



Supplement 01
30. Jahrgang in 2021

KARDIOTECHNIK

Perfusion | Monitoring | Organprotektion | Medizinische Informatik | Elektrostimulation

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



DGTHG

Deutsche Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie

ABSTRACTS

Perfusion



*Technik
für den
Patienten*

Wiesbaden 2021 · 19.–21. November
**50. Internationale Jahrestagung und
13. Fokustagung Herz**

eCPR

Risikofaktoren für die akute Niereninsuffizienz bei Patienten nach extrakorporaler kardiopulmonaler Reanimation

Gaisendrees, Christopher; Ivanov, Borko; Djordjevic, Ilija; Gerfer, Stephen; Eghbalzadeh, Kaveh; Sabashnikov, Anton; Wahlers, Thorsten

Herzzentrum der Uniklinik Köln, Kerpenerstr.62, 50937 Köln, DE

Einleitung: Die Verwendung der extrakorporalen kardiopulmonalen Reanimation (eCPR) ist weltweit auf dem Vormarsch, aufgrund höherer Überlebensraten im Vergleich zur "konventionellen" CPR. Die Risikofaktoren für die Entwicklung eines akuten Nierenversagens (AKI) nach eCPR sind bislang unklar. Im Rahmen dessen haben wir retrospektiv Patienten nach eCPR in Bezug auf Risikofaktoren ausgewertet, welche zu einem akuten Nierenversagen führen.

Material und Methoden: Zwischen Januar 2016 und Dezember 2020 wurden 95 Patienten, welche mit eCPR behandelt wurden, retrospektiv in zwei Gruppen aufgeteilt; Patienten mit AKI (n=60) und Patienten ohne AKI (n=35) und hinsichtlich Risikofaktoren und Outcome analysiert. Wir führten eine multinominale Regressionsanalyse zur Bestimmung von Risikofaktoren für AKI durch.

Ergebnisse: Insgesamt haben 63% der Patienten ein AKI entwickelt und 45% davon brauchten eine Dialysebehandlung. Patienten mit AKI hatten höhere baseline-level von Kreatinin (1.1 mg/dL vs. 1.5 mg/dL, $p < 0.01$), Urea (34 mg/dL vs. 42 mg/dL, $p = 0.04$), CK (923 U/L vs. 1707 U/L, $p=0.07$) und CK nach 24 Stunden (1705 U/L vs. 4430 U/L, $p=0.01$). Die ECMO-Explantation fand öfter bei AKI-Patienten statt (24% vs. 48%, $p=0.01$). Die In-hospital Mortalität zeigte keinen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen (86% vs. 70%; $p=0.07$). Die multinominale Regressionsanalyse zeigte, dass baseline Urea-Spiegel ein signifikanter Prädiktor für das Vorkommen von AKI nach eCPR war. Diskussion: eCPR Patienten haben ein hohes Risiko für AKI, vergleichbar mit Patienten nach "konventioneller" CPR, trotz mutmaßlich verbesserter Organperfusion durch die ECMO-Therapie. Das baseline Urea-Level ist ein signifikanter Prädiktor für die Entwicklung von AKI nach eCPR.

Die extrakorporale kardiopulmonale Reanimation (eCPR) für die Behandlung des außerklinischen Herz-Kreislaufstillands (OHCA)

Gaisendrees, Christopher; Walter, Sebastian; Sabashnikov, Anton; Adler, Christoph; Wahlers, Thorsten

Herzzentrum der Uniklinik Köln, Kerpenerstr.62, 50937 Köln, DE

Einleitung: Der außerklinische Herz-Kreislaufstillstand (OHCA) betrifft jedes Jahr ca. 75.000 Menschen in Deutschland und ist mit einer eingeschränkten Prognose und hoher Mortalität verbunden. Die extrakorporale kardiopulmonale Reanimation (eCPR) unter Verwendung veno-arterieller ECMO Systeme (V-A ECMO) stellt eine zusätzliche und zunehmend verbreitete, allerdings noch nicht im Leitlinienalgorithmus fest verankerte Möglichkeit der Therapie dar.

Material und Methoden: Es erfolgte eine selektive Literaturrecherche in Pubmed und Embase fokussiert auf Studien, die eCPR bei OHCA untersuchen. Außerdem werden aktuell in Rekrutierung und Durchführung befindliche klinische Studien zu diesem Thema zusammengefasst.

Ergebnisse: Die bisherige Datenlage zum Nutzen von eCPR bei OHCA basiert hauptsächlich auf retrospektiven Kohortenstudien. Ein Überlebensvorteil bzw. Vorteil im

neurologischen Outcome für selektierte eCPR-therapierte Patienten versus „konventionell“ reanimierten Patienten (CPR) konnte aus diesen Daten abgeleitet werden. Zwei aktuelle randomisierte und kontrollierte Studien konnten diesen Effekt bestätigen. Aktuelle in der Durchführung befindliche Studien untersuchen, inwiefern eine frühestmögliche extrahospitale ECMO-Kanülierung noch am Auffindeort des Patienten mit einem besseren Überleben einhergehen könnte.

Diskussion: Trotz einer bisher spärlichen Datenlage muss für selektierte OHCA Patienten von einem Überlebensvorteil bei eCPR Therapie ausgegangen werden. Sollten weitere qualitativ hochwertige Studien dies untermauern, erscheint es indiziert zu evaluieren, inwiefern und in welchem Umfang ressourcenintensive eCPR Programme flächendeckend etabliert werden können.

Calcium overload nach Herzstillstand: die Rolle von Humanalbumin bei Controlled Automated Reperfusion of the Whole Body

Pooth, Jan-Steffen¹; Brixius, Sam Joé¹; Scherer, Christian¹; Diel, Patric¹; Liu, Yechi¹; Taunyane, Itumeleng¹; Haberstroh, Jörg²; Benk, Christoph¹; Trummer, Georg¹; Beyersdorf, Friedhelm¹

¹ Uniklinik Freiburg - Universitätsherzzentrum, Hugstetter Straße 55, 79106 Freiburg im Breisgau, DE;

² CEMT - Uniklinik Freiburg, Hugstetter Straße 55, 79106 Freiburg im Breisgau, DE

Einleitung: Angesichts der insgesamt unzureichenden Ergebnisse nach kardiopulmonaler Reanimation ist die Entwicklung neuer Behandlungskonzepte dringend erforderlich. Controlled Automated Reperfusion of the whole body (CARL) stellt ein Therapiebündel basierend auf extrakorporaler Zirkulation (EKZ) dar, mit dem die Bedingungen der Reperfusion und die Zusammensetzung des Reperfusats nach Herzstillstand (HKS) kontrolliert werden können. Ziel dieser Studie war es, die Rolle des Plasmaexpanders in der CARL-Priming-Lösung zu untersuchen und seinen Wirkmechanismus zu ergründen.

Material und Methoden: Viskosität, Osmolalität, kolloidosmotischer Druck (KOD), pH-Wert und Kalziumbindung verschiedener Priming-Lösungen wurden in vitro gemessen und mit in vivo-Daten verglichen. N=16 Schweine erhielten CARL nach zwanzig minütigem, unbehandeltem HKS mit entweder Humanalbumin 20% (HA, N=8) oder Gelatinepolysuccinat 4% (GP, N=8). Während der ersten Stunde der Reperfusion wurden Blutgasanalysen durchgeführt und der Katecholamin- und Flüssigkeitsbedarf aufgezeichnet. Nach einer Stunde wurden die Tiere von der EKZ geweant und intensiv nachbetreut. Das neurologische Ergebnis wurde am siebten Tag anhand eines neurologischen Defizit-Scores (NDS) beurteilt.

Ergebnisse: In vitro führte die Zugabe von HA zur CARL-Priming-Lösung zu einem höheren KOD und einer höheren Kalziumbindung als GP. In vivo führte die Behandlung mit HA zu einer stärkeren Reduktion des ionisierten Kalziums und zu höheren extrakorporalen Flüssen innerhalb der ersten 30 Minuten nach der Reperfusion, ohne dass ein Unterschied beim Katecholamin- oder Flüssigkeitsbedarf bestand. Die Überlebensrate nach sieben Tagen lag in beiden Gruppen bei 75 % ohne Unterschied im NDS.

Diskussion: Unsere Daten zeigen, dass der Plasmaexpander in der CARL-Priming-Lösung einen signifikanten Einfluss auf die Zusammensetzung des initialen Reperfusats hat und dadurch möglicherweise den Verlauf der Reanimation beeinflussen kann. Obwohl eine signifikante Auswirkung auf das Gesamtüberleben in dieser kleinen Versuchsreihe nicht nachgewiesen werden konnte, konnten wir eine Reihe von günstigen Effekten zeigen, die auf die verwendete Priming-Lösung zurückzuführen sind. Hervorzuheben ist, dass HA zu einer signifikant höheren Reduktion des ionisierten Kalziums führte. Die Verabreichung von HA bietet die Möglichkeit, das biologisch aktive, ionisierte Kalzium zu reduzieren, ohne die Gesamtkalzium-Konzentration zu beeinflussen.

Extrakorporale kardiopulmonale Reanimation(eCPR) - soll der Patient zur Maschine oder die Maschine zum Patienten? Erfahrungen aus 3 Jahren präklinischer extrakorporaler kardiopulmonaler Reanimation in Freiburg

Scherer, Christian; Pooth, Jan Steffen; Trummer, Georg; Benk, Christoph; Beyersdorf, Friedhelm

Universitäts-Herzzentrum, Universitätsklinikum Freiburg, Medizinische Fakultät der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Hugstetterstraße 55, 79106 Freiburg, DE

Einleitung: Das Überleben nach Herz-Kreislauf-Stillstand und besonders das Überleben ohne neurologische Defizite bleibt trotz Fortschritten in der kardiopulmonalen Reanimation niedrig. Durch die flächendeckende Einführung von mechanischen Reanimationssystemen gelangen zunehmend mehr Patienten unter Reanimation in die Cardiac Arrest Center. Die Entscheidung über die Fortführung der Reanimationsmaßnahmen wird folglich in die Klinik verlagert, wodurch lange Reanimationszeiträume von bis zu 120 Minuten zustande kommen.

Material und Methoden: In Zusammenarbeit mit den lokalen Rettungsdiensten, der integrierten Rettungsleitstelle und der Uniklinik Freiburg wurde ein Konzept erarbeitet zur Etablierung der eCPR in der Präklinik. Neben der Einbindung in die Alarm- und Ausrückeordnung, wurde ein speziell ausgestattetes Einsatzfahrzeug konfiguriert, die Abläufe simuliert und trainiert, um eine möglichst reibungslose Integration der höchst-invasiven Maßnahme der eCPR-Anlage in die bestehenden Abläufe des Advanced-Life-Support (ALS) zu integrieren. Die personelle Abdeckung des Projektes umfasst ein Team von 4 Personen (2 Ärzte, 1 Kardiotechniker, 1 Notfallsanitäter), ist wochentags von 8-16 Uhr über Funkmeldeempfänger erreichbar.

Ergebnisse: Das Team wurde von September 2018 - Juli 2021 120mal alarmiert und war bei insgesamt 90 Patienten vor Ort. Bei 30 % der Patienten wurde bei Eintreffen die Rückkehr eines Spontankreislaufes (ROSC) verzeichnet. Bei 5 Einsätzen lag keine Reanimationssituation vor. 55 Patienten waren bei Eintreffen noch reanimationspflichtig, wovon 24 Patienten mit eCPR versorgt wurden. Das Team traf durchschnittlich nach 11,9 ($\pm 7,1$) Minuten an der Einsatzstelle ein und konnte so die Reanimationsdauer von 72,2 ($\pm 7,4$) Minuten auf 32,9 ($\pm 8,8$) Minuten verkürzen.

Diskussion: eCPR ist präklinisch anwendbar und stellt eine Alternative zu prolongierten Patiententransporten unter Reanimation ins nächste Cardiac Arrest Center dar. Nicht zu vernachlässigen ist der finanzielle und vor allem personelle Aufwand, den dieses Projekt nach sich zieht. Zur Diskussion steht, inwiefern eCPR routinemäßig integriert werden sollte. Besonders Patienten in günstigen neuroprotektiven Situationen (wie bspw. Hypothermie) könnten vom Einsatz präklinischer eCPR profitieren, wenn das Team frühzeitig zum Einsatz alarmiert wird.

Überwindung des zerebralen No-Reflow-Phänomens nach Kreislaufstillstand durch pulsatile extrakorporale Zirkulation: Vorläufige Ergebnisse einer [15O]Wasser PET-Studie

Bretthauer, Berit Amelie¹; Sörensen, Arnd²; Fostitsch, Johannes Christian²; Pooth, Jan-Steffen¹; Brixius, Sam Joé¹; Groh, Johannes Elias¹; Bügener, Hannah¹; Scherer, Christian¹; Haberstroh, Jörg³; Mix, Michael²; Meyer, Philipp²; Benk, Christoph¹; Trummer, Georg¹; Beyersdorf, Friedhelm¹

¹ Uniklinik Freiburg - Universitätsherzzentrum, Hugstetter Straße 55, 79106 Freiburg im Breisgau, DE;

² Uniklinik Freiburg - Klinik für Nuklearmedizin, Hugstetter Straße 55, 79106 Freiburg im Breisgau, DE;

³ CEMT - Uniklinik Freiburg, Hugstetter Straße 55, 79106 Freiburg im Breisgau, DE

Einleitung: Das Überleben nach Herz-Kreislauf-Stillstand (HKS) und besonders das Überleben ohne neurologische Defizite bleibt trotz Fortschritten in der kardiopulmonalen Reanimation niedrig. Eine Hauptursache dafür scheint das zerebrale No-Reflow-Phänomen zu sein, welches noch Stunden nach Wiederkehr eines Spontankreislaufs beobachtet wird. Das Ziel dieser Studie ist, den zerebralen Blutfluss (ZBF) während kontrollierter Ganzkörperreperfusion mittels pulsatiler extrakorporaler Zirkulation nach prolongiertem normothermen HKS zu messen.

