

Extracorporeal Live Support (ECLS) bei akutem kardiogenen Schock

ZUSAMMENFASSUNG

Im September 2008 wurde eine 41-jährige Patientin mit akutem Myokardinfarkt im Universitätsklinikum Halle aufgenommen. Aufgrund einer massiv reduzierten Ejektionsfraktion wurde die Patientin zunächst mittels eines Extracorporeal-Live-Support-Systems (ECLS) stabilisiert und ihr dann im weiteren Verlauf ein „long-term“ linksventrikuläres Unterstützungssystem (HeartMate II) implantiert. Die interdisziplinäre Zusammenarbeit von Kardiologie, Anästhesie und Herzchirurgie im Universitätsklinikum Halle trug maßgeblich zum Erfolg dieser mehrstufigen, komplexen Therapie und zu einem zügigen Heilungsverlauf bei.

SCHLÜSSELWÖRTER

ECLS, LVAD, Myokardinfarkt, EKZ

ABSTRACT

In September 2008 a 41-year old female patient had been admitted to our hospital with acute myocardial infarction and symptoms of severe heart failure. Despite early catheter intervention, hemodynamics could not be stabilized by medical treatment. For saving her life, implantation of an Extracorporeal Live Support System (ECLS) had been indispensable. After early improvement of organ function but further severely reduced cardiac pump function, a "long term" left ventricular assist device (HeartMate II) was implanted. The patient recovered, was discharged home and is since then followed as outpatient. The successful outcome of this multistaged and complex therapy is mainly attributed to the interdisciplinary approach of cardiologists, anaesthesiologists, surgeons and perfusionists.

KEY WORDS

ECLS, LVAD, myocardial infarct, ECC

EINLEITUNG

Die Behandlung des akuten kardiogenen Schocks fokussiert sich derzeit im Wesentlichen auf die Behandlung der Grunderkrankung. Im Vordergrund stehen Eingriffe, die die kausale Problematik des Patienten beheben und damit zu einer ra-

schen Erholung der Herzfunktion führen sollen, wie zum Beispiel durch eine Revascularisierung bei akutem Myokardinfarkt. Trotz dieses Ansatzes und einer polypragmatischen medikamentösen Therapie ist die Letalität des kardiogenen Schocks mit ca. 70 % immer noch sehr hoch. Das Myokard benötigt auch nach kausaler Therapie eine Erholungsphase, bevor sich die Verbesserung der Hämodynamik einstellt. Diese Latenz gilt es zu überbrücken. Mit einer modernen Gerätegeneration stehen der Herzchirurgie inzwischen therapeutische Optionen zur Verfügung, die für eine bislang infauste Prognose neue Therapiemöglichkeiten eröffnen [1].

Die neuen Konzepte zielen in der akuten Situation des therapierefraktären kardiogenen Schocks zunächst auf die Lebensrettung durch Wiederherstellung einer adäquaten Perfusion mittels ECLS. In der Universitätsklinik Halle entschied man sich für ein veno-arterielles System mit Zentrifugalpumpe und Oxygenator. Zur Sicherstellung einer ausreichenden Oxygenierung der Aortenwurzel sowie der supra-aortalen Gefäße wird das System in der Regel venös über die V. femoralis und arteriell über die Ao. ascendens angeschlossen. In der akuten Phase der Reanimation wird das Konzept „bridge to decision“ verfolgt. Dabei wird die neurologische Symptomatik im Aufwachversuch sowie Indikatoren für eine zerebrale Schädigung (NSE, S100) untersucht. Ist im weiteren Verlauf das Multiorganversagen nicht reversibel oder finden sich Zeichen einer schweren zerebralen Schädigung, wird – nach Rücksprache mit den Angehörigen – die mechanische Kreislaufunterstützung beendet.

