medium"	2610	184/178	4,33	1,54
end	2747	186/181	26,07	1,24
start "high"	3085	154/152	2,38	3,46
end	3272	158/154	13,51	3,27

The table shows different flow levels, resulting pressure conditions and hemolysis rates

Conclusion

Within our model the hemolysis rate with use of the 18 Fr reverse flow cannula increased nearly ten-fold (range 5.7 to 18.3), compared to control with a mean rise of 5.4-fold (range 0.8 to 14.3). As these rises are well within the level of the "normal" increase in free hemoglobin concentration during routine ECC, it seems worthwhile to investigate this cannula further, especially for its influences on working conditions and metabolic demands of myocardium as well as oxygen supply to the brain. Following studies are planned in this regard.

Entwicklung eines Evaluationsfaktors Q für chirurgische Saugkopfgeometrien zur Sicherstellung größtmöglicher Blutintegrität bei der Retransfusion

Martin G. Friedrich¹, Irek Iwanowski¹, Gunnar Hanekop¹, Holger Budde², Aschraf EL-Essawi¹

¹Universitätsmedizin Göttingen, HTG Chirurgie, Göttingen, ²Universitätsmedizin Göttingen, Transfusionsmedizin, Göttingen

Einleitung

Die Geometrie chirurgischer Saugköpfe hat einen erheblichen Einfluss auf das Strömungsverhalten des geförderten Blutes und anderer Flüssigkeiten. Turbulenzen, Strömungsabrisse sowie Luftkontakt führen nicht nur zu Hämolyse, sondern auch zur Fehlaktivierung anderer Blutzellen. Mögliche Folgen sind systemische inflammatorische Reaktionen (SIRS) und Gerinnungsstörungen. Da die Aktivierungsschwellen für Leukozyten und Thrombozyten unterhalb derer für Hämolyse liegen, kann der Grad der Hämolyse als validierter Surrogatparameter herangezogen werden. Ziel dieser Studie war die Entwicklung einer strömungsoptimierten Aspiratorgeometrie, welche möglichst viele Einflussgrößen vereint. Dazu soll ein Bewertungsfaktor Q eingeführt werden, der die blutschonenden Eigenschaften verschiedener Saugkopfgeometrien vergleichbar macht und als Grundlage für die Entwicklung eines optimierten chirurgischen Absaugsystems dient.

Material und Methoden

27 chirurgische Saugköpfe wurden in einem von einer Rollerpumpe betriebenen Rezirkulationsmodell (Fluss 0–2000 ml/min in 250-ml-Schritten) hinsichtlich verschiedener Messgrößen untersucht. Die Versuche erfolgten in zwei Konfigurationen: vollständig eingetaucht sowie oberflächennah (Winkel zur Oberfläche: 45°). Erfasst wurden geräuschabhängige Parameter, akustische Qualität, Frequenzanalysen (Fast Fourier Transform) und Druckverläufe. Die multidimensionalen Korrelationen wurden analysiert und in einem Q-Faktor zusammengeführt, der die Gesamtleistung des jeweiligen Saugkopfes bewertet. Zusätzlich wurden Vollblutmessungen mit den bestbewerteten Saugköpfen durchgeführt, um die resultierende Hämolyse zu bestimmen.

Ergebnisse

Die untersuchten Saugköpfe zeigten teils stark unterschiedliche Strömungs- und Druckverläufe. Auffällig laut schlüpfende Systeme wiesen nicht zwingend einen schlechten Q-Faktor auf. Im iterativen Verfahren konnte eine optimierte Geometrie mit verbesserter Saugqualität identifiziert werden. Durch Einführung des Q-Faktors wurde es möglich, komplexe Messdaten zu verdichten und die Gesamtleistung unterschiedlicher Saugköpfe objektiv zu bewerten.

Schlussfolgerung

Der entwickelte Q-Faktor erlaubt eine systematische Kategorisierung chirurgischer Saugkopfgeometrien in Bezug auf ihre blutschonenden Eigenschaften. Seine Aussagekraft konnte durch Vollblutmessungen bestätigt werden: Ein höherer Q-Faktor korreliert mit geringerer Hämolyse.

Development of an evaluation Q-factor for surgical suction geometries to ensure the highest possible blood integrity for retransfusion

Martin G. Friedrich¹, Irek Iwanowski¹, Gunnar Hanekop¹, Holger Budde², Aschraf EL-Essawi¹

¹Universitätsmedizin Göttingen, HTG Chirurgie, Göttingen, ²Universitätsmedizin Göttingen, Transfusionsmedizin, Göttingen

Introduction

The geometry of surgical aspirators has great influence on flow behaviour of fluids conveyed. Turbulence, flow interruptions, and contact with air lead not only to haemolysis but also to misactivation of other blood cells. SIRS and coagulation disorders are possible consequences. Since the thresholds of misactivation of leukocytes and platelets are below that of haemolysis, the degree of haemolysis represents a valid surrogate parameter. The aim of our research is to develop a flow-optimised aspirator geometry that represents the best compromise between as many influencing factors as possible. We want to create an evaluation factor that describes the blood-protecting properties of suction heads of different geometries. This should provide a basis for the development of an optimised surgical suction system.

Material and Methods

27 surgical suction heads were investigated with regard to various measurement parameters in a roller pump-driven recirculation model (flow 0 - 2000 mL/min, 250 mL/min steps). The measurements were performed in two different experimental setups: fully immersed and at the surface (angle to surface of 45°). The flow-dependent noise emission, acoustic quality, Fast Fourier Transform and changes of pressure were measured. The multi-dimensional correlations were analysed and converted into a factor Q, which evaluates the overall performance of the suction head examined. Whole human blood measurements were done on suction systems with the best Q factor and the degree of haemolysis was determined.

Results

The investigated suction heads show very different turbulence and pressure behaviours. Particularly loud slurping aspirators do not necessarily have a poor Q-factor. In an iterative process, an optimised suction head geometry was found that has improved suction quality. By introducing the Q-factor, it is possible to summarise the complex measurement data and rank the suction heads in terms of their overall performance.

Conclusion

With the help of complex correlations comprising the Q-factor, different suction head geometries can be categorised with regard to their blood protecting competence. The fact that the Q-factor can be used successfully was verified by whole blood measurements. The better the Q-factor, the lower the haemolysis.

Scherfrequenzabhängige Hämolyse während der Kardiotomiesaugung als notwendiger Qualitätsfaktor zur Erhaltung der Blutintegrität – eine In-vitro-Studie am humanen Vollblut

Martin G. Friedrich¹, Gunnar Hanekop¹, Holger Budde², Fawad Jebran¹, Aschraf El-Essawi¹

¹Universitätsmedizin Göttingen, HTG Chirurgie, Göttingen, ²Universitätsmedizin Göttingen, Transfusionsmedizin, Göttingen

Einleitung

Bei Standardverfahren der Herzchirurgie kann es intraoperativ zu einem Verlust von bis zu 9 % des zirkulierenden Blutvolumens kommen. Zwar ermöglicht der Einsatz von Zellseparationssystemen (Cell Saver) die Rückführung eines Teils des Blutes, dennoch sind Fremdbluttransfusionen häufig erforderlich. Auch bei zunächst komplikationsfreien Transfusionen können langfristig immunologische Reaktionen auftreten. Es ist bekannt, dass forcierte Absaugung zu einer Fehlaktivierung von Blutzellen sowie zu Hämolyse führt. Der Einfluss hörbarer Frequenzen – insbesondere bei forcierter Saugung – ist bisher nicht untersucht. Ziel dieser Studie war es, den Einfluss mechanischer und akustischer Vibrationen auf die Integrität von Vollblut zu analysieren und den Zusammenhang zwischen Scherkräften und Hämolyse zu quantifizieren.

Material und Methoden

Zur Untersuchung wurden 3D-gedruckte Scherkraftgeneratoren entwickelt, mit denen der Einfluss akustischer (250 Hz bis 1,5 kHz, 26 Frequenzen) und mechanischer Vibrationen bei fünf Amplitudenstufen (5 dB bis 25 dB, in 5 dB-Schritten) auf Vollblut getestet wurde. Pro Versuchsdurchgang wurden je 1 mL Vollblut desselben Spenders über 10 Minuten der jeweiligen Frequenz ausgesetzt. Anschließend wurde die freie Hämoglobin-Konzentration photometrisch bestimmt.

Ergebnisse

Signifikant erhöhte Hämolyse trat insbesondere bei 250 Hz und 7.500 Hz auf. Akustische Vibrationen führten zu stärkerer Erythrozytenschädigung als mechanische. Die Hämolyse nahm mit zunehmender Amplitude deutlich zu (z. B. bei 250 Hz: 5 dB → fHb 3 µmol/L; 25 dB → fHb 12,8 µmol/L).

Schlussfolgerung

Akustische und mechanische Vibrationen zeigten ein vergleichbares Frequenzmuster mit Maximalwerten bei 250 Hz und 7.500 Hz. Ein sicheres Frequenzfenster konnte identifiziert werden, innerhalb dessen Blutkomponenten weniger geschädigt werden. Frequenzbereiche mit hoher Zellschädigung sollten durch optimierte Sauggeometrien und geeignete Sensorik an extrakorporalen Kreislaufpumpen und Zellseparationssystemen gezielt vermieden werden. Dies stellt einen bislang unbeachteten Ansatz zur Verbesserung der Blutintegrität dar und könnte – neben anderen Maßnahmen – direkte Rücktransfusionen ohne Aufbereitung ermöglichen, was den Verlust von Plasma und Thrombozyten reduziert.

Shear frequencydependent haemolysis during cardiotomy suction as a necessary quality factor to maintain blood integrity–an in vitro trial on human blood

Martin G. Friedrich¹, Gunnar Hanekop¹, Holger Budde², Fawad Jebran¹, Aschraf EL-Essawi¹

¹Universitätsmedizin Göttingen, HTG Chirurgie, Göttingen, ²Universitätsmedizin Göttingen, Transfusionsmedizin, Göttingen

Introduction

Intraoperative loss of up to 9% of circulating blood volume is described in standard cardiac surgery. Even if CellSaver enables retransfusions, foreign blood transfusions are indicated. In the long term immunological complications are possible after initially safe transfusions. It is known that forced sucking leads to misactivation of blood cells and haemolysis, the influence of audible noise frequency, especially during forced sucking, is unknown. The aim of this study is to determine the influence of mechanical and acoustic vibrations on whole blood, to establish the relationship between shear forces and haemolysis.

Material and Methods

3D-printed shear force generators were developed to test the influence of mechanical and acoustic vibrations on blood integrity (-5dB to -25dB, 5dB steps; 250Hz to 1.5kHz, 26 steps). In the shear generator, 1mL whole blood from the same donor was subjected to different mechanical and acoustic vibrations for 10 minutes. After mechanical/acoustic exposure, the degree of haemolysis was determined photometrically.

Results

At five applied amplitudes, significantly increased haemolysis is observed at 250Hz and 7.5kHz. Acoustic vibrations cause more damage to erythrocytes compared to mechanical vibrations. Hemolysis increases with increasing amplitude (250Hz, -5dB: fHb. 3 µmol/L; -25dB: fHb 12.8 µmol/L).

Conclusion

The values for acoustic and mechanical vibrations show similar patterns at all tested amplitudes with peak values at 250 Hz and 7,500 Hz. It was thus possible to determine a safe frequency window in which the cells are less affected. The particularly damaging frequency ranges must be avoided by adapting the suction geometries and suitable sensor technology on extracorporeal circulation pump systems and cell savers. This will lead to an improvement in the quality of the blood pumped in the circulation and sucked in the operating field. Among other factors, this is a hitherto unnoticed way of enabling direct retransfusions without preparation by cell saver (loss of plasma and platelets).

Die prognostische Relevanz der regionalen zerebralen Sauerstoffsättigung im Rahmen der extrakorporalen kardiopulmonalen Reanimation

Philipp Tröndle^{1,2}, Marion Bäuerlein¹, Marius Schimmel¹, Rolf Klemm¹, Jan-Steffen Pooth³, Thomas Schiepp², Martin Czerny¹, Sven Maier^{1,2}

¹Universitätsklinikum Freiburg, Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie, Freiburg, ²Hochschule Furtwangen, Fakultät Engineering and Technology, Villingen-Schwenningen, ³Universitätsklinikum Freiburg, Zentrum für Notfall- und Rettungsmedizin, Freiburg

Einleitung

Die extrakorporale Reanimation (ECPR) ist eine komplexe ressourcenintensive Maßnahme, bei der eine sorgfältige Patientenselektion essenziell ist. Prognostische Marker, die bereits vor oder früh während der ECPR Hinweise auf das neurologische Outcome liefern könnten, sind daher von Bedeutung. Ziel dieser Studie ist es, die regionale zerebrale Sauerstoffsättigung (rSO₂) als potenziellen prädiktiven Parameter bei Patienten vor und während der initialen Phase einer ECPR zu evaluieren.

Material und Methoden

Die retrospektive, monozentrische Analyse schließt erwachsene Patienten mit inner- oder außerklinischem Herz-Kreislauf-Stillstand unter ECPR Bereitschaft im Zeitraum von 01.2018 bis 10.2024 ein, bei welchen eine rSO₂-Messung erfolgte. Bei den Patienten, die eine ECPR erhielten, wurden die rSO₂-Werte zu definierten Zeitpunkten ausgewertet: zu Beginn der Messung, 9, 6 und 3 min vor, sowie 3, 6 und 9 min nach Beginn der ECPR. Als primärer Studienendpunkt diente das neurologische Outcome, beurteilt anhand des Cerebral Performance Category (CPC) Scores.

Ergebnisse

Im Studienzeitraum konnten N=92 Patienten identifiziert werden. Von N=66 Patienten, die eine ECPR erhielten, erreichten N=13 (19,7 %) ein positives neurologisches Outcome (CPC 1 oder 2). N=7 (10,6 %) mit CPC 1-2 konnten aus der Klinik entlassen werden. Die rSO₂-Werte waren bei Patienten mit CPC 1-2 sowohl initial ($33,9 \pm 14,9$ % vs. $22,9 \pm 12,2$ %; $p=0,02$) als auch 9 min ($37,6 \pm 14,2$ % vs. $23,9 \pm 11,4$ %; $p=0,01$) und 6 min vor Beginn der ECPR ($35,4 \pm 16,3$ % vs. $24,5 \pm 12,2$ %; $p=0,02$) signifikant höher als bei Patienten mit schlechtem neurologischem Outcome. Dennoch wurden von N=27 mit einer rSO₂ ≤ 16 % 3 min vor ECPR-Start, N=4 (14,8 %) mit CPC 1-2 klassifiziert. Der relative Anstieg der rSO₂-Werte in den ersten 3 min nach ECPR-Beginn war in beiden Gruppen vergleichbar (CPC 1-2: 93 ± 68 % vs. CPC 3-5: 94 ± 69 %). Zwischen der 6. und 9. min zeigte sich jedoch in der CPC 1-2-Gruppe ein signifikanter Rückgang des rSO₂-Anstiegs ($-0,1 \pm 4,2$ % vs. $5,6 \pm 6,7$ %; $p=0,001$), was zu einem frühen Erreichen eines Plateaus führt.

Schlussfolgerung

Zwar besteht eine Korrelation zwischen einer höheren rSO₂ vor Beginn der ECPR und einem besseren neurologischen Outcome, doch ist eine niedrige rSO₂ (≤ 16 %) bei der CPR nicht zwangsläufig mit einer schlechten zerebralen Funktion assoziiert. Im beobachteten Kollektiv konnte ein Zusammenhang zwischen dem frühzeitigen Erreichen eines rSO₂-Plateaus 6 min nach Beginn der ECPR und einem guten neurologischen Outcome festgestellt werden.

The prognostic relevance of regional cerebral oxygen saturation in extracorporeal cardiopulmonary resuscitation

Philipp Tröndle^{1,2}, Marion Bäuerlein¹, Marius Schimmel¹, Rolf Klemm¹, Jan-Steffen Pooth³, Thomas Schiepp², Martin Czerny¹, Sven Maier^{1,2}

¹Universitätsklinikum Freiburg, Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie, Freiburg, ²Hochschule Furtwangen, Fakultät Engineering and Technology, Villingen-Schwenningen, ³Universitätsklinikum Freiburg, Zentrum für Notfall- und Rettungsmedizin, Freiburg

Introduction

Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation (ECPR) is a complex, resource-intensive procedure requiring careful patient selection. Thus, prognostic markers that could provide indications of neurological outcome before or early during ECPR are important. The aim of this study is to evaluate regional cerebral oxygen saturation (rSO₂) as a potential predictive parameter in patients before and during the initial phase of ECPR.

Material and Methods

The retrospective, single-center analysis includes adult patients with in-hospital or out-of-hospital cardiac arrest under ECPR readiness between January 2018 and October 2024 who underwent rSO₂ measurement. In patients who received ECPR, rSO₂ values were evaluated at defined time points: at the start of measurement, 9, 6 and 3 minutes before, and 3, 6 and 9 minutes after the start of ECPR. The primary endpoint of the study was the neurological outcome, assessed with the Cerebral Performance Category (CPC) score.

Results

During the study period, N=92 patients were identified. Out of N=66 patients who received ECPR, N=13 (19.7%) achieved a positive neurological outcome (CPC 1 or 2). N=7 (10.6%) with CPC 1-2 were discharged from the hospital. The rSO₂ values were lower in patients with CPC 1-2 both initially ($33.9 \pm 14.9\%$ vs. $22.9 \pm 12.2\%$; $p=0.02$) and 9 min ($37.6 \pm 14.2\%$ vs. $23.9 \pm 11.4\%$; $p=0.01$) and 6 min before the start of ECPR ($35.4 \pm 16.3\%$ vs. $24.5 \pm 12.2\%$; $p=0.02$) than in patients with poor neurological outcomes. Nevertheless, of N=27 with an rSO₂ $\leq 16\%$ 3 min before ECPR initiation, N=4 (14.8%) were classified as CPC 1-2. The relative increase in rSO₂ values in the first 3 minutes after the start of ECPR was comparable in both groups (CPC 1-2: $93 \pm 68\%$ vs. CPC 3-5: $94 \pm 69\%$). However, between minute 6 and 9, the CPC 1-2 group showed a significant decrease in rSO₂ increase ($-0.1 \pm 4.2\%$ vs. $5.6 \pm 6.7\%$; $p=0.001$), leading to early plateauing.

Conclusion

Although there is a correlation between higher rSO₂ prior to the start of ECPR and a better neurological outcome, low rSO₂ ($\leq 16\%$) during CPR is not necessarily associated with poor cerebral function. In the observed cohort, a correlation was found between early achievement of an rSO₂ plateau 6 minutes after the start of ECPR and a favorable neurological outcome.

Veränderungen des Serum-Natriumspiegels vor und nach Kardioplegiegabe bei kardiochirurgischen Eingriffen: Eine retrospektive Analyse

Nikolas Misevski¹, David Max Riesterer¹, Markus Demuth¹, Heimo Adam¹, Folker Wenzel², Jan Turra¹

¹Universitätsklinikum Heidelberg, Perfusiologie, Heidelberg, ²Hochschule Furtwangen, Technical Physician, Villingen-Schwenningen

Einleitung

Bei einer Hyponatriämie liegt ein elektrolytisches Ungleichgewicht vor, das neurologische Komplikationen verursachen kann. Im Rahmen kardiochirurgischer Eingriffe wird häufig Custodiol®-Kardioplegie zur Myokardprotektion und temporären Herzstilllegung appliziert. Die Zusammensetzung von Custodiol® kann jedoch zu einer Hyponatriämie, Anämie oder zu einer Verschiebung des Base Excess führen. Ziel der vorliegenden Studie ist es, die Veränderungen der Natriumkonzentration, des Hämoglobinwerts und des Base Excess nach der Applikation von Custodiol® zu analysieren und deren potenziellen Einfluss auf das neurologische Outcome der Patienten zu evaluieren.

Material und Methoden

In dieser retrospektiven, monozentrischen Studie wurden 40 Aortokoronare Venenbypässe und Aortenklappenersatz-Patienten eingeschlossen, welche Custodiol® während der extrakorporalen Zirkulation (EKZ) erhalten haben. Natrium, Hämoglobin und Base Excess wurden zu sechs Messzeitpunkten analysiert: Nach der Intubation des Patienten (T1), nach Initiierung der EKZ (T2), nach Applikation der Kardioplegie (T3), 20 min nach Applikation der Kardioplegie (T4), in der Reperfusion (T5) und auf der Intensivstation (T6). Die Delir Scores ICDSC und GCS-Score wurden bis drei Tage post-operativ analysiert.

Ergebnisse

Die mittlere Natriumkonzentration fiel signifikant von $137,6 \pm 2,42$ bei T1 auf $126,5 \pm 3,05$ mmol/l bei T3 ($p < 0,001$) und stieg auf $133,3 \pm 2,61$ mmol/l bei T6 wieder an. Die mittlere Hämoglobinkonzentration fiel signifikant von $12,3 \pm 1,69$ bei T1 auf $8,7 \pm 1,11$ g/dl bei T3 ($p < 0,001$) und stieg auf $10,1 \pm 1,16$ g/dl bei T6 wieder an. Bei den ICDSC Scores konnte bis zum Post OP Tag 3 keine Signifikanz festgestellt werden ($p > 0,05$). Der GCS-Score stieg vom OP-Tag $11,5 \pm 4,5$ auf $14,0 \pm 2,75$ am Post OP Tag 1 ($p < 0,001$) auf $14,5 \pm 0,82$ am Post OP Tag 2 ($p < 0,001$) auf $13,8 \pm 2,90$ am Post OP Tag 3 ($p < 0,05$).

Schlussfolgerung

Die Applikation von Custodiol® führt zu einem signifikanten Abfall der Werte für Natrium, Hämoglobin und Base Excess, der bei den Patienten bis zur Ankunft auf der Intensivstation anhält. Ein negativer Effekt der Hyponatriämie auf das neurologische Outcome der Patienten konnte nicht nachgewiesen werden.

Changes in serum sodium levels before and after cardioplegia during cardiac surgery: A retrospective analysis

Nikolas Misevski¹, David Max Riesterer¹, Markus Demuth¹, Heimo Adam¹, Folker Wenzel², Jan Turra¹

¹Universitätsklinikum Heidelberg, Perfusiologie, Heidelberg, ²Hochschule Furtwangen, Technical Physician, Villingen-Schwenningen

Introduction

Hyponatremia is an electrolyte imbalance that can cause neurological complications. Custodiol® cardioplegia is often used during cardiac surgery to protect the myocardium and temporarily stop the heart. However, the composition of Custodiol® can lead to hyponatremia, anemia, or a shift in base excess. The aim of this study is to analyze changes in sodium concentration, hemoglobin levels, and base excess after the administration of Custodiol® and to evaluate their potential influence on the neurological outcome of patients.

Material and Methods

This retrospective, single-center study included 40 patients undergoing aortocoronary bypass grafting and aortic valve replacement who received Custodiol® during extracorporeal circulation (ECC). Sodium, hemoglobin, and base excess were analyzed at six measurement points: after intubation of the patient (T1), after initiation of ECC (T2), after application of cardioplegia (T3), 20 minutes after application of cardioplegia (T4), during reperfusion (T5), and in the intensive care unit (T6). The ICDSC delirium score and GCS score were analyzed up to three days postoperatively.

Results

The mean sodium concentration fell significantly from 137.6 ± 2.42 mmol/L at T1 to 126.5 ± 3.05 mmol/L at T3 ($p < 0.001$) and rose to 133.3 ± 2.61 mmol/L at T6. The mean hemoglobin concentration fell significantly from 12.3 ± 1.69 g/dl at T1 to 8.7 ± 1.11 g/dl at T3 ($p < 0.001$) and rose to 10.1 ± 1.16 g/dl at T6. No significance was found in the ICDSC scores until post-op day 3 ($p > 0.05$). The GCS score rose from 11.5 ± 4.5 on the day of surgery to 14.0 ± 2.75 on postoperative day 1 ($p < 0.001$), to 14.5 ± 0.82 on postoperative day 2 ($p < 0.001$), and to 13.8 ± 2.90 on postoperative day 3 ($p < 0.05$).

Conclusion

The administration of Custodiol® leads to a significant decrease in sodium, hemoglobin, and base excess levels, which persists in patients until their arrival in the intensive care unit. No negative effect of hyponatremia on the neurological outcome of patients could be demonstrated.

Ground-Truth-Model zur Simulation eines physiologischen Blutkreislaufes für die Validierung optischer Medizinmessgeräten

Frank Münch¹, Nicola Kwapil², Luise Polster¹, Felix Wachter³, Benjamin Stöcklein³, Adrian Bühler³, Ulrich Rother³, Michael Thiele³, Ferdinand Knieling³

¹University Hospital Erlangen Friedrich Alexander University Erlangen Nuremberg, Herzchirurgische Klinik; Funktionsbereich Perfusiologie und Technische Medizin, Erlangen, ²Universitätsmedizin der Johannes-Gutenberg-Universität Mainz, Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie – Kinderherzchirurgie, Mainz, ³University Hospital Erlangen Friedrich Alexander University Erlangen Nuremberg, Kinder- und Jugendklinik Erlangen, Pediatric Translational and Molecular Imaging Lab, Erlangen

Einleitung

Medizinische Messgeräte kommen häufig am Menschen zum Einsatz, ohne vorherige experimentelle Validierung unter standardisierten Bedingungen. Gründe liegt im Fehlen von verlässlicher „Ground-Truth-Modelle“. Besonders optische Messverfahren, zur Erfassung von Hämoglobin und Oxygenierung, sind betroffen – insbesondere bei tiefen Sättigungswerten, wie sie nach der Geburt auftreten. Ziel dieser Studie ist es, ein gezieltes Kreislaufmodell mit physiologischen Blutparametern zu entwickeln, das variierende Sauerstoffsättigungsbereiche bei physiologischem pH-Wert abbilden kann.

Material und Methoden

Das Oxy-Deoxyenierungsmodell umfasste einen Oxygenator mit Reservoir (Trilly Pediatric AF, Eurosets), Rollerpumpe (S5 LivaNova), ¼ Zoll Schlauchsystem, Temperatur- und Sättigungsmesszellen, sowie ein 3T Hypothermiegerät (LivaNova). Das System wurde mit 200 ml Jonosteril und 400 ml humanes Erythrozytenkonzentrat geprimt. Zur Einstellung der gewünschten Sättigungen wurden eine Kombination aus Stickstoff (N₂), Kohlendioxid (CO₂) und Sauerstoff (O₂), über ein 4-Kanal FLEXI-FLOW-System reguliert, die mit einer Skalierung von 0,001 l/min einstellbar ist. Über den FireSting®-PRO konnte eine konstante pH-, O₂- und Temp.-Überwachung gewährleistet werden. Alle Mess- und Regeltechnik werden kontinuierlich aufgezeichnet.

