

LUMC\3. Zorg\Intensive Care

ONBEHEERDE AFDRUK

ECMO VV, veno-veneuze extracorporele membraanoxygenatie bij volwassene (medisch beleid IC Volw.)

Versie 2
Publicatiedatum woensdag 1 juni 2016, 15:50:19
Status Gepubliceerd
Afdeling -

Wijzigingen ten opzichte van vorige versie:

Inleiding

- VV-ECMO wordt gebruikt bij ernstig respiratoir falen, waarbij veneus bloed extracorporeel wordt geoxygeneerd.
- Voor VV-ECMO is een redelijke cardiale functie nodig, omdat hierbij de cardiale functie niet wordt ondersteund.
- Het verlagen van beademingsdrukken en correctie van de oxygenatie en dus afname van pulmonale vasoconstrictie kan echter leiden tot verbetering van de circulatie.
- Zie voor algemeen ECMO protocol voor werking ECMO en algemene afspraken

Doel

- Het doel van VV-ECMO is tweërlei: voorkomen van extra longschade door toepassen van longprotectieve beademing en waarborgen van weefsel oxygenatie tot herstel van longfunctie.
 - Longprotectieve beademing, zie beademing.
 - Weefsel-oxygenatie.
 - Zolang er geen tekenen van orgaandysfunctie zijn (neurologisch, renaal, lactaat verhoging) kan een art. Sat > 80% geaccepteerd worden.

Indicaties

- VV-ECMO wordt gebruikt bij ernstig respiratoir falen (o.a. ARDS, pneumonie, trauma), niet reagerend op conventionele therapie (o.a. buikligging), met een verwachte mortaliteit van > 50-80%.
- VV-ECMO is een overbrugging tot herstel van longfunctie (bridge to recovery) of tot transplantatie (bridge to transplant).
- Een behandeling met VV-ECMO duurt mediaan 10 dagen (CESAR studie), maar kan ook vele weken duren.
- Respiratoire insufficiëntie is onder te verdelen in hypoxisch respiratoir falen, hypercapnisch respiratoir falen of beide.
 1. Bij hypoxisch falen kan VV-ECMO overwogen worden bij een verwachte mortaliteit van > 50% en is geïndiceerd bij een verwachte mortaliteit van > 80%, ondanks longprotectieve beademing (tidal volume 6 ml/kg ideal body weight).
 1. 50% verwachte mortaliteit bij een $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 20$ kPa bij $\text{FiO}_2 > 90\%$ en/of Murray score 2-3.
 2. 80% verwachte mortaliteit bij een $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 10$ kPa bij $\text{FiO}_2 > 90\%$ en/of Murray score 3-4.
 2. Bij hypercapnisch falen kan VV-ECMO overwogen worden bij ernstige respiratoire acidose met $\text{pH} < 7.20$.

Murray score/RESP-score/ PRESERVE-score

- Er zijn verschillen scoringsystemen om beter in te schatten of VV-ECMO geïndiceerd is:
- De Murray score is een ARDS-score die de verwachte mortaliteit, zonder ECMO) voorspelt (en is gebruikt in de CESAR studie).
 - De score wordt berekend door het totaal aantal punten, behaald volgens onderstaand schema, te delen door 4 .
 - Een score van 2-3 voorspelt een mortaliteit van > 50 %
 - Een score van 3-4 voorspelt een mortaliteit van > 80 %
- De RESP-score en PRESERVE-score geven een inschatting **van de overleving** met VV-ECMO. De RESP-score is gebaseerd op de ELSO-database (Extracorporeal Life Support Organization).

