

Doknr. i Barium
Error! Unknown
document property
name.

Dokumentserie
Error! Unknown document property name.

Giltigt fr o m
Error!
Unknown
document
property
name.

Version
Error!
Unknown
document
property
name.

Rutin

Gäller för: Verksamhet Thorax och kardiologi

Innehållsansvarig: Bengt Redfors, (benre1), Overläkare

Godkänd av: Kristofer Skoglund, (krisk3), Verksamhetschef

RUTIN

Error! Unknown document property name.

Giltig från: 2025-05-27

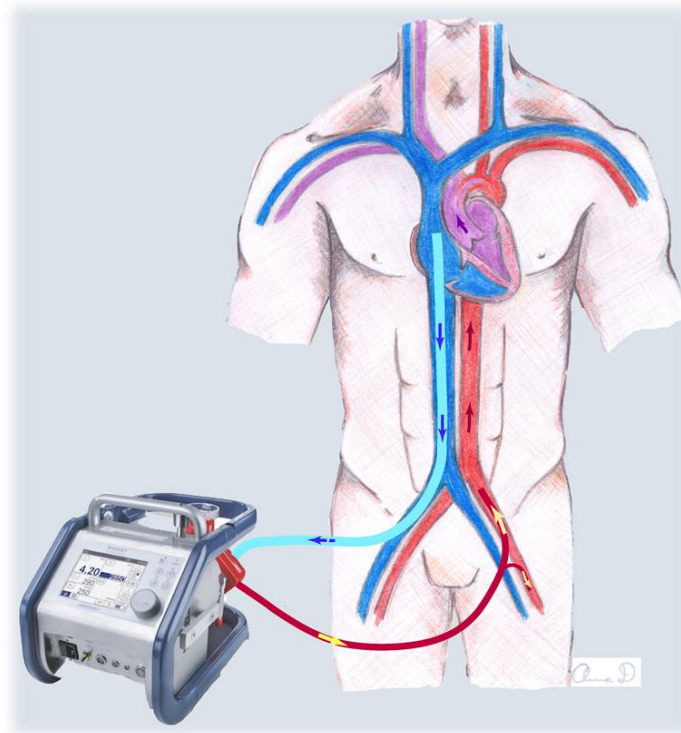
Giltig till: 2027-05-26

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.

Godkänd av: Error! Unknown document property name.

Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

ECMO & VAD



Medicinskt omhändertagande

Thorax

Sahlgrenska Universitetssjukhuset Göteborg

Tredje upplagan, version 2, december 2019

Doknr. i Barium
Error! Unknown
document property
name.

Dokumentserie
Error! Unknown document property name.

Giltigt fr o m
Error!
Unknown
document
property
name.

Version
Error!
Unknown
document
property
name.

RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.
Godkänd av: Error! Unknown document property name.
Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

ECMO & VAD

Medicinskt omhändertagande

Tredje upplagan, version 2, december 2019

Skriven av: Bengt Redfors ©

Riktlinjer framtagna i samarbete med: Daniel Bengtsson, Anders Byttner, Göran Dellgren, Jakob Gäbel, Hans Lidén, Hans Karlsson, Vladimir Radulovic och Pia Watson

Grundbild sjuk patient Anna Dahlin

Kontakt: bengt.redfors@vgregion.se

Tryckt av: Regiontryckeriet Göteborg

Författaren reserverar sig för eventuella felskrivningar.

Riktlinjerna gäller för Thorax verksamhetsområde, SU/Sahlgrenska.

Behandlande läkare, och inte författaren, ansvarar helt för bedömningar och åtgärder på sina patienter

RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.
Godkänd av: Error! Unknown document property name.
Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

Innehållsförteckning

ECMO & VAD	1
MEDICINSKT OMHÄNDERTAGANDE	1
<i>Thorax</i>	1
<i>Sahlgrenska Universitetssjukhuset Göteborg</i>	1
FÖRKORTNINGAR	6
INDIKATIONER	7
<i>HUR RIKTLINIERN SKA LÄSAS</i>	7
<i>INDIKATION VENOVENÖS ECMO</i>	7
<i>INDIKATION VENOARTERIELL ECMO</i>	8
<i>INDIKATIONER FÖR ECMO UNDER PÅGÅENDE HJÄRTSTOPP (E-CPR)</i>	8
<i>INDIKATION FÖR ECMO VID HJÄRTSTOPP VID HYPOTERMI (<32°C)</i>	9
<i>KONTRAINDIKATIONER VV OCH VA ECMO</i>	9
<i>ATT TÄNKA PÅ I FÖRVÄG</i>	9
<i>PLAN FÖR OMHÄNDERTAGANDE AV PATIENT MED VA-ECMO</i>	9
KANYLERING AV PATIENTEN	10
<i>Lokal för kanylering</i>	10
KANYLERING VV-ECMO	10
<i>Tvåkanylskanylering</i>	10
<i>Inläggning av Avalonkateter</i>	10
KANYLERING PERIFER VA-ECMO	12
<i>Kanylering av femoralkärl</i>	12
<i>Perkutan kanylering</i>	12
<i>Kirurgisk kanylering</i>	13
<i>Inläggning av benperfusionskateter</i>	13
ECMO-LARM/SNABBSPÅR ECMO	14
<i>Patienter som får hjärtstopp utanför sjukhus</i>	14
<i>Patienter som får hjärtstopp på Intervention 2</i>	15
<i>Hjärtstopp på andra avdelningar på Sahlgrenska</i>	15
<i>HLR-styrning vid ECMO-inläggning</i>	15
<i>Personalfördelning vid ECMO-inläggning på Intervention 2</i>	16
<i>Struktur för ECMO-inläggning på Operation 3</i>	16
CHECKLISTA PÅ VAD SOM BEHÖVER GÖRAS NÄR ECMO:N ÄR STARTAD	17
E-CPR – VÅRD EFTER HJÄRTSTOPP	18
<i>Prognostisering av cerebral funktion</i>	18
<i>Prognostiska undersökningar</i>	18
ECMO-KRETSEN	21
<i>Cardiohelp</i>	22
<i>Rotaflow</i>	23
<i>Start av redan primad Cardiohelp</i>	23
<i>Övervakning av ECMO-kretsen</i>	24
<i>Transport</i>	24
TYPEN AV KANYLERING	25
<i>Översikt typer av kanylering vid respiratorisk svikt</i>	25

RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.

Godkänd av: Error! Unknown document property name.

Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

Översikt typer av kanylering vid cirkulatorisk svikt	25
GRUNDFÖRUTSÄTTNINGAR VID VV-ECMO	27
VV-ECMO, DUBBELLUMENKATETER (AVALON®)	28
Allmänna riktlinjer	28
Problem	29
VV-ECMO, TVÅ KANYLER	31
Allmänna riktlinjer	31
Problem	32
PERIFERT KANYLERAD VA-ECMO VID RESPIRATORISK SVIKT	34
VAV-ECMO	35
Allmänna riktlinjer	35
Problem	36
CIRKULATORISK SVIKT	38
PERIFERT KANYLERAD VA-ECMO	38
Den dubbla cirkulationen	39
Allmänna riktlinjer	39
Problem	41
CENTRALT KANYLERAD VA-ECMO	42
Allmänna riktlinjer	42
Problem	43
CENTRALT KANYLERAD VA-ECMO MED VÄNSTER FÖRMAKSVENT	45
Allmänna riktlinjer	45
Problem	46
BIVAD MED VÄNSTER FÖRMAKSKANYL	48
Allmänna riktlinjer	48
Problem	50
BIVAD MED VÄNSTER KAMMARKANYL	51
Allmänna riktlinjer	51
Problem	52
TEMPORÄR RVAD	54
Allmänna riktlinjer	54
Problem	55
TEMPORÄR LVAD	55
Allmänna riktlinjer	55
Problem	56
HEARTMATE 3	57
På operation	57
Allmänna riktlinjer	59
Problem	61
Mätvärden HeartMate 3	63
PI-event	64
RAMP-test (se protokoll som finns hos patienten)	64
EXCOR BIVAD	65
Allmänna riktlinjer	66
Problem	68
AORTABALLONGPUMP	71
Riktlinjer	72
IMPELLA	74

RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.
Godkänd av: Error! Unknown document property name.
Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

Allmänna riktlinjer	74
Mätvärden	75
Övrigt	75
HANDLÄGGNING	76
HJÄRTSTOPP VID HYPOTERMI	76
Indikation	76
Metod för ECMO vid nedkylning	76
LUNGEMBOLI	76
SEPSIS	77
ANTIKOAGULANTIA	78
Antikoagulation ECMO	78
Antikoagulation HeartMate 3	79
Antikoagulation Excor och Excorkanyler med Rotaflow	80
HEMOLYS	82
ANTIBIOTIKA	84
PROVTAGNING GENERELT	84
SMÄRTLINDRING OCH ÅNGESTBEHANDLING LÅNGTIDSASSIST	84
CRRT PÅ CARDIOHELP	85
Inkoppling av CRRT:	86
AVSLUT	88
AVLIDEN PATIENT	88
Central korttidsassist och Excor	88
HeartMate 3	88
REFERENSER	89
AKUTRUTINER	92
GENERELLA RIKTLINJER	92
Kammarflimmer – pumpen går	92
Pumpstopp (inget flöde) – har hjärtrytm: generellt	92
ROTAFLOW / CARDIOHELP SUGER FAST	92
PUMPSTOPP VID VA-ECMO	92
PUMPSTOPP VID VV-ECMO	93
*Evakuera luft från Cardiohelp	94
HANDVEVA CARDIOHELP	96
HANDVEVA ROTAFLOW	97
HEARTMATE 3 STANNAT	98
EXCOR STANNAT – HANDPUMPA	99
ATT TÄNKA PÅ VID RONDNING	100

Doknr. i Barium
Error! Unknown
document property
name.

Dokumentserie
Error! Unknown document property name.

Giltigt fr o m
Error!
Unknown
document
property
name.

Version
Error!
Unknown
document
property
name.

RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.

Godkänd av: Error! Unknown document property name.

Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

Förkortningar

BIVAD	Biventricular Assist Device
ECC	Extra Corporeal Circulation, hjärtlungmaskin
ECMO	Extra Corporeal Membran Oxygenering
E-CPR	Extracorporeal Cardio Pulmonary Resuscitation, ECMO lagd under HLR
EEG	Elektroencefalografi
ELSO	Extra Corporeal Life Support Organisation, världsomspännande organisation för omhändertagande av patienter med korttidsassister
HK	Höger kammare
HLR	Hjärtlungräddning
IABP	Aortaballongpump
INVOS	Oxymetri lokalt, används för hjärna och ben vid ECMO
ISHLT	The International Society for Heart & Lung Transplantation
MCS	Mechanical Circulatory Support, samlingsnamn för assister
NSE	Neuronspecifikt Enolas, hjärnskademarkör
LVAD	Left Ventricular Assist Device
RLS	Reaction Level Scale
RVAD	Right Ventricular Assist Device
SSEP	Somaosensoriskt Evoked Potential
VAD	Ventricular Assist Device, samlingsnamn långtidsassister
VA-ECMO	Venoarteriell ECMO
VAV-ECMO	Venoarteriovenös ECMO
VK	Vänster kammare
VV-ECMO	Venovenös ECMO

RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.
Godkänd av: Error! Unknown document property name.
Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

Indikationer

Hur riktlinjerna ska läsas

Riktlinjerna i denna bok är tänkta som hjälp vid omhändertagande av patienter med mekaniskt cirkulationsstöd. Den medicinska handläggningen måste dock anpassas individuellt då varje enskilt fall är unikt. Behandlande läkare har alltid ansvar för sina ställningstaganden. Uppdaterade riktlinjer finns i klinikens PM-bibliotek och på digital hemsida, det är dessa som gäller.

Indikation venovenös ECMO

Murray score ≥ 3 , eller hyperkapné som ger pH $< 7,2$ trots optimal respiratorisk behandling¹. På lungtransplanterade även vid lägre score för att skydda lungorna.

Murray score	SCORE				
	0	1	2	3	4
Antal kvadranter med alveolär konsolidering på röntgen	Ingen	1	2	3	4
Hypoxemi $\text{PaO}_2 \times 7,5/\text{FiO}_2$	>300	225-299	175-224	100-174	<100
PEEP cm H ₂ O	≤ 5	6-8	9-11	12-14	≥ 15
Lungkompliance ml/cm H ₂ O	≥ 80	60-79	40-59	20-39	≤ 19

Addera individuella scorer och dela med antalet använda komponenter (dvs alla patienter behöver inte ha alla mätningar gjorda). PaO_2 multipliceras med 7,5 eftersom man i originalet mäter i mmHg istället för kPa.

Från Murray et al. Am rev Respir Dis 138 (1988),720-723.

Murrayscore kalkylator finns på: <http://cesar.lshtm.ac.uk/murrayscorecalculator.htm>

¹Notabelt: Respiratorisk behandling med max topstryck 30 cm H₂O, optimalt PEEP, SaO₂ >90 %, diures till torr vikt, EVF 40 % samt bukläge visade sig förbättra respirationen så mycket att 15 % av patienterna inte behövde VV-ECMO [1].

RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.

Godkänd av: Error! Unknown document property name.

Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

Indikation venoarteriell ECMO

Patient med irreversibel kardiogen chock trots maximal behandling, där underliggande orsak troligen är reversibel eller där patient kan tänkas vara kandidat för långtidsassist och transplantation

Indikationer för ECMO under pågående hjärtstopp (E-CPR)

	ECMO om samtliga kriterier uppfyllda
Ålder/Tid	<u>Tid från hjärtstopp till ECMO-start</u> 60-65 år < 45 min < 60 år även längre HLR-tider
Första rytm	VT/VF <i>PEA & asystoli: End IHCA och unga pat m OHCA</i>
No-flow tid (från kollaps till HLR)	≤ 3 minuter
HLR-cirkulation:	Hjärtstopp till ECMO: 30-45 min 2av4, >45 min 3av4
Pupilldiameter	≤ 5 mm
Rör på sig, (drar andetag)	ja
Endtidalt CO ₂ , vid normoventilation	≥3 kPa
Laktatstegring	< 10 mmol/L

ECMO är en upptrappning av gängse hjärtstoppsvård där enstaka utvalda patienter kan räddas. Nedanstående är ett underlag för att hitta dessa

Grundförutsättningar: Patienten är välfungerande, klarar sköta sig själv, före insjuknandet och har ingen annan känd allvarlig komorbiditet

Kontraindikationer:

Låg EF före hjärtstoppet hos äldre.

PO₂-artär < 6,5 kPa

Frikostig vid korta HLR-tider och ritigt unga patienter. Återhållsam vid tider över 60 minuter.

* Pat med PEA och asystoli kan räddas om kort HLR-tid vid IHCA (In Hospital Cardiac arrest).

Unga patienter med PEA eller asystoli vid OHCA (Out of Hospital Cardiac arrest) också OK.

Ref:[2-9]

Cirkulationsbedömning:

Pupiller: Små reagerande bäst. Maxdilaterade mycket dåligt

Endtidalt CO₂: Varierar. Normoventilerad, genomsnitt på flera andetag.

