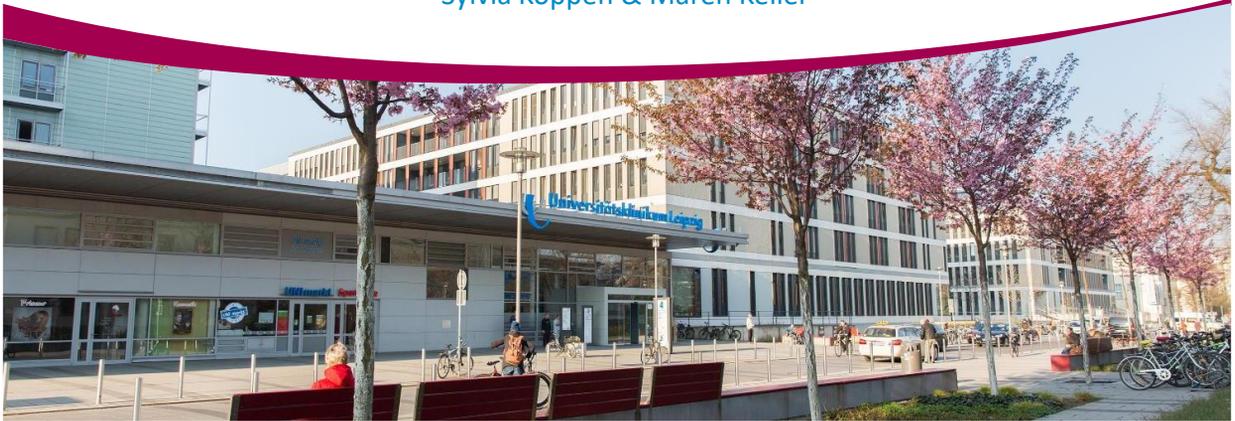


Einsatz der extrakorporalen Zirkulation (ECMO) beim schweren Lungenversagen (ARDS)

Herausforderung für Pflege und Medizin

Sylvia Köppen & Maren Keller



1

Die Berlin-Definition des akuten respiratorischen Distress-Syndroms (ARDS)

	Diagnostische Kriterien des ARDS
Auftreten	bei neu auftretenden oder bei Verschlechterung bestehender respiratorischer Symptome innerhalb einer Woche nach Schädigung
Bildgebung	bilaterale Verschattungen, nicht voll erklärbar durch Ergüsse, lobären Kollaps oder noduläre Veränderungen
Ödemursache	respiratorisches Versagen, nicht voll erklärbar durch Herzinsuffizienz oder Hyperhydratation Notwendigkeit objektiver Diagnostik (z. B. Echokardiographie), um hydrostatisches Ödem auszuschließen, falls keine Risikofaktoren für ARDS vorliegen
Oxygenierungsstörung mild	$200 \text{ mm Hg} < \text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 300 \text{ mm Hg}$ bei PEEP oder CPAP $\geq 5 \text{ cm H}_2\text{O}$
moderat	$100 \text{ mm Hg} < \text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 200 \text{ mm Hg}$ bei PEEP $\geq 5 \text{ cm H}_2\text{O}$
schwer	$\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 100 \text{ mm Hg}$ bei PEEP $\geq 5 \text{ cm H}_2\text{O}$

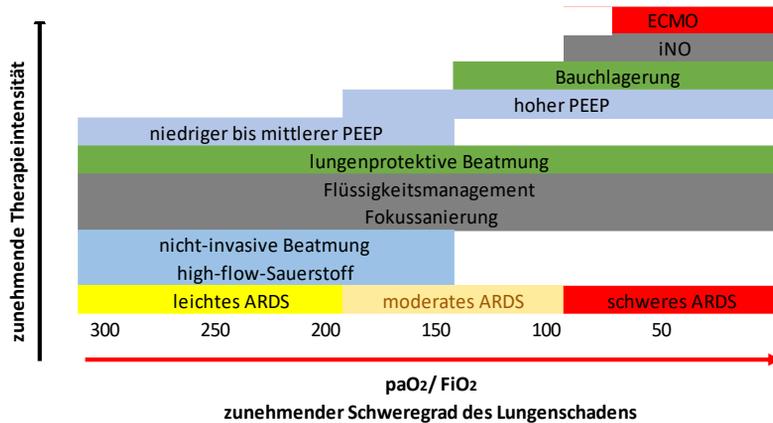
Busch T. Kaisers U. Deutscher Ärzte-Verlag | DIVI | 2012; 3 (4)