Bei Reversibilität des Schockgeschehens, Erholung der Organfunktionen sowie Reduktion der Katecholamindosierung wird das Weaning vom ECLS angestrebt. Haben sich alle Organfunktionen bis auf das Herz erholt, kommt es zur Implantation eines „long-term assist-device“ [2]. Abhängig vom weiteren Krankheitsverlauf, dem Alter oder den persönlichen Präferenzen werden die folgenden Konzepte verfolgt: 1. „bridge to recovery“ mit Explantation des Systems nach einigen Monaten bei Erholung der Herzfunktion, 2. „bridge

to transplant“, wenn die kardiale Funktion weiterhin massiv eingeschränkt ist und keine Kontraindikationen zur HTX vorliegen, oder 3. „destination therapy“, wenn Kontraindikationen zur Transplantation vorliegen oder eine Transplantation nicht gewünscht wird.

Die Grundvoraussetzung für den Einsatz von temporären Herzunterstützungssystemen sind neben der Hardware vor allem eine gute interdisziplinäre Schulung aller an der Therapie beteiligten Mitarbeiter, um ein hohes Maß an Qualität und Sicherheit in der Versorgung dieser Patienten im Krankenhaus zu gewährleisten. So wurden in der Universitätsklinik Halle besonders im vergangenen Jahr 2008 Schulungen für alle beteiligten Mitarbeiter durchgeführt, um optimale Ergebnisse bei der Behandlung von Patienten sicherzustellen, die ein temporäres oder dauerhaftes Assist-Device benötigen.

FALL

Im September 2008 wurde eine 41-jährige normosomatische Patientin im Universitätsklinikum Halle nach Reanimation bei akutem Myokardinfarkt über die Notaufnahme aufgenommen und unverzüglich in das Herzkatheterlabor verlegt. Koronarangiografisch wurde eine subtotale proximale Stenose eines dominanten Ramus circumflexus (RCX) festgestellt. Weiterhin bestand aufgrund des Infarktes eine hochgradig reduzierte linksventrikuläre Ejektionsfraktion (LVEF). Beim Versuch, den RCX mit einem Stent zu versorgen, kam es zur Spontan-dissektion des Hauptstammes. Diese wurde zügig mit einem Bare-Metal-Stent rekanalisiert. Trotz primär erfolgreicher Stent-Implantation kam es im weiteren Verlauf erneut zum Kammerflimmern, das nach einer kurzen Phase der kardiopulmonalen Reanimation erfolgreich terminiert werden konnte. Gemeinsam mit dem inzwischen eingetroffenen Herzchirurgen wurde entschieden, der hämodynamisch instabilen Patientin, die inzwischen hoch katecholaminpflichtig (1 µg/kg KG*min Noradrenalin) geworden war, ein temporäres parakorporales Assist-Device mit Oxygenator zu implantieren. Die Verlegung in den Operationsaal erfolgte gemeinsam mit der leitenden Oberärztin für Kardioanästhesie.

ECMO

Oxygenator:

- 4-stündlich Oxy-Flush durch kurzzeitige Gasflusserhöhung auf max. 15 l/min
- Überwachung der Gasparameter (FiO₂, Fluss)
- Überwachung der Drücke am Oxygenator
-> max. 250 mmHg in arterieller Linie
- tgl. Inspektion auf Thromben im Oxygenator

Oxygenatorversagen: Wechsel durch Kardiotechnik (Tel.: 7321)

- > FiO₂ bei 100 % am Gasblender -> BGA nach Oxy < 20 kPa
- > steigender Gasfluss, sinkende Drücke nach Oxy
- > sinkende Blutflüsse im System->
- > ZVD-Anstieg

CO₂-Elimination:

- **mehr** Gasfluss = **mehr** CO₂-Elimination
- **geringerer** Gasfluss = **geringere bis keine (!)** CO₂-Elimination
- Gas-Blutfluss-Verhältnis niemals höher als 2:1 (Weaning)
-> Gefahr Gasübertritt
- empfohlener Gasfluss -> ca. 70 % von Blutfluss (BGA-abhängig!)

