

Die Kraft der zwei Herzen

Lukas Leoni, Simon Sulser

Institut für Anästhesiologie, UniversitätsSpital, Zürich

Fallbeschreibung

«Das externe Herz steht still!» So lautete die Alarmmeldung von der Einsatzzentrale der REGA.

Beim Eintreffen am Einsatzort übernahmen wir eine 25-jährige Patientin, die soeben unter Medikation mit Etomidat und Succinylcholin intubiert worden war. Die rechte Kammer des «externen Herzens» war an die aktiv bediente Handpumpe und die linke noch an der aktiven, mobilen Antriebseinheit angeschlossen, wobei sich, wie durch das Kammerfenster zu erkennen war, aufgrund sich nicht normal bewegender Membranen eine Dysfunktion erahnen liess. Klinisch ergaben sich eine pulslose elektrische Aktivität mit bradykardem Breitkomplexrhythmus sowie das Bild eines Lungenödems.

Die Patientin hatte die kardiotechnische Hotline des UniversitätsSpitals Zürich (USZ) angerufen und Atemnot, Unwohlsein sowie eine Alarmmeldung «inadäquate Ventrikelfüllung» auf der mobilen Antriebseinheit angegeben. Die nachfolgend alarmierten Rettungskräfte kuppelten dann unter telefonischer Rücksprache mit der Kardiotechnik den Pneumatikschlauch der rechten Kammer vom mobilen Antriebssystem auf die Handpumpe um. Im Verlauf verlor die zuvor adäquate Patientin das Bewusstsein, weshalb sie intubiert wurde.

Formal hätte die Patientin pharmako-mechanisch reanimiert werden müssen, zumal es sich um ein Pumpsystem mit pulsatilem und nicht kontinuierlichem Flow handelte. Aufgrund der speziellen Situation stellte sich die Frage, ob der Thorax mit solchen bis nach intrakardial reichenden Kanülen komprimiert werden könne, ohne diese zu dislozieren. Aufgrund minimaler Augenlid- wie auch Bulbusbewegungen und der unklaren Situation entschied man sich gegen eine mechanische Reanimation mit der Überlegung, dass offensichtlich noch eine gewisse zerebrale Perfusion vorliege. Dies einerseits durch eine minimale Pumpfunktion des «externen Herzens» und/oder andererseits durch die kardiale Restfunktion. Auf eine medikamentöse Reanimation wurde ebenfalls verzichtet, um nicht den Afterload zu erhöhen, worunter sich die schwer eingeschränkte linksventrikuläre Funktion wahrscheinlich verschlechtert hätte.

Nach Ankunft im USZ wurde in Rücksprache mit dem anwesenden Kardiotechniker nun doch mit der Thoraxkompression begonnen und die beiden Kammern an eine neue Antriebseinheit angeschlossen. Nach 25-minütiger mechanischer Reanimation, Auswechslung der Kammern, Volumensubstitution mit 4 Erythrozytenkonzentraten und 1500 ml Kolloiden sowie Verabreichung von 25 000 IE Heparin i.v. als Bolus bei echokar-

diographisch nachgewiesenem Thrombus im Bereich der rechten Vorhofskanüle konnte die Patientin mit stabiler Hämodynamik und wieder normal funktionierendem System auf die Intensivstation verlegt werden. Nach neuntägigem Aufenthalt und einem Multiorgan-dysfunktionssyndrom konnte die Patientin 6 Wochen später nach Urgent-Listung orthotop herztransplantiert werden und zeigte einen erfreulichen Verlauf. Insbesondere hatte sie nach einem Jahr ausser einer Dysästhesie und einem minimalen motorischen Defizit in den Digi IV und V der rechten Hand keine neurologischen Ausfälle.

Diskussion

Mit Verweis auf den ausführlichen Artikel von Prof. Paul Mohacsi «Herztransplantation und mechanische Kreislaufunterstützung» in dieser Zeitschrift [1] soll hier lediglich eine marginale Übersicht über die verschiedenen Pumpen gegeben werden.