Material und Methoden: N=4 Schweine erhielten einen elektrisch induzierten normothermen HKS (20 min). Anschließend wurde über einen Zeitraum von bis zu 2 Stunden eine CARL-Reperfusion (controlled automated reperfusion of the whole body (CARL)) durchgeführt. Die CARL-Therapie basiert auf extrakorporaler Zirkulation und umfasst unter anderem einen hohen, pulsatilen Fluss, Hypothermie bis zu 32°C und eine hyperosmolare Priming-Lösung. Der ZBF wurde vor HKS (Baseline) und während CARL-Therapie mittels [15O]Wasser Positronen Emissionstomografie (PET) und kontinuierlicher, arterieller Blutentnahme gemessen.

Ergebnisse: Bei allen Versuchen war der globale ZBF nach 20 min HKS und 8 (\pm 3) min Reperfusion (21.0 ml/min/100g) im Vergleich zur Baseline (33.7 ml/min/100g) im Durchschnitt um 38% reduziert (Intervall: [-6;-69]%). Eine regionale Analyse zeigte einen praktisch nicht vorhandenen kortikalen ZBF (no-reflow), während sich der ZBF im Hirnstamm und Cerebellum unverändert bis erhöht präsentierte. Im weiteren Verlauf der Reperfusion stieg der ZBF kontinuierlich in allen Regionen, bis er die Werte der Baseline überstieg. Eine Stunde nach Start der Reperfusion war der globale ZBF im Vergleich zur Baseline um durchschnittlich 102% erhöht (68.2 ml/min/100g, Intervall: [+3;+238]%) und näherte sich im Verlauf nach 2 Stunden Reperfusion wieder den Baseline-Werten an.

Diskussion: Erstmalig gelang es uns, den ZBF während extrakorporaler Reanimation mittels CARL zu messen. Dabei zeigte die CARL-Therapie mit pulsatilem Fluss das Potential, das No-Reflow-Phänomen zu überwinden. Durch Optimierung der Reperfusion nach HKS könnte somit das neurologische Überleben nach HKS verbessert werden. In weiteren Versuchen ist zusätzlich die Messung von Markern der Neuronenvitalität geplant.

Mechanische Kreislaufunterstützung

Behandlungsoption ARDS mit isolierten permanenten Rechtsherzversagen

Münch, Frank¹; Kwapil, Nicola¹; Teske, Andreas¹; Dittrich, Sven¹; Purbojo, Ariawan¹; Blumauer, Robert¹; Cuomo, Michela¹; Cesnjevar, Robert Anton²

¹ Universitätsklinikum Erlangen, Loschgstraße 15, 91054 Erlangen, DE;

² Kinderspital Zürich, Steinwiesstrasse 75, 8032 Zürich, CH

Einleitung: Die Langzeit-Behandlung eines isolierten Rechtsherzversagens stellt ein seltenes Krankheitsbild dar. Eine Behandlungsoption ist ein parakorporales Rechtsherzunterstützungssystem, mit der Option zur biventrikulären Unterstützung.

Material und Methoden: Bei einer 17-jährigen Patientin wurde eine kurzstreckige funktionelle Atresie des Aortenbogens diagnostiziert. Nach einer elektiven Rekonstruktions-OP kam es 2h postoperativ auf der Intensivstation zu einem kompletten Abriss der distalen subclavia Anastomose mit Reanimation, Massentransfusion und erneuter Korrektur-OP. Bei einem anschließenden low-cardiac-output-Syndrom wurde eine VA-ECMO implantiert. Am sechsten post-OP-Tag konnte auf ein temporäres RVAD mit Oxygenator (RA – A. Pulmonalis) bei isoliertem Rechtsherzversagen und „weißer Lunge“ gewechselt werden. Bei anhaltendem Krankheitsbild musste eine Langzeittherapieoption entwickelt werden.

Ergebnisse: Am 15. post-OP-Tag wurde ein permanentes parakorporales RVAD-System (50ml Ventrikel, Berlin Heart) mit iLA-aktiv Membranlunge (Fresenius) implantiert. Nach 6h kam es zu massiven Lufteinträgen im Oxygenator. Nach Ausschluss medizinischer Ursachen wurden technische Probleme vermutet. Durch eine Fehlpositionierung der Membranlunge oberhalb des Patientenniveaus kam es zu massiven Unterdrücken. Nach Wechsel und Tieferpositionierung des Oxygenators konnten die technischen Probleme gelöst werden. Im weiteren Verlauf erlitt die Patientin einen Media Infarkt mit anschließender Blutung, dies machte die allgemeine Gerinnungssituation noch komplexer. Die Patientin wurde an der RVAD-ECMO mobilisiert, bevor sie am 85. post-OP-Tag erfolgreich vom Oxygenator entwöhnt werden konnte. Zwei Stunden nach Explantation der Membranlunge kam es zu einer erneuten Dekompensation der Patientin, die durch Reduzierung des RVAD um 36% behoben werden konnte. Erstaunlich war der hohe Widerstand des Oxygenators, der eine Linksherzüberbelastung kaschierte. Nach dem Wechsel des RVAD-Ventrikels von 50 ml auf 25 ml konnte sukzessiv die Heimbeatmung reduziert werden. Die jetzt vollständig mobilere Patientin konnte am EXCOR-Active zur weiteren Erholung ins häusliche Umfeld entlassen werden.

Diskussion: Bei kurzfristig irreversiblen Rechtsherzversagen und Implantation eines parakorporalen Assist-Systems wurde durch den Einbau einer Membranlunge eine VV-ECMO realisiert. Dieser minimierte Ansatz, ohne weiteren Antrieb, stellt eine sehr effektive Langzeit-ECMO zur Lungenerholung dar, bei gleichzeitiger Rechtsherzunterstützung.

Interdisziplinäre Behandlung einer lebensbedrohlichen *Candida tropicalis*-Endokarditis

Cuomo, Michela¹; Münch, Frank¹; Kwapil, Nicola¹; Dittrich, Sven¹; Purbojo, Ariawan¹; Cesnjevar, Robert Anton²

¹ Universitätsklinikum Erlangen, Loschgestrasse 15, 91054 Erlangen, DE;

² Kinderspital Zürich, Steinwiesstrasse 75, 8032 Zürich, CH

Einleitung: Die Mortalität einer Endokarditis liegt für native Herzklappen bei bis zu 17%, bzw. bis zu 26% für Prothesen-Endokarditiden. Ist die Endokarditis auf eine Pilzinfektion zurückzuführen (Inzidenz 1-2%), steigen die Mortalitätsraten auf über 30%.

Material und Methoden: Eine 27-jährige Patientin mit Dextro-Transposition der großen Arterien wurde im Alter von 3 Jahren korrigiert (Rastelli-Operation). Mit 25 Jahren kam es zu einer infektiösen Ruptur des LV-Aorta-Tunnels, die reoperiert werden musste. Nach 1,5 Jahren wurde die Patientin mit seit 3 Wochen anhaltender unklarer Symptomatik aufgenommen. Im ECHO wurde eine >30mm große Vegetation auf dem RVPA-Conduit diagnostiziert, *Candida tropicalis* wurde in den Blutkulturen nachgewiesen. Darüber hinaus waren Thrombembolien in die rechte Mittel- und-Unterlappenarterie nachweisbar (chronische Infarkt-pneumonie).

Ergebnisse: Intraoperativ zeigte sich eine Pilzhyphenmasse, die durch das Conduit hindurch in die Lungenarterien embolisierte. Aufgrund intrapulmonaler Pilzgewebeerrosion verursachte die intraluminale Entfernung des Gewebes multiple Gefäßverletzungen mit einer massiven retrograden Blutung in den Endotrachealtubus. Eine chirurgische Hämostase war unmöglich zu erreichen, daher wurde unter Sicht ein gecoverter Stent implantiert. Nach Austausch des infizierten Materials und Rekonstruktion der Lungenarterien konnte die Patientin nach 409min, bei massiver Lungenblutung nicht von der EKZ entwöhnt werden. Die intraoperative Bronchoskopie konnte keine aktive Blutungsquelle identifizieren. Im Herzteam wurde beschlossen eine VA-ECMO mit 3,5 l/min HZV zu implantieren, wodurch ausgeglichene Gase mit einer gemischt venösen Sättigung von 78% und einem Laktat unter 2mmol/l erreicht wurden. Der Endotrachealtubus wurde abgeklemmt, um durch eine „endobronchiale Tamponade“ die Blutung zu stoppen. Nach drei Tagen konnten die endotrachealen Gerinnsel bronchoskopisch entfernt werden. Unter einer „ARDS-Beatmung“ konnte die Patientin am 9. postoperativen-Tag auf eine VV-ECMO umgestellt werden. Am 18. post-OP-Tag wurde nach pulmonaler Genesung die ECMO explantiert. Nach weiteren 6 Wochen konnte die Patientin zur Anschlussheilbehandlung verlegt werden.

Diskussion: Der vorliegende ungewöhnliche Fall einer RV-PA-Pilzprothesenendokarditis, mit Embolisierung in die Lungenarterie ist mit mehreren möglicherweise tödlichen Komplikationen verbunden. Nur durch einen interdisziplinären und multimodalen Therapieansatz war es möglich, die Patienten erfolgreich zu behandeln.

Primäre Transplantatdysfunktion - Einfluss einer postoperativen ECLS auf das Outcome nach Herztransplantation

Böttger, Charlotte Sonja; Sigetti, Dennis; Mehdiani, Arash; Aubin, Hug; Dalyanoglu, Hannan; Westenfeld, Ralf; Bruno, Raphael; Tudorache, Igor; Ahkyari, Payam; Boeken, Udo; Lichtenberg, Arthur

Universitätsklinikum Düsseldorf, Moorenstr. 5, 40225 Düsseldorf, DE

Einleitung: Eine Herztransplantation (HTx) ist oft die letzte therapeutische Option für Patienten mit terminaler Herzinsuffizienz. Die Überlebenszeit nach Transplantation steigt stetig an, dennoch ist die Transplantatdysfunktion (PGD) weiterhin eine gefürchtete Komplikation und häufig eine früh-postoperative Todesursache. Tritt eine schwere PGD nach

HTx auf, so sollte die Implantation einer ECLS in Betracht gezogen werden. Unser Ziel war es, den Einfluss einer postoperativen ECLS auf das Outcome nach HTx zu analysieren.

Material und Methoden: In unserer Abteilung wurden zwischen 09/2010 und 06/2021 insgesamt 218 Patienten herztransplantiert. Die Organempfänger wurden retrospektiv in zwei Gruppen unterteilt, je nach Notwendigkeit einer postoperativen Unterstützung durch eine ECLS. Die Gruppen waren vergleichbar hinsichtlich der zugrundeliegenden Erkrankung, der LV-EF, Geschlecht und Alter. Ebenso ließ sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen bezüglich der spenderspezifischen Parameter feststellen.

Ergebnisse: Gruppe 2 wurden insgesamt 62 Patienten (39.7 %) zugeteilt, die eine ECLS-Therapie nach HTx benötigten. Gruppe 1 besteht aus 156 Patienten ohne ECLS-Therapie nach HTx. Es waren 54.8 % der Patienten aus Gruppe 2 hoch-dringlich (HU) gelistet, in Gruppe 1 waren es 41 % ($p > 0.05$). Der Aufenthalt auf der Intensivstation, der gesamte Krankenhausaufenthalt und die Dauer der Intubation waren in Gruppe 2 signifikant verlängert. Die 30-Tages-Sterblichkeit war in Gruppe 2 mit 25,8 % signifikant erhöht im Vergleich zu Gruppe 1 mit 2,7 %. Patienten mit ECLS-Unterstützung erlitten signifikant häufiger neurologische Komplikationen, Infektionen und benötigten häufiger temporäre Hämodialyse postoperativ. Es fanden sich mehr Transplantatabstoßungen in Gruppe 1 ($p > 0.05$). Das 1-Jahres-Überleben der Patienten mit postoperativer ECLS war mit 60,7 % im Vergleich zu 86 % der Patienten ohne ECLS-Therapie bei PDG signifikant niedriger.

Diskussion: Mit unserer Analyse konnten wir zeigen, dass die postoperative Transplantatdysfunktion mit einer notwendigen ECLS-Therapie das kurz- und mittelfristige Outcome nach HTx beeinträchtigt. Dennoch überlebten über 60 % der Patienten mit einer PGD und ECLS das erste postoperative Jahr.

ECLS nach Herztransplantation: Vergleich des Outcomes in zwei unterschiedlichen Zeiträumen

Böttger, Charlotte Sonja; Mehdiani, Arash; Aubin, Hug; Dalyanoglu, Hannan; Westenfeld, Ralf; Oehler, Daniel; Tudorache, Igor; Ahkyari, Payam; Boeken, Udo; Lichtenberg, Artur

Universitätsklinikum Düsseldorf, Moorenstr. 5, 40225 Düsseldorf, DE

Einleitung: Der Goldstandard in der Therapie der terminalen Herzinsuffizienz ist die Herztransplantation (HTx). Die häufigste Komplikation innerhalb des ersten Monats nach HTx ist die Transplantatdysfunktion (PGD). Aufgrund der zunehmenden Erfahrung unseres Zentrums mit ECLS und ECMO wurde die Indikation zum Einsatz dieser Systeme zunehmend frühzeitig gestellt. Das Ziel der Analyse ist es, das Outcome nach HTx bei Patienten mit ECLS-Therapie zwischen 2 unterschiedlichen Zeitperioden (2010-17 und 2018-21) in unserem Zentrum zu vergleichen.