Einsatz der extrakorporalen Zirkulation (ECMO) beim schweren Lungenversagen (ARDS) / Köppen & Keller

2

2

Therapieoptionen beim ARDS



Schweregradadaptierte Therapieoptionen beim ARDS (modifiziert)

Kersten A. Pneumologie 2020; 17:238-248

Einsatz der extrakorporalen Zirkulation (ECMO) beim schweren Lungenversagen (ARDS) / Köppen & Keller

3

3

ECMO

Studien zur ECMO beim ARDS

- Zapol (vaECMO, 1979) n=90
- Morris (vvECMO, 1994) n=40
- Peek (CESAR, vvECMO, 2009) n=180
- Combes (EOLIA, vvECMO, 2018) n=240

Fallserien / Kohortenstudien

Keine gesicherten ECMO Kriterien

Hinweise zur Verlegung in ein ARDS-Zentrum mit ECMO Möglichkeit

Last line bei therapierefraktärer Hypoxämie



Einsatz der extrakorporalen Zirkulation (ECMO) beim schweren Lungenversagen (ARDS) / Köppen & Keller

4

4

Kriterien ECMO Anschluss



Title	Year of publication	Indications for ECMO
Zapol et al.	1979	PaO ₂ /FiO ₂ ratio <50 for >2 h, or PaO ₂ /FiO ₂ ratio <83 with FiO ₂ ≥0.6 and ≥5 cmH ₂ O PEEP for >12 h, and intrapulmonary shunt >30% of cardiac output when measured at FiO ₂ 1.0 and ≥5 cmH ₂ O PEEP
CESAR	2009	Murray score ≥3.0, or uncompensated hypercapnia with pH <7.20
EOLIA	Ongoing	Severe ARDS defined according to usual criteria, and meeting one of the three following criteria of severity: (a) PaO ₂ /FiO ₂ ratio <50 with FiO ₂ ≥0.8 for >3 h, despite optimization of mechanical ventilation and despite possible recourse to usual adjunctive therapies (NO, recruitment maneuvers, prone position, HFO ventilation, almitrine infusion) (b) PaO ₂ /FiO ₂ ratio <80 with FiO ₂ ≥0.8 for >6 h, despite optimization of mechanical ventilation and despite possible recourse to usual adjunctive therapies (NO, recruitment maneuvers, prone position, HFO ventilation, almitrine infusion) (c) pH <7.25 for >6 h (RR increased to 35/min) resulting from MV settings adjusted to keep Pplat ≤32 cmH ₂ O (first, Vt reduction by steps of 1 ml/kg to 4 ml/kg then PEEP reduction to a minimum of 8 cmH ₂ O)
ELSO guidelines	2009	PaO ₂ /FiO ₂ ratio <80 with FiO ₂ ≥0.9 and Murray score 3–4, or CO ₂ retention with PaCO ₂ >80 mmHg or inability to achieve adequate ventilation with Pplat ≤30 cmH ₂ O, or severe air leak syndromes

MacLaren G. Intensive Care Medicine 2012;38: 210–220

Einsatz der extrakorporalen Zirkulation (ECMO) beim schweren Lungenversagen (ARDS) / Köppen & Keller 5

5

S3-Leitlinie Invasive Beatmung und Einsatz extrakorporaler Verfahren bei akuter respiratorischer Insuffizienz
1. Auflage, Langversion, Stand 04.12.2017

S3-Leitlinie
Invasive Beatmung und Einsatz extrakorporaler
Verfahren bei akuter respiratorischer Insuffizienz

AWMF Leitlinien-Register Nr. 001/021

Entwicklungsstufe 3

Federführung:



99	Schlüsselempfehlung	2017
Empfehlungsgrad stark	Wir empfehlen den Einsatz der veno-venösen ECMO bei Patienten mit schwerem ARDS und therapierefraktärer Hypoxämie nur als Rescue-Therapie.	
101	Schlüsselempfehlung	2017
Empfehlungsgrad Stark	Wir empfehlen, dass die Versorgung von erwachsenen Patienten mit schwerem ARDS und therapierefraktärer Hypoxämie in einem Zentrum mit der Möglichkeit einer ECMO-Therapie und in der Regel zumindest 20 ECMO-Anwendungen/Jahr durchgeführt wird.	

