



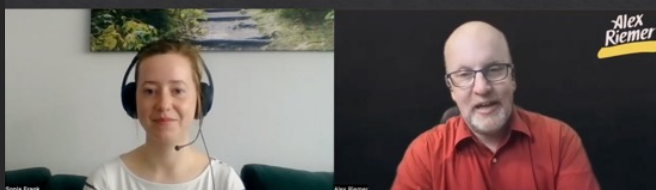
ECMO im CT

Danke

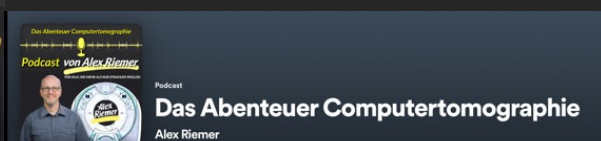
Ich danke Sonja Frank aus der Uniklinik Regensburg von ganzem Herzen, dass sie ihr umfangreiches Wissen über die ECMO-CT mit mir geteilt hat, so dass ich es heute weitergeben kann.

<https://www.youtube.com/user/AlexRiemeTV>

Das Abenteuer Computertomographie Podcast



FÜR ALLE DIE MEHR ALS NUR STRAHLEN WOLLEN!



Jetzt auch bei

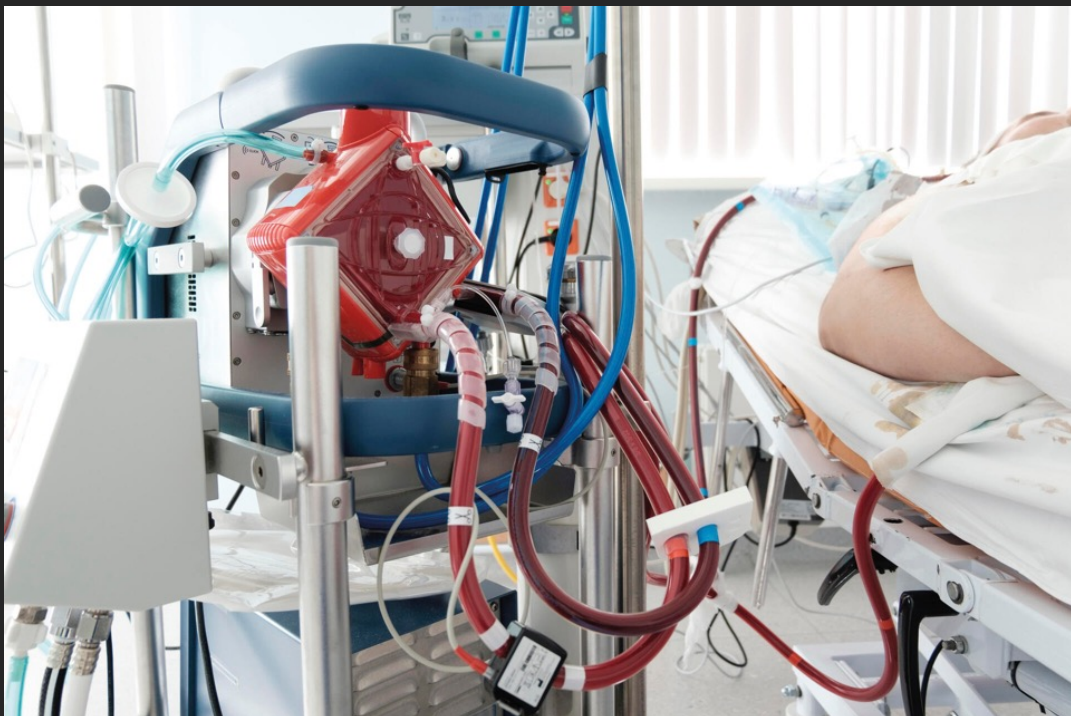




ECMO

Grundlagen

ECMO



Extrakorporale Membranoxygenierung ECMO



- Die ECMO ist eine Form der extrakorporalen Organersatzverfahren und wird auch als „*Extracorporeal Life Support*“, (extrakorporale Lebensunterstützung, ECLS) bezeichnet.
- Die ECMO kann über Tage oder Wochen eine ausreichende Oxygenierung des Blutes gewährleisten und gibt damit der Lunge Zeit, ohne aggressive Beatmung, zu heilen.
- Trotzdem wird die ECMO wegen der hohen technischen und personellen Anforderungen, Kosten und Komplikationsrisiken (z. B. Blutungen) als eine letzte Therapiemöglichkeit (Ultima Ratio) betrachtet.

Extrakorporale Membranoxygenierung ECMO



- Ziel ist es, die physiologische Homöostase (Gleichgewicht der physiologischen Körperfunktionen) aufrechtzuerhalten, damit sich der Patient von seinen Lungenverletzungen oder Infektionen erholen kann, ohne die Lunge beatmungsbedingten Komplikationen auszusetzen.
- Die ECMO Unterstützung dauert normalerweise zwischen 5 und 14 Tagen.