Murray-score

| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
|--|---------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------|
| PaO ₂ /FiO ₂ on 100% O ₂ | ≥40 kPa 300 mmHg | 30-40 kPa 225-299 mmHg | 23-30 kPa 175-224 mmHg | 13-23 kPa 100-174 mmHg | <13 kPa <100 mmHg |
| CXR quadrants | Normal | 1 | 2 | 3 | 4 |
| PEEP (cmH ₂ O) | ≤5 | 6-8 | 9-11 | 12-14 | ≥15 |
| Compliance (ml/cmH ₂ O) | ≥80 | 60-79 | 40-59 | 20-39 | ≤19 |

Contraindicaties

- Er zijn geen absolute contraïndicaties. Per patiënt dient een afweging gemaakt te worden t.a.v. proportionaliteit en potentiële voor- en nadelen.
- Relatieve contraïndicaties zijn:
 - Gemetastaseerde maligniteit
 - Gevorderde leeftijd
 - Cardiac arrest met onzekere neurologische uitkomst
 - Contraïndicatie voor antistolling (zoals recente hersenbloeding)
 - 7-10 dagen beademing met bij FiO₂ > 90% en Pplat > 30

Werking VV-ECMO

A. Algemeen

- Zie algemeen ECMO protocol.
- Gedurende de eerste dagen zal sedatie (en eventueel verslapping) nodig zijn.
- Zodra mogelijk wordt de sedatie afgebouwd en gestreefd naar een wakkere patiënt die spontaan ademt (ASB, PEEP hoog laten) en wordt gestreefd de patiënt te mobiliseren (hoofdelevatie, sta-tafel)
- Hierbij kan het vroegtijdig plaatsen van een percutane tracheostoma handig zijn.
- Tijdens VV-ECMO kan de heparine bij bloedingsproblemen, mede in overleg met perfusionist, eventueel voor langere tijd gestaakt worden.

B. VV-ECMO-fysiologie

• ECMO-fysiologie:

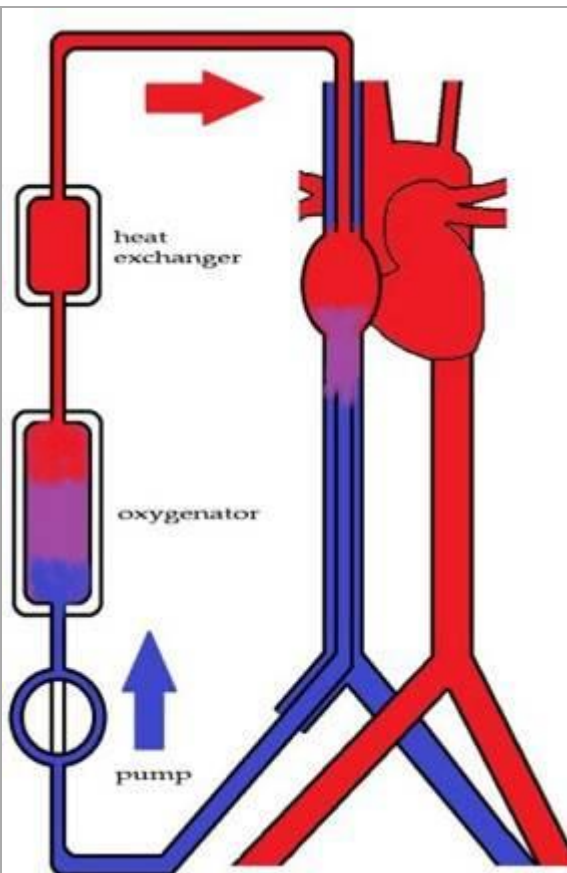
- Door middel van een veneuze canule (23-26 Fr) wordt bloed uit de v. Femoralis gehaald en door de oxygenator gepompt, waar O_2 toegevoegd en CO_2 afgeblazen wordt. Het geoxygeneerde bloed wordt teruggegeven in de v. jugularis interna rechts
- Dit kan ook met een dubbellumen catheter in de v. jugularis interna rechts (Avalon catheter) worden gedaan.
- Echogegleide plaatsing van de canules (of Avalon-catheter) is belangrijk.
- De oxygenatie van VV-ECMO bloed is afhankelijk van de ECMO-flow en de ingestelde FiO_2 .
- Geoxygeneerd ECMO bloed wordt in het rechter atrium gemengd met gedeoxygeneerd bloed, leidend tot een lage arteriële saturatie.
- De CO_2 removal van de ECMO wordt bepaald door de ingestelde sweepflow. Hoe hoger de sweepflow hoe meer CO_2 wordt verwijderd.

