

ECMO- behandling,

ved Rikshospitalet. Versjon 2022-2025

Thoraxkirurgisk avdeling
Akuttklinikken
(red.: intensivsykepleier Gro Sørensen)



Oslo
universitetssykehus

Innholdsfortegnelse

1. ECMO nødprosedyre	s. 5
2. ECMO ved Rikshospitalet	s. 6
3. Skjema for anmodning om ECMO-behandling	s. 7
4. Rutiner ved henvendelse	s. 9
5. Indikasjoner for ECMO ved lungesvikt	s. 11
5.1. Nyfødte og spedbarn (<1 år)	s. 11
5.2. Barn og voksne	s. 12
6. Indikasjoner for ECMO ved hjertesvikt	s. 15
7. ECMOtyper	s. 17
7.1. Veno-venøs ECMO	s. 17
7.2. Veno-arteriell ECMO	s. 20
7.3. Alternativ ECMO modus	s. 22
8. Utstyr og priming ved ECMO	s. 23
8.1. Veno-arteriell bypass: Barn til voksen	s. 23
8.2. Veno-venøs bypass: Barn >7 år til voksne	s. 25
8.3. Kanyler – typer, størrelser og flow	s. 27
9. Startprosedyre for Cardiohelp® ECMO	s. 28
10. Forberedelser til ECMO-behandling	s. 31
10.1. Blodbestilling	s. 31
10.2. Blodprøver før oppstart	s. 32
10.3. Rtg og andre undersøkelser	s. 32
11. Mottak i intensivavdelingen	s. 33
12. Etter oppstart	s. 34
12.1. Legemidler og ECMO behandling	s. 34
12.2. Respirator innstilling	s. 35
13. Monitorering ved ECMO-behandling	s. 36
13.1. Antikoagulasjon og blodprøver	s. 36
13.2. Cerebral evaluering av nyfødte små barn med åpen fontanelle	s. 41
13.3. Vurdering av «white out»	s. 42
14. Dialyse ved ECMO	s. 43

15. Observasjoner og oppfølging av ECMO-pasienten	s. 44
15.1. ECMO observasjoner og potensielle komplikasjoner	s. 45
15.2. Gassveksling og oksygenforbruk	s. 46
15.3. Hemolyse, klotting (trombosering) og nyresvikt	s. 54
15.4. Blødning relatert til Heparin-infusjon og trombocytopeni	s. 57
15.5. Endret sirkulasjon relatert til ECMO-behandling	s. 59
15.6. Fare for luftemboli under ECMO-behandling	s. 60
15.7. Infeksjonsrisiko	s. 62
15.8. Begrenset egenomsorg hos den kritisk syke pasient under ECMO-behandling	s. 63
16. Sykepleieprosedyrer ved skifte av ECMO-krets	s. 65
17. Avvenning fra ECMO, «weaning»	s. 66
18. Litteratur	s. 68
Vedlegg 1: Fysioterapi til pasienter som behandles med ECMO, OUS, Rikshospitalet	
Vedlegg 2: Pakkeliste med ECMO-henting fra eksternt sykehus (perfusjonist)	
Vedlegg 3: Innleggelse av veno-arteriell ECMO ved henvisende sykehus hos barn <1,5 år (operasjonssykepleier)	
Vedlegg 4: Etablering av ECMO ved henvisende sykehus, voksne pasienter (operasjonssykepleier)	
Vedlegg 5: Valg av dobbel lumen kanyle ift. størrelse	

Bidrag:

Liv Berit Stenseth fra prehospital divisjon har bidratt til kapittel 4.

Anne Beate Solås fra Barneanestesiteamet har bidratt til kapittel 4 og 5.

Andreas Barratt-Due m kolleger fra Gen.int har skrevet kapittel 5.2 og 17.

Perfusjonistenheten har revidert kapittel 8, 9 og 10 samt Nødprosedyre.

Farmasøyt Asbjørn Lunnan har bidratt til avsnitt 12.1.

Intensivsykepleier Per Kristian Lundin fra Gen.Int 1 har bidratt til revisjon av hele kapittel 15.

Avd.leder Arnt Fiane, TKA, har gått gjennom alle revisjonsforslag og protokollen som helhet.

Tegninger: Michael Bjaanes, Rikshospitalet m.fl.

Denne protokollen brukes også ved ekstern VAD-behandling der ECMO oppsettet brukes som VAD.

1. ECMO nødprosedyre.

Ved alvorlige tekniske feil på slanger, sentrifugalpumpe eller oksygenator:

1. Sett tang på arterieslangen.
2. Tilkall TKAI:
Perfusjonist: 26842.
Thoraxkirurg: 26840 (kirurg først hvis hjemmevakt perfusjonist)
Anestesilege: 26709 eller TKA ansvarlig
anestesioverlege dag (se tavlen for callingnr).
Bruk Stansknapp evt
Barneintensiv: 26709 eller vakthavende barneanestesilege.
Generell Intensiv: Gruppesøk 70021 (ECMO kollaps på Generell 1).
Da calles anestesileger (26708, 26709 og 26711), thoraxkirurg (26840),
operasjonssykepleier (26859) og perfusjonist (26842).
3. Ventiler med 100 % oksygen.
4. Start hjertekompresjon ved sirkulasjonsstans.

Hvis kanylen suger seg fast:

Skru RPM rolig ned inntil venekanylen «slipper». (Sjekk veneslange/kanylen for evt. «kink»).

1. Kontakt vakthavende perfusjonist, kirurg og anestesilege.
2. Behandle ut fra årsak (hypovolemi, arytmi etc).

NB. Ved bruk av Cardiohelp ECMO skal «sugealarm»-nivå stilles inn (lenkes) og RPM går automatisk ned når nedre alarmgrense overskrides. Det er ikke nødvendigvis nok til å forhindre at kanylen suger seg fast.

[Nødprosedyrer ECMO](#) (utfyllende nødprosedyre).

[eHåndbok - Nødprosedyrer ECMO - Barneintensiv RH \(INTI4\) \(ous-hf.no\)](#)

2. ECMO ved Rikshospitalet

Bakgrunn:

ExtraCorporeal Membrane Oxygenation oppsettet er en liten forenklet hjerte-lungemaskin som kan tilkobles større barn og voksne med perkutan teknikk eller sternotomi, eller via et lite inngrep på halsen/sternumsplitt hos nyfødte og mindre barn.

Andre betegnelser for ECMO er ECLS (ExtraCorporeal Life Support), ECHLA, ECHA eller ECLA (-heartlung assist, - heart assist eller – lung assist).

ECMO-programmet ved Rikshospitalet ble startet med behandling av lungesvikt i 1990 og utvidet til å omfatte hjertesvikt i 1993. I 1996 ble ECMO tatt i bruk som kardiopulmonal support (CPS), eksempelvis ved drukning og hypotermi.

I 1992 ble den første ECMO-behandlingen etablert ved eksternt sykehus og pasienten transportert til Rikshospitalet på ECMO i intensivambulanse.

I 2000 tok man i bruk Hercules-fly for å transportere ambulanse med ECMO-pasient fra eksternt sykehus.

I 2015 ble det vedtatt en egen protokoll for ECMO ved hjertestans. Se vedlegg.

Ullevål har blitt en del av Rikshospitalets ECMO register (ELSO) fra 2016.

3. Skjema for anmodning om ECMO-behandling.

SKJEMA FOR ANMODNING OM LungeECMO-BEHANDLING RIKSHOSPITALET Fax: Anestesi og Intensivklinikken RH: 23 07 36 90				Henvendelse Bakvakt: Barneanestesi: 28560/46807675 Thorax-anestesi: 26708/9 Via sentralbord 23070000 Mobil 708 vakt: 95255200	
Innleggende sykehus:	Tlf:	Fax:	Dato:	Klokkeslett:	
Pas. initialer:	Kjønn:	Født dato:		Alder:	
Primærsykehus:	Innlagt dato:				
Egen Helipad eller	Diagnose:				
Nærmeste flyplass:	Indikasjoner for henvendelsen:				
	Kontraindikasjoner:				
Blodgruppe:	Transportbehov ja/nei:	Intensivambulanse: ja/nei	Helikopter:	ja/nei	
Vekt: kg	(spesifiser)	med Herkules: ja/nei	Fly:	ja/nei	
Høyde: cm BSA:					
Cerebral funksjon:	CT:	Ultralyd:	EEG		
Respirasjon:	Respiratorinnstilling ($P_{plat} < 30 \text{ cmH}_2\text{O}$?) / oscillatorinnstilling: $V_t \leq 6 \text{ ml/kg}$? Blodgass m utvikling: MAP: Rtg. thorax: Barotraume: NO: Bukleie?				
Cardiovasculært:	Puls:	Rytme:	BT		
	EKG EKKO/DOPPLER Vasoaktive medikamenter				
Abdomen:	Hepar: Unormale forhold:				
Nyrefunksjon:	Siste døgndiurese:		Diurese ml/kg/t:		
	Diuretika: Mannitol: Dialyse:				
	Ur+:		Kreatinin:		
Koagulasjonsstatus:	Hb:	HCT:	Trc.:	INR/APTT(Cepho.):	
	DIC Status:				
Infeksjonsstatus:	Temp:	Hvite:	CRP		
	Bakt. prøver Antibiotika:				
Monitorering:	CVK:	Art. line:	PA-kateter/PICCO		
Inngått avtale:	Dato:		Kl.:		
Transport fra:	til: Rikshospitalet		Signatur:		

 Oslo universitetssykehus		Fax til Kardiologisk Intensiv og Overvåkning RH: 23071950 Ring 23071940 og oppgi navn/nr for bekreftelse av henvisning og bakvakt Kardiologisk Avdeling via sentralbord 23070000	
Skjema for anmodning om avansert hjertesviktbehandling VAD/hjerteECMO ved KAD/TKA, Rikshospitalet			
Henv. sykehus	Kontaktperson:	Dato:	Telefon:
Pasientens navn:	Fødselsdato:	Innleggesdato:	Diagnose:
Sykehistorie:		Tidligere hjerte/karsykdom inkl. operasjon	
Cardiovasculær status: BT: Puls: SpO ₂ /L O ₂ : Stuvning: EKG/rytme: ICD/pacemaker/merke: Blodgass m/laktat:	EF/CO: LVEDD: Klaffer: Est. Syst. AP-trykk: CVP: SVO ₂ : Annet:	Medisiner/infusjoner: PA-kateter/PICCO-målinger:	
Ventilasjonsstøtte		Rtg thorax:	
Nyrestatus: Krea: gfr: karbamid Time/døgndiurese	Leverstatus: Bilirubin Alat LD	Infeksjonsstatus: Temp CRP Antibiotika	
Cerebral status: Nei		Tidl. Cerebrovasculær hendelse ☐ Ja ☐	
Delir:			
Hematologi (dato): Hb Hct Trc Leukocyter	Koagulasjonsstatus (dato): INR APTT Fibrinogen D dimer	Marevan: ☐ Ja ☐ Nei Platehemmer: DOAK:	
		Sign/dato:	

4. Rutiner ved henvendelse

Utrykning for lunge-ECMO eller avansert hjertesviktbehandling/VAD/hjerte-ECMO

Rikshospitalet ønsker at det tas kontakt tidligst mulig i et sykdomsforløp hvor ECMO behandling / sirkulasjonstøtte er aktuell og øvrige behandlingsmuligheter er usikre. Det er i mange tilfelle mulig å overflytte pasient uten at slik behandling er initiert. Transport av ECMOpasienter (og iNO, IABP) er både medisinsk og logistisk krevende.

I luftambulanseavdelingen er det etablert et vaktlag for disse transportene, «konsultasjonsvakt LA-avdelingen».

Luftambulanseavdelingens (LA) holdning er at alle pasienter er transportable, men LA avdelingen beslutter i samråd med mottagende avdeling når og hvordan transporten skal gjennomføres. Det gjøres alltid en avveining av risiko opp mot indikasjon for transport. Luftambulanseavdelingen ønsker tidlig varsling om aktuelle pasienter fra ansvarlig lege på RH, helst i vurderingsfasen før endelig beslutning om overflytting er tatt. Slik kan endelig transportmåte, værforbehold, med/uten ECMO/iNO mm tas med i beslutningsgrunnlaget.

Henvendelse fra sykehus:

Rikshospitalet sentralbord 23070000

- Anmodning om lunge-ECMO: Vakthavende anestesilege calling 26708/09.
- Anmodning om avansert hjertesviktbehandling/VAD/hjerte-ECMO:
Bakvakt kardiologisk avdeling via sentralbord 23070000

ECMO-skjema faxes fra Rikshospitalet til rekvirerende avdeling for kompletterende opplysninger.

Lunge ECMO skjema returneres til fax nr. 230 73690 (Akuttklinikkens ekspedisjon, D1).

Hjerte-ECMO skjema returneres til fax nr. 230 71950 (Base KIO).

Ansvar for vurdering om ECMO / mekanisk sirkulasjonstøtte:

- Lunge-ECMO barn: Barneanestesi bakvakt
- Lunge-ECMO voksen: Vakthavende anestesilege 26708
- Avansert hjertesviktbehandling/VAD/hjerte-ECMO: Kardiolog bakvakt som konfererer thoraxkir bakvakt VAD/ECMO/TX

Beslutning om transport:

Beslutning om transport og transportmiddel, med eller uten ECMO/sirkulasjonstøtte tas av Rikshospitalet ved anestesilege (barn, thorax) og thoraxkirurg bakvakt i samråd med Luftambulansselege. LA-koordinator Oslo har oversikt over hvem som har konsultasjonsvakt i Luftambulansseavdelingen OUS.

Tlf.: 22 93 22 22.

Utrykningspersonell:

I tillegg til utrykning av kirurg og perfusjonist avklares øvrig personellbehov i hvert enkelt tilfelle. Pasientens tilstand og spesielle behov, reiseavstand(-tid) og transportmiddel (plass) er blant de momenter som vurderes. Vakthavende overlege VAD/ECMO/TX er ansvarlig for planleggingen av dette i samarbeid med luftambulansselege

Utstyr som medbringes fra RH:

- Utstyrsliste ECMO perfusjonist (vedlegg).
- Utstyrsliste operasjonssykepleier ved ECMO barn (vedlegg)
- ACT-maskin Hemochron jr. med 10 kuvetter (low-range), heparin 5000IE/ml, ev Atenativ, ev utstyr til CVK og AK (barn).

Ansvar henvisende sykehus når utrykning for ECMO er besluttet:

- Nødvendig utstyr og personellbehov avtales av thoraxkirurg.
- Bestille blodprodukter til «priming» av ECMO kretsen (ECMO manual s. 23) og til transport tilbake til Rikshospitalet.
- Blodprøve av mor til forlik dersom barn under 3 mnd.
- Operasjonssykepleier lokalt må konferere med vakthavende operasjonssykepleier RH for forberedelse av utstyr (vedlegg)

5. Indikasjoner for ECMO ved lungesvikt.

5.1. Nyfødte og spedbarn (<1 år).

Lungesvikt pga.:

- Persisterende føtal sirkulasjon (PPHN)
- Mekoniumaspirasjon
- Kongenitalt diafragmahernie / sepsis / pneumoni / ARDS
- Aspirasjon
- Annet

Forventet mortalitet med konservativ behandling >80 %.