Ergebnisse

Bei einem Blutumsatz von 1000 ml/min kam es durch das Einleiten von N₂ zur vollständigen Deoxygenierung des Blutes. Anschließend wurde der physiologische pH-Wert des Blutes durch kontrollierte Zugabe von Kohlendioxid (CO₂) eingestellt. Danach erfolgte die Titration verschiedener O₂-Sättigungsstufen durch gezielte Zugabe von Sauerstoff. So konnten beliebige Sauerstoffsättigungen im Bereich von 5 % bis 100 % präzise eingestellt werden. Die angestrebten Sättigungsstufen konnte stabil über mehr als 60 Minuten, bei minimaler Abweichung von ±1 % und konstant in physiologischen pH-Wert Bereich von 7,35 und 7,45 eingestellt werden. Der Gesamtgasfluss (N₂ + CO₂ + O₂) betrug kontinuierlich 1,080 l/min und wurde für die angestrebten Sättigungsstufe variabel eingestellt.

Schlussfolgerung

Mithilfe eines physiologischen in vitro Blutkreislaufes können kontrollierten Bedingungen simuliert werden, zur Validierung und Zulassung nach MDR von medizinischen Blutmesssystemen. Pulsoxymetrie, Nahinfrarotspektroskopie oder der multispektralen optoakustischen Tomographie können auf Einflussfaktoren wie z.B. Nichtbehandlungen durch falsch hohe hauttypenabhängige Sättigungsmessungen, bereits bauseitig korrigiert werden.

Ground truth model for simulating physiological blood circulation for the validation of optical medical measuring devices

Frank Münch¹, Nicola Kwapil², Luise Polster¹, Felix Wachter³, Benjamin Stöcklein³, Adrian Bühler³, Ulrich Rother³, Michael Thiele³, Ferdinand Knieling³

¹University Hospital Erlangen Friedrich Alexander University Erlangen Nuremberg, Herzchirurgische Klinik; Funktionsbereich Perfusiologie und Technische Medizin, Erlangen, ²Universitätsmedizin der Johannes-Gutenberg-Universität Mainz, Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie – Kinderherzchirurgie, Mainz, ³University Hospital Erlangen Friedrich Alexander University Erlangen Nuremberg, Kinder- und Jugendklinik Erlangen, Pediatric Translational and Molecular Imaging Lab, Erlangen

Introduction

Medical measuring devices are often used on humans without prior experimental validation under standardized conditions. The reason for this is the lack of reliable "ground truth models." Optical measurement methods for detecting hemoglobin and oxygenation are particularly affected – especially at low saturation levels, i.e. after birth. The aim of this study is to develop a targeted circulation model with physiological blood parameters that can map varying oxygen saturation ranges at physiological pH values.

Material and Methods

The oxygenation/deoxygenation model comprised an oxygenator with reservoir (Trilly Pediatric AF, Eurosets), roller pump (S5 LivaNova), 1/4-inch tubing system, temperature and saturation sensors and a 3T hypothermia device (LivaNova). The system was primed with 200 ml Jonosteril and 400 ml human erythrocyte concentrate. To set the desired saturations, a combination of nitrogen (N₂), carbon dioxide (CO₂) and oxygen (O₂) was regulated via a 4-channel FLEXI-FLOW system, which is adjustable with a scale of 0.001 l/min. The FireSting®-PRO ensured constant monitoring of pH value, O₂ and temperature. The measurement and control technology is continuously recorded.

Results

With a blood turnover of 1000 ml/min, the introduction of N₂ resulted in complete deoxygenation of the blood. The physiological pH value of the blood was then adjusted by controlled addition of carbon dioxide (CO₂). This was followed by titration of various O₂ saturation levels through the targeted addition of oxygen. Now it was possible to precisely set any oxygen saturation level between 5% and 100%. The desired saturation levels could be set stably for more than 60 minutes, with a minimum deviation of ±1% and constantly within the physiological pH range of 7.35 and 7.45. The total gas flow (N₂ + CO₂ + O₂) was continuously at 1.080 l/min and was variably adjusted for the desired saturation level.

Conclusion

Controlled conditions can be simulated using a physiological in vitro blood circulation system for the validation and approval of medical blood measurement systems in accordance with MDR. Pulse oximetry, near-infrared spectroscopy or multispectral optoacoustic tomography can be corrected on site for influencing factors such as non-treatment due to falsely high skin type-dependent saturation measurements.

Vergleich der verfügbaren Hämoadsorptionsverfahren während der Extrakorporalen Zirkulation

Cherylene Thümler^{1,2}, Sven Maier¹, Frank Münch²

¹Hochschule Furtwangen, Fakultät Engineering and Technology, Villingen-Schwenningen, ²Universitätsklinikum Erlangen, Herzchirurgische Klinik Funktionsbereich Perfusiologie und Technische Medizin, Erlangen

Einleitung

Trotz der Notwendigkeit der Extrakorporalen Zirkulation (EKZ) bei herzchirurgischen Eingriffen, können hierbei auch unerwünschte Nebenwirkungen, wie die Bildung von Endotoxinen, vasoaktiven Substanzen und Organversagen auftreten. Daher gibt es einen Bedarf an verbesserten Therapien dieser Nebenwirkungen. Mittlerweile bieten verschiedene Hersteller spezielle Blutreinigungstherapien, in Form von Hämoadsorbern an, um die Nebenwirkungen zu mindern. Ziel dieser Arbeit ist es, einen Überblick und Vergleich der unterschiedlichen Hämoadsorber in Zusammenhang mit dem Einsatz während der EKZ zu untersuchen.

Material und Methoden

In einer systematischen Literaturrecherche wurden wissenschaftliche Veröffentlichungen aus den Datenbanken PubMed, Google Scholar, Embase, Cochrane Library sowie CINAHL Database gesammelt. Als Suchbegriffe wurden „Adsorber“, „CytoSorb“, „Jafron HA“, „Baxter Oxiris“, „BIOSKY“, „CPB“, „ECC“, „EKZ“ und „HLM“ für den Abfragezeitraum von 01.01.2000 bis 31.03.2025 gewählt. Eingeschlossen wurden Publikationen in deutscher und englischer Sprache, bei denen während der EKZ ein Adsorber eingesetzt wurde. Als Ausschlusskriterien galten Tierstudien, Kongressabstracts, Versuchsregistereinträge, „zurückgezogene Publikationen“, Bücher/Buchkapitel, Guidelines und Briefe. Die Ergebnisse werden in einem Prisma-Flussdiagramm visualisiert. Die verbleibenden Studien sollen in einem deskriptiven Vergleich der Adsorber, Handhabung, Wirk- und Einsatzweisen verglichen werden.

Ergebnisse

In den entsprechenden Datenbanken wurden 2317 Studien gefunden. Nach dem Entfernen von Duplikaten wurden 966 Studien auf ihrer Relevanz gescreent. Ausgeschlossen wurden 755 Studien, die nicht den Einschlusskriterien entsprachen, so dass 211 relevante Studien in den deskriptiven Vergleich überführt werden konnten.

Schlussfolgerung

Bei infektiöser Endokarditis, in der Aorten Chirurgie, bei Herztransplantation und bei Notfalleingriffen, wenn Patienten mit antithrombotischen Substanzen vorbehandelt sind, ist der Einsatz der Adsorbertechnologie während der EKZ vielversprechend. Darüber hinaus zeigen sich anhand von Fallberichten erweiterte Einsatzgebiete, die weitere Indikationsfelder eröffnen. Neben der Patientenauswahl und Indikationserweiterung ist auch die postoperative Weiterbehandlung mit einem Adsorber bzw. die Dauer der Behandlung nach der EKZ eine aktuelle Forschungslücke.

Comparison of available hemoadsorption methods during extracorporeal circulation

Cherylene Thümmler^{1,2}, Sven Maier¹, Frank Münch²

¹Hochschule Furtwangen, Fakultät Engineering and Technology, Villingen-Schwenningen, ²Universitätsklinikum Erlangen, Herzchirurgische Klinik Funktionsbereich Perfusiologie und Technische Medizin, Erlangen

Introduction

Despite the necessity of extracorporeal circulation (ECC) in cardiac surgery, undesirable side effects such as the formation of endotoxins, vasoactive substances and organ failure can also occur. Therefore, there is a need for improved therapies for these side effects. Various manufacturers now offer special blood purification therapies in the form of hemoadsorbers to reduce side effects. The aim of this study is to examine an overview and comparison of the different hemoadsorbers in connection with their use during ECC.

Material and Methods

In a systematic literature search, scientific publications were collected from the databases PubMed, Google Scholar, Embase, Cochrane Library and CINAHL. The search terms "adsorber," "CytoSorb," "Jafron HA," "Baxter Oxiris," "BIOSKY," "CPB," "ECC," "EKZ" and "HLM" were selected for the request period from January 1, 2000, to March 31, 2025. Included were publications in German and English in which an adsorber was used during the ECC. Exclusion criteria included animal studies, conference abstracts, trial registry entries, "retracted publications," books/book chapters, guidelines and letters. The results are visualized in a prism flow chart. The remaining studies will be compared in a descriptive comparison of the adsorbers, handling, modes of action and methods of use.

Results

A total of 2317 studies were found in the relevant databases. After removing duplicates, 966 studies were screened for relevance. 755 studies that did not meet the inclusion criteria were excluded, leaving 211 relevant studies that could be included in the descriptive comparison.

Conclusion

In cases of infectious endocarditis, aortic surgery, heart transplantation and emergency procedures, when patients have been pretreated with antithrombotic substances, the use of adsorber technology during ECC is promising. Furthermore, case reports reveal expanded areas of application that open up further fields of indication. In addition to patient selection and indication expansion, postoperative follow-up treatment with an adsorber and the duration of treatment after ECC are also current research gaps.

Kompakter ECMO-Trolley – ein Transportsystem für alle Materialien

Nicola Kwapil^{1,2}, Denis Fiebig^{2,3}, Andreas Teske^{2,3}, Ariawan Purbojo⁴, Frank Münch³

¹Universitätsmedizin der Johannes-Gutenberg-Universität Mainz, Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie – Kinderherzchirurgie, Mainz, ²WKK Perfusionsservice GmbH & Co. KG, Mainz, ³Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Klinik für Herzchirurgie – Sektion Perfusiologie und Technische Medizin, Erlangen, ⁴Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Klinik für Herzchirurgie, Erlangen

Einleitung

Der sichere und effiziente Transport von ECMO-Ausrüstung für den außerklinischen Einsatz zum Einsatzfahrzeug findet meist individualisiert statt. Kompakte Transportwagen, die alle benötigten Materialien für die ECMO-Implantation in einem sicheren, ergonomischen und transportfähigen System vereinen, sind nicht vorhanden. Ziel war die Entwicklung eines innovativen Einpersonenwagens, der die sichere Verlastung und den Transport von ECMO-Konsole, Transportbodenhalterung, Rucksack sowie Kanülentaschen für Erwachsene und pädiatrische Patienten gewährleistet.

Material und Methoden

Es wurde ein modularer, robuster Transportwagen konzipiert, der speziell auf die Anforderungen des ECMO-Material-Transports abgestimmt ist. Der Wagen verfügt über eine stabile Grundstruktur mit individuell anpassbaren Halterungen für die ECMO-Konsole mit steril Set, eine sichere und zugelassene Transportbodenplatte, sowie ein integriertes Fache für Rucksack und Kanülentasche. Die Konstruktion berücksichtigt ergonomische Aspekte, einfache Handhabung und maximale Sicherheit. Die Funktionalität wird anhand von Simulationen und praktischen Transportübungen überprüft, um Stabilität, Zugänglichkeit und Handhabung zu evaluieren.

Ergebnisse

Der entwickelte Wagen ermöglicht eine sichere, stabile Verlastung aller benötigten Komponenten bei minimalem Platzbedarf (114cm x 45cm x 60cm). Die modulare Bauweise erleichtert den schnellen Zugriff auf die Geräte und Materialien, reduziert das Risiko von Beschädigungen und erleichtert den Transport zu den verschiedenen Einsatzmitteln. Die Tests zeigten eine hohe Stabilität, eine einfache Handhabung, sowie eine verbesserte Organisation der Materialien. Zudem konnte die Einsatzzeit bei der Vorbereitung und Durchführung des ECMO-Transports verkürzt werden.

Schlussfolgerung

Die innovative Lösung liegt in der Kompaktheit des Trolleys für den Einsatz, sowohl im pädiatrischen- wie auch im erwachsenen Bereich. Der neu entwickelte ECMO-Trolley zum schnellen Transport zum Einsatzfahrzeug bzw. Hubschrauber konnte etabliert werden; mit allen notwendigen Sicherungssystemen, die für den Transport notwendig sind. Durch seine durchdachte Konstruktion und Modularität trägt er zur Erhöhung der Sicherheit, Effizienz und Flexibilität beim Transport kritischer Materialien bei.

Compact ECMO trolley – a transport system for all materials

Nicola Kwapil^{1,2}, Denis Fiebig^{2,3}, Andreas Teske^{2,3}, Ariawan Purbojo⁴, Frank Münch³

¹Universitätsmedizin der Johannes-Gutenberg-Universität Mainz, Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie - Kinderherzchirurgie, Mainz, ²WKK Perfusionsservice GmbH & Co. KG, Mainz, ³Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Klinik für Herzchirurgie – Sektion Perfusiologie und Technische Medizin, Erlangen, ⁴Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Klinik für Herzchirurgie, Erlangen

Introduction

The safe and efficient transport of ECMO equipment for out-of-hospital use to the rescue vehicle is usually done in different ways. There are no compact transport trolleys that combine all the materials required for ECMO implantation in a safe, ergonomic and transportable system. The goal was to develop an innovative single-person carrier that ensures the safe loading and transport of ECMO consoles, transport floor mounts, backpacks and cannula bags for adult and pediatric patients.

Material and Methods

A modular, robust transport trolley was designed that is specifically tailored to the requirements of ECMO material transport. The trolley has a sturdy base structure with individually adjustable mounts for the ECMO console with sterile set, a safe and approved transport base plate and an integrated compartment for a backpack and cannula bag. The design takes into account ergonomic aspects, ease of use and maximum safety. Functionality is tested using simulations and practical transport exercises to evaluate stability, accessibility and handling.

Results

The developed trolley enables safe, stable loading of all necessary components with minimal space requirements (114 cm x 45 cm x 60 cm). The modular design facilitates quick access to the devices and materials, reduces the risk of damage and simplifies transport to the various means of deployment. The tests showed high stability, ease of use and improved organization of materials. In addition, the time required to prepare and carry out ECMO transport was reduced.

Conclusion

The innovative solution is the compactness of the trolley for use in both pediatric and adult settings. The newly developed ECMO trolley for rapid transport to the rescue vehicle or helicopter has been successfully established, equipped with all the necessary safety systems required for transport. Thanks to its sophisticated design and modularity, it helps to increase safety, efficiency and flexibility when transporting critical materials.

Über die allometrischen Interaktionen der fraktalen Eigenschaften des kardiovaskulären Gefäßsystems und dem Hagen-Poiseuille'schen Gesetz. Erkenntnisse aus einem mathematischen Modell und der Simulation per Computational Fluid Dynamics für Bypässe

Gloria Nulchis, Christian Rustenbach, Christian Schlensak, Christoph Salewski
Universitätsklinikum Tübingen, Klinik für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie, Tübingen

Einleitung

Das Hagen-Poiseuille'sche Gesetz beschreibt den Fluss eines idealisierten Newton'schen Fluids durch ein starres Rohr mit laminarem Fluss. Das Gefäßsystem hat jedoch eine Vielzahl an Bifurkationen und das Blut mit seinen besonderen Strömungseigenschaften ist kein ideales Newton'sches Fluid. Laut des Gesetzes geht der Radius in der 4. Potenz in den Durchfluss ein. Nach einer Bifurkation in zwei Tochtergefäße ist zwar die Gesamtquerschnittsfläche im Vergleich zum Muttergefäß erhöht, aber der Radius der Tochtergefäße ist kleiner als der des Muttergefäßes. Hierfür ist das Gesetz nicht definiert worden. Was treibt nun den Strömungswiderstand stärker an: Eine vorgeschaltete Stenose oder eine nachgeschaltete immer kleinere (fraktale) Aufzweigung der Gefäße?

Material und Methoden

Um dies zu beantworten, wurde zum einen ein mathematisches Modell eines idealen Gefäßbaums mit fraktalen, selbstähnlichen, Eigenschaften erstellt und Berechnungen als Erwartungswerte durchgeführt. Dieser idealisierte Gefäßbaum wurde zum anderen in ein Computational Fluid Dynamics Softwareprogramm eingespielt, um den Blutfluss zu simulieren und die Ergebnisse mit dem mathematischen Modell zu vergleichen. Der Druckabfall, die Strömungsgeschwindigkeit und der Blutstrom wurden ermittelt.

Ergebnisse

Innerhalb des mathematischen Modells wurde beobachtet, dass die Zunahme des Widerstandes mit $R \sim 1/x^4$ eingeht, während die Gesamtquerschnittsfläche mit $A \sim 2^x$ einfließt. Die Plots dieser Kurven zeigen zwei Schnittpunkte, wobei $A \sim 2^x$ für größere x in fraktalen Dimensionen schneller wächst als $R \sim 1/x^4$. Der Druckabfall zeigte sich jedoch für jede Generation an Bifurkationen konstant. Der Gesamtwiderstand des Gefäßbaums wächst mit jeder weiteren Generation an, obwohl die Gesamtquerschnittsfläche größer wird. Je mehr Generationen ein Gefäßbaum hat, desto größer wird sein Strömungswiderstand. Eine vorgeschaltete Stenose kann daher im Gegensatz zum Widerstand des nachgeschalteten Gefäßbaums irrelevant werden. Die Ergebnisse aus Modell und Simulation sind vergleichbar, wobei die Simulation Bifurkationsgeometrien und Turbulenzen besser abbildet.

Schlussfolgerung

Die Computational Fluid Dynamics Simulation führte zu Erkenntnisgewinn in Bereichen, für die das Hagen-Poiseuille'sche Gesetz nicht definiert worden ist. Für die Behandlung von koronaren Engstellen kann dies ggf. zukünftig die Entscheidung erleichtern, ob eine Stenose den flussrelevanten Widerstand darstellt oder ob die kleinere nachgeschaltete Gefäßgeometrie die Stenose irrelevant machen.

On the allometric interactions between the fractal properties of the cardiovascular vascular system and Hagen-Poiseuille's law. Findings from a mathematical model and simulation using computational fluid dynamics for bypasses

Gloria Nulchis, Christian Rustenbach, Christian Schlensak, Christoph Salewski
Universitätsklinikum Tübingen, Klinik für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie, Tübingen

Introduction

Hagen-Poiseuille's law describes the flow of an idealized Newtonian fluid through a rigid pipe with laminar flow. However, the vascular system has a large number of bifurcations and blood, with its special flow properties, is not an ideal Newtonian fluid. According to the law, the radius enters the flow rate to the power of 4. After bifurcation into two daughter vessels, the total cross-sectional area is increased compared to the parent vessel, but the radius of the daughter vessels is smaller than that of the parent vessel. The law has not been defined for this. What drives the drag more strongly: An upstream stenosis or a downstream, increasingly smaller (fractal) branching of the vessels?

Material and Methods

To answer this question, a mathematical model of an ideal vascular tree with fractal, self-similar properties was created and calculations were performed as expected values. This idealized vascular tree was then imported into a computational fluid dynamics software program to simulate blood flow and compare the results with the mathematical model. The pressure drop, flow velocity and blood flow were determined.

Results

Within the mathematical model, it was observed that the increase in resistance is proportional to $R \sim 1/x^4$, while the total cross-sectional area is proportional to $A \sim 2x$. The plots of these curves show two intersections, whereby $A \sim 2x$ grows faster than $R \sim 1/x^4$ for larger x in fractal dimensions. However, the pressure drop remained constant for each generation at bifurcations. The total resistance of the vascular tree increases with each successive generation, even though the total cross-sectional area becomes larger. The more generations a vessel tree has, the greater its flow resistance. An upstream stenosis can therefore become irrelevant, in contrast to the resistance of the downstream vascular tree. The results from the model and simulation are comparable, with the simulation better representing bifurcation geometries and turbulence.

Conclusion

Computational fluid dynamics simulation led to new insights in areas for which Hagen-Poiseuille's law has not been defined. For the treatment of coronary stenoses, this may in future make it easier to decide whether a stenosis represents flow-relevant resistance or whether the smaller downstream vessel geometry renders the stenosis irrelevant.

ECLS nach ertrinkungsbedingtem Kreislaufstillstand und Hypothermie bei einem Kleinkind: Fallbericht eines 2-jährigen Jungen

Katja Schumacher¹, Sabine Meier¹, Michael Andrew Borger¹, Hans-Martin Vincenz², Ingo Dähnert³, Martin Kostelka¹, Marcel Vollroth¹

¹Herzzentrum Leipzig, Herzchirurgie, Leipzig, ²Herzzentrum Leipzig, Kardiotechnik, Leipzig, ³Herzzentrum Leipzig, Kinderkardiologie, Leipzig

Einleitung

Ertrinkungsunfälle gehören zu den häufigsten tödlichen Unfallursachen bei Kleinkindern und können mit schwerer Hypoxie und Hypothermie einhergehen. In Einzelfällen kann bei Kreislaufstillstand unter Hypothermie der Einsatz extrakorporaler Lebenserhaltung (ECLS) ein neurologisch günstiges Überleben ermöglichen.

Material und Methoden

Ein 2-jähriger Junge wurde nach einem Ertrinkungsunfall und mehr als 2,5-stündiger kardiopulmonaler Reanimation in unsere Klinik eingeliefert. Bei Aufnahme zeigte sich eine Körperkerntemperatur von 23,3 °C sowie ein arterieller pH-Wert von 6,7, entsprechend einer schweren Hypothermie mit Azidose. Als ultima ratio wurde eine zentral kanülierte ECLS implantiert (Aorta 3,5 mm-Stöckert-Kanüle, rechtes Atrium 16F). Die Wiedererwärmung erfolgte kontrolliert mit 3 °C pro Stunde. Am Folgetag konnte das ECLS-System erfolgreich explantiert werden. Der Patient stabilisierte sich hämodynamisch rasch und wurde initial neurologisch unauffällig extubiert. Im weiteren Verlauf entwickelte sich ein linksventrikulärer Thrombus mit zerebraler Embolisation. Eine interventionell-radiologische Thrombektomie war erfolgreich.

Ergebnisse

Nach insgesamt 39 Tagen stationärem Aufenthalt konnte der Junge ohne neurologische Defizite in die Reha-bilitationsklinik überführt werden.

Schlussfolgerung

Der Fall verdeutlicht, dass bei hypothermem Kreislaufstillstand im Kleinkindalter auch nach prolongierter Reanimationsdauer durch den gezielten Einsatz einer ECLS-Therapie ein neurologisch intaktes Überleben möglich ist. ECLS kann daher in vergleichbaren pädiatrischen Extremsituationen als therapeutische Option in Betracht gezogen werden.

ECLS after drowning-related cardiac arrest and hypothermia in a toddler: Case report of a 2-year-old boy

Katja Schumacher¹, Sabine Meier¹, Michael Andrew Borger¹, Hans-Martin Vincenz², Ingo Dähnert³, Martin Kostelka¹, Marcel Vollroth¹

¹Herzzentrum Leipzig, Herzchirurgie, Leipzig, ²Herzzentrum Leipzig, Kardiotechnik, Leipzig, ³Herzzentrum Leipzig, Kinderkardiologie, Leipzig

Introduction

Drowning accidents are among the most frequent causes of accidental death in toddlers and are often associated with severe hypoxia and hypothermia. In selected cases, extracorporeal life support (ECLS) can enable neurologically favorable survival after cardiac arrest under hypothermic conditions.

Material and Methods

A 2-year-old boy was admitted to our clinic after a drowning accident and more than 2.5 hours of cardiopulmonary resuscitation. On admission, he presented with a core body temperature of 23.3 °C and an arterial pH of 6.7, indicating profound hypothermia with acidosis. As a last resort, centrally cannulated ECLS was initiated (aorta: 3.5 mm Stöckert cannula, right atrium: 16F). Controlled rewarming was performed at 3 °C per hour. The following day, the ECLS system was successfully explanted. The patient stabilized rapidly from a hemodynamic perspective and was extubated with no initial neurological abnormalities. During the subsequent course, he developed a left ventricular thrombus with cerebral embolization. Interventional radiological thrombectomy was successful.

Results

After a total hospital stay of 39 days, the boy was transferred to a rehabilitation clinic without neurological deficits.

Conclusion

This case illustrates that, in toddlers with hypothermic cardiac arrest, neurologically intact survival is possible even after prolonged resuscitation through the targeted use of ECLS therapy. ECLS should therefore be considered a therapeutic option in comparable pediatric extreme situations.

Akute Nierenschädigung nach fremdblutfreiem kardiopulmonalem Bypass bei Neugeborenen

Wolfgang Böttcher¹, Frank Dehmel¹, Andreas Matschke¹, André Iben¹, Maren Kleine-Brüggeney², Oliver Miera³, Mi-Young Cho¹, Joachim Photiadis¹

¹Deutsches Herzzentrum der Charité, Klinik für Chirurgie Angeborener Herzfehler – Kinderherzchirurgie, Berlin, ²Deutsches Herzzentrum der Charité, Klinik für Kardioanästhesiologie und Intensivmedizin, Berlin, ³Deutsches Herzzentrum der Charité, Klinik für Angeborene Herzfehler – Kinderkardiologie, Berlin

Einleitung

Infolge der Miniaturisierung des extrakorporalen Kreislaufs ist der Einsatz der Herz-Lungen-Maschine ohne Spenderblutzusatz im Priming prinzipiell möglich. Hierbei könnten die geringen Durchmesser der blutführenden Schlauchverbindungen theoretisch zu einer höheren Belastung der Erythrozyten mit ausgeprägter Hämolyse führen. Erythrozyten kommen in dem geringeren zirkulierenden Blutvolumen häufiger in den destruktiven Blut-Luft Kontakt der Kardiotomiesaugung. Ohne Transfusion bleibt der prozentuale Anteil des fetalen Hämoglobins unbeeinflusst. Fetales Hämoglobin ist möglicherweise mechanisch nicht ausreichend resistent und könnte ebenfalls zu vermehrter Hämolyse beitragen. Infolge des geringen 2,3 BPG-Gehaltes der fetalen Erythrozyten und der resultierenden Linksverschiebung der Sauerstoffbindungskurve könnte eine nicht ausreichende Sauerstoffversorgung speziell des Nierenmarks angenommen werden. Somit könnte eine akute Nierenschädigung begünstigt werden.