• ECMO-flow:

- De ECMO-flow wordt bepaald door de gekozen rotatiesnelheid (RPM), in combinatie met de heersende vullingsstoestand en diameter van de drainerende canule.
- Door recirculatie kan de ECMO flow niet ongelimiteerd verhoogd worden. Want hoe hoger de flow, hoe meer recirculatie optreedt.
- Gestreefd wordt naar een ECMO flow die 60% van de ECMO-flow bedraagt. Daarmee zal bij volledig afwezige longfunctie de arteriële saturatie maximaal 80% zijn, wat in principe genoeg is voor weefsel oxygenatie. Oxygenatie via de beademingsmachine is derhalve onnodig en maakt het mogelijk om longprotectief te beademen.

• Recirculatie:

- Doordat de canules relatief dicht bij elkaar liggen is er altijd sprake van recirculatie (geoxygeneerd ECMO-bloed wordt opnieuw naar de



Figuur 1. Canulatie van de v. femoralis en de v. jugularis interna

| | |
|--|--|
| <p>ECMO gevoerd).</p> <ul style="list-style-type: none">○ Recirculatie neemt toe bij een hoge ECMO-flow, kortere afstand tussen canules, lage CO e/o vullingsstatus.○ Recirculatie kan opgemerkt worden door dat de kleur van het bloed in beide canules gelijk wordt (de mate van recirculatie kan berekend worden: $\text{recirculatie} = \frac{\text{sat preOxy} - \text{SvO}_2}{\text{sat postOxy} - \text{SvO}_2}$).○ Recirculatie is pas klinisch relevant als de arteriële saturatie van de patiënt daalt bij het verhogen van de ECMO-flow. | |
|--|--|