Extrakorporale Membranoxygenierung ECMO



- Ein ECMO ist ein Unterstützungskreislauf und leitet venöses Blut aus dem menschlichen Körper heraus, entfernt das CO₂ aus dem venösem Blut, reichert es mit Sauerstoff an und führt es dem Körper wieder zu.
- Diese Technik ähnelt einer Herz-Lungen-Bypass-Maschine, die bei Erwachsenen und Kindern zur Behandlung von akutem schwerem Atemversagen bei kritisch kranken Patienten eingesetzt wird.

Aufgaben einer ECMO



- Unterstützungssysteme, zur teilweise oder vollständigen Übernahme der Atemfunktionsleistungen für den Patienten außerhalb seines Körpers.
 - VV-ECMO= Übernahme der Lungenfunktion
 - VA-ECMO= Übernahme von Herz- und Lungenfunktion
- Fluss- und Drucküberwachte Drainage leitet das venöse Blut durch eine Pumpe zum Oxygenator
- CO₂-Eliminierung im Oxygenator
- Temperaturregelung im Oxygenator
- Drucküberwachte Rückgabe des sauerstoffreichen Blutes in den Patienten

ECMO im CT - Fragestellungen

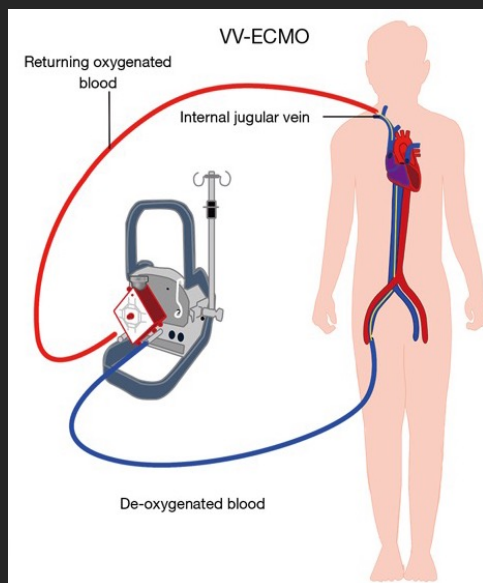
- Die CT-Bildgebung ist ein wesentlicher Bestandteil der anfänglichen Patientenbewertung.
- Alle Patienten, die für eine ECMO in Betracht gezogen werden, erhalten eine
 - native CT des Kopfes
 - ein CT Thorax
 - ein portalvenöses CT-Abdomen-Becken
- Die CT-Bildgebung ist auch der Schlüssel zur
 - Identifizierung fehlplatzierter Kanülen
 - zur Beurteilung des Behandlungserfolgs
 - zur Bewertung von ECMO-Komplikationen



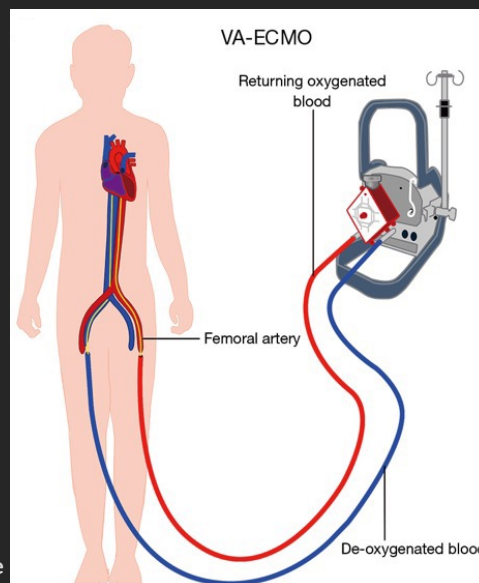
ECMO Arten

ECMO Arten

- Veno – venöse ECMO (VV-ECMO)
- Veno – arterielle ECMO (VA-ECMO)
- Pumpenlose Arterio – venöse ECLA (pECLA) (selten)



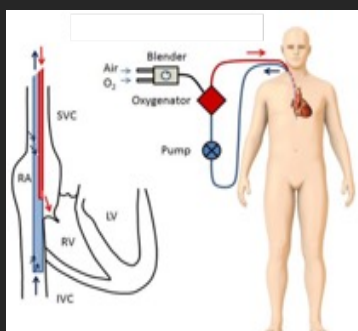
www.alex-riemer.de



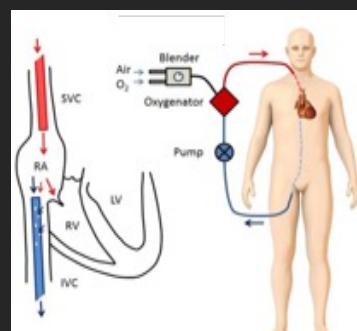
11
Cardiovasc. Diagn Ther 2018; 8(3):372-377

veno-venöse ECMO (vvECMO)

