

# Erfolgreiche temporäre extrakorporale Membranoxygenation bei Polytraumatisierten mit akutem Lungenversagen

Tanja Stallmann<sup>a</sup>, Markus Béchir<sup>b</sup>

<sup>a</sup> UniversitätsSpital, Zürich

<sup>b</sup> Chirurgische Intensivstation, UniversitätsSpital, Zürich


## Einführung

Das frühe Lungenversagen (acute lung injury disease [ARDS]) nach schwerem Trauma wird zum einen direkt durch Verletzungen der Lunge (Kontusionen, intraparenchymale Blutungen) und indirekt durch Freisetzung von Entzündungsmediatoren initiiert. Scheitern alle Beatmungsstrategien mit persistierender schwerer Hypoxie, kann die ECMO (extrakorporale Membranoxygenation) eine suffiziente Oxygenierung aufrechterhalten. Sie ermöglicht eine lungenprotektive Beatmung unter Vermeidung sekundärer Barotraumen bis zur Erholung der Lunge [1]. Daten aus dem Traumaregister der Universität San Antonio zeigen, dass 27% polytraumatisierte Patienten (1722 von 6332) mit einem injury severity score (ISS)  $\geq 15$  pulmonale Kontusionen aufweisen. Weitere Indikationen der ECMO sind der kardiogene Schock, die schwere pulmonale Hypertonie oder bestimmte Geburtsfehler bei Neugeborenen. Nachteile einer ECMO sind die begrenzte Therapiedauer, die Gefahr einer Blutung/Hämolyse, thromboembolische Komplikationen, Dislokation der Gefässzugänge, Infektionen und Luftembolien.

## Fallbericht

Wir berichten über einen 20-jährigen Motorradfahrer, der mit seinem Zweirad unklarer Geschwindigkeit unter die Leitplanke rutschte. Bei Eintreffen des Notarztes präsentierte sich ein kreislaufstabiler, ansprechbarer Patient (GCS 15) mit suffizienter Atmung bei abgeschwächtem Atemgeräusch links. Der Patient wurde zur Erstversorgung in das nächstgelegene Regionalspital transportiert. Während der Erstversorgung dort dominierte eine zunehmende Tachypnoe mit einem raschen Sauerstoffsättigungsabfall ( $SpO_2$ ) bis auf 56%. Es erfolgte eine unverzügliche Intubation. Die anschliessende Beatmung mit 100% Sauerstoff ( $FiO_2$ ) konnte die Sauerstoffsättigung ( $SpO_2$ ) nur bis max. 80% anheben. Es kam zur begleitenden Kreislaufinsuffizienz. Bei Hämatothorax links erfolgte eine Entlastungspunktion und Einlage einer Thoraxdrainage nach Monaldi. Diese Intervention konnte die Vitalparameter nicht wesentlich verbessern. Der Patient wurde unverzüglich luftgebunden in das Universitätsspital Zürich gebracht.


Bei Eintreffen im Schockraum wurde der Patient, trotz zwischenzeitlich erhaltener Volumengabe von 1200 ml Ringer-Laktat und 1500 ml Voluven®6%, mit 120  $\mu$ g/min Noradrenalin gestützt. Das Ganzkörper-CT stellte folgende Verletzungen dar:

- Stumpfes Thoraxtrauma mit persistierendem Hämatothorax links, Pneumothorax rechts, ausgedehnte Lungenkontusionen beidseits sowie eine Fraktur der 1. Rippe links (Abb. 1 )
- Fraktur des Atlas, eine C3-Spaltfraktur sowie Biersenfrakturen der Brustwirbelkörper 3, 5 und 7.
- An den Extremitäten zog sich der Patient eine offene Fraktur II° des Femurs links, eine geschlossene Humerus- und Skapulafraktur sowie ein ausgedehntes Weichteil-Décollement gluteal auf derselben Seite zu.


## Therapie

Es erfolgte die Thoraxdrainageeinlage beidseits, die Ruhigstellung der Halswirbelsäule mittels harten Halskragens, die Versorgung der Extremitätenfrakturen mit je einem Fixateur externa und Vacuumverbände am Oberschenkel und gluteal links bei persistierenden Blutungen. Bei nicht ausschliessbarem Schädelhirntrauma (SHT) erhielt der Patient zusätzlich zum Hirndruckmonitoring eine ICP-(intracranial pressure-)Sonde.