Material und Methoden: Zwischen 09/2010 und 06/2021 wurden 218 Patienten an unserem Zentrum herztransplantiert. Eine postoperative ECLS-Therapie war bei 62 Patienten (39.7 %) notwendig. Nachfolgend konnten diese retrospektiv in 2 Gruppen eingeteilt werden, je nach Jahr der stattgehabten HTx: Gruppe 1 wurde zwischen 2010-17 transplantiert, Gruppe 2 wurde zwischen 2018-21 transplantiert. Die Gruppen waren untereinander vergleichbar hinsichtlich der Grunderkrankung, der kardialen Funktion und Ischämiezeit. Des Weiteren waren auch die Spender vergleichbar hinsichtlich Alter, Geschlecht, CMV-Status und der Todesursache.

Ergebnisse: Gruppe 1 bestand aus 25 Patienten, Gruppe 2 aus 37 Patienten. In Gruppe 2 erfolgten 83.3 % der ECLS-Implantationen bereits intraoperativ, in Gruppe 1 waren es 72 %. Die 30 Tage-Sterblichkeit lag in Gruppe 1 bei 36 %, in Gruppe 2 bei 18.9 % ($p > 0.05$). Zudem war der Aufenthalt auf der Intensivstation signifikant in Gruppe 2 verlängert und die Intubations-Dauer war geringfügig verlängert in Gruppe 2. 40.5 % der Spender wurden vor Hirntodfeststellung reanimiert, in Gruppe 1 waren es 12 % der Spender ($p < 0.05$). Es gab

keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich einer Abstoßung, eines Nierenversagens oder neurologischer Komplikationen. Patienten in Gruppe 2 erlitten häufiger eine postoperative Infektion. Das 1-Jahres Überleben betrug in Gruppe 1 48 % und in Gruppe 2 71 % ($p < 0.05$).

Diskussion: Mit unserer Analyse konnten wir zeigen, dass die frühzeitige Anwendung einer ECLS bei schwerem postoperativem PGD zu einem besseren kurz- und mittelfristigem Outcome nach HTx führt, auch wenn kurzfristige Parameter wie der Aufenthalt auf der Intensivstation und im Krankenhaus bei diesen Patienten erwartungsgemäß schlechter waren. Das 1-Jahres Überleben war deutlich besser in Gruppe 2 mit frühzeitiger Indikation zur ECLS.

Subpulmonale Unterstützung als Vorbereitung zur Herztransplantation bei versagender Fontanzirkulation mit neuer venöser Kanüle

Hörer, Jürgen; Pabst von Ohain, Jelena; Rosenthal, Lale; Menon, Ares; Sandica, Eugen; Herrmann, Matthias; Haas, Nikolaus; Hagl, Christian; Michl, Sebastian

Deutsches Herzzentrum München, Lazarettstrasse 36, 80636 München, DE

Einleitung: Die Fontanzirkulation ist ein Rechtsherzbypass, der zur definitiven Palliation bei Patienten mit funktionell univentrikulärem Herz eingesetzt wird. Die Eiweißverlustenteropathie ist eine lebensbedrohliche Komplikation als Folge des fehlenden subpulmonalen Ventrikels.

Material und Methoden: Siebzehnjähriger Patient mit Double inlet left ventricle und sechs Voroperationen, der auf Grund seiner Eiweißverlustenteropathie nicht mehr für eine Herztransplantation geeignet war.

Ergebnisse: Vor VAD Implantation: Körpergröße 162 cm, Körpergewicht 39 kg, Funktionsstatus IV, Serumalbuminkonzentration 2 g/l unter Substitutionstherapie. Zentraler Venendruck 18 mmHg, arterielle Sauerstoffsättigung 80%. Antipulmonalhypertensive Therapie, i.v. Furosemid, Substitution von Proteinen, Vitaminen, Elektrolyten. VAD Implantation mit „venous canula graft set 16/20“ und 20mm arterieller Kanüle. Totaler extrakorporaler kardiopulmonaler Bypass über Kanülierung der Hals- und Leistengefäße. Am schlagenden Herz Durchtrennen der Glenn Anastomose und des extrakardialen Conduits. Anastomose der arteriellen Kanüle an das pulmonale Ende des extrakardialen Conduits mit 18mm Goretexinterponat. Anastomose der Y-förmigen venösen Kanüle mit 16mm Goretexinterponat an die obere Hohlvene und 20mm Goretexinterponat an die untere Hohlvene. Anschluss einer 50 ml Pumpkammer (Berlin Heart Excor®) Unterstützung mit 80 Systolen/min. Vor Htx: Körpergewicht 44 kg, Funktionsstatus II, Serumalbuminkonzentration 4 g/l ohne Substitutionstherapie. Zentraler Venendruck 9 mmHg, arterielle Sauerstoffsättigung 100%. Keine antipulmonalhypertensiver Therapie, oral Furosemid, keine Substitution von Proteinen, Vitaminen, Elektrolyten, normale Diät. Htx 132 d nach VAD Implantation: Totaler extrakorporaler kardiopulmonaler Bypass über zentrale Kanülierung. VAD Explantation, Resektion des Herzens, Rekonstruktion der Pulmonalbifurkation, bicavale Htx. Vier Wochen nach Htx: Rezidiv der Eiweißverlustenteropathie bei guter Funktion des Spenderorgans, insuffiziente Eigendiurese, verzögerter Kostaufbau.

Diskussion: Die Implantation der neuen venösen Kanüle vereinfacht die komplexe Operation. Das VAD führte zu einer Regredienz der Eiweißverlustenteropathie und damit zur Htx. Ob die Symptomatik auch durch die Htx verbessert werden kann, ist noch unklar.

Anwendbarkeit von Augmented Reality Systemen für eine unterstützte Fehlerbehebung an ECMO/ECLS-Systemen auf Intensivstationen

König, Simon¹; Klebsch, Lucian¹; Ostermann, Romanus²; Hinricher, Niels¹; Kaluza, Mirko²; Walter, Sebastian²; Heemels, Holger²; Backhaus, Claus¹

¹ FH Münster, Bügerkamp, 3, 48565 Steinfurt, DE;

² Life Systems Medizintechnik Service GmbH

Einleitung: ECMO/ECLS Systeme werden auf Intensivstationen zur temporären Lungen- und Kreislaufunterstützung eingesetzt. Treten technische Probleme an den Geräten auf, werden Kardiotechniker (KT) oder Spezialisten des Herstellers gerufen, um diese zu beheben. Dies ist mit einem Zeitverlust verbunden, der sich auf die Patientensicherheit auswirken kann. Durch den Einsatz von Augmented Reality (AR) Systemen können Ärzte und Pflegekräfte ortsunabhängig bei der Fehlerbehebung unterstützt werden. Diese Studie untersucht die Gebrauchstauglichkeit und Nutzerakzeptanz von AR Systemen zur unterstützenden Fehlerbehebung an einem ECMO/ECLS-System.

Material und Methoden: Die Ermittlung der Gebrauchstauglichkeit erfolgt in einem zweiteiligen Usability-Test mit 10 KT und 10 Pflegekräften. Es werden drei technische Probleme an einer ECMO simuliert. In dem Test sind die Pflegekräfte und die KT räumlich voneinander getrennt. Die Pflegekräfte erhalten eine von zwei untersuchten AR-Brillen (HMT-1, Fa. RealWear; HoloLens 2, Fa. Microsoft), über die sie bei der Problembehebung an der ECMO von einem KT unterstützt werden. Dieser verfügt zur Kommunikation über ein Smartphone (Galaxy J3, Fa. Samsung) oder ein Tablet (Galaxy Note 10, Fa. Samsung), auf dem er das Bild der AR-Brille sieht und die Pflegekraft anleitet. Zusätzlich kann er auf dem Display des Eingabegerätes zeichnen, um z. B. Bauteile oder Bedienelemente der ECMO zu markieren. Die Zuordnung der AR-Brillen und der Eingabegeräte zu den Versuchspersonen (VP) erfolgt gleichverteilt randomisiert. Zur Auswertung wird die Bearbeitungszeit erfasst und die Handlungskompetenz der VP mithilfe eines Ampelschemas (gut, mittel, schlecht) bewertet und zu Erfolgsquoten zusammengefasst. Abschließend wird die Nutzerakzeptanz mithilfe der System Usability Scale und dem User Experience Questionnaire erhoben.

Ergebnisse: Die Nutzerakzeptanz wird von der Kardiotechnik und der Intensivpflege als „gut“ bis „sehr gut“ bewertet. Die Erfolgsquoten und Bearbeitungszeiten belegen die Eignung des untersuchten Systems zur Unterstützung bei der Fehlerbehebung an ECMO/ECLS. Insgesamt zeigen die Ergebnisse detailliert die Vor- und Nachteile bei Smartphone und Tablet. Die HoloLens 2 erweist sich als geeigneter.

Diskussion: Die unterstützte Fehlerbehebung an ECMO/ECLS-Systemen auf Intensivstationen mithilfe von AR ist möglich. Details zur Umsetzbarkeit (Stabilität der Verbindung, Hygiene etc.) sind Gegenstand weiterer Untersuchungen. Eine Ausweitung z. B. auf den Bereich Herzunterstützungssysteme (VAD) ist denkbar.

EKZ I

Cytokin-Adsorber-Behandlung verbessert die kontraktile Funktion des Herzens nach Ischämie

Saemann, Lars¹; Hoorn, Fabio²; Veres, Gábor¹; Korkmaz, Sevil²; Guo, Yuxing¹; Simm, Andreas¹; Wenzel, Folker³; Karck, Matthias²; Szabó, Gábor¹

¹ Universitätsklinik und Poliklinik für Herzchirurgie, Universitätsklinikum Halle (Saale), Ernst-Grube-Straße 40, 06120 Halle (Saale), DE;

² Klinik für Herzchirurgie, Universitätsklinikum Heidelberg, Im Neuenheimer Feld 326, 69120 Heidelberg, DE;

³ Fakultät Medical and Life Sciences, Hochschule Furtwangen, Jakob-Kienzle-Straße 17, 78054 Villingen-Schwenningen

Einleitung: Der Einsatz von Cytokin-Adsorbentien in der Herzchirurgie und Kardiotechnik ist Gegenstand aktueller Studien. Auch bei extrakorporaler kardiopulmonaler Reanimation kommt in einigen Zentren ein Cytokin-Adsorber bei Reperfusion und Reanimation nach Herzstillstand zum Einsatz. Über die isolierten Effekte der Cytokin-Adsorber-Behandlung auf die kontraktile Funktion des Herzens nach Ischämie ist nichts bekannt.

Material und Methoden: In einem Schweinemodell wurde durch Asphyxie ein Herzstillstand induziert. Um den Effekt der Cytokin-Adsorber-Behandlung (CytoSorb®, CytoSorbents) auf das Herz unter besonders kontrollierten Bedingungen untersuchen zu können, wurden die Herzen explantiert und in einem Langendorff-Modell mit Verwendung ((+)CytoS-Gruppe, N=7) und ohne Verwendung ((-)CytoS-Gruppe, N=7) eines Cytokin-Adsorbers reanimiert und für 4 h reperfundiert. Während einer anschließenden Evaluationsphase wurde die linksventrikuläre kontraktile Funktion der Herzen mithilfe eines Ballonkatheters gemessen. Zusätzlich wurde die Druck-Kontraktilitäts-Kopplung (DKK) gemessen, indem das linksventrikuläre Volumen konstant blieb und der koronararterielle Perfusionsdruck variiert wurde.

Ergebnisse: Die Gruppe mit Adsorber zeigte einen signifikant verbesserten endsystolischen Druck (ESP; 160 ± 13 vs. 103 ± 15 mmHg; $p=0.017$) sowie eine signifikant verbesserte Druckerhöhungsrate (dp/dt_{max} ; 1941 ± 164 vs. 854 ± 139 mmHg/s; $p < 0.001$) und Drucksenkungsrate (dp/dt_{min} ; -1062 ± 154 vs. -493 ± 69 mmHg/s; $p=0,005$) im Vergleich zur Gruppe ohne Adsorber. Die Untersuchung der DKK ergab in der Gruppe (+)CytoS ebenfalls einen signifikant verbesserten ESP (107 ± 6 vs. 70 ± 14 mmHg; $p=0.032$), dp/dt_{max} (1399 ± 109 vs. 632 ± 106 mmHg/s; $p < 0.001$) und dp/dt_{min} (-729 ± 176 vs. -372 ± 46 mmHg/s, $p=0,091$) bei 20 mmHg Perfusionsdruck im Vergleich zu (-)CytoS.

Diskussion: Durch die globale Ischämie des Körpers kommt es bekanntermaßen zu einem erhöhten Spiegel an proinflammatorischen Cytokinen im Blut. Die Reperfusion nach vorrangegangener Ischämie erzeugt im Myokard einen Reperfusionsschaden. Dieser wird unter anderem durch inflammatorische Mediatoren bedingt. Die cytokinreduzierende Funktion der Adsorber könnte somit der Grund für die erheblich verbesserte systolische und diastolische Funktion der Herzen sein.