Material und Methoden

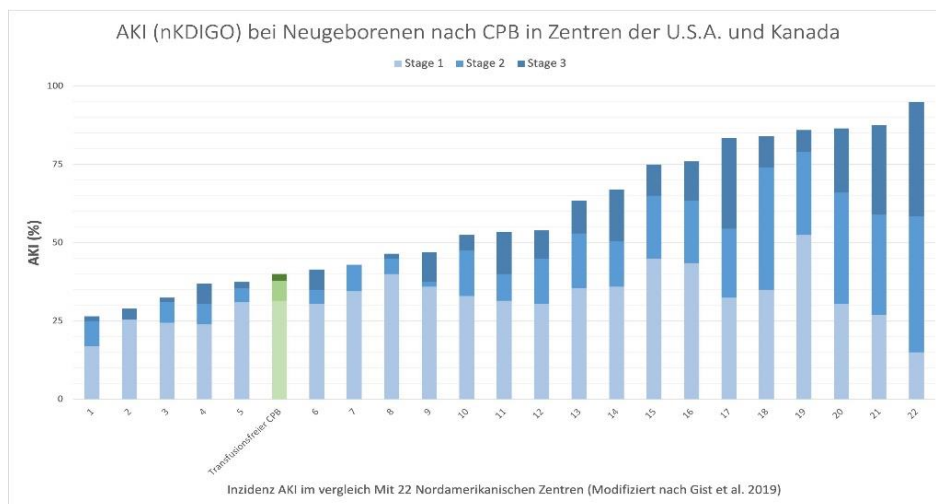
In einer retrospektiven Untersuchung von Neugeborenen, die 2007 bis 2019 an einer Institution mit fremdblutfreiem kardiopulmonalem Bypass operiert worden sind, wurde die Inzidenz der akuten Nierenschädigung (AKI) nach nKDIGO ermittelt. Einflussfaktoren sollten identifiziert werden.

Ergebnisse

Von 530 Neugeborenen wurden 283 ohne Transfusion während der Herz-Lungen-Maschine operiert (53,4 %). Bei diesen 283 Neugeborenen lag die Inzidenz der akuten Nierenschädigung bei 39,9 % (n = 113). Davon fanden sich 31,5 % (n = 89) in der Stufe 1, in der Stufe 2 6,4 % (n = 18) und 2,1 % in der Stufe 3 (n = 6). Neugeborene mit niedrigen Serumkreatinin Ausgangswerten (Odds Ratio (OR), 0.003; 95% Confidence Interval (CI), 0.000-0.035; p < 0.0001) und jene, die mit ausgeprägter Hypothermie operiert worden sind (OR 0,91; CI 0,85-0,97; p = 0,003), hatten häufiger eine akute Nierenschädigung. Mit akuter Nierenschädigung verlängert sich die postoperative Beatmungszeit (p = 0,02), und die intensivstationäre Aufenthaltsdauer (p = 0,03). Weder die Perfusionszeit, noch der Anteil des fetalen Hämoglobins hatten Einfluss auf die Nierenfunktion.

Schlussfolgerung

Die Inzidenz der AKI ist bei Neugeborenen mit fremdblutfreier Perfusion vergleichbar mit Ergebnissen internationaler Studien mit Blutpriming.



Inzidenz AKI bei Neugeborenen im Vergleich mit Ergebnissen von jeweils 100 konsekutiven Patienten aus 22 Nordamerikanischen Zentren aus 2019

Acute kidney injury following bloodless cardiopulmonary bypass in neonates

Wolfgang Böttcher¹, Frank Dehmel¹, Andreas Matschke¹, André Iben¹, Maren Kleine-Brüggeney², Oliver Miera³, Mi-Young Cho¹, Joachim Photiadis¹

¹Deutsches Herzzentrum der Charité, Klinik für Chirurgie Angeborener Herzfehler – Kinderherzchirurgie, Berlin, ²Deutsches Herzzentrum der Charité, Klinik für Kardioanästhesiologie und Intensivmedizin, Berlin, ³Deutsches Herzzentrum der Charité, Klinik für Angeborene Herzfehler – Kinderkardiologie, Berlin

Introduction

With miniaturization of extracorporeal circuit, it is now possible even in neonates to use a heart-lung machine without blood priming. In theory, the smaller diameter of the tubing could cause increased stress on the erythrocytes, resulting in more severe hemolysis. Because of the smaller circulating blood volume, erythrocytes come into destructive blood-air contact more often with the cardiotomy suction. The percentage of fetal hemoglobin remains unaffected with donor blood-free perfusion. Fetal hemoglobin may not be as mechanically resistant and could also lead to more hemolysis. Due to the smaller 2,3-BPG content of fetal erythrocytes and the resulting left shift of the oxygen dissociation curve, inadequate oxygen supply, especially to the renal medulla, could be hypothesized. This could contribute to acute kidney injury.

Material and Methods

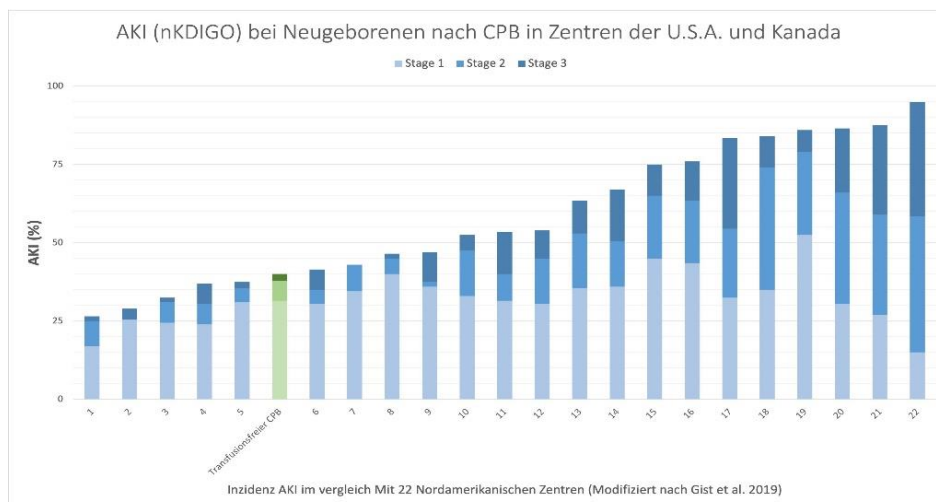
In a single-center retrospective cohort study of neonates who underwent surgery with transfusion-free cardiopulmonary bypass between 2007 and 2019, the incidence of acute kidney injury (AKI) was determined according to nKDIGO. In addition, factors influencing AKI were to be identified.

Results

Of 530 newborn patients, 283 underwent cardiopulmonary bypass without donor-blood transfusion (53.4%). Among these 283 newborns, the incidence of AKI was 39.9% (n = 113). Of these, 31.5% (n = 89) were in stage 1, 6.4% (n = 18) in stage 2, and 2.1% in stage 3 (n = 6). Neonates with low baseline serum creatinine levels (odds ratio (OR), 0.003; 95% confidence interval (CI), 0.000-0.035; p < 0.0001) and those who underwent cardiopulmonary bypass with more pronounced hypothermia (OR 0.91; CI 0.85-0.97; p = 0.003) were more likely to develop AKI. Neither the perfusion duration nor the amount of fetal hemoglobin had an effect on kidney function. AKI prolongs the postoperative ventilation time (p = 0.02) and the length of stay in the pediatric intensive care unit (p = 0.03).

Conclusion

The incidence of AKI in neonates with bloodless CPB is comparable to results from international studies with blood priming.



Incidence of AKI in neonates compared with results from 100 consecutive patients from 22 North American centers in 2019.

Kardioplegie im spenderblutsparenden Konzept in der pädiatrischen Perfusion

Wolfgang Böttcher¹, Cornelia Wallner², Frank Dehmel¹, Andreas Matschke¹, André Iben¹, Mi-Young Cho¹, Joachim Photiadis¹

¹Deutsches Herzzentrum der Charité, Klinik für Chirurgie Angeborener Herzfehler – Kinderherzchirurgie, Berlin, ²Berliner Hochschule für Technik (Student Cardiovascular Perfusion), Akademie für Kardiotechnik, Berlin

Einleitung

Die Einführung der Kardioplegielösung nach del Nido bedingt durch den Blutanteil von 20 % in einer Mischung mit 80 % kristalloider Lösung eine zusätzliche Blutmenge im extrakorporalen Kreislauf. Im Rahmen eines spenderblutsparenden Konzepts ist eine zusätzliche blutführende Kreislaufextension mit einem Kardioplegie-Reservoir und Wärmetauscher nicht zielführend.

Material und Methoden

Zur Aufrechterhaltung eines spenderblutsparenden Programms mit von chirurgischer Seite gewünschter Integration der del Nido Kardioplegielösung ein alternatives Setup entwickelt werden.

Mit Entnahme der notwendigen arterialisierten Blutmenge zur Mischung mit dem kristalloiden Anteil wurde für die blutführende Kreislaufextension ein Silikonschlauch mit einem Innendurchmesser von 1/8 Zoll gewählt. Mit einem solchen Innendurchmesser sind Blutflussraten von 440 ml/min möglich. Da die Blutbeimengung während der Kardioplegieinduktion nur 20% beträgt, sind theoretisch maximale Kardioplegieflussraten von 2 l/min möglich. Diese Konfiguration lässt somit die Anwendung auch bei erwachsenen Patienten zu. Die Zuleitung des kristalloiden Anteils der del Nido-Lösung erfolgt mittels einer Nadel aus einer Flasche, die in einem Eisbehälter gekühlt wird. Die Zuführung dieses Anteils der Lösung wird durch eine Blasenfalle mit Partikelfilter geleitet. Die Mischung des Verhältnisses von kristalloider Lösung und Blut von 4:1 wird mit zwei separaten, miteinander gekoppelten Rollerpumpen gewährleistet. Sowohl die blutführende Leitung, als auch der kristalloide Anteil rezirkulieren während der Zeiträume ohne Applikation. Zur Kühlung rezirkuliert die kristalloide Lösung wieder in die Flasche im Eis, um eine kontinuierlich niedrige Temperatur im Schlauchsystem zu halten. Das blutführende System rezirkuliert nur deshalb zurück in das venöse Reservoir, um die beiden Kardioplegiepumpen niemals aus dem 4:1 Modus entkoppeln zu müssen.

Ergebnisse

Die blutführende Kreislaufextension weist bei einem notwendigen Füllvolumen von ca. 8 ml/m Schlauchlänge einen so geringen Anteil des zusätzlichen Füllvolumens auf, sodass der Einsatz dieser Kardioplegieform auch im Rahmen spenderblutfreier Perfusionen sowohl bei Säuglingen, als auch Neugeborenen meist möglich ist.

Schlussfolgerung

Mit einem modifizierten Applikationssystem ist Kardioplegie nach del Nido auch im fremdblutsparenden Konzept praktikabel.

Del Nido cardioplegic solution in a donor blood-sparing concept in pediatric perfusion

Wolfgang Böttcher¹, Cornelia Wallner², Frank Dehmel¹, Andreas Matschke¹, André Iben¹, Mi-Young Cho¹, Joachim Photiadis¹

¹Deutsches Herzzentrum der Charité, Klinik für Chirurgie Angeborener Herzfehler – Kinderherzchirurgie, Berlin, ²Berliner Hochschule für Technik (Student Cardiovascular Perfusion), Akademie für Kardiotechnik, Berlin

Introduction

The introduction of the cardioplegic solution according to del Nido, due to the 20% blood content in a mixture with 80% crystalloid solution, requires additional tubing for blood in the extracorporeal circuit. As part of a donor blood-sparing concept, an extension of the extracorporeal circuit with a cardioplegic reservoir and heat exchanger is not appropriate.

Material and Methods

An alternative setup was designed to allow for the integration of the del Nido cardioplegic solution, as requested by surgeons, in order to maintain a donor blood-sparing program.

A silicone tube with an inner diameter of 1/8 inch was chosen for the blood-carrying circulation extension to provide the arterialized blood volume for mixing with the crystalloid component. With this inner diameter, blood flow rates of 440 ml/min are possible. Since the proportion of blood with the cardioplegic solution is only 20%, maximum cardioplegic flow rates of 2 l/min are theoretically possible. This configuration therefore also allows the device to be used in adult patients. The crystalloid portion of the del Nido solution is supplied via a needle from a bottle cooled in an ice container. The delivery of this portion of the solution is routed through a bubble trap with a particle filter. The mixture of crystalloid solution and blood in a ratio of 4:1 is ensured by two separate roller pumps that are coupled together. Both the blood line and the crystalloid part recirculate during periods without application. The crystalloid solution recirculates back into the bottle in the ice to maintain a consistently low temperature in the tubing system. The blood recirculates back into the venous reservoir only to avoid having to decouple the two cardioplegia pumps from 4:1 mode.

Results

With a required priming volume of approximately 8 ml/m of tube length, the extension of the circuit requires such a small additional blood volume that this type of cardioplegia can also be used in transfusion-free cardiopulmonary bypass in neonates.

Conclusion

With a modified application system, del Nido cardioplegia is also feasible in the blood-sparing concept.

GetReady: Evaluation der Vorbereitungsphase auf Herzoperationen und Herzkathetereingriffe bei Kindern – Perspektiven von Kindern, Eltern und der Behandlungsteams

Daniel Catena¹, Livia Procopiuc¹, Julia Moosmann², Damien Schaffner², Katharina Schmitt², Maren Kleine-Brueggeney¹

¹Deutsches Herzzentrum der Charité, Klinik für Kardioanästhesiologie und Intensivmedizin, Berlin, ²Deutsches Herzzentrum der Charité, Klinik für Angeborene Herzfehler und Kinderkardiologie, Berlin

Einleitung

Kinder mit angeborenen Herzfehlern sind chronisch krank und müssen sich häufig Folgeeingriffen oder anderen medizinischen Maßnahmen unterziehen. Angst im Zusammenhang mit solchen Eingriffen ist mit unmittelbaren und langfristigen körperlichen und emotionalen Folgen für die Betroffenen und ihre Bezugspersonen verbunden. Unser Ziel war es, die Phase unmittelbar vor herzchirurgischen und kinder-kardiologischen Eingriffen hinsichtlich Angst und anderer Patient-Reported Outcome Measures (PROM) und Patient-Reported Experience Measures (PREM) zu evaluieren.

Material und Methoden

Prospektive, monozentrische Beobachtungsstudie von Januar bis Mai 2025. Eingeschlossen wurden nach schriftlicher Einwilligung 100 Kinder < 18 Jahren, die zur elektiven Herzoperation (OP) oder Herzkatheterintervention (HK) aufgenommen wurden. Die präoperative / präinterventionelle Phase wurde mittels validierter Skalen (Parental Separation Anxiety Scale (PSAS), mYPAS-SF, HRAD) und Fragebögen durch die Kinder (sofern möglich) sowie durch Sorgeberechtigte und Behandlungsteams evaluiert. Primary Outcome war die PSAS Skala.

Ergebnisse

Es wurden 100 Kinder (Medianalter 5,7 Jahre; IQR 5 Jahre; 50% weiblich) eingeschlossen. Bei 20% wurden PSAS-Werte ≥ 3 festgestellt, welche in der Literatur als klinisch inakzeptabel gelten. 32% der Kinder vor einer OP und 22 % vor HK zeigten PSAS-Werte ≥ 3 . Kinder mit Eingriffen in der Vorgeschichte zeigten häufiger inakzeptabel hohe Werte (32% vs. 15%). Ein klinisch auffälliger mYPAS-SF > 40 wurde bei 47 % der Kinder dokumentiert. Der HRAD-Score wies bei 27% der Patient:innen im OP und 54% im HK auf erhöhte Belastung hin. Zudem wählten von 40 Kindern ab 5 Jahren 33% ein ängstliches oder sehr ängstliches Gesicht in der Gesichterskala. Nur 20 % der OP-Kinder und 50 % der HK-Kinder hatten ein EMLA[®]-Pflaster vor der Venenpunktion. Die Anzahl der Punktionsversuche lag zwischen 1 und 7. In strukturierten Nachgesprächen äußerten Eltern den Wunsch nach regelhafter medikamentöser Prämedikation, klareren Informationen über die Abläufe, klare Ansprechpartner und der Möglichkeit, beim Einschlafen des Kindes dabei zu sein.

Schlussfolgerung

Ein hoher Anteil der Kinder zeigte vor Eingriffen klinisch relevante Angstwerte und Stress-Scores. Kinder mit Voreingriffen zeigten höhere Scores. Dokumentation der Abläufe und Interviews identifizierten modifizierbare Stressoren, die künftig gezielt adressiert werden sollten, um die psychische Belastung vor Eingriffen und langfristige Folgen zu verringern.

GetReady: Evaluation of the preparation for heart surgery and cardiac catheterization in children – perspectives of children, parents and treatment teams

Daniel Catena¹, Livia Procopiuc¹, Julia Moosmann², Damien Schaffner², Katharina Schmitt², Maren Kleine-Brueggeney¹

¹Deutsches Herzzentrum der Charité, Klinik für Kardioanästhesiologie und Intensivmedizin, Berlin, ²Deutsches Herzzentrum der Charité, Klinik für Angeborene Herzfehler und Kinderkardiologie, Berlin

Introduction

Children with congenital heart defects are chronically ill and often have to undergo follow-up surgery or other medical procedures. Anxiety associated with such procedures is linked to immediate and long-term physical and emotional consequences for those affected and their caregivers. Our goal was to evaluate the immediate phase before cardiac surgery and pediatric cardiology procedures in terms of anxiety and other patient-reported outcome measures (PROM) and patient-reported experience measures (PREM).

Material and Methods

This is a prospective, single-center observational study from January to May 2025. After written consent was obtained, 100 children < 18 years of age who were admitted for elective heart surgery or cardiac catheterization were included. The preoperative/pre-interventional phase was evaluated using validated scales (Parental Separation Anxiety Scale (PSAS), mYPAS-SF, HRAD) and questionnaires completed by the children (where possible) as well as by guardians and treatment teams. The primary outcome was the PSAS scale.

Results

One hundred children (median age 5.7 years; IQR 5 years; 50% female) were included. PSAS values ≥ 3 were found in 20% of cases, which is considered clinically unacceptable in the literature. 32% of children before surgery and 22% before cardiac catheterization showed PSAS values ≥ 3 . Children with a history of interventions were more likely to have unacceptably high levels (32% vs. 15%). A clinically significant mYPAS-SF > 40 was documented in 47% of children. The HRAD score indicated increased stress in 27% of patients in the operating room and 54% in the recovery room. In addition, 33% of 40 children aged 5 and older chose an anxious or very anxious face on the face scale. Only 20% of children undergoing surgery and 50% of children undergoing cardiac catheterization received an EMLA® patch before venipuncture. The number of puncture attempts ranged from 1 to 7. In structured follow-up discussions, parents expressed a desire for regular premedication, clearer information about procedures, clear points of contact and the opportunity to be present when their child falls asleep.

Conclusion

A high proportion of children showed clinically relevant anxiety levels and stress scores prior to surgery. Children who had undergone previous surgery showed higher scores. Documentation of processes and interviews identified modifiable stressors that will be specifically addressed in the future.

Offene versus thorakoskopische Zwerchfellraffung bei Kindern mit symptomatischer Zwerchfellparalyse nach kardiochirurgischen Eingriffen: eine monozentrische Studie zu perioperativen und langfristigen Ergebnissen

Lukas Folprecht¹, Philipp Romero², Elizabeth Fonseca Escalante^{1,3}, Matthias Gorenflo⁴, Tsvetomir Loukanov¹, Philippe Grieshaber^{1,3}

¹Universitätsklinikum Heidelberg, Sektion Kinderherzchirurgie, Heidelberg, ²Universitätsklinikum Heidelberg, Klinik für Kinderchirurgie, Heidelberg, ³Universitätsklinikum Münster, Sektion Kinderherzchirurgie, Münster, ⁴Universitätsklinikum Heidelberg, Klinik für Kinderkardiologie und Angeborene Herzfehler, Heidelberg

Einleitung

Die Zwerchfellparese als Komplikation herzchirurgischer Eingriffe insbesondere bei Neonaten und Säuglingen kann eine operative Zwerchfellraffung zur Vermeidung einer prolongierten Beatmung erfordern. Hierzu stehen die offene laterale Thorakotomie (OLT) und videoassistierte Thorakoskopie (VATS) als Zugangswege zur Verfügung. In dieser Studie sollen die beiden Methoden hinsichtlich perioperativen Verlaufs und langfristiger Zwerchfellfunktion verglichen werden.

Material und Methoden

Analysiert wurden Daten von Kindern, die zwischen 2010 und 2021 eine einseitige Zwerchfellraffung nach kardiochirurgischen Eingriffen in einem Zentrum erhielten. Bei der OLT wurde das Zwerchfell mittels fortlaufender Nähte in eine Akkordeon-artige Form gerafft. In der VATS wurde das Zwerchfell nach kaudal gestülpt und mit einzelnen Knoten fixiert. Die klinische Analyse verglich die Daten von 42 Patienten (VATS n=21, OLT n=21). In einer Follow-Up-Untersuchung von 18 Pat. wurde die Zwerchfellbewegung per M-Mode-Sonographie als normal, paretisch oder gelähmt klassifiziert. Als zwerchfellspezifische Spirometrie wurden aufrecht und liegend Erhebung die forcierte Vitalkapazität (FVC) sowie die Einsekundenkapazität (FEV1) erhoben.

Ergebnisse

Die mediane Zeit bis zur Extubation nach Zwerchfellraffung betrug in beiden Gruppen einen Tag. Unterschiede in Mortalitätsraten (OLT 14%; VATS 0%; $p=0,232$) und Re-Operationsraten (OLT 4.8%; VATS 14%; $p=0,6$) waren statistisch nicht signifikant. Nach OLT wurden mehr Kinder unter fortlaufender O₂-Therapie entlassen ($p=0,062$). Die sonographische Klassifizierung zeigte leichte Unterschiede (OLT: 12% paretisch; 25% paralytisch; VATS: 63% paretisch; $p=0,12$). Bei aufrechter Messung waren die Methoden in FVC und FEV1 indifferent. Mit Wechsel in die liegende Position zeigte sich ein stärkerer FVC-Abfall in der OLT-Gruppe ($p=0,03$).

Schlussfolgerung

Beide Verfahren verhindern effektiv eine prolongierte invasive Beatmung. Unterschiede der sonographischen Klassifizierung sind am ehesten auf die Art der initialen Nervenschädigung zurückzuführen. Stärkerer Sauerstoffbedarf und FVC-Abfall nach OLT implizieren eine geringere Zwerchfellkontraktilität, womöglich aufgrund stärkerer Irritation intradiaphragmaler Nervenäste durch die akkordeonförmige Raffung.

Open versus thoracoscopic diaphragmatic repair in children with symptomatic diaphragmatic paralysis after cardiac surgery: a single-center study of perioperative and long-term outcomes

Lukas Folprecht¹, Philipp Romero², Elizabeth Fonseca Escalante^{1,3}, Matthias Gorenflo⁴, Tsvetomir Loukanov¹, Philippe Grieshaber^{1,3}

¹Universitätsklinikum Heidelberg, Sektion Kinderherzchirurgie, Heidelberg, ²Universitätsklinikum Heidelberg, Klinik für Kinderchirurgie, Heidelberg, ³Universitätsklinikum Münster, Sektion Kinderherzchirurgie, Münster, ⁴Universitätsklinikum Heidelberg, Klinik für Kinderkardiologie und Angeborene Herzfehler, Heidelberg

Introduction

Diaphragmatic paralysis as a complication of cardiac surgery, especially in neonates and infants, may require surgical diaphragmatic repair to avoid prolonged ventilation. Open lateral thoracotomy (OLT) and video-assisted thoracoscopy (VATS) are available as access routes. This study aims to compare the two methods in terms of perioperative course and long-term diaphragmatic function.

Material and Methods

Data from children who underwent unilateral diaphragmatic repair between 2010 and 2021 following cardiac surgery at one center was being analyzed. In OLT, the diaphragm was shaped into an accordion-like structure using continuous sutures. In VATS, the diaphragm was turned caudally and fixed with single knots. The clinical analysis compared data of 42 patients (VATS n=21, OLT n=21). In a follow-up examination of 18 patients, diaphragmatic movement was classified as normal, paretic, or paralyzed using M-mode sonography. As diaphragm-specific spirometry, forced vital capacity (FVC) and forced expiratory volume in one second (FEV1) were measured in the upright and supine positions.

Results

The median time to extubation after diaphragmatic repair was one day in both groups. Differences in mortality rates (OLT 14%; VATS 0%; p=0.232) and reoperation rates (OLT 4.8%; VATS 14%; p=0.6) were not statistically significant. After OLT, more children were discharged under continued O₂ therapy (p=0.062). Sonographic classification showed slight differences (OLT: 12% paretic; 25% paralyzed; VATS: 63% paretic; p=0.12). When measured upright, the methods were indifferent in FVC and FEV1. When changing to the supine position, a greater FVC decline was observed in the OLT group (p=0.03).

Conclusion

Both procedures effectively prevent prolonged invasive ventilation. Differences in sonographic classification are most likely due to the type of initial nerve damage. Higher oxygen requirements and FVC decline after OLT imply lower diaphragmatic contractility, possibly due to greater irritation of intradiaphragmatic nerve branches by accordion-like plication.

Einfluss verschiedener Perfusionsstrategien auf das kurz- und mittelfristige Outcome nach Operationen am Aortenbogen im Neugeborenen- und Säuglingsalter

Patricia Eitel¹, David Riesterer¹, Matthias Gorenflo², Helmut Rauch³, Tsvetomir Loukanov¹, Philippe Grieshaber^{1,4}

¹Universitätsklinikum Heidelberg, Sektion Kinderherzchirurgie, Heidelberg, ²Universitätsklinikum Heidelberg, Klinik für Kinderkardiologie und Angeborene Herzfehler, Heidelberg, ³Universitätsklinikum Heidelberg, Klinik für Anästhesiologie, Heidelberg, ⁴Universitätsklinikum Münster, Sektion Kinderherzchirurgie, Münster

Einleitung

Bei Aorten Chirurgie im Neugeborenen- oder Säuglingsalter kommen verschiedene Perfusionsstrategien in Frage: der tief hypotherme Kreislaufstillstand (deep hypothermic circulatory arrest, DHCA), antegrade cerebraler Perfusion (ACP) oder ACP kombiniert mit Perfusion der unteren Körperhälfte (whole body perfusion, WBP), z.B. über die A. femoralis. Physiologische Perfusion mit weniger Kühlung zielt auf reduzierte Nebenwirkungen (Sekundärorganschäden, Gerinnungsstörungen, Inflammation) ab. In dieser retrospektiven Analyse wurde untersucht, welche Auswirkungen die verschiedenen Perfusionsstrategien auf das kurz- und langfristige Outcome haben.

