

Extrakorporale Verfahren



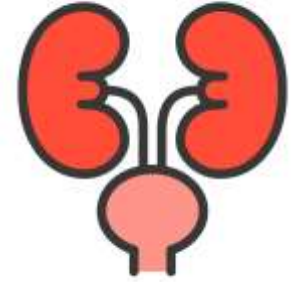


**Septisches Kind. Mehrfach Volumen
erhalten. Noradrenalin und Hauch
Adrenalin. Hat keinen Harn.**

① Start presenting to display the poll results on this slide.

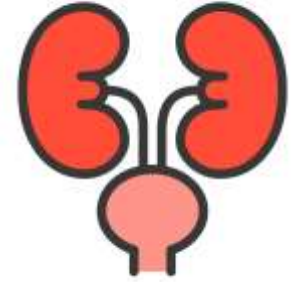
Akute Niereninsuffizienz

Definition KDIGO



AKI	KREATININ	HARN AUSSCHIEDUNG
1	SCr rise ≥ 0.3 mg/dL within 48 hr or an increase in creatinine of $\geq 50\%$ within 7 day	>0.5 and ≤ 1 mL/kg/hr
2	Increase in creatinine of $\geq 100\%$	>0.3 and ≤ 0.5 mL/kg/hr
3	Increase in creatinine of $\geq 200\%$ or SCr ≥ 4 mg/dL or receipt of dialysis or eGFR < 35 mL/min/1.73 m ² (neonatal cut-off, SCr > 2.5 mg/dL)	≤ 0.3 mL/kg/hr

AKI Definition



Prärenal

- Abdominales Compartment
- Hepatorenales Syndrom
- Nierengefäß-Thrombose
- Volumenmangel

Intrinsisch

- Akute tubuläre Nekrose
- Glomerulonephritis
- Tumorlyse
- Akute interstitielle Nephritis
- HUS
- Pyelonephritis
- Rhabdomyolyse
- Nephrotoxische Medikamente

Postrenal

- Abflusshindernis (v.a. Einzelniere)
- Bilaterale Ureterstenose
- Urethralstenose

Indikationen für Akutdialyse

Volumenüberladung

- Lungenödem
- Herzinsuffizienz
- Refraktäre Hypertension
- Oligurie

Elektrolytveränderung

- Hyperkaliämie > 7.0
- Hypo/Hybernatriämie
- Schwere metabolische Azidose

Toxine

- Urämie
- Kreatinin
- Hyperurikämie
- Exogene Toxine: Lithium, Salicylate, Ethanol
- Ethylenglykol, Aminoglykoside
- Vergiftungen

Stoffwechselerkrankungen

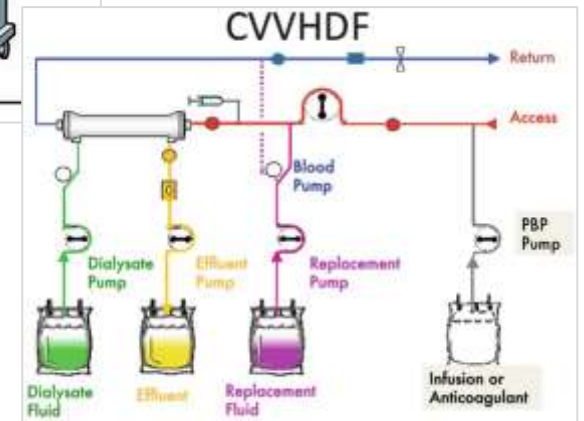
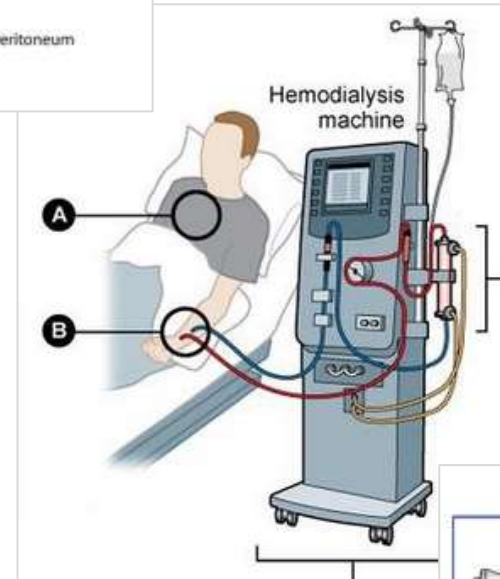
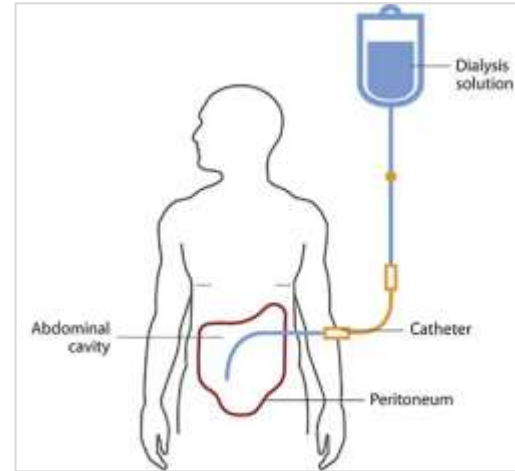
- Encephalopathie
- Hyperammonämie

Wie dialysieren?

PD

IHD

CRRT



Wie dialysieren?

PD

Peritoneal Dialyse

IHD

Intermittierende Hämodialyse

CRRT

Continuous Renal Replacement
Therapy

Wie dialysieren? VORTEILE

PD

- Langsamere Verschiebungen (Elyte, Flüssigkeit)
- Kein Gefäßzugang notwendig
- Keine systemische Antikoagulation

IHD

- Rascheste Entfernung möglich
- Exzellent für schwere metabolische Erkrankungen

CRRT

- Flussraten individualisierbar

Wie dialysieren? **NACHTEILE**

PD

- Nicht geeignet für schwere metabolische Veränderungen oder Intoxikationen
- KI: Bauchwanddefekte oder rezente Bauch-OP
- Risiko Peritonitis
- Hyperglykämie