Entwicklung des Sauerstoffverbrauchs in den verschiedenen Stadien der Hypothermie

Mitulla, Fiona¹; Kwapil, Nicola²; Haupt, Benjamin³; Münch, Frank¹

¹ WKK Perfusionservice GmbH & Co. KG, Wernher-von-Braun-Str. 5, 55129 Mainz, DE;

² Universitätsklinikum Erlangen, Loschgestrasse 15, 91054 Erlangen, DE;

³ Deutsches Herzzentrum Berlin, Augustenburger Platz 1, 13353 Berlin, DE

Einleitung: Bei herzchirurgischen Operationen kann es zu Situationen kommen, die es erfordern, den Fluss an der extrakorporalen Zirkulation (EKZ) zu minimieren, um dem Herzchirurgen ein blutleeres Operationsfeld zu gewährleisten. Um eine ausreichende Sauerstoffversorgung der Patienten dennoch zu gewährleisten, wurde intensiv nach praktikablen Lösungen gesucht. Durch das Kühlen der Patienten fällt deren Sauerstoffverbrauch (VO₂). Daraus ergibt sich, dass das nötige Sauerstoffangebot (DO₂) an den tatsächlichen VO₂ angepasst werden kann. In einer literaturbasierten Übersichtsarbeit soll eine allgemein gültige Formel erarbeitet werden, die den Sauerstoffverbrauch pro 1°C veränderter Körpertemperatur ermittelt.

Material und Methoden: In der vorliegenden Arbeit konnten 13 Studien an Menschen und Tieren eingeschlossen werden. Zur Auswertung wurden die VO₂-Werte bei verschiedenen Temperaturen abgelesen und dokumentiert. Alle VO₂-Werte wurden in ml/min/m² umgerechnet. Für die bessere Übertragbarkeit auf den klinischen Alltag wurden die Daten von Menschen (n=8 Studien) und Tieren (n=5 Studien) getrennt betrachtet. Die Daten wurden statistisch mittels Regressionsanalyse ausgewertet, um den veränderten Sauerstoffverbrauch im hypothermen Kreislauf pro 1°C zu ermitteln.

Ergebnisse: In der statistischen Analyse konnte ein direkter Zusammenhang zwischen den ermittelten VO₂-Werten ermittelt werden (Gruppe Menschen: R=0,82; Gruppe Tiere: R=0,8). Hierbei entspricht eine Temperaturreduktion um 1°C bei Menschen einem reduzierten O₂-Verbrauchswert von 9,2% (37°C: VO₂ = 144 ml/min/m²). Bei Tieren entspricht eine Temperaturreduktion um 1°C einem reduzierten O₂-Verbrauchswert von 8,5% (37°C: VO₂ = 128 ml/min/m²).

Diskussion: Es kann in beiden Gruppen ein exponentieller Abfall des Sauerstoffverbrauchs in Hypothermie gezeigt werden. Bezogen auf die klinische Bewertung der Studie konnte durch Hypothermie pro 1°C Temperaturabfall eine 9,2%ige VO₂-Reduktion festgestellt werden. Das bedeutet, dass bei Menschen in milder Hypothermie von 34 °C Körpertemperatur das VO₂ um 25% und bei 28°C um 58% reduziert wird.

Evaluation szenarienbasierter Simulationstrainings für klinische Kardiotechniker*innen – Ergebnisse einer qualitativen Inhaltsanalyse semistrukturierter Probandeninterviews

Haupt, Benjamin¹; Merkle, Frank²; Kurtovic, Dino¹; Falk, Volkmar¹; Starck, Christoph¹

¹ Deutsches Herzzentrum Berlin, Augustenburger Platz 1, 13353 Berlin, DE;

² Deutsches Herzzentrum Berlin, Akademie für Kardiotechnik, Augustenburger Platz 1, 13353 Berlin, DE

Einleitung: Der Einsatz von Simulation in der Aus- und Fortbildung klinischer Kardiotechniker*innen ist aus pädagogisch-didaktischer Sicht durch die Anforderungen des Fachgebiets an spezielle Handlungskompetenzen legitimiert. Die Evaluation von Simulation in diesem Kontext ist bisher nur in geringem Maße erforscht und beschrieben. Die Zielstellung des Forschungsprojekts bestand darin, anhand der Auswertung halbstrukturierter Interviews mit Teilnehmenden einer zweizeitigen Simulation deren subjektives Empfinden im Hinblick auf die Gesamteinschätzung, das persönliche Stressempfinden, die Realitätsnähe der Simulation, die Eignung einer

komplikationsspezifischen Checkliste zu untersuchen sowie Verbesserungspotentiale zu identifizieren.

Methodik: Im Rahmen der Evaluationsstudie wurden insgesamt 14 aufgezeichnete semistrukturierte und leitfadenbasierte Interviews mit klinischen Kardiotechniker*innen unterschiedlicher beruflicher Erfahrung transkribiert und einer qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring anhand einer induktiven Kodierung unterzogen. Im Kategoriensystem ergeben sich die Oberkategorien „Subjektiver Eindruck“, „Realitätsnähe“, „Checkliste“ und „Verbesserungspotential“ mit jeweils spezifischen Subkategorien. Über einen zweiphasigen Reduktionsprozess wurden vergleichbare Inhalte zusammengefasst und ausgewertet.

Ergebnisse: Die subjektive Sicht der Teilnehmenden zur Simulation ist divers im Sinne einer positiven bzw. negativen Grundhaltung, wobei die Akzeptanz von Simulation bei Berufsanfänger*innen ausgeprägter erscheint. Das individuelle Stressempfinden sinkt durch Wiederholung der Simulationssequenz. Die Realitätsnähe stellt ein zentrales Kriterium für die Bewertung der Simulation durch die Proband*innen dar. Die implementierte Checkliste wird als sinnvoll erachtet. Konkretes Verbesserungspotential kann benannt werden und umfasst materielle (Blutfärbung, OP-Kleidung), personelle (Teamerweiterung, spezifische Rollenkonzeption) und zeitliche (Vorbereitungszeit, zeitliche Streckung) Aspekte.

Schlussfolgerung: Die Ergebnisse werden in der Konzeption und Ausgestaltung zukünftiger Simulationssettings berücksichtigt, wobei die jeweilige Umsetzung in Abhängigkeit von Aufwand und Nutzen diskutiert werden muss. Im Hinblick auf die Generalisierbarkeit der erhobenen Ergebnisse bedarf es Evaluationen größerer Stichproben.

Zusammenhang zwischen niedrigem Sauerstoffangebot während der extrakorporalen Zirkulation und postoperativer akuter Nierenschädigung nach minimalinvasiven herzchirurgischen Eingriffen

Mayer, Simon

Robert-Bosch-Krankenhaus Stuttgart, Hunklinge 118, 70191 Stuttgart, DE

Einleitung: Die akute Nierenschädigung (AKI) stellt eine schwerwiegende Komplikation nach herzchirurgischen Eingriffen dar. In mehreren Studien konnte gezeigt werden, dass ein niedriges indexiertes Sauerstoffangebot (DO_{2i}) während der extrakorporalen Zirkulation mit einer erhöhten Inzidenz der AKI einhergeht. Mithilfe eines Goal-directed-Perfusion-Managements (GDP), bei welchem der DO_{2i} über einen Grenzwert gehalten wird, soll die Inzidenz der AKI verringert werden können. Bei minimalinvasiven Eingriffen wurde dieser Zusammenhang bisher nicht hinreichend untersucht. Mit einer retrospektiven Datenauswertung wurde daher der DO_{2i} und die Häufigkeit der AKI nach minimalinvasiven Eingriffen an der Mitralklappe untersucht.

Material und Methoden: Es konnten 291 Patienten in die Studie eingeschlossen werden. Mithilfe einer univariaten Analyse wurden mögliche Risikofaktoren für eine AKI identifiziert. Die unabhängigen Risikofaktoren wurden mit einer multivariaten logistischen Regressionsanalyse bestimmt. Sekundäre Studienziele beinhalteten unter anderem die Inzidenz der AKI nach "Kidney Disease: Improve Global Outcome"-Kriterien (KDIGO), Einfluss der AKI auf Beatmungsdauer, Krankenhaus- und Intensivverweildauer.

Ergebnisse: Insgesamt 12,7 % der Patienten entwickelten postoperativ eine AKI nach KDIGO-Kriterien. Der DO_{2i} war bei Patienten mit AKI tendenziell reduziert, der Unterschied erreichte jedoch keine statistische Signifikanz (239 ± 51 versus 254 ± 43 ml/min/m²; $p = 0,09$). Unabhängige Risikofaktoren für eine AKI waren eine Rethorakotomie aufgrund einer Blutung, ein hoher EuroSCORE II, intraoperative Fremdblutgabe und erhöhte Laktatwerte am ersten postoperativen Tag. Beatmungsdauer, Krankenhaus- und Intensivverweildauer waren signifikant verlängert bei Patienten mit einer AKI. In einer Subgruppenanalyse zeigte

sich, dass die Inzidenz der AKI bei einem Ersatz der Mitralklappe mit 28,6 % deutlich höher ausgefallen ist als bei der Mitralklappenrekonstruktion (7,0 %).

Diskussion: Auch wenn der DO2i nicht als unabhängiger Risikofaktor identifiziert werden konnte, ist ein positiver Effekt eines GDP-Managements nicht auszuschließen, da der in der Literatur publizierte kritische Grenzwert durchschnittlich unterschritten war. Aufgrund der Tatsache, dass die Inzidenz der AKI in der Subgruppenanalyse ungleich verteilt war, sollten zukünftige Studien nur einen Eingriff in die Auswertung einschließen, damit der Effekt eines GDP-Managements besser eingeschätzt werden kann.

Arbeitsplatzbelastung durch regelmäßigen Kontakt zu weichmacherhaltigen Medizinprodukten

Münch, Frank¹; Kuhlmann, Laura²; Drexler, Johann²; Göen, Thomas²; Cesnjevar, Robert²; Eckert, Elisabeth²

¹ Universitätsklinikum Erlangen, Loschgestraße 15, 91054 Erlangen, DE;

² Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Henkestr. 9-11, 91054 Erlangen, DE

Einleitung: Im Krankenhaus ist die Verwendung von Kunststoffmaterialien mittlerweile allgegenwärtig. Viele Einmal-Medizinprodukte, wie Blutschläuche, Blutbeutel, Katheter oder auch Infusionsbesteck bestehen in der Regel aus Weich-PVC, welches in hohen Anteilen Weichmacher enthält. Ziel der Studie war es, die innere Belastungssituation mit Weichmachern bei beruflich exponierten Personen im Krankenhaus zu evaluieren.

Material und Methoden: Die vorliegende Probandenstudie wurde von der Ethik-Kommission befürwortet. Die teilnehmenden 23 Probanden wurden aufgeteilt in Gruppe A (n=12) mit und Gruppe B (n=11) ohne beruflichen Kontakt zu weichmacherhaltigen Medizinprodukten. Die Studiendauer umfasste pro Teilnehmer fünf aufeinanderfolgende Arbeitstage. Urinproben wurden am Anfang und am Ende des Arbeitstages gewonnen und bis zur Analyse bei -20°C gelagert. Als Maß für die Verdünnung des Urins wurde der Kreatiningehalt jeder Urinprobe herangezogen. Analysiert wurden im Urin spezifische Metabolite der Weichmacher, die in Medizinprodukten vornehmlich verwendet werden (DEHP, TOTM, DINCH und DEHT). Hierfür wurde ein speziell hierfür entwickeltes Humanbiomonitoringverfahren mittels UPLC-MS/MS eingesetzt. Die statistische Auswertung wurde mit SPSS 25 durchgeführt.

Ergebnisse: Wie erwartet, wurden die höchsten Metabolitgehalte in beiden Gruppen für den Standardweichmacher DEHP beobachtet (DEHP-Metabolite [SD, min-max] in Gruppe A: 12,7 µg/l [1,6-61,4] vs. Gruppe B: 13,4 µg/l [2,1-68,8]), während diese für die Alternativ-Weichmacher DINCH und DEHT deutlich geringer ausfielen (jeweils < 5 µg/l) und der Alternativ-Weichmacher TOTM in keiner der Proben oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,1 µg/l bestimmt werden konnte. Im Vergleich zur Kontrollgruppe zeigte sich bei der beruflichen belasteten Gruppe A eine Tendenz zu ansteigenden Uringehalten über den Arbeitstag. Eine Akkumulation der Weichmachermetabolite über die Arbeitswoche war allerdings nicht zu beobachten. Die Gesamtbelastung gegenüber den Weichmachern war aber zwischen den Gruppen nicht signifikant unterschiedlich.

Diskussion: Die Probandenstudie ergab Hinweise, dass ein intensiver beruflicher Kontakt mit medizinischen Kunststoffen zu einer leicht erhöhten inneren Belastung mit Weichmachern führen kann. Allerdings ist die allgemeine Grundbelastung der Bevölkerung mit Weichmachern so hoch, dass diese berufliche Belastung nur moderat zur Gesamtbelastung der Beschäftigten beiträgt.

Mess(un)genauigkeit von Baseline ACT-Messungen

Kwapil, Nicola¹; Teske, Andreas¹; Einhaus, Friedrich²; Krajinovic, Ljubica²; Purbojo, Ariawan²; Dittrich, Sven²; Münch, Frank²

¹ WKK Perfusionservice GmbH & Co. KG/Universitätsklinikum Erlangen, Loschgestrasse 15, 91054 Erlangen, DE;

² Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Krankenhausstraße 12, 91054 Erlangen, DE

Einleitung: Die Extra-Korporale-Zirkulation (EKZ) benötigt eine ausreichende Antikoagulation, welche in den meisten Fällen durch Heparin erzielt wird. Um die Wirksamkeit von Heparin zu überprüfen, wird die Activated Clotting Time (ACT) gemessen. Die ACT ist eine Point-of-Care Messung, in direkter Abhängigkeit der Heparinkonzentration. Vorteil des Hemochron Signature Elite ® ACT-Messgerätes ist das niedrige Probenvolumen, speziell im Bereich der Pädiatrie. Das System bietet zwei Messküvetten mit verschiedenen Messmethoden, je nach erwarteter Heparin-Konzentration. Die Low-Range-Küvette (LR) misst Heparin-Konzentrationen von 0 bis 2,5 IE Heparin/ml Vollblut und die High-Range-Küvette (HR) von 1,0 bis 6,0 IE. In den LR-Küvetten ist ein Celite® Aktivator enthalten, während der Aktivator der HR-Küvetten aus einer Siliciumdioxid-Kaolin-Phospholipid Mischung besteht. Im klinischen Alltag werden bei Herz-OPs mit EKZ mehrheitlich nur HR-Küvetten verwendet.