- gilt als Methode der ersten Wahl bei akutem Lungenversagen (ARDS) bei stabiler Kreislauffunktion
- **Keine Kreislaufunterstützung**
- Das Blut wird mit einer Kanüle mit großem Durchmesser, die in einer zentralen Vene (V. femoralis oder V. cava) liegt, aus dem Körper herausgeleitet und aktiv (**bis zu 7 l / min**) durch den sog. Oxygenator gepumpt.
- Das Blut wird dann wieder in eine große zentrale Vene zurückgeführt



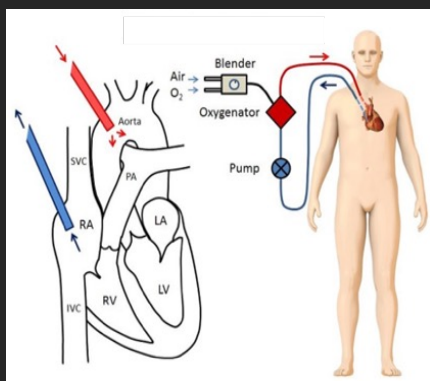
www.alex-riemer.de



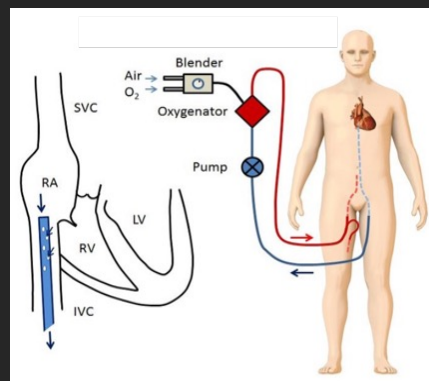
12

veno-arteriellen ECMO (vaECMO)

- o für Patienten mit schlechter kardialen Pumpfunktion
- o **Entlastung der Lunge und Kreislaufunterstützung**
- o **Eine V-A ECMO kann die gesamte Herz- und Lungenfunktion ersetzen.**
- o Auch bei der veno-arteriellen ECMO wird das Blut mit einer großlumigen Kanüle, die in einer zentralen Vene liegt (V. femoralis oder V. cava), aus dem Körper herausgeleitet und aktiv durch den sog. Oxygenator gepumpt.
- o Bei einer va. ECMO wird das oxygenierte Blut anschließend am Herzen vorbei in eine große Arterie (oft A. femoralis) zurückgeführt.