Rör på sig/andning: Prognostiskt bättre om rör på sig än agonal andning. Kan behöva koppla loss tuben för att notera andetag och skilja från effekt av LUKAS.

RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.

Godkänd av: Error! Unknown document property name.

Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

Indikation för ECMO vid hjärtstopp vid hypotermi (<32°C)

Fyll i HOPE-score på <http://www.hypothermiascore.org>

Lägg ECMO om HOPE-score > 10%

Måste använda punkt (.) och inte komma (,) när S-K fylls i

Se även s 92.

Kontraindikationer VV och VA ECMO

Irreversibel organskada

Begränsade chanser till överlevnad på grund av:

Ålder över 65(-70) år

Enstaka utvalda patienter med akut svikt, som har en god möjlighet att ta över cirkulationen själv efter kort ECMO-tid, kan bli aktuella även om de är över 70 år

Allvarlig komorbiditet eller andra omständigheter som resulterar i kraftigt reducerad förväntad livslängd

Att tänka på i förväg

Handhavande av patienter med hög risk för VA-ECMO

Det är viktigt att fånga patienter med hög risk för cirkulatoriskt stillestånd innan stilleståndet inträffar, var därför liberal med bedömningar på HIA när de signalerar att de har en patient som kan bli aktuell för ECMO. Dessa patienter kan med fördel få artärnål och tunn CVK inlagd i femoralkärlen för att kunna kanyleras snabbt.

Plan för omhändertagande av patient med VA-ECMO

1. Patientens cirkulation stabiliseras med hjälp av ECMO
2. Bedömning om patienten kan bli aktuell för långtidsassist eller ej
3. Dagligt ställningstagande till om patienten kan weanas eller behöver kopplas om till annan temporär kanylering
4. Cerebralt status utvärderas
5. Assist weanas eller långtidsassist läggs

Målet är att komma till långtidsbehandling eller avslut inom 1 (-2) vecka/or.

RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.

Godkänd av: Error! Unknown document property name.

Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

Kanylering av patienten

Lokal för kanylering

Målet är att kanylera patienterna på Intervention 2 eller på Thoraxoperation, med struktur såsom vid simuleringsövningar. För att minska kanyleringstiden ska båda ljumskarna kanyleras samtidigt

Det kan dock ta lång tid att koppla ifrån övervakning mm på patienter som ligger på intensivvården, dessa kan därför behöva kanyleras där.

Inläggning av Avalonkateter måste ske på operation med genomlysning.

Kanylering VV-ECMO

Tvåkanylskanylering

Se ljumskkanylering under VA-ECMO nedan. Gör motsvarande på v jug interna för superiorkanylen

Inläggning av Avalonkateter

Avalonkater läggs in med Seldingerteknik via v jugularis interna dx. Vid inläggningen är det mycket viktigt att all manipulation med ledare och kateter följs med genomlysning. 27 F och 31 F används.

Se gärna video www.youtube.com/watch?v=TrZYLfQESh4

1. Stick och kontrollera med genomlysning att ledaren åker långt ner i v cava inferior (till bifurkationen) och inte in i höger kammare, leverven eller annan anomal ven. Man kan ibland behöva böja ledaren något för att komma "bak" till cava inferior.
2. Dilatera med dilatatorerna. Kontrollera kontinuerligt med genomlysning att ledaren håller sig rak, ner i vena cava inferior.
3. Låt Avalonkatetern och införingsdilatatorn glida över ledaren till rätt position med spetsen i vena cava inferior med kontinuerlig genomlysning. Oftast är det bra att skjuta in katetern hela vägen, tills det tar stopp i huden. Man backar den senare till rätt läge. Viktigt att man vid införandet hela tiden ser till så ledaren fortsätter att vara rak och att spetsen på dilatatorn följer ledaren ner i cava inferior. Om ledaren disloceras, backa, se till att ledaren blir rak och försök igen, eventuellt med annan rotation på katetern.
4. Starta ECMO-kretsen med Avalonkatetern helt inskjuten. Kontrollera att det går bra att köra. Justera sedan kateterläget, med hjälp av UCG. 10 cm ovan Avalonkateterns spets finns hålet för artärjeten. Hålet ska ligga centralt i förmaket så att jeten är riktad mot trikuspidalklaffen. Men, backa inte för långt så att spetsen åker upp i förmaket, eftersom du då riskerar att behöva börja om från punkt 1 igen. Recirkulationen kan variera mellan 2 % och 45 % beroende på kateterläget.

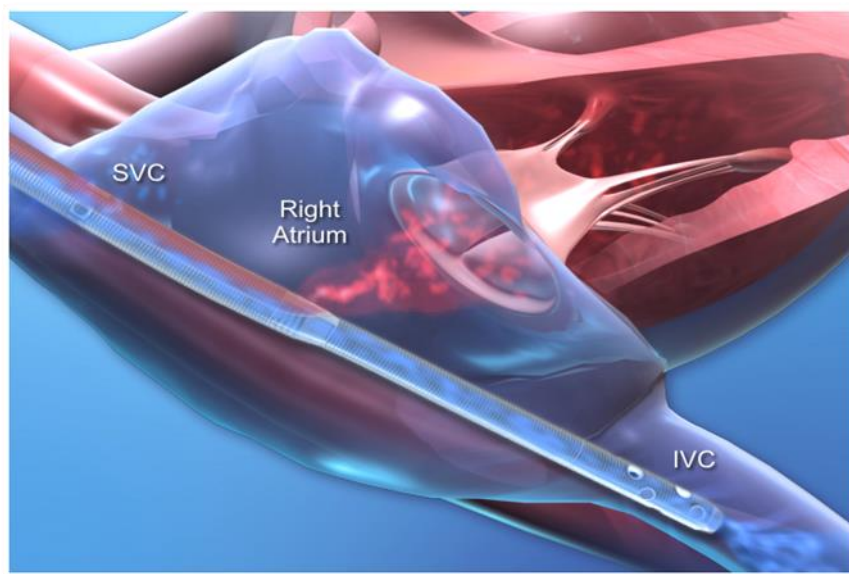
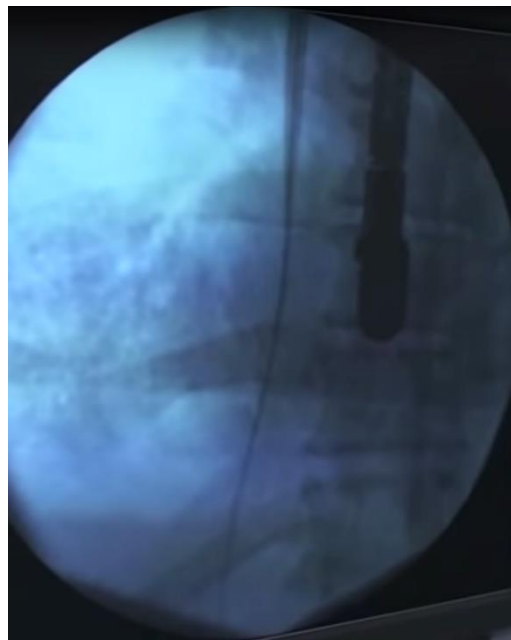


RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.
Godkänd av: Error! Unknown document property name.
Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

OBS 1: Då införingsdilatatorns spets är vass kan manipulation av dilatator med kateter på, men utan ledare i, orsaka perforation av höger kammare och ge tamponad. Undvik!

OBS 2: Man måste förvissa sig att spetsen ligger fritt i cava inferior och inte tältar i förmaket



RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.

