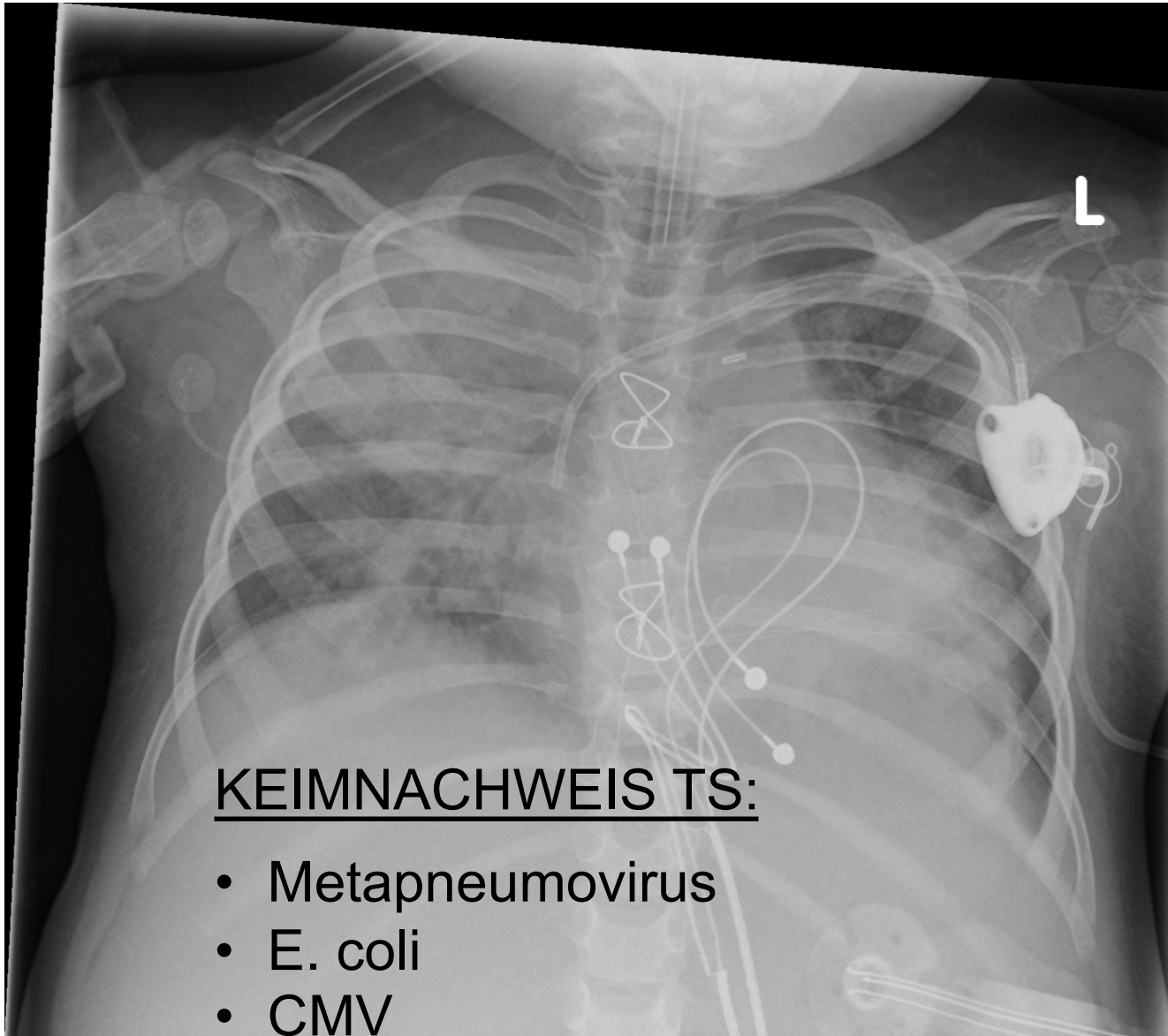


Veno-venöse ECMO

J. Golej

Universitätsklinik für Kinder- und Jugendheilkunde

Abteilung für Neonatologie, Pädiatrische Intensivmedizin und Neuropädiatrie



KEIMNACHWEIS TS:

- Metapneumovirus
- E. coli
- CMV

Aufnahme:

2¹/₂ a, AZ reduziert, Fieber 39,2°, RR 90/50, Hf 130/min, Af 70/min, POxy 80%,

Chron. Erkrankungen:

st.p.AV-Kanal OP,

Verdacht Mitochondriopathie

- ↑ psychomotorische Retardierung
- zerebrale Krampfanfälle
- unklare rezidivierende Hepatopathie und respiratorische Dekompensation in kürzeren Abständen

Procedere:

- High-flow O₂-Gabe
- NIV
- Intubation – kontrollierte Beatmung
- **Beschluss Therapiemaximierung bei konventioneller Beatmung**

ARDS – Auslöser

- ↑ Permeabilität Alveo-kapillar Schranke
- ↓ Surfactant-Synthese
- Lungenparenchymschäden durch Neutrophile Granulozyten
- Mediatorvermittelte Funktionsstörung anderer Organe

Proteinreiches Lungenödem

Radiologie:

Milchglasphänomen
(lobär, fleckig oder diffus)
pulmonale Belüftungsstörungen

MECHANISCHE BEATMUNG

BIOPHYSIKALISCHE SCHÄDIGUNG

- SCHERSTRESS
- ÜBERBLÄHUNG
- ZYKLISCHER STRESS
- THORAKALER DRUCK-ANSTIEG

Dreyfuss D, Saumon G. **Ventilator-induced lung injury: lessons from experimental studies.** Am J Respir Crit Care Med 1998;157:294-323

Beatmung mit **PIP 45 cmH₂O** über **5 min**:

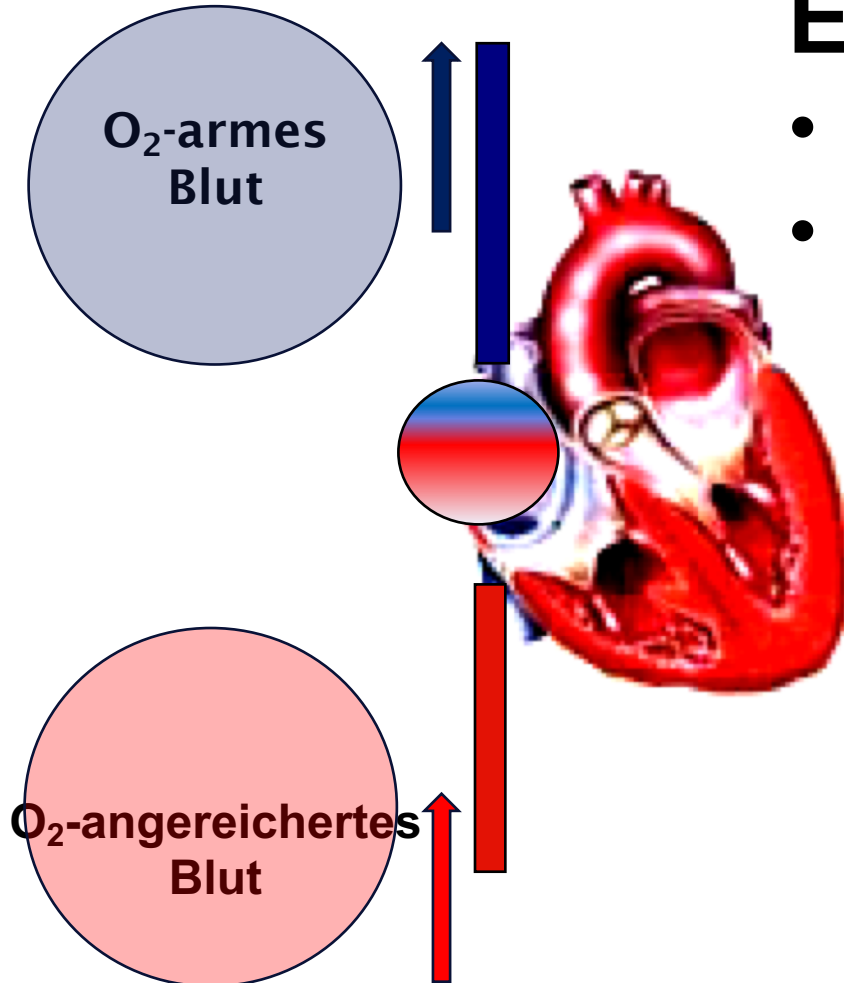
- Fokale Atelektasenbildung

Nach **20 min.**:

- Lungen deutlich vergrößert, gestaut und ödematös
- Ödem in Trachea

ECMO

- Decarb-und Oxygenierung
- Rücknahme der Beatmung („lung rest“)



ELSO

Respiratory Guidelines 05/20 an VV-ECMO

ZIEL: Reduktion des BARO/VOLUMSTRAUMA mit Senkung der O₂-TOXIZITÄT

NEUGEBORENE

PIP 15 – 20

FiO₂ 0.21 – 0.30

Frequenz 12 – 20/min

PEEP 5 – 10 cmH₂O (bei Pneu↓)

I-Zeit 0.5 – 1 sec

PÄDIATRISCHE PATIENTEN

PIP < 25

FiO₂ < 50%

Frequenz <12 oder Spontanatmung

PEEP 5 – 15 cmH₂O (nach Compliance)

Regelmäßige Bronchialtoilette
(Sekretmobilisierung ± Rekrutementmanöver)

PATHOLOGIEEN mit (VV-) ECMO-Indikation

NG:

- Persistierende Pulmonale Hypertension
- Angeborene Zwerchfellhernie (CDH)
- Mekoniumaspiration

SÄUGLING/KK:

- Pulmonale Infektionen (Viruspneumonie!)
- Aspiration
- Acute Respiratory Distress Syndrome (ARDS)

DD zu beachten:

Irreversible letale Krankheiten

- NG Alveolarkapilläre Dysplasie
- NG Surfactant Protein B Mangel
- (Zystische Fibrose)

ECMO eventuell auch als “bridge-to-transplant”

KONTRAINDIKATIONEN

ABSOLUT

- Letale Chromosomenanomalien (Trisomie 13 od. 18)
- massive neurologische Schädigung (Intrakranielle Hirnmassenblutung)
- Allogene KMTx mit Lungeninfiltraten
- Inkurable Malignome

RELATIV

- Beatmungsdauer >14 days
- Rezente neurochirurgische Eingriffe oder intrakranielle Blutungen (innerhalb der letzten 7 Tage – Rücksprache Neurochirurgie)
- Vorbestehende chronische Erkrankung mit schlechter Prognose

HOCHRISIKOPATIENTEN

Säuglingsalter

- **Pertussis**pneumonie
- disseminierte **Herpes simplex** Infektion
- **Zytomegalievirus** Infektionen

Multiorganversagen

Koagulo- bzw. Thrombozytopenie

KLINISCHE INDIKATIONSSTELLUNG

Entscheidung basiert auf:

- Grunderkrankung
- Beatmungsaufwand
- Dynamik der pulmonalen Verschlechterung
- Erfolg ergänzender Maßnahmen:
 - permissive Hyperkapnie
 - Bauchlage
 - Hochfrequenzbeatmung



Entscheidungshilfen:

- $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ ratio: $< 60 - 80$
- $\text{OI} = \text{mean airway pressure (cmH}_2\text{O)} \times \text{FiO}_2 (\%): \text{PaO}_2 (\text{mmHg}) > 40$
- $\text{MAP} > 20\text{-}25 \text{ cmH}_2\text{O}$ an konvent. Beatmung
- $\text{MAP} > 30 \text{ cmH}_2\text{O}$ an HFOV
- Hinweis auf iatrogenes Barotrauma od. Hyperkapnisches Versagen: therapierefraktäre respiratorische Acidose ($\text{pH} < 7.1$) (z.B. refraktäres Asthma)

... aber immer fallbezogen und individuell !