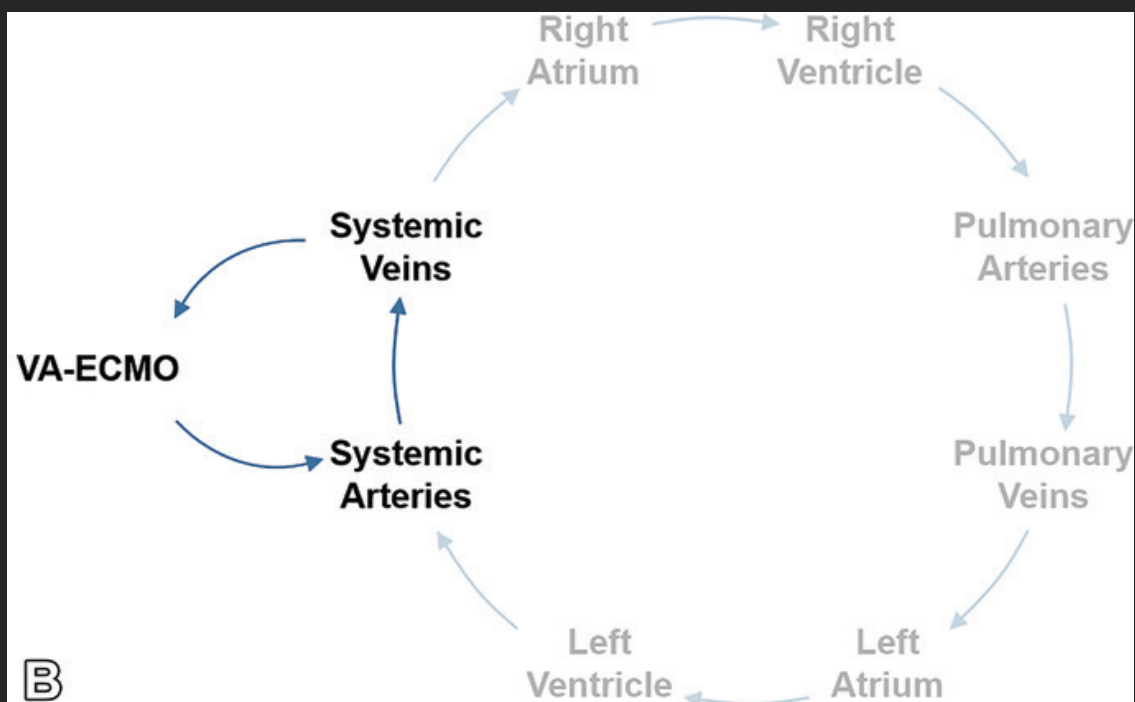


www.alex-riemer.de



13

V-A ECMO

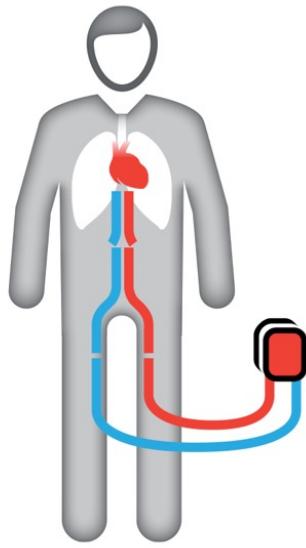


Shen, J., Tse, J. K., Chan, F. P., & Fleischmann, D. (2021). CT Angiography of Venous Arterial Extracorporeal Membrane Oxygenation. *RadioGraphics*. <https://doi.org/10.1148/rg.210079>

www.alex-riemer.de

14

Pumpenlose arterio-venöse ECLA (pECLA)



- Pumpenloser extrakorporaler Lungenersatz (alternative zur ECMO)
- Patienten mit ausreichender Herzfunktion, die eine geringere Unterstützung beim Gasaustausch benötigen.
 - z.B. bei isolierter Störung des Kohlendioxidabbaus
- Das Blut wird über eine Arterie in der Leiste entnommen und durch die Kraft des Herzens dem Membranventilator zugeführt
- Rückführung in den Körperkreislauf nach Entfernung des CO² über eine Vene