IHD

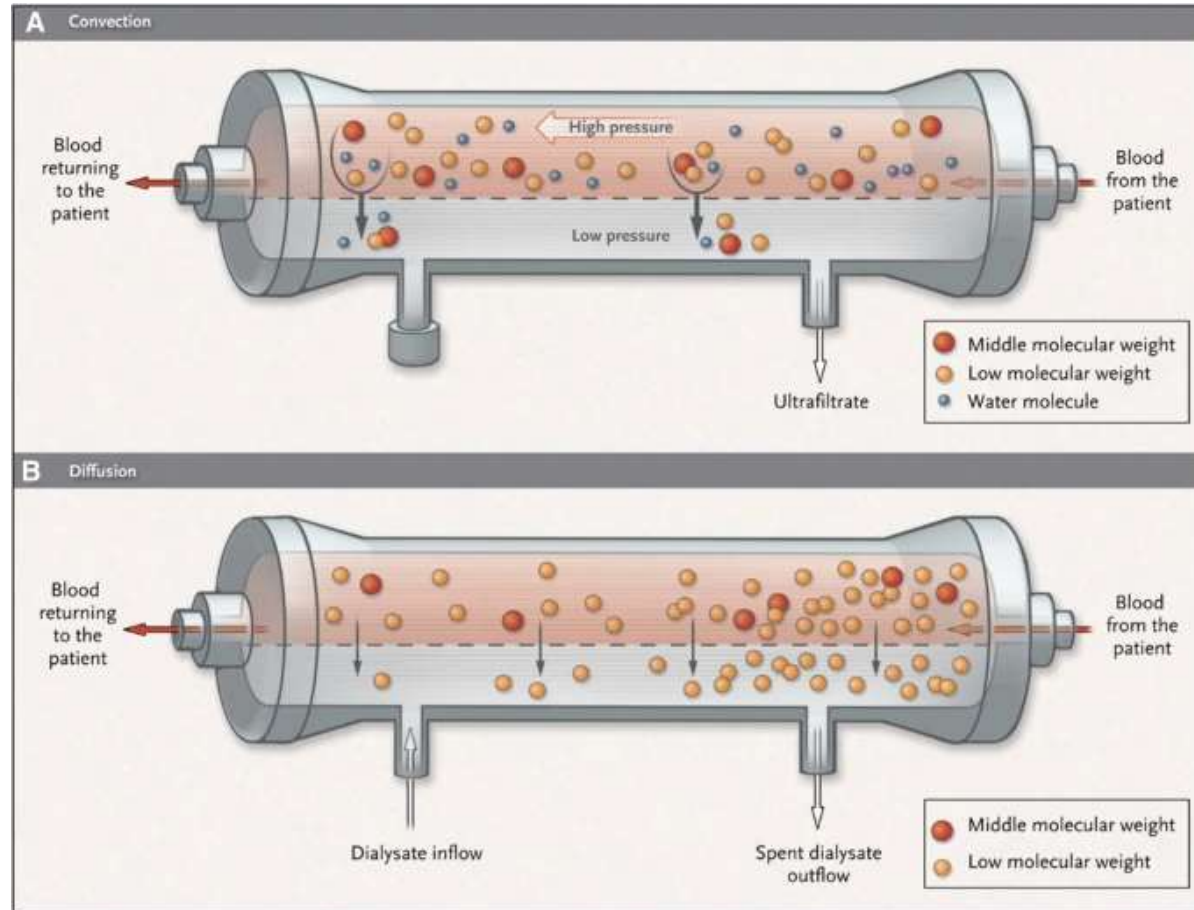
- Nicht ideal falls rasche Flüssigkeitsveränderungen nicht vertragen werden
- Dialysekatheter erforderlich

CRRT

- Dialysekatheter erforderlich
- Medikamentendosierungen verändern (v.a. falls wasserlöslich, geringes Molekulargewicht, nicht protein-gebunden)
- Teils hohe Kalium- und Phosphatverluste