Material und Methoden

Untersucht wurden Patienten, die sich zwischen 2008 und 2023 in einem Zentrum einer Aortenbogen-OP mit Herz-Lungen-Maschine im Neugeborenen- oder Säuglingsalter unterzogen haben und bei denen DHCA, ACP oder WBP angewandt wurde. Neben dem Überleben wurden kurzfristige Parameter wie Organdysfunktionen (Niere, Leber, Darm) verglichen.

Ergebnisse

226 Patienten (medianes Alter bei OP 19Tage), medianes Gewicht 3.600g) wurden eingeschlossen (DHCA n=84, ACP n=115, WBP n=27). Die 30-Tagesmortalität (DHCA 6.0%, ACP 6.4%, WBP 7.4%; p=0.9) war vergleichbar. Subgruppenanalysen (Alter, Gewicht, Geschlecht) zeigten keine signifikanten Assoziationen zwischen Perfusionsstrategie und Mortalität. Patienten in der ACP- und WBP-Gruppe hatten höhere Raten normaler Nierenfunktion (25,2 % und 26,9 %) im Vergleich zur DHCA-Gruppe (16,7 %) innerhalb 24h postoperativ. Die Analyse der Leberfunktionsparameter GOT, GPT, Gamma-GT zeigten tendenziell niedrigere Verlaufswerte und eine schnellere Regredienz in den Normalbereich bei den ACP- und WBP-Gruppen als bei der DHCA-Gruppe. Die maximalen Serum-Laktatspiegel nach Abgang von der HLM waren in der WBP-Gruppe (20mg/dl) signifikant niedriger als in der ACP- (27mg/dl) und in der DHCA-Gruppe (29mg/dl, p=0.009). In den ersten 18h postoperativ blieben diese signifikanten Unterschiede erhalten. Postoperative nekrotisierende Enterocolitis oder neurologische Komplikationen traten in den Gruppen vergleichbar häufig auf. Das Überleben nach im Median 1000 Tagen war in der WBP- (92.6%) und der ACP-Gruppe (91.9%) besser als in der DHCA-Gruppe (86.6%; p=0.04). Ischämische oder Blutungskomplikationen nach Femoralarterienkanülierung traten nicht auf.

Schlussfolgerung

Physiologische Perfusionsverfahren bei Aortenbogenoperationen bei Neugeborenen und Säuglingen sind sicher und mit reduzierter Sekundärorgandysfunktion und verbessertem Outcome assoziiert.

Influence of different perfusion strategies on short- and medium-term outcomes after aortic arch surgery in newborns and infants

Patricia Eitel¹, David Riesterer¹, Matthias Gorenflo², Helmut Rauch³, Tsvetomir Loukanov¹, Philippe Grieshaber^{1,4}

¹Universitätsklinikum Heidelberg, Sektion Kinderherzchirurgie, Heidelberg, ²Universitätsklinikum Heidelberg, Klinik für Kinderkardiologie und Angeborene Herzfehler, Heidelberg, ³Universitätsklinikum Heidelberg, Klinik für Anästhesiologie, Heidelberg, ⁴Universitätsklinikum Münster, Sektion Kinderherzchirurgie, Münster

Introduction

Various perfusion strategies can be considered for aortic surgery in newborns or infants: deep hypothermic circulatory arrest (DHCA), antegrade cerebral perfusion (ACP) or ACP combined with perfusion of the lower half of the body (whole body perfusion, WBP), e.g., via the femoral artery. Physiological perfusion with less cooling aims to reduce side effects (secondary organ damage, coagulation disorders, inflammation). This retrospective analysis examined the effects of different perfusion strategies on short- and long-term outcomes.

Material and Methods

The study examined patients who underwent aortic arch surgery with a heart-lung machine at a center between 2008 and 2023 as newborns or infants and who underwent DHCA, ACP or WBP. In addition to survival, short-term parameters such as organ dysfunction (kidney, liver, intestine) were compared.

Results

226 patients (median age at surgery 19 days, median weight 3,600 g) were included (DHCA n=84, ACP n=115, WBP n=27). The 30-day mortality rate (DHCA 6.0%, ACP 6.4%, WBP 7.4%; p=0.9) was comparable. Subgroup analyses (age, weight, gender) showed no significant associations between perfusion strategy and mortality. Patients in the ACP and WBP groups had higher rates of normal renal function (25.2% and 26.9%) compared to the DHCA group (16.7%) within 24 hours after surgery. Analysis of the liver function parameters GOT, GPT and gamma-GT showed a tendency toward lower values over time and a faster regression to normal levels in the ACP and WBP groups than in the DHCA group. The maximum serum lactate levels after removal from the HLM were significantly lower in the WBP group (20 mg/dl) than in the ACP group (27 mg/dl) and the DHCA group (29 mg/dl, p=0.009). These significant differences remained unchanged during the first 18 hours after surgery. Postoperative necrotizing enterocolitis or neurological complications occurred with comparable frequency in the groups. Survival after a median of 1000 days was better in the WBP (92.6%) and ACP (91.9%) groups than in the DHCA group (86.6%; p=0.04). No ischemic or hemorrhagic complications occurred after femoral artery cannulation.

Conclusion

Physiological perfusion techniques in aortic arch surgery in newborns and infants are safe and associated with reduced secondary organ dysfunction and improved outcomes.

Prädiktoren und klinische Relevanz perioperativer Myokardschädigung bei kinderherzchirurgischen Eingriffen

Martina Minkov¹, Matthias Gorenflo², Tsvetomir Loukanov³, Philippe Grieshaber^{3,4}

¹Sigmund-Freud Universität Wien, Wien, Österreich, ²Universitätsklinikum Heidelberg, Klinik für Kinderkardiologie und Angeborene Herzfehler, Heidelberg, ³Universitätsklinikum Heidelberg, Sektion Kinderherzchirurgie, Heidelberg, ⁴Universitätsklinikum Münster, Sektion Kinderherzchirurgie, Münster

Einleitung

In der Kinderherzchirurgie bleiben Myokardprotektion und perioperative Myokardschädigung relevante Herausforderungen. Für kinderherzchirurgische Eingriffe existieren wenig Daten zu postoperativen Normwerten kardialer Biomarkerausschüttung. Diese Studie untersuchte Prädiktoren und die prognostische Relevanz perioperativer Ausschüttung myokardialer Nekroseparameter nach korrigierenden Eingriffen bei angeborenen Herzfehlern (AHF) unter Verwendung der Herz-Lungen-Maschine (HLM).

Material und Methoden

607 pädiatrische Patienten im Alter von 0 bis 5 Jahren, die zwischen 2019 und 2023 eine korrigierende Operation bei AHF mit HLM erhalten haben wurden untersucht. Die Myokardschädigung wurde anhand von vier Biomarkern beurteilt: Troponin T, Kreatinkinase-MB (CK-MB), Kreatinkinase (CK) und Laktat. Zusammenhänge zwischen prädiktiven Faktoren und Biomarkererhöhungen sowie deren Korrelation mit klinischen Outcomes wurden mittels linearer Regressionen und linearen Mischmodellen analysiert.

Ergebnisse

Längere Dauer der HLM, verlängerte Aortenklemmzeit, Körperkreislaufstillstand, jüngeres Alter, minimale intraoperative Körpertemperatur, größere Menge an Kardioplegielösung und höhere Aristotle Basic Scores waren prädiktiv für eine stärkere perioperative Myokardschädigung. Die maximale Biomarker-Ausschüttung nach der Operation korrelierte mit Mortalität, verlängerter mechanischer Beatmung, längeren Krankenhausaufenthalten, Re-Operationen, Dialyse- und ECMO-Bedarf sowie erhöhtem Bedarf medikamentöser Kreislaufunterstützung. Troponin und Laktat zeigten die stärksten Korrelationen mit 30- und 90-Tage-Mortalität. Die Schwellenwertanalyse ergab für die Vorhersage der 30-Tages-Mortalität die Cut-offs von 3856,5 pg/mL (Sensitivität: 71,4%; Spezifität: 76,0%) für Troponin und 32,1 mg/dL (Sensitivität: 85,7%; Spezifität: 77,2%) für Laktat.

Schlussfolgerung

Mehrere Faktoren tragen signifikant zur perioperativen Myokardschädigung bei kinderherzchirurgischen Eingriffen bei. Das Ausmaß der Myokardschädigung korreliert eng mit postoperativen Komplikationen. Während Troponin und CK-MB als spezifischere Herzmarker gelten, zeigte das Serum-Laktat die größte Vorhersagekraft für die Mortalität, wahrscheinlich als Surrogat für metabolischen Stress und Organfunktionsstörungen. Angesichts des Mangels an standardisierten Cut-off-Werten für kardiale Biomarkerausschüttung bei kinderherzchirurgischen Eingriffen bietet diese Studie wertvolle Orientierungspunkte und hebt die Notwendigkeit für altersspezifische Normwerte hervor.

Predictors and clinical relevance of perioperative myocardial injury in pediatric cardiac surgery

Martina Minkov¹, Matthias Gorenflo², Tsvetomir Loukanov³, Philippe Grieshaber^{3,4}

¹Sigmund-Freud Universität Wien, Wien, Österreich, ²Universitätsklinikum Heidelberg, Klinik für Kinderkardiologie und Angeborene Herzfehler, Heidelberg, ³Universitätsklinikum Heidelberg, Sektion Kinderherzchirurgie, Heidelberg, ⁴Universitätsklinikum Münster, Sektion Kinderherzchirurgie, Münster

Introduction

Myocardial protection and perioperative myocardial damage remain relevant challenges in pediatric cardiac surgery. There is little data available on postoperative normal values for cardiac biomarker release in pediatric cardiac surgery. This study investigated predictors and the prognostic relevance of perioperative release of myocardial necrosis parameters after corrective surgery for congenital heart defects (CHD) using a heart-lung machine (HLM).

Material and Methods

Between 2019 and 2023, 609 pediatric patients aged 0 to 5 years who underwent corrective surgery for AHF with HLM were examined. Myocardial damage was assessed using four biomarkers: Troponin T, creatine kinase MB (CK-MB), creatine kinase (CK) and lactate. Correlations between predictive factors and biomarker elevations, as well as their correlation with clinical outcomes, were analyzed using linear regressions and linear mixed models.

Results

Longer duration of HLM, prolonged aortic clamping time, circulatory arrest, younger age, minimal intraoperative body temperature, larger amount of cardioplegic solution and higher Aristotle Basic Scores were predictive of greater perioperative myocardial injury. Maximum biomarker release after surgery correlated with mortality, prolonged mechanical ventilation, longer hospital stays, reoperations, need for dialysis and ECMO and increased need for pharmacological circulatory support. Troponin and lactate showed the strongest correlations with 30- and 90-day mortality. The threshold analysis yielded cut-offs of 3856.5 pg/mL (sensitivity: 71.4%; specificity: 76.0%) for troponin and 32.1 mg/dL (sensitivity: 85.7%; specificity: 77.2%) for lactate.

Conclusion

Several factors contribute significantly to perioperative myocardial damage in pediatric cardiac surgery. The extent of myocardial damage correlates closely with postoperative complications. While troponin and CK-MB are considered more specific cardiac markers, serum lactate showed the greatest predictive power for mortality, probably as a surrogate for metabolic stress and organ dysfunction. Given the lack of standardized cut-off values for cardiac biomarker release in pediatric cardiac surgery, this study provides valuable guidance and highlights the need for age-specific reference values.

Pulmonalklappendilatation bei fröhsymptomatischer Fallot-Tetralogie: Erste palliative Maßnahme und Einfluß ballonbedingter Klappeneinrisse auf die chirurgische Strategie

Claudia Arenz¹, Nathalie Mini²

¹Uni Klinik Bonn, Abteilung für Kinderherzchirurgie, Bonn, ²Uni Klinik Bonn, Abteilung für Kinderkardiologie, Bonn

Einleitung

Die optimale primäre Behandlung fröhsymptomatischer Fallot-Patienten wird nach wie vor kontrovers diskutiert, insbesondere bei vorherrschender Pulmonalklappenstenose.

Ziel dieser retrospektiven Studie ist die Evaluation der Pulmonalklappendilatation (BVP) als initiale palliative Intervention bei TOF und die Analyse der Auswirkungen balloninduzierter Klappeneinrisse (balloon-related cusp tears, BRCTs) auf die spätere chirurgische Strategie.

Material und Methoden

Untersucht wurden 19 Neonaten und Säuglinge mit TOF, die zwischen 2020 und 2024 eine BVP als erste Maßnahme erhielten. Erfasst wurden die Verbesserung der Sauerstoffsättigung, das Wachstum der Pulmonalklappe (PV) und der Pulmonalarterien sowie die Häufigkeit und Schwere von BRCTs. Zudem wurden die resultierenden Operationsverfahren dokumentiert.

Ergebnisse

Die mediane Sättigung stieg signifikant von 70 % (45–98) auf 90 % (74–98; $p = 0,03$). Eine erneute Entsättigung trat bei sieben Patienten auf; zwei benötigten eine Reintervention, fünf eine vorgezogene Korrektur. Zum Zeitpunkt der Korrektur verbesserte sich der Z-Score der PV von –3,7 auf –2,1. Der Druckgradient sank von 50 auf 38 mmHg. Die Z-Scores von LPA und RPA zeigten ebenfalls eine deutliche Tendenz zur Verbesserung. Insgesamt wurden 14 Patienten elektiv korrigiert. BRCTs wurden bei acht Patienten festgestellt, ohne Einfluss auf die Wahl der Operationsmethode. Bei sieben erfolgte ein transannulärer Patch, bei elf war eine klappenerhaltende Technik möglich – darunter auch bei sieben Patienten mit BRCTs.

Schlussfolgerung

Die BVP bei fröhsymptomatischer TOF mit dominanter Pulmonalklappenstenose stellt eine sichere und effektive palliative Maßnahme dar. Sie verbessert die Sättigung, unterstützt das Wachstum des Lungengefäßbettes und ermöglicht häufig eine spätere klappenerhaltende Korrektur. BRCTs beeinflussen die chirurgische Strategie nicht negativ.

Pulmonary Valve Dilation in Early-Symptomatic Tetralogy of Fallot: Initial Palliative Intervention and Influence of Balloon-Related Cusp Tears on Surgical Strategy

Claudia Arenz¹, Nathalie Mini²

¹Uni Klinik Bonn, Abteilung für Kinderherzchirurgie, Bonn, ²Uni Klinik Bonn, Abteilung für Kinderkardiologie, Bonn

Introduction

The optimal primary treatment of early-symptomatic Fallot patients remains controversial, particularly in cases of prevalent pulmonary valve stenosis.

The aim of this retrospective study is to evaluate pulmonary valve dilation (BVP) as an initial palliative intervention in TOF and to analyze the impact of balloon-related cusp tears (BRCTs) on subsequent surgical strategy.

Material and Methods

19 neonates and infants with TOF who received BVP as their first intervention between 2020 and 2024 were examined. Improvement in oxygen saturation, growth of the pulmonary valve (PV) and of the pulmonary arteries, and the frequency and severity of BRCTs were recorded. The resulting surgical procedures were also documented.

Results

Median saturation increased significantly from 70% (45–98) to 90% (74–98; $p = 0.03$). Recurrent desaturation occurred in seven patients; two required reintervention, and five required early correction. At the time of correction, the PV Z-score improved from -3.7 to -2.1 . The pressure gradient decreased from 50 to 38 mmHg. The LPA and RPA Z-scores also showed a clear trend toward improvement. A total of 14 patients underwent elective repair. BRCTs were detected in eight patients, without influencing the choice of surgical approach. Seven underwent a transannular patch, and eleven underwent a valve-preserving procedure – including seven patients with BRCTs.

Conclusion

BVP for early-symptomatic TOF with dominant pulmonary valve stenosis is a safe and effective palliative procedure. It improves saturation, promotes the growth of the pulmonary vascular bed, and often allows for later valve-preserving repair. BRCTs do not negatively influence the surgical strategy.

Einsatz neuartiger Doppellumen ECMO-Kanüle für eine stufenweise Therapieanpassung ohne chirurgische Intervention

Nicola Kwapil^{1,2}, Andreas Teske^{2,3}, Louise Polster^{2,3}, Wolfgang Wällisch⁴, Annika Weigelt⁴, Onise Chaduneli⁵, Ariawan Purbojo⁵, Frank Münch³

¹Universitätsmedizin der Johannes-Gutenberg-Universität Mainz, Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie - Kinderherzchirurgie, Mainz, ²WKK Perfusionsservice GmbH & Co. KG, Mainz, ³Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Klinik für Herzchirurgie – Sektion Perfusiologie und Technische Medizin, Erlangen, ⁴Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Kinderkardiologie, Erlangen, ⁵Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Klinik für Herzchirurgie, Erlangen

Einleitung

Ein Neugeborenes mit unerkannter Transposition der großen Arterien wurde nach rascher postnataler Verschlechterung und kurzer Reanimation aus einem kommunalen Krankenhaus in ein spezialisiertes Zentrum verlegt. Bei kardialer Dekompensation erfolgte ein Rashkind-Manöver. Nach hämodynamischer Stabilisierung wurde am 4. Lebenstag die arterielle Switch-Operation durchgeführt. Intraoperativ traten in der Reperfusionphase respiratorische Probleme mit pulmonaler Hämorrhagie auf. Aufgrund einer 272-minütigen EKZ, ausgeprägter Koagulopathie, progredienter pulmonaler Verschlechterung und eingeschränkter linksventrikulärer Funktion wurde eine zentrale VA-ECMO bei offenem Thorax indiziert. Wegen persistierender diffuser Blutungen erfolgte am 4. postoperativen Tag der sekundäre Thoraxverschluss mit Anpassung der ECMO-Therapieziele.

Material und Methoden

Hierzu war die Umstellung auf eine cervicale VA-ECMO erforderlich. Erstmals in Europa wurde eine neuartige 13 Fr. Dual-Lumen-Kanüle (Crescent RA, Medtronic) implantiert. Der atypische Kanüleneinsatz erfolgte ausschließlich als Drainage-Komponente einer VA-ECMO über einen Y-Konnektor an den venösen ECMO-Schlauch. Arteriell wurde ein 8 Fr. arterielle Kanüle direkt in die rechte Arteria carotis communis implantiert. Dies ermöglicht einen unkomplizierten Wechsel auf eine VV-ECMO ohne erneute größere chirurgische Intervention.

Ergebnisse

Nach initialen Drainageproblemen erfolgte am Folgetag die Umstellung auf eine V-VA-ECMO. Durch eine Drosselklemme sowie zusätzliches Flussmesssystem wurden der veno-venöse und veno-arterielle Anteil situationsabhängig jeweils reguliert. Dieses Setting führte zu einer klinischen Stabilisierung des Patienten. Am 9. postoperativen OP Tag wurde die V-VA ECMO auf eine VV-ECMO umgestellt. Nach kurzzeitiger VV-ECMO-Unterstützung sowie kontrollierten Weaning-Test erfolgte die erfolgreiche Explantation.

Schlussfolgerung

Die Dual-Lumen-Kanüle ermöglicht nach technisch unkomplizierter Einführung eine präzise Positionierung im rechten Vorhof ohne zwingende Lage in der Vena cava inferior. Dies erleichtert die Implantation und erlaubt eine flexiblere Lagerung der Patienten bei reduziertem Dislokationsrisiko. Die Crescent RA-Kanüle wies als reine Drainagekanüle aufgrund ihres begrenzten Lumendurchmessers Flusslimitationen auf. Dennoch bietet dieses Vorgehen im Rahmen einer geplanten, gestuften ECMO-Strategie deutliche Vorteile und kann insbesondere im Hinblick auf spätere Konfigurationswechsel als vielversprechender Ansatz betrachtet werden.

Use of innovative double-lumen ECMO cannula for gradual therapy adjustment without surgical intervention

Nicola Kwapil^{1,2}, Andreas Teske^{2,3}, Louise Polster^{2,3}, Wolfgang Wällisch⁴, Annika Weigelt⁴, Onise Chaduneli⁵, Ariawan Purbojo⁵, Frank Münch³

¹Universitätsmedizin der Johannes-Gutenberg-Universität Mainz, Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie – Kinderherzchirurgie, Mainz, ²WKK Perfusionsservice GmbH & Co. KG, Mainz, ³Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Klinik für Herzchirurgie – Sektion Perfusiologie und Technische Medizin, Erlangen, ⁴Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Kinderkardiologie, Erlangen, ⁵Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Klinik für Herzchirurgie, Erlangen

Introduction

A newborn with undiagnosed transposition of the great arteries was transferred from a community hospital to a specialized center after rapid postnatal deterioration and brief resuscitation. Due to cardiac decompensation, a Rashkind maneuver was performed. After hemodynamic stabilization, the arterial switch operation was performed on day 4. Intraoperatively, respiratory problems with pulmonary hemorrhage occurred during the reperfusion phase. Due to a 272-minute ECC, pronounced coagulopathy, progressive pulmonary deterioration and impaired left ventricular function, central VA-ECMO with open chest was indicated. Due to persistent diffuse bleeding, secondary thoracic closure was performed on post-op day 4 with adjustment of the ECMO therapy targets.

Material and Methods

This required a switch to cervical VA-ECMO. A novel 13 Fr. dual-lumen cannula (Crescent RA, Medtronic) was implanted for the first time in Europe. The atypical cannula was used exclusively as a drainage component of VA-ECMO via a Y-connector to the venous ECMO tube. An 8 Fr. arterial cannula was implanted directly into the right common carotid artery. This enables a straightforward switch to VV-ECMO without the need for further major surgical intervention.

Results

After initial drainage problems, the patient was switched to V-VA ECMO on the following day. A throttle clamp and an additional flow measurement system were used to regulate the veno-venous and veno-arterial proportions depending on the situation. This setting enabled the clinical stabilization of the patient. On post-op day 9, the V-VA ECMO was switched to a VV ECMO. After brief VV-ECMO support and a controlled weaning test, the explantation was successfully performed.

Conclusion

After a technically uncomplicated insertion, the dual-lumen cannula enables precise positioning in the right atrium without requiring placement in the inferior vena cava. This facilitates implantation and allows for more flexible patient positioning with a reduced risk of dislocation. As a pure drainage cannula, the Crescent RA cannula exhibited flow limitations due to its limited lumen diameter. Nevertheless, this approach offers clear advantages within the framework of a planned, phased ECMO strategy and can be considered a promising approach, in particular with regard to subsequent configuration changes.

Erhöht eine Schwangerschaft die Degeneration von dezellularisierten Aorten- oder Pulmonalklappenhomografts?

Elena Petena¹, Tomislav Cvitkovic¹, Dmitry Bobylev¹, Murat Avsar¹, Mechthild Westhoff-Bleck², Philipp Beerbaum³, Dietmar Boethig¹, Bastian Schmack¹, Alexander Horke¹, Samir Sarikouch¹

¹Medizinische Hochschule Hannover, Klinik für Herz-, Thorax-, Transplantations- und Gefäßchirurgie, Hannover, ²Medizinische Hochschule Hannover, Klinik für Kardiologie und Angiologie, Hannover, ³Medizinische Hochschule Hannover, Klinik für Pädiatrische Kardiologie und Intensivmedizin, Hannover

Einleitung

Eine zunehmende Zahl junger Frauen unterzieht sich aufgrund angeborener Fehlbildungen, Endokarditis oder rheumatologischer Erkrankungen einem Herzklappenersatz und erreicht anschließend das gebärfähige Alter. Während verschiedene Studien die Auswirkungen einer Schwangerschaft auf unterschiedliche Klappenersatztypen untersucht haben, liegen bislang keine Daten zu den Ergebnissen von dezellularisierten aortalen Homografts (DAH) und pulmonalen Homografts (DPH) vor. Ziel dieser Studie ist es, die Auswirkungen einer Schwangerschaft auf diese zellfreien Klappenimplantate in der Aorten- und Pulmonalposition zu untersuchen.

Material und Methoden

Seit 2009 wurden in unserem Zentrum 252 DPH und 224 DAH implantiert. Unter diesen unterliefen 5 Patientinnen nach DPH-Implantation insgesamt 6 Schwangerschaften, 4 Patientinnen nach DAH-Implantation sowie 2 Patientinnen mit sowohl dezellularisiertem Aorten- als auch Pulmonalklappenersatz (DAH+DPH) trugen jeweils eine Schwangerschaft aus. Die Klappenfunktionalität wurde retrospektiv während der Schwangerschaft sowie im früh- bis mittelfristigen Verlauf analysiert.

Ergebnisse

Alle Patientinnen waren nach einem medianen Follow-up von 3,23 Jahren (Spanne: 0,2–9,67 Jahre) nach der Schwangerschaft und 8,4 Jahren (Spanne: 2,76–14,89 Jahre) nach der Klappenoperation am Leben. Drei Patientinnen nach Aortenklappenersatz mit DAH mussten sich einem erneuten Klappenersatz unterziehen, wobei die Indikation in zwei Fällen eine Klappendegeneration und in einem Fall eine akute Endokarditis war. Diese Eingriffe erfolgten 9,67 Jahre, 0,85 Jahre und 1,32 Jahre nach der Schwangerschaft (entsprechend 10,64; 4,84 und 7,61 Jahre nach der Implantation).

Eine DPH-Patientin benötigte 7,51 Jahre nach der Schwangerschaft (8,79 Jahre nach der Implantation) eine Ballonvalvuloplastie aufgrund einer Pulmonalstenose.

Alle Schwangerschaften verliefen komplikationslos, alle Kinder wurden gesund geboren.

Bei den DPH-Patientinnen stieg der mittlere echokardiographisch gemessene vor der Schwangerschaft im Vergleich zum letzten Follow-up durchschnittlich um 1,26 mmHg (Range: –9 bis +8 mmHg).

Bei den DAH-Patientinnen stieg der mittlere Gradient um 12,9 mmHg (Range: 4,0 bis 39 mmHg), wobei eine Patientin eine mittelgradige bis schwere Insuffizienz entwickelte.

Schlussfolgerung

Während wir bei dezellularisierten Pulmonalhomografts durch die Schwangerschaft keine beschleunigte Degeneration feststellen konnten, können wir dies bei dezellularisierten Aortenhomografts aufgrund der geringen Fallzahl nicht ausschließen.

Does pregnancy increase the degeneration of decellularized aortic or pulmonary valve homografts?