Indikasjoner:

Minst et av følgende inklusjonskriterier må være oppfylt:

1. Oxygenation index (OI) > 40 i 1 time.
$$OI = MAP \times FiO_2 \times 100 / PaO_2 \text{ post ductalt i mmHg}$$

(MAP = mean airway pressure i cm H₂O)
2. Barotraume (4 kriterier nødvendig):
 - Interstitielt emfysem
 - Pneumothorax
 - Pneumoperitoneum
 - Pneumopericardium
 - Vedvarende luftlekkasje > 24 timer

Kontraindikasjoner:

- Gestasjonsalder < 35 uker
- Fødselsvekt < 2000 gram
- Letal kromosomfeil
- Irreversibel alvorlig hjerneskade
- Intrakraniell blødning (2.grad eller mer)
- Alvorlig koagulopati
- Respiratorbehandling > 1 uke (nyfødte), (relativ kontraindikasjon)
- Relativ kontraindikasjon foreligger hos pas. med stor sannsynlighet for dårlig prognose.
- Det vil alltid kunne oppstå situasjoner hvor det ikke er tid til fullstendig evaluering av prognose før ECMO- behandling startes. Hvis man etter diskusjon og evaluering likevel ikke finner at ECMO-behandling er til det beste for pasienten, bør ECMO-behandling avsluttes.

5.2. Barn og voksne.

Generelt: Venovenøs ECMO til pasienter med alvorlig ARDS/lungesvikt må betraktes som en rescuebehandling når en ikke kommer til målet med konvensjonell lungeprotektiv behandling. Behandlingen har høy mortalitet og er ressurskrevende. Utvelgelsen av pasienter vil baseres på en klinisk vurdering hvor punktene under er veiledende.

Forutsetninger:

Alvorlig, akutt lungesvikt med antatt reversibilitet. Utilstrekkelig effekt av optimal lungeprotektiv respiratorbehandling ($V_t < 6\text{ml/kg PBW}$, $P_{\text{plateau}} > 30\text{ cmH}_2\text{O}$ til tross for titrert PEEP, dyp sedasjon, muskelblokker og mageleie).

ECMO vurderes dersom det foreligger:

- Hypoxisk respirasjonssvikt med $\text{paO}_2/\text{FiO}_2$ ratio < 10 kpa ($\text{FiO}_2 > 0.8$)
Og/eller
- Hyperkapni, ukompensert, med $\text{pH} < 7.25$
Og/eller
- Alvorlig barotraume

Kontraindikasjoner, absolutte:

- Irreversibel skade på sentralnervesystemet
- Fersk CNS blødning
- Etablert alvorlig refraktær multiorgansvikt
- Det vil alltid kunne oppstå situasjoner hvor det ikke er tid til fullstendig evaluering av prognose før ECMO- behandling startes. Hvis man etter diskusjon og evaluering likevel ikke finner at ECMO-behandling er til det beste for pasienten, bør ECMO-behandling avsluttes.

Kontraindikasjoner, relative:

- Ingen aldersmessig kontraindikasjon, men ved > 70 år er det økende risiko, og det bør gjøres en grundig vurdering mtp funksjonsnivå og komorbiditet.
- Mekanisk ventilasjon (inkludert NIV ved PF ratio < 20) > 14 dager gir dårligere prognose.
- Alvorlig immunsuppresjon
- Generell blødningstilstand
- Kontraindikasjon mot antikoagulasjon
- Malignitet med forventet levetid < 3 år
- Pasienter med annen alvorlig komorbiditet

Ved pandemier eller andre situasjoner som utfordrer ECMO beredskap kapasiteten:

- Relative kontraindikasjoner vil i stor grad betraktes som absolutte kontraindikasjoner
- ECMO som et reelt behandlingstilbud vil bli vurdert trukket tilbake.
- **Referanser:**
- Peek GJ, Mugford M, Tiruvoipati R, Wilson A, Allen E, Thalanany MM, Hibbert CL, Truesdale A, Clemens F, Cooper N, Firmin RK, Elbourne D;
CESAR trial collaboration. Efficacy and economic assessment of conventional ventilatory support versus extracorporeal membrane oxygenation for severe adult respiratory failure (CESAR): a multicentre randomised controlled trial.
Lancet. 2009 Oct 17;374(9698):1351-63.
- Combes A, Brodie D, Bartlett R, Brochard L, Brower R, Conrad S, De Backer D, Fan E, Ferguson N, Fortenberry J, Fraser J, Gattinoni L, Lynch W, MacLaren G, Mercat A, Mueller T, Ogino M, Peek G, Pellegrino V, Pesenti A, Ranieri M, Slutsky A, Vuylsteke A
- *International ECMO Network (ECMONet). Position paper for the organization of extracorporeal membrane oxygenation programs for acute respiratory failure in adult patients.*
Am J Respir Crit Care Med. 2014 Sep 1;190(5):488-96

- Combes A, Hajage D, Capellier G, Demoule A, Lavoué S, Guervilly C, Da Silva D, Zafrani L, Tirot P, Veber B, Maury E, Levy B, Cohen Y, Richard C, Kalfon P, Bouadma L, Mehdaoui H, Beduneau G, Lebreton G, Brochard L, Ferguson ND, Fan E, Slutsky AS, Brodie D, Mercat A
EOLIA Trial Group, REVA, and ECMONet. Extracorporeal Membrane Oxygenation for Severe Acute Respiratory Distress Syndrome.
N Engl J Med. 2018 May 24;378(21):1965-1975.
- Extracorporeal Life Support Organization. ELSO Guidelines for Adult respiratory failure, Version 1.4 August 2017
www.else.org
- Schmidt M, Zogheib E, Rozé H, Repesse X, Lebreton G, Luyt CE, Trouillet JL, Bréchet N, Nieszkowska A, Dupont H, Ouattara A, Leprince P, Chastre J, Combes A.
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.
- Camporota L, Meadows C, Ledot S, Scott I, Harvey C, Garcia M, Vuylsteke A, & NHS England ECMO Service (2021).
Consensus on the referral and admission of patients with severe respiratory failure to the NHS ECMO service.
The Lancet. Respiratory medicine, 2021 Feb; 9(2), e16–e17.
- Tonna JE, Abrams D, Brodie D, Greenwood JE, Mateo-Sidron JARM, Usman A, Fan E.
Management of Adult Patients Supported with venovenous Extracorporeal Membrane Oxygenation (VV ECMO): Guideline from the Extracorporeal Life Support organization
ASAIO J. 2021 jun 1;67(6):601-610.

6. Indikasjoner for ECMO ved hjertesvikt.

Gjelder alle aldersgrupper:

- Postkardiotomisvikt
- Postinfarktsvikt
- Akutt myokarditt
- Kardiomyopati
- Hjertestans
- Lungeemboli
- Benyttes som intensjon:
 - Bro til Tx
 - Bro til bro
 - Bro til recovery

Linker til indikasjoner for V-A ECMO ved andre tilstander:

- [Bruk av ECMO ved hjertestans](#)
- [Pasientflyt for hjertestanspasienter aktuell for ECPR \(ECMO\) ved OUS-Ullevål](#)
- [Behandling av pasienter med drukning og / eller aksidentell hypotermi](#)

Under forutsetning av adekvat kirurgi ved hjerte-lungemaskin og adekvat farmakoterapi, evt. anvendelse av IABP/Impella-assistanse i minimum 1 time:

- MAP < 60mmHg eller SAP < 90mmHg, wedge > 25mmHg
- Cardiac index < 2 liter/minutt/m²
- SVRI over 2400 dyn.sek/cm⁵/m².

Ta hensyn til preoperativ funksjon, rehabiliteringspotensiale og om pasienten er VAD/TX-kandidat.

Kontraindikasjoner:

- Alvorlig cerebral dysfunksjon
- Multiorgan failure (MOF)
- Alvorlige blødningsproblemer
- Ukontrollert infeksjon
- Høy alder kombinert med komorbiditeter som øker risiko for et dårlig resultat
- Tilleggs lidelser som sterkt begrenser leveutsikter

(<https://www.else.org/Resources/Guidelines.aspx>).

7. ECMO typer.

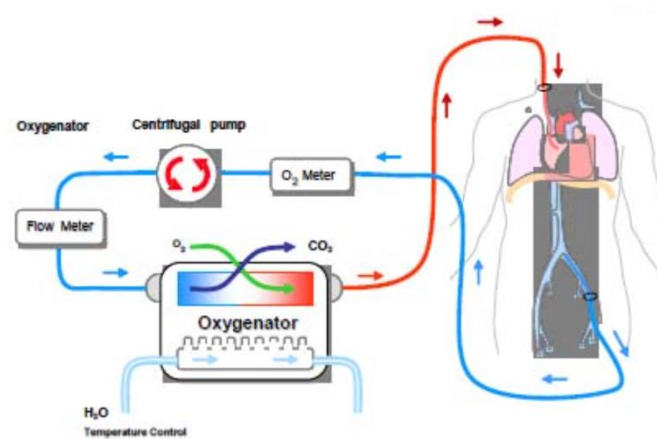
Veno-Venøs ECMO foretrekkes ved lungesvikt hos voksne og større barn når det ikke er behov for sirkulasjonsunderstøttelse. Unntak: Nyfødte, spedbarn og barn < 7 år. Av tekniske årsaker brukes det her oftest Veno-Arteriell ECMO. En kan også i noen tilfeller bruke dobbel lumen kanyler for Veno-Venøs ECMO hos de yngste aldersgruppene. Ved hjertesvikt brukes alltid Veno-Arteriell ECMO.

7.1 Veno-Venøs ECMO.

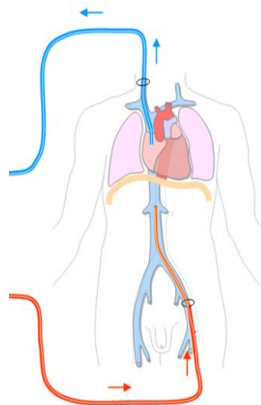
Kanylering:

- A. Til v.jugularis interna (spissen av kanylen i høyre atrium) fra v.femoralis/iliaca. Sjekk posisjon med UL evt. gjennomlysning. Bruk perkutan innleggelse hvis mulig. Ideelt innstikk rett nedenfor lyskebånd, men ovenfor innmunning av vena saphena magna.
- B. Fra v.jugularis interna (spissen av kanylen i høyre atrium) til v.femoralis/iliaca. Sjekk posisjon med UL evt. gjennomlysning. Bruk perkutan innleggelse hvis mulig. Det tilstrebes å entre karet nedenfor lyskebåndet men ovenfor første
- C. V-VA kanylering der VV support ikke er tilstrekkelig for å bedre kardial funksjon hos pasient med respirasjonssvikt. (ref.: ELSO Guidelines for Cardiopulmonary Extracorporeal Life Support, Version 1.4 August 2017, s 12)
- D. Dobbelt lumen kanyler fra hals. Sjekk posisjon med gjennomlysning og ekko.

Veno-Venøs ECMO (A)



Veno-Venøs ECMO (B)



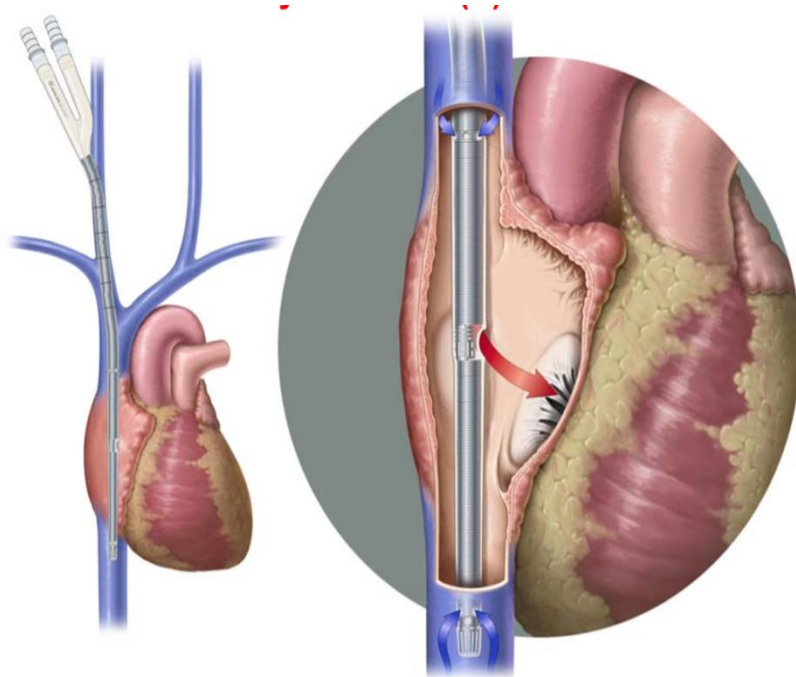
Veno-Venøs-Arteriell ECMO (C)

Hvis oksygenering sentralt eller perifer eller sentral VA ECMO er dårlig, kan det legges inn en ekstra kanyle til høyre atrium med oksygenert blod (Eksempelvis med 20% av flow). Velg kanylestørrelse som direkte gir riktig fordeling av flow. Klemmer bør om mulig unngås pga fare for turbulens. Andre årsaker til å vurdere V-VA ECMO er utilfredsstillende hemodynamikk og venedrenasje.

- To kanyler med oksygenert blod, en til a.femoralis og en til høyre atrium via v.femoralis
- 16Fr – 20Fr til høyre atrium

Dobbel lumen kanyle fra hals (D)

Må legges inn under gjennomlysning og ekko.

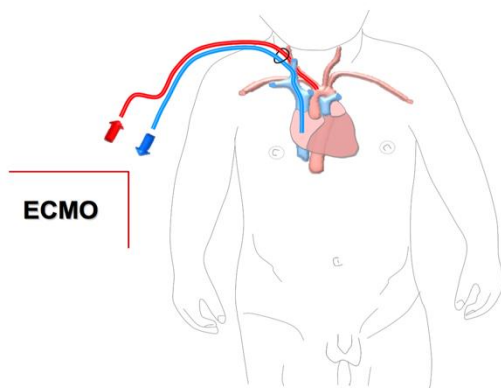


7.2. Veno-Arteriell ECMO.

Veno-Arteriell ECMO brukes ved både sirkulasjon- og respirasjonsvikt hos nyfødte/spedbarn og mindre barn. Veno-Arteriell ECMO brukes hos eldre barn og voksne når man trenger sirkulasjonsunderstøttelse.

Kanylering av nyfødte, spedbarn og småbarn:

Fra v.jugularis interna (spissen av kanylen i høyre atrium) til a.carotis communis (spissen av kanylen i aortabuen). Vurder å legge CVK på venstre side, holde høyre side av halsen fri, der er mistenker at det kan bli ECMO behov.



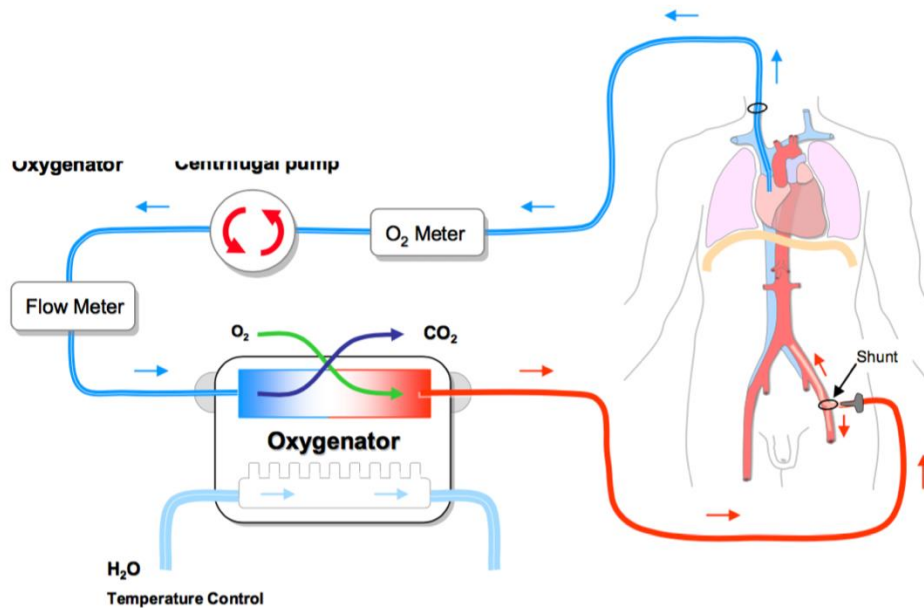
Kanylering hos større barn og voksne:

Fra v.jugularis interna eller v.femoralis/iliaca til a.femoralis/iliaca eller a.subclavia. Ved kanyle i a. femoralis anbefales shunt distalt for å sikre perifer sirkulasjon. Vurder å legge CVK på venstre side der en mistenker at det kan bli ECMO behov.