Material und Methoden: In der Anwendungsstudie wurde der Einfluss der Messküvetten auf die ACT untersucht. Eingeschlossen wurden alle Kinder (n=30), die in einem Zeitraum von sechs Wochen am Herzen mit EKZ operiert wurden. Zwei gleiche Hemochron ACT-Geräte fanden Anwendung. Bei allen Kindern erfolgte eine Doppelbestimmung zu den Messzeitpunkten (M1) vor Heparingabe und (M2) nach Protamingabe. Als zusätzlicher Parameter wurde die PTT vor und nach der Herzoperation erfasst und mit den gemessenen ACT-Werten korreliert. Ein verbundener t-Test, sowie die Korrelation nach Pearson wurden verwendet. Das Signifikanzniveau betrug $\alpha=0,05$.

Ergebnisse: Sowohl zum Zeitpunkt M1 (LR vs. HR; $148 \pm 21s$ vs. $110 \pm 14s$; $p < 0,05$) als auch bei M2 (LR vs. HR; $171 \pm 25s$ vs. $108 \pm 14s$; $p < 0,05$) zeigte sich ein signifikanter Unterschied zwischen den zwei Gruppen. Der ACT-Wert zum Zeitpunkt M2 zeigt in der LR-Gruppe eine Korrelation mit dem postoperativen PTT-Wert ($R=0,41$; $p < 0,05$).

Diskussion: Aufgrund der unterschiedlichen Aktivatoren kommt es zu verschiedenen Messwerten innerhalb eines Messzeitpunktes. Bei allen Messungen zeigen die LR-Küvetten im Vergleich zu den HR-Küvetten einen höheren Ausgangs- und Endwert. Vergleicht man die Messwerte M1 und M2, zeigen sich bei allen Messküvetten signifikante Unterschiede. Interessant war, dass bei der Betrachtung der M2-Werte bezogen auf die postoperative PTT eine moderate Korrelation der LR-ACT-Werte zu erkennen war. Dies könnte ein Anhalt für Restheparin nach Antagonisierung sein, da wir im Messbereich der LR-Küvetten sensitiver messen können.

Herzrhythmustherapie

Psychologische Prädispositionen von Herzpatient*innen mit kardiovaskulären Implantaten

Band, Katharina¹; El-Sayed, Iman¹; Rümke, Stefan²; Haverich, Axel²; Schilling, Tobias²

¹ Medizinische Hochschule Hannover, Stadtfelddamm 34, 30625 Hannover, DE;

² Medizinische Hochschule Hannover, Carl-Neuberg-Straße 1, 30625 Hannover, DE

Einleitung: Ein Gefühl von Sicherheit wirkt sich nachweislich positiv auf den Gesundheitszustand von Herzpatient*innen aus. Etwa 30-40% der Patient*innen, die sich einer Herzoperation unterziehen, entwickeln Ängste und Depressionen, die sich auf die Genesung und das Überleben auswirken. Die Einstellung der Patient*innen gegenüber Implantation neuartiger und etablierter Prothesen und den damit verbundenen Unsicherheiten ist hingegen weitgehend unbekannt. Aus diesem Grund untersucht diese Studie die psychologischen Prädispositionen von Herzpatient*innen, um den Einfluss von kardiovaskulären Implantaten auf das Sicherheitsempfinden von Herzpatient*innen zu untersuchen.

Material und Methoden: In der Studie wurde ein Screening des psychologischen Status von Herzpatient*innen mittels des Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS-D) durchgeführt. Die Vorstudie umfasste 88 Patient*innen (1,16% zwischen 18-24 Jahren, 4,65% zwischen 25-34 Jahren, 3,49% zwischen 35-44 Jahren, 10,47% zwischen 45-54 Jahren, 22,09% zwischen 55-64 Jahren, 34,88% zwischen 65-74 Jahren, 20,93% zwischen 75-85 Jahren, 2,33% waren älter als 85 Jahre; 27,38% weiblich; 72,62% männlich), die sich einer Herzoperation unterzogen haben.

Ergebnisse: Ergebnisse aus der ersten Untersuchungsphase deuten auf allgemein unauffällige psychiatrische Ergebnisse (HADS-Angst: 5,88, 3,77 sd; HADS-Depression: 5,35, 4,49 sd) bezüglich Angst und Depression hin, mit wenigen Ausreißern (bis zu 18 Punkte auf beiden HADS-Skalen). Es wurde eine hohe Korrelation zwischen den HADS-Angst- und Depressions-Scores festgestellt (Pearson-Korrelationskoeffizient: 0,665, $p=0,01$). Abhängig von der Grunderkrankung entwickelten Herzpatient*innen unterschiedliche Ausprägungen von Angst und Depression.

Diskussion: Für Patient*innen, die sich einer Herzoperation unterziehen, sollten individuelle Informations- und psychologische Unterstützungsstrategien entwickelt und bereitgestellt werden. Insbesondere innovative Implantate sind mit Unsicherheiten verbunden, sodass Patient*innen, die kardiovaskuläre Implantate erhalten, eine erhöhte Aufmerksamkeit benötigen. Präoperative Beratung, aber auch langfristige postoperative Aufklärungsmaßnahmen, wie z.B. Seminare oder Implantatausweise, könnten zu einer höheren Gesundheitskompetenz und zur Minderung von psychischen Störungen führen. Diese Studie trägt neue (sozialwissenschaftliche) Ansätze und Erkenntnisse zur Biotechnologie bei, indem sie die – für den Erfolg von kardiovaskulären Implantaten – grundlegende Patientenperspektive erforscht.

EKZ II

Veno-venöse extrakorporale Membranoxygenierung bei COVID-19: Erkenntnisse eines Zentrums aus 59 konsekutiven Fällen

Hettlich, Vincent Hendrik¹; Immohr, Moritz Benjamin¹; Brandenburger, Timo²; Kindgen-Milles, Detlef²; Feldt, Torsten³; Akhyari, Payam¹; Tudorache, Igor¹; Aubin, Hug¹; Dalyanoglu, Hannan¹; Lichtenberg, Artur¹; Boeken, Udo¹

¹ Klinik für Herzchirurgie, Medizinische Fakultät und Universitätsklinikum Düsseldorf, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, Moorenstrasse 5, 40225 Düsseldorf, DE;

² Klinik für Anästhesiologie, Medizinische Fakultät und Universitätsklinikum Düsseldorf, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, Moorenstrasse 5, 40225 Düsseldorf, DE;

³ Klinik für Gastroenterologie, Hepatologie und Infektiologie, Medizinische Fakultät und Universitätsklinikum Düsseldorf, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, Moorenstrasse 5, 40225 Düsseldorf, DE

Einleitung: Seit Beginn der COVID-19 Pandemie werden die globalen Gesundheitssysteme vor eine Vielzahl neuartiger Problematiken gestellt. Die veno-venöse extrakorporale Membranoxygenierung (vv-ECMO) stellt bei Krankheitsverläufen mit therapie-refraktären ARDS häufig eine Ultima Ratio der Therapie dar. Zur Verbesserung der Versorgung ist es notwendig, potenzielle Einflussfaktoren auf den Therapieerfolg zu identifizieren.

Material und Methoden: Zwischen 2020 und 2021 wurden insgesamt n=59 Patienten in unserem Zentrum mit einer vv-ECMO aufgrund eines ARDS bei COVID-19 behandelt. Es erfolgte eine retrospektive Auswertung der demographischen und gesundheitspezifischen Faktoren. Hierbei wurden Patienten mit letalem Therapieausgang (L-Gruppe) sowie die Überlebenden (Ü-Gruppe) miteinander verglichen.

Ergebnisse: Insgesamt überlebten n=20 (34 %) der Patienten den Krankenhausaufenthalt. Die verstorbenen Patienten hatten ein mittleres Alter von 58,5±8,5 Jahren verglichen mit 49,2±11,9 Jahren bei den Überlebenden (p < 0.01). Unter den Patienten befanden sich n=46 (78 %) männliche und n=13 (22 %) weibliche Patienten. Hiervon verstarben n=33 (84,6 %) der Männer, jedoch nur n=6 (15,4 %) der Frauen (p=0,11). Die Prävalenz von Vorerkrankungen wie COPD (p=0,56), Diabetes mellitus (p=1,00), Herz-Kreislauf-Erkrankungen (p=1,00) sowie chronische Niereninsuffizienz (p=0,30) zeigte keinerlei Unterschiede zwischen den beiden Gruppen. In Bezug auf das Vorliegen von arterieller Hypertonie (L-Gruppe: 88,6 %, Ü-Gruppe: 66,7 %, p=0,07) und Nikotinabusus (L-Gruppe: 82,9 %, Ü-Gruppe: 61,1 %, p=0,10) zeigte sich jedoch ein Trend für einen negativen Therapieeinfluss. Überraschenderweise ergab sich im Zusammenhang mit Adipositas ein vermehrtes Überleben der Patienten mit höherem BMI (L-Gruppe: 32,4 %, Ü-Gruppe: 64,7 %, p=0,04). Die häufigsten Gründe für ein Versterben waren mit n=20 (51,3 %) eine respiratorische Insuffizienz sowie mit n=7 (17,9 %) neurologische Insulte, gefolgt von Multiorgan-Versagen und Sepsis (jeweils n=5, 12,5 %).

Diskussion: Der Einsatz einer vv-ECMO bei therapie-refraktärem ARDS im Rahmen einer COVID-19 Erkrankung geht weiterhin mit einer hohen Sterblichkeit einher. In unserem Patientenkollektiv konnten wir erwartungsgemäß bessere Ergebnisse bei jüngeren Patienten aber auch bei Frauen beobachten. Auch konnten wir für die meisten Begleiterkrankungen keinen negativen Einfluss auf das Therapieergebnis nachweisen. Diese Erkenntnisse könnten helfen, zukünftige Risikopatienten zu identifizieren.

Einfluss von Kardiotomieblut auf den systemischen Widerstand und den Katecholaminverbrauch

Walter, Michaela¹; Haupt, Benjamin²; El-Essawi, Aschraf¹; Ulrich, Christian¹; Danner, Bernd¹; Kutschka, Ingo¹

¹ Universitätsmedizin Göttingen, Robert Koch Strasse 40, 37075 Göttingen, DE;

² Deutsches Herzzentrum Berlin, Akademie für Kardiotechnik, Augustenburger Platz 1, 13353 Berlin, DE

Einleitung: Fester Bestandteil einer konventionellen Herz-Lungen-Maschine (HLM) ist die Verwendung eines Kardiotomiesaugers. Gerinnungsstörungen und die Aktivierung der Immunabwehr können unter anderem die Folge sein. Andere Konzepte, wie beispielsweise die minimal invasive extrakorporale Zirkulation (MiECC) sollen helfen, diese Effekte zu verringern oder zu vermeiden. Ein Ansatz dabei ist der Verzicht auf die direkte Rückgabe des sich im Thorax ansammelnden Kardiotomieblutes. Strikte Saugerblut-Separation durch den Einsatz einer maschinellen Autotransfusion (MAT) sollen Entzündungsreaktionen reduzieren.

Material und Methoden: In einer prospektiv randomisierten monozentrischen Studie wurde der Einfluss von Kardiotomieblut während elektiver Bypassoperationen auf hämodynamische Parameter untersucht. In der Interventionsgruppe (n=11) wurde das Kardiotomieblut mittels MAT aufbereitet und retransfundiert. In der Kontrollgruppe (n=14) erfolgte eine direkte Retransfusion des Kardiotomieblutes in die HLM. Der systemische Widerstand (SVR) und der Katecholaminbedarf wurden erfasst.

Ergebnisse: Die Retransfusion von unbehandeltem Kardiotomieblut führte zu einer vorübergehenden Verringerung des SVR (p=0.017). Bezüglich der Noradrenalin-Dosierung konnte zu keinem Zeitpunkt ein Gruppenunterschied nachgewiesen werden. Der postoperative Hämoglobin- sowie Hämatokritgehalt war in der MAT-Gruppe nach 24 Stunden signifikant höher (10,54 ± 0,81 vs. 9,70 ± 0,85 g/dl, p=0.022 und 31,20 ± 2,24 vs. 28,37 ± 2,44 %, p=0.007). Bezüglich des Drainageverlustes ergab sich kein statistisch relevanter Gruppenunterschied (727 ± 175 vs. 891 ± 345 ml, p=0.143)

Diskussion: Die hämodynamische Wirksamkeit von Kardiotomieblut zeigte sich in einer temporären Verringerung des SVR. Gleichzeitig konnte kein gesteigerter Bedarf an Katecholaminen beobachtet werden. Eine Erklärung für den signifikant niedrigeren Hämoglobin-/Hämatokritgehalt in der Kardiotomiegruppe könnte eine gesteigerte Fibrinolyse mit einhergehender erhöhter Blutungsneigung sein.

sST2: Ein neuer prognostischer Biomarker für das Outcome nach kinderherzchirurgischen Eingriffen

Blumauer, Robert¹; Ruffer, André²; Münch, Frank¹; Rauh, Manfred¹; Dittrich, Sven¹; Cesnjevar, Robert³; Purbojo, Ariawan¹

¹ Universitätsklinikum Erlangen, Loschgestrasse 15, 91054 Erlangen, DE;

² Klinikum Aachen, Pauwelsstrasse 30, 52074 Aachen, DE;

³ Kinderspital Zürich, Zürich, CH

Einleitung: Soluble glycoprotein suppressor of tumorigenicity 2 (sST2) ist ein neuer Biomarker für akute oder chronische Herzinsuffizienz. Studien konnten belegen, dass der sST2-Wert sowohl kardialen Stress als auch Fibrosen an den Kardiomyozyten widerspiegelt. Zudem konnte eine Überlegenheit von sST2 als prognostischer Parameter bei Erwachsenen im Vergleich zum „Goldstandard“ NT-proBNP nachgewiesen werden. Die vorliegende Studie untersucht sST2 als Biomarkern für Cardiac Outcome nach Operation mit EKZ in einer Kohorte pädiatrischer Patienten mit angeborenen Herzfehlern.

