

M. Foltan<sup>1</sup>, A. Philipp<sup>1</sup>, F. Schettler<sup>1</sup>,  
R. Herzog<sup>2</sup>, T. Müller<sup>3</sup>, B. Flörchinger<sup>1</sup>,  
C. Schmid<sup>1</sup>, D. Lunz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Klinik für Herz-, Thorax- und  
herznahe Gefäßchirurgie  
(Direktor: Prof. Dr. C. Schmid)

<sup>2</sup>Klinik für Anästhesiologie  
(Direktor: Prof. Dr. B. Graf)

<sup>3</sup>Klinik und Poliklinik für Innere Medizin II  
(Direktor: Prof. Dr. L. Maier)  
Universitätsklinikum Regensburg

# Perkutane Kanülierung bei Extracorporeal Life Support Systemen – Durchführung, Komplikationen und Outcome

## ZUSAMMENFASSUNG

Die perkutane Implantation eines ECLS-Systems ist ein akzeptierter Standard bei akutem, potenziell reversiblen Kreislaufversagen. Die Anwendung selbst hat potenziell lebensbedrohliche Risiken und erfordert ein erfahrenes multidisziplinäres Team. Im Besonderen ist die Kanülierung von Patienten unter mechanischer Reanimation außerhalb eines Operationssaals mit eingeschränkten Ressourcen eine anspruchsvolle Maßnahme.

## SCHLÜSSELWÖRTER

Perkutane Kanülierung, Extracorporales Life Support System, ECLS

## ABSTRACT

Percutaneous implantation of an Extracorporeal Life Support System (ECLS) is nowadays an accepted standard for patients suffering from acute, potentially reversible circulatory failure. The implantation itself is associated with potentially life-threatening risks and requires an experienced multidisciplinary team. In particular, cannulation of a patient during cardiopulmonary resuscitation outside an operating room with limited resources is a challenging procedure.

## KEY WORDS

percutaneous cannulation, Extracorporeal Life Support System, ECLS

## Einleitung

Ein extracorporales Life Support System (ECLS) als veno-arterielles extracorporales Bypass-Verfahren ist ein etabliertes Unterstützungsverfahren bei Patienten im kardiogenen Schock oder bei kardiopulmonaler Reanimation [1, 2]. Ein Systemanschluss unter perkutaner Kanülierung an den Leistengefäßen ist hierbei gängiger Standard [2]. Verfahrensbedingt ist die perkutane Kanülierung in Seldinger-Technik bei Patienten unter mechanischer Reanimation oder hochdosierter vasokonstriktiver Medikation mit erheblichen Risiken behaftet. Ziel dieser Arbeit ist es, die Über-

lebensrate und die verfahrensbedingten Gefäßkomplikationen zu evaluieren.

Von 2010 bis 2014 wurde bei 159 Patienten im schweren kardiogenen Schock oder unter mechanischer Reanimation perkutan in Seldinger-Technik femoro-femoral kanüliert und an ein ECLS-System angeschlossen. Nach erfolgreichem ECLS-Weaning wurden die Kanülen üblicherweise extrahiert und die Punktionsstelle mechanisch komprimiert. Die Datenakquise erfolgte retrospektiv aus der ECMO-Datenbank des Universitätsklinikums Regensburg (UKR), vergleichbar dem ELSO-Registry der Extracorporeal Life Support Organization (ELSO).