## Verlauf

Nach operativer Versorgung der Verletzungen und Korrektur der entgleisten Gerinnung war der Kreislauf anschliessend mit 40  $\mu$ g/min Noradrenalin «stabilisiert», und der Patient kam zu uns auf die Intensivstation für Unfallverletzte. Aber es persistierte eine schlechte Oxygenation mit einem  $PaO_2$  von 7 kPa und einer  $SpO_2$  von 80% trotz Beatmung mit 100% Sauerstoff und vollständiger Reentfaltung der linken Lunge nach Hämatothorax- und Pneumothoraxevakuation mittels zweiten Thoraxdrains links. Wir entschieden uns innerhalb weniger Stunden nach Trauma zur Einlage einer extrakorporalen Membranoxygenation (ECMO) bei massiven Lungenkontusionen beidseits und persistierend schwerer, therapieresistenter Hypoxie (Tab. 1 ) . Die primär veno-venöse Anlage musste bei unzulänglicher Oxygenation auf eine veno-venös-arterielle ECMO erweitert werden. Die arterielle Anlage femoral rechts bedurfte wiederum, innerhalb weniger Stunden nach Anlage, eines Wechsels in die Arteria subclavia rechts aufgrund der Ausbildung einer Beinischämie. Am 3. Tag nach Trauma kam es zum akuten anurischen Nierenversagen. Es wurde zu der ECMO ein Hämofilter in Reihe installiert. Die vollkontrollierte Beatmung erfolgte im APRV-Modus mit einer inversen Ratio zwischen 7:1 und 10:1. Ab dem 5. Tag nach Trauma zeigten die CT-Verläufe deutliche Regredienz

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

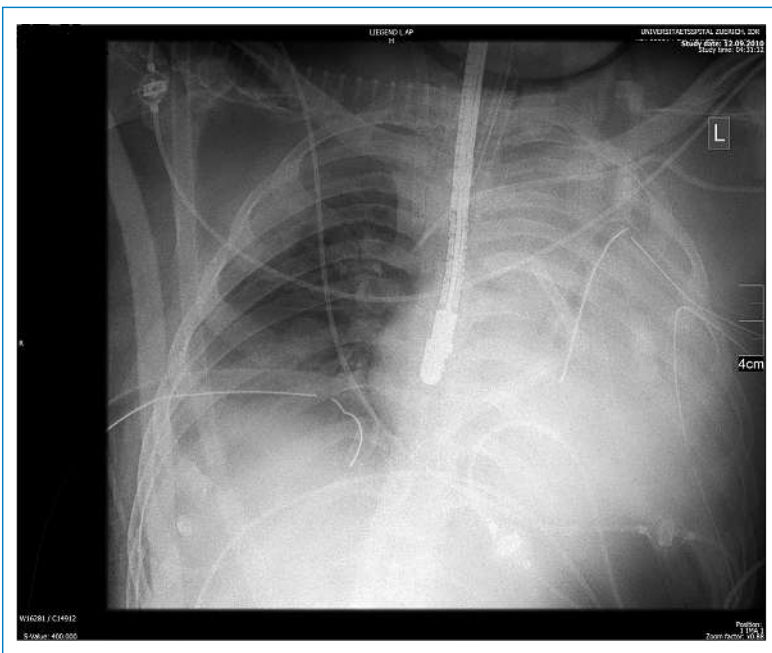
der Lungenkontusionen, und die Kreislagsituation sowie die Oxygenation hatten sich so gut verbessert, dass mit dem Weaning der ECMO begonnen werden konnte. Die Hirndrucksonde konnte ebenfalls, nach radiologisch gesichertem Ausschluss eines SHT, entfernt werden. Am 8. Tag nach Trauma wurde der arterielle Schenkel, am 9. Tag die gesamte ECMO explantiert. Weitere 11 Tage später (20 Tage nach Trauma) erfolgte die problemlose Extubation mit anschliessend guter pulmonaler Adaptation (Abb. 2 ). Während der Aufwachphase fiel eine Läsion des Plexus brachialis mit motorischem Totalausfall des linken Armes auf. Die Magnetresonanztomographie bestätigte dieses durch Bildgebung eines kompletten Vorderhornausrisses C6–C8. Die kontinuierliche Hämo-filtration konnte im Verlauf auf eine intermittierende Dialyse ersetzt werden. Innerhalb weniger Wochen erholte sich die Nierenfunktion nahezu normwertig. Die Extremitätenfrakturen wurden definitiv im Verlauf versorgt. Der Patient wurde nach 28 Tagen von der Intensivstation auf die allgemeine Abteilung und anschliessend zur Rehabilitation entlassen.