Elena Petena¹, Tomislav Cvitkovic¹, Dmitry Bobylev¹, Murat Avsar¹, Mechthild Westhoff-Bleck², Philipp Beerbaum³, Dietmar Boethig¹, Bastian Schmack¹, Alexander Horke¹, Samir Sarikouch¹

¹Medizinische Hochschule Hannover, Klinik für Herz-, Thorax-, Transplantations- und Gefäßchirurgie, Hannover, ²Medizinische Hochschule Hannover, Klinik für Kardiologie und Angiologie, Hannover, ³Medizinische Hochschule Hannover, Klinik für Pädiatrische Kardiologie und Intensivmedizin, Hannover

Introduction

An increasing number of young women undergo heart valve replacement due to congenital malformations, endocarditis or rheumatic diseases and subsequently reach childbearing age. While various studies have investigated the effects of pregnancy on different types of valve replacement, no data are currently available on the outcomes of decellularized aortic homografts (DAH) and pulmonary homografts (DPH). The aim of this study is to investigate the effects of pregnancy on these cell-free valve implants in the aortic and pulmonary positions.

Material and Methods

Since 2009, 252 DPH and 224 DAH devices have been implanted at our center. Among these, 5 patients had a total of 6 pregnancies after DPH implantation, 4 patients after DAH implantation and 2 patients with both decellularized aortic and pulmonary valve replacement (DAH+DPH) each carried a pregnancy to term. Valve function was analyzed retrospectively during pregnancy and in the early to medium term.

Results

All patients were alive after a median follow-up of 3.23 years (range: 0.2–9.67 years) after pregnancy and 8.4 years (range: 2.76–14.89 years) after valve surgery. Three patients who had undergone aortic valve replacement with DAH had to undergo another valve replacement, in two cases due to valve degeneration and acute endocarditis in one case. These procedures were performed 9.67 years, 0.85 years and 1.32 years after pregnancy (corresponding to 10.64, 4.84 and 7.61 years after implantation). A DPH patient required balloon valvuloplasty due to pulmonary stenosis 7.51 years after pregnancy (8.79 years after implantation). All pregnancies proceeded without complications, and all children were born healthy. In DPH patients, the mean echocardiographically measured value before pregnancy increased by an average of 1.26 mmHg (range: –9 to +8 mmHg) compared to the last follow-up. In DAH patients, the mean gradient increased by 12.9 mmHg (range: 4.0 to 39 mmHg), with one patient developing moderate to severe insufficiency.

Conclusion

While we did not observe accelerated degeneration in decellularized pulmonary homografts during pregnancy, we cannot rule this out in decellularized aortic homografts due to the small number of cases.

Kinder ECMO Fahrtrage 2.0 – eine standardisierte Lösung für Deutschland

Nicola Kwapil^{1,2}, Georg Daniel Duerr³, Oliver Miera⁴, Yvonne Emmermacher⁴, Frank Münch⁵, Dunja Renner⁶

¹Universitätsmedizin der Johannes-Gutenberg-Universität Mainz, Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie – Kinderherzchirurgie, Mainz, ²WKK Perfusionsservice GmbH & Co. KG, Mainz, ³Universitätsmedizin der Johannes-Gutenberg-Universität Mainz, Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie – Kinderherzchirurgie, Mainz, ⁴Deutsches Herzzentrum der Charité, Klinik für Angeborene Herzfehler – Kinderkardiologie, Berlin, ⁵Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Klinik für Herzchirurgie – Sektion Perfusiologie und Technische Medizin, Erlangen, ⁶Deutsches Herzzentrum München, Klinik für angeborene Herzfehler und Kinderkardiologie, München

Einleitung

Die Interhospitaltransport-Versorgung pädiatrischer Patienten mit ECMO erfordert spezialisierte, sichere und effiziente Lösungen, insbesondere bei einem Gewicht ab 4 kg und bis 150 cm. Die Entwicklung einer innovativen Fahrtrage zielt darauf ab, alle für den ECMO Einsatz notwendigen medizinischen Geräte in einer kompakten, ergonomischen Einheit zu integrieren. Ziel ist es, eine multifunktionale Plattform zu schaffen, die den spezifischen Anforderungen der pädiatrischen Perfusions- und Intensivmedizin gerecht wird. Durch die Standardisierung wird die Behandlungssicherheit, Mobilität und Handhabung erhöht, bei gesicherter schneller Verfügbarkeit und Einsatzbereitschaft.

Material und Methoden

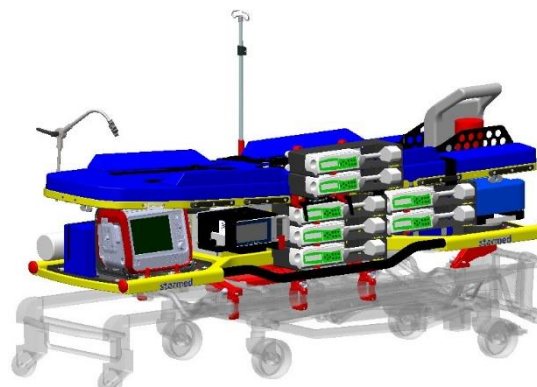
Im Kinderklinikenkonsortium wurde eine Intensivtrage in Sandwichbauweise mit einem Industriepartner (Starmed, Stetten am Bodensee) entwickelt. Diese neuartige, modular aufgebaute Fahrtrage wurde auf Basis computerbasierter Simulationen konzipiert und konstruiert, die alle essenzielle Medizintechnik für die pädiatrische Maximaltherapie integriert. Diese umfassen eine ECMO-Einheit mit Gasblender und Hypothermiegerät, Beatmungsgerät mit optionaler NO-Therapiemöglichkeit, sechs Perfusoren sowie eine Absaugeinrichtung und eine zeitweise autarke Stromversorgung. Die Geräte müssen im Einsatz eine leichte Bedienbarkeit bzw. Zugänglichkeit mit hoher Ergonomie aufweisen. Zur Gasversorgung mussten drei Gasflaschen (O₂, Air und NO) integriert werden. Die Fixation aller aufgeführten Technik muss vorschriftsmäßig auf der Trage gesichert sein.

Ergebnisse

Die neu entwickelte Fahrtrage ermöglicht eine sichere Verlastung aller medizinischen Geräte bei minimalem Platzbedarf. Besonderes Augenmerk lag auf der ergonomischen Gestaltung, sodass alle Geräte jederzeit im Einsatz bedient werden können; insbesondere auch im engen Raum eines Hubschraubers. Die Integration der Geräte in einer zentralen Ebene erleichtert die Handhabung, reduziert Kabel- und Schlauchunordnung und verbessert die Zugänglichkeit für das Behandlungsteam.

Schlussfolgerung

Die innovative Fahrtrage stellt eine vielversprechende Lösung für die pädiatrische Perfusions- und Intensivmedizin dar. Durch die effiziente Integration aller benötigten Geräte in einer sicheren, mobilen Plattform wird die Behandlungssicherheit erhöht und die Einsatzzeiten können deutlich verbessert werden. In Studien wird die Funktionalität überprüft, um diese Fahrtrage weiter an die Gegebenheiten der Routineversorgung anzupassen.



Kinder ECMO Fahrtrage 2.0

Pediatric ECMO transport stretcher 2.0 – a standardized solution for Germany

Nicola Kwapil^{1,2}, Georg Daniel Duerr³, Oliver Miera⁴, Yvonne Emmermacher⁴, Frank Münch⁵, Dunja Renner⁶

¹Universitätsmedizin der Johannes-Gutenberg-Universität Mainz, Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie – Kinderherzchirurgie, Mainz, ²WKK Perfusionsservice GmbH & Co. KG, Mainz, ³Universitätsmedizin der Johannes-Gutenberg-Universität Mainz, Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie – Kinderherzchirurgie, Mainz, ⁴Deutsches Herzzentrum der Charité, Klinik für Angeborene Herzfehler – Kinderkardiologie, Berlin, ⁵Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Klinik für Herzchirurgie – Sektion Perfusiologie und Technische Medizin, Erlangen, ⁶Deutsches Herzzentrum München, Klinik für angeborene Herzfehler und Kinderkardiologie, München

Introduction

Interhospital transport care for pediatric patients with ECMO requires specialized, safe and efficient solutions, especially for patients weighing 4 kg or more and measuring up to 150 cm. The development of an innovative transport stretcher aims to integrate all medical devices necessary for ECMO use into a compact, ergonomic unit. The aim is to create a multifunctional platform that meets the specific requirements of pediatric perfusion and intensive care medicine. Standardization increases treatment safety, mobility and ease of use, while ensuring rapid availability and operational readiness.

Material and Methods

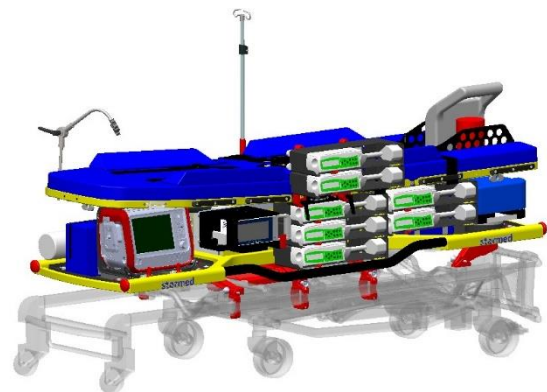
The Children's Hospital Consortium developed a sandwich-construction intensive care stretcher in collaboration with an industrial partner (Starmed, Stetten/Bodenseekreis). This innovative, modular stretcher was designed and constructed on the basis of computer simulations, integrating all essential medical technology for maximum pediatric care. These include an ECMO unit with gas blender and hypothermia device, ventilator with optional NO therapy option, six perfusors, a suction device and a temporary self-sufficient power supply. The devices must be easy to use and accessible with high ergonomics during operation. Three gas cylinders (O₂, air and NO) had to be integrated for the gas supply. All listed equipment must be secured to the stretcher in accordance with regulations.

Results

The newly developed transport stretcher enables all medical equipment to be securely stowed away with minimal space requirements. Special attention was paid to ergonomic design so that all devices can be operated at any time during use, especially in the confined space of a helicopter. Integrating the devices at a central level simplifies handling, reduces cable and tube clutter and improves accessibility for the treatment team.

Conclusion

The innovative transport stretcher represents a promising solution for pediatric perfusion and intensive care medicine. The efficient integration of all necessary devices into a secure, mobile platform increases treatment safety and significantly improves operating times. Studies are being conducted to test the functionality of this stretcher in order to further adapt it to the conditions of routine care.



Pediatric ECMO transport stretcher 2.0

Anästhesie bei Kindern mit angeborenen Herzfehlern für nicht kardiochirurgische Eingriffe

Johanna Henriette Steinberg*, Florian Rahlfs*, Christiane Beck

Medizinische Hochschule Hannover, Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin, Hannover

Einleitung

Bei Kindern mit angeborenen Herzfehlern werden neben kardiochirurgischen Eingriffen häufig auch nicht kardiochirurgische Eingriffe notwendig. Sie bilden eine sehr heterogene Patientengruppe mit einem erhöhten perioperativen Risiko in Abhängigkeit von der Schwere des Herzfehlers.

Die Arbeit soll eine Grundlage bilden, eine prospektive, multizentrische Studie zum anästhesiologischen Management dieser Kinder durchzuführen. Ziel ist es die perioperative Sicherheit zu erhöhen und apparative, personelle und intensivstationäre Ressourcen zu schonen.

Material und Methoden

Es findet eine retrospektive Datenanalyse von Narkosen bei Kindern mit angeborenen Herzfehlern statt. Die Einordnung der Herzfehler orientiert sich an der „ACS NSQIP Classification of CHD Based on Residual Lesion Burden and Functional Status“. Es werden alle Fälle von 2013 bis 2023 ausgewertet. Bis dato sind 237 Fälle ausgewertet, der weitere Einschluss läuft.

Ergebnisse

Das Alter der Kinder lag im Median bei 56,5 Monaten, 57,4% der Kinder waren weiblich, 46,4 % waren Minor CHD, 31,2% Major CHD und 22,4% Severe CHD klassifiziert. Kinder mit Minor CHD waren im Median 55,5 Monate alt, hatten in 53,1% einen ASA-Status ³3 und in 17,3 % eine eingeschränkte Belastbarkeit, mit Major CHD 53 Monate, 64,9% und 40,5%, mit Severe CHD 61 Monate, 79,2% ($p=0,028$) und 49,1% ($p<0,01$). Eine Herzdruckmassage (HDM) war bei Kindern mit Minor in 0,9%, bei Major in 1,4% und bei Severe CHD in 1,9% notwendig.

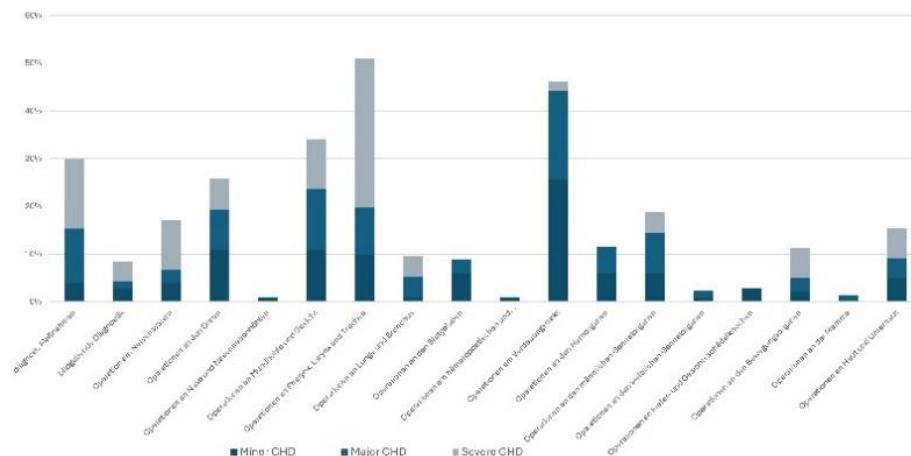
38,9% Minor, 29,7 % Major und 54,7% Severe CHD wurden postoperativ auf einer Intensivstation betreut ($p=0,017$). Nur vier Kinder wurden ambulant betreut.

Eine invasive Blutdruckmessung fand bei 21,3% mit Minor-, bei 15,1% mit Major- und bei 15,4% mit Severe MHD statt. 45% der arteriellen Druckmessungen fanden bei Operationen am Verdauungstrakt statt, ebenso 41,3% der ZVK-Anlagen. 97,5 % dieser Operationen wurden bei Minor und Major CHD durchgeführt.

Unabhängig von der Schwere des Herzfehlers wurde die Anästhesie in etwa 50% der Fälle durch eine:n Kinderanästhesist:in durchgeführt.

Schlussfolgerung

Kinder mit Major CHD haben ein höheres Risikoprofil und werden trotz weniger risikoreicher Operationen, postoperativ häufiger auf eine Intensivstation verlegt. Eine HDM war bei Kindern mit Major CHD doppelt so hoch, wie bei Minor CHD. Insgesamt wurde häufiger eine HDM durchgeführt als in vergleichbaren Studien.



Verteilung der Häufigkeit der Operationen bei Minor, Major und Severe CHD

Anesthesia in children with congenital heart defects for non-cardiac surgery

Johanna Henriette Steinberg*, Florian Rahlfs*, Christiane Beck

Medizinische Hochschule Hannover, Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin, Hannover

Introduction

Children with congenital heart defects often require non-cardiac surgery in addition to cardiac surgery. This is a very heterogeneous patient group with an increased perioperative risk depending on the severity of the heart defect. This article is intended to form the basis for conducting a prospective, multicenter study on the anesthesiological management of these children. The aim is to increase perioperative safety and conserve equipment, personnel and intensive care resources.

Material and Methods

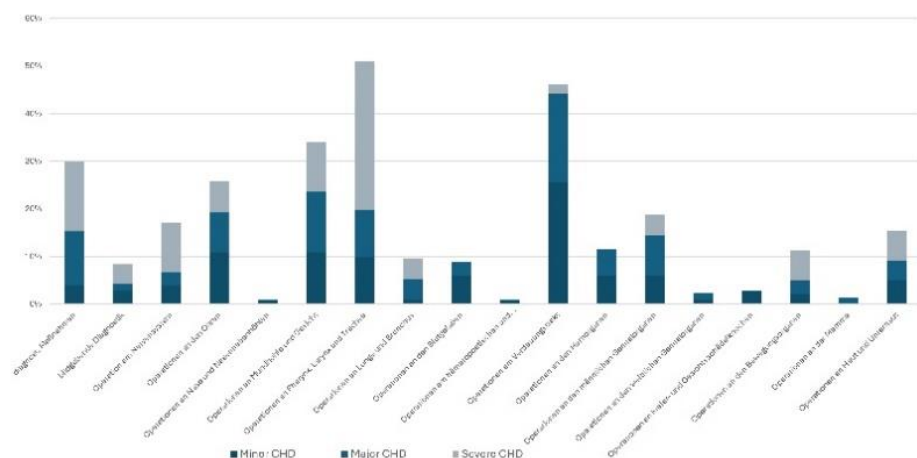
This is a retrospective data analysis of anesthesia in children with congenital heart defects. The classification of heart defects is based on the ACS NSQIP Classification of CHD Based on Residual Lesion Burden and Functional Status. All cases from 2013 to 2023 will be evaluated. To date, 237 cases have been evaluated, and further evaluation is ongoing.

Results

The median age of the children was 56.5 months, 57.4% of the children were female, 46.4% were classified as minor CHD, 31.2% as major CHD, and 22.4% as severe CHD. Children with minor CHD were 55.5 months old on median, had an ASA status of ≥ 3 in 53.1% and limited exercise capacity in 17.3%; those with major CHD were 53 months old, 64.9% and 40.5%; and those with severe CHD were 61 months old, 79.2% ($p=0.028$) and 49.1% ($p<0.01$). Cardiac massage was necessary in 0.9% of children with minor CHD, 1.4% with major CHD, and 1.9% with severe CHD. 38.9% minor, 29.7% major, and 54.7% severe CHD were treated in an intensive care unit postoperatively ($p=0.017$). Only four children received outpatient care. Invasive blood pressure measurement was performed in 21.3% of patients with minor MHD, 15.1% with major MHD, and 15.4% with severe MHD. 45% of arterial pressure measurements were taken during digestive tract surgery, as were 41.3% of central venous catheter placements. 97.5% of these operations were performed on minor and major CHD. Regardless of the severity of the heart defect, anesthesia was performed by a pediatric anesthesiologist in approximately 50% of cases.

Conclusion

Children with major CHD have a higher risk profile and, despite less risky operations, are more frequently transferred to an intensive care unit postoperatively. HDM was twice as high in children with major CHD as in those with minor CHD. Overall, HDM was performed more frequently than in comparable studies.



Distribution of the frequency of operations for minor, major and severe CHD

Der besondere Fall

A special case

A-107

Herausforderung und Möglichkeiten der Failing-Fontan-Behandlung

Frank Münch¹, Luise Polster¹, Ariawan Purbojo², Onise Chaduneli², Saya Aziz², Kathrin Rottermann³, Sven Dittich³, Nicola Kwapil⁴, Oliver Dewald²

¹University Hospital Erlangen Friedrich Alexander University Erlangen Nuremberg, Herzchirurgische Klinik; Funktionsbereich Perfusiologie und Technische Medizin, Erlangen, ²University Hospital Erlangen Friedrich Alexander University Erlangen Nuremberg, Herzchirurgische Klinik, Erlangen, ³University Hospital Erlangen Friedrich Alexander University Erlangen Nuremberg, Kinderkardiologische Abteilung, Erlangen, ⁴Universitätsmedizin der Johannes-Gutenberg-Universität Mainz, Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie – Kinderherzchirurgie, Mainz

Einleitung

Das Versagen des Fontan-Kreislaufs ist eine langfristige Komplikation bei univentrikulären Patienten. Bei erhaltener myokardialer Funktion sind Ventrikuläre Assist Systeme (VAD) für den Systemventrikel nicht wirksam. Subpulmonale VADs könnten hier eine effektivere Lösung, auch für die Behandlung von anderen Komplikationen eines Fontan-Kreislaufs darstellen.

Material und Methoden

Einem achtjährigen, 15 kg schweren Patienten mit Failing-Fontan und zunehmender Proteinverlustenteropathie wurde nach Ausschöpfung von konservativen und interventionellen Maßnahmen ein subpulmonales VAD implantiert. Dabei wurde weltweit erstmals eine 9 mm venöse, bicavale Kanüle (verfügbar via Sonderzulassung, ohne CE-Kennzeichnung) eingesetzt und an die beiden V. cavae angeschlossen. Als Outflow des parakorporalen VADs konnte eine geeignete Kanüle an ein 10 mm Vascutek-Graft an der erweiterten Pulmonalarterie angeschlossen werden. Der VAD-Fluss wurde unter echokardiographischer Kontrolle der Systemventrikelfunktion sowie unter klinischem Monitoring der Lungenperfusion und -funktion schrittweise gesteigert. Behandlungsziele waren klinische Besserung und eine bridge-to-candidacy für eine Herztransplantation.

Ergebnisse

Technisch betrachtet ist das System ein totales rechtsventrikuläres Herz, was bei Systemausfall zur kompletten Unterbrechung der Lungendurchblutung führt. Trotz klinisch adäquater, stufenweiser Anpassung des VAD-Flusses von initial 1,6 auf 2,5 l/min innerhalb von 4 Wochen, konnte die klinische Gesamtsituation einschließlich Proteinverlustenteropathie nur sehr langsam verbessert werden. Nach fünf Monaten führte ein progressives Multiorganversagen zum Tode des Patienten.

Schlussfolgerung

Die subpulmonale Unterstützung mit einer 9 mm venösen bicavalen Kanüle führte rasch zu einer stabilen Kreislauftsituation des Patienten und konnte stufenweise an den Bedarf adaptiert werden. Eine frühzeitige Implantation des subpulmonalen VAD bei Failing-Fontan könnte für das Ziel bridge-to-candidacy zur Herztransplantation vorteilhaft sein.

Challenges and opportunities of failing Fontan treatment

Frank Münch¹, Luise Polster¹, Ariawan Purbojo², Onise Chaduneli², Saya Aziz², Kathrin Rottermann³, Sven Ditttrich³, Nicola Kwapil⁴, Oliver Dewald²

¹University Hospital Erlangen Friedrich Alexander University Erlangen Nuremberg, Herzchirurgische Klinik; Funktionsbereich Perfusiologie und Technische Medizin, Erlangen, ²University Hospital Erlangen Friedrich Alexander University Erlangen Nuremberg, Herzchirurgische Klinik, Erlangen, ³University Hospital Erlangen Friedrich Alexander University Erlangen Nuremberg, Kinderkardiologische Abteilung, Erlangen, ⁴Universitätsmedizin der Johannes-Gutenberg-Universität Mainz, Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie – Kinderherzchirurgie, Mainz

Introduction

Failure of the Fontan circulation is a long-term complication in univentricular patients. In cases where myocardial function is preserved, ventricular assist devices (VADs) are not effective for the systemic ventricle. Subpulmonary VADs could be a more effective solution here, including for the treatment of other complications of a Fontan circulation.

Material and Methods

An eight-year-old patient weighing 15 kg with failing Fontan and increasing protein-losing enteropathy underwent subpulmonary VAD implantation after conservative and interventional measures had been exhausted. Worldwide, this was the first time a 9 mm venous bicaval cannula (available via special approval, without CE marking) was used and connected to both vena cavae. A suitable cannula could be connected to a 10 mm Vascutek graft on the dilated pulmonary artery as the outflow of the paracorporeal VAD. The VAD flow was gradually increased under echocardiographic control of systemic ventricular function and clinical monitoring of pulmonary perfusion and function. The treatment goals were clinical improvement and a bridge to candidacy for a heart transplant.

Results

From a technical point of view, the system is a total right ventricular heart, which leads to a complete interruption of pulmonary circulation in the event of system failure. Despite clinically adequate, gradual adjustment of the VAD flow from an initial 1.6 to 2.5 L/min within 4 weeks, the overall clinical situation, including protein-losing enteropathy, improved only very slowly. After five months, progressive multi-organ failure led to the patient's death.

Conclusion

Subpulmonary support with a 9 mm venous bicaval cannula quickly stabilized the patient's circulation and could be gradually adapted to his needs. Early implantation of a subpulmonary VAD in failing Fontan patients could be beneficial for the goal of bridging to heart transplant candidacy.

Stone Heart Syndrome nach elektivem Mitralklappenersatz

Theresa Holst, Jasmin Hanke, Reza Poyanmehr, Martin Hinteregger, Jan Dieter Schmitto, Alexander Weymann, Arjang Ruhparwar, Bastian Schmack

Medizinische Hochschule Hannover, Klinik für Herz-, Thorax-, Transplantations- & Gefäßchirurgie, Hannover

Einleitung

Das *Stone Heart Syndrome* wurde erstmals von Denton Cooley im Jahr 1972 beschrieben und ist eine äußerst seltene, aber schwerwiegende Komplikation nach herzchirurgischem Eingriff. Das Krankheitsbild ist charakterisiert durch eine in der Reperfusionsphase auftretende irreversible, konzentrische, spastische Kontraktur des Myokards, die weder auf pharmakologische noch mechanische Interventionen anspricht. Der zugrundeliegende Pathomechanismus ist bisher nicht ausreichend erforscht. Ein Zusammenhang mit suboptimaler Kardioprotektion und prolongierter Ischämiezeit wird vermutet.

Material und Methoden

Wir präsentieren den Fall eines 22-jährigen Patienten, der sich im Februar 2025 zur elektiven Mitralklappenoperation bei hochgradiger Mitralklappeninsuffizienz bei Prolaps beider Segel und vorbekannter Kardiomyopathie unklarer Genese in unserem Zentrum vorstellte.

Ergebnisse

Eine vor 5 Jahren durchgeführte Myokardbiopsie ergab den Nachweis einer geringgradigen lymphozytären Myokarditis. Intraoperativ entwickelte der Patient bei Abgang von der Herz-Lungen-Maschine ein biventrikuläres Pumpversagen und zeigte das echokardiographische Bild eines *stone heart* (Abbildung 1), welches die Implantation einer veno-arteriellen extrakorporalen Membranoxygenierung (ECMO) notwendig machte.

Ein Koronarperfusionsdefizit konnte mittels intraoperativer Koronarangiographie ausgeschlossen werden.

Zur linksventrikulären Entlastung wurde im Verlauf eine Impella CP (Abio-med/Johnson & Johnson) implantiert. Bei fortbestehendem *stone heart* erfolgte am 5. postoperativen Tag die Implantation eines linksventrikulären Unterstützungssystems (Heart Mate 3, Abbott) sowie die Aufrüstung auf eine veno-arterio-venöse ECMO. Bei persistierendem *low cardiac output* erfolgte im Verlauf die Listung zur Herztransplantation im *High Urgency* Status und am 23. postoperativen Tag die orthotope Herztransplantation. Der weitere postoperative Verlauf war weitestgehend unauffällig und der Patient konnte am 65. postoperativen Tag in die Anschlussheilbehandlung entlassen werden.