ECLS-Systeme wurden bei 159 Patienten implantiert. Bei 6 weiteren Patienten unter mechanischer Reanimation war keine erfolgreiche Kanülierung durchführbar. 55 Patienten wurden von dem mobilen ECLS-Team außerhalb des eigenen Krankenhauses kanüliert und die Patienten mit dem Intensivtransport zu Boden oder Luft mit dem Intensivtransporthubschrauber (ITH) zu dem Zentrum transportiert. Das mittlere Alter der Patienten betrug 57,0 Jahre mit einem Body-Mass-Index (BMI) von 27,8 kg/m<sup>2</sup> und einem Anteil männlicher Patienten von 79 %. Die mittlere extracorporale Unterstützungsdauer lag bei 4,9 Tagen. Bei 7 Patienten war die venöse Kanüle nicht in der Vena femoralis platzierbar, so dass alternativ die Vena jugularis kanüliert wurde. Durch die in die Arteria femoralis eingebrachte Kanüle ergaben sich multiple differente Komplikationen (Tab. 3). Bei 26 (16,4 %) Patienten musste die arterielle Kanüle aufgrund einer relevanten Extremitätenischämie chirurgisch entfernt und alternativ entweder in der kontralateralen Arterie (n = 12) oder bei zusätzlich bestehender zentraler Hypoxie in die Arteria subclavia (n = 9) beziehungsweise in die Aorta ascendens (n = 5) implantiert werden. 5 Patienten bedurften additiv einer pulmonalen Unterstützung, die durch eine zusätzliche Kanüle in der Vena jugularis (VA-V ECMO) realisiert wurde. Bei 7 Patienten wurde das ECLS-Verfahren

nach Erholung der kardialen Pumpfunktion und weiter bestehender respiratorischer Insuffizienz in eine veno-venöse Unterstützung (ECMO) geändert. 14 Patienten konnten aufgrund einer schweren myokardialen Dysfunktion nicht vom ECLS-System geweant werden und wurden deshalb, bei gutem neurologischem Status, mit einem linksventrikulären (LVAD) oder einem biventrikulären (BVAD) Unterstützungssystem versorgt. Aus dem ECMO-Zentrum wurden 71 (44,7 %) der Patienten entlassen.

## PATIENTEN UND METHODE

Eine retrospektive Analyse von 2010 bis 2014 aus unserer prospektiv angelegten ECMO-Datenbank listete 159 Patienten auf, die mit einem ECLS-System versorgt wurden (Tab. 1). Die Patienten waren in 4 Gruppen eingeteilt: In Gruppe I erfolgte die Kanülierung unter mechanischer Reanimation. Die Gruppe II befand sich im kardiogenen Schock, hatte jedoch zum Zeitpunkt der Kanülierung einen Kreislauf und wurde in einem Zeitfenster von 6 Stunden bis unmittelbar vor ECLS-Anschluss reanimiert. Gruppe III umfasst Patienten mit akutem Myokardinfarkt (AMI), die während der kardiologischen Intervention, typischerweise mittels Koronarintervention (PCI), behandelt wurden. Hierbei fand die Kanülierungsprozedur unter laufender mechanischer Reanimation statt. Gruppe IV bestand aus Patienten ohne mechanischer Reanimation aber im kardiogenen Schock.

Patienten, bei denen eine Herzoperation im näheren zeitlichen Zusammenhang (> 10 Tage) zur Systemimplantation anstand, wurden ausgeschlossen. Die Komplikationen bei perkutaner, in Seldinger-Technik durchgeführter, femoro-femorale Kanülierung unter laufender mechanischer oder pharmakologischer Reanimation ist Untersuchungsziel dieser Arbeit. In der Datenbank wurden die direkten und indirekten technischen, beziehungsweise vaskulären Ereignisse dokumentiert (Tab. 3). Die Implantation des ECLS-Systems er-

folgte ortsunabhängig d. h. Implantationsorte waren das eigene Krankenhaus (In-Center), externe Krankenhäuser (Out-of-Center) oder ein nicht klinisches Umfeld (Out-of-Hospital). Die Indikation zur ECLS-Implantation ergab sich aus den unterschiedlichsten Akutsituationen wie: Pumpversagen beim akuten Myokardinfarkt (AMI), nicht terminierbares Kammerflimmern, zirkulatorisches Kreislaufversagen bei kardiologischer Intervention, Herz-Lungen-Wiederbelebung bei Intoxikation sowie Wiedererwärmen nach Beinahe-Ertrinken.