Material und Methoden: Die prospektive Studie umfasst 83 Kinder im Alter von 4-11242 Tagen, bei denen eine kinderherzchirurgische Operation vorgenommen wurde. Für die Analyse wurden sST2, Kreatinkinase und Laktat zu verschiedenen Messzeitpunkten gemessen (M0: prä-OP, M1: direkt post-OP, M2: 24h post-OP, M3: im weiteren stationären Verlauf). Für die Auswertung wurden die demographischen Patientendaten, Aristoteles-Score, EKZ-Zeit, Beatmungsdauer, Intensiv- und Krankenhausaufenthalt sowie die Mortalität dokumentiert. Für die statistische Auswertung wurden die Korrelationen zwischen sST2 und den postoperativen Daten vorgenommen. Das Signifikanzniveau wurde nach Bonferroni angepasst.

Ergebnisse: Die Patienten waren im Median 5,7 kg (2,2-80) schwer und 63 cm (42-179) groß. Die Mortalität lag in dem Patientenkollektiv bei 4,8%. Bei M2 zeigte sich eine signifikante sST2-Erhöhung im Vergleich zu M0 (M0: 115 ± 38 ng/ml (CI95 25; 206) vs. M2: 444 ± 38 ng/ml (CI95 348; 539); $p < 0,001$). Die postoperative sST2-Werte (M1) korrelierten mit dem Aristoteles-Score ($R=0,39$; $p = 0,001$), der Länge der EKZ-Zeit ($R=0,34$; $p = 0,006$), der Beatmungszeit ($R=0,45$; $p < 0,001$), dem Intensivaufenthalt ($R=0,39$; $p = 0,001$), dem Krankenhausaufenthalt ($R=0,33$; $p=0,005$), den Laktatwerten ($R=0,52$; $p < 0,001$) und der Kreatinkinase ($R=0,33$; $p = 0,007$).

Diskussion: Die vorliegende Studie konnte belegen, dass postoperative sST2-Werte bei pädiatrischen Patienten mit dem Verlauf nach Herzoperation korrelieren. Neben der Eigenschaft von sST2 als prognostischer Biomarker für Herzinsuffizienz erscheint auch eine Aussagekraft zum Outcome nach Herzoperation bei Patienten mit angeborenem Herzfehler möglich.

Herausforderung und Management von ECMO- unterstützten COVID-19-Patienten aus der Perspektive der Kardiotechnik

Foltan, Maik; Philipp, Alois; Heinze, Johannes; Schettler, Frank; Dembianny, Jan; Thrum, Andrea; Gietl, Monika; Thalhammer, Christian; Schmid, Christof

Universitätsklinikum Regensburg, Franz-Josef-Strauss Allee 11, 93053 Regensburg, DE

Einleitung: Die Initiierung und Durchführung der komplexen ECMO-Unterstützung für Patienten mit einer Coronavirus SARS-CoV-2-Infektion und schwerstem Lungenversagen ist mit besonderen Herausforderungen verbunden.

Material und Methoden: Retrospektiv wurde der klinische Verlauf von 112 Patienten, die im Zeitintervall vom 25. März 2020 - 29. Juli 2021 infolge einer COVID-19-Infektion mit einer ECMO versorgt wurden, analysiert. Eingesetzt wurden vier ECMO-Antriebe der Hersteller Getinge, Fresenius und LivaNova sowie 11 unterschiedliche Oxygenatorentypen.

Ergebnisse: 73 der 112 COVID-ECMO-Patienten (65,2 %) wurden vom mobilen ECMO-Team des Universitätsklinikums Regensburg extern kanüliert und transportiert. Dabei wurden Patienten aus 37 unterschiedlichen medizinischen Einrichtungen mit einer Transportdistanz von im Median 78 [6,1200] km versorgt. Die Implantationen fanden zu 61,6 % außerhalb der regulären Arbeitszeit statt. Der Mittelwert der Unterstützungsdauer lag bei den 95 mit VV ECMO unterstützen Patienten bei $28,2 \pm 21,6$ Tagen und bei den 17 VA ECMO-Patienten bei $9,3 \pm 7,5$ Tagen. Bei den 112 ECMO-Patienten mit Coronavirus SARS-CoV-2-Infektion im mittleren Alter von $58,8 \pm 9,0$ Jahren betrug die gesamte Krankenhausentlassungsrate 54,5 %. Differenziert nach dem Unterstützungsmodus, betrug die Krankenhausentlassungsrate bei den VV ECMO Patienten 55,8 % und bei den VA ECMO Patienten 47,1 %. Drei Patienten, die infolge einer Progredienz vom VV ECMO in den VA ECMO-Modus konvertiert werden mussten, verstarben. Aufgrund einer eingeschränkten technischen Funktion der ECMO benötigten 55 der 112 unterstützten Patienten mindestens einen Systemwechsel. Dabei waren ein inadäquater Gastransfer oder massive thrombotische Anlagerungen in Oxygenator oder Pumpenkopf die häufigsten Ursachen der insgesamt 85 durchgeführten ECMO-Systemwechsel.

Diskussion: Eine ECMO-Unterstützung bei COVID-19-induziertem ARDS ist mit einem hohen technischen, zeitlichen und personellen Aufwand gerechtfertigt, wenn sie frühzeitig und durch ein Team eines erfahrenen ECMO-Zentrums initiiert wird. Dabei kann bei diesen Patienten eine längere ECMO-Unterstützung erforderlich sein. Die Ergebnisse in unserem ECMO-Zentrum entsprechen nahezu denen der ECMO-Patienten mit schwerstem ARDS. Durch geeignete Schutzausrüstung und hygienisches, strukturiertes sowie sorgfältiges Vorgehen infizierte sich trotz des hohen Infektionsrisikos keiner der beteiligten Mitarbeiter mit dem Coronavirus SARS-CoV-2.

Perioperatives Management bei endoprothetischer Therapie des distalen Aortenbogens mit Einbezug der linken Arteria subclavia

Haldenwang, Peter; Bültemeyer, Karla; Useini, Dritan; Buchwald, Dirk; Schero, Michael; Nicolas, Volkmar; Heute, Christoph; Strauch, Justus

Berufsgenossenschaftliches Universitätsklinikum Bergmannsheil, Bürkle-de-la-Camp Platz 1, 44789 Bochum, DE

Ziele: Die endoprothetische Versorgung des distalen Aortenbogens zur Behandlung akuter Aortensyndrome (AOS in non-A-non-B Lokalisation) im Sinne eines thoracic endovascular aortic repair (TEVAR) beinhaltet oft ein partielles oder komplettes Überstenten der Arteria subclavia links (LSA). Da dieses den zerebralen, spinalen und axillären Blutfluss negativ beeinflussen kann, wird in der vorliegenden Studie das optimale perioperative Management zur Vermeidung neurologischer bzw. peripherer Perfusionsdefizite untersucht.

Methoden: Von 46 Patienten mit AOS in non-A-non-B Lokalisation, die zwischen 03/2017 und 05/2021 mittels TEVAR behandelt wurden, stellten n=22 (45%) die „Risikogruppe“ für eine spinale bzw. Armischämie aufgrund eines kompletten (n=15; 30%) bzw. partiellen (n=7; 15%) Überstenten der LSA dar. Die verbliebenen 24 Patienten bildeten die Kontrollgruppe. Präoperativ wurden ein LSA-Debranching bei 2 (13%) und eine Liquordrainage (CSF) bei weiteren 2 (13%) Patienten durchgeführt. Diese Entscheidung wurde aufgrund eines inkompletten Circulus arteriosus Willisii, einer hypoplastischen linken Vertebralarterie oder einer langstreckig geplanten TEVAR (>2 Stents) getroffen.

Ergebnisse: Die effektive Stentlänge betrug in der „LSA-komplett“-Gruppe 165 ± 39 mm, in der „LSA-partiell“-Gruppe 158 ± 11 mm bzw. in der Kontrollgruppe 178 ± 51 mm. Unerwartet niedriger bis gleich waren die Mortalitäts- (0 vs. 8%), Schlaganfall- (0 vs. 0%) und spinalen Ischämieraten (0 vs. 4%) in der Risikogruppe. Ein Patient mit komplettem LSA-Überstenten zeigte postoperativ eine Minderperfusion des linken Arms, die mittels eines Carotido-Subclavia-Bypasses ohne Residuen behoben wurde. Die aortale Re-Interventionsrate betrug in beiden Gruppen 9%. Die retrospektive Analyse zeigte keinen Einfluss des präoperativen LSA-Debranching, der effektiven Stentlänge, der Anzahl der dabei überstenteten thorakalen Segmentarterien bzw. der Durchführung einer CSF-Drainage auf das frühe postoperative neurologische Ergebnis und die Freiheit einer Re-Intervention.

Schlussfolgerung: Aufgrund des erhöhten Risikos für zerebrale, spinale und brachiale Perfusionsstörungen bei TEAVR mit Einbezug des distalen Aortenbogens ist ein Angio-CT mit Fokus auf den Circulus Willisii und die linksseitige Vertebralarterie für die präoperative Planung indiziert. Bei Hochrisikopatienten sollte eine zweizeitige Endostentverlängerung im Intervall als therapeutische Option und nicht als Komplikation gesehen werden.

Junges Forum

Veno-venöse extrakorporale Membranoxygenierung bei COVID-19: Einfluss der Kanülierungsstrategie auf das Therapieergebnis

Immohr, Moritz Benjamin; Hettlich, Vincent; Brandenburger, Timo; Kindgen-Milles, Detlef; Feldt, Torsten; Tudorache, Igor; Akhyari, Payam; Aubin, Hug; Dalyanoglu, Hannan; Lichtenberg, Artur; Boeken, Udo

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, Moorenstr. 5, 40225 Düsseldorf, DE

Einleitung: Seit 2019 hat sich die Erkrankung COVID-19 durch das neuartige Coronavirus SARS-CoV-2 zu einer globalen Pandemie entwickelt. Hierbei kann sich ein akutes therapie-refraktäres Lungenversagen (ARDS) entwickeln, welches sich auch durch intensiviertere intensivmedizinische Maßnahmen nicht beherrschen lässt. In diesem Falle hat sich der Einsatz von veno-venösen Systemen zur extrakorporalen Membranoxygenierung (vv-ECMO) als vorteilhaft erwiesen. Hierbei bestehen verschiedene Strategien zur Gefäßkanülierung, deren Einfluss auf das Therapieergebnis bisher noch nicht abschließend geklärt wurde.

Material und Methoden: Zwischen 2020 und 2021 wurden insgesamt n=59 Patienten in unserem Zentrum mit einer vv-ECMO aufgrund eines ARDS bei COVID-19 versorgt. Hierbei wurden entweder femo-femorale (FF-Gruppe, n=18) oder femo-juguläre (FJ-Gruppe, n=41) Gefäßkanülierungen gewählt. Anschließend wurden beide Gruppen retrospektiv hinsichtlich ihres Therapieergebnisses verglichen.

Ergebnisse: Die Patienten der beiden Interventionsgruppen zeigten keinerlei Unterschiede im Hinblick auf wichtige Prognosefaktoren wie Alter, Geschlecht, Adipositas, Nikotinabusus, COPD, Diabetes, kardiovaskuläre Erkrankungen sowie Niereninsuffizienz. Auch die Rate an beobachteten Komplikationen im Zusammenhang mit der ECMO-Therapie (Blutung, Schlaganfall, Sepsis, akutes Nierenversagen, Viszeralischämie) war in beiden Gruppen vergleichbar (FF-Gruppe: 62,5 %, FJ-Gruppe: 58,3 %, p=1,00). Eine Änderung der ECMO-Konfiguration (vv- zu va-ECMO) war in beiden Gruppen in n=2 Fällen nötig und in allen Patienten mit einem letalen Ausgang vergesellschaftet. Ein erfolgreiches Weaning der ECMO konnte in der FF-Gruppe in n=6 (33,3 %) und in der FJ-Gruppe in n=16 (39,0 %) erreicht werden (p=0,78). Die Dauer der ECMO-Therapie bis zum erfolgreichen Weaning betrug dabei 16,5±12,1 Tage (FF-Gruppe) respektive 44,5±91,2 Tage (FJ-Gruppe) (p=0,49). In der FF-Gruppe überlebten 27,8 % und in der FJ-Gruppe 36,6 % der Patienten den Krankenhausaufenthalt (p=0,57).