OBS! Ved sirkulasjonsassistanse på barn < 7 år kan sternumsplitt og åpen kanylering som ved vanlig CPB (X-corp) være et alternativ.

Ventricular Assist Device (VAD) for kortidsstøtte (Centrimag) kan være et alternativ til Veno-Arteriell ECMO.

V-A ECMO med SHUNT



Teknikker/kirurgi ved shunt V-A ECMO

- Guide wire distalt i a.femoralis/superficialis
- Guidewire proximalt
- Kanyle proximalt
- Kanyle distalt
- Koble sammen
- Shuntstørrelse 5mm eller 6mm. Super Arrow flex.

Evt. kan det sys på et graft på arterien før kanylering (i graftet). En kan også ved VA-ECMO bruke hemisternotomi for sentral kanylering i kombinasjon med a. subclavia.

7.3. Alternativt ECMO modus

Hybrid ECMO «ECPella»

På grunn av retrograd flow i aorta ved anvendelse av perifer VA-ECMO er det fare for dilatasjon av venstre ventrikkel, økt trykk i venstre atrium samt lungeødem. Dette kan ses på rtg som såkalt «whiteout». Ved alvorlig venstre ventrikkel dysfunksjon er det også økt fare for at det danner seg tromber i venstre ventrikkel. For å motvirke dette kan man anvende Impella i kombinasjon med VA-ECMO, såkalt «ECPella» (Schrage et al, 2020). Impella avlaster venstre ventrikkel og på den måten reduserer myokards oksygenbehov og øker hjerteminuttvolumet, samt koronar- og organperfusjon (Greco et al, 2014, s. 203). Bieffekter av Impella kan være økt hemolyse og skade av aortaklaffen. Obs sirkulasjon i underekstremiteter.

Greco, G., Cortinovis, B., & Avalli, L. (2014). *Left ventricular rest and unloading during VA ECMO. In ECMO-extracorporeal life support in adults (pp. 193-206). Springer, Milano.*

Schrage, B., Becher, P. M., Bernhardt, A., Bezerra, H., Blankenberg, S., Brunner, S., ... & Westermann, D. (2020). *Left ventricular unloading is associated with lower mortality in patients with cardiogenic shock treated with venoarterial extracorporeal membrane oxygenation: results from an international, multicenter cohort study. Circulation, 142(22), 2095-2106.*

ECMO og IABP

Tilsvarende avlastning som ved Impella kan en oppnå med IABP.

ECMO og septostomi

Blir særlig vurdert hos barn og da evt kombinert med innsetting av stent for å unngå spontan lukning av defekten som blir laget i høyre atrium.

Ved post-kardiotomi ECMO

Drenasje/ kanyler i venstre atrium via øvre høyre lungevene.

Andre kombinasjoner for avlastning

Direkte kanylering med drenasje av venstre ventrikkel via liten venstresidig thorakotomi i 6.interkostalrom

Perkutan direktekanylering via atrieseptum – egen kanyler

8. Utstyr og priming ved ECMO

8.1. Veno-Arteriell bypass: Barn til voksen.

Priming og utstyr for Veno-Arteriell ECMO for barn til voksen pasient:

Vekt	2 - 3 kg	3 - 6 kg	6 - 10 kg	10 - 13 kg
Slanger	1/4"	1/4"	1/4"	1/4"
Pumpehode	Cardiohelp HLS 5.0	Cardiohelp HLS 5.0	Cardiohelp HLS 5.0	Cardiohelp HLS 5.0
Oksygenator/ Slangesett	Quadrox/HLS 5.0 + Reserve PedPack 5- 15kg	Quadrox/HLS 5.0 + Reserve PedPack 5- 15kg	Quadrox/HLS 5.0 + Reserve PedPack 5- 15kg	Quadrox/HLS 5.0 + Reserve PedPack 5- 15kg
Priming	1000ml RingerA for utlufting av krets. Deretter*: 1 SAG + 1 OCTA Heparin** 1000IE Bicarb** 15-20ml Mannitol** 3ml/kg	1000ml RingerA for utlufting av krets. Deretter*: 1 SAG + 1 OCTA Heparin** 1000IE Bicarb** 15-20ml Mannitol** 3ml/kg	1000ml RingerA for utlufting av krets. Deretter*: 1 SAG + 1 OCTA Heparin** 1000IE Bicarb** 15-20ml Mannitol** 3ml/kg	RingerA 1000ml Albumin** 100ml Heparin** 1000IE Bicarb** 40ml Mannitol** 6ml/kg
Kanyler (minimum Fr)	Arterie: 6 Vene: 8	Arterie: 8 Vene: 8 - 10	Arterie: 8 - 10 Vene: 10	Arterie: 10 - 12 Vene: 10 - 14
Volum i pas.krets A+V	368ml (4m)	368ml (4m)	368ml (4m)	368ml (4m)

* Primingpose tapes maksimalt før påfylling av kolloider og andre tilsetninger

** Heparin 5000IE/ml, Bicarbonat 500mmol/l, Mannitol 150mg/ml, Albumin 20%

Vekt	13 - 15 kg	15 - 20 kg	20 - 50 kg	> 50 kg
Slanger	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"
Pumpehode	Cardiohelp HLS 5.0	Cardiohelp HLS 5.0	Cardiohelp HLS 5.0	Cardiohelp HLS 7.0
Oksygenator/ Slangesett	Quadrox/HLS 5.0	Quadrox/HLS 5.0	Quadrox/HLS 5.0	Quadrox/HLS 7.0

Priming	RingerA 1000ml Albumin** 100ml Heparin** 1000IE Bicarb** 40ml Mannitol** 6ml/kg	RingerA 1000ml Albumin** 100ml Heparin** 1000IE Bicarb** 40ml Mannitol** 6ml/kg	RingerA 1000ml Albumin** 100ml Heparin** 1000IE Bicarb** 40ml Mannitol** 6ml/kg	RingerA 2000ml Heparin 2000IE
Kanyler (minimum Fr)	Arterie: 12 Vene: 12 - 14	Arterie: 14 Vene: 14 - 16	Arterie: 14 - 15 Vene: 17 - 19	Arterie: 17 - 19 Vene: 21 - 28
Volum i pas.krets A+V	524ml (4m)	524ml (4m)	524ml (4m)	557ml (4m)

* Primingpose tappes maksimalt før påfylling av kolloider og andre tilsetninger

** Heparin 5000IE/ml, Bicarbonat 500 mmol/l, Mannitol 150 mg/ml, Albumin 20%

Akuttpriming for barn opp til 50 kg (ved manglende forlik)

Barn < 10kg:

- Utlufting med RingerA 1000 ml
- Deretter (som ved priming av barn med kjent forlik):
- Katastrofeblod 1 SAG
- Albumin 20% 100ml
- Heparin 1000 IE
- 15 – 20ml Bicarbonat 500 mmol/l
- 3 ml/kg Mannitol

Barn >10kg:

- RingerA 1000 ml
- Albumin 20% 100 ml
- Heparin 1000 IE
- Bicarbonat 40 ml
- Mannitol 6 ml/kg

8.2. VENO-VENØS BYPASS: Barn >7år til voksne

Priming og utstyr for Veno-Venøs ECMO for barn >7år til voksen pasient

Vekt	15 - 20 kg	20 - 50 kg	> 50 kg
Slanger	3/8"	3/8"	3/8"
Pumpehode	Cardiohelp HLS 5.0	Cardiohelp HLS 5.0	Cardiohelp HLS 7.0
Oksygenator/ Slangesett	Quadrox/HLS 5.0	Quadrox/HLS 5.0	Quadrox/HLS 7.0
Priming	RingerA 1000ml Albumin** 100ml Heparin** 1000IE Bicarb** 40ml Mannitol** 6ml/kg	RingerA 1000ml Albumin** 100ml Heparin** 1000IE Bicarb** 40ml Mannitol** 6ml/kg	RingerA 2000ml Heparin 2000IE
Kanyler (minimum Fr) Evt AVALON	Arterie: 12 - 14 Vene: 14 - 16	Arterie: 14 - 15 Vene: 17 - 19	Arterie: 17 - 19 Vene: 21 - 28
Volum i pas.krets A+V		524ml (4m)	524ml (4m) 557ml (4m)

** Heparin 5000IE/ml, Bicarbonat 500mmol/l, Mannitol 150mg/ml, Albumin 20%

Dersom det er ønskelig kan forventet Hct etter tilkobling regnes ut med følgende formel:

Dersom det er ønskelig kan forventet Hct etter tilkobling regnes ut med følgende formel:

$Hct \text{ (på ECMO)} = Hct \text{ (før ECMO)} \cdot (BV) / (BV + PV)$ BV = pasientens blodvolum (vekt[kg] * 75[ml/kg])[ml] PV = primingvolum [ml]

Beregning av flow:

Voksne:

$BSA = (Høyde + Vekt - 60) / 100$

$Flow = BSA \times 2,4$

Barn:

$BSA = [(Vekt \times 4) + 7] / (90 + Vekt)$

$Flow = BSA \times 2,4$

OBS! BSA x 2,4 tilsvarer 100% av beregnet CO.

Full ECMO innsats beregnes til å være 80% av CO.

Flushing av målepunkter for trykk på barnekretser:

Med hensyn til heparin:

Flushing med NaCl/Heparin gjøres med sprøytepumpe på preoxygenator treveiskran. Volum i 3-veis med slange er 1,5ml.

8.3. Kanyler – typer, størrelser og flow.

		Trykfall 80 mmHg	Trykfall 100 mmHg	Merknad		Trykfall8 0 mmHg	Trykfall1 00 mmHg	Merknad
<u>Bio-Medicus</u>								
Barn 19cm								
(22,9cm)	6Fr	0,35 L	0,4 L					
	8Fr	0,62 L	0,68 L		8Fr	0,62 L	0,7L	
	10Fr	1,16 L	1,31 L		10Fr	1,20 L	1,37L	
	12Fr	1,81 L	>2 L		12Fr	1,81 L	>2L	
	14Fr			Ved 2L flow- trykfall på 50 mmHg	14Fr			Ved 2L flow- trykfall på 50 mmHg
Voksen tip 18cm				Voksen tip 50cm				
	15Fr	2,27 L	2,5L		15Fr	1,63 L	1,8L	
	17Fr	3,27 L	3,6L		17Fr	2,36 L	2,6L	
	19Fr	4,31 L	4,2L		19Fr	3,13 L	3,5L	
	21Fr	5,18 L	>6L		21Fr	4,18 L	4,7L	
					23Fr	5,41 L	>6L	
					25Fr	>6L	>6L	
					27Fr	>6L	>6L	
					29Fr	>6L	>6L	
<u>Maquet</u>								
Voksen tip 23cm				Voksen tip 55cm				
	15Fr		2,5L*		21Fr		5,2L	
	17Fr		3,5L*		23Fr		6,5L	
	19Fr		4,5L*		25Fr		>7L	
	21Fr		5,75L*		27Fr		>7L	
	23Fr		7,0L*					
<u>Avalon, dobbellumen</u>								
Barn+Voksen								connector
11cm	13Fr		0,5		13Fr		1,26L	¼"
14cm	16Fr		0,75		16Fr		1,65L	¼"
21cm	19Fr		1,25		19Fr		2,33L	¼"
31cm	20Fr		1,10		20Fr		2,09L	3/8"
31cm	23Fr		1,81		23Fr		3,05L	3/8"
31cm	27Fr		2,63		27Fr		4,9L	3/8"
31cm	31Fr		3,81		31Fr		>6 L	3/8"
<u>DLP singel Vinklet metall</u>								
35,6cm					20Fr	4,9 L	5,5 L	

*= ikke på lager på Rikshospitalet pr. 06.07.16

9. Startprosedyre for Cardiohelp® ECMO

(Se foto neste side)

1. Åpne bøylene og monter HLS-modulen i konsollen
2. Monter på 3 stk. "Monitoring Lines" (spesiellagede 3-veiskraner m/forlengelse fra Maquet) på begge sider øverst på oksygenatoren (til evt dialyse tilkobling) og på outlet fra oksygenatoren (til blodgassprøver)
3. Koble sensorkabel på HLS-modul og konsoll og lukk bøylene
4. Fest flow-/boblesensoren på arterieslangen
5. Slå på CardioHelp og aktiver "Global Override"
6. Nullstill trykkene (pVen, pInt og pArt)
7. Koble til "softbag", fyll med egnet priming ut fra pasientkategori og "prime" kretsen:
8. Passivt
9. Start pumpen og kjør med RPM=3000 i 2 min, deretter RPM= 4000 i 1 min
10. Kontroller innstillinger; – Grenser – Mode i "OR" Husk å velge RPM som styringsmodus på pumpen
11. Stopp pumpen, sett klemmetenger på begge sider av flowproben, nullstill
12. Monter venøs måleprobe
13. Reset boblealarmen
14. Slå av "Global Override" (Vær sikker på at den virkelig er slått av)
15. Sett gul propp på utluftingsporten på HLS-modulen

Når det er tid for pasienttilkobling:

- Koble fra softbagen
- Start datainnsamling

CardioHelp - Oppstart



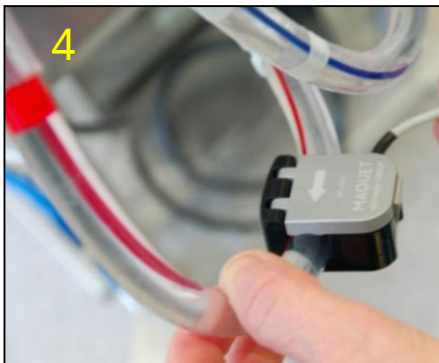
1. Fyll primingbag med ca. 1,5 l Ringer Acetat. (1000 i.e. Heparin i hver pose (1 l) RA)



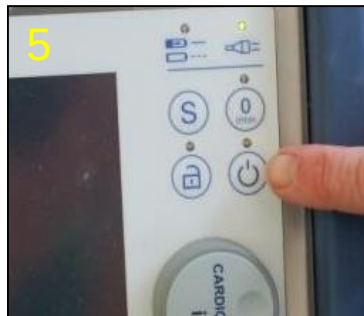
2. Monter HLS- modul (med tre stk. 3-veis-kraner) på CardioHelp



3. Plasser sensorkabelen på HLS-modulen



4. Plasser flow-/boblesensoren på arterieslangen



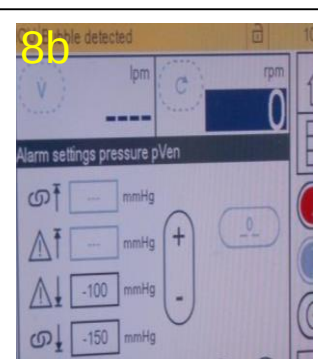
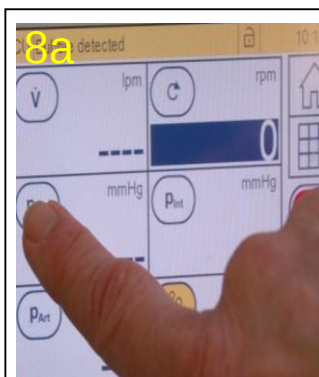
5. Slå på CardioHelp



6. Aktiver "Global Override"-modus



7(a og b). Start dataopptak



8(a og b). Nullstill trykkene (pVen, pInt og pArt)

CardioHelp - Oppstart



9(a og b). Koble til primingbag



10(a og b). Prime med 3000 rpm i 2 min., og med 4000 i 1 min.