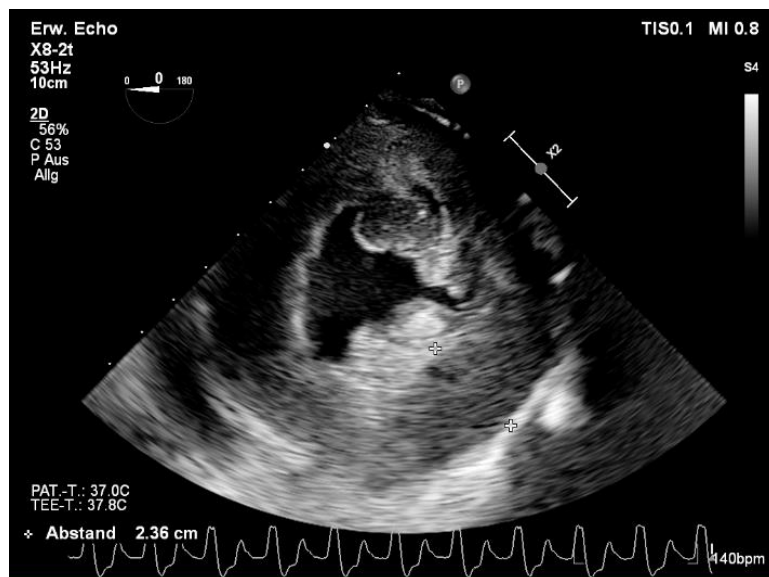


Abbildung 1. Das echokardiographische Bild eines *stone heart* in der transgastrischen kurzen Achse auf Höhe der Papillarmuskeln mit massiv verdicktem linksventrikulärem Myokard.

Schlussfolgerung

Die akute terminale Herzinsuffizienz auf dem Boden eines perioperativen *stone heart* ist selten. Bei irreversibler globaler Myokardschädigung ist die orthotope Herztransplantation die einzig kurative Behandlungsoption.

Stone Heart Syndrome after elective mitral valve replacement

Theresa Holst, Jasmin Hanke, Reza Poyanmehr, Martin Hinteregger, Jan Dieter Schmitt, Alexander Weymann, Arjang Ruhparwar, Bastian Schmack
Medizinische Hochschule Hannover, Klinik für Herz-, Thorax-, Transplantations- & Gefäßchirurgie, Hannover

Introduction

Stone heart syndrome was first described by Denton Cooley in 1972 and represents an extremely rare but severe complication following cardiac surgery. The condition is characterized by an irreversible, concentric, spastic contracture of the myocardium occurring during reperfusion which does not respond to either pharmacological or mechanical interventions. The underlying pathophysiology remains poorly understood, but an association with suboptimal cardioprotection and prolonged ischemia time has been suggested.

Material and Methods

We report the case of a 22-year-old patient who was admitted to our center in February 2025 for elective mitral valve replacement due to severe mitral regurgitation caused by bileaflet prolapse and a history of cardiomyopathy of unclear etiology.

Results

A myocardial biopsy performed 5 years earlier had demonstrated mild lymphocytic myocarditis. Intraoperatively, the patient developed biventricular heart failure upon weaning from cardiopulmonary bypass. Intraoperative transesophageal echocardiography showed a stone heart (Figure 1), necessitating the implantation of a veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation (ECMO).

Intraoperative coronary angiography excluded a coronary perfusion deficit. For left ventricular unloading, an Impella CP (Abiomed/Johnson & Johnson) was implanted. Due to a persistent stone heart, a left ventricular assist device (HeartMate 3, Abbott) was implanted on postoperative day 5, along with conversion to veno-arterio-venous ECMO. Due to a persistent low cardiac output syndrome, the patient was listed for heart transplantation in high urgency status and orthotopic heart transplantation was performed on postoperative day 23. The subsequent postoperative course was largely uneventful and the patient was discharged to rehabilitation on postoperative day 65.

Conclusion

Acute terminal heart failure due to perioperative stone heart is rare. In cases of irreversible global myocardial injury, orthotopic heart transplantation remains the only curative treatment option.

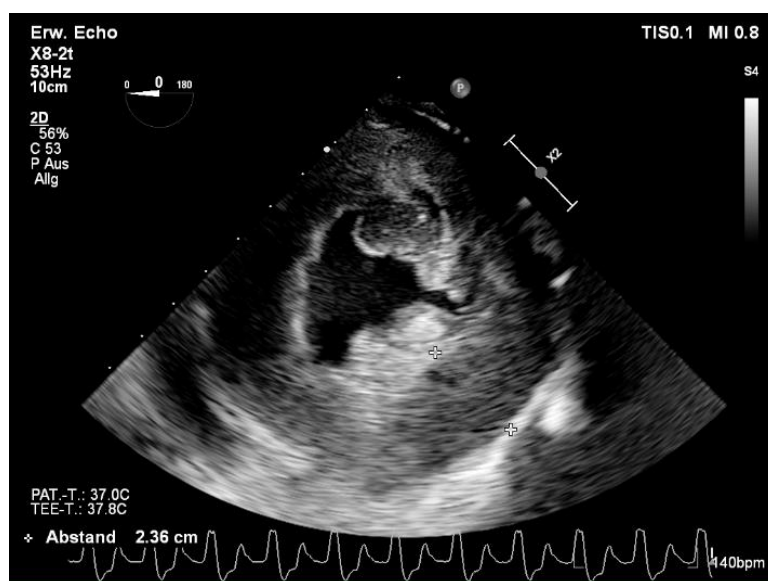


Figure 1. Echocardiographic image of a stone heart in the transgastric mid-papillary short-axis view, demonstrating markedly thickened left ventricular myocardium.

Experimentelle Implantation von dezellularisierten aortalen Homografts in subkoronarer Technik

Murat Avsar, Tomislav Cvitkovic, Alexander Weymann, Davide de Manna, Klaus Höffler, Dmitry Bobylev, Dietmar Böthig, Arjang Ruhparwar, Samir Sarikouch, Alexander Horke

Medizinische Hochschule Hannover, Klinik für Herz-, Thorax-, Transplantations- und Gefäßchirurgie, Hannover

Einleitung

Dezellularisierte Aortenhomografts (DAH) wurden 2008 als eine weitere Option für den pädiatrischen Aortenklappenersatz (AVR) eingeführt. Die Implantation erfolgt in der Regel in "full root"- Technik mit Reimplantation der Koronarien welches gerade im Kindesalter anspruchsvoll sein kann. Die subkoronare DAH-Implantation könnte bei Patienten mit ausreichenden Abmessungen des linksventrikulären Ausflusstrakts den Ersatz der Aortenwurzel und die Reimplantation der Koronararterie überflüssig machen. Eine stark getrimmte Aortenklappe könnte auch die immunogene Reaktion reduzieren, indem die Antigenmenge, die dem Immunsystem des Empfängers präsentiert wird, minimiert wird.

Material und Methoden

Ovine aortale Xenografts wurden im Schlachthof entnommen und mit einem zugelassenen Detergentien-basierten Protokoll dezellularisiert.

Zunächst führten wir die subkoronare DAH Implantation ex-vivo in Schafherzen durch, und die Op-Ergebnisse wurden hinsichtlich der Verfahrensdauer und des Verfahrenserfolgs verglichen. Nach diesen ex-vivo Experimenten wurden 4 erwachsene Schwarzkopfschafe in Akutversuchen operiert.

Ergebnisse

Zwei Chirurgen waren in der Lage, die ex-vivo subkoronare Implantation der dezellularisierten Schafs-Aorten-Allografts (DOAA) ohne technische Probleme innerhalb einer Stunde durchzuführen. Die mechanische Festigkeit der verarbeiteten DOAA vom Schaf schien mit derjenigen von nativem Aortengewebe vergleichbar zu sein. Beide Chirurgen stellten fest, dass es keine Unterschiede hinsichtlich der optischen Eigenschaften, der Haptik, der Trimmbarkeit und der Nähbarkeit gab.

Die ersten beiden operierten Schafe wiesen eine signifikante Klappeninsuffizienz auf. Nach einer Änderung des chirurgischen Protokolls hin zu einer einreihigen Nahttechnik und einer Anpassung der Kommissurhöhe zeigten die nächsten beiden Schafe vollständig kompetente Aortenklappen mit laminarem Fluss über die subkoronar implantierte DOAA.

Schlussfolgerung

Wir haben eine neue einreihige Nahttechnik für die subkoronare Implantation von dezellularisierten Aortenklappen entwickelt, einschließlich akuter Großtierversuche. Langfristige Tierversuche werden weitere Erkenntnisse über die Haltbarkeit subkoronar implantierter zellfreier aortaler Homografts und das Ausmaß der Rezellularisierung liefern.

Experimental implantation of decellularized aortic homografts using subcoronary technique

Murat Avsar, Tomislav Cvitkovic, Alexander Weymann, Davide de Manna, Klaus Höffler, Dmitry Bobylev, Dietmar Böthig, Arjang Ruhparwar, Samir Sarikouch, Alexander Horke

Medizinische Hochschule Hannover, Klinik für Herz-, Thorax-, Transplantations- und Gefäßchirurgie, Hannover

Introduction

In 2008, decellularized aortic homografts (DAH) were introduced as another option for pediatric aortic valve replacement (AVR). Implantation is usually performed using the "full root" technique with reimplantation of the coronaries, which can be particularly challenging in children. Subcoronary DAH implantation could eliminate the need for aortic root replacement and coronary artery reimplantation in patients with sufficient left ventricular outflow tract dimensions. A heavily trimmed aortic valve could also reduce the immunogenic response by minimizing the amount of antigen presented to the recipient's immune system.

Material and Methods

Ovine aortic xenografts were harvested at the slaughterhouse and decellularized using an approved detergent-based protocol. First, we performed subcoronary DAH implantation *ex vivo* in sheep hearts, and the surgical results were compared in terms of procedure duration and success. Following these *ex vivo* experiments, four adult black-headed sheep underwent surgery in acute trials.

Results

Two surgeons were able to perform *ex vivo* subcoronary implantation of decellularized sheep aortic allografts (DOAA) without technical problems within one hour. The mechanical strength of the processed DOAA from sheep appeared to be comparable to that of native aortic tissue. Both surgeons found that there were no differences in terms of optical properties, feel, trimmability and suturability. The first two sheep that underwent surgery showed significant valve insufficiency. Following a change in the surgical protocol to a single-row suture technique and an adjustment of the commissure height, the next two sheep showed fully competent aortic valves with laminar flow across the subcoronary implanted DOAA.

Conclusion

We have developed a new single-row suture technique for subcoronary implantation of decellularized aortic valves, including acute large animal trials. Long-term animal studies will provide further insights into the durability of subcoronary implanted cell-free aortic homografts and the extent of recellularization.

Ultima Ratio: Thrombusextirpation über zentral-aortalen Zugang

Matthias Diefenbach^{1,2}, Hiwad Rashid³, Marcus Hermann^{1,2}, Florian Hecker³

¹Universitätsmedizin Frankfurt am Main, Perfusiologie, Frankfurt am Main, ²Life Systems Medizintechnik-Service GmbH, Mönchengladbach, ³Universitätsmedizin Frankfurt am Main, Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie, Frankfurt am Main

Einleitung

Die Thrombektomie mit dem AngioVac-System ist ein minimalinvasives, katheterbasiertes Verfahren zur Entfernung intravaskulärer Thromben, Tumormassen oder vegetativer Ablagerungen mittels extrakorporaler Zirkulation – mit signifikanter Reduktion von Invasivität, Blutverlust und Risiko im Vergleich zu traditionellen chirurgischen oder medikamentösen Ansätzen. Wir berichten von einem 57 Jahre alten Patienten, welcher sich mit einem 22x39 mm großen wandständigen Thrombus in der Aorta ascendens und multiplen Embolisationen in supraaortale, abdominelle und femorale Gefäße vorstellte.

Material und Methoden

Die klinische Erstmanifestation war ein Schlaganfall mit linksbetonter Tetraparese, Aphasie, Vigilanzminderung und Fazialisparese. CT morphologisch zeigte sich bereits präoperativ eine ausgedehnte Infarktdemarkierung.

Bei hohem cerebralen Einblutungsrisiko unter Einsatz der Herz-Lungen-Maschine und Vollantikoagulation nach frischem Schlaganfall, wurde die Indikation zur Ultima ratio – Operation in Form einer transaortalen Thrombusextirpation unter off-label Einsatz des AngioVac-Systems (Angio Dynamics) gestellt.

Ergebnisse

Nach medianer Sternotomie erfolgte die Anastomosierung einer 20mm x 40cm Rohrprothese auf die Aorta ascendens unter partieller Ausklemmung zum Einbringen des AngioVac-Systems. Die supraaortalen Abgänge wurden dargestellt. Weiterhin erfolgte die Kanülierung der Vena femoralis rechts via 20 Fr. OptiSite. Nach Erreichen einer ACT von 250 wurde das System, bestehend aus einer 22 Fr. Kanüle mit ballonunterstütztem, trichterförmigen Ende, via Prothese eingebracht und ultraschallgesteuert platziert. Das Schlauchsystem wurde mittels Rotaflow II Zentrifugalpumpe sowie venösen MIECC Bubble-Trap (Capioc, Terumo) betrieben.

Der Thrombus konnte nach Etablierung des Soges und unter Klemmen der Carotiden zwecks Embolisationschutz vollständig evakuiert werden. Die Prothese wurde gekürzt und ligiert und der Thorax verschlossen. Im Anschluss erfolgte die Verlegung des Patienten auf Intensivstation in kreislaufstabilem Zustand.

Schlussfolgerung

Eine transaortale Thrombusextirpation mittels AngioVac ist technisch umsetzbar. Ein derartiger Einsatz dürfte zunächst weiterhin Sonderfällen vorbehalten sein. Begleiterkrankungen stellen die wesentlichen outcome-limitierenden Faktoren dar.

Ultima Ratio: Thrombectomy via central aortic access

Matthias Diefenbach^{1,2}, Hiwad Rashid³, Marcus Hermann^{1,2}, Florian Hecker³

¹Universitätsmedizin Frankfurt am Main, Perfusiologie, Frankfurt am Main, ²Life Systems Medizintechnik-Service GmbH, Mönchengladbach, ³Universitätsmedizin Frankfurt am Main, Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie, Frankfurt am Main

Introduction

Thrombectomy with the AngioVac system is a minimally invasive, catheter-based procedure for removing intravascular thrombi, tumor masses or vegetative deposits using extracorporeal circulation – with a significant reduction in invasiveness, blood loss and risk compared to traditional surgical or drug-based approaches. We report on a 57-year-old patient who presented with a 22x39 mm wall-adherent thrombus in the ascending aorta and multiple embolizations in supra-aortic, abdominal and femoral vessels.

Material and Methods

The initial clinical manifestation was a stroke with left-sided tetraparesis, aphasia, decreased alertness and facial paralysis. CT morphology already showed extensive infarct demarcation preoperatively. Due to high risk of cerebral hemorrhage during the use of a heart-lung machine and full anticoagulation following a recent stroke, the indication for surgery as a last resort was made in the form of transaortic thrombus removal using off-label use of the AngioVac system (Angio Dynamics).

Results

Following median sternotomy, a 20 mm x 40 cm tubular prosthesis was anastomosed to the ascending aorta under partial clamping to insert the AngioVac system. The supraaortic branches were visualized. Next, cannulation of the right femoral vein was performed using a 20 Fr. OptiSite. After reaching an ACT of 250, the system, consisting of a 22 Fr. cannula with a balloon-assisted, funnel-shaped end, was inserted via the prosthesis and placed under ultrasound guidance. The tubing system was operated using a Rotaflow II centrifugal pump and a venous MIECC bubble trap (Capiiox, Terumo). Once suction had been established and the carotid arteries clamped to prevent embolization, the thrombus could be completely evacuated. The prosthesis was shortened and ligated, and the thorax was closed. The patient was then transferred to the intensive care unit in stable condition.

Conclusion

Transaortic thrombus removal using AngioVac is technically feasible. This application, however, is likely to remain limited to special cases for the time being. Comorbidities are the main outcome-limiting factors.

Der besondere Fall: Ruptur der Aorta ascendens nach Verkehrsunfall und Erstdiagnose einer dilatativen Kardiomyopathie

Ina Feistenauer, Matthias Endlich-Böse, Susanne Sommer
Bundeswehrzentrankrankenhaus Koblenz, Herzchirurgie, Koblenz

Einleitung

Die Aortenruptur ist nach den Schädel-Hirn-Verletzungen die zweithäufigste Todesursache bei Verkehrsunfällen, die Aorta ascendens ist nur in seltenen Fällen betroffen. Bis zu 90% der Patienten versterben noch am Unfallort und nur wenige Unfallopfer überleben zunächst und können potenziell ein Krankenhaus erreichen.

Material und Methoden

Wir präsentieren den Fall eines 38-jährigen polytraumatisierten KFZ-Fahrers nach Frontalzustammenstoß gegen einen Baum.

Ergebnisse

Nach aufwendiger technischer Rettung zeigte der Patient einen GCS von 14 mit konsekutiver Verschlechterung auf einen GCS von 6 mit Intubationspflichtigkeit. Nach Verbringung in den Schockraum erfolgte die Durchführung einer CT-Traumaspirale. Diese zeigte eine Ruptur der Aorta ascendens am sinutubulären Übergang mit aortalem Wandhämatom, Hämatoperikard und ausgeprägtem Mediastinalhämatom, schwere Lungenkontusionen beidseits sowie multipelste muskuloskelettale Verletzungen.

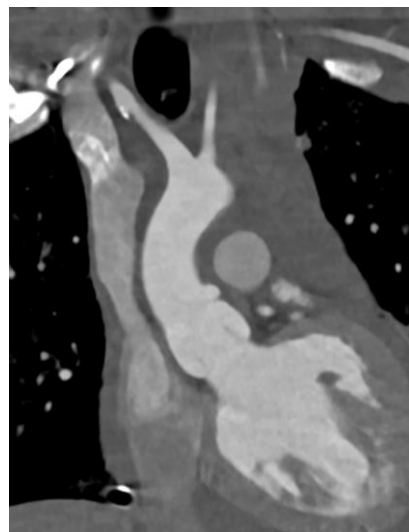
Es erfolgte die umgehende operative Versorgung mittels suprakoronarem Ascendensersatz unter Zuhilfenahme der extrakorporalen Zirkulation. Aufgrund der schwersten Lungenkontusionen beidseits wurde nach der Operation eine vv-ECMO implantiert. Bei Kreislaufverschlechterung, echokardiographisch massiv dilatiertem Ventrikel sowie hochgradig eingeschränkter Pumpfunktion von maximal 15% wurde auf eine vva-ECLS mit Beinperfusionskanüle umgerüstet. Durch Anlage einer CP-Impella bei drohendem LVOT-Thrombus wurde das maximale kardiale Supportlevel im Sinne einer vva-ECMELLA erreicht. Die im Rahmen der Impella-Anlage durchgeführte Herzkatheteruntersuchung erbrachte den invasiven Ausschluss einer koronaren Herzerkrankung.

Nach Re-Thorakotomie bei Perikardtamponade kam es zum Thorax apertum aufgrund des nun massiv angeschwollenen linken Ventrikels. Ein Second-Look, multiple weitere Verbandwechsel sowie nach invasivem hämodynamischem Monitoring gerichtete differenzierte Katecholamintherapie erbrachten eine deutliche Verbesserung des Zustands des Patienten. So konnten innerhalb einer Woche nach dem Unfall alle Unterstützungssysteme explantiert werden. Zwei Wochen nach dem Unfall wurde der Sternumverschluss durchgeführt, der finale Wundverschluss gelang eine weitere Woche später.

Bei auch unter optimaler medikamentöser Therapie hochgradig reduzierter Pumpfunktion und dilatierten Herzhöhlen sowie beim Unfall vermutetem rhythmogenen Ereignis erfolgte nach neun Wochen die sekundärprophylaktische ICD-Anlage.

Schlussfolgerung

Der Patient wurde drei Monate nach dem Unfall in gutem AZ in eine AHB verlegt.



Traumatische Ruptur der Aorta ascendens am sinutubulären Übergang mit aortalem Wandhämatom, Hämatoperikard sowie ausgeprägtem Mediastinalhämatom

A special case: Rupture of the ascending aorta following a traffic accident and initial diagnosis of dilated cardiomyopathy

Ina Feistenauer, Matthias Endlich-Böse, Susanne Sommer
Bundeswehrzentrankrankenhaus Koblenz, Herzchirurgie, Koblenz

Introduction

Aortic rupture is the second most common cause of death in traffic accidents after traumatic brain injury; the ascending aorta is only affected in rare cases. Up to 90% of patients die at the scene of the accident, and only a few accident victims survive in the first place and are potentially able to reach a hospital.

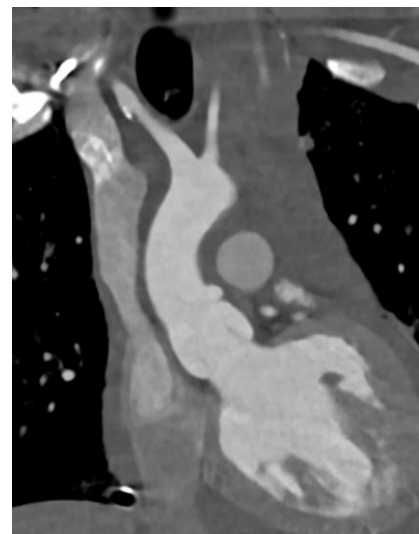
Material and Methods

We present the case of a 38-year-old motor vehicle driver with multiple injuries following a head-on collision with a tree.

Results

After extensive technical rescue, the patient showed a GCS of 14 with consecutive deterioration to a GCS of 6 requiring intubation. After being taken to the emergency room, a CT trauma spiral scan was performed. This revealed a rupture of the ascending aorta at the sinotubular junction with aortic wall hematoma, hemato-pericardium and pronounced mediastinal hematoma, severe pulmonary contusions on both sides and multiple musculoskeletal injuries.

Immediate surgical treatment was performed using supracoronary ascending replacement with the aid of extracorporeal circulation. Due to severe lung contusions on both sides, a vv-ECMO was implanted after the operation. In cases of circulatory deterioration, echocardiographically massive ventricular dilatation and severely impaired pumping function of max. 15%, the system was converted to vva-ECLS with a leg perfusion cannula. By implanting a CP-Impella due to impending LVOT thrombus, the maximum cardiac support level was achieved in terms of vva-ECMELLA. The cardiac catheterization performed as part of the Impella procedure resulted in the invasive exclusion of coronary heart disease. Following re-thoracotomy for pericardial tamponade, thorax apertum occurred due to the now severely swollen left ventricle. A second look, multiple additional dressing changes and differentiated catecholamine therapy based on invasive hemodynamic monitoring resulted in a significant improvement in the patient's condition. This meant that all support systems could be removed within a week of the accident. Two weeks after the accident, the sternum closure was performed, and the final wound closure was completed in the following week. Due to severely reduced pump function and dilated heart chambers even under optimal drug therapy, as well as suspected rhythmogenic events following the accident, secondary prophylactic ICD implantation was performed after nine weeks.



Traumatic rupture of the ascending aorta at the sinotubular junction with aortic wall hematoma, hemato-pericardium and pronounced mediastinal hematoma.

Conclusion

Three months after the accident, the patient was transferred to an AHB in good condition.

BiVAD Implantation als Bridge to Recovery in akuter kardialer Dekompensation bei Kardiomyopathie unklarer Genese

Zurab Darbaidze, Jasmin Hanke, Reza Poyanmehr, Martin Hinteregger, Jan Dieter Schmitto, Alexander Weymann, Arjang Ruhparwar, Bastian Schmack

Medizinische Hochschule Hannover, Herz-Thorax-Gefäß und Transplantationschirurgie, Hannover

Einleitung

In seltenen Fällen sind Kardiomyopathien nicht eindeutig klassifizierbar. Bei schweren und insbesondere akuten Verlaufsformen ist die Implantation eines Herzunterstützungssystems zur Stabilisierung der Patienten notwendig.

Wir präsentieren den Fall einer 17-jährigen Patientin, die uns bei akuter kardialer Dekompensation im kardiogenen Schock bei vorbekannter Kardiomyopathie unklarer Genese überwiesen wurde. Bei Übernahme war die Patientin spontanatmend, wach und voll orientiert. Echokardiographisch zeigte sich ein biventrikulären Pumpversagen. Bei rasch progredienter hämodynamischer Verschlechterung erfolgte dann der Beginn einer perkutanen VA-ECMO Therapie sowie zur selektiven LV-Entlastung die Implantation einer Mikroaxialpumpe (Impella CP). Bei frustranen Versuchen, die extrakorporalen Kreislaufunterstützungssysteme zu weanen erfolgte die Implantation eines biventrikulären Herzunterstützungssystems vom Typ Berlin Heart EXCOR. Histologisch gab es keinen Anhalt sowohl für Myo- oder Endokarditis sowie keine Hinweise auf Hämochromatose oder Amyloidablagerungen.

Material und Methoden

Die Patientin entwickelte trotz hämatologisch angepasster und weiter intensivierter Antikoagulation eine CT-radiographisch gesicherte fulminante Lungenarterienembolie. Hierunter zeigte sich die Flussmenge der rechten Berlin-Heart-Kammer insuffizient, sodass beide Berlin-Heart-Kammern explantiert und eine zentrale rechts- und linkskardiale ECMO-Therapie über die bestehenden Berlin-Heart-Kanülen etabliert wurde. Infolge der LAE-assoziierten Nachlasterhöhung erfolgte bewusst ein Tausch der Kanülenanschlüsse, d.h. eine rechtsatriale Drainage, die via VA-ECMO in die aortale Kanüle abgab, sowie einen Kurzschluss zwischen der pulmonalarteriellen Kanüle mit Anschluss an die LV-Kanüle via Zentrifugalpumpe ohne Oxygenator. Im weiteren Verlauf kam es zu einer kompletten Erholung der biventrikulären Funktion, sodass zunächst eine Serienschaltung der Assistdevices (wie vorgesehen RA-PA und LV-Ao) etabliert werden konnte und dann ein vollständiges Weaning mit totaler Explantation der Berlin-Heart-Kanülen erfolgen konnte.

Ergebnisse

In der Echokardiographie zeigt sich eine regelrechte biventrikuläre Pumpfunktion ohne relevante Klappenvitien.

Schlussfolgerung

Der weitere postoperative Verlauf war weitestgehend unauffällig und die Patientin konnte zwei Monate nach Beginn unserer Therapiemaßnahmen wach und adäquat kontaktierbar. wenngleich durch eine einseitige spastische Hemiplegie noch neurologisch eingeschränkt.