FORMEN der VenoVenösen-ECMO

1. ZWEISEITIGE KANÜLIERUNG (Single-lumen-KANÜLE)

A.) ANATOMISCHE VERHÄLTNISSE
LEISTENGEFÄßE

B.) EFFIZIENZ-REZIRKULATION

A.) ANATOMISCHE VERHÄLTNISSE LEISTENGEFÄßE

Klein MD: Venovenous perfusion in ECMO for newborn respiratory insufficiency. A clinical comparison with venoarterial perfusion.

Ann Surg 1985; 201:520–526

... **VV ECMO** has the **disadvantage** of requiring ligation of the femoral vein with the known long-term **complication of venous** insufficiency.... The added groin dissection also increases the **time** required for cannulation...

The ELSO “Red Book,” ... risk of damage to the leg due to **neurovascular compromise**...

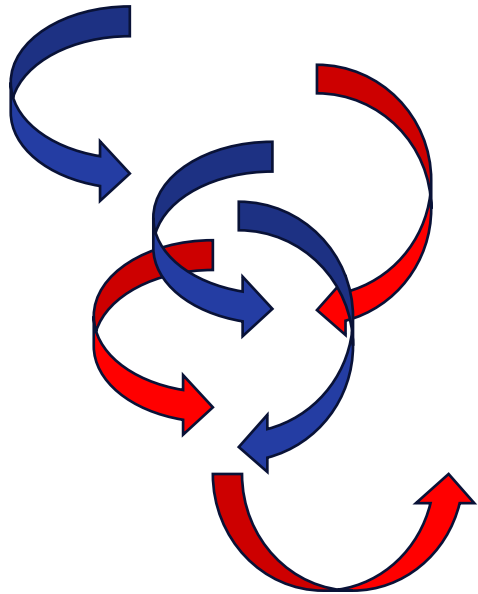
Lillie J.: Multisite Veno-Venous Cannulation for Neonates and Nonambulatory Children. PCCM 2021;22(8) 692-700

n = 12, Gewicht 3.6 (2.8–6.1) kg

Vj-Vf was performed safely in patients under 10kg with the smallest weighing 2.1 kg. Although there was occlusion of the CFV in patients post decannulation, subsequent follow-up demonstrated no clinical implications...

B.) EFFIZIENZ-REZIRKULATION

- AF (Atrio-Femoral)
- FA (Femoro-Atrial)



?

Rich PB: A PROSPECTIVE COMPARISON OF ATRIO-FEMORAL AND FEMORO-ATRIAL FLOW IN ADULT VENOVENOUS EXTRACORPOREAL LIFE SUPPORT JTCVS 1998; 116 (4)

Wechsel zwischen FA und AF Anordnung
Durch Einbringen einer Brücke in ECMO-System

9 Patienten:

	Max ECMO-flow	PA-Sättigung
Femoro-Atrial	5.0 l/min	89.9%
Atrio-Femoral	4.6 l/min	83.2%

→ **ELSO-Registry**

Ling SK: COMPARISON OF ATRIO-FEMORAL AND FEMORO-ATRIAL VENOVENOUS ECMO IN ADULT. Perfusion 2022; 37 (1)