11(a, b og c). Fjern primingbag



12. Sjekk flow- nullstill om nødvendig



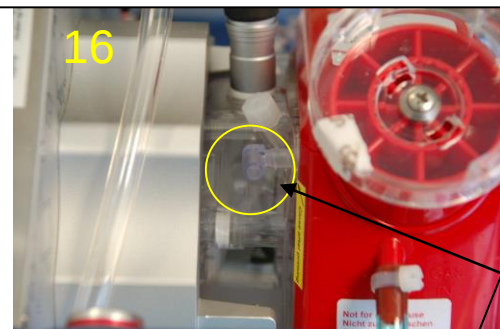
13. Monter den venøse proben



14(a, b og c) Reset boblealarm



15. Deaktiver "Global Override"-modus (Hold inne i 5.sek.)



16. Sett på gul luer på utluftningsport

10. Forberedelser til ECMO-behandling.

(Gjelder både ved innleggelse på intensiv, angiolab og operasjonsstue)

- Blodbestilling
- Blodprøver
- Rtg og andre undersøkelser

10.1. Blodbestilling.

Det bestilles etter skjema:

- Priming blodprodukter (til barn under 10kg)
- Back-up blod.

Bestilling av "priming"-blod og Octaplas;

Priming-blodlappene skal merkes Priming og klistres på blodarket, men skal ikke regnes i pasientens væskebalanse.

Back up blod:

1 SAG for barn < 20 kg.

2 SAG for barn > 20 kg.

2 SAG for voksne.

Blodprodukter utover dette vurderes individuelt etter pasientens behov. Blodprodukter forordnes av thoraxkirurg/ anestesilege, utføres av operasjonssykepleier eller pasientansvarlig intensivsykepleier.

Ekstracellulær kalium kan stige i bankblod når det lagres. Backup blod skal være < 3 dager gammelt for nyfødte.

10.2. Blodprøver før oppstart.

Pretransfusjonsprøve

Hb	Na	Bilirubin
HCT	K	ASAT
Tromb	Urea	ALAT
	Kreatinin	
Hvite	Mg	LD
CRP	Ca	CK
		CKMB
ACT		Fritt Hb i plasma
Blodgass		
Koagulasjons- status m/AT, Fibrinogen etc		

10.3. Rtg og andre undersøkelser.

Rtg.thorax

Dersom pasienten ikke har ferske svar på bakteriologi, tas dette av blod, urin, ekspektorat, evt fra steder med sekresjon

Etter forordning:

- Ultralyd caput/abdomen hos nyfødte
- Ekko cor
- EEG
- CT caput

Prosedyrer som medfører blødningsfare (f.eks innleggelse av CVK) gjøres fortrinnsvis før heparinisering.

11. Mottak i intensivavdeling / 11.1. Forberedelser

Tiltak	Kommentar
Rommet: Enerom eller stor sengeplass. Minst mulig gjennomgangstrafikk. Antidecubitusmadrass spesielt beregnet på barn. Evt. gelepute må varmes.	Det skal være plass til mye utstyr, maskiner og mennesker. Redusere infeksjonsfare, mest mulig ro.
Sengen: Intensiv seng eller seng med tempurmadrass.	
Nyfødt: Juniorseng.	
Større barn: Junior eller voksen seng.	
Utstyr i tillegg til en komplett intensivsengenhet: Invos Infusjon med standard blanding Heparin: NaCl 9 mg/ml 49 ml Heparin 5000 IE/ml 1 ml):Heparin 100 IE/ml Lukket sugesystem Trykk-manometer til bagen v/behov Lommelykt Bestille rekvisisjoner i Dips Temp.måling Blodvarmer v/behov Ekstra overtrykksmansjett v/behov	Styres etter ACT-verdiene. Forordnes daglig. NB. Til barn under 10 kg blandes Heparin til 50 IE/ ml. Hvis pasienten er spesielt utsatt for barotraume. Til å oppdage klotting ved å lyse over oksygenatoren og mellomstykkene. Til lab, rgt og bakt t.o.m. kl 12 om dagen etter. Ikke rektalt pga. blødningsfaren v/hepariniseri- ning. Bruk SG eller blæretemperatur. Til blodtransfusjoner.

Bemanningsnorm sykepleier: pasient er vanligvis 2 : 1

12. Etter oppstart.

12.1 Legemidler og ECMO-behandling.

ECMO-behandling kan endre et legemiddels farmakokinetikk gjennom:

- Legemiddel som er bundet opp i kretsen kan fungere som et reservoir. Dette kan forlenge effekten eller føre til toksisitet av noen legemidler.
- At legemiddelet holdes igjen i kretsen (eng: sequestration). Hvor i kretsen dette skjer er ikke helt klarlagt (plastikken/settet, pumpen eller oksygenatoren).
- Å øke distribusjonsvolum (Vd)

Grad av binding til krets predikeres både av hvor **lipofilt** (fettløslig) legemiddelet er (høy logP = større grad av binding). Det anbefales å gi en laddningsdose ved oppstart (høyeste anbefalte dose). **Hydrofile** (vannløselige) legemidler kan få økt Vd grunnet større volum som legemiddelet fordeles i.

I tillegg har intensivpasienten endret farmakokinetikk (3):

- Clearance (Cl) reduseres på grunn av nyre- og/eller leverdysfunksjon.
- Vd øker for hydrofile legemidler på grunn av økt ekstracellulært volum.
- Endret proteinbinding (eks. redusert albumin).

Det er også mange av disse intensivpasientene som samtidig behandles med kontinuerlig dialyse (CRRT), og dette kan endre farmakokinetikk.

Dosering av legemidler:

- Sedativa, inotropi, vasopressorer, diuretika, antikoagulerende og andre legemidler titreres til ønsket effekt.
- Immunosuppressive legemidler doseres etter konsentrasjon.

- For antibiotika og andre antimikrobielle legemidler finnes det lite og varierende informasjon om dosering, og det finnes dermed ikke noen systematiske retningslinjer. Det bør gis en ladningsdose. I de tilfeller det går bør konsentrasjonen av legemiddelet måles.
- Ampicillin bindes opp i kretsen i større grad enn andre antibiotika.

Referanse:

1. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5911560>
2. Lindberg Beate Rikken m.fl. Influence of the ECMO circuit on the concentration of nutritional supplements. *Scientific reports*, 2020-12-01, Vol 10 (1) p 19275-77

Ernæring:

Det er viktig å komme tidlig i gang med ernæring på grunn av økt metabolsk aktivitet, økt proteinmetabolisme og at ECMO pasienten er marginal ernæringsmessig. Må vurderes etter klinisk tilstand. Bruk ernæringstabell for utregning av protein og kaloribehov:

[Ernæring til intensivpasienten -algoritme \(PO/INT\) -voksne.](#)

Fettstoffer:

Kan teknisk sett gis så lenge det ikke settes i kretsen rett før oksygenator (brukermanual Maquet).

12.2. Respirator innstilling

Ved VV-ECMO behandling (bortsett fra bridge to Tx) er målet å gi optimale forhold for tilheling av lungene. En antar at det er gunstig å begrense platåtrykk, drivtrykk, tidevolum og respirasjonsfrekvens. PEEP benyttes for å hindre progresjon av atelektaser. Gassvekslingen foregår primært i ECMO- kretsen, men unntaksvis må respiratorinnsatsen økes noe for å oppnå akseptabel oksygenering.

Veiledende innstilling:

Nyfødt og spedbarn:

FiO₂ 0.21-0.3

Luftveistrykk til 15 - 20 cm H₂O

Respiratorfrekvens: 10-15/min

PEEP: 5-10 cmH₂O

Barn:

FiO₂ 0.4. - 0.5

Peak luftveistrykk < 25 cmH₂O

Respiratorfrekvens: 10 - 15 /min

PEEP 5cmH₂O

Voksne:

FiO₂ 0.3 - 0.5

Platåtrykk 20 - 24 cmH₂O

Respiratorfrekvens 4 - 15 /min

PEEP 10 - 15 cmH₂O

MÅL:

SaO₂ > 85-90 %

PaO₂ >8 kPa

pH 7.35-7.45

Unngå for rask korreksjon av PaCO₂

«Hvilestillinger» bør i utgangspunktet beholdes så lenge pasienten er på ECMO, men innstillingene kan økes noe før weaningforsøk. Videre kan en vurdere behandling med surfactant til nyfødte (100mg/kg).

Ved ECMO behandling ved sirkulasjonssvikt vurderes respiratorbehandling ift den enkelte pasient. Noen er helt selvpustende under pågående behandling.

13. Monitorering ved ECMO-behandling.

13.1 Antikoagulasjon og blodprøver

Antikoagulasjon:

- Gi initialt Heparin 100 E / kg kroppsvekt iv (ved kanylering)
- Antikoagulasjon styres etter Activated Clotting Time (ACT-verdi).
- Ønsket ACT er 150 -180 sekunder.
- Ved ACT < 150 sekunder: vurder å gi Heparin som bolus og øk infusjonshastighet.
 - Voksne: 15 IE/kg

- Barn: 10 IE/kg
- Kontroller ACT verdien etter 1 time.
- Korriger infusjonshastighet på Heparin etter ACT og gjeldende forordning skrevet i Plan/Mål.

Ved HIT:

Argatroban (Novastan®) 100 mg/ml. Fortynnes i NaCl 0.9 % til 1mg/ml. Finnes pr i dag på Gen.Int 1; kontakt evt vakthavende farmasøyt. Vanlig dose hos pasienter med hjertesvikt, multiorgansvikt eller etter hjertekirurgi er 0.5-1 mcg/kg/min. Start på 0.5 mcg/kg/min. Det styres ved aPTT (tidligere kalt Cephatest) som skal være 2-2.5 ganger baseline (normal) verdi, men ikke overstige 90 (100). Ta første prøve 2 timer etter oppstart; deretter hver 4. time til «steady state»:

- aPPT < 60 sekunder → Øke infusjonshastighet med 20 % (anbefaling fra ELSO guidelines).
- aPPT 60-90 sekunder → Ingen doseendring.
- aPPT > 100 sekunder → Stoppe infusjon i 2 timer.
→ Start deretter på 50 % lavere hastighet.
→ Ta så ny prøve etter 2 timer igjen

Referanse:

1.2021 ELSO Adult and Pediatric Anticoagulation Guidelines. McMichael et al. www.else.org/resources. *ASAIO journal* 2022
2.Argatroban in heparin-induced thrombocytopenia: rationale for use and place in therapy. Bambram Ramandeep et al. *Therapeutic Advances Chronic Dis.* 2013 Nov; 4(6): 302-304

Veiledende mål for blodverdier:

- Hb:
 - Nyfødte: 12 - 15 g/dl
 - Barn: > 12 g/dl
 - Voksne: > 8 g/dl

Vurder totalt O₂ tilbud, ikke kun Hb verdi.

- Trombocytter: > 50 x 10⁹.
- Antitrombin (AT): > 60 % (>80 % hos nyfødte/ små barn), ved lave verdier skal det gis Atenativ®.
- Anti-Xa aktivitet: > 0,1 U/ml. Det foreligger ingen klar konsensus om målnivå, men EOLIA studien brukte 0,2-0,3 U/ml. Anti-Xa er et mål for Heparinmengden i blodet.
- aPTT: Det foreligger ingen klar konsensus om målnivå, men EOLIA studien brukte 40-55 sekunder.
- Fritt Hb (pHb) i plasma: < 0,07 g/dl. Vurder å skifte ECMO-krets ved stigende trend..

Referanse: Combes et al. Extracorporeal Membrane Oxygenation for Severe Acute Distress Syndrome. *N Engl J Med* 2018; 378: 1965-1975

Hva sier blodprøvene oss:

- AT3: inaktiverer trombin og aktiverte former av faktorene IX, X, XI, XII. Lav verdi gir økt blodproppfare. Heparin øker effekt av AT3.
- Anti Xa: direkte faktor Xa hemmer. Mål på heparineffekt.
- aPTT (aktivert partiell tromboplastintid): høy verdi pga heparineffekt, mangel på koagulasjonsfaktorer eller lav fibrinogenverdi.
- Fritt Hb i plasma (pHb): knuste røde blodlegemer. Hemolyse. Høy verdi gir klottingfare.
- Haptoglobin: protein. Lav verdi ved hemolyse. Ødelagte erytrocytter binder seg til haptoglobin.
- Fibrinogen: protein, aktivert av trombin til fibrindannelse. Siste trinn i koagulasjonskaskade. Lav verdi gir blødningsrisiko og kan være tegn på forbrukskoagulopati. Vurder å bytte krets.
- D dimer: nedbrytningsprodukt fra uløselig fibrin.
- ACT: activated clotting time. Mål på heparineffekt.
- LD: (laktat dehydrogenase). Enzymlekkasje ved hemolyse. Øker ved hemolyse.
- Bilirubin: øker ved hemolyse.

Ved oppstart av vakt:

Gå gjennom nødprosedyren.

Sjekk alarminnstillinger på:

- **Volum:**
 - Voksen: sett alarmgrensen low flow 1–1,5l under det normale
 - Barn: sett tettere grense
- **Delta p (ΔP):** alarmgrensen skal være maks det dobbelte av målt verdi. Settes tettere ved mistanke om begynnende trombosering.
- **SvO₂:** alarmgrensen settes etter klinisk vurdering.
- **«Sugetrykk»:** veiledende varselgrenser for Pven
 - **Voksen:** -100
 - **Barn:** -50
- **Lenket alarm** på sugetrykk, luftboblealarm vene + arterieside.

Koagler: inspiser kretsen med lommelykt.

Sjekke temperatur på varmeveksler.

Sjekke «backup»-blod (i tillegg tappedato på nyfødte):

- Barn < 20 kg: 1 SAG
- Barn > 20 kg og voksne: 2 SAG

Hver time:

Blodprøver:	ACT Blodgass	Vurdere hyppighet ved helt stabil ECMO-kjøring.
--------------------	-----------------	---

Hver 4. time

Blodprøver:	Trombocytter	Ikke nødvendig hver 4.time ved stabile, normale verdier
--------------------	--------------	---

Daglig:

Blodprøvene tas kl. 03.30.