Prinzipien CRRT

KONVEKTION

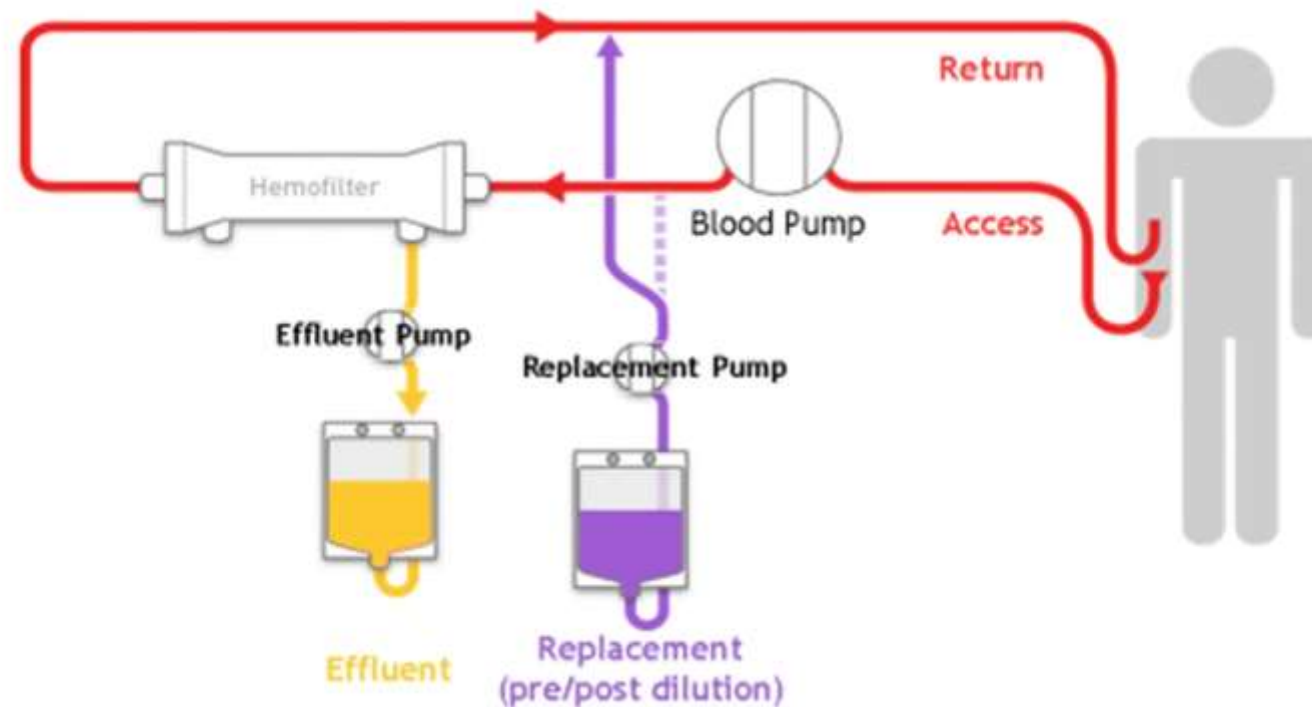


DIFFUSION

Arten

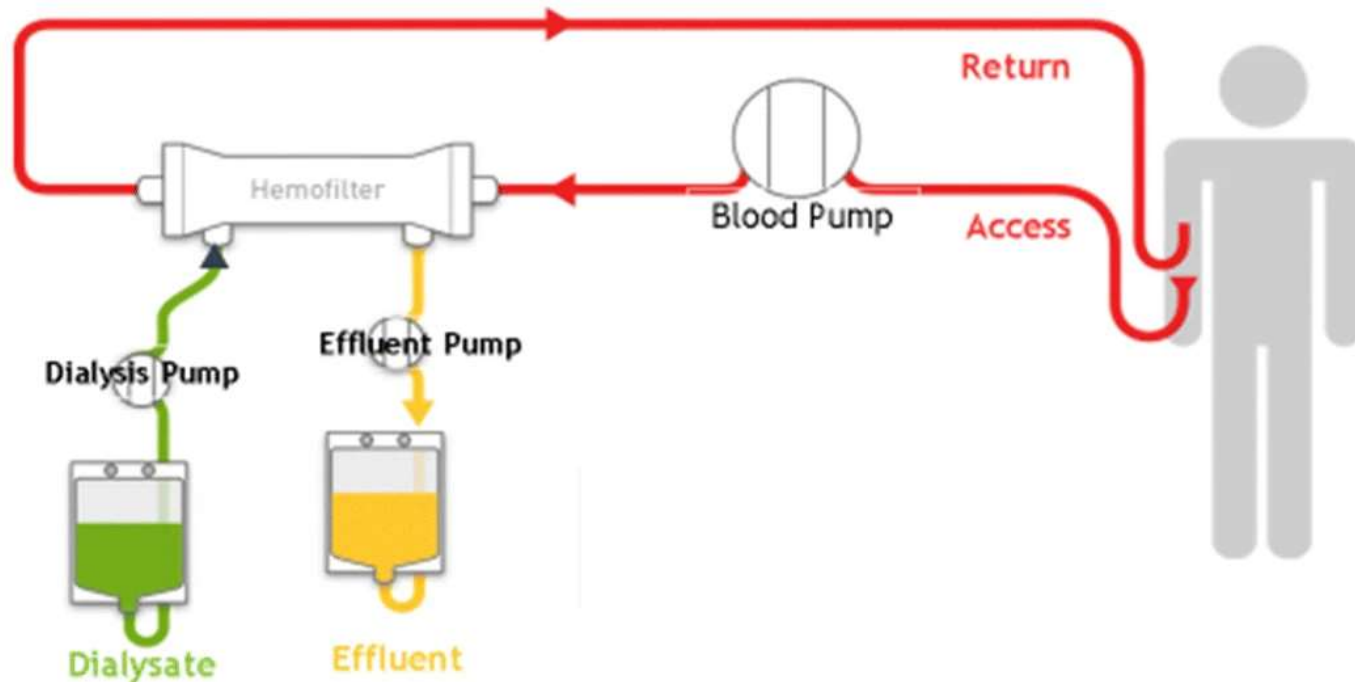
CRRT

Continuous Venovenous Hemofiltration (CVVH)



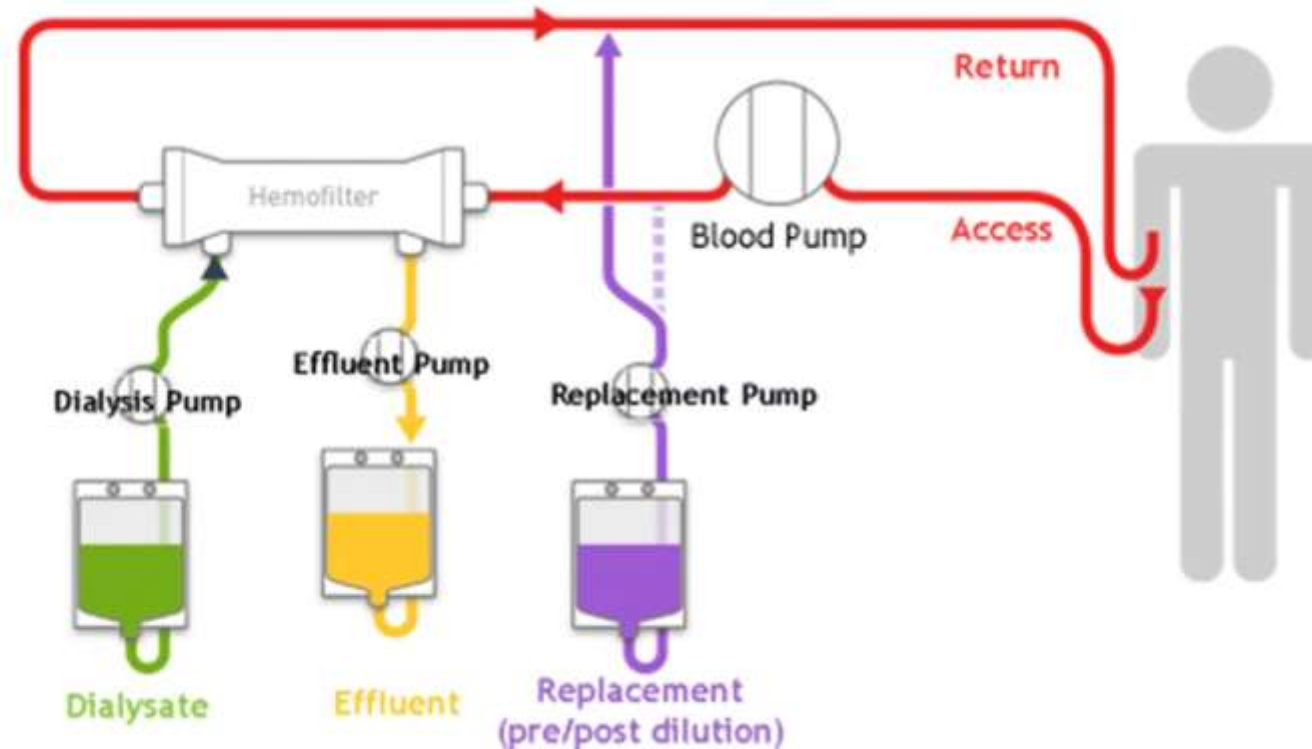
Arten CRRT

Continuous VenoVenous HemoDialysis (CVVHD)



Arten CRRT

Continuous VenoVenous HemoDiaFiltration (CVVHDF)