Godkänd av: Error! Unknown document property name.

Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

Kanylering perifer VA-ECMO

Kanylering av femoralkärl

Patienter med cirkulation kanyleras perkutant med Seldingerteknik som standard. Patienter med cirkulationsstillestånd och pågående HLR kanyleras samtidigt i båda ljumskarna. Beroende på svårighetsgrad på vardera sidan läggs kanylerna så att ECMO kan startas så snart som möjligt.

Standardstorlekar på kanyler är hos oss i nuläget 19 F i artär och 23 F i ven; detta anpassas dock till kroppsstorlek och indikation.

Det viktigaste är att dilatatorer och kanyler glider över ledaren och på så sätt följer den. Ledaren får absolut inte följa med in då detta ger stor risk för knickade ledare och fatala kärlskador

Perkutan kanylering

1. Visualisera kärl med ultraljud (om bråttom behövs ingen ultraljudsstrumpa). Artären ligger ytligt om venen och oftast mer lateralt
2. Stick ultraljudslett med stål nålen, som finns i dilatationssetet, bra att göra utan spruta på nålen
3. För in ledaren i kärlet, viktigt att den glider långt upp utan motstånd
4. Visualisera med ultraljud (i ljumske eller med TEE) eller genomlysning att ledaren ligger i avsett kärl
5. Beroende på hur det går i andra ljumskan bestämmer du nu om du ska försöka punktera andra kärlet i "din ljumske" också. Upprepa i så fall punkt 2-4 ovan
6. Skär ett tillräckligt stort snitt för kanylen i huden
7. För den smalaste dilatatorn över ledaren: Rör hela tiden ledaren fram och tillbaka för att kontrollera så att inte ledaren åker med dilatatorn in och knickas.
8. När dilatatorn dras ut finns risk för stor sc blödning från hålet i kärlet. Ett sådant hematoma kommer göra stickbanan (ledaren) böjd och göra fortsatt dilatation och kanylering mycket svår. Komprimera därför ljumskan själv eller låt assistent göra detta så att hematombilning förhindras. Kompressionen skall fortsätta till dess att ECMO-kanylen är på plats. (Stor risk för blödning vid kanylering av artär när patienten har eget blodtryck, liten risk vid kanylering av ven med lågt CVP)
9. Ta sedan den tjockaste dilatatorn och upprepa enligt punkt 7
10. För på ECMO-kanylen på ledaren, vidga vid behov snittet i huden. Se till att operationssköterskan för ledaren fram och tillbaka så att kanylen kan glida in över ledaren så ledaren inte åker med in och knickas, medan du för in kanylen
11. Hos normalstora vuxna förs kanylerna in hela vägen, venkanylen något kortare om patienten är liten
12. Dra ut mandrängen och det blå mellanstycket, klampa kanylen
13. Koppla ihop kanyl med ECMO-slangen
14. Lossa slangpeanger och ECMO:n kan startas
15. Suturera kanylerna noggrant enligt bild på nästa sida. Var noggrann!!

RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.

Godkänd av: Error! Unknown document property name.

Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

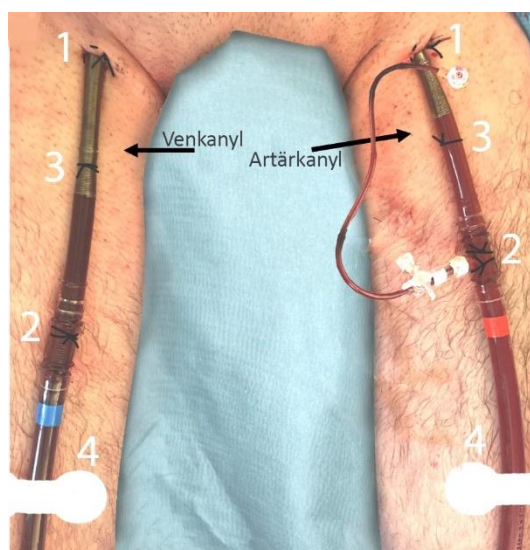
Kirurgisk kanylering

1. Om cirkulation finns palpera fram femoralisartärens läge
2. Orientera dig med hjälp av SIAS och symfys.
3. Lägg ett ca 10 cm långsgående snitt som börjar 1 cm nedom SIAS-symfys linjen, ca 1/3 distans från symfyssen.
4. Dissekera dig nedåt mha trubbig och skarp dissektion genom fascian till kärlen
5. Stick med stål nålen i kärlet och för in ledaren. Se till att inte nålen gått genom artären in i venen. Ledaren skall utan motstånd åka långt upp
6. Visualisera ev med ultraljud ovan snittet eller med genomlysning att rätt kärl är kanylerat
7. Dilatera med grövsta dilatatorn, vilken ska glida över ledaren
8. För sedan in kanylen, som även den måste glida in över ledaren. Ibland kan ett litet snitt med kniv krävas i artärväggen för att få in kanylen
9. Dra ut mandrängen och det blå mellanstycket, klampa kanylen
10. Koppla ihop kanyl med ECMO-slangen
11. Lossa slangpeanger och ECMO:n kan startas
12. Suturera kanylerna noggrant enligt bild på nästa sida. Var noggrann!!

Inläggning av benperfusionskateter

Om inläggning sker i lugn och ro är det bra om ledare läggs in före kanyleringen, annars går det att göra det efter.

1. Visualisera artären med ultraljud. Den ligger ytligt om venen men kan ha lägre blodtryck än venen – artären har dock ljust blod
2. Stick så långt kraniellt som det går, och lägg in en 6 eller 8 F benperfusionskateter med Seldingerteknik
3. Koppla på hane-hane kopplingen på benperfusionskatetern
4. Klampa och gör ett kort ECMO-stopp för att koppla in den till kretsen



Det är extremt viktigt att suturera ECMO-kanylerna väl, då dislokation kan leda till snabb mors. Kanylerna sutureras med 0-ans Sofsil som inte töjer sig:

1. Tobakspungsutur vid insticket för att kanylen ska sitta fast men även för att det inte ska blöda från såret. Anpassas till snitt vid kirurgisk kanylering
2. Viktigast: En eller två djupa hårda suturer vid den sexkantiga delen av kopplingstycket. På artären ska en sitta bortom benperfusionsinkopplingen
3. En sutur mellan 1. och 2. för att stabilisera i sidled
4. En eller flera Grip-Lok som ytterligare säkerhet

RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.

Godkänd av: Error! Unknown document property name.

Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

ECMO-larm/Snabbspår ECMO

Patienter som får hjärtstopp utanför sjukhus

För att kunna ge utvalda patienter bättre chans till överlevnad finns snabbspår för yngre hjärtstoppspatienter som fått HLR direkt och uppvisar tecken på god cirkulation under HLR. Ambulansjuksköterska eller ambulansläkare identifierar patienterna enligt thorax inklusionskriterier.

När de har patienter som uppfyller kriterierna meddelar de, vid ordinarie larmkontakt med larmsjuksköterska på akutmottagningen, att ECMO-larm ska dras. Larmsköterska drar då ett "ECMO Ak/iv2"-larm via växeln.

ECMO-larmet går till: thoraxanestesijour, thoraxkirurgjour, anestesisköterska operation 3 (27458), operationssköterska operation 3 (27457), perfusionist (26457), PCI-operatör, larmsjuksköterska PCI, kardiologjour.

ECMO-larmet

ECMO Ak/iv2: (bedömning på akuten/ECMO-inläggning på intervention 2):

Kirurg och anestesilog meddelar sina bakjourer och möter patienten på akutmottagningen tillsammans med kardiolog.