C. Management ECMO en beademing

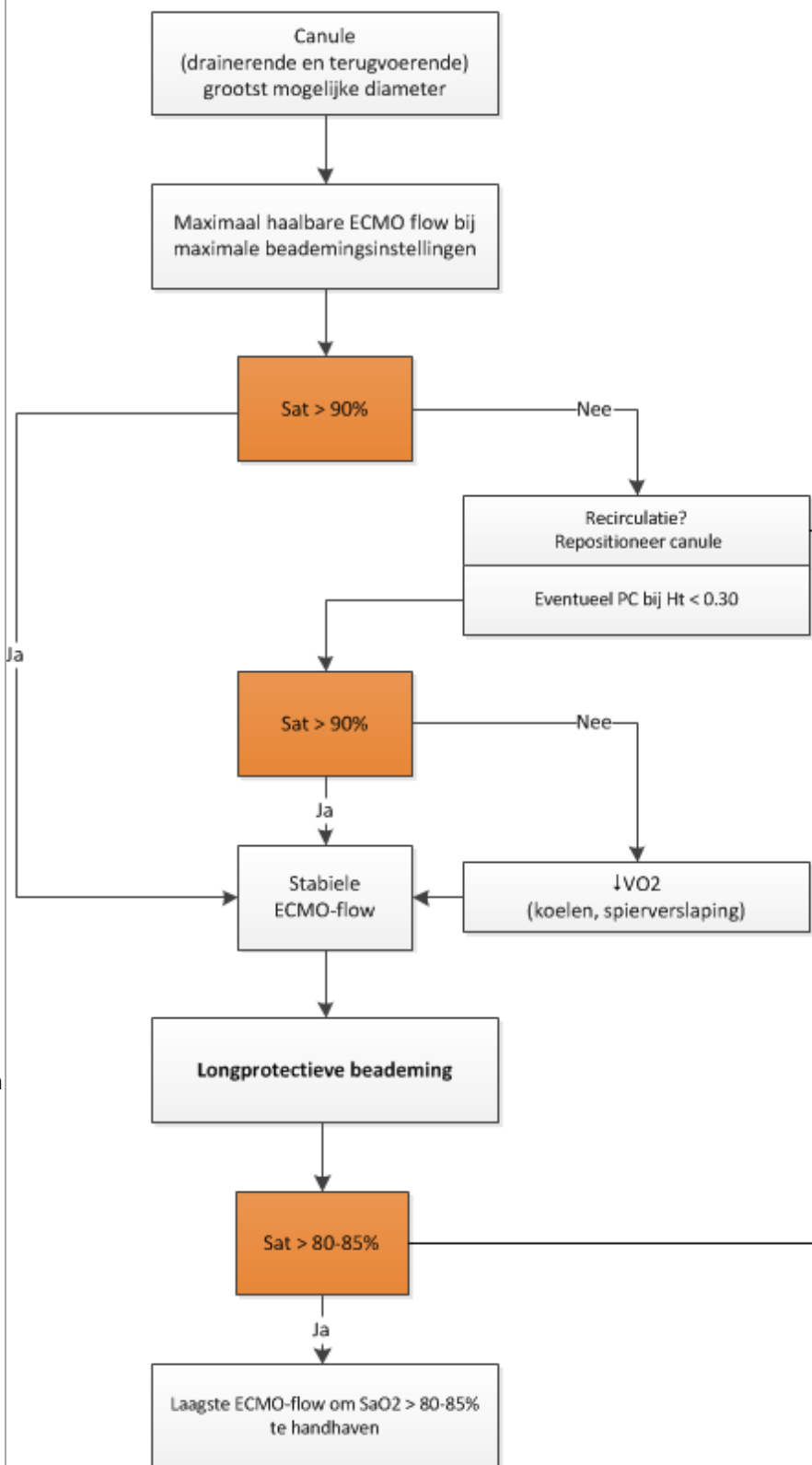
• Start VV-ECMO

- De beademing wordt initieel ongemoeid gelaten.
- De FiO_2 van de ECMO wordt op 100% gezet.
- De ECMO-flow (RPM) wordt verhoogd (onder de huidige beademingsinstelling) totdat de arteriële saturatie in de startfase > 90% is bereikt. Dit kan vrij vlot gedaan worden. Hierna kan de beademing worden afgebouwd (zie beademing) en een saturatie van 80% worden geaccepteerd.
- Indien de arteriële saturatie initieel < 90% blijft, check de posities van de canule(s) (recirculatie?), overweeg een grotere drainerende canule en optimaliseer eventueel het hemoglobinegehalte. In tweede instantie kan gekozen worden om de patiënt te koelen en/of te verslappen (afname O_2 -verbruik).
- De sweepflow wordt zo ingesteld dat de arteriële pH normaliseert (7,35-7,45).

• Beademing

- Na starten ECMO wordt de beademing afgebouwd met als doel long protectief te beademen om verdere longschade te voorkomen, maar de longen wel gerecruteerd te houden. De PEEP wordt daarom langzaam afgebouwd. Aggressive recruitment manoeuvres dienen vermeden te worden.
- Na afbouwen van de beademing kan de arteriële saturatie dalen.
- Bij hypoxie of hypercapnie worden in principe alleen aanpassingen aan de ECMO gedaan.
- Longprotectieve beademing (stappenplan):
 - De inspiratoire druk (Pinsp) kan vrij direct afgebouwd worden tot **20 cm H_2O** .
 - TV van 4 ml/kg. Ook kleinere TV kunnen