TECHNISCHE ASPEKTE

Dialysekatheter

Pumpen

Hämofilter

Gerinnungshemmung

Heizung



E XTRA

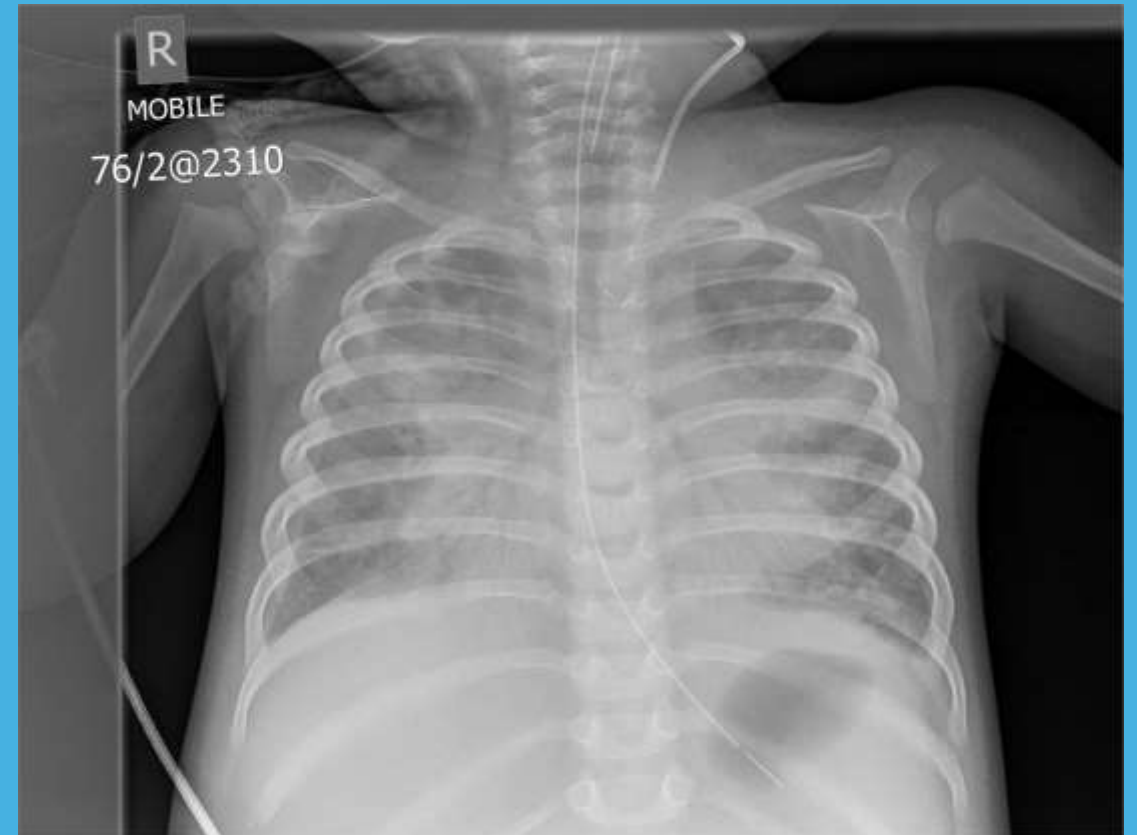
C ORPORALE

M EMBRAN

O XYGENIERUNG

Fall

- 2jähriges Kind, AdenoV Infektion
- Beatmung Druckkontrolliert:
Freq 30/min PEEP 10, PIP 20,
Sättigung 88%, 100% FiO₂
- pCO₂ 70mmHg
- Dobutamin mit 5 mcg/kg/min



slido

Please download and install the
Slido app on all computers you use

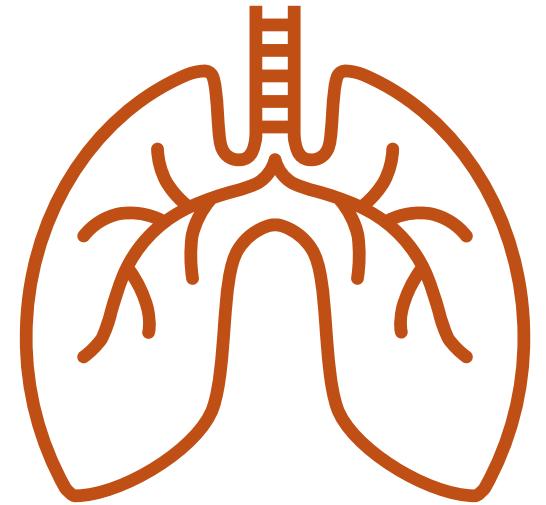


2jähriges Kind, AdenoV Infektion
Beatmung Druckkontrolliert: Freq 30/min PEEP 10,
PIP 20, Sättigung 88%, 100% FiO2
pCO2 70mmHg
Dobutamin mit 5 mcg/kg/min
-> was als nächstes?

① Start presenting to display the poll results on this slide.

Indikationen für ECMO – respiratorisches Versagen

- Neonatale persistierende pulmonale Hypertension (PPHN)
- Mekoniumaspiration (MAS)
- Zwerchfellhernie (CDH)
- Paediatric acute respiratory distress syndrome (pARDS)
- Schwere Störung des Gasaustauschs wie zb. akutes schweres Asthma



slido

Please download and install the
Slido app on all computers you use



Die Kollegin im Zentrum fragt nach dem OI. Das Kind an der Beatmung sättigt derzeit 90% mit 100% Sauerstoff und einem MAP von 20 cmH2O. Der OI ist damit

① Start presenting to display the poll results on this slide.

Arterielle BGA: **pO₂ 66mmHg**

Sättigung 90%, 100% FiO₂ MAP 20 cmH₂O

Wie hoch ist der OI?

- 10
- 20
- 30
- 40
- 50

slido

Please download and install the
Slido app on all computers you use



**Arterielle BGA: pO₂ 66mmHg,
Sättigung 90%, 100% FiO₂ MAP 20
cmH₂O Wie hoch ist der OI?**

① Start presenting to display the poll results on this slide.

FORMEL

OXYGENIERUNGSINDEX OI

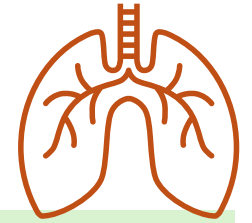
$$= \text{FiO}_2 (\%) \times \text{MAP (cmH}_2\text{O)} / \text{Post duktale PaO}_2 \text{ (mmHg)}$$

ALTERNATIVEN

OSI $\text{FiO}_2 \times \text{MAP} / \text{SaO}_2 (\%)$

PF-RATIO $\text{PaO}_2 / \text{FiO}_2 \text{ Ratio (mmHg)}$

Entscheidungshilfen - pulmonal



NEONATAL

OI > **40** für >**4h**

OI > **20** mit fehlender Verbesserung trotz längerdauernder max. konvent. Therapie für > **24h**

Schweres hypoxisches respiratorisches Versagen mit akuter Dekompensation (**paO2 < 40**)

progredientes respiratorisches Versagen

pulmonale Hypertension mit Nachweis einer RV-Dysfunktion oder anhaltend hoher Bedarf an Inotropika