O₂-Anreicherung:

- FiO₂ erhöhen -> O₂-Anreicherung nimmt zu
 - Achtung: pO₂ < 35 kPa (Toxizität)
 - Empfehlung: pO₂ in arterieller Linie ca. 25 kPa
- > Kontroll-BGA hinter Oxygenator nach Änderungen am Mischverhältnis und nach Anordnung

Allgemein

- Drucksystem mind. 1-mal pro Schicht manuell spülen
- Druckbeutelfüllstand und Druck beachten -> (p = 280 mmHg – 400 mmHg)
- 1-mal pro Schicht Drücke am ECMO-System nullen
- tgl. Inspektion des gesamten Systems auf Risse, Festigkeit Konnektoren, Oxy.
- tgl. Inspektion der Kanülierungsstellen auf:
 - Entzündungszeichen, Festigkeit der Naht, Kanülenlage
- Abpolstern der ECMO-Schläuche, um Druckstellen zu meiden
- achsengerechte Lagerung des Pat. möglich

Probleme

- Ansaugen der Kanüle: – schnelle Volumenzufuhr -> Arzt informieren
– Pumpendrehzahl optimieren
- Kanüendislokation: – Klemmen art. + ven.
– Blutungsquelle abdrücken
– (massive) Volumenzufuhr
– ggf. Reanimation
- Pumpendefekt: – Handkurbelpumpe nutzen
– Kardiotechnik informieren
- Luftembolie: – sofortige Klemmung ven. + art.

Blutuntersuchung und Beatmung

- schonende Beatmungsparameter

| | |
|----------------|---|
| ACT | 150–250 s |
| PTT | 50–70 s |
| Quick | > 70 % |
| Thrombos | > 50.000 µl, bei Blutungen > 100.000 µl |
| AT3 | > 80 % |
| Fibrinogen | > 2,5 g/l |
| Calzium (ion.) | > 1,25 mmol/l |



VORGEHENSWEISE

Zum Einsatz kam ein veno-arterielles Unterstüztungssystem mit venöser Femoralkanülierung mittels 22-Fr.-Quick-Draw-Venous-Cannula (Edwards Lifesciences) und direkter Kanülierung der Aorta ascendens mittels 20-Fr.-EOPA-Arterial-Cannula (Medtronic). Als Antriebseinheit wurde eine SCPC-System-Konsole (Stöckert) mit der CV-Revolution-Zentrifugalpumpe (Cobe) verwendet. Als Oxygenator kam der Quadrox D der Firma Maquet zum Einsatz. Nach Beginn der Unterstüztung wurde der extrakorporale Blutfluss auf 3,5 l/min eingestellt. So wurden hervorragende Fluss- und Druckverhältnisse für die Patientin geschaffen und weiterhin eine geringe Auswurfleistung des Herzens aufrechterhalten. Es ergab sich bei 2300 RPM im Mittel eine Druckverteilung von 170 mmHg in der arteriellen Linie.

Nach Systemimplementierung stabilisierte sich die Patientin zunehmend und es erfolgte eine aortokoronare Einfach-Bypassversorgung des Ramus interventricularis anterior. Der RCX war wegen langstreckiger Dissektion bis in die Peripherie nicht anschlussfähig. Nach dem Eingriff konnte die Patientin unter moderaten Katecholamindosen von 0,1 µg/kgKG*min Noradrenalin und 0,12 µg/kgKG*min Adrenalin und dem Kalzium-Sensitizer Levosimendan 0,2 µg/kgKG*min auf die Intensivstation verlegt werden. Der pO₂ in der arteriellen Linie wurde auf ca. 25 kPa justiert, der pCO₂ wurde so eingestellt, dass sich eine



Abb. 1: ECMO-Anweisung des Universitätsklinikums Halle/Saale

Abb. 2: HeartMate-II-Kontrollgerät

Normokapnie ergab. Dies wurde durch eine vierstündliche Blutgasanalyse vom zuständigen Personal der Intensivstation sichergestellt. Am Nachmittag des ersten postoperativen Tages wurde die Sedierung pausiert, um den neurologischen Zustand der Patientin beurteilen zu können.