Einsatz der extrakorporalen Zirkulation (ECMO) beim schweren Lungenversagen (ARDS) / Köppen & Keller 6

6

Kontraindikationen vv ECMO

Relative Contraindications

- Age >65?
- Multiple trauma with uncontrolled haemorrhage
- Intracerebral haemorrhage
- Multiorgan failure
- High pressure / high FiO₂ IPPV for >1 week

Absolute Contraindications

- Severe irreversible neurological condition
- Encephalopathy
- Cirrhosis with ascites
- Severe left ventricular failure EF <25%
- Cardiac arrest
- Moderate-severe chronic lung disease
- Terminal malignancy

Extra Corporeal Membrane Oxygenation (ECMO) in the Intensive Care Unit. St Vincent's Hospital Sydney ICU 2010
 Marasco S.F et al. Heart, Lung and Circulation; 17: 41-47
 Adult Extra Corporeal membrane Oxygenation (ECMO); Policy & Guideline. RPAH 2010

Einsatz der extrakorporalen Zirkulation (ECMO) beim schweren Lungenversagen (ARDS) / Köppen & Keller

7

7

S3-Leitlinie
 Invasive Beatmung und Einsatz extrakorporaler Verfahren bei akuter respiratorischer Insuffizienz
 1. Auflage, Lungenversagen, Stand 04.12.2017

AWMF Leitlinien-Register Nr. 001/021 Entwicklungsstufe 3

Federführung:


102	Empfehlung	2017
Empfehlungsgrad schwach	Wir schlagen folgende Strukturvoraussetzungen für ein Zentrum zur Behandlung von ARDS-Patienten mit vvECMO-Therapie vor:	
	<ul style="list-style-type: none"> - Erfahrung in der Behandlung des schweren ARDS - Ärztliches und pflegerisches Personal mit adäquater Ausbildung und Kompetenz mit ECMO Verfahren sind 24 Stunden pro Tag verfügbar. - Ein Pflegeschlüssel von 1:1 pro vvECMO-Patient muss aufwandsadaptiert zu gewährleisten sein. - Der Standort des ARDS/ECMO-Zentrums verfügt über einen 24 Stunden Dienst einer leistungsfähigen Blutbank, eines Zentrallabors sowie der Möglichkeit einer computertomographischen Untersuchung. - Gefäß-, Abdominal- und Thoraxchirurgie muss notfallmäßig sofort verfügbar sein. - Auf der Intensivstation besteht die Möglichkeit für Nierenersatzverfahren, Bronchoskopie, Echokardiographie und Gefäßduplexuntersuchung. - Es existiert ein strukturiertes Ausbildungs- und Trainingsprogramm zur Anwendung der ECMO Verfahren für das an der Behandlung beteiligte Personal. 	

Einsatz der extrakorporalen Zirkulation (ECMO) beim schweren Lungenversagen (ARDS) / Köppen & Keller

8

8

„Die ECMO-Behandlung gehört zu den invasivsten Formen der Oxygenierung bei therapierefraktären Stadien des ARDS“.

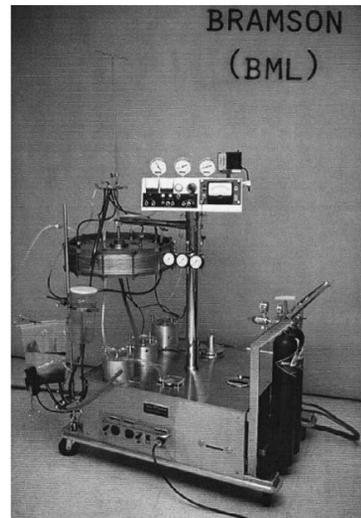


Deutsches Ärzteblatt, 2022;119:134
medizin-&-technik.industrie.de

Einsatz der extrakorporalen Zirkulation (ECMO) beim schweren Lungenversagen (ARDS) / Köppen & Keller 9

9

Anfänge der ECMO: *Bramson Membrane Lung*



Hill D et al. N Engl J Med 1972; 286:629-634

Einsatz der extrakorporalen Zirkulation (ECMO) beim schweren Lungenversagen (ARDS) / Köppen & Keller 10

10

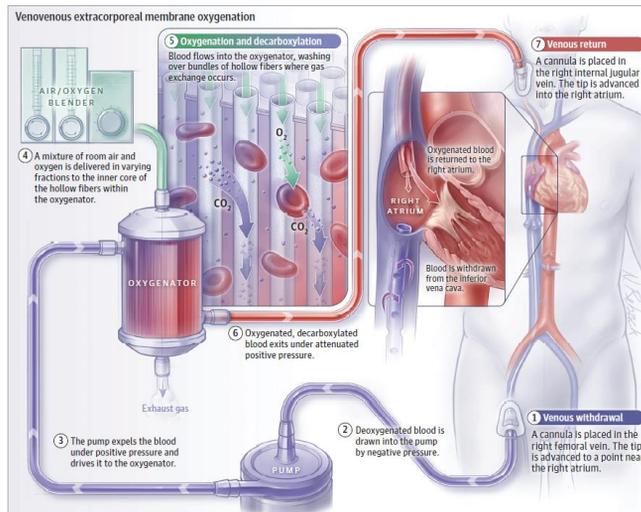
Heute



Einsatz der extrakorporalen Zirkulation (ECMO) beim schweren Lungenversagen (ARDS) / Köppen & Keller