***ECMO im CT
wichtig zu wissen***

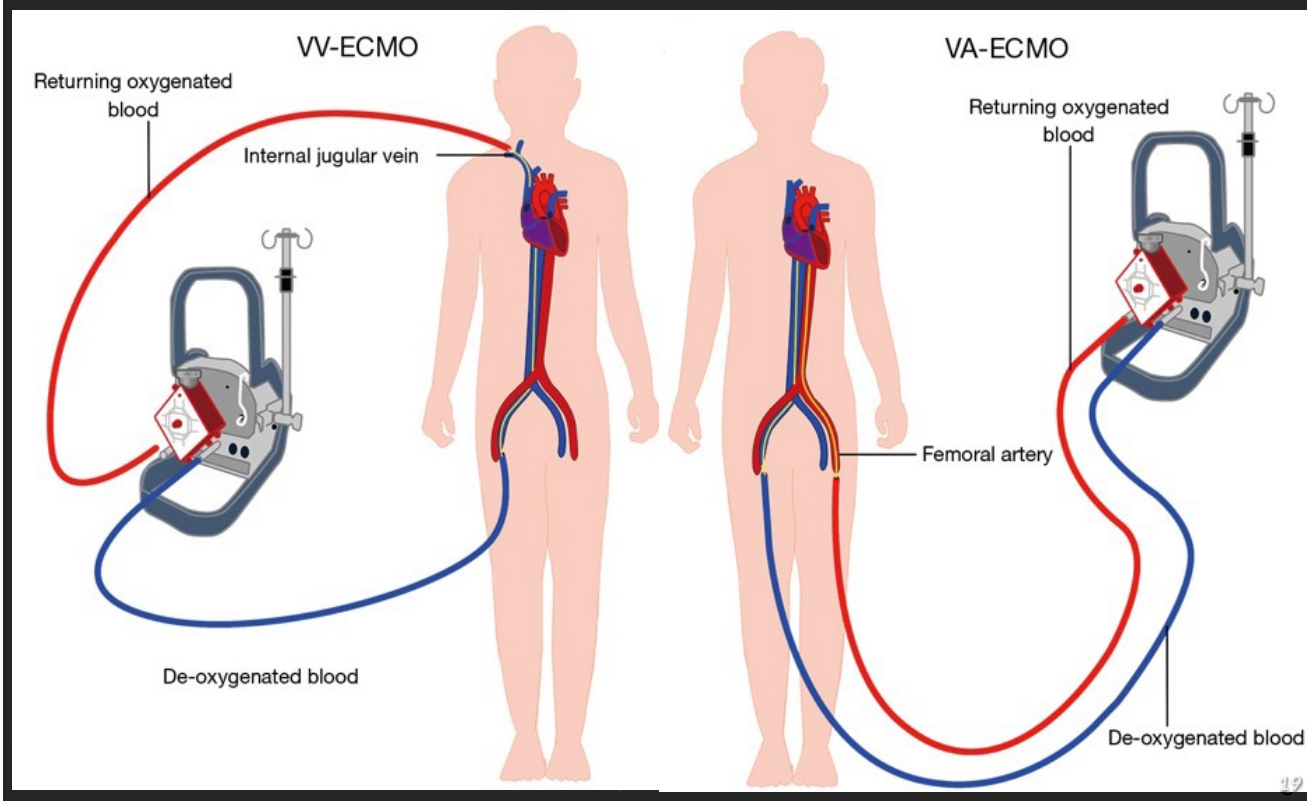
Organisatorische Tipps

- Bevor der Patient am CT ankommt, muss **100% klar sein, welches Untersuchungsprotokoll gefahren werden soll** und wie es gefahren werden soll
- **Vorher erfragen, welche ECMO der Patient hat**
- Es macht keinen Sinn vorher zu erfragen, wie hoch der Fluss der ECMO ist, da dieser sich auch kurzfristig ändern kann
- Wenn die Intensivstation mit dem Patienten losfährt, sollte sie im CT bescheid sagen
- **Akku der ECMO hält ca. 90 min**

Was muss man über ECMO's wissen, um CT Untersuchungen erfolgreich untersuchen zu können

- **Das Gesamtflüssigkeitsvolumen ist deutlich erhöht – das allein führt zu einer KM-Verdünnung**
- **Eher niedrige Röhrenspannungen verwenden (120 kV und weniger)**
- Wenn möglich hohe KM mit Jodkonzentration verwenden
- **KM wenn möglich über ZVK oder peripheren Zugang geben** – nicht über den Oxygenator -> das ist zwar möglich, führt aber meist zu schlechten Ergebnissen.

Mehr Blut-Volumen

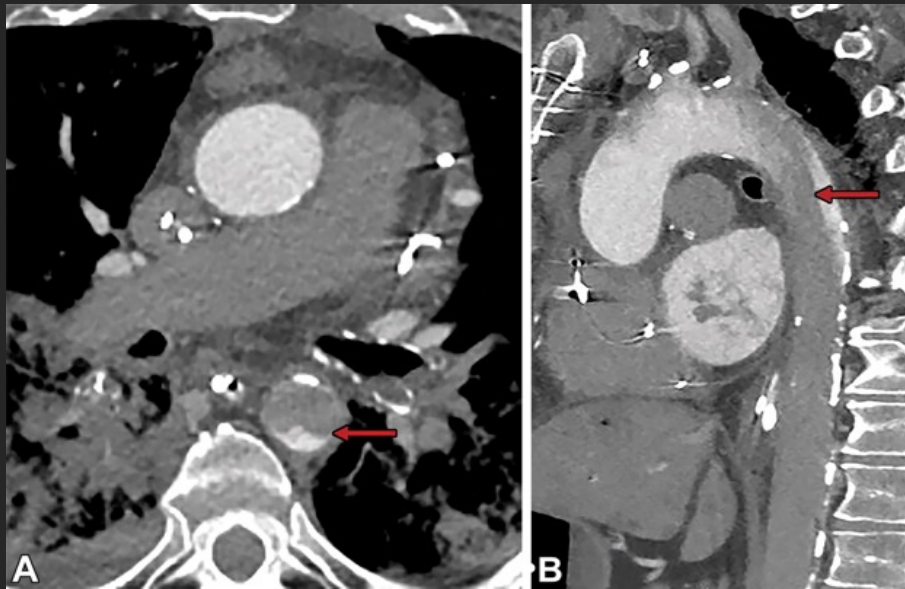


19

Was muss man über ECMO's wissen, um CT Untersuchungen erfolgreich untersuchen zu können

- Das Gesamtflüssigkeitsvolumen ist deutlich erhöht – das allein führt zu einer KM-Verdünnung
 - **KM-Menge sollte um 20-30% (50%-100% wird in Amerika oft angewendet) bei Parenchym-Untersuchungen (p.v. Phase) erhöht werden**
 - **Bei rein arteriellen Untersuchungen ist keine Volumen Anpassung nötig.**
- Wenn die ECMO frisch gelegt wurde wird, wird die Pump-Geschwindigkeit oft sehr schnell eingestellt
 - Wenn Möglich den Fluss reduzieren lassen.
- Bei der VA ECMO gibt es einen massiven aortalen Gegenfluss, der den Kontrastmittelfluss aufhalten kann

Bei der VA ECMO gibt es einen massiven aortalen Gegenfluss, der den Kontrastmittelfluss aufhalten kann



Pseudolesion in der descendierenden thorakalen Aorta als Folge eines flussbedingten Artefakts