## KANÜLIERUNG, DEKANÜLIERUNG UND MATERIAL

Die Kanülierung innerhalb des eigenen Krankenhauses (KH) erfolgte üblicherweise durch den zuständigen Oberarzt der entsprechenden Intensivstation, den Kardiologen im Herzkatheterlabor oder den ersten diensthabenden Arzt der herzchirurgischen Intensivstation. Außerhalb der eigenen Klinik wurde von einem erfahrenen Facharzt für Anästhesie und Notfallmedizin kanüliert, der auch verantwortlich den Interhospitaltransport durchführte. Obligat war, dass immer ein Kardiotechniker den Kanülierungsvorgang steril assistierte. Falls möglich, wurde vor Punktion eine duplexsonographische Untersuchung der zu kanülierenden Gefäße durchgeführt. Die Kanülenanlage wurde so geplant, dass, wenn möglich, die drainierende Kanüle in die rechte Femoralvene und die arterielle Kanüle in die kontralaterale linke Femoralarterie implantiert wurde (82 %).

Nach der Platzierung des Führungsdrahtes und der Applikation von 5000 IU Heparin wurde mittels abgestufter Dilatatoren (Percutaneous Insertion Kit, Maquet, Rastatt/Deutschland) eine dem Durchmesser der verwendeten Kanüle angepasste Aufdehnung des Gefäßzuganges geschaffen. Da im Insertion Kit der größte Dilatator bei 18 French (Fr) endet, wurde für den venösen Zugang ein separater langstreckiger konisch zulaufender 22-Fr-Dilatator verwendet (Dilatator Coons Taper JCD22.0-38-20-Coons, Cook, Bjæverskov/Dänemark). Im Anschluss an die Sicherung der Kanülen erfolgte die Konnektion des Schlauchsystems. Bei 5 Patienten, die vor ECLS-Implantation mittels intraarterieller Gegenpulsation (IABP) unterstützt wurden, wurde der IABP-Katheter gezogen und über den zuvor eingeführten Führungsdraht die arterielle Kanüle implantiert.

Die Dekanülierung bei erfolgreicher ECLS-Anwendung wurde üblicherweise



Abb.1: Femoro-femorale ECLS-Kanülierung mit distaler Beinperfusion

auf der Intensivstation durch Extraktion der Kanülen (zuerst die arterielle Kanüle und dann die Volumenrückgabe des ECLS über die venöse Kanüle) durchgeführt. Die Heparininfusion wurde zuvor für etwa 2 Stunden gestoppt. Die Punktionsstelle wurde manuell für ca. 15 Minuten komprimiert und dann mittels SAFEGUARD (Pressure assisted device, Maquet, Rastatt/Deutschland) für weitere 24 Stunden komprimiert. Bei unsicherem Weaning ist im Einzelfall, nachdem die extrakorporale Unterstützung beendet war, für 12 bis 24 Stunden über spezielle Adapter (BE-S 1415, Maquet, Rastatt/Deutschland) an die ECLS-Kanülen eine CVVH-Maschine angeschlossen worden. Falls erforderlich, konnte somit rasch eine extrakorporale Unterstützung wieder aufgenommen werden. Zur Vermeidung vaskulärer Komplikationen wurde die Strategie verfolgt, kleinlumige arterielle Kanülen zu verwenden. Dies galt insbesondere, wenn unter manueller Reanimation implantiert wurde und keine valide duplexsonographische Darstellung möglich war. Körpergewicht und BMI wurden bei der arteriellen Kanüलगrößenfestlegung nicht berücksichtigt. Insgesamt wurde bei 69,1 % der ECLS-Implantationen Kanülen mit einem Querschnitt von 15 Fr (5 mm) verwendet. Die Kanülenlänge betrug 15 cm. Ergab die duplexsonographische Untersuchung vor Punktion einen Gefäßquerschnitt größer 8 mm, so wurde eine 17-Fr-Kanüle verwendet. Es wurden ausschließlich Kanülen von einem Hersteller (Art. HLS Cannula, BE-PAS 1715, Maquet, Rastatt/Deutschland) eingesetzt. Zur Prävention einer interventionspflichtigen Extremitätenischämie wurde bei ersten klinischen Zeichen oder auffälligen Messwerten mittels Nahinfrarotspektroskopie (NIRS) respektive Gefäßdoppler eine distale Beinperfusion etabliert (Abb. 1). Hierfür