Etter forordning gjentas prøvene kl. 14.00

ECMO – IMPELLA (voksen)			Blodprøvepakken finnes i DIPS		
Hematologi	Organmarkører	Væske- og Elektrolytter	Hemostase	Protein	Infeksjon
Hemoglobin Trombocytter Leukocytter P-Hb	Karbamid Kreatinin Bilirubin ASAT ALAT Alk.fosfatase LD GT CK Amylase ProBNP	Natrium Kalium Magnesium Fosfat	INR APTT Antitrombin Fibrinogen D-dimer Haptoglobin Anti FXa	Albumin Tot Protein	CRP
	Myokardskade				
	CK-MB Troponin T Myoglobin				

- På indikasjon tas: Pro Calcitonin

ECMO (barn)			Blodprøvepakken finnes i DIPS			
Hematologi	Organmarkører	Væske- og elektrolytter	Hemostase	Protein	Meta-bolisme	Infeksjon
Hemoglobin Trombocytter Leukocytter P-Hb	Karbamid Kreatinin Bilirubin ASAT ALAT Alk.fosfatase LD GT CK Amylase panc. ProBNP	Natrium Kalium Magnesium Fosfat Kalsium	INR APTT Antitrombin Fibrinogen Anti FXa Haptoglobin	Albumin Tot protein	Glukose	CRP
	Myokardskade					
	CK-MB					

- Blodgasser fra oksygenator
 - Ultralyd caput
 - Stix på blod i urin
 - Bakteriologi etter protokoll for intensivpasient.
 - EKKO-cor på indikasjon.
 - Bronkoskopi på indikasjon.
- Gjøres av perfusjonist
- Før ECMO og daglig hos barn med åpen fontanelle

Tverrfaglige ECMO-møter holdes fast morgen og ettermiddag (fortrinnsvis kl 16) med alle faggrupper involvert i behandlingen. Strategi/ mål for neste 12-24 t (evt. 12 t hvis ettermiddagsmøte). På ettermiddagsmøtet (hverdager) avgjøres det hvorvidt perfusjonist kan ha hjemmevakt (gjelder kun voksne > 18 år). Det skal dokumenteres i plan og mål av pasientansvarlig overlege; på TKA av vakthavende VAD/ECMO/TX overlege. Se link vedrørende ansvarsforhold under obligatorisk litteratur.

13.2. Cerebral evaluering av nyfødte og små barn med åpen fontanelle.

Pre ECMO: Ultralyd caput

På ECMO: Daglig ultralyd caput

NIRS (Near InfraRed Spectroscopy) monitorering anbefales.

Før utskriving, bør det gjøres cerebral CT eller cerebral MR.

13.3 Vurdering av ”white out”.

Pulmonalt ødem (”white-out”) pga høyt trykk i venstre atrium ved V-A ECMO:

Årsaker:

- mitralinsuffisiens
- aortainsuffisiens
- bronkialt returblod
- redusert venstre ventrikkelfunksjon
- økt «afterload»
- volum «overload»
- vasopressor

Hva kan gjøres for å unngå dette?

- adekvat størrelse på venøs ”inflow” kanyle
- behold pre ECMO IABP
- ved post-kardiotomi ECMO, anlegg drenasje/ kanyle i venstre atrium via øvre høyre lungevene.
- hold diastolisk pulmonaltrykk lavt (< 20-22 mmHg, Swan-Ganz kateter)
- ikke stopp inotropi raskt etter oppstart ECMO

Hvis pulmonalt ødem oppstår ved perifer V-A ECMO:

Avlastning av venstre hjertehalvdel:

- atrial septostomi ved ballong/ kutt, evnt med atrial septal stent
- direkte kanylering med drenasje av venstre ventrikkel via liten venstresidig thorakotomi i 6. interkostalrom
- perkutan direktekanylering via atrieseptum – egen kanyle
- tilleggsbruk av pumpe gjennom aortaklaffen for å avlaste venstre ventrikkel; Impella – «ECPella»

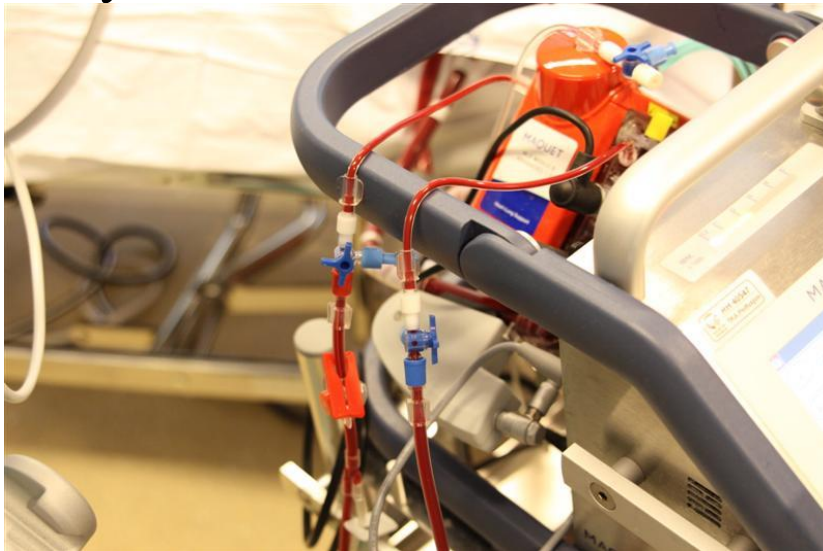
ECPella (se også s 22):

- Trykk kurve på Impella (Purge Signal) er et resultat av trykk i aorta ascendens gjennom systole og diastole. Ved kombinasjon med ECMO vil trykkforskjellen flates ut, og det kan oppfattes av Impella monitorering som en feilplassering av kateteret.

Alarmen «wrong position» vil da komme. Hvis pasienten nettopp har vært snudd, tatt røntgen, vært urolig eller lign så må posisjon verifiseres med ekko. Hvis pasienten er helt i ro, er det mest sannsynlig en falsk alarm. Pasientens eget pulstrykk (feks ingen forskjell mellom systole og diastole) kan bekrefte dette.

- En pasient som avlastes på Venø - Arteriell ECMO, har da Impella som en tilleggsstøtte for å tømme venstre ventrikel. Da kan ikke Impella kjøres på max P nivå. For å unngå suction er det vanlig å kjøre Impella på P2-4.

14. Dialyse ved ECMO.



Innleggelse av dialysekateter bør vurderes før oppstart av ECMO-behandling ved behov for CRRT. CRRT kan også gjennomføres ved å koble dialysemaskin til ECMO-kretsen. Separat dialysekateter anbefales der det er planlagt weaning fra ECMO i løpet av 1-2 dager.

Det er vanlig å koble en kontinuerlig dialysemaskin på følgende måte: Blod tas ut etter oksygenator, og gis tilbake rett før oksygenator (etter pumpe).

Vedrørende antikoagulasjon i CRRT-krets har vi praktisk erfaring med følgende metoder:

- Ingen antikoagulasjon i CRRT-krets (kun Heparin i ECMO-krets)
- Ekstra antikoagulasjon (Heparin) i CRRT-krets
- Kalsium / citrat som regional antikoagulasjon i CRRT-krets (med Heparin i ECMO-krets). Brukes per i dag ikke på TKAI, men brukes på Gen.Int.

Tilkobling til CRRT kan utføres av intensivsykepleiere som er trent til dette; men uansett bør perfusjonist, vakthavende kirurg eller anestesilege være tilstede ved første gangs oppkobling av kontinuerlig dialysemaskin i ECMO-kretsen. Selve prosedyren utføres av en av de tre ovennevnte; hvis intensivsykepleieren ikke er opplært i dette.

15. Observasjoner og oppfølging av ECMO-pasienten.

For pasienter på ECMO-behandling gjelder prosedyrer og prinsipper som til enhver intensivpasient. Dokumentet tar for seg det som er spesielt for denne typen behandling.

Det forventes at alle i teamet som betjener ECMO-pasienten har god kunnskap om oppfølging og behandling av den kritisk syke pasient, barn og voksen. Dette blir derfor ikke berørt i dette kapittelet.

Behandlingstilbudet omfatter både Veno-Venøs og Veno-Arteriell ECMO.

Prosedyrer og behandlingsplaner er felles for begge behandlingstyper, men grunnlidelsene er forskjellige.

15.1. ECMO observasjoner og potensielle komplikasjoner.

Utvidet og revidert utgave v. intensivsykepleier Per Kristian Lundin, Generell Intensiv 1 og intensivsykepleier Gro Sørensen TKAI1.

15.2. Gassveksling og oksygenforbruk.

Det er flere forhold som påvirker pasientens oksygenmetning ved VV-ECMO. I situasjoner med utilfredsstillende oksygenmetning må vurderinger og tiltak derfor rettes mot både pasient og ECMO-krets. Tiltak for å øke pasientens perifere oksygenmetning ved VV-ECMO kan deles inn på følgende måte:

Hvordan kan oksygentilbudet til pasienten økes?

- Øke blodflow i ECMO-kretsen (se punkt 15.2.2, 15.3 og beregning av flow s.25)
- Øke FiO_2 i ECMO-kretsen (se punkt 15.2.2)
- Øke pasientens Hb (se punkt 15.2.1)

Redusere resirkulering i ECMO-kretsen (se punkt 15.2.1):

- Vurdere kanyleplassering / reposisjonering av kanyler
- Leieendringer

Redusere pasientens oksygenforbruk:

- Sedasjon (se punkt 15.2.3 og s. 27)
- Temperaturkontroll (se punkt 15.2.4)

Redusere shunting i lunger

- Respiratorbehandling (se s. 35, og punkt 15.2.1)
- Leieendringer, evt. mageleie (se punkt 15.2.1)

Kontrollere oksygenatorfunksjonen (se punkt 15.3.2):

Vurdere skifte til venoarteriell ECMO / hybrid ECMO

15.2.1. Utilfredsstillende O₂/CO₂-utveksling i lungene relatert til reversibel lungesykdom:

Mål

Kortsiktig: sikre gassutveksling for å normalisere O₂/CO₂-innholdet i pasientens blod.

Langsiktig: lungene heles og gjenopptar sine funksjoner.

Kunnskaper

Indikasjon for ECMO-behandling for barn og voksne er en reversibel lungesykdom med forventet høy mortalitet ved konservativ behandling. Mange pasienter har ARDS som medfører:

- Shunting i lungene. Det er misforhold mellom ventilerte og perfunderte lungeavsnitt.
- Plasmaeksudat i lungevevet. Dette fortykker alveolærveggen og øker diffusjonsbarrieren. Gassutvekslingen blir redusert.
- Pulmonal hypertensjon kan oppstå i de områder hvor pO₂ og pH er lav. Kapillærene kontraheres.
- Nedsatt compliance.

Pasientens oksygenering er avhengig av Hb, da dette transporterer O₂ til vevet.

Tiltak

- Observere klinikken.
- Dokumentere respiratorinnstillingene og aktuell ventilasjon inklusive compliance, lungenes elastisitet.
- Ta blodgasser minimum hver 4. time.
- Overvåk SpO₂ og SvO₂ nøye. Obs. sentralvenøs metning ved VV ECMO. Høy eller økende SvO₂ målt i ECMO-kretsen kan være tegn på resirkulering, relatert til

kanyleplassering. Kanyleplasseringen må vurderes ved mistanke om resirkulering med høye verdier av SvO₂ i ECMO-kretsen og samtidig lav SpO₂ hos pasienten.

- Vurder om pasienten tåler en sugesedyre. Lukket sugesystem benyttes.
- Vis varsomhet. Pasienten er heparinisert. Blødning kan derfor lett oppstå fra slimhinnene.
- Regelmessig leieforandring og lungefysioterapi vurderes etter pasientens oksygenstatus.
- Administrere SAG etter Hb.

15.2.2 Utilfredsstillende O₂/CO₂-utveksling relatert til nedsatt flow i ECMO-kretsen:

Mål

Kortsiktig: gassutveksling sikres for å normalisere O₂/CO₂-innholdet i pasientens blod.

Langsiktig: lungene heles og gjenopptar sine funksjoner.

Kunnskaper

Så lenge pasienten er avhengig av ECMO-maskinen for gassutveksling er det viktig at det går en kontinuerlig flow gjennom maskinen. Oksygentilbudet til pasienten vil i prinsippet være avhengig av en akseptabel blodflow i ECMO-kretsen, mens fjerning av CO₂ vil være avhengig av en akseptabel flow på sweep-gass.

Når pasientens lunger er inaktive, vil lavere flow i maskinen gi et nedsatt O₂ tilbud til pasienten. For å øke pasientens oksygenmetning når FiO₂ i ECMO-kretsen allerede er innstilt på 1,0 er det økt blodflow i kretsen som bidrar til et økt oksygentilbud til pasienten. Ved situa-

sjoner med lav pH og høy $p\text{CO}_2$ vil ikke en forandring i blodflow påvirke disse verdiene, men høyere flow på sweep-gass vil bidra til å senke $p\text{CO}_2$.

Årsaker til nedsatt flow:

- Klotting
- Knekk på en ECMO-slange
- Arytmi
- ECMO-kanylen kan suge seg fast i karveggen på grunn av:
 - Pasientens leie
 - Hypovolemi, ECMO-slangen” slår”
 - Stress hos pasienten.
 - Boblealamer utløses og maskinen stopper

Tiltak

- Observer flow på maskinen.
- Se etter tegn til klotting. Se punkt 15.3.2
- Stabiliser kanylene. Unngå knekk eller drag på slangene.
- Observer sugetrykk, SpO_2 , SvO_2 og flow på maskinen ved snuing, stell og fysioterapi.
- Administrer væske etter ønsket CVP verdi.
- Observer hvor mye stress pasienten tåler før fall i saturasjon.
- Forebygg luft i kretsen (punkt 15.6)

Hvis kanylen suger seg fast, skru RPM rolig ned inntil venekanylen” slipper”. Tilkall vakt-havende perfusjonist, kirurg og anestesilege hvis situasjon ikke stabiliseres. Behandle ut fra årsak (leie, hypovolemi, arytmi etc).

Gjennomgang av ECMO nødprosedyre på hver vakt skal sikre rask respons og forsvarlig håndtering ved stopp i ECMO krets. En laminert nødprosedyre for den enkelt avdeling skal henge på kretsen.

15.2.3 Økt oksygenforbruk relatert til stress hos pasienten

Mål

Pasientens stress blir holdt innenfor området som sikrer adekvat oksygenering og adekvat saturasjon.

Kunnskap

Stress øker kroppens oksygenforbruk. Stress kan gi økt muskelaktivitet i thorax, og kan medføre mottrykk mot venøs kanyler i ECMO-krets som igjen kan føre til nedsatt saturasjon. Dette vil skje når pasientens lunger er dårligst. Når lungene friskner til, vil saturasjonen øke som følge av økt muskelaktivitet i thorax. Ved både Veno-Venøs og Veno-Arteriell ECMO, utvikles noen ganger lungeødem med «hvite» lunger ("white-out").

Tiltak

- Planlegg prosedyrer nøye.
- Administrer smertestillende/sederende medikamenter ved behov.
- Gi adekvat informasjon til pasienten.
- Sørg for å gi pasienten perioder med total hvile, tilstrebe døgnrytme.
- Sørg for rolige omgivelser rundt pasienten.
- Seding ut fra klinisk vurdering og sedasjonsverktøy.

15.2.4 Økt oksygenforbruk relatert til temperaturforandringer hos pasienten:

Mål

Adekvat oksygenering sikres ved forandringer i pasientens kroppstemperatur.

Kunnskap

Økt temperatur øker O₂-forbruket.

Lav temperatur kan gi muskelskjelvinger som igjen øker O₂-forbruket.

Pasienten blir utsatt for avkjøling, da en stor del av blodvolumet sirkulerer utenfor kroppen i ECMO-slangene.

Varmeveksler koblet til ECMO-kretsen regulerer pasientens temperatur og kamuflerer feber.

Hos noen pasienter blir senkning av kroppstemperaturen brukt som behandling for å senke O₂-forbruket.