Der terminalen wie auch akuten, teils passageren, teils kongenitalen Herzinsuffizienz stehen nebst einer medikamentösen Behandlung die in gewissen Fällen indizierte mechanische Kreislaufunterstützung im Sinne von ventrikulären Pumpsystemen (ventricular assist device [VAD]) zur Verfügung. Unter diesen gibt es linksseitig (LVAD), rechtsseitig (RVAD) oder auch biventrikulär (BiVAD) unterstützende Systeme. Im Gegensatz zu den univentrikulären Pumpen, welche grösstenteils linksventrikulär, intrakorporal implantiert werden, kommen bei biventrikulärer Unterstützung parakorporale Pumpen zum Einsatz. Schlussendlich kann das Herz auch in toto entfernt und ersetzt werden (total artificial heart). Ausschliesslich für den Kurzzeitsupport vorgesehene Pumpen, die im Gegensatz zu den VAD nicht parallel, sondern seriell zum Herzen geschaltet sind, werden hier nicht weiter dargestellt. Dazu gehören die intra-aortale Ballonpumpe, intraaortale oder -ventrikuläre Pumpe oder die ECMO, welche jeweils minimalinvasiv platziert werden können. Grundsätzlich ist, soweit es die Gesamtsituation zulässt, eine vollständige Mobilität mit Entlassung nach Hause bei den parallelen Unterstützungsarten möglich. Devices mit Einsatzdauer zwischen Tagen und Jahren gibt es für alle Alters- und Gewichtsklassen. Wie eingangs erwähnt, gibt es pulsatile und nichtpulsatile Systeme, welche aus technischen Gründen viel kleiner gebaut werden können. Im Gegensatz zu den pulsatilen Produkten mit pneumatisch gesteuerten Membranpumpen in den Kammern beinhalten sie eine Axial-, Zentrifugal- oder Schrauben-Pumpe

Die Autoren haben keine finanzielle Unterstützung und keine anderen Interessenskonflikte im Zusammenhang mit diesem Beitrag deklariert.



Abbildung 1
HeartWare® Ventricular Assist-System (Courtesy of HeartWare, Inc.).

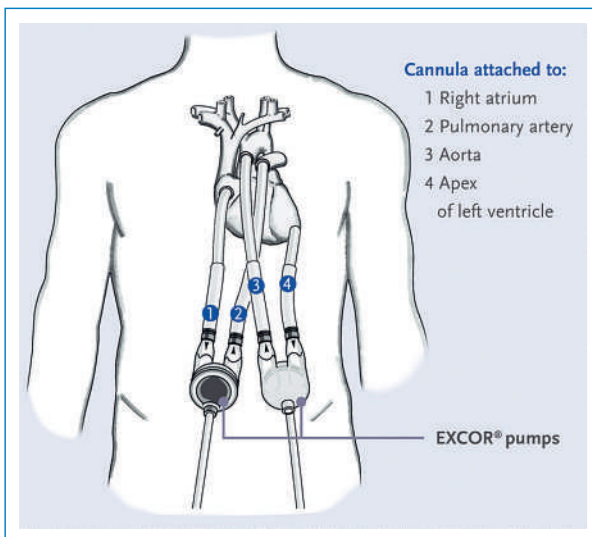


Abbildung 2
Berlin Heart®: biventrikuläres EXCOR®, Blutfluss durch Pfeile markiert.

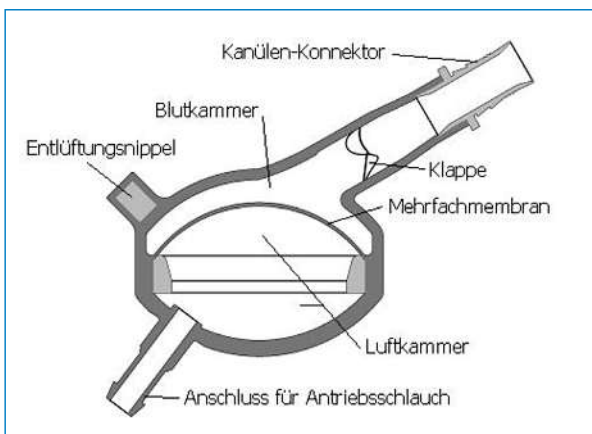


Abbildung 3
Berlin Heart® EXCOR® VAD-Blutpumpe im Querschnitt.