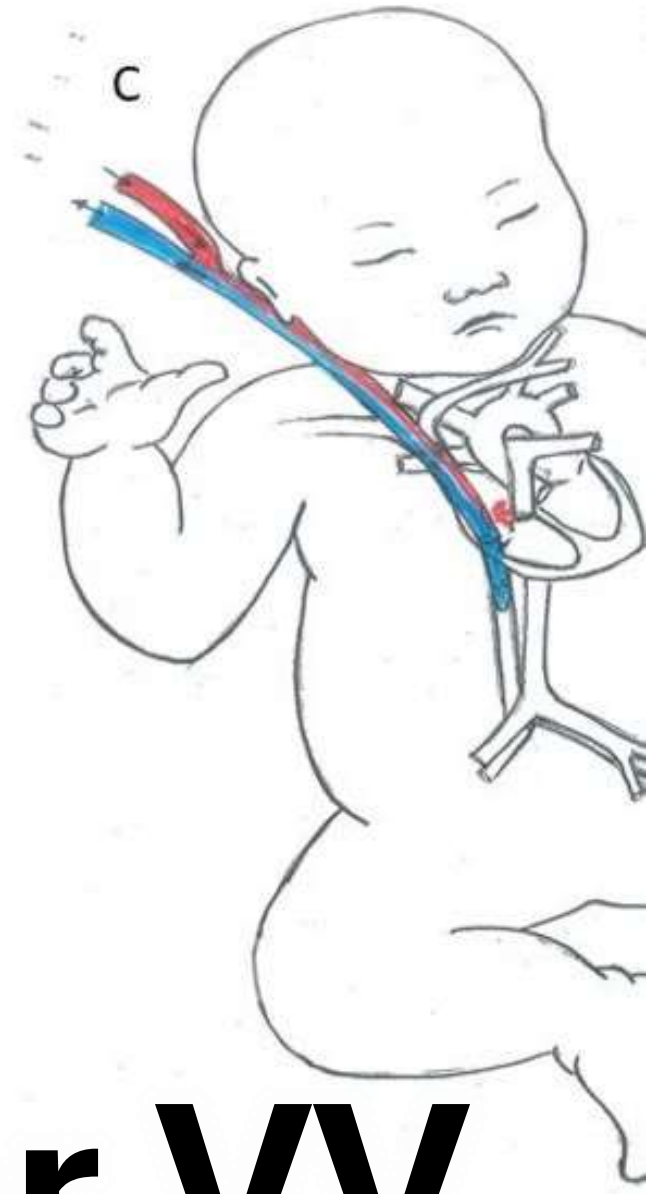
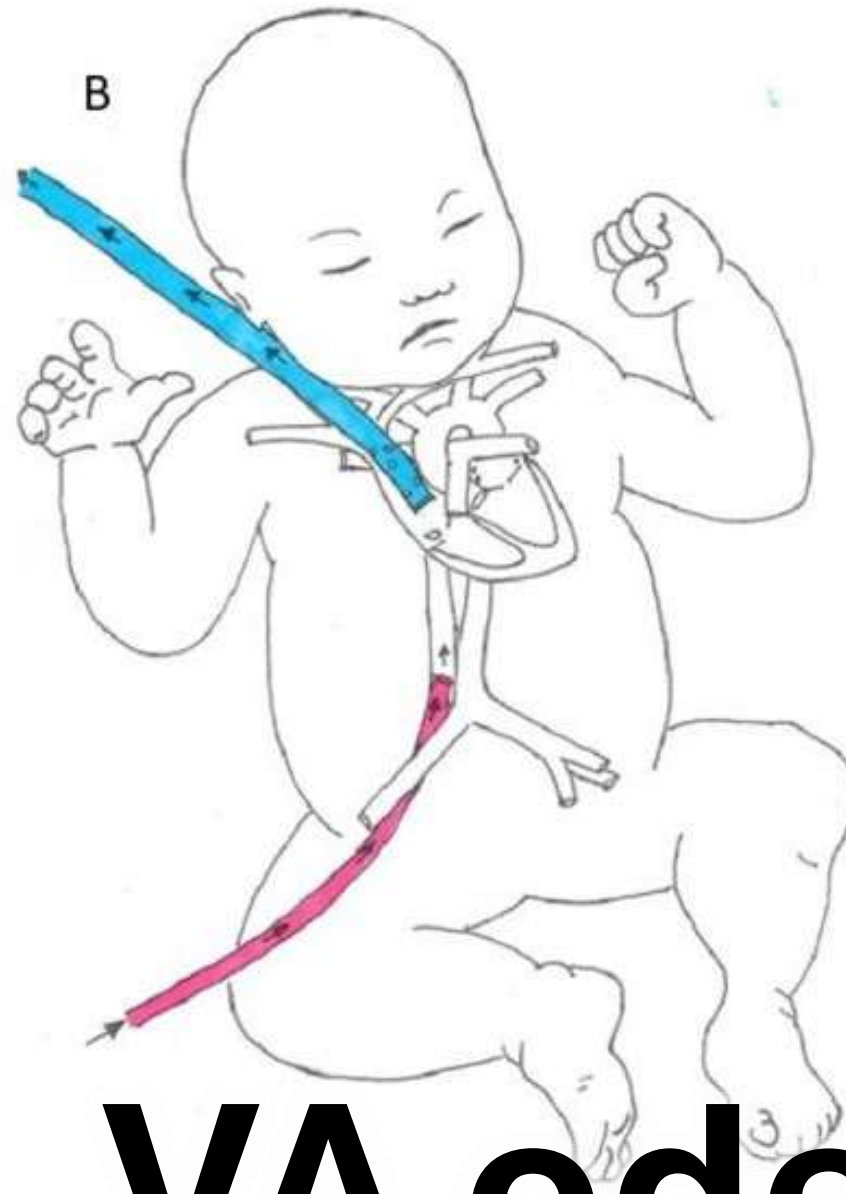
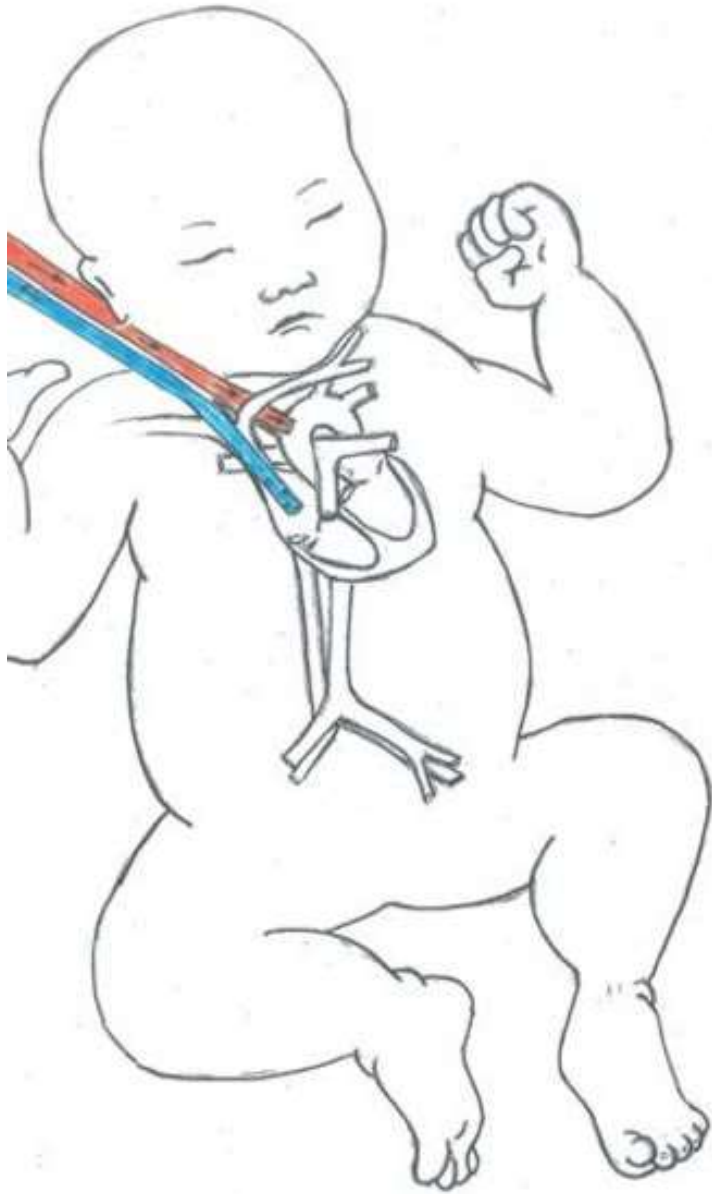
PÄDIATRISCH

OI > **40** oder $\text{paO}_2/\text{FiO}_2 = < \text{60-80}$

Hyperkapnisches Versagen mit persistierender respiratorischer Acidose ($\text{pH} < \text{7,1}$)