Tiltak

- Observer pasientens temperatur, anvend blærekateter, evt blodtemperatur på Swan Ganz kateter.
- Observer eventuelle skjelvinger, administrer sedativa / muskelrelaksantia ved behov.
- Unngå unødig varmetap, ikke utsett ECMO-slangene for avkjøling.
- Samarbeid med perfusjonistene om å regulere pasientens temperatur via varmeveksleren på ECMO-kretsen.

15.2.5 Fare for lungeskader ved respiratorbehandling ved ARDS

Mål

Forebygge lungeskader (trykk- og volumskader)

Kunnskap

ECMO-behandling gir mulighet til å gjennomføre lungeprotektiv respiratorbehandling

Pasientens lungesykdom medfører ofte nedsatt compliance.

Respiratorbehandling med høye luftveistrykk kan gi pneumothorax. Tegn på pneumothorax ved ECMO-behandling:

- nedsatt SpO₂
- nedsatt ekspirert minuttvolum
- økt topptrykk
- nedsatt BT, bradycardi
- økt CVP

- endrede respirasjonslyder
- asymmetriske thoraxbevegelser. Hos enkelte pasienter er tidalvolumet så lite at thoraxbevegelser er vanskelig å observere.

Tiltak

- Lungeprotektiv ventilasjon ved ARDS (se p 12.2)
- Observer topptrykk, evt. platåtrykk, minutt- og tidalvolum og compliance.
- Konferer med anestesilege om pasient tåler bagging.
- Bruk manometer ved bagging.
- Observer etter tegn på pneumothorax og rapporter straks til ansvarlig lege.

15.2.5 Fare for barotraume relatert til stive lunger og høye inspirasjonstrykk:

Mål

Pneumothorax forebygges.

Kunnskap

Pasientens lungesykdom medfører ofte nedsatt compliance.

Respiratorbehandling med høye luftveistrykk kan gi pneumothorax. Ved ECMO-behandling blir inspiratorisk topptrykk forsøkt redusert.

Tegn på pneumothorax ved ECMO-behandling:

- nedsatt SpO₂
- nedsatt ekspirert minuttvolum
- økt topptrykk
- nedsatt BT, bradykardi
- økt CVP
- endrede respirasjonslyder
- asymmetriske thoraxbevegelser. Hos enkelte pasienter er tidalvolumet så lite at thoraxbevegelser er vanskelig å observere.

Tiltak

- Lungeprotektiv ventilasjon ved ARDS (se p 12.2)
- Observer luftveistrykk, minutt- og tidalvolum og compliance.
- Konferer med anestesilege om pasient tåler bagging.
- Bruk manometer ved bagging.
- Observer etter tegn på pneumothorax og rapporter straks til ansvarlig lege.

15.3. Hemolyse, klotting (trombosering) og nyresvikt.

15.3.1 Hemolyse, klotting og nyresvikt relatert til hypovolemi:

Mål

Pasienten er hemodynamisk stabil under ECMO-behandlingen.

Kunnskaper

Sugetrykket i venøs slange er det negative trykket som må til for å suge blodet ut av pasienten. Sugetrykket varierer sterkt hos forskjellige pasienter. Retningsgivende bør ikke sugetrykket hos barn være mer negativt enn -50 mmHg. Hos voksne ikke mer enn -100 mmHg. Ved hypovolemi kan sugetrykket bli mer negativt. Det økte negative trykket kan skade blodlegemene og føre til at de sprekker; hemolyse utvikles.

Splittproduktene vil sette seg fast i oksygenatoren med fare for klotting (koagulering, tilstopping) eller i nyrene med fare for nyresvikt. Se punkt [15.3.3](#).

Tiltak

- Gå gjennom ECMO kretsen fysisk ved hvert vaktskifte. Bruk lommelykt på slanger og oksygenator for å se om det er tegn til klotting. Koagler ses som mørke flekker.
- Observer sirkulasjonen nøye: hemodynamiske målinger, perifer sirkulasjon, urinproduksjon, væskebalanse minimum x 1 pr. vakt, oftere på barn.
- Administrere væske og blodprodukter.

15.3.2 Obstruksjon av ECMO-kretsen relatert til klotting:

Mål

Obstruksjon forebygges i ECMO-kretsen.

Kunnskaper

ECMO-kretsen er en fremmed overflate hvor trombocytter, fibrin og splittprodukter fra en evt. hemolyse vil aggregere. Oksygenatoren er det trangeste og mest sårbare partiet. For å møte dette problemet brukes heparincoated utstyr.

Gode observasjoner og rask reaksjon ved tegn til klotting (trombosering) er viktig for å sikre optimal flow og oksygenering.

Tegn til klotting:

- økende gradient over oksygenatoren, det vil si økt differanse mellom trykket før og etter oksygenatoren (Δp).
- stigende D-dimer, som måles daglig.
- mørke flekker (koagler) i oksygenatoren og/eller mellomstykkene.

Tiltak

- Sykepleiere gjennomgår ECMO nødprosedyre på hver vakt.
- Ta daglig koagulasjonsstatus inkludert AT. Være orientert om koagulasjonsstatus.
- Fritt Hb i plasma (pHb): Ref.verdi $< 0,07$ g/dl. Vurder å skifte ECMO-kretsen hvis verdien er stigende.
- Observer trykkene i ECMO-kretsen.
- Rapportert uventet støy fra ECMO-kretsen til perfusjonist.
- Perfusjonist kobler opp eventuelle infusjoner i ECMO-krets.
- ECMO-kretsen skiftes ved behov.
- Perfusjonist tar daglige blodgasser fra oksygenator (postoksygenator) for å vurdere oksygenatorfunksjon.

15.3.3 Utvikling av nyresvikt relatert til hemolyse:

Mål

Hemolyse forebygges. Diurese som sikrer stabil pasientvekt = 1ml/kg/t.

Kunnskaper

Økende sugetrykk skader blodlegemer og gir hemolyse. Splittproduktene kan sette seg fast i nyrearterier.

Tegn på hemolyse:

- +++ blod på urin-teststrimmel
- rødlig evt. grønnlig utseende urin/avfallsvæske på prismaflex
- stigende fritt Hb i plasma (pHb). Normalverdi er < 0,07 g/dl.
- stigende LD.
- fall i haptoglobin i plasma. Normalverdi 0.4-2.1 g/l
- stigende bilirubin

Tiltak

- Observere diurese og urinens utseende.
- Rapportere avvik i sugetrykket.
- Korrigere årsaker til økt sugetrykk: for eksempel kanyleposisjonering, leie og hypovolemi.
- Følg med på fritt Hb i plasma (pHb), LD og haptoglobin.
- Administrer volum og diuretika.

15.4. Blødning relatert til Heparin-infusjon og trombocytopeni.

Mål

En minimal blødningsrisiko. Koagulasjonsparametre og ACT holdes innenfor fastsatte verdier.

Kunnskaper

Antikoagulasjon er nødvendig for at blodet ikke skal koagulere i ECMO-kretsen.

Ved bruk av Cardiohelp® er det rapportert om heparinfri kjøring i opptil 72 timer ved blødningsproblemer, men dette må vurderes i hvert enkelt tilfelle.

Effekten av heparin-behandlingen er avhengig av:

- metabolismen: nedbrytes i leveren.
- nyrefunksjonen: utskilles via nyrene (obs ved nyresvikt, mindre heparin behov).
- Antitrombin (AT3) påvirker Heparin, og økt mengde AT øker heparineffekten.
- Trombocytter: når trombocytallet øker, øker Heparin behovet.
- Infusjoner som inneholder koagulasjonsfaktorer (Atenativ, blod, plasma).
- NB. Utvikling av HIT (heparin induisert trombocytopeni).

Trombocytter forbrukes i ECMO-kretsen. Selv om det anvendes heparincoated utstyr i kretsen vil trombocytter sette seg på alle fremmede flater.

Tiltak

- Måle ACT hver time, og reguler heparin-infusjonen etter retningslinjer.
- Ved ACT < 150 vurder å gi en intravenøs injeksjon med Heparin, voksne 15 IE/ kg, barn 10 I. Øke heparin infusjonen.
- Heparin standardblanding er 100 IE/ml. Se side 33.
- Administrer blodprodukter etter retningslinjer.
- Mål AT3 i serum samt aPTT og antiFXa daglig.
- Mål trombocytter hver fjerde time (ikke nødvendig hvis normale/stabile verdier).
- Stabiliser alle kanyler og invasive innganger.
- Observer blødning og blødningstegn fra:
 - innstikksted for kanyler
 - slimhinner
 - cerebral blødning – pupiller, blodtrykk, fontanelle
 - urinveier, hematuri

NB. Ikke dekk til pasienten med dyne. Det kan kamuflere blødning.

- Unngå å påføre pasienten blødning under prosedyrer:
 - bruk munnstellsett m sug, evt.” babytannbørste”
 - vær svært forsiktig ved suging i munn, nese, lunger og magesonde
 - anvend blære- eller SwanGanz blodtemperatur, ikke rektal temperaturmåling
 - barber med forsiktighet
 - ikke plukking på skorper
 - ikke fjerne koagler før blødning har avtatt
- Mål blodtap, inkludert blodprøver.
- Veie kompresser.
- Bruk eventuelt «Surgicel» kompress for å stoppe sivblødning.
- Sjekk at det finnes Atenativ i avdeling. 1500 IE for voksne og 500 IE for barn.
- Sjekk at det finnes riktig mengde backup blod i avdeling på hver vakt.
- Husk holdbarhet for blodprodukter!

Ved mistanke om HIT: se kapittel om antikoagulasjon. Blodprøve sendes Blodbanken på UUS (lilla glass) for analyse.

15.5. Endret sirkulasjon relatert til ECMO-behandling.

Forandringer i pasientens Cardiac Output (CO):

Mål

Et adekvat sirkulerende blodvolum, en adekvat perifer sirkulasjon og et adekvat CO opprettholdes.

Kunnskaper

Ved VA ECMO går størstedelen av blodstrømmen gjennom ECMO-maskinen, mens blodstrømmen gjennom hjertet og lungene blir redusert. Størstedelen av pasientens CO går gjennom maskinen for oksygenering og fjerning av CO₂.

Fordeling av volum må vurderes ut fra lungenes evne til gassutveksling og venstre ventrikkels evne til å pumpe blodet ut i aorta. Jo dårligere hjertefunksjon jo mindre bidrag fra venstre ventrikkel. Ved dårlig oksygenering av blodet gjennom lungene vil det gå dårlig oksygenert blod ut i aorta. Der dette blodet møter det oksygenerte blodet fra ECMO kretsen; kan det da oppstå et «vannskille». Jo lavere ned på kroppen dette vannskillet kommer, jo større del av kroppen blir dårlig oksygenert. Det er svært viktig da at blodflow gjennom ECMO krets økes for å sikre godt oksygenert blod til hodet. Dette kalles også «Harlekin Syndrome».

Ved ECMO hos nyfødte og små barn blir tilførende kanyler lagt i arteria carotis og blokkerer denne. Carotis er ikke ligert, men det er små forhold, og det kan fort komme til en stopp i blodtilførsel til hodet. Barnet får sitt cerebrale blodflow fra andre arterier. Dette gjelder både ved hjerte- og lunge indikasjon.

NB: ved samtidig monitorering med Swan Ganz (pulmonal) kateter vil kun SvO₂ vise korrekt verdi. CO, SVRI etc vil være misvisende. CO kan ikke sikkert beregnes som summen av ECMO flow og beregnet flow via pulmonalkateter. Ekko må brukes for å vurdere hjertets bidrag.

Ved VV ECMO går bare en del av pasientens sirkulerende blodvolum gjennom maskinen. Blodet fra maskinen blir tilført på venesiden, vena femoralis eller vena iliaca, med fare for stuvning i lever. (Alternativt kan kretsen gå motsatt vei).

Store kanyler reduserer blodflow til kroppsdelar distalt. Ved VA ECMO kan det være lagt inn IABP eller Impella via lysken. Det legges shunt distalt fra arteriekanyle for å bedre perifer sirkulasjon.

Tiltak

- Kontinuerlig hemodynamisk overvåkning og nøye observasjon av væskebalanse.
- Administrer infusjoner, blod og evt. vasoaktive medikamenter for å holde trykkgrenser.
- Obs faren for compartment-syndrom.
- Observer perifer sirkulasjon i ekstremiteter: hudtemperatur, kapillær fylling og perifer puls hver time.
- Bruk NIRS måling på hodet og på tykkleggen på arteriekanylesiden.
- Ved kanyle i arteria carotis, barn: stabiliser hodet i midtstilling for å holde uhindret flow i kar.
- Stabiliser alle kanyler.

15.6. Fare for luftemboli under ECMO-behandling

Mål

Prosedyrer kvalitetssikres slik at luft ikke slipper inn i systemet.

Kunnskaper

Ved VA ECMO kan luft i arteriekanylen gå til hjernen. Dette kan skje via den arterielle ECMO-slangen i arteria carotis, ved retrosternal kanylering (barn/ voksne) eller via arteria femoralis.

Det er høye trykk inne i oksygenatoren. Ved utette koblinger på oksygenatoren vil blodet strømme ut fra kretsen, og luft suges dermed ikke inn i kretsen.

VIKTIG: Til dels store mengder luft kan imidlertid suges inn fra CVK/dialysekateter eller andre utette kanyler til venekanyle og gi en obstruerende luftlås i systemet. Det er boblesensor

både på venekanyle og arteriekanyle. Boblesensor på venesiden vil stoppe kretsen hvis den senser en boble. En kan velge å overkjøre, trykke «reset» knappen og lufte ut boblen i oksygenatoren. Hvis dette gjentar seg flere ganger, vil oksygenatoren ikke kunne håndtere mer luft og bidra til klotting i oksygenatoren.

På arteriesiden er boblesensoren svært sensitiv og kan bidra til at krets stopper selv om en ikke har observert luft i systemet; ved mikrobobler. Innleggelse av CVK/dialysekateter under ECMO-kjøring er potensielt risikabelt. En må vurdere å redusere flow under prosedyren. Pasienten leires med senket hodeende under en slik prosedyre.

OBS

- nærhet mellom CVK/ dialysekateter og venekanyle
- høyt sugetrykk i venekanylen
- defekt CVK, kran eller intravenøs sett
- evt. defekt i koblingen mellom de ulike deler av systemet
- Både forsert ventilasjon og hikke gir økt fare for luft i ECMO-kretsen via utette koblinger, på grunn av undertrykk i thorax.

Tiltak

- Kjenne ECMO-nødprosedyre.
- Observere ECMO-enheten nøye med tanke på lekkasje, defekte slanger, koblinger og luftbobler.
- Boblesensor på venøs side skal ligge høyt ift venekanyle og pasientnært slik at luft samles ved sensor og ikke går opp igjen i pasienten.
- Fjern all luft fra kanyler, slanger og treveiskraner før tilkobling til pasient ved intravenøs administrering.
- Nøye ved bruk av tre-veiskraner på oksygenator til CRRT.
- Bruke tilbakeslagsventil hvis blodprodukter eller væske skal gis via krets.
- Bruk av krets til blodprodukter eller væske etter på medisinsk forordning
- Blodgass fra krets utføres av perfusjonist.
- Behandle hikke.
- Unngå å koble infusjoner på luerlock sideløp på infusjonssett med mindre en må pga mangel på innganger.

15.7. Infeksjonsrisiko.

Mål

Pasienten holdes fri for infeksjoner

Kunnskaper

ECMO-kanyler og annet invasivt utstyr disponerer for infeksjon. Bruk av varmeveksler i ECMO-kretsen kan kamuflere feber hos pasienten. ECMO pasient som er kandidat for Hjerter- eller lungetransplantasjon samt immunsupprimerte pasienter er ekstra sårbare for infeksjoner.