Abbildung 4
Berlin Heart®: mobile Antriebseinheit mit parakorporalem Teil des EXCOR® (Abbildung freundlicherweise von Berlin Heart® zur Verfügung gestellt).

und können somit aufgrund der geringen Grösse vollständig in den Brustkorb implantiert werden. Sie sind lediglich durch ein dünnes Kabel, das z.B. im Oberbauch oder hinter dem linken Ohr aus dem Körper geleitet wird, mit der Steuereinheit verbunden. Stellvertretend für die verschiedenen Modelle wird in Abbildung 1 das aktuell am USZ gebrauchte VAD von HeartWare® (Framingham, Massachusetts, USA) gezeigt. Das Blut wird im Apex angesaugt und über die Propellerpumpe in die Aorta weitergeleitet. Selbstverständlich kann diese Pumpe auch rechtsventrikulär eingesetzt werden, wobei ein alleiniger rechtsseitiger Einsatz eher selten ist und bei biventrikulärem Support in der Regel ein pulsationales System eingesetzt wird. In Abbildung 2 ist das am USZ gebräuchliche biventrikuläre EXCOR® von Berlin Heart® (Berlin, Deutschland) mit einer Möglichkeit der Kanülenplatzierung abgebildet. Dieses besteht aus zwei extrakorporalen Kammern (Abb. 3), welche jeweils durch eine Membran unterteilt sind, wovon die eine Seite über zwei Kanülen mit dem Blutkreislauf kommuniziert und die andere Seite über jeweils einen Schlauch mit dem mobilen Antriebssystem (Abb. 4 und 5) verbunden ist. Von diesem wird über einen pneumatischen Antrieb die Ventrikelmembran bewegt und somit eine Pumpwirkung erreicht. Ein solches BiVAD EXCOR® im Sinne einer «bridge to transplant» war bei unserer Patientin aufgrund einer linksventrikulären Auswurfraction (EF) von 22% im Rahmen einer nichtobstruktiven hypertrophen Kardiomyopathie zehn Monate vor Ereignis implantiert worden, worunter ein Anstieg der EF auf 49% dokumentiert wurde. Nach sieben Monaten beobachtete sie erstmals eine