VV-ECMO



| | |
|--|--|
| <p>geaccepteerd worden.</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Soms kan er gedurende lange periode de teuggrootte vrijwel nul zijn.▪ Beademingsfrequentie direct afbouwen naar 10▪ FiO₂ langzaam afbouwen naar 40%▪ PEEP initieel handhaven, later eventueel afbouwen tot 10-15 cm H₂O (per patiënt bepalen). <p>○ Bij stabilisatie van de patiënt wordt de sedatie afgebouwd en gestreefd naar ASB beademing. Bij uitzicht op langdurige ECMO behandeling heeft tracheostoma de voorkeur.</p> <p>• Vervolg VV-ECMO</p> <ul style="list-style-type: none">○ Start met β-blokkade, om verhouding tussen ECMO-flow en CO te optimaliseren, indien de hemodynamiek dit toelaat:<ul style="list-style-type: none">▪ Metoprolol 2-3 dd 25-50 mg p.o. of perfusor 5-15 mg/uur, streef naar een hartfrequentie van 60-70.○ Arteriële saturatie < 80%: zie stappenplan hypoxemie○ Arteriële saturatie > 85%: bouw ECMO-flow af, o.a. ter voorkoming van hemolyse.○ Arteriële saturatie > 90%: wijst op herstel van de longen. <p>• Hemodynamiek</p> <ul style="list-style-type: none">○ Tijdens VV-ECMO is de patiënt afhankelijk van de eigen hemodynamiek. Hiervoor kunnen inotropica of vasopressoren nodig zijn.○ De negatieve druk in de drainerende canule (druk 2) is de beste maat voor de vullingstoestand van de patiënt. Bij een gegeven rotatiesnelheid zal een afname van de vullingsstatus (bloeding, vasodilatatie, ontwateren) direct leiden tot meer negatieve druk. <p>• Volume beleid</p> <ul style="list-style-type: none">○ Streef naar een negatieve | |
|--|--|