wurde bei 17,8 % der Patienten eine 7-Fr-Kanüle perkutan implantiert (CruzaSave, Femoral-Perfusions-Set, FLS0070050, free life medical, Aachen/Deutschland). Die venöse Femoralkanüle hatte einen Querschnitt von 21 Fr (61,2 %) oder 23 Fr (32,9 %). Bei 2 Patienten (1,3 %) wurde eine 19-Fr-Kanüle verwendet. Die venöse Kanülenlänge betrug entweder 38 oder 55 cm (Venous HLS Cannula, BE-PVL, Maquet, Rastatt/Deutschland). Hierbei fand die Körpergröße und ein linksseitiger venöser Gefäßzugang in der Form Beachtung, dass hier eine längere (55 cm) venöse Kanüle verwendet wurde. Bei der Implantation unter mechanischer Reanimation wurde üblicherweise die kürzere venöse Kanüle verwendet. Bei 7 Patienten (4,6 %) gelang es aufgrund technischer Schwierigkeiten nicht, die drainierende Kanüle in der Femoralvene zu platzieren, so dass hier die Vena jugularis alternativ verwendet wurde.

## ECLS-SYSTEME UND PERFUSIONS-MANAGEMENT

Es wurden 4 kommerziell verfügbare und für die spezifizierte Anwendung zugelassene extrakorporale Perfusionssysteme verwendet. Dabei wurden 71 PLS-Systeme und 58 Cardiohelp-Systeme (beide Maquet, Rastatt/Deutschland), 19 Delta-stream (Hilite 7000 LT + DP3 pumphead, Medos, Stolberg/Deutschland) und 11 ECC.O5 (Sorin, Mirandola/Italien) eingesetzt. Die Systemanwendung und das ECLS-Management wurde bereits detailliert beschrieben [4, 5]. Zusammengefasst orientiert sich das Perfusionsmanagement nicht an einer durch den BMI vorgegebenen Blutfussrate, sondern an folgenden Parametern: Mittlerer arterieller Druck (MAP)  $\approx$  60 mmHg, venöse Sättigung ( $S_{vO_2}$ ) vor dem Membranoxygenator (MO)  $S_{vO_2} > 70$  %, Sauerstoffpartialdruck nach MO ( $pO_{2\text{postMO}}$ ) zwischen 150–200 mmHg sowie einer raschen Reduktion vasoaktiver Substanzen (beispielsweise: Noradrenalin). Die Effizienz der Perfusion wurde nach folgenden Parametern beurteilt: Normalisierung der pH-Werte ohne nennenswerte Substitution von Bikarbonat (Natriumhydrogencarbonat 8,4 %, B. Braun Melsungen, Melsungen/Deutschland), fallendes Laktat und rückläufige GOT- sowie LDH-Werte. Reanimierte Patienten sind grundsätzlich mittels ECLS-System und der Hypothermieeinheit Deltastream HC (Medos, Stolberg/Deutschland) für 24 bis 36 Stunden auf 33–34 °C Körperkerntemperatur gekühlt worden.

## ERGEBNISSE

Tabelle 1 zeigt die demographischen und gruppenspezifischen Details. In allen Gruppen dominierten eine Präadipositas und der männliche Anteil. Ein signifikanter Altersunterschied ergab sich in Gruppe III. Patienten, die während eines interventionellen Verfahrens an ein ECLS-System angeschlossen wurden, waren signifikant älter. Bei 55 Patienten wurde das ECLS-System außerhalb der eigenen Klinik implantiert. Besonders häufig (56,7 %) traf dies auf Gruppe II zu, bei der von 30 Patienten 17 transportiert wurden. Der konsekutiv durchgeführte ECLS-unterstützte Patiententransport erfolgte zu 57 % mittels Intensivtransporthubschrauber (ITH).