**Kommentar**

Eine häufige Folge nach stumpfem Thoraxtrauma ist das Eintreten eines akuten Lungenversagens innerhalb weniger Stunden nach Trauma, das durch pulmonale Parenchymverletzungen und alveoläre Hämorrhagien hervorgerufen wird und sich erfahrungsgemäss innerhalb von 7 Tagen zurückbildet. Wichtige initiale Therapie bereits in der prähospitalen Phase ist bei diesen Patienten eine zügige Sauerstoffgabe und suffiziente Sicherung der Atemwege sowie Unterstützung der Atmung. Auch in unserem Fallbericht erhielt der Patient die sofortige Sauerstoffgabe am Unfallort sowie eine zügige Intubation und Atemunterstützung bei akuter Verschlechterung.

Trotz kinetischer und bestmöglicher Beatmungsstrategien führt dieses akute Lungenversagen über Tage anhaltend zu therapierefraktären, schweren Hypoxien. Unter diesen Bedingungen haben die Patienten nur geringe Überlebenschancen. Eine vorübergehende extrakorporale Membranoxygenation kann diesen akuten Moment überbrücken und gibt der Lunge zeitgleich die Möglichkeit, sich zu erholen. Da die ECMO-Therapie nur in begrenzter Anzahl von Spitälern angewandt wird, ist eine frühe Kontaktaufnahme und Vorstellung des Patienten sinnvoll. Erfreulicherweise erfolgte in unserem Beispiel, nach Rücksprache, ohne Verzögerung der Transport in ein Zentrumspital.

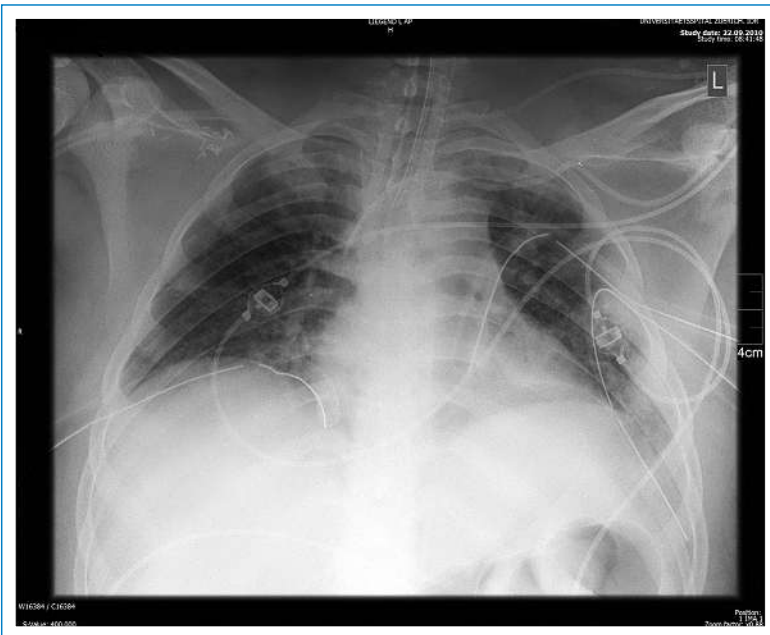
Der erste erfolgreiche Einsatz einer ECMO beim Erwachsenen bei posttraumatischem Lungenversagen gelang Hill et al. 1972 [2]. Bis 1979 zeigte eine prospektive Studie, unterstützt vom nationalen Lungen-und-Herz-Institut der USA, jedoch eine Mortalität von 90% bei Patienten mit ARDS unter ECMO-Therapie. In diesem Kollektiv kam die ECMO im Mittel erst 9,6 Tage nach Trauma zum Einsatz, und es erfolgte die Lungenbeatmung mit hohen Spitzendrücken. Unter Vermeidung dieser hohen Beatmungsdrücke an der ECMO konnten Gattenuoni et al. 1986 [3] ein Überleben von bereits 48% nachweisen. Ein weiteres Kriterium zur Verbesserung der Überlebenschancen ist der frühe Einsatz einer ECMO-Therapie [4, 5]. Man unterscheidet zwei Arten von ECMO. Die veno-arterielle Art entnimmt sauerstoffarmes Blut aus der Femoralvene und führt dieses, nach Anreicherung mit Sauerstoff durch den Oxygenator, unter