Shen, J., Tse, J. K., Chan, F. P., & Fleischmann, D. (2021). CT Angiography of Venoarterial Extracorporeal Membrane Oxygenation. *RadioGraphics*. <https://doi.org/10.1148/rg.210079>

www.alex-riemer.de

21

Tipps für einen guten Kontrast bei ECMO's



- Bei arteriellen Untersuchungen eine Erhöhung des FLOW (um 20-30%) in Erwägung ziehen
- Kurz vor Durchführung des Scans (bzw. Bolustracking) sollte die Pumpgeschwindigkeit der ECMO so weit wie möglich herunter gedreht werden.
- Bei mehrphasischen Untersuchungen kann die ECMO Pumpgeschwindigkeit nach Abschluss der arteriellen Phase (während des Interscan-Delay) wieder hochgedreht werden.
- Niedrige kV verwenden (hohe kV von über 120 kV vermeiden)

www.alex-riemer.de

22



Patientenlagerung bei ECMO Patienten

Patientenlagerung

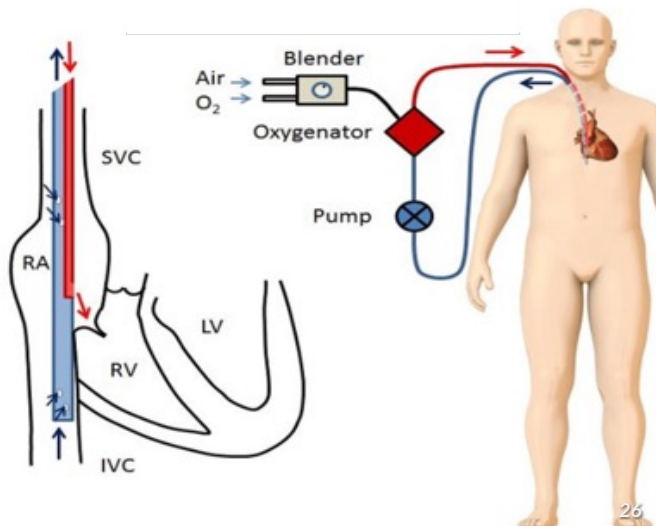
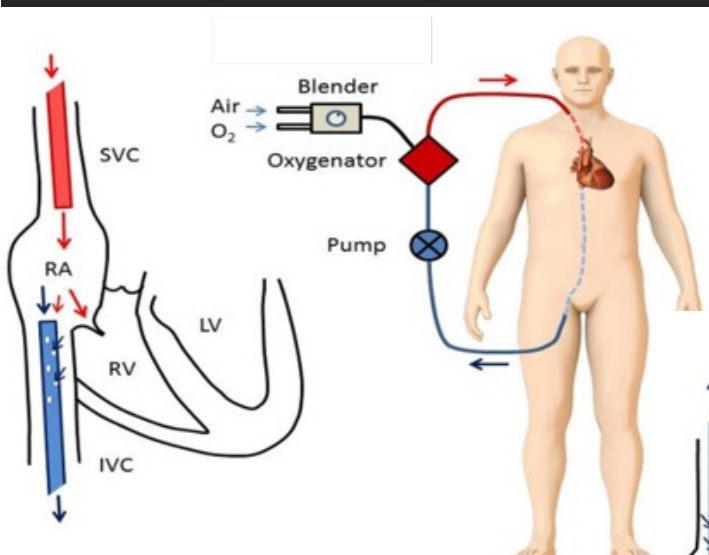
- Wenn die ECMO über ein Halsgefäß läuft, darf der Arm, der Seite an der die ECMO liegt, nicht über den Kopf gelagert werden, da die ECMO sonst abknickt.
- Probefahrt machen, um zu prüfen, ob die Kabel und Schläuche lang genug sind.
- 4 Personen bei der ECMO-CT
 - Intensivmediziner (hält Zugänge und Tubus)
 - Intensivpflegekraft (Umlagerung)
 - Cardio-Techniker (sichert die ECMO und die Punktionsstellen)
 - MTRA/MFA(Umlagerung)
- ECMO bei der Umlagerung zwischen die Beine des Patienten stellen
- Eine Hand immer an den Punktionsstellen und eine Hand an der ECMO



ECMO im CT

veno-venöse ECMO

veno-venöse ECMO



VV ECMO – Lungenembolie-CT

- Normales Protokoll verwenden, welches auch für „normale“ Patienten verwendet wird
- Normale Lagerung des Patienten
- KM über den ZVK geben, da es der bekannte Fluss des KM durch den Körper ist.
 - bessere Ergebnisse als KM-Gabe über den Oxygenator
- ROI Position des Bolustracking - Truncus Pulmonalis
- Erhöhung der KM-Menge ist nicht nötig, da man in der Pulmonalis noch nicht die größere Blutmenge der ECMO spürt.
- Flow 4-5 ml/s (minimal 3ml/s)
 - Der Flow, der auch sonst verwendet wird
- KM-Volumen Anpassung nicht nötig