6 weitere Patienten waren unter mechanischen Reanimationsmaßnahmen nicht perkutan kanülierbar, so dass bei ausbleibender Rückkehr des Spontankreislaufs (ROSC = Return of spontaneous circulation) und prolongierter Reanimation in interdisziplinärer Absprache entschieden wurde, von weiteren Maßnahmen abzusehen. Dabei wurde bei 2 Patienten durch die venöse Kanüle die Vena femoralis penetriert. Bei 3 Kanülierungsprozeduren befanden sich beide ECLS-Kanülen in demselben Gefäßsystem. Bei einem weiteren Patienten kam es zur Dissektion der Femoralarterie durch den Dilatator.

Unterstützungsdauer, Verfahrenswechsel und eine erforderliche Modifikation des ECLS-Verfahrens finden sich in Tabelle 1. Demnach fungierte bei 13 Patienten das ECLS als Bridging-System zu einem linksventrikulären Unterstützungsverfahren (LVAD) und bei einem Patienten zu einem biventrikulären System (BIVAD). In diesen Fällen wurden die arteriellen ECLS-Kanülen chirurgisch explantiert. Zur Vermeidung einer zentralen Hypoxie (Harlekin-Syndrom) unter peripherem ECLS-Anschluss wurde bei 7 Patienten nachträglich die arterielle ECMO-Linie aufgeteilt und eine zusätzliche Kanüle in die Vena jugularis implantiert und somit zusätzlich eine suffiziente Lungenunterstützung (VA-V-ECMO) implementiert.

Die extrakorporale Unterstützungsdauer war bei Patienten (Gruppe IV) mit kardiogenem Schock oder kardiopulmonalem Versagen mit 8,7 Tagen im Mittel signifikant am längsten. Zudem konnten in dieser Gruppe 51,7 % erfolgreich vom ECLS-System entwöhnt werden. Dies erklärt sich damit, dass mit 34,5 % der Anteil einer nicht rekompensierbaren kardialen Funktion besonders hoch war und somit die Bridge-to-VAD die einzig sinnvolle Option darstellte,

	Alle Patienten	CPR Gruppe I	CPR < 6 hrs Gruppe II	Intervention Gruppe III	LCO Gruppe IV
Patienten (n)	159	72	30	28	29
Alter (Jahre)	57,0 ± 13,5	54,6 ± 13,2	57,4 ± 12,2	65,7 ± 11,1	54,3 ± 14,8
Geschlecht männlich, n [%]	126 [79]	55 [76]	27 [90]	22 [79]	22 [76]
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	27,8 ± 6,6	28,3 ± 6,9	27,1 ± 4,4	28,1 ± 8,7	27,1 ± 5,9
Transport (IT), n [%]	55 [34,6]	18 [25,0]	17 [56,7]	12 [42,9]	8 [27,6]
ECMO-Dauer (Tage):					
Mittelwert ± Standardabweichung	4,9 ± 7,7	3,9 ± 4,4	4,5 ± 4,0	4,0 ± 3,0	8,7 ± 15,4
Median	3	3	3	3,5	5
Aufrüsten zu VAV ECLS/ECMO	7	4	1	1	1
Wechsel zu LVAD/BIVAD, n [%]	14 [8,8]	4 [5,6]	1 [3,3]	2 [7,1]	7 [24,1]
Verstorben während ECMO, n [%]	58 [36,5]	32 [44,0]	11 [32,3]	10 [34,5]	5 [17,2]
Verstorben post Weaning, n [%]	30 [18,9]	12 [16,7]	5 [16,7]	4 [14,3]	9 [31,0]
Krankenhausentlassung, n [%]	71 [44,7]	28 [38,9]	14 [46,7]	14 [50,0]	15 [51,7]

Tab. 1: Demographische und gruppenspezifische Details: Interhospitaltransport (IT); Kardiopulmonale Reanimation (CPR); Intervention im Herzkatheterlabor mittels perkutaner transluminaler koronarer Angioplastie (PTCA); Low cardiac output (LCO); Dauer der extrakorporalen Unterstützung (ECMO-Dauer); zusätzliche Inflow-Kanüle in der Vena jugularis (Aufrüsten zu VAV-ECMO); Beendigung der ECLS-Unterstützung und weitere Versorgung mit LVAD oder BIVAD (Wechsel zu VAD); Patient verstorben während ECMO oder auch „Therapie-Einstellung“ mangels weiterer Behandlungsoptionen († on ECMO); Verstorben nach primär erfolgreichem Weaning im ECMO-Zentrum († post Weaning); KH-Entlassung bzw. Verlegung aus dem Krankenhaus (Krankenhausentlassung)

ein Weaning vom ECLS zu bewerkstelligen. Die Krankenhausentlassungsrate über alle Patientengruppen lag bei 44,7 %.