11

veno-venöse extrakorporale Membranoxygenierung (vvECMO)

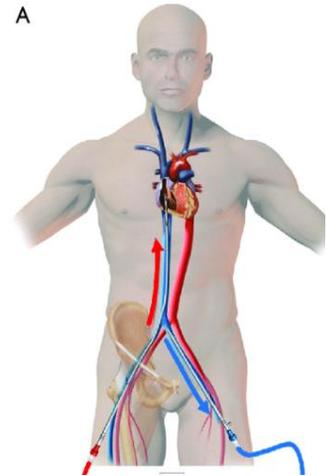
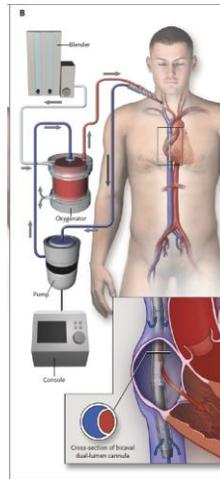
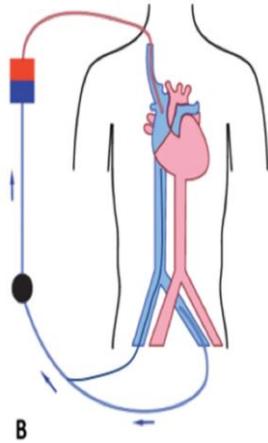
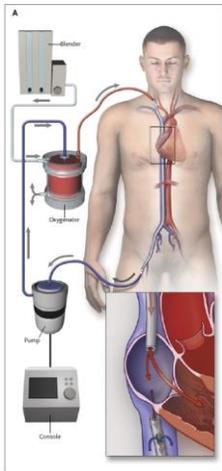


Brodie D. JAMA. 2019;322(6):557-568.

Einsatz der extrakorporalen Zirkulation (ECMO) beim schweren Lungenversagen (ARDS) / Köppen & Keller

12

Kanülierung zur extrakorporale Membranoxygenierung



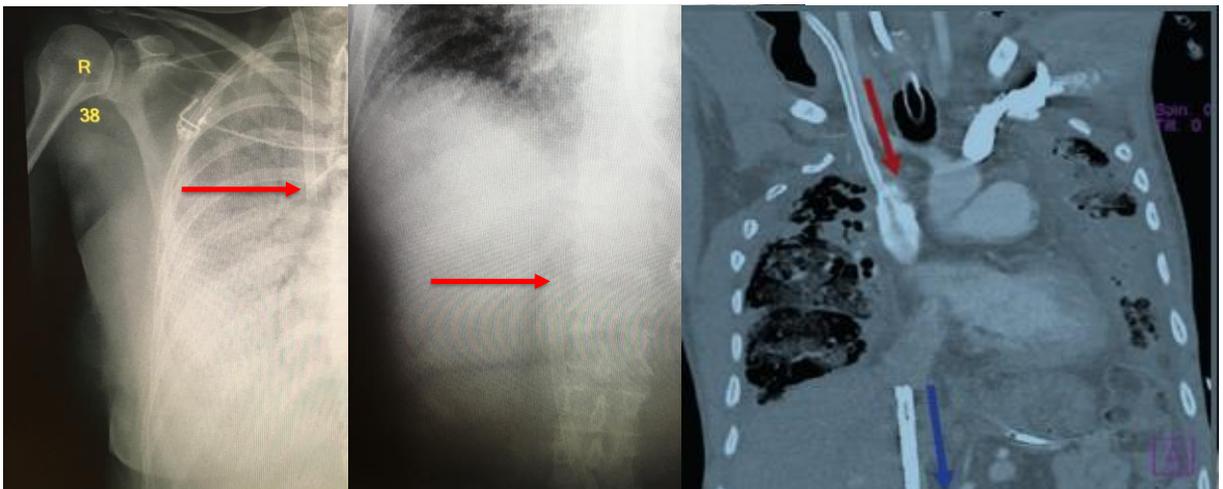
Brodie D, Bacchetta M. *N Engl J Med* 2011; 365:1905-14
Banfi C. et al. *J Thorac Dis* 2016;8(12):3762-3773
Navas-Blanco J. et al. *BMC Anesthesiology*; 2021: 21-77

Einsatz der extrakorporalen Zirkulation (ECMO) beim schweren Lungenversagen (ARDS) / Köppen & Keller

13

13

Anlage...leicht gemacht?