VV ECMO – Arterielle Untersuchungen

- Normales Protokoll verwenden, welches auch für „normale“ Patienten verwendet wird
- Normale Lagerung des Patienten
- KM über den ZVK geben, da es der bekannte Fluss des KM durch den Körper ist.
 - bessere Ergebnisse als KM-Gabe über den Oxygenator
- ROI Position des Bolustracking - wie bei Untersuchungen ohne ECMO
- FLOW wenn möglich 4-5 ml/s oder 20-30% über Standard
- **KM-Volumen** _{rein arteriell} = (Scanzeit + 10s)*Flow

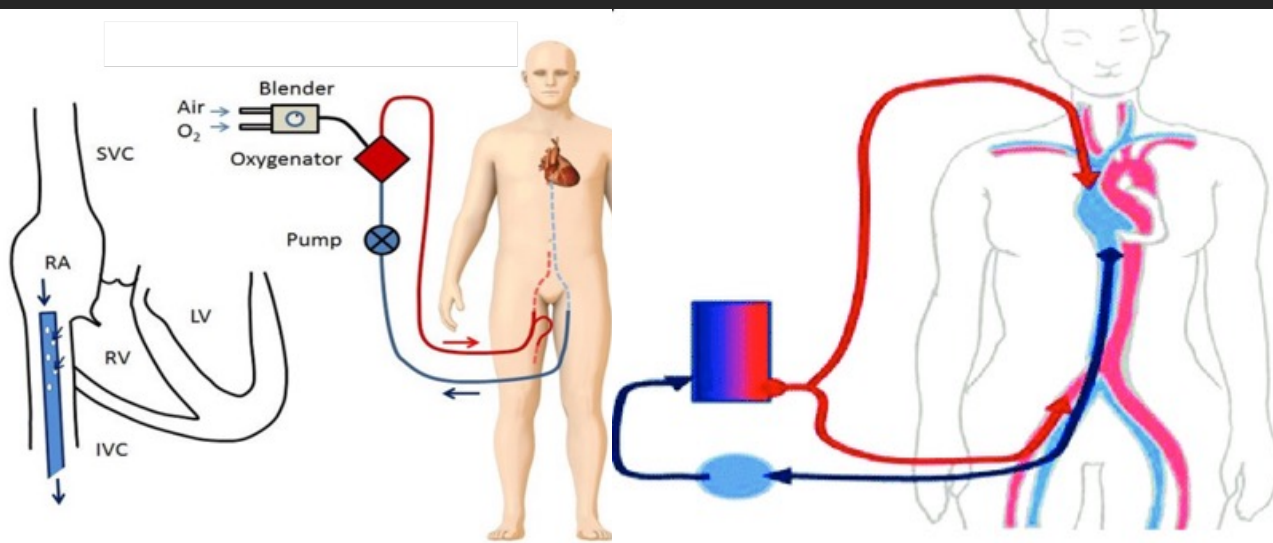
VV ECMO - Parenchymuntersuchungen

- Bei pv-Phase ist das KM schon einmal durch die ECMO gelaufen – deshalb 20-30 % Volumen erhöhen
- Sonst kann alles bleiben wie es ist.



ECMO im CT *veno-arterielle ECMO*

veno-arteriellen ECMO (vaECMO)



veno-arteriellen ECMO (vaECMO)

- Auch bei der veno-arteriellen ECMO wird das Blut mit einer Kanüle mit großem Durchmesser, die in einer zentralen Vene liegt (V. femoralis oder V. cava), aus dem Körper herausgeleitet und aktiv durch den sog. Oxigenator gepumpt.
- **Bei einer va ECMO wird das oxygenierte Blut anschließend am Herzen vorbei in eine große Arterie (A. femoralis) zurückgeführt.**
- **Ein Parallelkreislauf entsteht**
- Oft wird dieser Typ zur Kreislaufunterstützung eingesetzt
- Eine VA ECMO kann die gesamte Herz- und Lungenfunktion ersetzen.