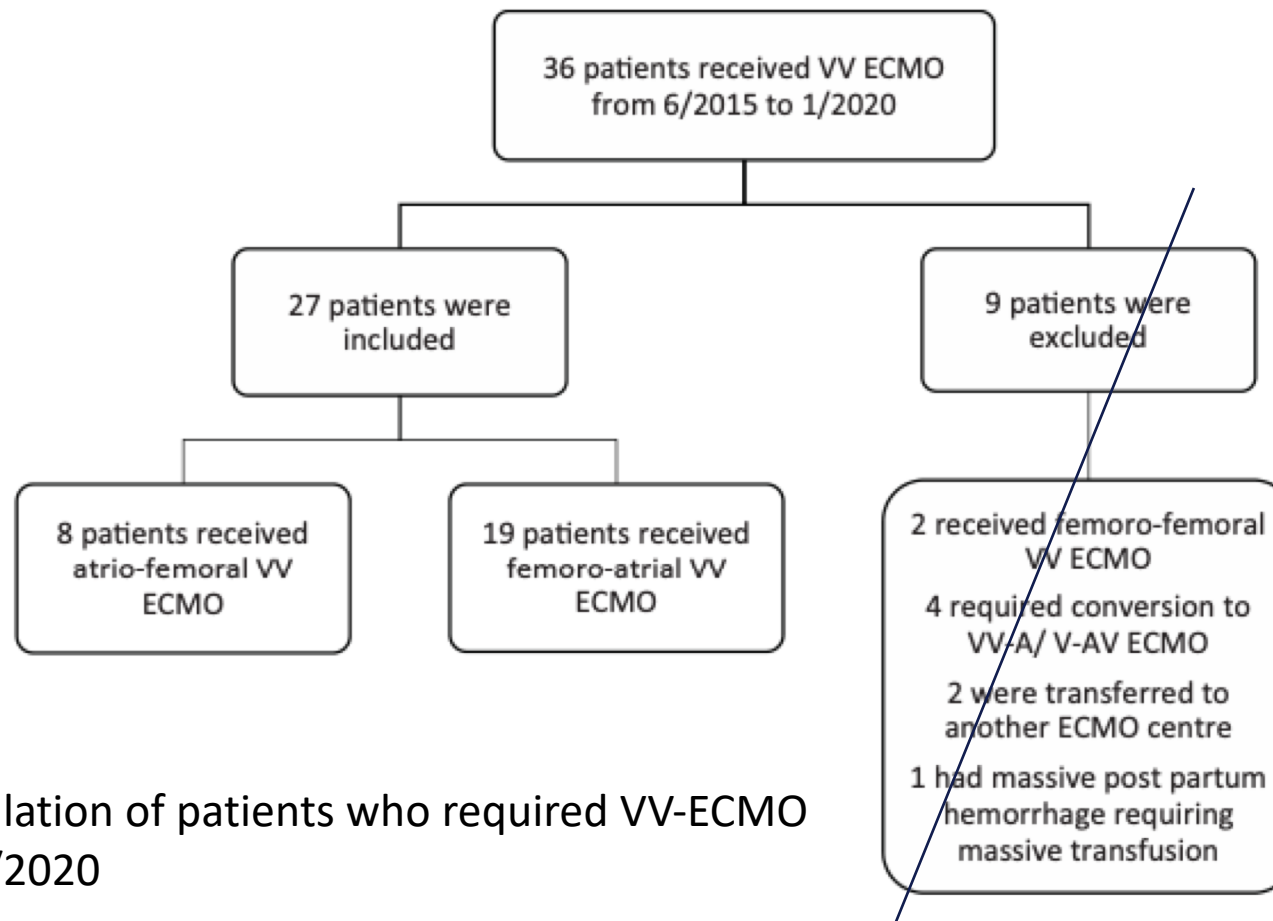


Fig.1: Study population of patients who required VV-ECMO from 6/2015 to 1/2020

Ling SK: COMPARISON OF ATRIO-FEMORAL AND FEMORO-ATRIAL VENOVENOUS ECMO IN ADULT. Perfusion 2022; 37 (1)

	Max ECMO-flow	Bilanz Flüssigkeit	Wach-ECMO
Femoro-Atrial	3.52 ± 0.5 l/min	3.46 ± 1.9 l	21.1%
Atrio-Femoral	4.08 ± 0.5 l/min	1.16 ± 2.0 l	62.5%

Atrio-femoral configuration in VV ECMO was associated with a higher maximum achieved ECMO flow, less fluid gain in first 3 days of ECMO and more successful awake ECMO.