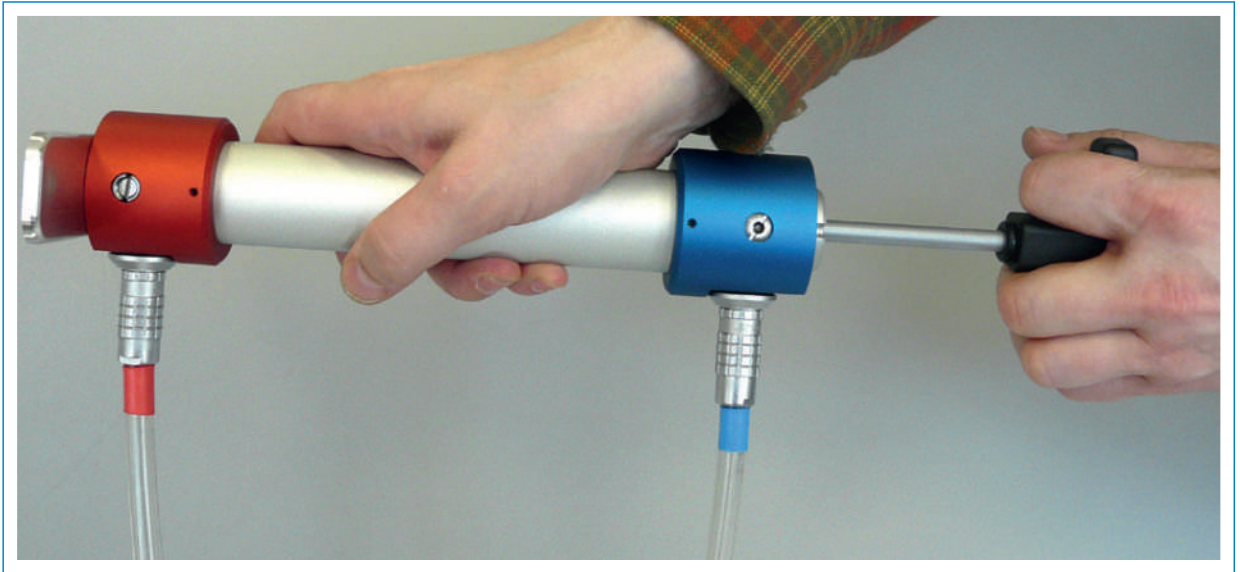


Abbildung 5

Berlin Heart®: zur mobilen Antriebseinheit gehörende Handpumpe für den Notfallbetrieb (Abbildung freundlicherweise von Berlin Heart® zur Verfügung gestellt).

kleine flottierende Auflagerung in der Kanüle des rechten Ventrikels. Trotz Auswechslung beider Kammern im Folgemonat zeigte sich dort nach zwei Wochen erneut eine flottierende Struktur. Dies unter vermeintlich suffizienter oraler Antikoagulation mit Marcoumar (Ziel-INR >2,5) sowie Aspirin® 100 mg p.o. täglich. Die nachträglichen Abklärungen ergaben den Verdacht einer ASS-Non-Responderin. Ob lediglich die vermeintlich ungenügende Thrombozyten-Aggregationshemmung oder beispielsweise die durch Fremdmaterial oder durch eine chronische Inflammation induzierte Hyperkoagulabilität ursächlich für die rechtsatriale Thrombusbildung und Okkludierung der darin liegenden «Ansaug»-Kanüle war, bleibt ungeklärt.

Schlussfolgerung

Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Notarzt in der Schweiz eine solche Situation antrifft, ist aufgrund der kleinen Patientenzahl und der grossen Zuverlässigkeit dieser Systeme zugegebenermassen verschwindend klein. Zwar fehlt Literatur zur mechanischen Reanimation bei liegendem VAD/BiVAD und dessen Ausfall mit insuffizienter Eigenherzleistung, jedoch ist dies, wie unser Fall zeigt, möglich. Aufgrund dieses Falles und nach Meinung anderer Autoren [2–4] scheint eine Standard-

gerinnungsanalyse möglicherweise unzureichend, weshalb sie durch dynamisches Gerinnungsmonitoring wie Thrombelastographie und Thrombozytenfunktionstests mit – unter anderem – Beleuchtung der primären Hämostase erweitert werden sollte. Nebst Infektionen gilt schliesslich das thromboembolische Ereignis als Hauptkomplikation im Langzeitverlauf.

Korrespondenz:

Dr. med. Lukas Leoni
 UniversitätsSpital Zürich
 Rämistrasse 100
 CH-8091 Zürich
[lukas.leoni\[at\]sunrise.ch](mailto:lukas.leoni[at]sunrise.ch)

Literatur

- 1 Mohacsi P. Herztransplantation und mechanische Kreislaufunterstützung. *Schweiz Med Forum*. 2011;11(6):98–102.
- 2 Fries D, Innerhofer P, Streif W, Schobersberger W, Margreiter J, Antretter H, et al. Coagulation monitoring and management of anticoagulation during cardiac assist device support. *Ann Thorac Surg*. 2003;76(5):1593–7.
- 3 Niemi T, Kukkonen S, Hammainen P, Suojaranta-Ylinen R, Sipponen J. Whole blood hypercoagulability despite anticoagulation during mechanical cardiac assist. *Perfusion*. 2008;23(2):107–10.
- 4 Seibel K, Berdat P, Boillat C, Wagner B, Zachariou Z, Kessler U. Hemostasis management in pediatric mechanical circulatory support. *Ann Thorac Surg*. 2008;85(4):1453–6.