Operationspersonalen på Operation 3 går till Intervention 2. Operationssköterskan har ansvar för att ECMO-vagnen tas med. Undersköterska tar med ECMO om inte perfusionist finns på sjukhuset. Kanyleringsutrustning packas inte upp förrän det getts meddelande från anestesilog eller kirurg om att ECMO verkligen ska läggas.

Om ECMO inte kan läggas på Intervention 2 ansvarar PCI-sköterska för att direkt larma om via växeln till "ECMO Ak/op3". ECMO får då läggas på Operation 3, eller om inte plats finns där, på TIVA.

ECMO-bedömning på akutmottagningen:

1. Beslutsförmåga jourer går till traumarummet på akutmottagningen för bedömning om patienten ska läggas på ECMO.
2. Patienten körs rakt in på traumarummet några meter, men ambulansbåren svängs inte in till akutens bår.
3. Ambulanssköterska/läkare ger rapport till alla med struktur enligt ECMO-inläggningskriterier.
4. Kardiologjour meddelar tidigare sjukdomar i Melior

Doknr. i Barium
Error! Unknown
document property
name.

Dokumentserie
Error! Unknown document property name.

Giltigt fr o m
Error!
Unknown
document
property
name.

Version
Error!
Unknown
document
property
name.

RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.

Godkänd av: Error! Unknown document property name.

Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

5. Thoraxanestesiolog och -kirurg bedömer under 1-2 minuter (max 5 minuter) om patienten ska läggas på ECMO enligt riktlinje s.10.



Var patienten bedöms på akutens traumarum

RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.

Godkänd av: Error! Unknown document property name.

Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

6. Beslut:
 - a. Om patienten ska läggas på ECMO kör ambulanspersonalen och thx-an, thx kir och kardiologjouren upp patienten till intervention 2. När man lämnar traumarummet rings thoraxanestesisköterskan (27458) och meddelas att ECMO kommer läggas, de kan då packa upp den sterila kanyleringsutrustningen.
 - b. Om man inte direkt kan säga att patienten är aktuell för ECMO svänger man in till akutens bår och lyfter över patienten. Därifrån kan man evaluera ytterligare, kontrollera laktat mm och med den ytterligare utredningen antingen komma fram till att patienten ska på ECMO eller inte. 27458 meddelas så fort som beslut är taget.
7. Som kvalitetsuppföljning så fylls tider och bedömningsparametrar för ECMO i. Sekreteraren gör detta på traumarummet men anestesijour är ansvarig för att fylla i de parametrar som hon inte kan.

Patienter som får hjärtstopp på Intervention 2

Om patient på intervention 2 uppfyller kriterierna för ECMO dras ett "ECMO iv2/iv2" larm. Alla som larmas går då till Intervention 2 för bedömning och eventuell ECMO-inläggning.

Hjärtstopp på andra avdelningar på Sahlgrenska

ECMO iv2/iv2-larmet används också som ett internt in-hospital larm för thorax, för att snabbt kunna lägga ECMO vid hjärtstopp på sjukhuset.

Om kardiolog eller IVA-jour identifierar patient lämplig för ECMO kontaktas thoraxanestesi- eller thoraxkirurgjouren för bedömning av patienten. Om thorax bedömer att patienten uppfyller ECMO-kriterierna ringer de larmsköterska PCI (tel:22226) för att se att lokal finns. Om så är fallet drar thoraxanestesiolog eller -kirurg ett "ECMO iv2/iv2" larm via växeln (tel 39090, säg "ECMO iv2/iv2-larm"). Patienten förs till Intervention 2 för inläggning. Om Intervention 2 inte kan ta patienten rings Operation 3 för inläggning där eller i sista fall på TIVA.

Vid ECMO-inläggning på andra platser finns inget larm utan man får ringa 27458 för att samla personal till inläggningen.

HLR-styrning vid ECMO-inläggning

HLR kan ske med LUKAS eller manuell massage. Patientens cirkulation mäts med endtidalt CO₂ och NIRS på pannan (INVOS eller liknande). Målet är att uppnå närmast normala värden på endtidalt CO₂ och så bra värden som möjligt på NIRS.

Det finns inget generellt visat bra sätt att öka effektiviteten vid HLR (öka patientens cirkulation under HLR), man får helt enkelt prova sig fram. För att optimera kan man bland annat:

- Justera LUKAS så att den sitter optimalt på bröstbenet
- Vid manuell HLR: massagedjup till optimalt endtidalt CO₂, byt massör innan CO₂ och NIRS börjar sjunka
- Tippa patienten med huvudet uppåt eller nedåt beroende på volymsstatus
- Adrenalin, utvärdera genom att notera effekt på cirkulationen

Doknr. i Barium
Error! Unknown
document property
name.

Dokumentserie
Error! Unknown document property name.

Giltigt fr o m
Error!
Unknown
document
property
name.

Version
Error!
Unknown
document
property
name.

RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.

Godkänd av: Error! Unknown document property name.

Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.



RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.

Godkänd av: Error! Unknown document property name.

Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

Personalfördelning vid ECMO-inläggning på Intervention 2

E-CPR ledare

Har överblick, oftast narkosläkare som styr HLR

HLR

Styrs enligt ovan av narkosläkare och anestesisköterska

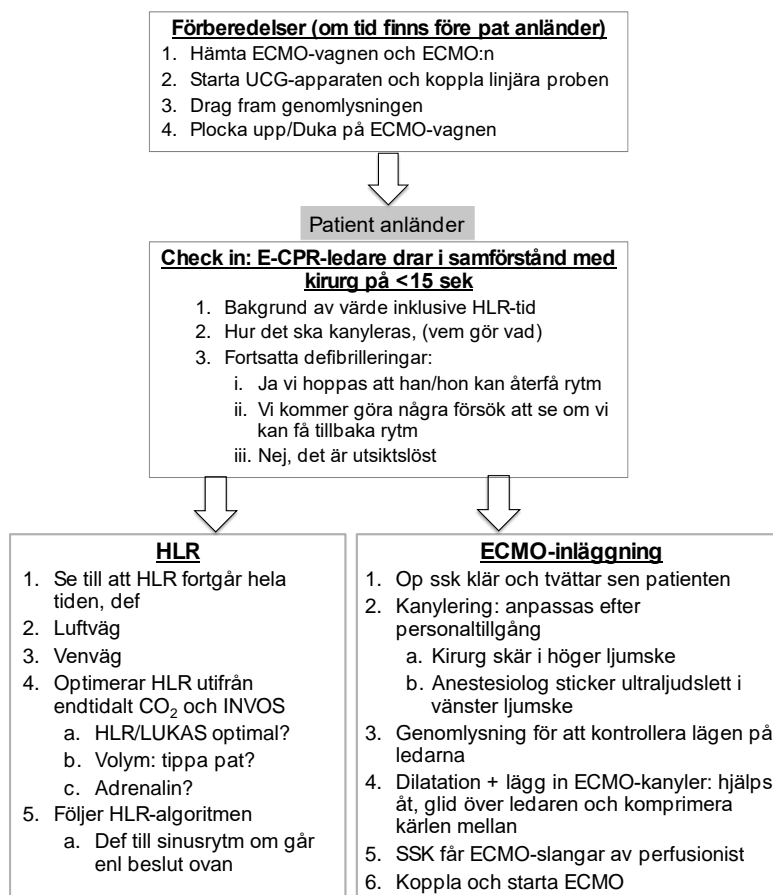
ECMO-inläggning

Dubbla ultraljudsapparater tas fram innan patienten kommer så att man ultraljudslett kan kanylera båda ljumskarna samtidigt.

Höger ljumske kanyleras av PCI-operatör som assisteras av PCI-sköterska.