Nach Sicherung eines adäquaten neurologischen Status wurde die Sedierung wieder vertieft. Die darauffolgende transösophageale Echokardiografie ergab eine gute rechtsventrikuläre Funktion, allerdings eine unveränderte hochgradig reduzierte LVEF (12 %). Eine Erholung der linksventrikulären Funktion blieb bis zum 4. postoperativen Tag aus. Aufgrund der klinischen Stabilisierung der Patientin nach Implantation des temporären Systems mit guter Oxygenierung, guter renaler Funktion, normalen Leberwerten, normalisiertem Laktatspiegel und adäquater neurologischer Reaktion, allerdings einer infausten Prognose bezüglich der kardialen Funktion, wurde die Implantation eines linksventrikulären Unterstützungssystems (LVAD) beschlossen. Dies erfolgte am 4. postoperativen Tag. Es wurde ein HeartMate II (HM II) der Firma Thoratec verwendet. Die Patientin wurde mit laufendem Unterstützungssystem von der Intensivstation in den OP verlegt.

Für den Wechsel auf das Stöckert-S3-Setup konnten die bereits implantierten Kanülen verwendet werden. So konnte der Kardiotomie-Sauger genutzt und auf eventuelle Komplikationen flexibel reagiert werden. Es wurde nach dem EKZ-Standard des Universitätsklinikums Halle vorgegangen [3]. Die LVAD-Implantation verlief komplikationsfrei. Die Blutflussrate des HeartMate II wurde auf 5 l/min bei 9600 RPM eingestellt. Die Patientin konnte so, mit 0,17 µg/kgKG*min Noradrenalin, 0,15 µg/kgKG*min Adrenalin und 2 µg/kgKG*min Enoximone, kreislaufstabil auf die Intensivstation verlegt werden. In weiteren zwei Tagen konnten die Katecholamine auf ein Minimum reduziert und die Narkose ausgeschlichen werden. Die Extubation erfolgte am 4. Tag nach Implantation des LVAD (8. Tag nach dem Primäreignis). Nach einem weiterhin komplikationslosen Verlauf auf der Intensivstation wurde die Behandlung am 11. Tag nach Implantation des Unterstützungssystems auf der Intermediate-Care-Station fortgeführt. Hier erfolgte die Einweisung in die Gerätehandhabung, die von der Patientin in kurzer Zeit sicher beherrscht wurde. Nach intensiver krankengymnastischer Behandlung kam die Patientin schließlich am 22. Tag auf die