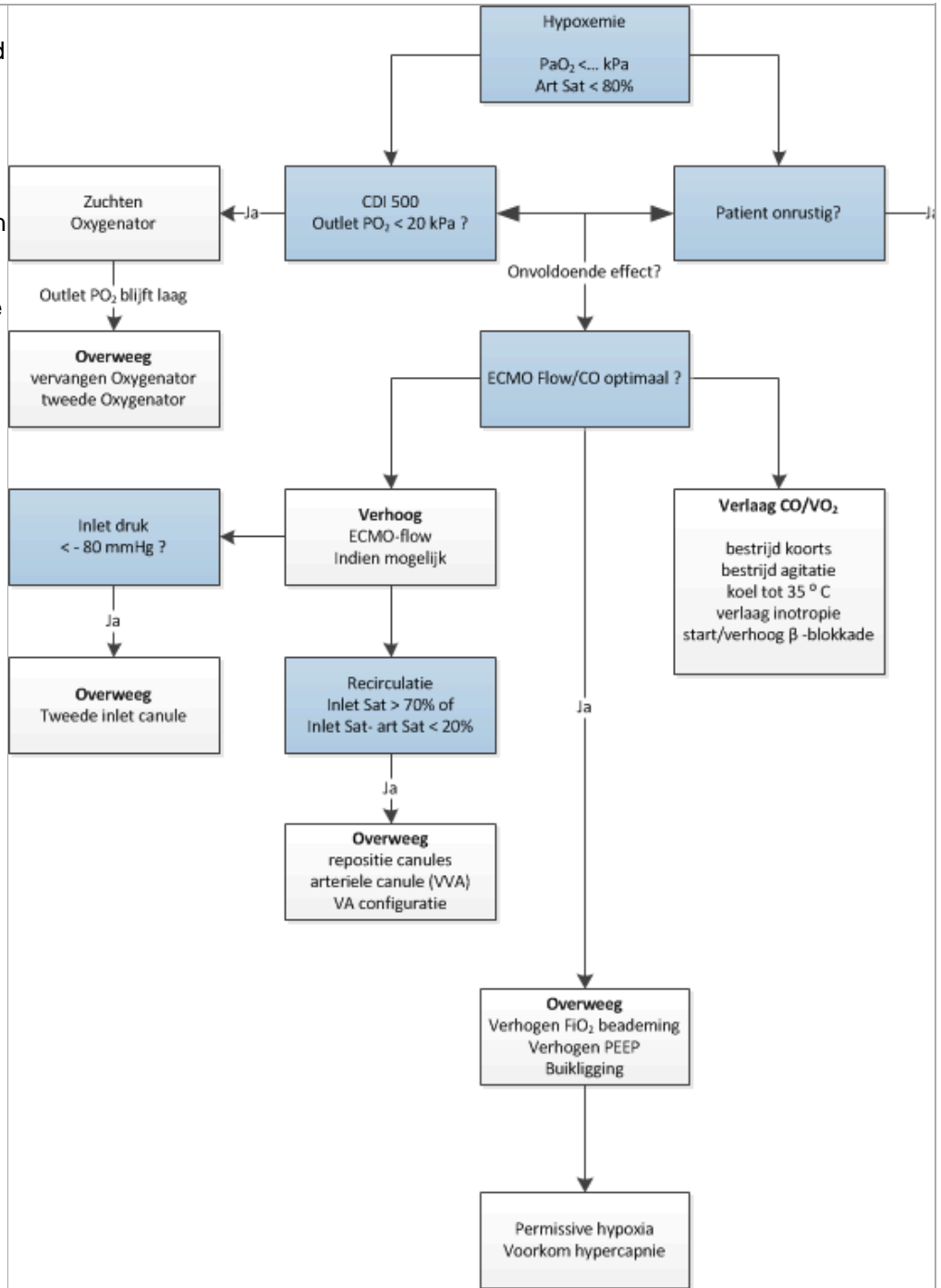
vochtbalans middels diuretica of CVVH zodra de hemodynamiek dit toelaat.

- De CVVH-machine kan rechtstreeks aan het ECMO-circuit worden aangesloten. Dit doet de perfusionist.

D. Hypoxemie tijdens VV-ECMO

- Door menging van geoxygeneerd ECMO-bloed met gedeoxygeneerd veneus bloed in het rechter atrium is bij afwezige longfunctie wordt een art. Sat van circa 80% gehaald.
- Zolang er geen tekenen van orgaandysfunctie zijn (neurologisch, renaal, lactaat verhoging) kan deze lage art. Sat geaccepteerd worden. ECMO-literatuur laat zien dat dit ook op langere termijn veilig is.
- De belangrijkste oorzaken van hypoxemie tijdens VV-ECMO zijn:
 - Hoge mate van recirculatie
 - Hoge pulmonale shunt (derecruitment)
 - Lage ratio van ECMO-flow t.o.v. cardiac output (<60%)
 - Oxygenator dysfunctie

NB: Bovenstaande oorzaken kunnen alleen of wat vaker het geval is in combinatie voorkomen.
- Hoe te handelen bij Hypoxemie
 - Zie schema voor stappenplan:
 - Onderstaande stappen kunnen silmultaan genomen worden.
 - Overweeg om bloedtransfusie te geven om zuurstofdelivery (DO_2) te verhogen.
 - Controleer de outlet PO_2 op de CDI 500 -