Tabelle 2 gibt einen Überblick über die Todesursachen. Bei 46,6 % sind zerebrale Gründe ursächlich für das Versterben. Ein am ECLS-System dokumentierter schwerster hypoxischer Hirnschaden aufgrund der vorausgegangenen prolongierten Reanimation oder einer intrazerebralen Blutung führten dazu, dass die extrakorporale Unterstützung beendet wurde. Bei einer intrazerebralen Einblutung konnte im Detail nicht verifiziert werden, ob diese schon vor ECLS-Anlage vorhanden war oder erst unter ECLS-Anwendung auftrat. Das Multiorganversagen als Todesursache variiert in den Untersuchungsgruppen zwischen 18 und 50 %. Hierbei sind Patienten der Gruppe II (Reanimation im 6-Stunden-Intervall vor ECLS-Implantation) und Gruppe IV besonders betroffen. Bei Patienten, die unter laufender Reanimation an ein ECLS angeschlossen werden, ist die zerebrale Todesursache führend. Hingegen zeigt sich in Gruppe IV, die zu keinem Zeitpunkt mechanisch reanimiert wurde, das Multiorganversagen (MOF) als führende Todesursache. Bei 3 Patienten wurde nach Todesfeststellung eine Organentnahme zur Transplantation vorgenommen. Bei weite-

ren 3 potenziellen Organspendern scheiterte die Organentnahme an einer fehlenden Einwilligung zur Organspende.

Bei 69,1 % der Patienten wurde für den arteriellen Zugang eine 15-Fr-Kanüle verwendet. Die übrigen wurden mit einer 17-Fr-Kanüle versorgt, nachdem zuvor eine duplexsonographische Untersuchung einen Gefäßdiameter größer 8 mm ergeben hatte.

Zur Vermeidung einer Extremitätenischämie wurde in indizierten Fällen (17,8 %), beispielsweise bei Pulslosigkeit oder Blässe, eine distale Beinperfusion installiert. Als drainierende Kanüle in der Vena femoralis wurde in 65,8 % eine 21-Fr- und in 32,9 % eine 23-Fr-Kanüle verwendet. Bei 2 Patienten wurde eine 19-Fr-Kanüle implantiert. Bei 7 Patienten gelang es aufgrund technischer Schwierigkeiten nicht, die drainierende Kanüle in der Femoralvene zu platzieren, so dass hier die Vena jugularis alternativ verwendet wurde. Die Kanülierung der Vena jugularis erfolgte mit einer 21-Fr-Kanüle mit einer Länge von 23 cm (Art. HLS cannula, BE-PAL 2123, Maquet, Rastatt/Deutschland). Eine erfolgreiche Kanülierungsprozedur wurde in 122 Fällen (77,7 %) durchgeführt. Hierbei ergaben sich bei der Kanülierung keinerlei technische Probleme. Zeigten sich

Todesursache	Alle	CPR Gruppe I	CPR < 6 hrs Gruppe II	Intervention Gruppe III	LCO Gruppe IV
ZNS n [%]	41 [46,6]	24 [54,5]	8 [50,0]	7 [50,0]	2 [14,3]
MOV n [%]	25 [28,4]	8 [18,2]	6 [37,5]	4 [28,6]	7 [50,0]
LCO n [%]	17 [19,3]	7 [15,9]	2 [12,5]	3 [21,4]	5 [35,7]
Hämorrhagie n [%]	5 [5,7]	5 [11,4]	-	-	-

Tab. 2: Todesursache: zerebral (ZNS); Multiorganversagen (MOV); keine Erholung der kardialen Funktion und keine weitere therapeutische Option (LCO); nicht beherrschbare Blutungsstörungen (Hämorrhagie)

Schwierigkeiten beim Kanülieren, wurden diese differenziert nach Punktion, Material und Blutverlust erfasst (Tab. 3).