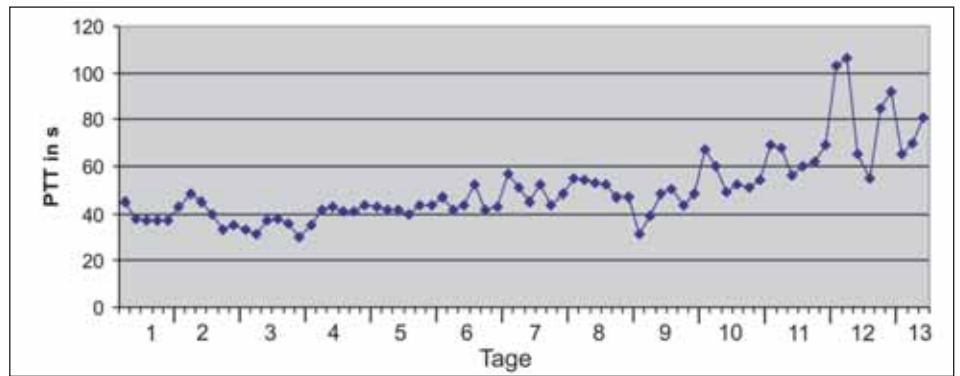


Abb. 3: Verlauf der PTT

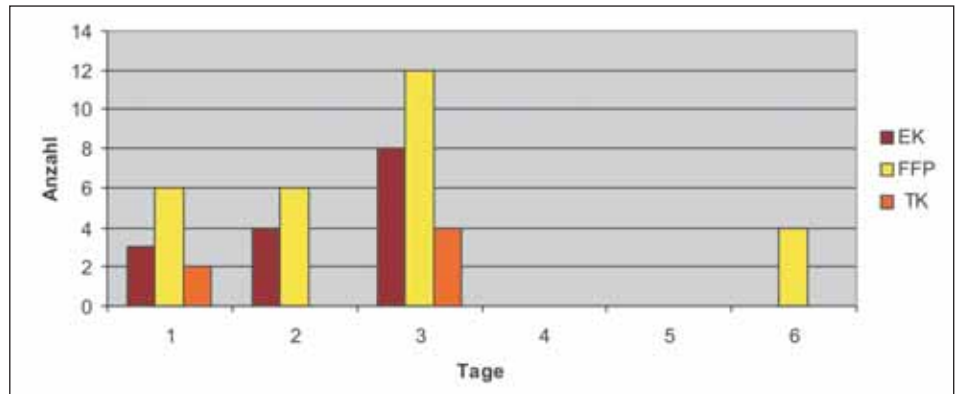


Abb. 4: Gabe der Blutpräparate

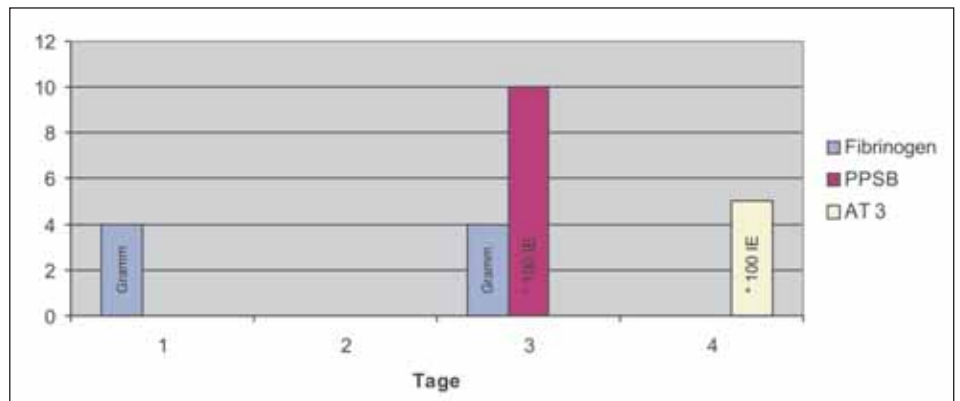


Abb. 5: Gerinnungsfaktoren

Normalstation und wurde nach Abschluss der Behandlung am 28. Tag in eine Rehabilitationseinrichtung verlegt.

GERINNUNGSMANAGEMENT

Der Notarzt veranlasste nach Diagnosestellung eine Lyse-Therapie mittels Metalyse. Im Herzkatheterlabor erhielt die Patientin initial einen Heparinbolus (2500 IE) und kurze Zeit später Integrilin (12,4 mg) zur Akutbehandlung. Vor Beginn der Therapie mittels passageren Unterstützungssystems wurde Heparin appliziert, so dass sich eine ACT > 400 s einstellte. Zur Blutungsprophylaxe erhielt die Patientin initial Tranexamsäure und Desmopressin. Während der Anschluss an das minimierte EKZ-System erfolgte, wurden Frischplasmakonserven

(FFP), Erythrozytenkonzentrate (EK) und Thrombozytenkonzentrate (TK) transfundiert. Nach Beendigung der Operation wurde das Heparin antagonisiert, bis sich eine ACT von 150 s einstellte. Weiterhin erfolgte eine Gabe von Fibrinogen zum Ende des operativen Eingriffs. Nach anfangs erhöhten Blutverlusten (220 ml/h) auf der Intensivstation erhielt die Patientin weitere EK, FFP und Kalzium. Die Blutung stagnierte, so dass 8 Stunden postoperativ mit einer Dosis von Heparin 300 IE/h eine Antikoagulation begonnen wurde. Im weiteren Verlauf erfolgte eine Dosisanpassung auf 1200 IE/h, um eine PTT von 48 s zu erreichen.