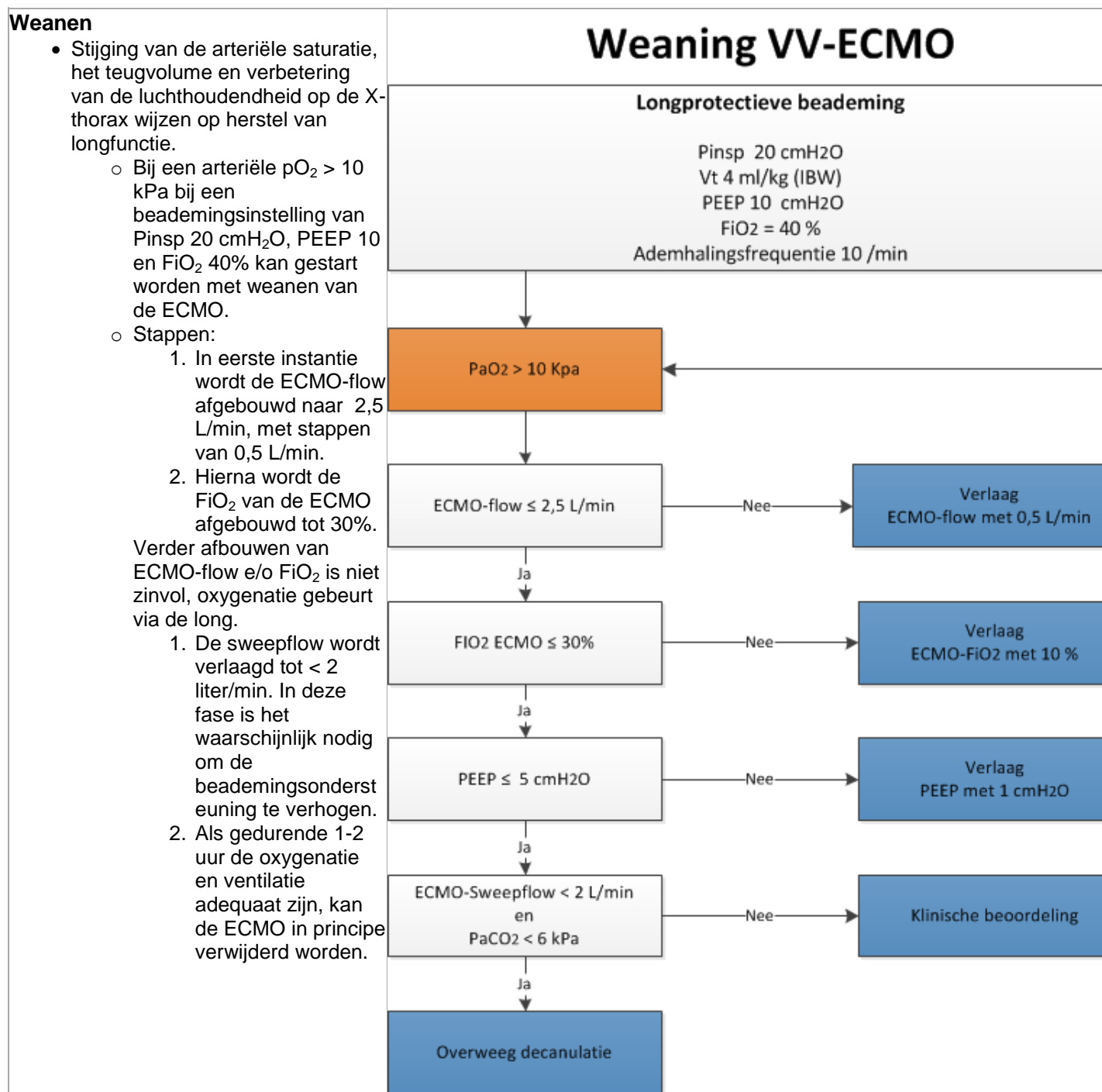
| | |
|--|--|
| <p>> zn "zuchten" van oxygenator. Bij persistent probleem overweeg vervangen of toevoegen van tweede oxygenator.</p> <p>2. Beoordeel of de patiënt onrustig is (toename zuurstof consumptie VO_2), ga na wat de oorzaak is en overweeg sederen van patiënt.</p> <p>3. Optimaliseer de ECMO-flow/CO ratio (> 60% leidt over het algemeen tot een sat > 90% , <u>Intensive Care Med 39: 838–846,2013.</u></p> <p>1. Verhoog ECMO-flow indien mogelijk. Beperkende factoren kunnen zijn te negatieve inlet druk (< - 80 mmHg) en recirculatie.</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Te negatieve inlet druk (< -80 mmHg) : overweeg tweede inlet canule▪ Recirculatie (inlet Sat >70%, of inlet Sat -art Sat <20%,) zn canules repositioneren, overweeg | |
|--|--|