Nach primär erfolgreichem Weaning wurde bei 23 Patienten (15 %) die arterielle Kanüle chirurgisch entfernt, dies schließt die 14 Patienten ein, die zu einem LVAD oder BVAD transferiert wurden. Die venöse Kanüle wurde ausnahmslos gezogen und die Punktionsstelle manuell komprimiert.

Ereignisse und Komplikationen während und nach der Kanülierungsprozedur sind ebenfalls in Tabelle 3 aufgelistet. Als schwere Kanülierungskomplikation ist ein akuter transfusionspflichtiger Blutverlust zu nennen. In 3 Fällen kam es zu einer Perforation der Femoralvene mit dem Dilator bzw. der Kanüle. Diese konnte durch längere manuelle Kompression beherrscht werden und bedurfte keiner weiteren chirurgischen Intervention. Bei einem Patienten kam es zur Dislokation der arteriellen Kanüle bei Umlagerung vom CT-Tisch in das Intensivbett. Bei 12 Patienten entwickelte sich kurz nach Kanülierung eine schwere periphere Durchblutungsstörung, die einer chirurgischen Revisi-

on bedurfte. Dabei wurde das Problem dadurch gelöst, dass die kontralaterale Arterie chirurgisch freigelegt und eine 8-mm-Uni-Graft-Doppel-Velour-Gefäßprothese (Uni-Graft K DV, Aesculap-Braun, Tuttlingen/Deutschland) anastomosiert wurde. In diesen Graft wurde dann eine 21-Fr-Kanüle (Art. HLS cannula BE-PAS 2115, Maquet, Rastatt/Deutschland) eingeführt.

### DISKUSSION

Ein sicherer und schneller Anschluss eines ECLS-Verfahrens ist Grundvoraussetzung für eine erfolgreiche extrakorporale Unterstützung bei Patienten, die entweder reanimiert werden oder sich im schweren kardiopulmonalen Versagen befinden. Die Kanülierung unter Notfallbedingungen einerseits und einem heterogenen Umfeld andererseits erfordert ein erfahrenes Implantationsteam und vor allem die am besten für eine perkutane Kanülierung in Seldinger-Technik geeigneten Zugangs-Devices. Die Vermeidung einer vaskulären Komplikation hat hohe Priorität. Durch Kanülierungsprozeduren verursachte schwere Komplikationen, wie eine Gefäßdissektion

Ereignis/Komplikation	Definition und Maßnahme	Häufigkeit
Schwierige Punktion	multiple Punktionsversuche	14
Hoher Materialverbrauch	Mehr als ein Insertion Kit oder mehrere Führungsdrähte bzw. Dilatoren oder eine neue Kanüle	14
Nennenswerter Blutverlust beim Kanülierungsvorgang	Transfusionspflichtigkeit	9
Gefäßperforation	Dilatator bzw. Kanüle perforiert Gefäß	3
Diskrete Extremitätenischämie ohne Intervention	Engmaschige klinische Kontrolle	15
Dislokation einer Kanüle	Arterielle Kanüle disloziert	1
Umkanülierung (Vaskulär ohne Hypoxie)	Chirurgische Revision, schwere vaskuläre Komplikation, Kanüle mittels Prothese in kontralaterale Femoralarterie platziert	12
Umkanülierung (Vaskulär mit Hypoxie)	Chirurgische Neupositionierung der Inflowkanüle (Arterie subclavia)	14
Komplikation nach Kanülenentfernung	Blutung ohne chirurgische Revision	6
Komplikation nach Kanülenentfernung	Chirurgische Revision bei Blutung	5
Infektion an der Kanülierungsstelle	Débridement	1

Tab. 3: Ereignisse und Komplikationen während und nach der Kanülierungsprozedur

und/oder eine Ischämie an der kanülierten Extremität, können den primären Erfolg einer suffizienten ECLS-Unterstützung zu nichtemachen.