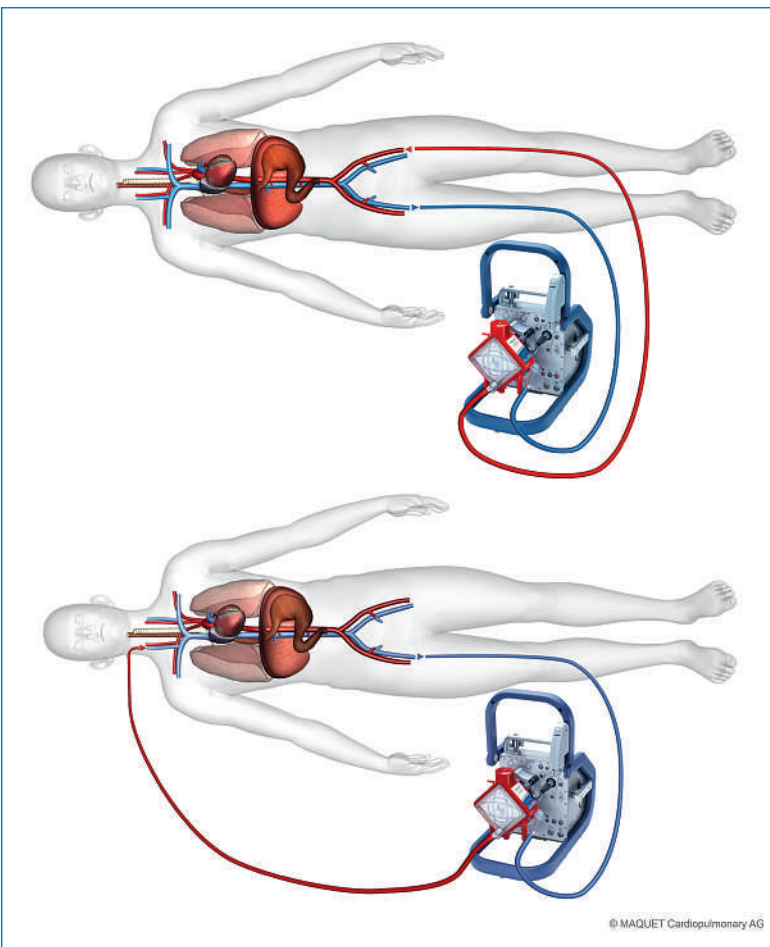
**Abbildung 1**  
Röntgen-Thorax bei Eintritt.

**Tabelle 1**  
Blutgasanalysen.



Tag	ECMO	FiO <sub>2</sub>	PaO <sub>2</sub> [kPa/mm Hg]	PaCO <sub>2</sub> [kPa/mm Hg]	pH	Laktat	HCO <sub>3</sub> [mmol/l]	SpO <sub>2</sub>
1	nein	100	5.58/41.85	8.83/66.23	7.188	1.7	24.2	77.3
2	ja	100	9.91/74.331	5.34/40.05	7.426	3.7	25.9	96.6
3	ja	70	17.4/130.51	4.70/35.25	7.43	2.6	23	99.2
4	ja	60	17.4/130.51	5.03/37.7	7.412	2.2	23.6	99.2
5	ja	50	15.3/114.75	5.61/42.07	7.352	1.2	24.1	84.9
6	ja	50	13.0/97.5	5.06/37.95	7.414	2	23.8	98.2
7	ja	50	15.2/114	5.25/39.37	7.416	1.6	25.2	100
8	ja	50	15.8/118.5	5.06/37.95	7.438	1.3	25.2	99.1
10	nein	35	13.7/99.75	6.65/49.87	7.321	0.7	25	98.2