Parker LP: CANNULATION CONFIGURATION AND RECIRCULATION IN VENOVENOUS ECMO. Scientific reports 2022;12:16379

3 D Kunststoffmodell (Gefäße, Rechtsherz)
Computerisierte Strömungsmodelle mit Berechnung der Strömungsmechanik.

Ziel:

1. Bestimmung der **Rezirkulation AF vs. FA-Modus** unter idealen Verhältnissen
2. Einfluss von **Ansaugen der Kanüle**
3. Einfluss der **Kanülenposition**

- **Rezirkulationsrate:** Null bei ECMO-flow 2 l/min
- ECMO-Fluss ↑: **Rezirkulation** steigt im **AF-Modus** (=Abnahme der ECMO Effektivität)
- Unterschiedliche turbulente Energie
- **IVC-Kollaps (FA-Modus):** (okkludierte Seitöffnungen) höhere Rezirkulationsraten bei **allen** ECMO-Flussraten
- **Kanülenposition (AF):** keinen Einfluss auf Rezirkulationsrate
 - ...in all scenarios considered, the supply of venous return blood appears to be the most important factor in ECMO *Rf* regardless of cannula positioning...

FORMEN der VenoVenösen - ECMO

2. EINSEITIGE KANÜLIERUNG (Doppellumenkanüle)

Preoperative ECMO in Congenital Cyanotic Heart Disease Using the AREC System

Gerhard Trittenwein, MD, Gerhard Fürst, MD, Johann Golej, MD, Karola Frenzel, MD, Gudrun Burda, MD, Michael Hermon, MD, Manfred Marx, MD, Gregor Wollenek, MD, and Arnold Pollak, MD

Departments of Neonatology and Critical Care and Cardiac and Thoracic Surgery, University Hospital of Vienna, Vienna, Austria