Nach erfolgreicher Implantation der Kanülen ist mit unterschiedlichen Maßnahmen sicherzustellen, dass folgende Kriterien erfüllt sind: Normwertige Blutgasanalyse aus der rechten Radialarterie zur Verifizierung einer zentralen Hypoxie, Vermeidung klinisch relevanter Minderdurchblutung an der kanülierten Extremität. Dieser Minderdurchblutung kann durch das Verfahren der distalen Beinperfusion im Einzelfall begegnet werden. Jedoch ist diese bei multiplen sklerotischen Veränderungen im Bereich der Punktionsstelle nicht immer die optimale Lösung. Die Verwendung von kleinumigen Kanülen in der Arteria femoralis ist allein aus theoretischen und praktischen Überlegungen eine sinnvolle Maßnahme. Den physikalischen Nachteil höherer Druckwerte im ECLS-System und infolgedessen niedrige extrakorporale Blutflusswerte scheinen sich nicht negativ auf die ECLS-Anwendung auszuwirken. Blutflussraten bis zu 4,0 l/min ermöglichen eine Rekompensation des kardiogenen Schocks. Der weitere intensivmedizinische Verlauf wird durch Organfunktionalität, wie die des Zerebrums, durch die potenzielle Erholung des Myokards und durch Optionen für einen Wechsel zur mittel- oder längerfristigen mechanischen Herzunterstützung bestimmt. Ungeachtet der Ausgangssituation, wer wo ein ECLS-System implantiert, sollte jederzeit auf eine gefäßchirurgische Fachabteilung zurückgegriffen werden können. Die Wahrscheinlichkeit einer gefäßchirurgischen Intervention ist nach ECLS-Anlage unter mechanischer Reanimation am wahrscheinlichsten.

### LITERATUR

- [1] Beckmann A, Benk C, Beyersdorf F et al: Position article for the use of extracorporeal life support in adult patients. *Eur J Cardiothorac Surg* 2011; (40): 676–680
- [2] Extracorporeal Life Support Organization (ELSO): guidelines. <https://www.elseo.org/Resources/Guidelines.aspx> [Online-Zitat vom: 8. April 2015]
- [3] Lunz D, Philipp A, Dolch M, Born F, Zausig Y: Venoarterielle extrakorporale Membranoxygenierung – Indikationen, Limitationen und praktische Anwendung. *Der Anaesthesist* 2014; 10.1007/s00101-014-2362-3
- [4] Schmid C, Philipp A, Hilker M: Extracorporeal life support – systems, indications and limitations. *The Thoracic and Cardiovascular Surgeon* 2009; (57): 449–454



[5] Haneya A, Philipp A, Diez C et al: A 5-year experience with cardiopulmonary resuscitation using extracorporeal life support in non-postcardiotomy patients with cardiac arrest. *Resuscitation* 2012; (83): 1331–37

[6] Eisenberg MS, Mengert TJ: Cardiac resuscitation. *N Engl J Med* 2001; (344): 1304–13

[7] Ganslmeier P, Philipp A, Rupprecht L et al: Percutaneous cannulation for extracorporeal life support. *Thorac Cardiovasc Surg* 2011; (59): 103–107

[8] Levy D, Kenchaiah S, Larson MG et al: Long-term trends in the incidence of and survival with heart failure. *N Engl J Med* 2002; (18): 1397–1402

[9] Morris MC, Wernovsky G, Nadkarni VM: Survival outcomes after extracorporeal cardiopulmonary resuscitation instituted during active chest compressions following refractory in-hospital pediatric cardiac arrest. *Pediatr Crit Care Med* 2004; (5): 440–446

[10] Mehta A, Ibsen LM: Neurologic complications and neurodevelopmental outcome with extracorporeal life support. *World J Crit Care Med* 2013; (4): 40–47

## INTERESSENKONFLIKT

Die Autoren haben keine finanziellen Interessen oder Beziehungen, die möglicherweise zu irgendwelchen Interessenkonflikten führen könnten.

Maik Foltan  
Universitätsklinikum Regensburg  
E-Mail:  
Maik.Foltan@klinik.uni-regensburg.de