BiVAD implantation as a bridge to recovery in acute cardiac decompensation in cardiomyopathy of unknown origin

Zurab Darbaidze, Jasmin Hanke, Reza Poyanmehr, Martin Hinteregger, Jan Dieter Schmitto, Alexander Weymann, Arjang Ruhparwar, Bastian Schmack

Medizinische Hochschule Hannover, Herz-Thorax-Gefäß und Transplantationschirurgie, Hannover

Introduction

In rare cases, cardiomyopathies cannot be clearly classified. In severe and particularly acute cases, the implantation of a cardiac support system is necessary to stabilize the patient.

We present the case of a 17-year-old female patient who was referred to us with acute cardiac decompensation in cardiogenic shock and a history of cardiomyopathy of unknown origin. Upon admission, the patient was breathing spontaneously, awake and fully alert. Echocardiography revealed biventricular pump failure. With rapidly progressive hemodynamic deterioration, percutaneous VA-ECMO therapy was initiated and a microaxial pump (Impella CP) was implanted for selective LV unloading. After unsuccessful attempts to wean the extracorporeal circulatory support systems, a Berlin Heart EXCOR biventricular cardiac support system was implanted. Histologically, there was no evidence of myocarditis or endocarditis, nor any indication of hemochromatosis or amyloid deposits.

Material and Methods

Despite hematologically adjusted and further intensified anticoagulation, the patient developed a CT-radiographically confirmed fulminant pulmonary artery embolism. The flow rate of the right Berlin Heart chamber was insufficient, so both Berlin Heart chambers were explanted and central right and left cardiac ECMO therapy was established via the existing Berlin Heart cannulas. As a result of the LAE-associated increase in afterload, the cannula connections were deliberately swapped, i.e. right atrial drainage was delivered to the aortic cannula via VA-ECMO, and a short circuit was created between the pulmonary artery cannula connected to the LV cannula via a centrifugal pump without an oxygenator. In the further course, complete recovery of biventricular function occurred, so that a series connection of the assist devices (as planned, RA-PA and LV-Ao) could first be established and then complete weaning with total explantation of the Berlin Heart cannulas could be performed.

Results

Echocardiography shows normal biventricular pumping function without relevant valve defects.

Conclusion

The further postoperative course was largely uneventful, and two months after the start of our therapeutic measures, the patient was awake and responsive. However, she still had neurological limitations due to unilateral spastic hemiplegia.

Fallbericht: Totale Aortenreparatur durch eine Clamshell- Thorakotomie bei Protheseninfektion nach thorakaler endovaskulärer Aortenreparaturprozedur.

Marcel Anssar, Daniel Androne, Wolfgang Harringer
Städtisches Klinikum Braunschweig, Herz,-Thorax und Gefäßchirurgie, Braunschweig

Einleitung

Die totale Aortenreparatur durch eine Clamshell-Thorakotomie (bilateral anterolaterale Thorakotomie) stellt einen chirurgischen Ansatz zur Behandlung von Protheseninfektionen nach einer zuvor durchgeführten thorakalen endovaskulären Aortenreparatur (TEVAR) dar.

Material und Methoden

Hier berichten wir über einen 46-jährigen Patienten, der sich im Jahr 2024 aufgrund einer chronischen Aortendissektion Typ B in einem externen Krankenhaus vorstellte. Nach der Durchführung einer TEVAR und eines subklavialen Bypasses erholte sich der Patient zunächst gut. Einige Wochen später entwickelte er jedoch Fieber, Müdigkeit, allgemeines Unwohlsein sowie eine Rekurrensparese. Ein PET-CT offenbarte Hinweise auf eine Protheseninfektion mit Progress im Bogenbereich. Es konnten positive Blutkultur mit Streptokokken dysgalaktose nachgewiesen werden. Trotz einer mehrwöchigen Antibiotikatherapie kam es nicht zur Remission; eine wiederholte CT-Untersuchung zeigte ein riesiges Pseudoaneurysma des Aortenbogens mit gedeckter Ruptur und Anzeichen eines septischen Schocks. Der Patient wurde uns notfallmässig vorgestellt.

Ergebnisse

Aufgrund der Schwere des Falls wurde eine Notfalloperation unter tiefer Hypothermie und antegrad, selektiver Hirnperfusion durchgeführt. Eine Clamshell-Thorakotomie ermöglichte den Zugang zu allen Bereichen der thorakalen Aorta. Nach der Entfernung der TEVAR-Prothese erfolgte die Reparatur der aufsteigenden Aorta, des Aortenbogens und der absteigenden Aorta mittels einer Frozen Elephant Trunk Hybridprothese, wobei der Truncus brachiocephalicus und die linke Carotis reinseriert wurden.

Schlussfolgerung

Der Patient wurde 13 Tage nach dem Eingriff entlassen, ist in der Nachsorge beschwerdefrei und ohne Infekt.

Case report: Total aortic repair via clamshell thoracotomy for prosthesis infection following thoracic endovascular aortic repair procedure

Marcel Anssar, Daniel Androne, Wolfgang Harringer

Städtisches Klinikum Braunschweig, Herz-,Thorax und Gefäßchirurgie, Braunschweig

Introduction

Total aortic repair via clamshell thoracotomy (bilateral anterolateral thoracotomy) is a surgical approach for treating prosthetic infections following prior thoracic endovascular aortic repair (TEVAR).

Material and Methods

We report on a 46-year-old patient who presented at an external hospital in 2024 due to chronic type B aortic dissection. After undergoing TEVAR and a subclavian bypass, the patient initially recovered well. A few weeks later, however, he developed a fever, fatigue, general malaise and recurrent nerve paralysis. A PET-CT scan revealed signs of a prosthesis infection with progression in the arch area. Positive blood cultures with *Streptococcus dysgalactosus* were detected. Despite several weeks of antibiotic therapy, remission did not occur; a repeat CT scan revealed a giant pseudoaneurysm of the aortic arch with covered rupture and signs of septic shock. The patient was brought to us as an emergency case.

Results

Due to the severity of the case, emergency surgery was performed under deep hypothermia and antegrade selective cerebral perfusion. A clamshell thoracotomy allowed access to all areas of the thoracic aorta. After removal of the TEVAR prosthesis, the ascending aorta, aortic arch and descending aorta were repaired using a frozen elephant trunk hybrid prosthesis, with reinsertion of the brachiocephalic trunk and left carotid artery.

Conclusion

The patient was discharged 13 days after the procedure and is currently undergoing follow-up care without any complaints or infection.

Perfusionsmanagement zur Komplettierung der Fontanzirkulation bei stattgehabter Kawashima-OP

Fatos Ballazhi, Rafal Berger, Christoph Eisenlohr, Christian Schlensak
Universitätsklinikum Tübingen, Klinik für Thorax-Herz- und Gefäßchirurgie, Tübingen

Einleitung

In unserem besonderen Fall handelt es sich um Heterotaxie-Syndrom mit linksatrialem Isomerismus, abdominaler Situs inversus, Dextrokardie, Double Outlet Right Ventricle (DORV), Common Atrium (ccTGA), Pulmonalstenose, Rechtsaortenbogen, LSVC, V. azygos-Kontinuität. Die Entscheidung zur univentrikulären Palliation wurde bereits im Ausland getroffen. Das Kind erhielt mit 6 Monate mBT-Shunt und mit knapp 3 Jahren die bilaterale bidirektionale Glenn-Anastomose bei Azygoskontinuität (Kawashima-Operation) ebenfalls im Ausland. Nun bestand die Indikation zur Komplettierung der Fontanzirkulation mit Konnektion der Lebervenen zur linken Pulmonalarterie.

Material und Methoden

Bei dem 7 jährigen Patienten haben wir präoperativ ein CT-Thorax mit Kontrastmittel anfertigen lassen. Es war uns bewusst, dass es keine Perikardmembran angenäht worden war. Das Herz zeigte sich mit dem Sternum verwachsen. Die Leisten werden am OP-Tag steril mitabgedeckt. Bei Azygoskontinuität entscheiden wir die bilateralen Glenn's venös zu kanülieren. Die Lebervenen werden mit dem Vent offen drainiert.

Ergebnisse

Die Resternotomie zeigt sich mühsam. Dabei läuft eine Videoaufnahme. Knochenfragmente vom Sternum haben sich ins Myokard hineingewuchert. Minimale Lazerationen vom Myokard ereignen sich. Die linke Lungenflügel zeigt heftigste Adhäsionen zum Vorhof. Die Adhäsionolyse in diesem Gebiet gestaltet sich prolongiert. Es ereignen sich Lazerationen an der Lungenoberfläche und Vorhof. Die gesamte linke Thoraxhälfte wird nach 3 Stunden freigelegt. Bei Dextrokardie und Adhäsionen der Lunge zum Ventrikel verzichten wir auf die Freilegung der rechten Glenn-Anastomose. Es wird entscheiden nur den linken Glenn mit der Azygoskontinuität zu drainieren und die Lebervenen offen mit dem Vent abzusaugen. Wir können hiermit 60% HZV fahren und die Lungenventilation wird belassen. Durchtrennen der kurzen Konnektionsstelle der Lebervenen zum rechten Vorhof. Ein extrakardialer Conduit 16mm wird offen End-Zu-End anastomosiert. Das proximale Ende wird zur linken Pulmonalarterie konnektiert. Dabei hatten wir kein Lactatanstieg. Der Patient wurde im OP-Saal extubiert und kreislaufstabil auf die Kinder-Intensivstation verlegt.

Schlussfolgerung

Bei bilateral-bidirektionalem Glenn ist die Kanülierung nur einer Seite, bei Belassen der Lungenventilation, möglich und spart OP-Zeit.

Perfusion management to complete fontan circulation following Kawashima surgery

Fatos Ballazhi, Rafal Berger, Christoph Eisenlohr, Christian Schlensak
Universitätsklinikum Tübingen, Klinik für Thorax-Herz- und Gefäßchirurgie, Tübingen

Introduction

In our particular case, we are dealing with heterotaxy syndrome with left atrial isomerism, abdominal situs inversus, dextrocardia, double outlet right ventricle (DORV), common atrium (ccTGA), pulmonary stenosis, right aortic arch, LSVC and azygos vein continuity. The decision to perform univentricular palliation had already been made abroad. The pediatric patient received an mBT shunt at 6 months and, at just under 3 years of age, bilateral bidirectional Glenn anastomosis with azygos continuity (Kawashima procedure), also abroad. There was an indication to complete the Fontan circulation by connecting the hepatic veins to the left pulmonary artery.

Material and Methods

We performed a preoperative CT scan of the chest with contrast medium on the 7-year-old patient. We were aware that no pericardial membrane had been sutured in place. The heart was fused with the sternum. The groins were covered with sterile drapes on the day of surgery. Due to azygos continuity, we decided to cannulate the bilateral Glenn's veins. The hepatic veins were drained with the valve open.

Results

The re-sternotomy proved to be difficult. A video recording was played during the procedure. Bone fragments from the sternum have grown into the myocardium. Minimal lacerations of the myocardium occurred. The left lung showed severe adhesions to the atrium. Adhesion removal in this area took a long time. Lacerations occurred on the surface of the lung and atrium. The entire left half of the thorax was exposed after 3 hours. Due to dextrocardia and adhesions of the lung to the ventricle, we refrained from exposing the right Glenn anastomosis. We decided to drain only the left Glenn with the azygos continuity and to aspirate the hepatic veins openly with the vent. Thus, we were able to use 60% cardiac output and lung ventilation was maintained. A cut is performed through the short connection between the hepatic veins and the right atrium. An extracardiac conduit measuring 16 mm is anastomosed end-to-end in an open procedure. The proximal end is connected to the left pulmonary artery. We did not observe any increase in lactate levels. The patient was extubated in the operating room and transferred to the pediatric intensive care unit in stable condition.

Conclusion

With bilateral bidirectional Glenn, cannulation is only possible on one side, leaving pulmonary ventilation intact and saving operating time.

Was tun bei ultrafast Degeneration biologischer Pulmonalklappenprothesen im Kindesalter – ein Case report

Elena Petena¹, Dmitry Bobylev¹, Tomislav Cvitkovic¹, Theresa Holst¹, Murat Avsar¹, Valery Tsimashok¹, Dietmar Boethig¹, Philipp Beerbaum², Arjang Ruhparwar¹, Samir Sarikouch¹, Alexander Horke¹

¹Medizinische Hochschule Hannover, Klinik für Herz-, Thorax-, Transplantations- und Gefäßchirurgie, Hannover, ²Medizinische Hochschule Hannover, Klinik für Pädiatrische Kardiologie und Intensivmedizin, Hannover

Einleitung

Die rezidivierende, beschleunigte Degeneration biologischer, klappentragender Conduits nach Pulmonalklappenersatz ist ein ungelöstes Problem. Wir stellen eine individualisierte Lösung für einen 3-jährigen Patienten nach 2-facher ultrafast Degeneration

Material und Methoden

Es handelt sich um einen retrospektiv beschriebenen Fallbericht

Ergebnisse

Ein Junge wird mit einer mittelgradigen Pulmonalstenose und einer freien Pulmonalklappeninsuffizienz aufgrund einer dysplastischen Klappe (funktionell Pulmonalklappenagenesie), einem ASD sowie einer apikalen und einer perimembranösen VSD geboren. Die Herzfunktion ist biventrikulär eingeschränkt, weshalb bereits im 3. Lebensmonat eine Totalkorrektur mit Patchverschluss des ASD und VSD sowie Pulmonalklappenersatz mittels 14mm Rinderjugularvene erfolgt. Ohne Restshunt bei deutlich gebesserter Myokardfunktion zeigt sich bereits 3 Monate postoperativ eine geringe Degeneration des PA-grafts (2,5 m/s, I°-ige Insuff.), ein Jahr postoperativ besteht eine hochgradige Pulmonalklappengraftstenose (4 m/s) und die Indikation zum PK-Wechsel mit Verwendung eines dezellularisierten PK-Homografts wurde gestellt.

20 Monate nach dem Ersteingriff wurde die PK-Wechseloperation durchgeführt und eine 17mm TE-PKE implantiert. Der Gradient bei Entlassung betrug 1,3 m/s mit trivialer Insuffizienz. Bereits nach 6 Monaten zeigte sich eine Degeneration mit hochgradiger Stenose (4,5 m/s) und mittelgradiger Insuffizienz mit der Indikation zum erneuten PK-Prothesenwechsel.

Im Alter von 2 Jahren und 10 Monaten erfolgte die 3. Pulmonalklappenersatzoperation. Um eine erneute, rasche Degeneration zu verhindern, die Haltbarkeit des Conduits zu verbessern, und eine zukünftige Größenanpassung zu gewährleisten implantierten wir (ähnlich der DAVID-Technik) eine dezellularisierte Aortenhomograftklappe in eine 20 mm dilatierbare PTFE-Prothese. Der postoperative Verlauf war begleitet von einem unklaren Zytokinsturm mit im Verlauf persistierendem Inflammationsgeschehen und der Notwendigkeit einer Methylprednisolonstoßtherapie. Bei Entlassung zeigte die Klappe keine Stenose (1,4 m/s) oder Insuffizienz.

Auch im Verlauf über nun mehr als 3 Jahre präsentiert sich der Patient in klinischem gutem Allgemeinzustand. Die Klappe in Pulmonalposition zeigt keine Insuffizienz und keine Stenose (1,8 m/s)

Schlussfolgerung

Die Kombination aus prothetischem Conduit und dezellularisierter Homograftklappe stellt eine mögliche Option für Kinder mit rezidivierender, beschleunigter Degeneration biologischer, klappentragender Conduits dar

What to do in cases of ultrafast degeneration of biological pulmonary valve prostheses in children – a case report

Elena Petena¹, Dmitry Bobylev¹, Tomislav Cvitkovic¹, Theresa Holst¹, Murat Avsar¹, Valery Tsimashok¹, Dietmar Boethig¹, Philipp Beerbaum², Arjang Ruhparwar¹, Samir Sarikouch¹, Alexander Horke¹

¹Medizinische Hochschule Hannover, Klinik für Herz-, Thorax-, Transplantations- und Gefäßchirurgie, Hannover, ²Medizinische Hochschule Hannover, Klinik für Pädiatrische Kardiologie und Intensivmedizin, Hannover

Introduction

The recurrent, accelerated degeneration of biological valve-bearing conduits after pulmonary valve replacement is an unresolved problem. We provide a customized solution for a 3-year-old patient after 2-fold ultrafast degeneration.

Material and Methods

This is a retrospective case report.

Results

A boy is born with moderate pulmonary stenosis and free pulmonary valve insufficiency due to a dysplastic valve (functional pulmonary valve agenesis), an ASD and an apical and perimembranous VSD. Heart function is biventricularly impaired, which is why total correction with patch closure of the ASD and VSD and pulmonary valve replacement using a 14 mm bovine jugular vein was performed at 3 months of age. Without residual shunt and with significantly improved myocardial function, minor degeneration of the PA graft (2.5 m/s, grade I insufficiency) is already evident 3 months postoperatively. One year postoperatively, there is severe pulmonary valve graft stenosis (4 m/s), and the indication for PV replacement using a decellularized PV homograft has been made. Twenty months after the initial procedure, the PV replacement surgery was performed and a 17 mm TE-PVE was implanted. The gradient at discharge was 1.3 m/s with trivial insufficiency. After just 6 months, degeneration with severe stenosis (4.5 m/s) and moderate insufficiency became apparent, indicating the need for another PK prosthesis replacement. At the age of 2 years and 10 months, the third pulmonary valve replacement surgery was performed. To prevent rapid degeneration, improve the durability of the conduit and ensure future size adjustment, we implanted a decellularized aortic homograft valve into a 20 mm dilatable PTFE prosthesis (similar to the DAVID technique). The postoperative course was accompanied by an unclear cytokine storm with persistent inflammation and the need for methylprednisolone pulse therapy. At discharge, the valve showed no stenosis (1.4 m/s) or insufficiency. After more than three years, the patient continues to be in good overall clinical condition. The valve in the pulmonary position shows no insufficiency and no stenosis (1.8 m/s).

Conclusion

The combination of prosthetic conduit and decellularized homograft valve represents a possible option for children with recurrent, accelerated degeneration of biological valve-bearing conduits.

Single Center Erfahrung

Single Center Experiences

A-142

Frisch dezellularisierte Homografts als Pulmonalklappenersatz bei Fallot Tetralogie: Single Center Erfahrung

Tomislav Cvitkovic¹, Murat Avsar¹, Dmitry Bobylev¹, Elena Petena¹, Valery Tsimashok¹, Theresa Holst¹, Dietmar Boethig¹, Mechthild Westhoff-Bleck², Philipp Beerbaum³, Arjang Ruhparwar¹, Samir Sarikouch¹, Alexander Horke¹

¹Medizinische Hochschule Hannover, Klinik für Herz-, Thorax-, Transplantations- und Gefäßchirurgie (HTTG), Hannover, ²Medizinische Hochschule Hannover, Klinik für Kardiologie und Angiologie, Hannover, ³Medizinische Hochschule Hannover, Klinik für Pädiatrische Kardiologie und Intensivmedizin, Hannover

Einleitung

Frisch dezellularisierten Homografts (Fa. Corlife) als Pulmonalklappenersatz sind eine etablierte Therapieoption mit sehr guten mittelfristigen Ergebnissen. Ziel dieser Studie war es, die klinischen Ergebnisse einer prospektiven Studie nach Pulmonalklappenersatz bei Fallot-Patienten zu analysieren.

Material und Methoden

Es wurden 144 Patienten mit der Diagnose einer Fallot'schen Tetralogie analysiert, die zwischen 2005 und 2025 einen Pulmonalklappenersatz mit einem dezellularisierten Homograft erhielten. Die Patienten wurden basierend auf Alter zum Implantationszeitpunkt in zwei Gruppen eingeteilt: Implantationsalter <10 (n=29) und >10 (n=115) Jahre. Erfasst wurden mit jährlichen Nachuntersuchungen: demographische Daten, Klappenfunktion, Interventionen, Komplikationen und Reoperationen bis zu 20 Jahre nach der Implantation. Der Klappenstatus der nicht-explantierten Klappen wird jahresweise anteilig unter anteilmäßig unter der Explantationsfreiheitskurve dargestellt.

Ergebnisse

Das mittlere Alter ($\pm$ Standardabweichung) bei Implantation der Gruppen (bis 10; ab 10) lag bei $6,3 \pm 2,3$; $24,1 \pm 12,1$ Jahren. 66%; 59% der Patienten waren männlich. Der mittlere Durchmesser der eingesetzten Klappen betrug $21 \pm 3,3$ mm; $26 \pm 2,9$ mm. Die Gesamt- Nachbeobachtungszeit umfasst 216; 644 Jahre. Insgesamt zeigten 12; 17 Patienten eine Klappendegeneration. Die Explantationsfreiheit nach 20 Jahren lag bei 69%; 96%. Es traten 1; 2 Todesfälle auf. Bezüglich der Voroperationen hatten 1; 4 Patient(en) keine Voroperationen, 18; 70 eine, 8; 34 Patienten zwei Voroperationen und 6; 12 Patienten drei oder mehr Voroperationen. Nach 12 und mehr Jahren waren 46%; 77% der Klappen frei von Dysfunktion, Explantation und Intervention.

Schlussfolgerung

Der frisch dezellularisierte Homograft -implantiert in Pulmonalposition bei Fallot-Patienten- zeigte in beiden Altersgruppen hervorragende Ergebnisse, die aber auch weiteren Verbesserungsbedarf deutlich machen.

Freshly decellularized homografts as pulmonary valve replacements in tetralogy of Fallot: Single center experience

Tomislav Cvitkovic¹, Murat Avsar¹, Dmitry Bobylev¹, Elena Petena¹, Valery Tsimashok¹, Theresa Holst¹, Dietmar Boethig¹, Mechthild Westhoff-Bleck², Philipp Beerbaum³, Arjang Ruhparwar¹, Samir Sarikouch¹, Alexander Horke¹

¹Medizinische Hochschule Hannover, Klinik für Herz-, Thorax-, Transplantations- und Gefäßchirurgie (HTTG), Hannover, ²Medizinische Hochschule Hannover, Klinik für Kardiologie und Angiologie, Hannover, ³Medizinische Hochschule Hannover, Klinik für Pädiatrische Kardiologie und Intensivmedizin, Hannover

Introduction

Freshly decellularized homografts (Coralife) as pulmonary valve replacements are an established treatment option with very good medium-term results. The aim of this study was to analyze the clinical outcomes of a prospective study following pulmonary valve replacement in patients with Fallot's tetralogy.

Material and Methods

A total of 144 patients diagnosed with tetralogy of Fallot who underwent pulmonary valve replacement with a decellularized homograft between 2005 and 2025 were analyzed. Patients were divided into two groups based on their age at the time of implantation: Implantation age <10 (n=29) and >10 (n=115) years. Annual follow-up examinations recorded demographic data, valve function, interventions, complications and reoperations up to 20 years after implantation. The valve status of non-explanted valves is shown annually on a pro rata basis under the explantation freedom curve.

Results

The mean age ($\pm$ standard deviation) at implantation for the groups (up to 10; 10 and above) was 6.3 ± 2.3 and 24.1 ± 12.1 years, respectively. 66%; 59% of the patients were male. The average diameter of the valves used was 21 ± 3.3 mm; 26 ± 2.9 mm. The total follow-up period covers 216; 644 years. A total of 12; 17 patients showed valve degeneration. The freedom from explantation after 20 years was 69%; 96%. There were 1; 2 deaths. With regard to previous operations, 1; 4 patients had no previous operations, 18; 70 had one, 8; 34 patients had two previous operations, and 6; 12 patients had three or more previous operations. After 12 years or more, 46% were free of dysfunction, explantation and intervention.

Conclusion

The freshly decellularized homograft – implanted in the pulmonary position in patients with tetralogy of Fallot – showed excellent results in both age groups, but also highlighted the need for further improvement.

Perfusionscontainer im HLM Einsatz

Torsten Müller¹, Felix Abe¹, Christian Klante², Danny Sommer³

¹Herzzentrum Brandenburg, Perfusiologie, Bernau, ²COPRA SYSTEM GmbH, Berlin, ³Herzzentrum Brandenburg, MIT, Bernau

Einleitung

Der Perfusionscontainer auf Basis des Datenmanagementsystem „COPRA 6“ der COPRA System GmbH wird bei uns für Dokumentationszwecke an der HLM verwendet. Dieses DMS wird bereits in den Bereichen Anästhesie, Intensivstation und IMC genutzt. Dadurch ist eine interdisziplinäre Behandlungsakte des Patienten möglich, die alle Bereiche von der Prämedikation in der Anästhesie bis zur IMC, inklusive der Perfusion abbildet.

Die Firma COPRA besitzt mit der Version COPRA 6 RM1.0 die Konformitätsbewertung als Medizinprodukt der Klasse IIa.

Material und Methoden

Der Perfusionscontainer bietet Perfusionist:innen eine Übersicht aller relevanten Behandlungsdaten innerhalb eines Programms.

Die Anbindung der HLM und zusätzlicher Geräte an COPRA 6 erfolgt mittels CINDI (COPRA Intelligent Device Interface), einem eigenständigen Tool der Firma COPRA.

Eine Programmierschnittstelle ermöglicht den Zugriff auf vorhandene Dateninfrastrukturen wie den Anästhesiearbeitsplatz, BGA-Geräte, Labor-, PACS- und Krankenhausinformationssysteme.

Ergebnisse

Der Perfusionscontainer vereinfacht notwendige Dokumentationen und macht sie für das gesamte medizinische Personal in allen befugten Fachbereichen (Perfusiologie, Herzchirurgie, Anästhesie, Intensivstation, Qualitätssicherung, Controlling usw.) transparent. Er ist ein integrierter Bestandteil der Softwarelandschaft unserer Klinik. In COPRA6 sind alle Befunde des Patienten verfügbar.

Neben dem Überblick über alle relevanten Parameter der Perfusionsführung ist ein Zugriff vom Perfusionscontainer auf die aktuellen Anästhesiedaten (Medikamente, Bilanz, Beatmung, BIS, NIRS,...) und umgekehrt möglich. Somit trägt der Perfusionscontainer zur Optimierung der Perfusion und der damit verbundenen Patientensicherheit bei. Ein eindeutige Patientenzuordnung und der einheitliche Zeitstempel sichert eine valide Dokumentation ab.

Vorteile des Perfusionscontainers: keine Schnittstellen zwischen HLM und Zusatzgeräten erforderlich, von Hersteller im Perfusionsbereich unabhängig, automatische Übernahme und parallele Dokumentation (nach Validierung) von Messdaten in die Patientenakte.