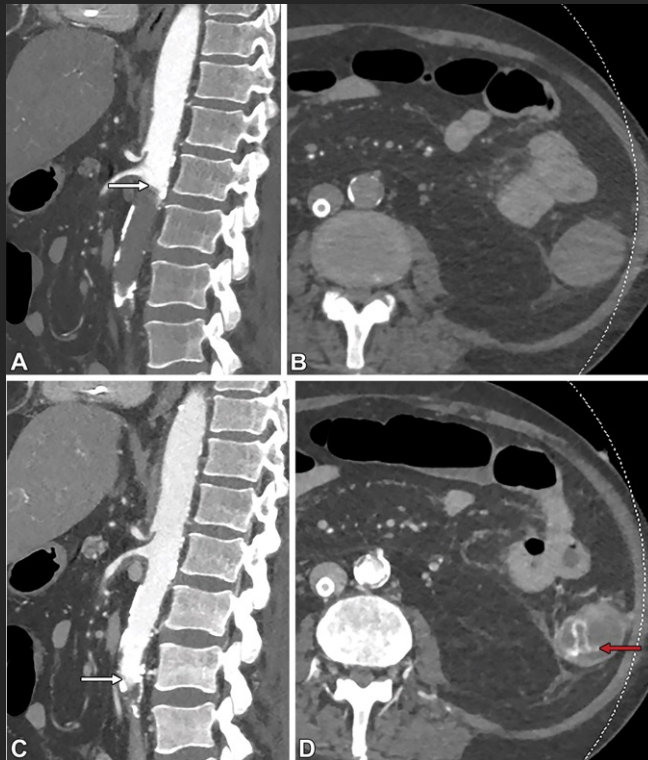
V-A ECMO - Lungenembolie-CTA

- KM über ZVK oder peripheren Zugang
- ROI in Truncus Pulomonalis
- KMProtokoll wie bei Standard Patienten
 - Flow 4-5 ml/s (minimum 3ml/s)
 - Übliche KM-Menge
- ECMO muss nicht runtergeregelt werden

CTA-AORTA

- Kontrast ist oberhalb Nieren ok
- Unterhalb Nieren oft nativ, weil der Gegenfluss der ECMO den Kontrast aufhält
- ECMO Fluss sollte so weit wie möglich reduziert werden
- Achtung – Pseudothrombosezeichen in der Aorta möglich
- Deshalb solle zusätzlich noch eine venöse Phase akquiriert werden, um Pseudothrombus auszuschließen

Einfluss des ECMO Flow auf den Gefäßkontrast



A:
Der Grenzbereich (Pfeil) befindet sich knapp unter der Höhe der Arteria mesenterica superior.
Grund: zu hoher Fluss der ECMO

C:
Die CTA wurde 30 Minuten später mit verringerter ECMO-Flussrate
Die abdominale Aorta und ihre Hauptäste sind besser dargestellt,
Der Grenzbereich (Pfeil) ist nun in der Nähe der Aortenbifurkation.

Shen, J., Tse, J. K., Chan, F. P., & Fleischmann, D. (2021). CT Angiography of Venoarterial Extracorporeal Membrane Oxygenation. *RadioGraphics*. <https://doi.org/10.1148/rg.210079>

www.alex-riemer.de

35

CTA-AORTA

- Wenn ECMO nicht runtergedreht werden kann, die pv Phase 35s nach arterielle Phase fahren (statt 40 s nach arteriell)
- Wenn pv-Phase gewünscht -> KM-Volumen Gewichtsadaptiert +20-30%
- Wenn möglich niedrige kV verwenden (120 kV und weniger)
- Wenn VA ECMO runtergedreht wird, wird der Kreislauf des Patienten schlechter -> KM kommt beim Aorta CT oder arteriellen Untersuchungen später an (Delay um 5-10 s verlängern)

Weitere CTA's mit VA ECMO

- Beingefäße
 - Beinarterien ist extrem schwierig (ECMO steht zwischen den Beinen)
 - Wenn Kanülen in Beingefäßen liegt – können die Beingefäße oft nicht dargestellt werden

- Carotis
 - unproblematisch , wenn die ECMO Kanülen in den Leisten liegt.
 - Wenn Kanüle im Halsgefäßliegt, können die Halsgefäße an dieser Seite nicht dargestellt werden

Abdomen portalvenös

- KM-Menge um 20-30% erhöhen
- Wenn die ECMO heruntergedreht wird, Delay um 5-10 s verlängern
- Ansonsten wie beim Standard Patienten



ECMO Quellen

Weiterführende Literatur

- Acharya, J., Rajamohan, A. G., Skalski, M. R., Law, M., Kim, P. S., & Gibbs, W. N. (2017). CT Angiography of the Head in Extracorporeal Membrane Oxygenation. *American Journal of Neuroradiology*, 38(4), 773–776. <https://doi.org/10.3174/ajnr.a5060>
- Lidegran, M., Murkes, L. G., Lindholm, J. A., & Frenckner, B. (2021). Optimizing Contrast-Enhanced Thoracoabdominal CT in Patients During Extracorporeal Membrane Oxygenation. *Academic Radiology*, 28(1), 58–67. <https://doi.org/10.1016/j.acra.2020.01.029>
- Liu, K., Wang, Y., Chang, Y., Huang, S., Chen, S., Tsang, Y., & Chang, C. (2014). Multislice CT Scans in Patients on Extracorporeal Membrane Oxygenation: Emphasis on Hemodynamic Changes and Imaging Pitfalls. *Korean Journal of Radiology*, 15(3), 322. <https://doi.org/10.3348/kjr.2014.15.3.322>
- Shen, J., Tse, J. K., Chan, F. P., & Fleischmann, D. (2021). CT Angiography of Venoarterial Extracorporeal Membrane Oxygenation. *RadioGraphics*. <https://doi.org/10.1148/rg.210079>