Tiltak

- Anvend aseptisk teknikk i arbeidet med invasivt utstyr.
- God håndhygiene hos personell og familiemedlemmer, informer pårørende om krav til hygiene.
- Observer pasient for tegn på sepsis: ustabil sirkulasjon, ↓fylningstrykk, ↑hjerterefrekvens, ↓SVR, varm/rød hud, uro, ↑behov for vasopressor, ↑volumbehov.
- Ta bakteriologiske prøver etter retningslinjer for intensivpasienter.
- Unngå mye trafikk på rommet.

15.8. Begrenset egenomsorg hos den kritisk syke pasient under ECMO-behandling

Mål

Det tilstrebes størst mulig velvære for pasienten under ECMO-behandlingen. Ivareta pasientens integritet.

Kunnskaper

ECMO-behandling involverer mange personer og mye utstyr. Dette kan medføre økt stress for pasienten, men er nødvendig for å kvalitetssikre behandlingen.

Uhensiktsmessig stress kan medføre lungeskader relatert til høyere topptrykk. Det kan skapes negativt inspirasjonstrykk, i tillegg til synkende saturasjon.

Teamsykepleie er ønskelig.

Når klinisk tilstand tillater det, bør pasienten være mest mulig våken på dagtid med tanke på å:

- bruke egne respirasjonsmuskler for å holde flest mulig lungeavsnitt åpne og for å løsne slim.
- produsere egne katekolaminer med gunstige virkninger på sirkulasjonen.
- forebygge ekstravasal væskeopphopning.
- observere pasientens cerebrale tilstand.
- gjennom døgnet observerer sykepleieren hva pasienten tåler av stress og påkjenninger.

Uhensiktsmessig stress kan medføre synkende saturasjon, se punkt 15.2.3. Noen pasienter må derfor sederes og kurariseres i perioder. For nyfødte og små barn er det vanligst med sedasjon gjennom hele behandlingsperioden.

Tiltak

- Unngå unødig trafikk og møtevirksomhet på pasientrommet.
- Tilrettelegg for normal døgnrytme: våken pasient på dagtid, sovende på natten.
- Planlegg dagens aktiviteter med tanke på at pasienten skal ha perioder med ro.
- Dagsplan
- Tilrettelegg for samvær med pårørende.
- Administrer smertestillende og sederende medikamenter for å holde et hensiktsmessig stressnivå hos pasienten.
- Anvend klinisk vurdering og sedasjons- og smertevurderingsverktøy.

16. Sykepleierprosedyrer ved skifte av ECMO-krets

Beslutningen om å skifte ECMO-kretsen tar ansvarlige leger (anestesilege og thoraxkirurg) og perfusjonist.

Kretsen skiftes av perfusjonist/kirurg med assistanse av operasjonssykepleier. Steril oppdekning.

Det er alltid en ferdig primet krets som står klar på rom ved inngang til operasjonsgang 1; rom D2 4029. Hvis barne ECMO, er det også ferdig primet barnekrets samme sted. Et nytt oppsett kan være klart på 30 minutter hvis perfusjonist er på huset.

ECMO-luftboblebakke med klippeutstyr finnes på Thoraxintensiv og Generell intensiv 1.

Sykepleierens oppgave er:

- Sjekke at riktig mengde backup blod finnes.
- Bestille «priming»-blod og Octaplas. Se tabell s.23.
- Ha klar akutt-tralle m/ defibrillator, resusciteringsplate og opptrukne aktuelle medikamenter (etter forordning av ansvarlig anestesilege/thoraxkirurg).
- Dersom det er blod i primingen, (tilsatt heparin) skal heparininfusjonen stenges under skiftingen. Perfusjonist gir beskjed om tidspunktet for skiftingen. Infusjonen startes igjen når ACT når idealverdi (150-180).
- Pasientansvarlig sykepleier er tydelig på delegering av arbeidsoppgaver til kolleger; hvem gjør hva.

17. Avvenning fra ECMO, «weaning»:

Det anbefales å skifte trachealtube og rense luftveiene før weaning.

Weaning fra VA- ECMO:

- Når ECMO-flow reduseres holdes ACT over 200 sekunder.
- ECMO-flow reduseres gradvis til minimum flow* i samråd med kirurg/anestesilege.
- Ta jevnlig blodgass fra oksygenator under weaning for å sikre at kretsen gir fysiologisk PaO₂ og PaCO₂.
- Øk respiratorinnsatsen slik at PaO₂ er tilfredsstillende.
- Sjekk blodgass og hemodynamikk. Ekko av hjertet.
- Stans ECMO helt. Sett tenger på inn- og utkanyler.
- Fjern vene- og arteriekanyler og komprimer, evt. reparer kanyleringsstedet.

Minimum flow: Bør ikke kjøres mer enn 2 timer

Barneoksygenator: 0,2 l/min

Voksenoksygenator: 0,5 l/min

Weaning fra VV- ECMO:

Dette er aktuelt når lungeparenkymet er i bedringsfase med økende compliance/ tidalvolum og minkende shunt. I denne fasen bør man daglig vurdere om det skal gjøres et weaningsforsøk.

Forutsetninger for weaning trial:

- Det er ønskelig med sedasjonslette og overgang til egentrigging før weaning
- Pasienten er hemodynamisk stabil
- Pasienten er ustresset
- Pasienten tåler reduksjon i ECMO flow
- FiO₂ respirator max 0.6/platåtrykk < 25 cmH₂O /lungeprotektiv ventilasjon

Fremgangsmåte:

- ECMO-flow reduseres gradvis (minimum 2 liter/minutt).
- FiO₂ på sweep-gass reduseres gradvis ned til 0,21 (sweep- og ECMO-flow er uendret)
- Øk respiratorinnsatsen til tilfredstillende SaO₂. Mål om SaO₂ > 92% (FiO₂ max 0,6), RR < 28.
- Sweep-gassflow reduseres 30 % hvert 30 minutt. Kontroller PaCO₂. Mål om RR < 28, fravær av åpenbart stress/ubehag.
- Pasienten observeres med sweepgass skrudd av og med opprettholdt ECMO-flow. Dersom respirasjonsmekanikk og hemodynamikk er tilfredstillende vurderes dekanylering.

Weaning fra VV ECMO kan godt gå over flere timer uten å gi problemer for kretsen dersom flow opprettholdes (minimum 2 liter/minutt).

Referanser:

ELSO Guidelines for Cardiopulmonary Extracorporeal Life Support Extracorporeal Life Support Organization, Version 1.4 August 2017 Ann Arbor, MI, USA
Weaning from venovenous extracorporeal membrane oxygenation: how I do it
Lars M. Broman, Maximilian V. Malfertheiner, Andrea Montisci, and Federico Pappalardo
J Thorac Dis. 2018 Mar; 10(Suppl 5): S692–S697.

18. Litteratur:

Obligatorisk litteratur

Prosedyrer / retningslinjer i eHåndboken:

- [ECMO - ansvarsfordeling ved ECMO behandling på vakttid, Generell intensiv 1, RH \(INTI1\)](#)
- [Ansvarsfordeling ved ECMO behandling Voksne pasienter TKAI1.](#)
- [ECMO sertifisert intensivsykepleier TKAI 1](#)
- [ECMO sertifisert intensivsykepleier, Generell intensiv 1 \(INTI1\)](#)
- [Nødprosedyrer ECMO](#)
- [Sjekkliste for intern ECMO transport](#)

Relevant litteratur

- The Extracorporeal Life Support Organization (ELSO) - [Guidelines](#)
- Manaker S. Extracorporeal membrane oxygenation in adults. *UpToDate feb 2022*.
- Sørensen G, Madsen Holm H. (2020) kapittel 22 Mekanisk sirkulasjonsstøtte. Intensivsykepleie, Cappelen Damm.
- Mossadegh C, Combes A (editors). Nursing care and ECMO (spesielt kap. 5). Springer forlag 2017. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-20101-6>
- Sangalli F, Patroniti N, Pesenti A (editors). ECMO- Extracorporeal Life Support in Adults. Springer forlag 2014. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-88-470-5427-1>
- Brogan T, Lequier L m.fl.. (2017). ECMO. Extracorporeal cardiopulmonary support in critical care. 5th edition. ELSO. (The Red Book).
- Chapman C.T, Breeding J. m.fl. CNS complications in Adult Patients treated with Extracorporeal Membrane Oxygenation. *Crit Care Med* 2021; 49:282.
- Cardiohelp Maquet – [brukerhåndbok](#)
 - Kapittel 3: Systembeskrivelse, s. 34-68
 - Kapittel 6: Under bruk, s. 146-180
 - Kapittel 9: Meldinger, s. 187-204

ECMO v/respirasjonssvikt

Abrams, D. m.fl. (2020). Mechanical ventilation for acute respiratory distress syndrome during extracorporeal life support. *American Journal of Respiratory and Critical Care medicine*, 201 (5), 514-525.

Combes, A. m.fl. (2020). Extracorporeal life support for adults with acute respiratory distress syndrome. *Intensive Care Medicine*, 46, 2464-2476.

Redaelli, S. m.fl. (2016). Daily nursing care on patients undergoing venous–venous extracorporeal membrane oxygenation: a challenging procedure! *Journal of Artificial Organs*, 19 (4), 343–349.

Thiara, A.P.S. m.fl. (2009). Extracorporeal membrane oxygenation support for 59 days without changing the ECMO circuit: a case of Legionella pneumonia. *Perfusion*, 24 (1), 45-47.

Quintel, M. m.fl. (2020). Extracorporeal membrane oxygenation for respiratory failure. *Anesthesiology*, 132 (5), 1257-1276.

Taylor W, Rintoul N m.fl. Extracorporeal Life Support Organization (ELSO): Guidelines for Neonatal Respiratory Failure. *ASAIO journal 2020*. [ELSO.org/guidelines](https://www.ELSO.org/guidelines)

ECMO ved hjertesvikt

Brown G, Moynihan K.M. Extracorporeal Life Support Organization (ELSO): Guidelines for Pediatric Cardiac Failure. *ASAIO journal 2021*. www.ELSO.org/guidelines

Lorusso R, Whitman G m.fl. 2020 EACTS/ELSO/STS/AATS expert consensus on post-cardiotomy extracorporeal life support in adult patients. *J Thoracic Cardiovasc Surg 2021*; 161:1287.

Grant C jr, Richards JB m.fl. ECMO and right ventricular failure: Review of the literature. *J Intensive Care Med 2021*; 36:352.

ECMO ved hjertestans

Richardson A.C., Tonna J.E m.fl. Extracorporeal Cardiopulmonary Resuscitation in Adults. Interim Guideline Consensus Statement from the Extracorporeal Life Support Organization. *ASAIO journal 2021*. www.ELSO.org/guidelines.

Fagnoul D, Combes A, De Backer D. Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation. *Curr Opin Crit Care 2014*; 20: 259-65.

Belohvalek J m.fl. Effekt of intra-arrest Transport, Extracorporeal Cardiopulmonary resuscitation, and Immediate Invasive Assessment and Treatment on Functional Neurologic Outcome in Refractory Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *Jama. 2022*; 327 (8): 737-747.

Antikoagulasjon og ECMO

Annich, G.M. (2015). Extracorporeal life support: the precarious balance of hemostasis. *Journal of Thrombosis and Haemostasis*, 13 (Suppl. 1), 336-342.

McMichael Ali B.V. m.fl (2022). 2021 ELSO Adult and Pediatric Anticoagulation Guidelines. *ASAIO journal 2022*. www.ELSO.org/guidelines.

Nunez, J.I. m.fl. (2022). Bleeding and thrombotic events in adults supported with venovenous extracorporeal membrane oxygenation: an ELSO registry analysis, *Intensive Care Medicine*, 48, 213-224.

CRRT og ECMO

Giani, M. (2020). Continuous Renal Replacement Therapy in Venovenous Extracorporeal Membrane Oxygenation: A Retrospective Study on Regional Citrate Anticoagulation. *ASAIO Journal*, 66, 332-338.

Ostermann, M., Connor, M. og Kashani, K. (2018). Continuous renal replacement therapy during extracorporeal membrane oxygenation: why, when and how? *Current Opinion in Critical Care*, 24 (6), 493-503.

Lungesvikt

The ARDS Definition Task Force. (2012). Acute respiratory distress syndrome. The Berlin definition. *JAMA*, 307 (23), 2526-2533.

Claesson, J. m.fl. (2015). Scandinavian clinical practice guideline on mechanical ventilation in adults with the acute respiratory distress syndrome. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*, 59 (3), 286-297.

Claesson, J. m.fl. (2016). Scandinavian clinical practice guideline on fluid and drug therapy in adults with acute respiratory distress syndrome, *Acta Anaesthesiol Scandinavica*, 60(6), 697-709.

19. Vedlegg:

Vedlegg 1:

Fysioterapi til pasienter som behandles med ECMO, OUS, Rikshospitalet

<https://ehandbokdokbehandling.ous-hf.no/document/3289>

Kilder:

Vedlegg 2:

Pakkeliste ved ECMO-henting fra eksternt sykehus. PERFUSJONIST

- Cardiohelp, med tilhørende prober og 5m strømkabel
- Priming plate
- 3-veis kraner til oksygenator
- Introducersett til kanyler

Vedlegg 3:

Innleggelse av VA ECMO hos barn < 1,5 år på RH og henvisende sykehus (operasjonssykepleier)

Definisjon: *Innleggelse av kanyler til extracorporal membranoxygenisering, veno - arterielt, via v. jugularis interna dext. og a. carotis communis dext.*

Indikasjon

Lungesvikt

Sirkulasjonssvikt

Kort om operasjonen:

Kort snitt, går inn bak sternocleidomastoideus og blottlegger karene. Arterien sikres mellom to strikker og man syr på en tobakkpungsutur. Inciderer arterien med Beaverkniv og plasserer kanylen. Strammer ned tourniqueten med klips og sikrer kanyleposisjonen med silkeligatur. Tobakkpungsutur sys på venen, som kanyleres. Tourniqueten strammes og klipses på vanlig måte. Sikres med silkeligatur. Man får opp ECMO-slangene fra kretsen og monterer først arterien og deretter venen. ECMO-kjøring startes. Blødning sjekkes og såret lukkes. Kanylene festes til huden og deretter festes kanylene til hodet med tensoplaster.

Leie:

Ryggleie, hodet noe vendt mot v. side.

Hudantiseptikk

Fra øreflipp, under haken, godt ut på sidene til nedenfor sternum.

Dekking:

Som til vanlig carotisinngrep.

Suturer:

Prolene 6-0 TF-6 / Prolene 5-0 RB-2

Silke lig. 2 / 2-0

Ticron 2-0 CV-316

-kanylering

-evt. festing av arteriekanylen

Dafilon 4-0

Dafilon 2-0

-lukking av hud

-forankring av kanyler i huden.

Instrumenter:

ECMO barn / barnehjertebrikke

Metallsug

Annet utstyr:

Assistansebordpose	1 stk.
Universal laken	1 stk.
Klinidrape med limkant (dekking)	4 stk.
Knivblad nr.10	1 stk.
Knivblad nr.11	1 stk.
Beaverknivblad, blått	1 stk.
Diatermispiss(barnespiss)	1 stk.
Medenasug barn M0202	1 stk.
Røde gummitourniqueter	1 pk.
Grønne Vitalitec klips	1 pk.
Tynne, røde strikker	2 pk.
Kompresser m/rtg. tråd 10 x 10 cm	1 pk.
Små tupfere	1 pk.
20 cc sprøyte m/luer lock	1 stk.
Mepore 6 x 7 cm	1 stk.