Rupprecht L. et al. *Heart, Lung and Vessels*. 2015;74 7(4):320-326

Einsatz der extrakorporalen Zirkulation (ECMO) beim schweren Lungenversagen (ARDS) / Köppen & Keller

14

14

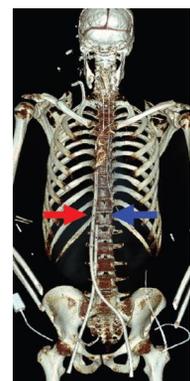
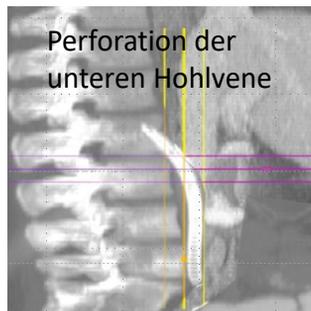
Kanülierung



Einsatz der extrakorporalen Zirkulation (ECMO) beim schweren Lungenversagen (ARDS) / Köppen & Keller 15

15

Komplikationen bei der Anlage



Shunt über Seitenlöcher

Einsatz der extrakorporalen Zirkulation (ECMO) beim schweren Lungenversagen (ARDS) / Köppen & Keller 16

Rupprecht L. et al. Heart, Lung and Vessels. 2015;74 7(4):320-326

16

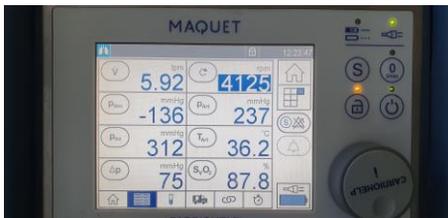
Aufbau...Kann das jeder lernen?



Einsatz der extrakorporalen Zirkulation (ECMO) beim schweren Lungenversagen (ARDS) / Köppen & Keller 17

17

Zahlen und Fakten



Einsatz der extrakorporalen Zirkulation (ECMO) beim schweren Lungenversagen (ARDS) / Köppen & Keller 18

18

Was nun?



Einsatz der extrakorporalen Zirkulation (ECMO) beim schweren Lungenversagen (ARDS) / Köppen & Keller

19

19

Was nun?

- Fokussanierung
- Flüssigkeitsmanagement
- lungenprotektive Beatmung
- Bauchlagerung
- Mobilisation
- Weaning ECMO

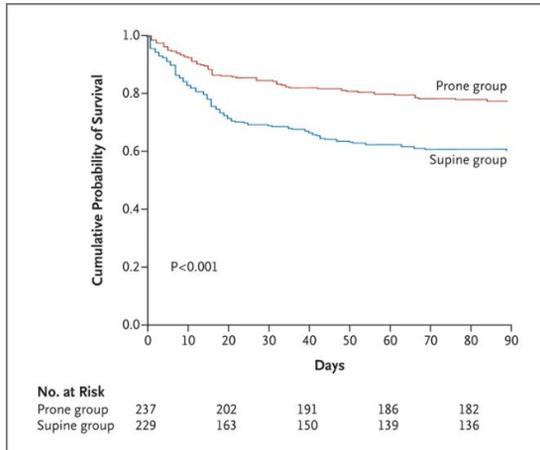


Einsatz der extrakorporalen Zirkulation (ECMO) beim schweren Lungenversagen (ARDS) / Köppen & Keller

20

20

Lagerungstherapie



n=237
n=229

- PaO₂/FiO₂ : <math>< 150</math> mmHg (FiO₂ 0.6; PEEP 5; 6ml/kg KG)
- 28 Tage Mortalität: 16% vs. 32,8% ($p < 0,001$)
- Dauer 17±3h
- ECMO 2,6% vs. 0,8%