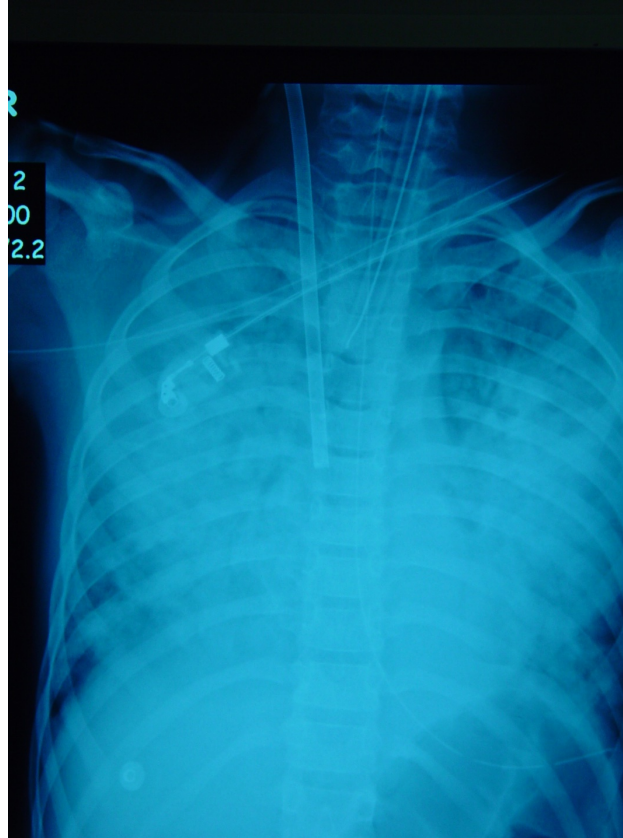
Ann Thorac Surg 1997;63:1298-1302

DOPPELLUMEN - KANÜLEN

ORIGEN®
KENDALL®
AVALON®

*Journal of Cardiothoracic and
Vascular Anesthesia* 2018

*Moscatelli A.: Pediatr Crit Care
Med* 2019; 20:551–559



Komplikationen Literatur

Fehllage/Flowprobleme

9.4% - 52.0%

Nachpositionieren

6.3% - 40.0%

Vorhofperforation

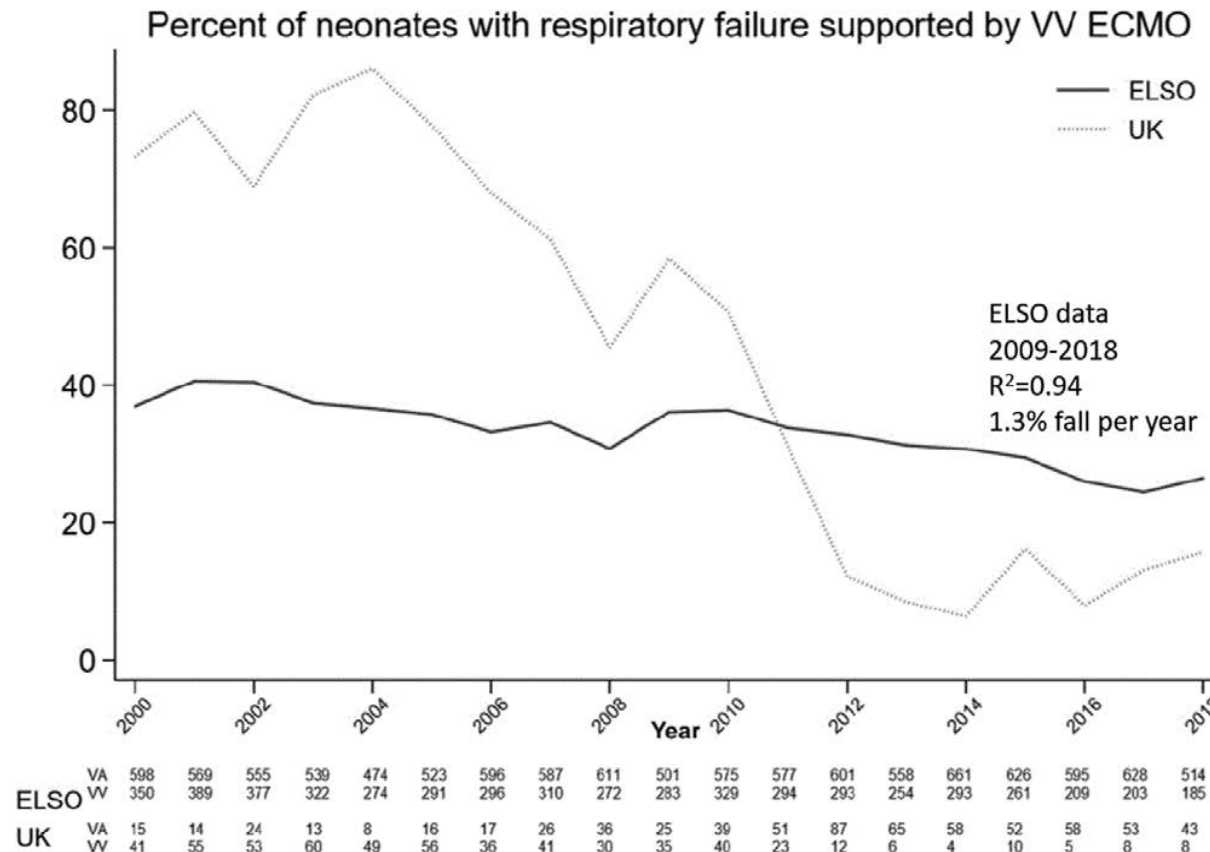
2.3% - 7.0%

Hirnblutung

- 15.6%

Factors Behind Decline of Venovenous Extracorporeal Membrane Oxygenation to Support Neonatal Respiratory Failure

Pediatr Crit Care Med 2020;
21:e502–e504



Conclusions: The majority of U.K. centers are unable to provide venovenous extracorporeal membrane oxygenation for neonates due to concerns with availability and suitability of dual lumen cannulae.