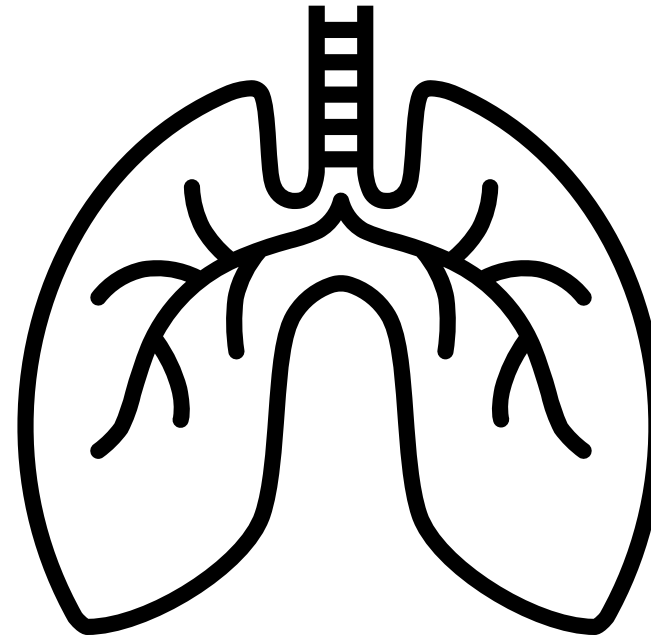
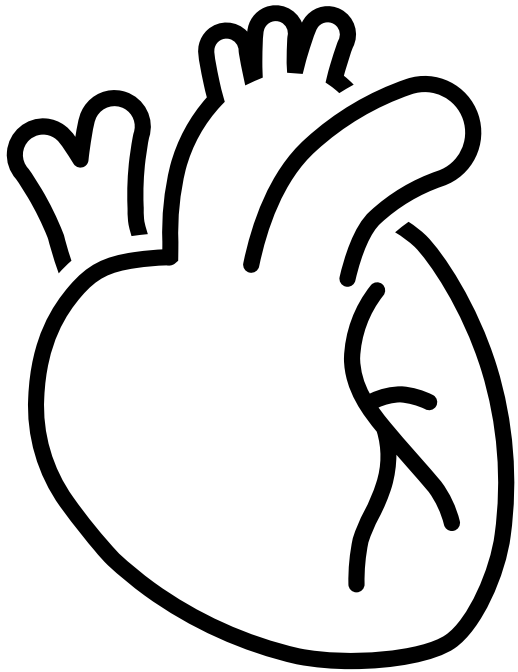
Kein Ansprechen auf max. konventionelle Therapie (HFOV, iNO, Bauchlage)

Erhöhte Beatmungsdrücke (MAP: > **20-25** an konventioneller Beatmung, > **30** an HFOV)

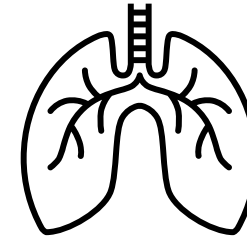
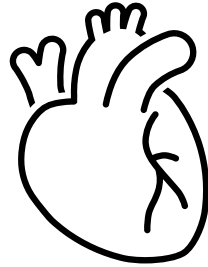


VA oder VV

Zirkulatorisch vs. Respiratorisch



Vergleich

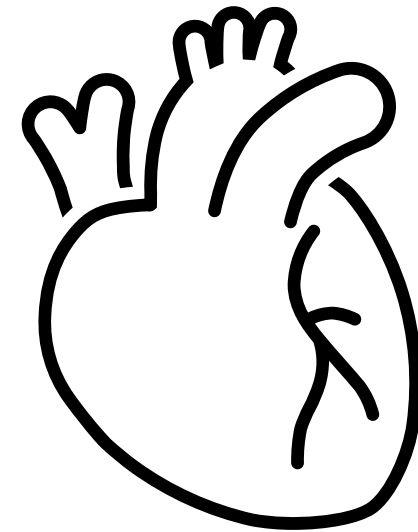


	VA-ECMO (zirkulatorisch)	VV-ECMO (respiratorisch)
Blut aus	Venöser Zirkulation	Venöser Zirkulation
Blut nach	Arterielle Zirkulation (Aorta)	Venöse Zirkulation (VJI re / V.fem.)
Direkte kard. Unterstützung	Ja	Nein
Sauerstoffabgabe	Exzellente systemisch	Gemischtes Blut (Venös und ECMO Blut)
Embolierisiko	Systemisch, vor allem Gehirn	Für die Lunge
Risiko zerebraler Schädigung	Höher	Niedriger
Dauer der Unterstützung	Tage	Tage bis Wochen
Pädiatrie (durchschnittlich)	7 Tage	14 Tage

Indikationen für ECMO - Herzversagen

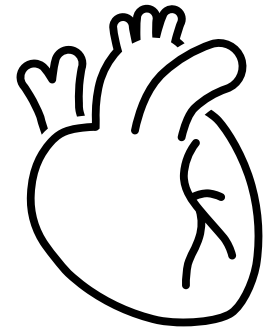
Reversible myokardiale Dysfunktion +/- zirkulatorisches Versagen

- Post herzchirurgisch
- Therapierefraktäre Arrhythmien
- Myokarditis
- Kardiomyopathie
- Intoxikation
- Schwere Elektrolytstörung
- Sepsis



Bridging für HTX oder Kunstherz

Entscheidungshilfen - zirkulatorisch



- Laktat kont. $> 5\text{mmol/l}$
- $\text{cvSO}_2 < 50\%$ (low output)
- Therapieresistente pulmonale Hypertension ($\text{SaO}_2 < 60\%$)
- Schwere ventrikuläre Dysfunktion:
 - Inotropie score > 50 über 1h oder > 45 über 8h:

INOTROPIE SCORE

Dopamin (mcg/kg/min) + **Dobutamin** (mcg/kg/min) +
100 x **Epinephrin** (mcg/kg/min) + 100 x **Norepinephrin**
(mcg/kg/min) + **Milrinon** (mcg/kg/min) x 10