Während der Implantation des HeartMate II wurden wiederum Tranexamsäure und Heparin appliziert, um die Voraus-

setzungen für die EKZ zu schaffen. Nach EKZ-Ende begann die Antagonisierung des Heparins und es wurden Fibrinogen, Faktor II, VII, IX, X sowie TK, FFP und EK substituiert. Zwei Stunden postoperativ erhielt die Patientin nochmals FFP und TK, wodurch sich die postoperativen Drainageverluste auf akzeptable Ausmaße begrenzen ließen (1200 ml/24 h). Elf Stunden nach der HM-II-Implantation wurde mit der Antikoagulation begonnen. Es kam im weiteren Verlauf zu keinen weiteren Blutungen oder Gerinnungsstörungen.

Eine Übersicht des Verlaufs der PTT finden Sie in Abbildung 3, eine Übersicht über gegebene Blutpräparate in Abbildung 4 und die Übersicht der Gerinnungsfaktoren in Abbildung 5.

SCHLUSSFOLGERUNG

Dieses Fallbeispiel soll eine Möglichkeit der Behandlung eines akuten kardiogenen Schocks aufzeigen. Durch den Einsatz ei-

nes ECLS konnte im vorliegenden Fall die akute Phase des kardiogenen Schocks – unter Sicherung einer adäquaten Organperfusion – überwunden werden und die Patientin bis zur Implantation des „Long-term“-Systems stabilisiert und ihr Überleben gesichert werden.

Weiterhin ist festzustellen, dass es ohne eine reibungslos funktionierende Therapienkette nicht möglich gewesen wäre, den Therapieerfolg in einer solchen Situation zu erzielen.

Es ist daher unerlässlich, alle an der Therapie beteiligten Mitarbeiter im Umgang mit den Geräten zur temporären Herzunterstützung zu schulen sowie für Risiken und Probleme zu sensibilisieren, um rasch und proaktiv handeln zu können. So werden im Uniklinikum Halle in regelmäßigen Abständen Schulungen zu extrakorporalen Herzunterstützungssystemen durchgeführt, um die Qualität der Betreuung zu sichern und zu verbessern.

LITERATUR

- [1] Idelchik GM, Simpson L, Civitello AB, Loyalka P, Gregoric ID, Delgado R 3rd, Kar B: Use of the percutaneous left ventricular assist device in patients with severe refractory cardiogenic shock as a bridge to long-term left ventricular assist device implantation. *J Heart Lung Transplant* 2008 Jan; 27(1): 106–111
- [2] Strüber M, Sander K, Lahpor J, Ahn H, Litzler PY, Drakos SG, Musumeci F, Schlensak C, Friedrich I, Gustafsson R, Oertel F, Leprince P: HeartMate II left ventricular assist device; early European experience. *Eur J Cardiothorac Surg* 2008 Aug; 34(2): 289–294. Epub 2008 Jun 2
- [3] Pretzsch S, Müller P, Stiller M, Henning R, Zorn H: Standard der extrakorporalen Zirkulation in der Klinik für Herz- und Thoraxchirurgie des Universitätsklinikums der Martin-Luther-Universität Halle. *Kardiotech* 2007; 1: 3–8

Thomas Neitzel
Universitätsklinikum Halle/Saale
Abt. Kardiotechnik
06120 Halle/Saale
E-Mail: thomas_neitzel@web.de