Welches Verfahren ist im VV-Modus besser?

Einseitig (Doppellumenkatheter)
oder
Zweiseitig (Singlelumenkatheter)

?

Veno-venous two-site cannulation versus veno-venous double lumen ECMO: complications and survival in infants with respiratory failure

**MICHAEL HERMON • JOHANN GOLEJ • GEHAN MOSTAFA
GUDRUN BURDA • REGINA VARGHA • GERHARD TRITTENWEIN**

MICHAEL M HERMON (✉) •
JOHANN GOLEJ •
GEHAN MOSTAFA •
GUDRUN BURDA •
REGINA VARGHA •

GERHARD TRITTENWEIN
Division of Neonatology
Pediatric Intensive Care
and Neuropediatrics

Medical University of Vienna
Währinger Gürtel 18-20
1090 Vienna, Austria

Phone: 0043-1-40400-3155

Fax: 0043-1-40400-3174

E-mail: michael.hermon@meduniwien.ac.at

Complication type	VVMS complications n = 2286	VVDL complications n = 2404	P- value
Mechanical	515 (22.5%)	629 (26.2%)	0.004
Clot	292/515 (56.7%)	341/629 (54.2%)	0.403
Cannula problem	73/515 (14.2%)	159/629 (22.3%)	<0.001
Hemorrhagic	337 (14.7%)	334 (13.9%)	0.428
GI hemorrhage	30/337 (8.9%)	17/334 (5.1%)	0.069
Cannula site bleeding	171/337 (50.7%)	155/334 (46.4%)	0.280
Surgical site bleeding	67/337 (19.9%)	66/334 (19.8%)	1.000
DIC	22/337 (6.5%)	34/334 (10.2%)	0.095
Neurologic	95 (4.2%)	94 (3.9%)	0.710
Seizure	14/95 (14.7%)	33/94 (35.1%)	0.001
CNS infarct	20/95 (21.1%)	15/94 (16.0%)	0.454
CNS hemorrhage	38/95 (40.0%)	38/94 (40.4%)	1.000
Renal	361 (15.8%)	309 (12.9%)	0.005
Acute kidney injury	97/361 (26.9%)	46/309 (14.9%)	<0.001
Hemodialysis required	46/361 (12.7%)	39/309 (12.6%)	1.000
Hemofiltration required	178/361 (49.3%)	168/309 (54.4%)	0.215
Cardiovascular	497 (21.7%)	587 (24.4%)	0.032
Inotropes required	286/497 (57.5%)	329/587 (56.0%)	0.623
CPR required	29/497 (5.8%)	45/587 (7.7%)	0.277
Arrhythmia	35/497 (7.0%)	37/587 (6.3%)	0.627
Tamponade	14/497 (2.8%)	30/587 (5.1%)	0.064

Outcomes comparing dual-lumen to multisite venovenous ECMO in the pediatric population: The Extracorporeal Life Support Registry experience.

Neue prospektive Studien mit modernem ECMO-Setting notwendig!

I.J. Zamora et al. / Journal of Pediatric Surgery 49 (2014) 1452–1457

KONKLUSIO

- VV-ECMO ist wertvolle Therapieoption beim hypoxämischen/hyperkapnischen Lungenversagen
- Wahl des VV-Verfahrens abhängig von **Zentrumsexpertise**
- Für gutes OUTCOME ist **frühe** korrekte Indikationsstellung und **Patientenauswahl** essentiell
- Pro futuro:
Studien über
 - optimalen Behandlungsbeginn
 - Verbesserungen des Equipments
 - anti-inflammatorische Medikation

DANKE !