Diskussion: In unserer Patientenkohorte zeigte sich kein signifikanter Unterschied in der periprozeduralen Morbidität und Mortalität der vv-ECMO-Therapie bei COVID-19 zwischen femo-femorale und femo-juguläre Kanülierung. In Hinblick auf Komplikationen, Weaning und das Überleben könnte eine femo-juguläre Therapie jedoch vorteilhaft sein. Insbesondere erscheint hierbei eine längere komplikationsfreie Therapie für Patienten mit prolongiertem ECMO-Weaning möglich.

Multimodale temporäre mechanische Kreislaufunterstützung bei primärem Graftversagen nach Herztransplantation

Immohr, Moritz Benjamin; Dalyanoglu, Hannan; Sugimura, Yukiharu; Aubin, Hug; Westenfeld, Ralf; Erbel-Khurtsidze, Sophiko; Tudorache, Igor; Lichtenberg, Artur; Boeken, Udo; Akhyari, Payam

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, Moorenstr. 5, 40225 Düsseldorf, DE

Einleitung: Primäres Graftversagen gilt als eine schwerwiegende Komplikation nach Herztransplantationen (HTx). Abgesehen von der Implantation eines veno-artiellen Systems

zur temporären mechanischen Kreislaufunterstützung (ECLS) existieren nur wenige therapeutische Möglichkeiten. Bei Patienten mit therapie-refraktärem kardiogenen Schock findet zunehmend die sogenannte ECMELLA-Konfiguration, eine Kombination aus ECLS und einer temporären Mikroaxialpumpe (Impella®, Abiomed Inc., USA), als multimodaler Ansatz zur mechanischen Kreislaufunterstützung Verwendung. Im Kontext der HTx hingegen ist dieser Ansatz bisher noch nicht etabliert.

Material und Methoden: Ein 56-jähriger Patient mit terminaler Herzinsuffizienz sowie seit 1,5 Jahren bestehendem linksventrikulärem Kunstherzsystem (HeartWare HVAD®, Medtronic plc, Ireland) zeigte noch intraoperativ ein schwerwiegendes biventrikuläres primäres Graftversagen (Ejektionsfraktion < 20%) im Rahmen einer HTx. Zur temporären mechanischen Kreislaufunterstützung wurde daher eine ECMELLA (Impella 5.0 und ECLS via A. subclavia rechts sowie V. femoralis rechts) implantiert. Es erfolgte eine retrospektive, deskriptive Analyse des Behandlungsverlaufes im Sinne eines Fallberichts.

Ergebnisse: Am ersten postoperativen Tag entwickelte der Patient eine Schwellung und Hyperämie des rechten Armes, sodass der arterielle Schenkel der ECLS auf die rechte Femoralarterie gewechselt wurde. Es zeigten sich wiederholte schwerwiegende thorakale Blutungskomplikationen mit Notwendigkeit zur mehrfachen Re-Thorakotomie. Erfreulicherweise besserte sich die Herzfunktion zunehmend und die Mikroaxialpumpe konnte nach acht Tagen sowie die ECLS nach insgesamt zwölf Tagen erfolgreich explantiert werden. Im weiteren postoperativen Verlauf kam es zu einer stetigen Besserung des Patienten, sodass dieser nach einem Monat die Intensivstation verlassen und nach insgesamt 46 Tagen in eine Rehabilitationsklinik verlegt werden konnte. Zum Zeitpunkt der Entlassung zeigte sich eine Ejektionsfraktion von 53%. In den anschließenden Nachsorgeuntersuchungen präsentierte sich der Patient beschwerdefrei und mit normaler Transplantatfunktion.

Diskussion: In Patienten mit schwerwiegendem biventrikulärem primärem Graftversagen nach HTx stellt eine ECMELLA daher einen neuen vielversprechenden Therapieansatz dar. Dabei sollte jedoch im besonderen Maße auf antikoagulative Therapie geachtet werden, um schwerwiegende Blutungskomplikationen zu verhindern.

Qualitätsmanagement in der klinischen Perfusion

Scheifele, Simon

Baselmattweg 66, 4123 Allschwil, CH

Einleitung: Qualität ist ein Anspruch, der von vielen Seiten an das Gesundheitswesen gestellt wird. Deshalb sollte auch die klinische Perfusion als Teil der Klinik für Herzchirurgie ein eigenes Qualitätsmanagement entwickeln. Wie sieht dieses aber in der klinischen Praxis aus? Welche Qualitätsindikatoren sind die entscheidenden für den kardiopulmonalen Bypass und welche haben einen Einfluss auf das Therapieergebnis?

Material und Methoden: Der Autor hat in seiner Masterarbeit (MAS in Cardiovascular Perfusion) eine Literaturrecherche mit anschließender Expertenbefragung zum Thema Qualitätsmanagement in der klinischen Perfusion durchgeführt. Dabei wurden die folgenden Bereiche genauer analysiert: Welche Indikatoren sind für die Beurteilung der Qualität wichtig und gibt es dafür Bewertungssysteme? Wie sieht in der klinischen Perfusion das Qualitätsmanagement aus?

Ergebnisse: In 3 Studien wurden Bewertungssysteme bezüglich der Qualität der Perfusion beschrieben, die jedoch nicht direkt mit dem Ergebnis in Verbindung gebracht werden konnten. Weiter gibt es Indikatoren, wie das DO₂, SvO₂, pCO₂, arterielle Temperatur, Hämatokrit und NIRS, die einen Einfluss auf das Outcome haben. In der Expertenbefragung wurden zusätzlich die Qualitätsindikatoren MAD und Laktat in den Vordergrund gerückt. Alle zweifeln daran, dass die Qualität der Perfusion von der Herzchirurgie gelöst beurteilt werden

kann. Das Qualitätsmanagement in der klinischen Perfusion beinhaltet in der Regel das Einhalten von Standards und Richtlinien. Dennoch sollte unbedingt die Qualität der Perfusion und das Monitorisieren erforscht werden, um eine bessere Evidenz zu erreichen.

Diskussion: Die wichtigsten Qualitätsindikatoren sind Hämatokrit, DO₂, SvO₂, Blutdruck und NIRS, wobei auch diese nur schwer mit dem Therapieergebnis in Verbindung gebracht werden können. Trotz dieser Schwierigkeit sollten als Qualitätsmanagement in der klinischen Perfusion nicht nur Standards maßgebend sein. Um die Qualität der Perfusion zu beurteilen sollten eher direkte Nebenwirkungen (erkennbar an Niere, Neurologie, Herzen, Laktat, Hämatokrit und Hämolyseparametern) kurz nach der Operation analysiert werden. Deshalb sieht der Autor in einer retrospektiven Evaluationsrichtlinie das Potential, die Qualität der klinischen Perfusion beurteilen zu können. Dabei sollte die geleistete Arbeit strukturiert und immer gleich anhand eines Leitfadens evaluiert werden. So kann die eigene Arbeit strukturiert reflektiert, weiterentwickelt und kontinuierlich verbessert werden.

Auswirkungen von COVID-19 auf die Gerinnungsaktivität während extrakorporaler Membranoxygenierung

Rother, Daniel¹; Böning, Andreas; Brenck, Florian; Wenzel, Volker; Gehron, Johannes

¹Arndtstr. 2a, 35440 Linden, DE

Einleitung: Die vom SARS-CoV-2 Virus ausgelöste Erkrankung COVID-19 führt bei schweren Verläufen zu erheblichen Einschränkungen der Lungenfunktion in Form eines akuten Lungenversagens (ARDS). Im Krankheitsverlauf kann die Gasaustauschfunktion der Lunge so weit beeinträchtigt werden, dass eine Unterstützung mittels extrakorporaler Membranoxygenierung (ECMO) als lebensrettende Maßnahme nötig wird. COVID-19 löst bei den Erkrankten eine bedeutende Immunantwort in Form von Zytokinstürmen und Koagulopathien aus, die in dieser Ausprägung bei anderen infektiösen Erkrankungen nicht zu beobachten sind. Zusätzlich führen Fremdoberfläche und unphysiologische Flussbedingungen der ECMO zu einer Aktivierung des Gerinnungssystems. Sowohl bei der Erkrankung selbst als auch während ECMO traten Veränderungen bei unterschiedlichen Markern für die Gerinnungsaktivität auf: eine ausgeprägte Erhöhung der D-Dimere und ein Abfall des Fibrinogens sind hier zu beobachten. Es konnte nachgewiesen werden, dass im Falle der EMCO die D-Dimer-Fibrinogen-Dynamik auf eine Thrombosierung des ECMO-Systems hinweist, während bei COVID-19 die erhöhten D-Dimere mit einer verschlechterten Prognose einhergehen.

Material und Methoden: Wir vergleichen in einer retrospektiven Analyse von zwei Gruppen den Verlauf von D-Dimeren, Fibrinogen, Lactatdehydrogenase, Antithrombin III und Thrombozytenkonzentration. Die Versuchsgruppe besteht aus Patient*innen, die im Verlauf ihrer Erkrankung an COVID-19 eine ECMO benötigten (n = 20), während der Kontrollgruppe ECMO-Patient*innen ohne eine Erkrankung an COVID-19 zugeordnet wurden (n = 20). Einschlusskriterium sind eine Systemlaufzeit von mindestens sieben Tagen und ein Alter > 18 Jahre. Eine Zeitreihenanalyse soll mögliche Unterschiede im Verlauf der Parameter ermöglichen. Die statistische Auswertung erfolgt mit RStudio.

Ergebnisse: Eine erste qualitative Zwischenauswertung zeigt ebenfalls einen ausgeprägten Anstieg der D-Dimere bei COVID-Patient*innen unter ECMO, der sich mit bisherigen Studien zur Thromboseneigung bei ECMO-Patienten deckt.

Diskussion: Im Rahmen der ECMO führt die Gerinnungsaktivität zu Komplikationen während der Unterstützung. COVID-19 bringt eine neue Komponente in die jetzt schon komplexen Interaktionen zwischen Mensch und Maschine. Inwieweit sich die Kombination aus COVID-19 und ECMO-Unterstützung auf die Gerinnungsaktivität auswirkt und eine früher auftretende Thrombosierung des ECMO-Systems hervorruft, ist bisher noch nicht bekannt.

Neue Technologien

Infektionsquelle Hypothermiegerät – HypO3zone löst das Problem!

Bongert, Markus¹; Wüst, Jan¹; Reinscheid, Dieter²; Witzleben, Steffen²; Kaesemann, Ruth¹; Marciniak, Vincent¹; Grünberg, Florian³; Schulze, Dirk³; Strauch, Justus⁴; Buchwald, Dirk⁴

¹ Fachhochschule Dortmund, Sonnenstr. 96-100, 44139 Dortmund, DE;

² Hochschule Bonn-Rhein-Sieg, , , DE;

³ Innovatec// Gerätetechnik GmbH, , , DE;

⁴ BG Universitätsklinikum Bergmannsheil gGmbH, , , DE

Einleitung: Hypothermiegeräte (HCU) kommen u.a. bei Herzoperationen zum Einsatz, um das Blut der Patienten während der Operation zu erwärmen bzw. abzukühlen. Aufgrund der Standzeiten dieser Geräte zwischen den OPs und ihrer Temperierung auf 37°C bietet das dort verwendete Wasser Keimen eine besonders gute Lebensgrundlage. Trotz der Verwendung eines Sterilfilters bei der Befüllung der Hypothermiegeräte ist ihre wöchentliche Reinigung aufgrund der Verkeimung unablässig. Dabei kommen aggressive, gesundheitsgefährdende Chemikalien zum Einsatz, die zudem die verbauten Materialien schädigen.

Material und Methoden: Ziel dieses vom Bund geförderten Forschungsprojektes ist die Entwicklung eines Demonstrators zur 99,99 %igen Desinfektion des HCU-Wasserkreislaufes mit einer konstanten Konzentration von gelöstem, elektrolytisch erzeugtem Ozon. Dabei wird u.a. auf bewährte Technik aus der Pharmazie zurückgegriffen. Die Ozonverteilung sowie der Bakterienabbau in der 3T (LivaNova) und HCU 40 (Maquet) sind mittels Strömungssimulation analysiert worden. In simulierten Alterungsprozessen ist die Ozonbeständigkeit der in einem 3T verbauten Kunststoffe und Metalle untersucht worden. Die Wirksamkeit der Ozonung wurde durch Versuchsreihen mit dem Ersatzkeim *Mycobacterium chubuense* überprüft.

Ergebnisse: Die Desinfektionsapparatur besteht aus einem miniaturisierten Ozongenerator und UV-Quelle, die das Ozon eliminiert, sowie einem Ozonsensor. Als Betriebsmedium wird lediglich Trinkwasser benötigt. Neben der konstanten Ozonkonzentration gewährleistet die Steuereinheit auch eine simple Handhabung des Gerätes. Bei den mikrobiologischen Versuchsreihen konnte die geforderte Elimination des Bakteriums von 99,99% in allen Kreisläufen nach nur einer dreistündigen Behandlungsdauer nachgewiesen werden. Die Ozon-Alterung zeigte nur bei HDPE eine Veränderung des FTIR-Spektrums. Bei den Metallen konnten dagegen keine auffälligen Korrosionen festgestellt werden.

Diskussion: Ozon ist ein starkes Oxidationsmittel, das schnell und effizient desinfizierend wirksam ist. Bei der Sanitisierung entstehen systembedingt keine kumulativen Nebenprodukte. Hervorzuheben ist, dass nicht nur die Bereiche mit direktem Wasserkontakt desinfiziert werden. Der Demonstrator darf nicht nur unter Versuchsbedingungen, sondern muss gerade im klinischen Alltag getestet werden. Die so gewonnen Erfahrungen fließen direkt in die Entwicklung des seriennahen Prototypens ein. Darüber hinaus wird eine Zertifizierung angestrebt.