| | |
|---|--|
| <p>plaatsen arteriële canule (VVA) of over te gaan naar VA- ECMO,</p> <p>2. Verlaag CO : verlagen inotrope ondersteuning en starten of verhogen β- blokkade / VO₂ : koelen, dieper sederen, zn verslappen.</p> <p>4. Overweeg verminderen pulmonale shunt door verhogen PEEP of buikligging. Recruitmentmanoeuvres zijn relatief gecontraïndiceerd (toename schade aan de long). Verhogen FiO₂ beademing heeft weinig zin bij afwezigheid van teugen (Vt).</p> <p>5. Overweeg toepassen van "Permissive hypoxia" (wel voorkomen van hypercapnie). Let hierbij wel op orgaan functie (mentatie, urineproductie en lactaat vorming).</p> | |
|---|--|

E. Uitblijven van herstel

- Als er geen herstel optreedt, na 4-6 weken VV-ECMO dient er nagedacht te worden over eventuele longtransplantatie. Hierbij kan een CT scan, BAL en eventueel longbiopten behulpzaam zijn voor besluitvorming.
- Tijdens een te belegen MDO met o.a. ECMO-intensivisten, longarts en thoraxchirurg zal een stappenplan worden bepaald.

F. Weanen



Problemen tijdens VV-ECMO

- Zie voor problemen algemeen ECMO protocol.

Referenties

1. Iprova

1. ECMO-algemeen
2. VA-ECMO bij volwassene

3. [ECMO bij kinderen](#)
4. [ECMO-cursus manual](#)

2. Literatuurverwijzing

1. Extracorporeal Life Support Organization (ELSO)/ [Guidelines](#)
2. G.M. Annich. W. R Lynch, G. MacLaren, J.M. Wilson, R.H. Bartlett: [Extracorporeal Cardiopulmonary Support in Critical Care 4th Edition \(The "Red Book"\)](#)
3. Schmidt M, Tachon G, Devilliers C, et al. Blood oxygenation and decarboxylation determinants during venovenous ECMO for respiratory failure in adults. *Intensive Care Med* 39: 838–846,2013.
4. L.B. Nunes and P. Vitale Mendes for the ECMO Group. Severe hypoxemia during veno-venous extracorporeal membrane oxygenation: exploring the limits of extracorporeal respiratory support. *Clinics*. 2014;69(3):173-178.
5. A. Montisci, G. Maj, A. Zangrillo, D. Winterton, and F.Pappalardo. Management of Refractory Hypoxemia During Venovenous Extracorporeal Membrane Oxygenation for ARDS. *ASAIO Journal* 2015; 61:227–236.
6. Matthieu Schmidt et al. Mechanical ventilation during extracorporeal membrane oxygenation. *Critical Care* 2014, **18:203**
7. Matthieu Schmidt et.al. **Affiliated with** Medical-Surgical Intensive Care Unit, iCAN, Institute of Cardiometabolism and Nutrition, Service de Réanimation Médicale, Groupe Hôpital de la Pitié-Salpêtrière, Assistance Publique-Hôpitaux de Paris, Université Pierre et Marie Curie The PRESERVE mortality risk score and analysis of long-term outcomes after extracorporeal membrane oxygenation for severe acute respiratory distress syndrome. *Intensive Care Med*. 2013 Oct;39(10):1704-13