Vänster ljumske kanyleras av anestesilog eller kirurg beroende på vad som bedöms som optimalt. De assisterar varandra. Operationssköterskan hjälper båda kanyleringsteamet.

Struktur för ECMO-inläggning på Operation 3



Flödesschema för ECMO-inläggning vid pågående hjärtstopp på thoraxoperation

Doknr. i Barium
Error! Unknown
document property
name.

Dokumentserie
Error! Unknown document property name.

Giltigt fr o m
Error!
Unknown
document
property
name.

Version
Error!
Unknown
document
property
name.

RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.

Godkänd av: Error! Unknown document property name.

Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

Checklista på vad som behöver göras när ECMO:n är startad

- Minimera hjärnskadan: håll SaO₂ 94-98% – inte högre – i både ECMO & lungcirkulation
- Försök få patienten att slå ut: inte för högt ECMO-flöde, ev inotropi. Evaluera om aortaballongpump kan hjälpa – lägg i så fall detta frikostigt
- Lägg benperfusionskateter om inte artärkanyl är väldigt tunn + ben OK
- Lägg CVK och Swan-Ganz: både på operation och på Cardlab finns det genomlysning vilket behövs för att få Swan-Ganz på plats
- Tag fram "E-CPR journalen" från ECMO-vagnen och fyll i noggrant, skriv vad som förbättrade HLR-effekten
- Koppla INVOS även på underbenen
- Giv antibiotikaproylax: Inj Tazocin 4g x 3 i två dygn
- Starta heparininfusion
- Skriv remiss för CT-hjärna med frågeställning "*Tacksam bedömning av GW-ratio hos patient i hjärtstopps-ECMO*". Ring CT-lab (tel 28919 dagtid, 27150 jourtid) och passera CT på väg till TIVA om patienten är tillräckligt stabil. Us inom 6h (24h)

E-CPR journalen fylls i och CT-hjärna görs endast på patienter som läggs på ECMO efter hjärtstopp.



RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.

Godkänd av: Error! Unknown document property name.

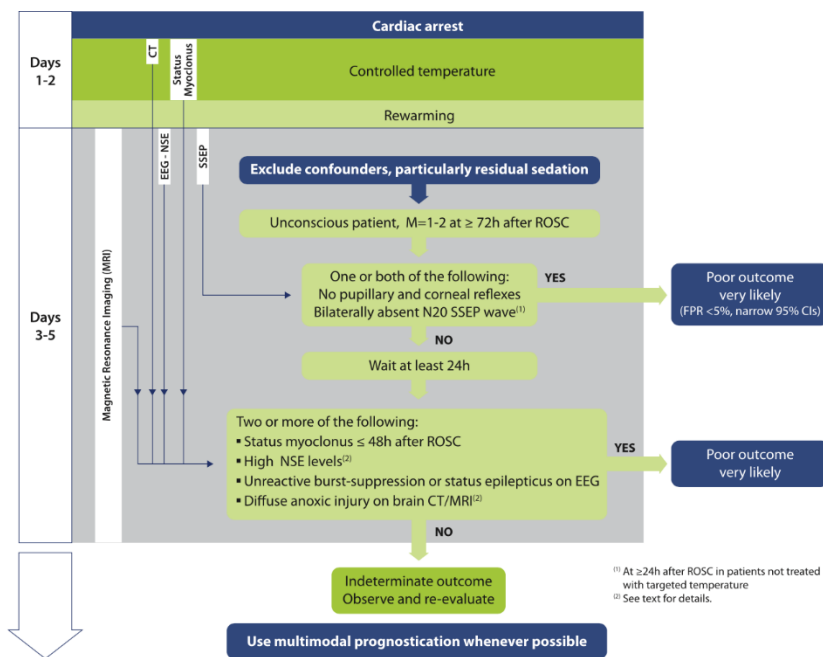
Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

E-CPR – vård efter hjärtstopp

Patienterna ska hållas temperaturreglerade till 35-36°C under de första 24 timmarna, därefter sätts sederingen ut för att kunna värdera dem cerebralt. Temperaturen ska dock hållas ≤37,5°C i 72 timmar. Prognosbedömning enligt nedan görs på alla patienter som inte vaknar.

Prognostisering av cerebral funktion

En icke obetydlig del av patienterna som får E-CPR avlider dessvärre pga anoxiska hjärnskador. För att hitta de patienter vi inte kan rädda, men som överlever de första 72 timmarna, följer vi de europeiska riktlinjerna för prognostisering efter hjärtstopp [10]. På detta sätt kan vi lägga våra resurser på de patienter vi kan hjälpa, medan vi undviker en förlängd meningslös vård av övriga. För att finna dessa patienter med "mycket sannolikt dålig prognos" använder man multimodalt tillvägagångssätt [10, 11].



CT-hjärna görs direkt efter ECMO-start. Sedan görs kliniska och laboriemässiga undersökningar efter 24, 48 och 72 timmar. EEG görs en-två gånger inom de första 72 timmarna, en gång tillsammans med SSEP (när neurofys startat upp den verksamheten). Allt förs in i E-CPR-journalen som finns hos patienten. Efter 72 timmar sammanställer man resultatet, går in i algoritmen ovan och bedömer om patienten kan få ett gott outcome. Om man redan innan dessa 72 timmar har gått säkert kan säga att patientens outcome kommer bli dålig får man naturligtvis avbryta meningslös behandling tidigare.

RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.

Godkänd av: Error! Unknown document property name.

Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

Klinisk undersökning

Görs 24, 48 och 72 timmar efter start av cirkulation

RLS: Patienten skall vara helt fri från sedering eller andra confounders och ha RLS 7-8 (GCS 1-2) vid 72 timmar för att komma in i algoritmen, annars har den för god hjärnfunktion

Ögon: Avsaknad av pupill- och cornealreflex efter 72 timmar. Dessa kan vara försvunna tidigt men komma tillbaka när hjärnstammen hämtar sig efter några dygn

Status myoklonus inom 48 timmar: Spridda symmetriska ryckningar i ansikte bål och proximala extremiteter i mer än 30 minuter, klinisk diagnos.

<https://www.youtube.com/watch?v=7H-80aCEA1Y> (första videon)

För att hitta detta måste sederingen satts ut i tid

Laboratorieprover

Tas 24, 48 och 72 timmar efter start av cirkulation

NSE: Om låga (<20 ng/ml) positivt tecken. På icke ECMO-patienter är nivåer över 50 och ökning med mer än 6 ng/ml mellan två mätningar deletära[12]. Kan inte användas säkert på ECMO-patienter eftersom NSE stiger vid hemolys. C-lab ska dock numera korrigera för hemolys och inte ge ut svaret om hemolysen är för stor.

P-Hb: Kontrolleras samtidigt som NSE för att kunna värdera NSE-värdet

S-100B: I vissa studier har ingen patient med god outcome hittats vid värden över 0,18 ng/ml, medan andra studier har funnit patienter med god outcome vid nivåer upp till 1,5 ng/ml[13]. Pga denna variabilitet finns det inte med i våra Europeiska guidelines. För oss som har ECMO-patienter kan det dock vara av värde då S100B inte påverkas av hemolys. Extraneural frisättning från adipocyter och chondrocyter.

Tid efter ECMO-start/ROSC	24 h	48 h	72 h
Datum, klockslag			
Sederad, ja/nej			
RLS			
Pupillreflex, ja/nej			
Cornealreflex, ja/nej			
NSE			
S100-B			
NFL (neurofilament light chain)			
P-Hb			
Sign: NSE, S100-B & P-Hb tagna			
N20 våg på SSEP, hö/vä			
EEG efter mer än 24 h			
Myoklonier > 30min inom 72 h			
CT hjärna inom 24 h			
MR hjärna			

Doknr. i Barium
Error! Unknown
document property
name.