TECHNISCHE ASPEKTE

Oxygenator

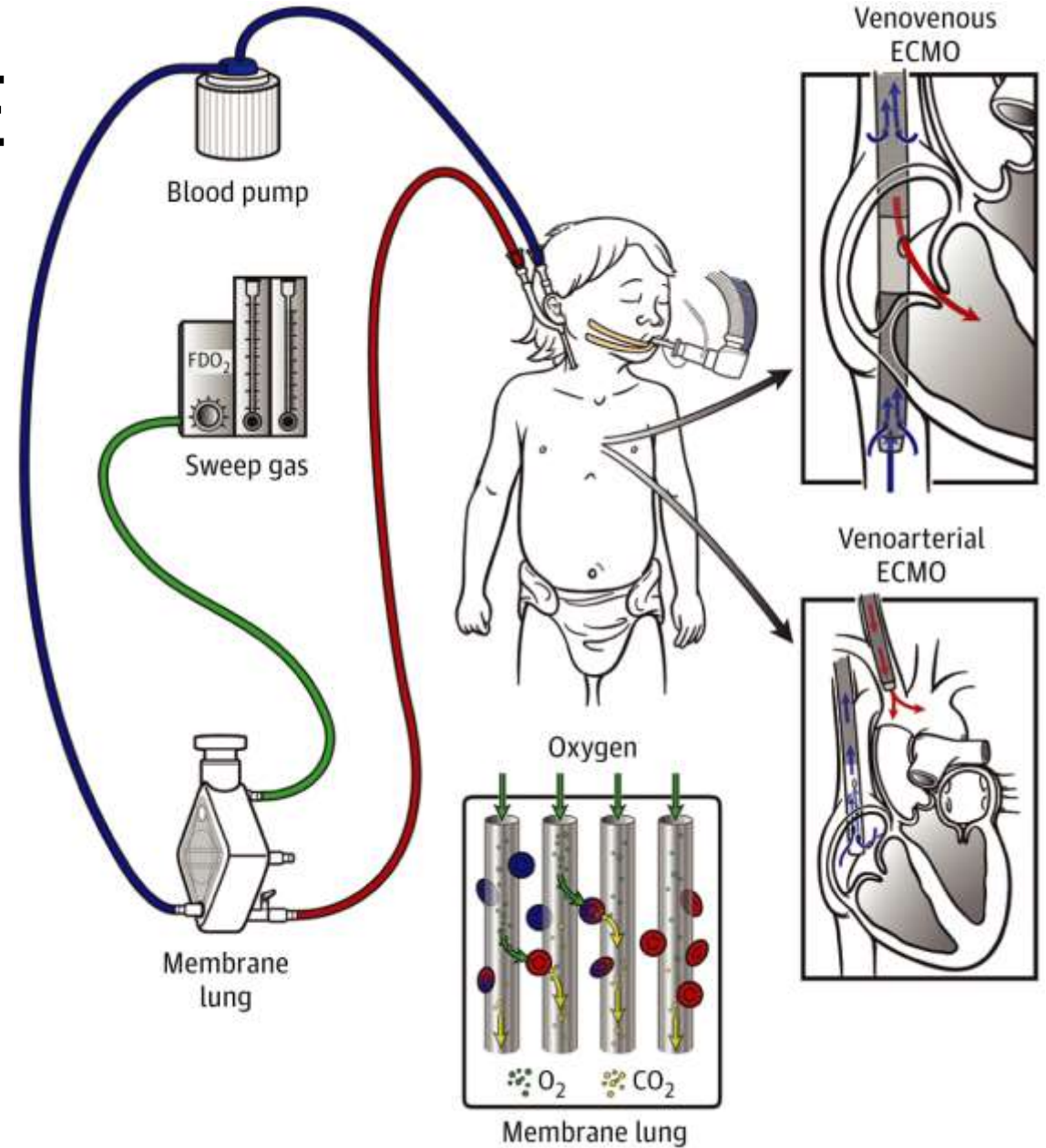
Gaszufuhr

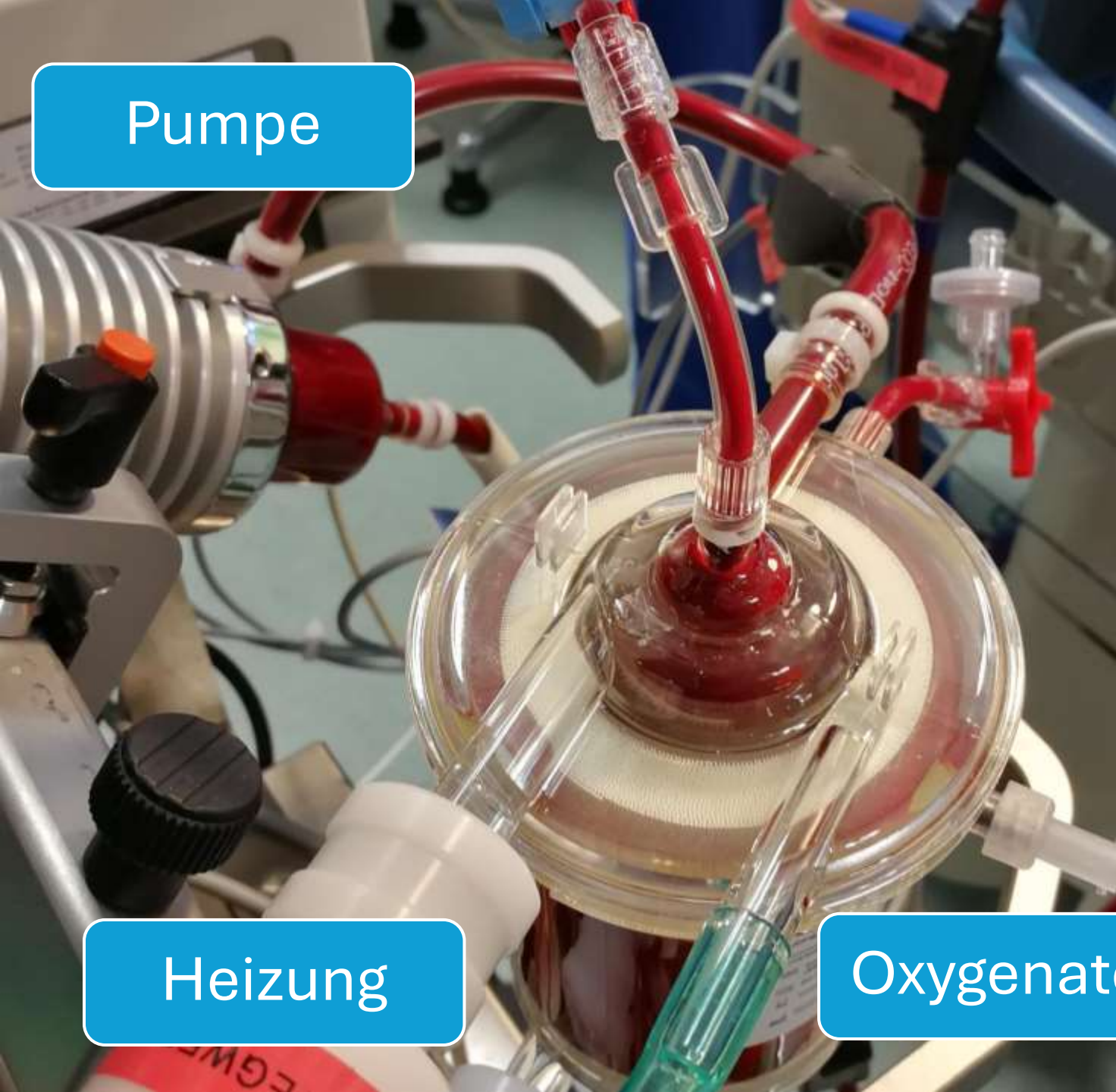
Pumpe

Kanülen

Blutverdünnung

Heizung





Pumpe

A close-up photograph of a medical device, likely a pump and oxygenator, used in extracorporeal circulation. It features a clear plastic housing containing a white mesh-like structure. Red tubes, filled with blood, are connected to the device. A black knob and a white container are visible on the left side.

Heizung

A close-up photograph of a medical device, likely a pump and oxygenator, used in extracorporeal circulation. It features a clear plastic housing containing a white mesh-like structure. Red tubes, filled with blood, are connected to the device. A black knob and a white container are visible on the left side.

Oxygenator

A close-up photograph of a medical device, likely a pump and oxygenator, used in extracorporeal circulation. It features a clear plastic housing containing a white mesh-like structure. Red tubes, filled with blood, are connected to the device. A black knob and a white container are visible on the left side.



Kanülen

A photograph of a patient lying on an operating table, covered with a green surgical drape. A red cannula is inserted into the patient's chest area. A surgeon wearing green scrubs and yellow gloves is visible on the left side of the frame. The patient's face is partially visible, and a black rectangular mark is present on the right side of the image.