In-silico-Analyse des Einflusses der Seitenlöcher auf Druckverlust und Strömungssituation von ECMO-Kanülen

Bongert, Markus¹; Lattner, Yannick¹; Marciniak, Vincent¹; Li, Yijiang²; Philipp, Alois³

¹ Fachhochschule Dortmund, Sonnenstr. 96-100, 44139 Dortmund, DE;

² Chinabridge Medical Group, , , CN;

³ Universitätsklinikum Regensburg, Franz-Josef-Strauss Allee 11, 93053 Regensburg, DE

Einleitung: Akutes Kardio-/pulmonales Versagen stellt eine enorme Herausforderung für die Intensivmedizin dar, wenn alle konventionellen therapeutischen Maßnahmen den Zustand des Patienten nicht stabilisieren können. Dann können extrakorporale Unterstützungsverfahren wie z.B. VV-ECMO oder VA-ECMO zur Stabilisierung des Gasaustauschs bzw. der Zirkulation eingesetzt werden. Als direkte Schnittstelle zwischen Patienten und Maschine kommt den Kanülen eine außerordentliche Bedeutung zu. Ein besonderes Augenmerk muss dabei auf die Seitenlöcher gerichtet werden. Haben sie doch einen entscheidenden Einfluss auf die Strömungseigenschaften der Kanüle.

Material und Methoden: Sowohl für den arteriellen als auch venösen Einsatz sind elliptische Seitenlöcher zum Einsatz gekommen. Zur simulativen Analyse der Kanülen ist ein physiologisches Plenum entwickelt worden. Zielgrößen waren dabei der Druckverlust und die Aufteilung des Volumenstroms zwischen Kanülenspitze und Seitenlöcher. Eine auf dem Markt befindliche Kanüle gleichen Durchmessers ist als Referenz verwendet worden.

Ergebnisse: Das neue Kanüledesign besitzt bei der Perfusion einen um 2,8-fachen größeren Flächenquotienten im Vergleich zu dem Referenzmodell. Dies geht mit einem höheren Druckverlust um 2,2% für Vj-Perfusion (Vj) bzw. 4,2% für Af-Perfusion (Af) einher. Von dem Volumenstrom im Betriebspunkt strömt durch die Seitenlöcher ein Anteil von 11,5% (Vj) bzw. 115,5% (Af). Letzterer Wert bei der arteriellen Perfusion erklärt sich nur durch ein Absaugen durch die Spitze. Bei der Vf-Drainage (Vf) wird aufgrund des um 31,8% größeren Flächenquotienten bei dem neuen Design 8,4% mehr Blut durch die Seitenlöcher abgesaugt, so dass auch einem Verschluss der Spitze die Funktion gewährleistet ist. Der Druckverlust ist um 0,78% höher als beim Referenzmodell.

Diskussion: Das Design/Größe und die Anordnung der Seitenlöcher haben einen entscheidenden Anteil an dem Strömungsverhalten der Kanülen sowie auf die Flussaufteilung zwischen Kanülenspitze und Seitenlöcher. Diesem Aspekt sollte bei der Konstruktion der Kanüle wesentlich mehr Beachtung geschenkt werden unter Berücksichtigung der begrenzten Mantelfläche der Kanüle. Der klinische Alltag zeigt einen weiteren wesentlichen Aspekt bei dem Kanüledesign: die Länge der Kanüle. Sie sollte unbedingt abgestuft gemäß der Körpergröße des Patientenkollektives zur Verfügung stehen, denn „One size doesn't fit all“.

Röntgenologische Untersuchungen zur pulsatilen Oxygenator-Durchströmung in einem ECMO-System

Haardt, Fabian; Buchwald, Dirk; Haardt, Helmut; Strauch, Justus

BG Universitätsklinikum Bergmannsheil gGmbH, Bürkle-de-la-Camp-Platz 1, 44789 Bochum, DE

Einleitung: Die pulsatile Perfusion hat bei herzchirurgischen Operationen mit konventionellen Herz-Lungen-Maschinen nie einen relevanten Stellenwert eingenommen. Entsprechend noch geringer ist bisher das Interesse an pulsatiler Perfusion in Verbindung mit ECMO-Systemen. Durch die kommerzielle Verfügbarkeit einer entsprechenden Steuerung lässt sich auch eine Diagonalspumpe pulsatil ansteuern. Untersuchungen zu

rheologischen Phänomenen in pulsatil durchströmten ECMO-System sind bisher rar. Im Rahmen einer in-vitro-Untersuchung wurde ein ECMO-System bezüglich der Strömungsverhältnisse unter pulsatiler Perfusion untersucht.

Material und Methoden: Entwicklung eines vereinfachten Patientenkreislaufs mit der Möglichkeit der Justierung von Vor- und Nachlast für die verwendete Diagonalpumpe. Als Blutersatzlösung wurde ein Glycerin (56%)- /Wassergemisch (44 %) verwendet. Pulsatile Ansteuerung einer DP3-Diagonalpumpe mit einer Xenios-Konsole (Fresenius Medical Care) in einem ECMO-System mit dem Oxygenator Hilite 7000 LT. Messung der Druck- und Volumenstromkurven bei Flussraten von 1, 3 und 5 l/min jeweils im pulsatilen und nonpulsatilen Modus. Injektion von Kontrastmittel in den Perfusionskreislauf und Darstellung der Verteilung unter Röntgendurchleuchtung (Artis Pheno, Siemens). Visuelle Auswertung der Röntgenaufnahmen in Hinblick auf Stase- und Turbulenzbereiche.

Ergebnisse: Bei einem pulsatilen Fluidvolumenstrom von 5 l/min konnten bei einem eingestellten Systemwiderstand von $960 \text{ dyn} \cdot \text{s}/\text{cm}^5$ Spitzenflüsse bis 7,5 l/min mit Druckspitzen bis 276 mmHg registriert werden. Die rechnerisch ermittelte maximale Druckanstiegsgeschwindigkeit dp/dt lag bei 1600 mmHg/s. Die visuell vergleichende Auswertung der Röntgenfilmsequenzen zeigte im Bereich des Oxygenatoreinlasses sowie bei der Umlenkung des Flüssigkeitsstromes nach Passage des Wärmetauschers unter PP starke Turbulenzen, die sich bei nicht-pulsatiler Durchströmung nicht fanden. Im Bereich der Gasaustauschkapillaren konnten keine Strömungsunterschiede festgestellt werden.

Diskussion: Unter PP konnten maximale Volumenströme gemessen werden, die oberhalb der Betriebsspezifikationen des Oxygenators (bis 7 l/min) lagen. In den Röntgen-Durchleuchtungssequenzen konnten Bereiche identifiziert werden, in denen eindeutig eine turbulente Strömung unter PP vorlag. In diesen Bereichen kam es zu einer intensiveren Auswaschung des Kontrastmittels, was darauf hindeutet, dass hier weniger Stasebereiche vorlagen, die potenziell zu einer Thrombenbildung im Oxygenator beitragen.

Entwicklung eines Multi-Organ-Perfusionssystem

Born, Frank; Weisser, Wendelin; Christen, Lauren; Müller, Christoph; Michel, Sebastian; Hagl, Christian

Klinikum der Universität München LMU Herzchirurgische Klinik und Poliklinik, Sonnenwinkel 1 c, 82237 Wörthsee, DE

Einleitung: Die Transplantation ist die einzig mögliche Therapie bei terminalen Organversagen. Aufgrund der Organknappheit, bedingt durch rückläufige Spenderzahlen, haben sich in den vergangenen Jahren die Anzahl der Transplantationen deutlich verringert. Das entscheidende Problem der empfindlichen Spenderorgane stellt die Ischämiezeit dar. Um diese zu verringern, wurden unterschiedliche Perfusionsgeräte und Schlauchsysteme (Transmedics, Organ Assist, etc.) für Niere, Leber und Lunge entwickelt, die allerdings immer nur für ein Organ anwendbar sind. Ziel war es, ein Multi-Organ-Perfusion-System (MOPS) mit einem Organbehälter zu entwickeln, das alle Anforderungen der einzelnen Organperfusionen abdeckt und es ermöglicht, mit einem Perfusionsgerät und einem Perfusionsset die unterschiedlichen Organe zu perfundieren. Die maschinelle Perfusion von Spenderorganen hat der Transplantationsmedizin in den letzten Jahren neue Perspektiven eröffnet.

Material und Methoden: Die maschinelle Perfusion wurde mit einer S 5 Hybrid Konsole (LivaNova Deutschland GmbH) und einem entsprechenden beschichteten Perfusionssystem bestehend aus einem Oxygenator KIDS D 100 (Sorin Group Italia S.r.l.), einer venösen Blasenfalle, Filter und mehreren Druckaufnehmern durchgeführt. Zusätzlich wurde ein Organbehälter entwickelt, der aufgrund seiner variablen Größe und perfusionsrelevanten Möglichkeiten für unterschiedliche Organe geeignet ist. Die Organperfusionen können als Kalt- oder Warmperfusion durchgeführt werden.

Ergebnisse: Mittels Anschlusses an einen künstlichen Kreislauf konnten Konstruktion und Mechanik des Organbehälters und des Perfusionssystems qualitativ für entsprechende Organperfusionen hin untersucht werden. Die Versuche zeigten eine stabile Funktion und Perfusion des Systems. Der wichtigste und wahrscheinlich anspruchsvollste und damit auch interessanteste Teil ist die Überwachung der isolierten Organperfusion. Dabei müssen die entsprechenden Parameter (Flüsse, Drücke, Temperatur) organspezifisch in engen Grenzen gehalten werden. Das Datenmanagement des S 5 Hybrid Systems ermöglicht eine Online-Dokumentation aller Parameter.

Diskussion: Das MOPS bietet eine hervorragende Möglichkeit, durch Reduktion der Ischämiezeit die Funktion von Spenderorganen zu verbessern und mögliche Komplikationen nach der Transplantation zu verringern. Zudem könnten Spenderorgane durch kontrollierte Perfusion transplantabel werden, die bislang als unbrauchbar abgelehnt wurden.

Zwei-Punkt-Lagerung bei Diagonalpumpe führt zu geringerer Hämolyse - Vorläufige Ergebnisse einer in-vitro Studie

Schneider, Denise; Pooth, Jan-Steffen; Scherer, Christian; Brixius, Sam Joé; Trummer, Georg; Beyersdorf, Friedhelm; Benk, Christoph

Uniklinik Freiburg - Universitätsherzzentrum, Hugstetter Straße 55, 79106 Freiburg im Breisgau, DE

Einleitung: In den letzten Jahren hat die Bedeutung von Systemen zur extrakorporalen Zirkulation (EKZ) zugenommen und die Zahl der Zentren, die EKZ anbieten, steigt. Es ist bekannt, dass der Einsatz von EKZ-Systemen mit Auswirkungen auf die Hämolyse, Gerinnung und Entzündung verbunden ist. Die Optimierung von EKZ-Komponenten hinsichtlich dieser Faktoren ist somit von wesentlicher Bedeutung. Daher wurde die Studie "In vitro Messungen bei Pumpsystemen zur extrakorporalen Zirkulation" (INVEKZ-Studie) initiiert, um weitere Einblicke in die zugrundeliegenden Pathomechanismen zu gewinnen und die Auswirkungen verschiedener Komponenten in-vitro zu untersuchen.

Material und Methoden: Wir führten N=8 Testkreisläufe durch gemäß den Empfehlungen von internationalen Standards für die In-vitro-Bewertung neuer Komponenten und Systemen der EKZ. Jeder Kreislauf verwendete ein speziell angefertigtes Blutreservoir und wurde mit 300 ml humanem Blut gefüllt, das von Patienten nach medizinisch indizierten Blutentnahmen gewonnen wurde. In einer Gruppe (N=5) verwendeten wir eine Diagonalpumpe mit Ein-Punkt-Lagerung (DP3, MEDOS Medizintechnik AG), während in der anderen Gruppe (N=3) eine Diagonalpumpe mit Zwei-Punkt-Lagerung (DP-Prototyp, ResuSciTec GmbH) eingesetzt wurde. Jede Pumpe wurde 6 Stunden lang bei 37 °C mit einem Einlassdruck von -30 mmHg, einem Auslassdruck von 300 mmHg und einem Gesamtblutfluss von 6,5 l/min betrieben. Die Blutproben wurden nach 0, 30, 60, 180 und 360 Minuten hinsichtlich ihrer Hämolyse untersucht.

Ergebnisse: Nach 6 Stunden erreichte die Konzentration des freien Hämoglobins in der DP3-Gruppe einen Höchstwert von 324,4 mg/dl (Range: 256 bis 513, Standardabweichung [Stabw]: 109,5) gegenüber 221,1 mg/dl (197 bis 264, Stabw: 33,2) in der DP-Prototyp-Gruppe. Daraus ergab sich ein mittlerer normalisierter Hämolyse-Index (NIH) von 37,3 mg/100l (28,7 bis 58,2, Stabw: 12,4) bei Einsatz der DP3 und 24,8 mg/100l (22,3 bis 29,4, Stabw: 4,0) bei Einsatz des DP-Prototyp ($p=0,09$, 95%-CI: -2,8; 27,7). DISKUSSION Beim Einsatz einer Diagonalpumpe mit Zwei-Punkt-Lagerung konnte die entstehende Hämolyse in dieser kleinen Versuchsreihe gegenüber einer Diagonalpumpe mit Ein-Punkt-Lagerung bereits tendenziell reduziert werden. Weitere Messungen in-vitro und in-vivo sind geplant, um diese Beobachtung näher zu untersuchen.