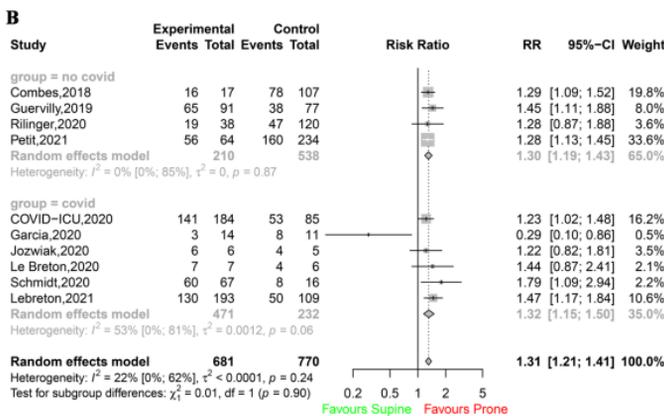
Guérin C. et al. N Engl J Med.2013; 368:2159–2168.

Einsatz der extrakorporalen Zirkulation (ECMO) beim schweren Lungenversagen (ARDS) / Köppen & Keller

21

21

Lagerungstherapie



- Einfluss PP /ECMO
- Metaanalyse: n=13
- n=1451
- 28 Tages Mortalität 26% vs 42% $p < 0,0001$
- Beatmungsdauer PP ↑

Papazian L. et al. Intensive Care Med 2022; 48:270

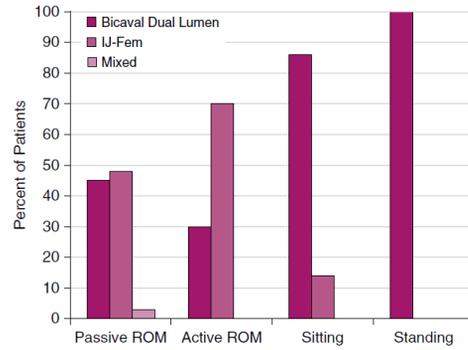
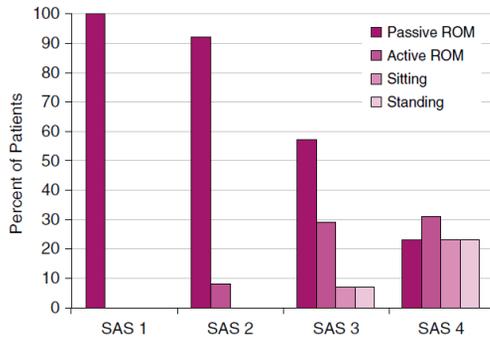
Einsatz der extrakorporalen Zirkulation (ECMO) beim schweren Lungenversagen (ARDS) / Köppen & Keller

22

22

Mobilisation?

- n=107/ n=61 vv ECMO
- n= 82 consultation by ICU physiotherapy team



Munshi L. et al. Ann Am Thorac Soc. 2017; 14 (2): 246–253

Einsatz der extrakorporalen Zirkulation (ECMO) beim schweren Lungenversagen (ARDS) / Köppen & Keller

23

23

Mobilisation UKL/IOI



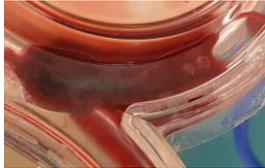
Einsatz der extrakorporalen Zirkulation (ECMO) beim schweren Lungenversagen (ARDS) / Köppen & Keller

24

24

Komplikationen

- Grunderkrankung
- Anlage
- Device



- Blutungen
- Kanülendislokation
- Thrombose / Embolie
- Hämolyse
- Infektionen



Einsatz der extrakorporalen Zirkulation (ECMO) beim schweren Lungenversagen (ARDS) / Köppen & Keller

25

25

Komplikationen



Einsatz der extrakorporalen Zirkulation (ECMO) beim schweren Lungenversagen (ARDS) / Köppen & Keller

26

26

Komplikationen



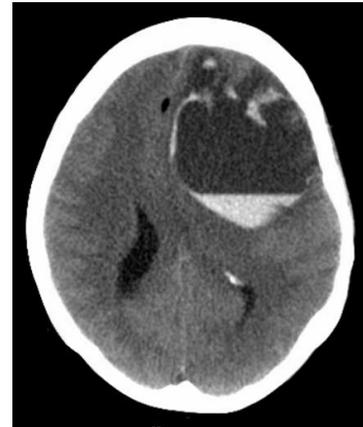
Akutes Lungenversagen durch COVID-19

Intrakranielle Blutungen bei ECMO doppelt so häufig wie bei anderen Ursachen

Die veno-venöse extrakorporale Membranoxxygenierung (vvECMO) ist eine mechanische Lungenunterstützungstherapie mit einem Oxygenator für Patienten mit schwerer Hypoxie. Intrakranielle Hämorrhagien (ICRH) – es sind vor allem intraparenchymatöse Hirnblutungen – sind potenziell lebensbedrohliche