**Abbildung 2**  
Röntgen-Thorax 10 Tage nach Trauma.



**Abbildung 3**  
**A** ECMO veno-arteriell (sauerstoffarmes Blut aus V. femoralis, sauerstoffreiches Blut zurück in A. femoralis).  
**B** ECMO veno-venös (sauerstoffarmes Blut aus V. femoralis, sauerstoffreiches Blut zurück in V. jugularis interna).  
 Rot = sauerstoffreiches Blut; blau = sauerstoffarmes Blut.  
 (Quelle: MAQUET Cardiopulmonary AG)

Umgehung des Herzens und der Lunge, in die Femoralarterie (Abb. 3A ). Auf diese Weise werden Lunge und Herz geschont. Die veno-venöse Art entnimmt auch sauerstoffarmes Blut aus der Femoralvene, gibt aber oxygeniertes Blut in eine grosskalibrige Vene zurück (Abb. 3B ). Dadurch wird der kleine Kreislauf nicht umgangen und unterstützt somit nur die Lunge.

Eine der Hauptkomplikationen unter Verwendung der ECMO sind Blutungen bei erforderlicher systemischer Antikoagulation. Durch Einführung heparinbeschichteter Oxygenatoren 1987 und die Weiterentwicklung der ECMO-Systeme mit Einführung von Zentrifugalpumpen konnte die Komplikationsrate weiter gesenkt werden. Ein Polytrauma ist somit keine Kontraindikation für die Durchführung einer ECMO. In unserem Fallbeispiel kam es, trotz grossflächiger Décollements, nicht zu Blutungskomplikationen.

## Zusammenfassung

Eine ECMO ist ein etabliertes Therapieverfahren bei ARDS hervorgerufen durch Pneumonie, Sepsis und Aspiration. Bei einem ARDS nach Thoraxtrauma zeigen mehrere Fallberichte, dass bei Nonrespondern konventioneller Beatmungsstrategien der frühe Einsatz einer ECMO lebensrettend sein kann. Die ECMO als frühes Therapieverfahren bei ARDS nach Polytrauma mit Lungenkontusionen haben sich aufgrund tiefer Fallzahlen derzeit noch nicht fest etabliert, sollte aber durchaus in Erwägung gezogen werden.

### Korrespondenz:

Dr. med. Tanja Stallmann  
 UniversitätsSpital Zürich  
 Rämistrasse 100  
 CH-8006 Zürich  
[tanjastallmann\[at\]hotmail.com](mailto:tanjastallmann[at]hotmail.com)

### Literatur

- 1 Perchinsky MJ, Long WB, Hill JG, et al. Extracorporeal cardiopulmonary life support with heparin-bonded circuitry in the resuscitation of massively injured trauma patients. *Am J Surg.* 1995;169:488–91.
- 2 Hill JD, O'Brien TG, Murray JT, et al. Prolonged extracorporeal oxygenation for acute post-traumatic respiratory failure (shock lung syndrome). *N Engl. J Med.* 1972;286:629–34.
- 3 Gattenucci L, Pesenti A, Masccheroni D, et al. Low frequency positive pressure ventilation with extracorporeal CO<sub>2</sub> removal in severe acute respiratory failure. *JAMA.* 1986;256:881–5.
- 4 Michaels AJ, Schriener RJ, Kolla S, et al. Extracorporeal life support in pulmonary failure after trauma. *J Trauma.* 1999;46:638–45.
- 5 Pranikoff T, Hirschl RB, Steimle CN, et al. Mortality is directly related to the duration of mechanical ventilation before the initiation of extracorporeal life support for severe respiratory failure. *Crit Care Med.* 1997;25:28–32.
- 6 Bindsvlev Eklund J, Norlander O, et al. Treatment of acute respiratory failure by extracorporeal carbon dioxide elimination performed with a surface heparinized artificial lung. *Anaesthesiology.* 1987;67:117–20.