Dokumentserie
Error! Unknown document property name.

Giltigt fr o m
Error!
Unknown
document
property
name.

Version
Error!
Unknown
document
property
name.

RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.

Godkänd av: Error! Unknown document property name.

Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

Tabell på E-CPR journalen som ska fyllas i för att man ska kunna göra ett välgrundat ställningstagande angående fortsatt vård.

RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.

Godkänd av: Error! Unknown document property name.

Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

Neurofysiologiska undersökningar

EEG: Görs efter 24-48 och 48-72 timmar. Enligt guidelines är det det senare man ska lita på, men nyare studier talar för att man har större sensitivitet för dålig outcome på tidigare undersökningar utan att specificiteten för dålig outcome försämras.

Highly Malignant: Ett EEG-mönster som är "Highly Malignant" har visat sig förutspå dålig outcome med en specificitet på 100% (95% confidensintervall på 88-100%)[14]. Fyra olika mönster ingår: "Suppressed" bakgrundsaktivitet eller "burst-suppression" med eller utan "superimposed charges".

"Malignant": ett malignant EEG-mönster är också korrelerat till dåligt outcome men inte lika starkt. "Maligna rytmiska mönster" ger mycket dålig prognos medan "malign bakgrundsaktivitet" eller "icke reaktivt EEG" kan ge 25-30% god outcome[14].

Status Epilepticus: Korrelerar starkt till dålig outcome särskilt om det kommer inom 36 timmar från hjärtstoppet. Senare status EP kan finnas hos överlevare. Behandla uppkomna status EP.

SSEP: Vid short-latency somatosensoriskt evoked potential skickar man signaler via medianusnerven och ser om N 20 signalen i hjärnan påverkas bilateralt. Vid maxamplitud >2 mm ses god outcome. Om den saknas (eller är <0,5 mm?) ses dålig outcome med 100% (97-100%) specificitet. Felkällor är störning i signalen.

Röntgen

CT-hjärna: Bör utföras inom 6 (-24 h) enligt guidelines eftersom studierna är gjorda inom den tidsrymden. Gray white matter ratio (GWR) mäts mellan putamen och corpus callosum. GWR<1,17 inom 6 timmar gav ingen pat med god outcome[15, 16]. Nyare data talar för att man även kan lita på undersökningar senare i vårdförloppet (GWR<1,10), som då har större sensitivitet för dålig outcome, men i nuläget saknas starkt vetenskapligt stöd för detta och det finns inte i guidelines.

MR-hjärna: Kan utföras dag 2-6 på patienter som är av sin ECMO

RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.

Godkänd av: Error! Unknown document property name.

Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

ECMO-kretsen

ECMO-kretsen består av slangar, centrifugalpump, oxygenator, gas/O₂ regulator och en värmare.

Slangarna är coatade för att minska inflammatorisk aktivitet och risk för koagelbildning.

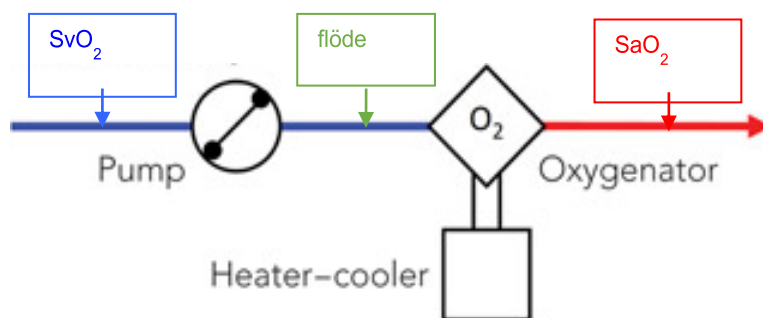
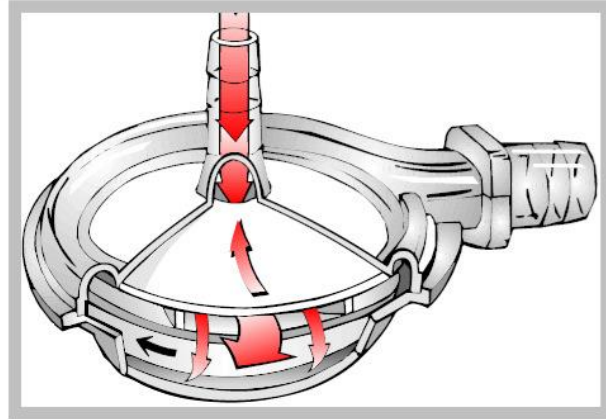
Centrifugalpumpen styrs av ett magnetfält och driver blodet framåt i kretsen. Impellern står på en central safirkula, men är i övrigt magnetiskt leviterad i pumphuset för att minimera friktion och värmeutveckling. Den har inga klaffar.

Maximalt varvtal är 5000 varv/min men kliniskt hålls 1800 – 4000 varv/min.

Hollowfiberoxygenatorn som används innehåller rörformade trådar där gasutbytet sker via diffusion. Trycket på blodsidan ska alltid vara högre än på gassidan, annars finns risk för gasembolier i blodet. Detta kan hända om ECMO:n stannar.

ECMO-respirationen styrs med en regulator för svepgasflöde, och en regulator för FiO₂. Den högra gasflödesregulatorn är anpassad för barn och den vänstra för vuxna. Gasflödet styr hur mycket koldioxid som extraheras från blodet, på samma sätt som minutvolymen i respiratorn gör. Högt flöde ger lågt koldioxid i blodet och vice versa. En gång per sköterskepass blåser man bort kondens från oxygenatorn med högt svepgasflöde. Via speciella fibrer i oxygenatorn kan intercoolern pumpa vatten som värmer och kyler blodet.

Eftersom det inte finns någon klaff i systemet måste man klampa slangarna om **ECMO:n stannar**, annars finns risk att blodet går baklänges.



Svepgasflödesregulator

RUTIN Error! Unknown document property name.


Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.

Godkänd av: Error! Unknown document property name.

Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

Cardiohelp

Cardiohelp är en portabel ECMO-apparat med centrifugalpump och oxygentor. Dess kontrollenhet övervakar flöde, slangtryck och ingående syrgasmättnad.

Varvtalet (rpm) bestämmer med vilka tryck som blodet sugts från patienten och ges tillbaka till patienten. Det ställs in genom att hålla lås upp knappen  intryckt i 4 sekunder, och sedan skruva på stora ratten till önskat varvantal visas.

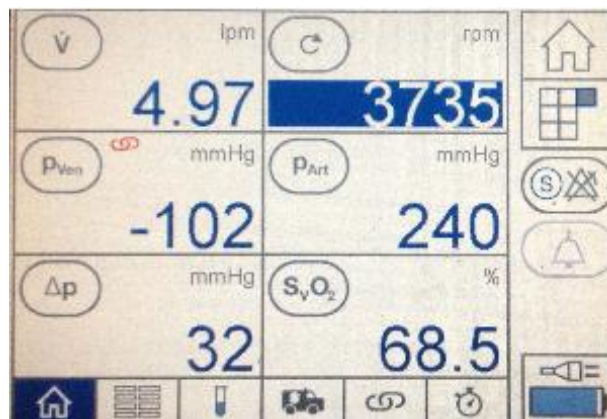
Flödet (V) mäts på artärslang och beror på varvantal, kanyldiameter, kanylängd samt blodtrycken vid ven och artärkanylerna. D.v.s. stor venkanyl i bra läge och stor artärkanyl ger högt flöde trots lågt varvantal. Små kanyler ger lågt flöde trots högt varvantal. Flödet kan hållas så lågt som 2 liter/minut om patienten är väl antikoagulerad. Vid lägre flöden finns risk för trombbilning i ECMO-systemet

Pven är sugtrycket som apparaten mäter på vensidan (inte samma som trycket vid venkanylens spets). Detta tryck ska helst inte bli mer negativt än -70 mmHg, men negativa tryck på -100 mmHg kan också accepteras. Vid fastsugning blir trycket kortvarigt mycket negativt vilket kan ge hemolys.