ten mit ARDS anderer Ursache. Dies ist eine Verdoppelung des Risikos für intrazerebrale Blutungskomplikationen durch ECMO bei COVID-19-Patienten, und dieser Unterschied war mit einem p-Wert von 0,035 statistisch signifikant. Mit einem höheren Risiko für intrazerebrale Hämorrhagien während

lich höhere Inzidenz der intrakraniellen Blutungen zu sein, die per se mit einer enorm hohen Sterberate verbunden sind und seit Jahrzehnten eine Herausforderung bei der ECMO-Therapie darstellen. Neben der Grundlagenforschung an den dafür verantwortlichen pathophysiologischen Mechanismen bei COVID-



- n=204
- n=48 COVID-19
- n= 156 ARDS andere Ursache
- Intrakranielle Blutungen: 35,4% (n=17/48 COVID-19)
- Intrakranielle Blutungen: 16,7% (n=26/156 ARDS)

Deutsches Ärzteblatt, 2022; 119 (4): A-134/B-115

Komplikationen ELSO-Register

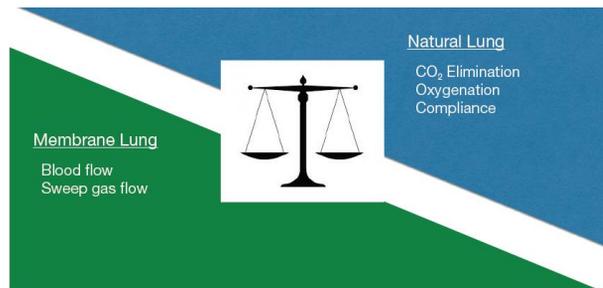
Ursache der Komplikation	vv ECMO (%)	va ECMO (%)
Kanülen- assoziierte Probleme	7,7	4,4
Fehlfunktion des Oxygenators	16,1	15,1
Pumpenfehlfunktion	2,1	0,7
Ruptur des Schlauchsystems	0,3	0,2
Blutung aus Kanüleneinstichstelle	17,2	20,9
Intrakranielle Blutung	3,9	1,7
Krampfanfälle	1,1	2,1

Paden ML. ASAIO J 2013;59: 202-210

Weaning von der ECMO

Zentrums- und patientenspezifische Entwöhnungsalgorithmus

- Gasaustausch und Compliance ↑
- Beibehaltung lungenprotektive Beatmung werden Blut- und Gasfluss reduziert (Herstellerangaben der Zentrifugalpumpen beachten! BF ↓2l → Hämolyse)
- Auslassversuch des Gasflusses für Stunden oder Tage mgl.



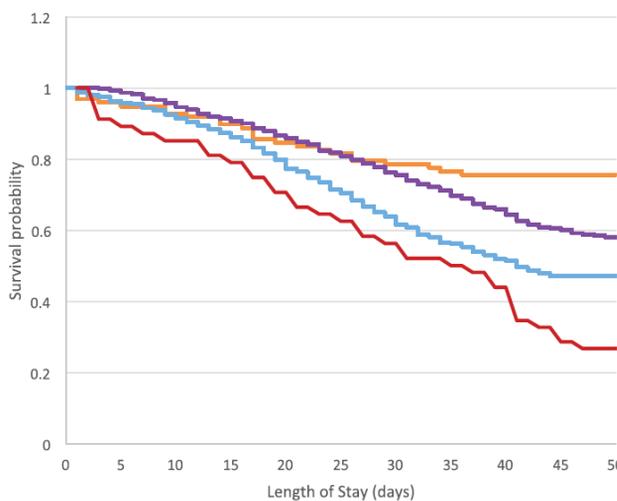
Broman L. J Thorac Dis. 2018; 10(5): 692-697

Einsatz der extrakorporalen Zirkulation (ECMO) beim schweren Lungenversagen (ARDS) / Köppen & Keller