Ta med ECMO – trallen ved innleggelse på avdelingen, der ligger utstyr som trengs.

Ved perifert sykehus

Pannelampen og lyskilden (PDA), diatermiapparat fra sterillager eller St. 8,

Diatermiplate m. påstøpt ledning, Ringer-acetat 500ml. Vaskesett. Frakker. Hansker.

Munnbind.

Skal ECMO-brikken brukes på annet sykehus, må man sjekke med kirurg ang. barnets størrelse i forhold til instrumentene. Hvis barnet er større enn det brikkens instrumenter er beregnet på, må man ta ekstra instrumenter, f. eks. selvholdende hake, eksklusjonstang og antegrad saks.

- Polysorb 3-0 GL-122 / 2-0 GL-123
- Monosof 4-0 C-13 - hud
- Monosof 2-0 C-17 - forankring av kanyler til hodet

Vedlegg 4:

Etablering av ECMO ved henvisende sykehus, voksne pasienter (operasjonssykepleier)

Definisjon:

Veno-venøs eller veno-arteriell assistanse ved sirkulasjon og/ eller respirasjonssvikt

Ved lungesvikt:

Veno-venøs assistanse. Vener som brukes er v.jugularis og v.femoralis/ iliaca
Vanligvis perkutan kanylering.

Ved sirkulasjonssvikt:

Veno-arteriell assistanse. Vene som brukes er v. femoralis og/eller v.jugularis. Arterie som brukes er a.femoralis. Vanligvis percutan kanylering

Perfusjonist har med alt ECMOutstyr.

Huddesinfeksjon:

Høyre side hals og begge lysker, vask til midt på låret (feste av slanger). (barbering av hals og lysker er ofte nødvendig).

Dekking:

Inngrepet gjøres i seng og pasienten dekkes med Universalsett. Det er behov for et stort sterilt område p.g.a lange kanyler og mandrenger. Det er viktig med tilgang i begge lysker, og tett dekking her. Dekk til thorax og abdomen med ekstra håndkle.

Kort om operasjonen:

Vanligvis er det perkutan innleggelse av ECMO kanyler, men åpen innleggelse/ blottlegging kan av og til være nødvendig. Ta derfor alltid med ECMO-brikke og utstyr til åpen innleggelse; se pakkeliste s.

Utstyr til perkutan innleggelse:

Luer og munnbind. Universalsett, opr.frakker x 2/3 og hansker, genital cover, op-tape x 4,

limkanthåndkle 75x75 x 2 (dekke thorax og abdomen), vaskesett, klorhexidinsprit, opr.kompresser 10x60-10stk, 10cc og 50cc (blære-)sprøyte.
ECMO-brikke. Tykk hudsutur 0 x 8, hudsutur 2-0 x 2. Bandasje: halvlange og lange mepore.

Utstyr til åpen innleggelse / blottlegging:

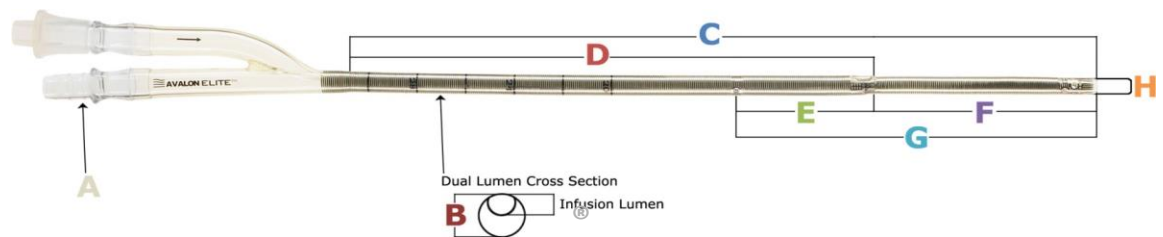
Samme utstyr som til perkutan innleggelse med disse tillegg:

Diatermiapparat, sug, pannelampe. Suturboots, vessel loop maxi X 2, bendelbånd X1, hvit nelatonkateter, grønne ligacilp x 4 magasiner. Hudsutur 3-0 og 0. Subcutant 3-0 og 2-0, ligatur 3-0, surgipro 5-0, silkeligatur/ silke ligatur til å feste torniquet. Diverse Evt. innleggelse av thoraxdren kan bli aktuelt, og dren nr 32 med pleur-evac må være tilgjengelig.

Vedlegg 5. Valg av Dobbel lumen kanyle

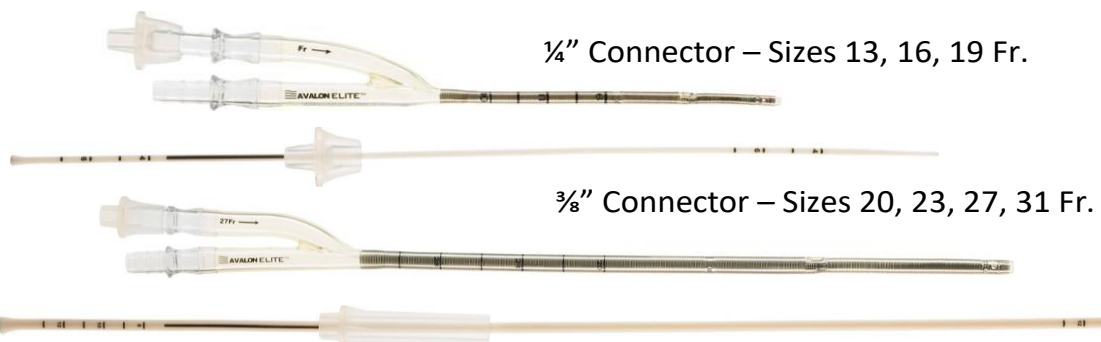
AVALON ELITE® BI-CAVAL DUAL LUMEN CATHETER

CATHETER DIMENSION CHART



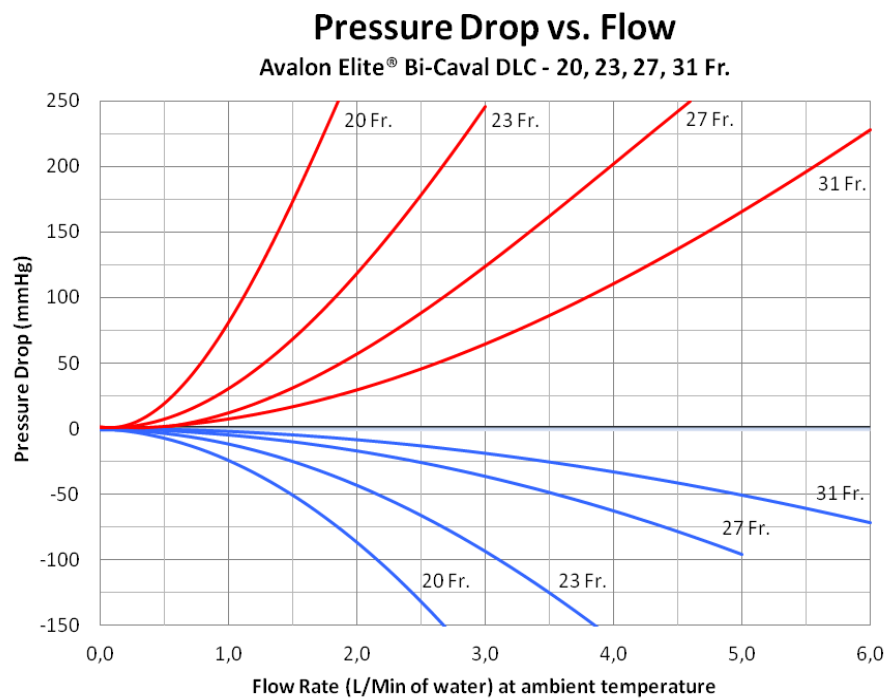
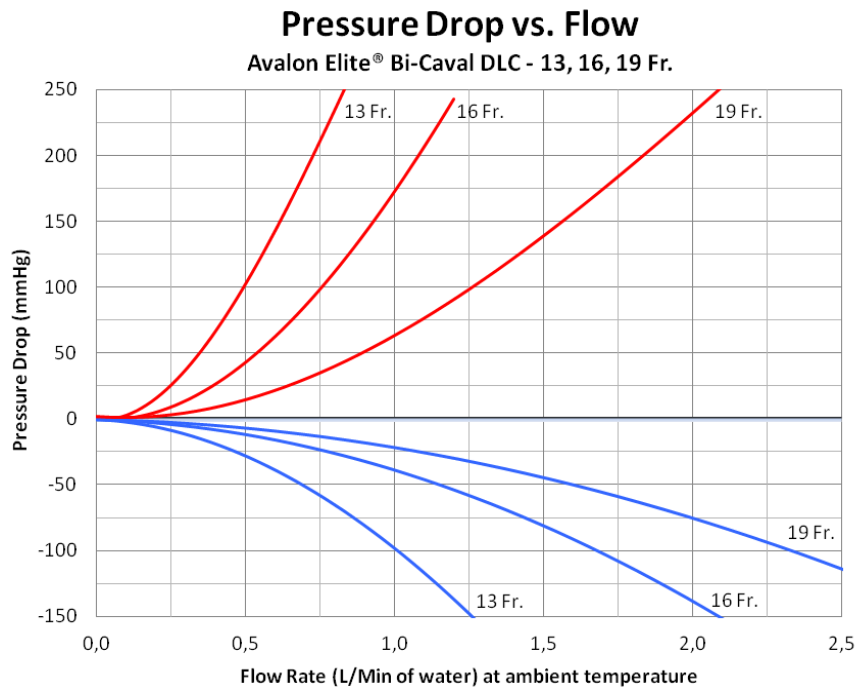
Description	Units	A	B			C		D		E		F		G		H	
		Connector Size	Body Diameter			Insertable Length		Proximal Insertable Body to Infusion Port		SVC to Infusion Port Length		Infusion Port to Tip Length (Lead Length)		SVC to Tip Length		Lead Diameter	
		in	Fr.	mm	in	cm	in	cm	in	cm	in	cm	in	Fr.	in	Fr.	mm
Description Size	Order Code																
13 Fr.	10013	1/4	13	4.3	0.17	11	4.3	8	3.2	1.7	0.7	2.8	1.1	4.5	1.8	11	3.7
16 Fr.	10016	1/4	16	5.3	0.21	14	5.5	10	3.9	3.1	1.2	4	1.6	7.1	2.8	14	4.7
19 Fr.	10019	1/4	19	6.4	0.25	21	8.3	15	6	4.3	1.7	5.7	2.3	10	4	16	5.3
20 Fr.	10020	3/8	20	6.6	0.26	31	12.2	22	8.5	5.3	2.1	9.4	3.7	14.7	5.8	17	5.7
23 Fr.	10023	3/8	23	7.7	0.3	31	12.2	22	8.5	5.3	2.1	9.4	3.7	14.7	5.8	20	6.7
27 Fr.	10027	3/8	27	9	0.35	31	12.2	22	8.5	5.3	2.1	9.4	3.7	14.7	5.8	24	8
31 Fr.	10031	3/8	31	10.3	0.41	31	12.2	22	8.5	5.3	2.1	9.4	3.7	14.7	5.8	27	9

Tolerances may vary, specifications for reference use only and are subject to change.

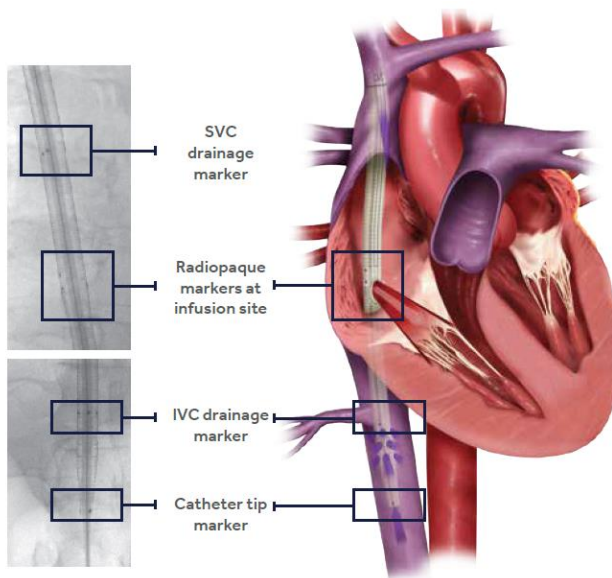
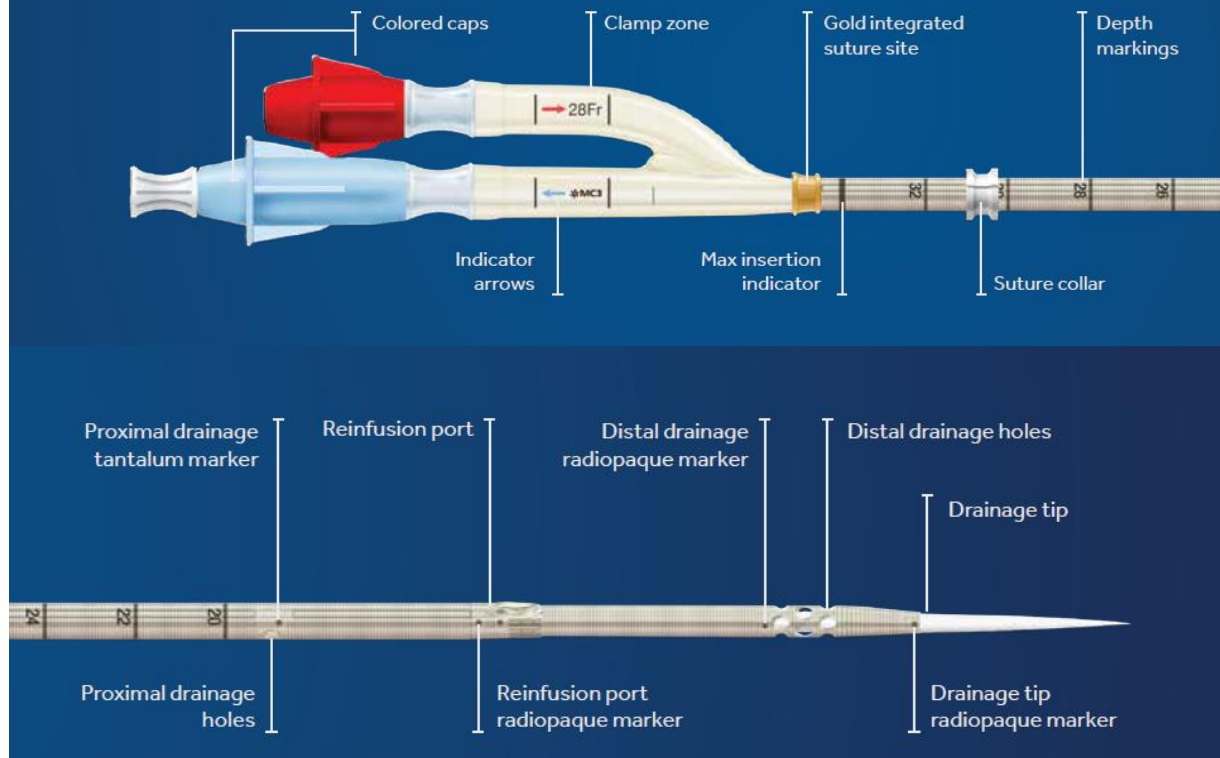


The stylet is designed to ease the loading of the introducer into the catheter for sizes: 13, 16, 19, 20 Fr. The stylet is then removed prior to vessel insertion.





Crescent™ Catheter Features



Crescent flow curves