OUTCOMES FOR PEDIATRIC ECMO REPORTED TO THE INTERNATIONAL EXTRACORPOREAL LIFE SUPPORT ORGANIZATION REGISTRY 2016–2020

		Survived ECMO (%)	Survived to discharge (%)
Pädiatrisch	Respiratorisch	75	67
	Kardial	75	59
	E-CPR	57	43

KONTRAINDIKATIONEN

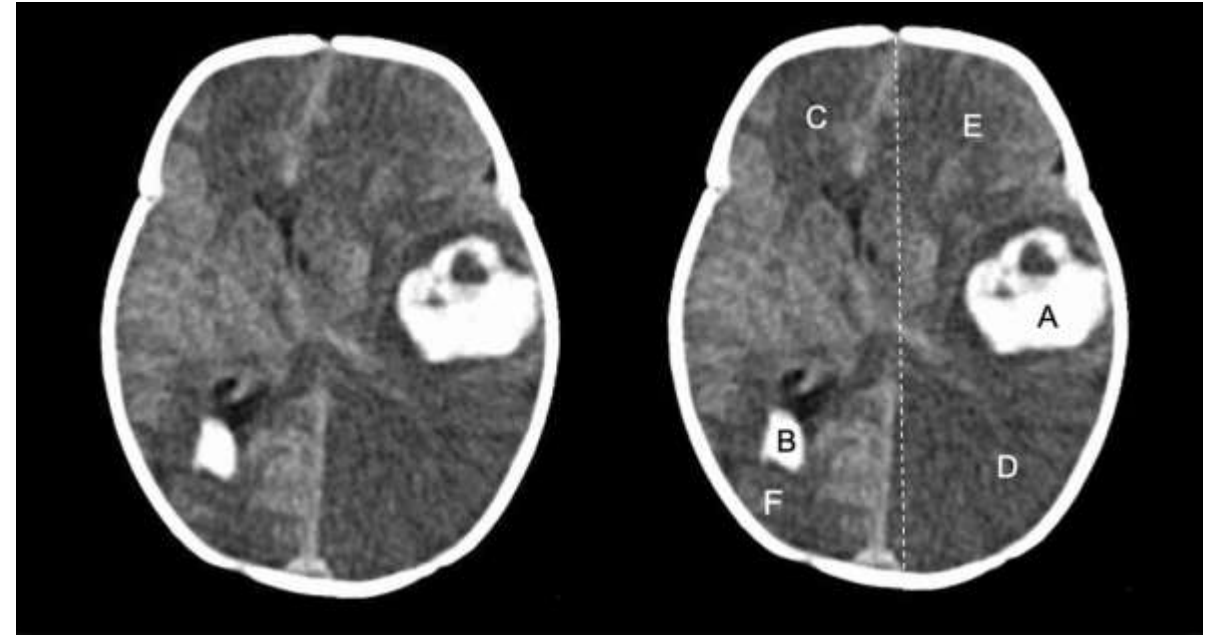
- Schlechte Prognose der primären Erkrankung
- Rezente Neurochirurgische Eingriffe od. intrazerebrale Blutungen (< 7d)
- Pharmakologische Immunsuppression (absolute Neutrophile < 400/mm³)
- Vorangegangene Beatmungsdauer > 14d

Hochrisiko

- Kleinkinder mit Pertussispneumonie oder disseminierter Herpes simplex Infektion
- CMV-Infektion
- Schweres Organversagen
- Schwere Koagulopathie oder Thrombozytopenie



RISIKEN



Blutung

- 5-10%

Gehirnverletzung

Schwer: 5%
Mild – moderat:
20-25%

ECMO Probleme

5-10%

Infektion

5-10%

OUTCOMES

- VV ECMO:
 - 25-40% Mortalität
 - 12% prolonged ECLS (> 21d)
- VA ECMO
 - Mortalität abhängig von Ursache



Image: <https://cats.nhs.uk/>

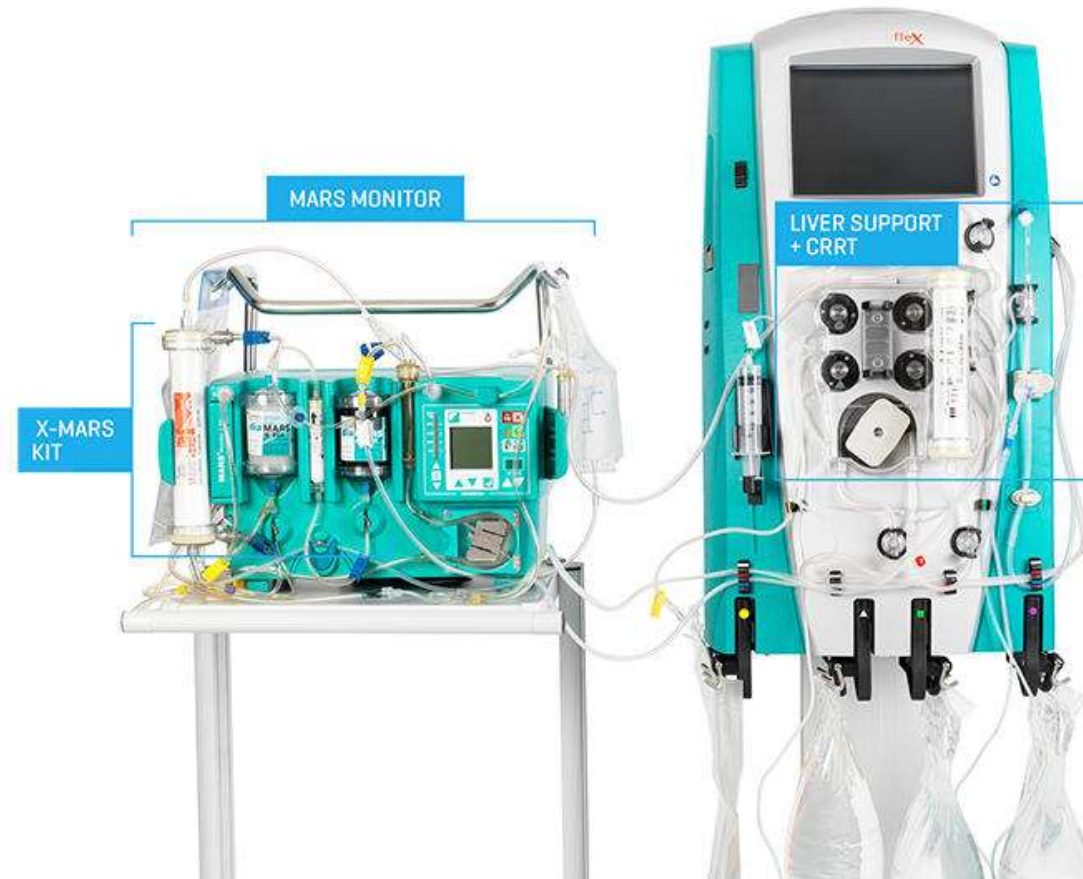
WANN TRANSFERIEREN?

Notwendige Informationen von Zuweiser

- ✓ Alter, Gewicht, SSW, Diagnose, Schwangerschaftsanamnese (falls relevant)
- ✓ Vorheriger Kreislaufstillstand oder Hypoxie/Ischämie (inkl. Dauer)
- ✓ Beatmungsparameter (Dauer), Airleck
- ✓ Oxygenierungsindex ($\text{MAP} \times \text{FiO}_2 \times 100$)/ PaO_2 (in mmHg)
- ✓ Schlechteste BGA und rezenteste BGA (prä/postduktal)
- ✓ kardiovaskuläre Situation
- ✓ Zerebraler US
- ✓ Endorganfunktionen
- ✓ Laborwerte (BB, Gerinnung, Elyte, LFTs, Lactat)
- ✓ Echo und ECG falls durchgeführt

Leberersatz?

MARS - Molecular Adsorbent Recirculating System



Take home

- Richter Moment für CRRT
- ECMO als Brücke