29

29

Krankenhausmortalität: USA (n= 155 Zentren)



n= 1182

- ECMO 1-30 = 25,2%
- ECMO 31-50 = 42,2%
- ECMO 51-64 = 53,2%
- ECMO 65+ = 73,7%

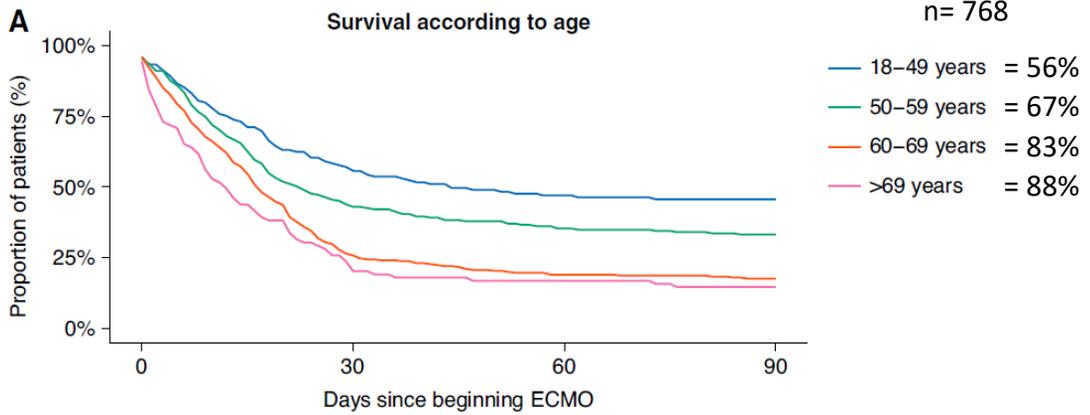
Nguyen N.T. et al. Ann Surg. 2021 Jul 1;274(1):40-4

Einsatz der extrakorporalen Zirkulation (ECMO) beim schweren Lungenversagen (ARDS) / Köppen & Keller

30

30

Krankenhausmortalität: Deutschland



Karagiannis Ch. et al. Am J Respir Crit Care Med. 2021 Oct 15;204(8):991-994

Einsatz der extrakorporalen Zirkulation (ECMO) beim schweren Lungenversagen (ARDS) / Köppen & Keller

31

31

Outcome?

COVID-19: Ursachensuche für schlechte ECMO-Ergebnisse in Deutschland

Dienstag, 15. März 2022



Frankfurt am Main – Eine extrakorporale Membranoxygenierung (ECMO), die den Gasaustausch der Lungen zeitweise übernehmen kann, hat in Deutschland bisher weniger COVID-19-Patienten mit akutem Lungenversagen das Leben gerettet als erwartet.

<https://www.aerzteblatt.de/nachrichten/sw/intensivmedizin?s=&p=1&n=1&nid=132537>

Einsatz der extrakorporalen Zirkulation (ECMO) beim schweren Lungenversagen (ARDS) / Köppen & Keller

32

32

Outcome

	All patients (n=302)	Survival status 90 days after ECMO		p value
		Alive (n=138)	Dead (n=164)	
(Continued from previous page)				
ICU length of stay, days	30 (17-47); n=289	39 (29-57); n=127	21 (13-37); n=162	<0.0001
Cause of death				
Multiorgan failure	53 (18%)	..	53 (32%)	..
Septic shock	47 (16%)	..	47 (29%)	..
Intracranial haemorrhage	22 (7%)	..	22 (13%)	..
Haemorrhagic shock	11 (4%)	..	11 (7%)	..
Cardiovascular shock	9 (3%)	..	9 (5%)	..
Pulmonary embolism	9 (3%)	..	9 (5%)	..
Ischaemic stroke	5 (2%)	..	5 (3%)	..
Other	8 (3%)	..	8 (5%)	..

Lebreton G. et al. *Lancet Respir Med.* 2021; 9(8):851-862

Einsatz der extrakorporalen Zirkulation (ECMO) beim schweren Lungenversagen (ARDS) / Köppen & Keller

33

33

Take home message

Indikation

- ECMO bleibt eine individuelle Entscheidung
- Alter und Begleiterkrankungen sind zu berücksichtigen
- Erfahrung des medizinischen Personals
- ECMO-Ausrüstung Hong X. et al. *Int J Infect Dis.* 2020; 94:78-80

Überlebensvorteil durch Anwendung von vvECMO bei schwerem ARDS des Erwachsenen bisher nicht eindeutig belegt

Frühzeitig Kontakt zum ARDS/ECMO-Zentrum

ARDS Hotline

0341 - 97 10702

Einsatz der extrakorporalen Zirkulation (ECMO) beim schweren Lungenversagen (ARDS) / Köppen & Keller

34

34



VIELEN DANK FÜR DIE AUFMERKSAMKEIT!

sylvia.koeppen@medizin.uni-leipzig.de

maren.keller@medizin.uni-leipzig.de

Einsatz der extrakorporalen Zirkulation (ECMO) beim schweren Lungenversagen (ARDS) / Köppen & Keller

35