Schlussfolgerung

Der Perfusionscontainer ist eine innovative Lösung zur komfortablen Dokumentation von Perfusionsdaten sowie der damit verbundenen Scores und Qualitätsindikatoren (GDP).

Die Einführung des Perfusionscontainers in der Klinik entspricht dem Krankenhauszukunftsgesetz 2020 und den in den aktuellen EACTS-Leitlinien zum CPB (2024) beschriebenen Anforderungen bzw. Empfehlungen.

PDMS perfusion container in use

Torsten Müller¹, Felix Abe¹, Christian Klante², Danny Sommer³

¹Herzzentrum Brandenburg, Perfusiologie, Bernau, ²COPRA SYSTEM GmbH, Berlin, ³Herzzentrum Brandenburg, MIT, Bernau

Introduction

We use the perfusion container based on the data management system (DMS) "COPRA 6" by COPRA System GmbH is used at our site for documentation purposes in Perfusiology. This DMS is already used in the areas of Anesthesiology, Intensive Care Unit and IMC. This enables an interdisciplinary patient care record that covers all areas from premedication in anesthesia to IMC, including perfusion. Manufacturer has the conformity assessment as a medical device Class IIa with COPRA version 6 RM1.0.

Materials and Methods

The perfusion container provides perfusionists with an overview of all relevant treatment data within a single program. Connection of HLM and additional devices to COPRA 6 is achieved via CINDI (COPRA Intelligent Device Interface), an independent tool developed by COPRA. A API allows access to existing data infrastructures such as the Anesthesia workstation, BGA devices, laboratory, PACS, and hospital information systems.

Results

The perfusion container simplifies the necessary documentation and makes it transparent for all medical staff in all authorized departments (Perfusion, Cardiac Surgery, Anesthesia, Intensive Care, Quality Assurance, Controlling, etc.). It is an integrated part of our clinic's software landscape. In COPRA6, all patient-data are available in addition to an overview of all relevant parameters of perfusion management, access from the Perfusion Container to current anesthesia data (drugs, fluid balance, ventilation, BIS, NIRS, ...) and vice versa is possible. Thus, the perfusion container contributes to optimizing perfusion and the associated patient safety. A unique patient assignment and the uniform timestamp ensure valid documentation.

Advantages of the perfusion container:

- no interfaces between the HLM and additional devices are required,
- independent of the manufacturer in the perfusion area,
- automatic transfer and parallel documentation (after validation) of measurement data into the patient record.

Conclusion

The perfusion container is an innovative solution for convenient documentation of perfusion data as well as the related scores and quality indicators (GDP). The introduction of the perfusion container in the clinic complies with the „Krankenhauszukunftsgesetz“ 2020 and the current EACTS guidelines on CPB (2024) described requirements or recommendations.

„Den Kabelbinder mache ich schnell mit einer Injektions-Kanüle oder einem Skalpell auf oder ich nehme kurz eine Schlauchklemme und drehe ihn ab....“

Marius Schimmel, Sven Maier, Marie Münz, Lisa Rösner, Johannes Kroll, Martin Czerny, Patric Diel
Universitätsklinikum Freiburg, Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie, Freiburg

Einleitung

Spezielle abgerundete Kabelbinder (z.B. Hellermann Tyton) werden oftmals als Sicherung von Schläuchen auf Kanülen von parakorporalen Herzunterstützungssystemen oder an den Konnektionen von ECMOs und HLM-Sets verwendet. Bei dem Wechsel eines Ventrikels bei parakorporalen Herzunterstützungssystemen oder bei ECMO-Verfahren müssen diese Kabelbinder oftmals entfernt werden. Ein geeignetes und sicheres Instrument steht hierfür nicht zur Verfügung.

Material und Methoden

Wir berichten über den Fall einer 10-jährigen Patientin mit einem bi-ventrikulären parakorporalen Herzunterstützungssystem. Bei der initialen Implantation musste aufgrund von akutem Lungenversagen an die parakorporalen rechts ventrikulären Kanülen (BerlinHeart pediatric Excor) ein ECMO-System angeschlossen werden. Beim Wechsel dieses ECMO-Systems auf einen parakorporalen Ventrikel (BerlinHeart Pediatric Excor 50 ml) mussten die angebrachten Kabelbinder von den parakorporalen Kanülen ohne Beschädigung der Kanüle entfernt werden. Dies wurde mit einer Injektionskanüle (B. Braun Sterican; $\varnothing$ 1,20 x 40 mm) durchgeführt und hierbei, durch zu tiefes Eindringen der Kanüle durch den Verschlussmechanismus des Kabelbinders hindurch, versehentlich ein Loch in die direkt darunter liegende parakorporale Kanüle gebohrt. Als Konsequenz wurde nach einer gefahrlosen Möglichkeit zum Öffnen von Kabelbindern gesucht.

Ergebnisse

Durch den Konnektor unter der Kanüle wurde ein Eindringen von Luft über die Aufziehkanüle verhindert. Als Konsequenz musste bei diesem Wechsel ein ca. 2 cm langes Stück der parakorporalen Kanüle abgeschnitten werden. Auswirkungen auf die weitere 55-tägige Herzunterstützung bis zur erfolgreichen Transplantation ergaben sich glücklicherweise nicht. Nach mehreren Tests wurde ein „Zahnarztthaken“ vom Typ „Aesculap DB402R“ ausgewählt. Seit der Beschaffung wurde der Zahnarztthaken innerhalb von 22 Monaten ca. 60-mal ohne jegliche Komplikationen verwendet. Durch die Möglichkeit der Sterilisation kann dieser Haken auch jederzeit unter sterilen Kautelen verwendet werden.

Schlussfolgerung

Das gefahrlose Öffnen von abgerundeten Kabelbindern auf Schläuchen und Kanülen ist möglich. Durch die Verwendung eines Instruments aus der Zahnheilkunde besteht keine Gefahr für die unter dem Kabelbinder liegende Kanüle. Weiterhin besteht keine Gefährdung von Mitarbeitern durch eine nicht-bestimmungsgemäße Verwendung von Aufziehkanülen oder Skalpell.

"I'll just open the cable tie with a hypodermic needle or a scalpel, or I'll use a tube clamp and twist it off..."

Marius Schimmel, Sven Maier, Marie Münz, Lisa Rösner, Johannes Kroll, Martin Czerny, Patric Diel
Universitätsklinikum Freiburg, Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie, Freiburg

Introduction

Special rounded cable ties (e.g., Hellermann Tyton) are often used to secure tubes on cannulas of paracorporeal cardiac support systems or at the connections of ECMOs and HLM sets. When changing a ventricle in paracorporeal cardiac support systems or during ECMO procedures, these cable ties often need to be removed. There is no suitable and secure instrument available for this purpose.

Material and Methods

We report on the case of a 10-year-old female patient with a bi-ventricular paracorporeal cardiac support system. During the initial implantation, an ECMO system had to be connected to the paracorporeal right ventricular cannulas (BerlinHeart pediatric Excor) due to acute lung failure. When switching this ECMO system to a paracorporeal ventricle (BerlinHeart Pediatric Excor 50 ml), the cable ties attached to the paracorporeal cannulas had to be removed without damaging the cannula. This was performed using an injection needle (B. Braun Sterican; $\varnothing$ 1.20 x 40 mm), and in the process, the needle penetrated too deeply through the cable tie's locking mechanism, accidentally piercing a hole in the paracorporeal cannula located directly underneath. As a consequence, a safe way to open cable ties was sought.

Results

The connector under the cannula prevented air from entering via the draw cannula. As a result, an approximately 2 cm long piece of the paracorporeal cannula had to be cut off during this change. Fortunately, there were no repercussions on the subsequent 55 days of cardiac support until the successful transplant. After several tests, an "Aesculap DB402R" dental hook was selected. Since its purchase, the dental hook has been used approximately 60 times within 22 months without any complications. Thanks to the possibility of sterilization, this hook can also be used under sterile conditions at any time.

Conclusion

Rounded cable ties on tubes and cannulas can be opened safely. The use of a dental instrument means that there is no risk to the cannula located under the cable tie. Furthermore, there is no risk to employees from the improper use of draw needles or scalpels.

Langzeitergebnisse nach Aortenklappenersatz bei kongenitalem Herzfehler mit einer mechanischen open pivot Prothese

Theresa Holst¹, Katharina Martens¹, Murat Avsar¹, Dmitry Bobylev¹, Tomislav Cvitkovic¹, Elena Petena¹, Valery Tsimashok¹, Dietmar Böthig^{1,2,3}, Mechthild Westhoff-Bleck³, Philipp Beerbaum², Arjang Ruhparwar¹, Samir Sarrikouch¹, Alexander Horke¹

¹Medizinische Hochschule Hannover, Klinik für Herz-, Thorax-, Transplantations- & Gefäßchirurgie, Hannover, ²Medizinische Hochschule Hannover, Klinik für Pädiatrische Kardiologie & Pädiatrische Intensivmedizin, Hannover, ³Medizinische Hochschule Hannover, Klinik für Kardiologie & Angiologie, Hannover

Einleitung

Der mechanische Aortenklappenersatz mit der ATS Prothese (Medtronic) stellt eine bewährte Behandlungsoption für Patienten mit angeborenem Herzfehler und Aortenklappenkrankung dar. Aussagekräftige Langzeitdaten über prothesenassoziierte Komplikationen in diesem Patientenkollektiv sind rar.

Material und Methoden

In dieser monozentrischen retrospektiven Beobachtungsstudie wurden die Nachuntersuchungsergebnisse aller Patienten mit angeborenem Herzfehler, die zwischen 1978 und 2020 eine ATS Prothese in Aortenposition erhielten, analysiert. Erfasst wurden Langzeitüberleben, wesentliche prothesenbezogene Komplikationen wie Thromboembolien, Blutungskomplikationen, Prothesenendokarditis und Klappenversagen in Form von höhergradiger Stenose oder Insuffizienz sowie Reoperationen. Die Analyse der Daten erfolgte mit Kaplan-Meier-Überlebenszeitanalysen zur Ermittlung zeitbezogener Ereignisfreiheitsraten.

Ergebnisse

Insgesamt wurden 28 Patienten (mittleres Alter bei Operation: 30 ± 13 Jahre; 86 % männlich) mit einer mittleren Nachbeobachtungszeit von $8,9 \pm 5,2$ Jahren eingeschlossen. Die 5-, 10- und 15-Jahres-Gesamtüberlebensraten betrugen jeweils 96,2%. Frei von (teils temporärer) Aortenklappendysfunktion (Spitzengradient ≥ 50 mmHg oder $\geq$ moderate Insuffizienz) waren nach 15 Jahren $13,0\% \pm 10,9\%$. Die Ereignisfreiheit bezüglich Reoperation mit Prothesenexplantation lag bei 100% nach 5 Jahren und 93,3% nach 10 und 15 Jahren. Die Freiheit von antikoagulationsbedingten Ereignissen betrug 95,2% nach 5 Jahren, 84,2% nach 10 Jahren und 70,2% nach 15 Jahren. Die Freiheit von Prothesenendokarditis lag bei 100% nach 5 Jahren und 93,3% nach 10 und 15 Jahren.

Schlussfolgerung

Bei Patienten mit angeborenem Herzfehler sehen wir nach Aortenklappenersatz durch die mechanische ATS Prothese im mittelfristigen Verlauf gute Langzeitüberlebensraten trotz nahezu regelhaft beobachtbarer meist konservativ behandelbarer Funktionsstörungen. Die Ergebnisse belegen sowohl die Eignung der ATS Klappe als dauerhafte Lösung in dieser komplexen Patientengruppe wie auch die Notwendigkeit lebenslanger Wachsamkeit und strukturierter Nachsorge zur Vermeidung, Erkennung und Behandlung von Komplikationen.

Long-term outcomes after aortic valve replacement with a mechanical open pivot prosthesis in patients with congenital heart disease

Theresa Holst¹, Katharina Martens¹, Murat Avsar¹, Dmitry Bobylev¹, Tomislav Cvitkovic¹, Elena Petena¹, Valery Tsimashok¹, Dietmar Böthig^{1,2,3}, Mechthild Westhoff-Bleck³, Philipp Beerbaum², Arjang Ruhparwar¹, Samir Sarrikouch¹, Alexander Horke¹

¹Medizinische Hochschule Hannover, Klinik für Herz-, Thorax-, Transplantations- & Gefäßchirurgie, Hannover, ²Medizinische Hochschule Hannover, Klinik für Pädiatrische Kardiologie & Pädiatrische Intensivmedizin, Hannover, ³Medizinische Hochschule Hannover, Klinik für Kardiologie & Angiologie, Hannover

Introduction

Mechanical aortic valve replacement with the ATS prosthesis (Medtronic) is an established treatment option for patients with congenital heart disease and aortic valve pathology. However, robust long-term data on prosthesis-associated adverse events in this patient cohort remain limited.

Material and Methods

In this single-center retrospective observational study, follow-up data of all patients with congenital heart disease who underwent aortic valve replacement with an ATS prosthesis between 1978 and 2020 were analyzed. Outcomes assessed included long-term survival and major prosthesis-related complications such as thromboembolism, bleeding, prosthetic valve endocarditis and valve dysfunction in the form of significant stenosis or regurgitation as well as reoperation. Kaplan–Meier survival analyses were performed to estimate time-related event-free survival rates.

Results

A total of 28 patients (mean age at surgery: 30 ± 13 years; 86% male) with a mean follow-up duration of 8.9 ± 5.2 years were included. Overall survival at 5, 10 and 15 years was 96.2% at each time point. Freedom from (partly transient) aortic valve dysfunction (i.e., peak gradient ≥ 50 mmHg and/or $\geq$ moderate regurgitation) was $13.0\% \pm 10.9\%$ at 15 years. Freedom from reoperation with prosthesis explantation was 100% at 5 years and 93.3% at 10 and 15 years. Freedom from anticoagulation-related complications was 95.2% at 5 years, 84.2% at 10 years and 70.2% at 15 years. Freedom from prosthetic valve endocarditis was 100% at 5 years and 93.3% at 10 and 15 years.

Conclusion

In patients with congenital heart disease, mechanical aortic valve replacement with the ATS prosthesis demonstrated favorable mid- to long-term survival despite almost regularly observable occurrence of transient valve dysfunction which was mostly manageable with conservative treatment. These findings support the suitability of the ATS prosthesis as a durable treatment option in this complex patient group, while emphasizing the importance of lifelong vigilance and structured follow-up for the prevention, detection, and management of complications.

Mittelfristige Komplikationsfreiheiten nach Aortenklappenersatz durch eine bewährte Doppelflügelklapp-scheibenventilprothese bei Patienten mit kongenitalem Herzfehler

Theresa Holst¹, Katharina Martens¹, Murat Avsar¹, Dmitry Bobylev¹, Tomislav Cvitkovic¹, Elena Petena¹, Valery Tsimashok¹, Dietmar Böthig^{1,2,3}, Mechthild Westhoff-Bleck³, Philipp Beerbaum², Arjang Ruhparwar¹, Samir Sarrikouch¹, Alexander Horke¹

¹Medizinische Hochschule Hannover, Klinik für Herz-, Thorax-, Transplantations- & Gefäßchirurgie, Hannover, ²Medizinische Hochschule Hannover, Klinik für Pädiatrische Kardiologie & Pädiatrische Intensivmedizin, Hannover, ³Medizinische Hochschule Hannover, Klinik für Kardiologie & Angiologie, Hannover

Einleitung

Der mechanische Aortenklappenersatz mit der St. Jude Medical (SJM; Abbott) Prothese ist eine etablierte Therapieoption bei Patienten mit angeborenem Herzfehler und Aortenklappenerkrankung. Langzeitdaten zu prothesenbezogenen Komplikationen in diesem Patientenkollektiv werden selten berichtet.

Material und Methoden

In dieser monozentrischen retrospektiven Beobachtungsstudie wurde alle Patienten mit angeborenem Herzfehler, die zwischen 1978 und 2020 eine SJM Prothese als mechanischen Aortenklappenersatz erhielten, analysiert. Ausgewertet wurden Überleben, klappenbezogene Komplikationen wie Thromboembolie, Blutung, Prothesenendokarditis, Stenose, Insuffizienz sowie Reoperation. Die Auswertung erfolgte mittels Kaplan-Meier-Überlebenszeitanalyse zur Darstellung der Gesamtüberlebensrate und der Ereignisfreiheiten.

Ergebnisse

Insgesamt wurden 59 Patienten (mittleres Alter bei Operation: 24 ± 14 Jahre; 76 % männlich) mit einer mittleren Nachbeobachtungszeit von $9,2 \pm 6,6$ Jahren eingeschlossen. Nach 5, 10 und 15 Jahren überlebten 95,9%, 92,7% und 92,7%. Eine relevante - oft temporäre - Klappendysfunktion (Spitzengradient ≥ 50 mmHg oder $\geq$ moderate Insuffizienz) trat bei 22% auf (Ereignisfreiheit zwischen 12. und 26. Jahr: $66,2 \pm 8,0\%$). Die Freiheit von Prothesenexplantation lag bei 97,6% nach 5 und 10 Jahren und 94,0% nach 15 Jahren. Die Freiheit von antikoagulationsbedingten Ereignissen betrug 95,7% nach 5 Jahren, 90,1% nach 10 Jahren und 86,6% nach 15 Jahren. Die Freiheit von Prothesenendokarditis lag bei 97,6% nach 5 Jahren, 95,2% nach 10 Jahren und 91,5% nach 15 Jahren.

Schlussfolgerung

Der mechanische Aortenklappenersatz mit der SJM Prothese bei Patienten mit angeborenem Herzfehler zeigte gute Langzeitüberlebensraten und akzeptable Raten an klappenbezogenen Komplikationen. Die Ergebnisse unterstreichen die Eignung der SJM Klappe als dauerhafte Lösung in dieser komplexen Patientengruppe, wenngleich eine lebenslange strukturierte Nachsorge zur Erkennung und Behandlung von Komplikationen essenziell bleibt.

Mid-term outcomes after aortic valve replacement with a trusted bileaflet mechanical prosthesis in patients with congenital heart disease

Theresa Holst¹, Katharina Martens¹, Murat Avsar¹, Dmitry Bobylev¹, Tomislav Cvitkovic¹, Elena Petena¹, Valery Tsimashok¹, Dietmar Böthig^{1,2,3}, Mechthild Westhoff-Bleck³, Philipp Beerbaum², Arjang Ruhparwar¹, Samir Sarrikouch¹, Alexander Horke¹

¹Medizinische Hochschule Hannover, Klinik für Herz-, Thorax-, Transplantations- & Gefäßchirurgie, Hannover, ²Medizinische Hochschule Hannover, Klinik für Pädiatrische Kardiologie & Pädiatrische Intensivmedizin, Hannover, ³Medizinische Hochschule Hannover, Klinik für Kardiologie & Angiologie, Hannover

Introduction

Mechanical aortic valve replacement with the St. Jude Medical (SJM; Abbott) prosthesis is an established treatment option for patients with congenital heart disease and aortic valve pathology. However, long-term data on prosthesis-related adverse events in this patient cohort remain scarce.

Material and Methods

This single-center retrospective observational study included all patients with congenital heart disease who underwent mechanical aortic valve replacement with an SJM prosthesis between 1978 and 2020. Survival and valve-related complications such as thromboembolism, bleeding, prosthetic valve endocarditis, stenosis, regurgitation and reoperation were assessed. Kaplan-Meier analysis was performed to estimate overall survival and event-free survival.

Results

A total of 59 patients (mean age at surgery: 24 ± 14 years; 76 % male) with a mean follow-up duration of 9.2 ± 6.6 years were included. Survival at 5, 10 and 15 years was 95.9%, 92.7% and 92.7%, respectively. Relevant, yet often only transient, valvular dysfunction (i.e., peak gradient ≥ 50 mmHg and/or $\geq$ moderate regurgitation) occurred in 22% of patients (i.e., event-free survival between years 12 and 26: $66.2 \pm 8.0\%$). Freedom from prosthesis explantation was 97.6% at 5 and 10 years and 94.0% at 15 years. Freedom from anticoagulation-related events was 95.7% at 5 years, 90.1% at 10 years and 86.6% at 15 years. Freedom from prosthetic valve endocarditis was 97.6% at 5 years, 95.2% at 10 years and 91.5% at 15 years.

Conclusion

Mechanical aortic valve replacement with the SJM prosthesis in patients with congenital heart disease provides excellent long-term survival rates with acceptable rates of valve-related adverse events. These findings support the use of the SJM prosthesis as a durable treatment option in this complex patient population, while simultaneously underlining the need for lifelong structured follow-up to detect and manage potential complications.

Mittelfristige Ergebnisse nach Aortenklappenersatz mit gestenteter boviner Perikardbioprothese bei Patienten mit angeborenem Herzfehler

Theresa Holst¹, Katharina Martens¹, Murat Avsar¹, Dmitry Bobylev¹, Tomislav Cvitkovic¹, Elena Petena¹, Valery Tsimashok¹, Dietmar Böthig^{1,2,3}, Mechthild Westhoff-Bleck³, Philipp Beerbaum², Arjang Ruhparwar¹, Samir Sarikouch¹, Alexander Horke¹

¹Medizinische Hochschule Hannover, Klinik für Herz-, Thorax-, Transplantations- & Gefäßchirurgie, Hannover, ²Medizinische Hochschule Hannover, Klinik für Pädiatrische Kardiologie & Pädiatrische Intensivmedizin, Hannover, ³Medizinische Hochschule Hannover, Klinik für Kardiologie & Angiologie, Hannover

Einleitung

Der biologische Aortenklappenersatz gewinnt bei Patienten mit angeborenem Herzfehler und Aortenklappenerkrankung zunehmend an Bedeutung, insbesondere bei Patienten mit Kontraindikation für eine Antikoagulation oder Kinderwunsch. Daten zur Langzeitsicherheit und Haltbarkeit biologischer Prothesen, insbesondere der gestenteten Carpentier-Edwards (CE) Perikardprothese – einem klassischen Implantat in der Erwachsenenherzchirurgie – sind in dieser Patientenkohorte jedoch begrenzt.

Material und Methoden

In dieser monozentrischen retrospektiven Beobachtungsstudie wurde alle Patienten mit angeborenem Herzfehler, die zwischen 1978 und 2020 einen biologischen Aortenklappenersatz mittels CE Bioprothese erhielten, analysiert. Erfasst wurden das Langzeitüberleben sowie relevante klappenbezogene Komplikationen, darunter Thromboembolie, Blutung, Prothesenendokarditis und strukturelle Klappendegeneration (Spitzengradient ≥ 50 mmHg und/oder $\geq$ moderate Insuffizienz) sowie Reoperation. Die Schätzung der Ereignisfreiheiten erfolgte nach Kaplan-Meier.

Ergebnisse

Insgesamt wurden 26 Patienten (mittleres Alter bei Operation: 31 ± 18 Jahre; 81 % männlich) mit einer mittleren Nachbeobachtungszeit von $8,4 \pm 4,6$ Jahren eingeschlossen. Im Beobachtungszeitraum (max. 15,2 Jahre) kam es zu keinem Todesfall, keinem thromboembolischen oder blutungsbedingtem Ereignis. Die Freiheit von Prothesenendokarditis lag bei 100% nach 5 und 10 Jahren und 75,0% nach 15 Jahren. Die Freiheit von Klappendegeneration lag bei 90,9% nach 5 Jahren, 43,2% nach 10 Jahren und 13,0% nach 15 Jahren, wobei sich die strukturelle Klappendegeneration stets allmählich und in den meisten Fällen primär als führende höhergradige Stenose manifestierte. Die Freiheit von Reoperation zur Prothesenexplantation betrug 100% nach 5 Jahren, 73,3% nach 10 Jahren und 16,0% nach 15 Jahren.

Schlussfolgerung

Patienten mit angeborenem Herzfehler und CE-Aortenklappenersatz bleiben recht zuverlässig von plötzlich eintretenden Komplikationen der Antikoagulation verschont, müssen aber mittelfristig mit Prothesendegeneration rechnen. Regelmäßige Nachsorgetermine sind nötig, um Klappendegeneration rechtzeitig zu erfassen.

Mid-term outcomes after aortic valve replacement with a stented bovine pericardial bioprosthesis in patients with congenital heart disease

Theresa Holst¹, Katharina Martens¹, Murat Avsar¹, Dmitry Bobylev¹, Tomislav Cvitkovic¹, Elena Petena¹, Valery Tsimashok¹, Dietmar Böthig^{1,2,3}, Mechthild Westhoff-Bleck³, Philipp Beerbaum², Arjang Ruhparwar¹, Samir Sarrikouch¹, Alexander Horke¹

¹Medizinische Hochschule Hannover, Klinik für Herz-, Thorax-, Transplantations- & Gefäßchirurgie, Hannover, ²Medizinische Hochschule Hannover, Klinik für Pädiatrische Kardiologie & Pädiatrische Intensivmedizin, Hannover, ³Medizinische Hochschule Hannover, Klinik für Kardiologie & Angiologie, Hannover

Introduction

Bioprosthetic aortic valve replacement is gaining importance in patients with congenital heart disease and aortic valve pathology, particularly in those with contraindications to anticoagulation or with a desire for pregnancy. However, long-term data on safety and durability of biological prostheses, especially the stented Carpentier-Edwards (CE) pericardial prosthesis (a well-established implant in adult cardiac surgery), remain limited in this patient population.

Material and Methods

This single-center retrospective observational study analyzed all patients with congenital heart disease who underwent biological aortic valve replacement with a CE bioprosthesis between 1978 and 2020. Outcomes assessed included long-term survival and valve-related complications such as thromboembolism, bleeding, prosthetic valve endocarditis, structural valve degeneration (defined as peak gradient ≥ 50 mmHg and/or $\geq$ moderate regurgitation), and reoperation. Event-free survival was estimated using the Kaplan–Meier method.

Results

A total of 26 patients (mean age at surgery: 31 ± 18 years; 81% male) with a mean follow-up of 8.4 ± 4.6 years were included. During the observation period (maximum 15.2 years), no deaths and no thromboembolic or bleeding events occurred. Freedom from prosthetic valve endocarditis was 100% at 5 and 10 years and 75.0% at 15 years. Freedom from structural valve degeneration was 90.9% at 5 years, 43.2% at 10 years, and 13.0% at 15 years. Degeneration developed gradually in all cases, typically presenting primarily as progressive stenosis. Freedom from reoperation with prosthesis explantation was 100% at 5 years, 73.3% at 10 years, and 16.0% at 15 years.

Conclusion

In patients with congenital heart disease, aortic valve replacement with the CE bioprosthesis reliably prevents anticoagulation-related complications but is associated with a significant mid-term risk of prosthesis degeneration. Regular follow-up is essential to ensure timely detection of valve deterioration.