Part är trycket efter oxygenatorn. Det påverkas framför allt av diametern på artärkanylen och flödet (som i sin tur beror på varvtalet).

Δp är tryckfallet över oxygenatorn (tryck före oxygenator – tryck efter oxygenator). Detta stiger om den börjar trombotiseras. Ska normalt inte vara över 40 mmHg.

SvO₂ mäts i venslangen. Stämmer relativt väl med saturationen på det blod som ECMO:n drar.



Cardiohelp med Pven som är på gränsen till vad som är optimalt.

RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.
Godkänd av: Error! Unknown document property name.
Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

Rotaflow

Rotaflow kan användas både med och utan oxygenator. På en arm sitter centrifugalpumpen och efter denna kan en oxygenator kopplas in. Styrenheten styr varvtalet och beräknar blodflödet men mäter inga tryck. Man kan dock se om venkanylen suger fast intermitternt



genom att det uppmätta blodflödet varierar konstant. Varvtalet genom att trycka in reglageratten och försiktigt skruva på. Eftersom den även




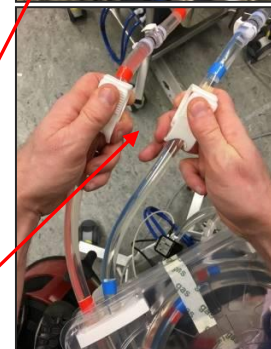
ställs in mycket den. fungerar

utan oxygenator används den ofta vid t.ex. BIVAD.

Start av redan primad Cardiohelp

– för att snabbt kunna starta VA-ECMO i väntan på perfusionist

1. Förbered Cardiohelpen
 - a. Lyft av den stora skyddsplasten som hänger över Cardiohelpen
 - b. Tryck på startknappen på Cardiohelpen.  Knappen sitter som en av fyra över varvinställningsratten
 - c. Skruva upp varvtalet till 1500 varv/min på Cardiohelpen. Se så du får flöde och låt den gå
2. Förbered sladdar och svepgas
 - a. Sätt i elkontakt i eluttag
 - b. Sätt i tryckslang för syrgas (vit) i gasuttag, därefter tryckslang för luft (svart-vit) i gasuttag.
 - c. Sätt syrgasen på svepgasflödesregulatorn på 60 %
 - d. Sätt flowmetern på 2 liters flöde.
3. Förbered slangarna
 - a. Se till att kretsen är luftfri
 - b. Klampa sedan röd slang strax efter oxygenatorn med peang




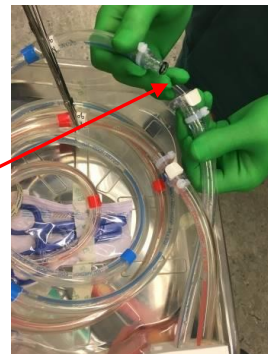
RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.

Godkänd av: Error! Unknown document property name.

Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

- c. Klampa de vita klämmorna på röd och blå slang som sitter närmast den stora genomskinliga lådan med sterila slangar
 - d. Dra ut den stora genomskinliga lådan med de sterilförpackade slangarna bakåt, öppna och låt operationssköterskan ta slangarna
 - e. Se till att operationssköterskan klampar de sterila slangarna vid peang-symbolerna  och därefter lossar kopplingen strax bredvid genom att trycka in den vita knappen, primingdelen blir då bortkopplad
4. Starta ECMO-kretsen



RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.

Godkänd av: Error! Unknown document property name.

Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.


- När ECMO-kanyler är inkopplade och peanger vid patienten är lossade så släpper du på peangen vid röd slang på ECMO:n.
- Kontrollera att du får flöde i kretsen
- Ställ in varvtal så att du når ett ECMO-flöde på ca 3 liter/min initialt, justera upp efter ett tag vid behov
- Justera FiO₂ så saturation 95% (94-98%) nås, ej högre

Möjliga larm från Cardiohelp/värmare

- Luftbubbla detekterad (stannar inte kretsen): Kontrollera så det inte går luft till patienten.
- För negativt tryck (kan bromsa ECMO:n): Ändra flöde eller larmgräns. Tippa/fyll patienten

Sätta Cariohelp i Global Override

Man kan ta bort Cardiohelpens säkerhetsfunktioner genom att aktivera Global Override. Man slipper då alla larm.

- Håll knappen  intryckt
- Tryck sedan på  som byter utseende till 

Global Override är nu aktiverat

Övervakning av ECMO-kretsen

Flödesmätare

Lös flödesmätare ska alltid används när man har dubbla venkanyler för att se att blodflödet inte stannar i ena kanylen. Den sätts där man bedömer att det kommer vara minst flöde, t.ex. på vänsterförmaks vent. Används även vid dubbla artärkanyler såsom vid VAV-ECMO.

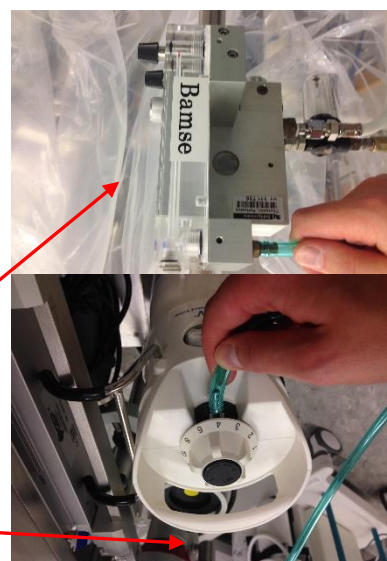
Saturationsmätare

Lös saturationsmätare sätts runt slangen och mäter syresättningen i ven och artärslang. Dessa värden ger ett bra riktvärde men stämmer ofta inte helt.

Transport

Perfusionistjouren kommer alltid in vid transport av ECMO-patient, men om de är upptagna så gör så här:

- Tryck på vit knapp för att stänga av värmeväxlaren, som står under ECMO:n
- Rotaflow och Cardiohelp går på batteri. Dra ut elkontakten
- Koppla över oxygenatorn till syrgastub:
 - Syrgastub hänger på ECMO-ställningen, sätt på denna
 - Dra ut syrgas/luft-slangen som går från svepgasflödesregulatorn till oxygenatorn
 - Sätt i slangen i syrgastuben



Doknr. i Barium
Error! Unknown
document property
name.

Dokumentserie
Error! Unknown document property name.

Giltigt fr o m
Error!
Unknown
document
property
name.

Version
Error!
Unknown
document
property
name.

RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.

Godkänd av: Error! Unknown document property name.

Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

4. Dra ut tryckslangen för luft och därefter den för syrgas från gasuttag i väggen/taket



RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.

Godkänd av: Error! Unknown document property name.

Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

5. När ni är framme sätt i tryckslangen för syrgas (först) och luft (därefter) i tak/vägg
6. Koppla tillbaka oxygenatorns syrgas/luftslang till svepgasflödesregulatorn, kontrollera inställning

Sätt i elkontakten igen, sätt på värmeväxlaren

Typer av kanylering

Översikt typer av kanylering vid respiratorisk svikt

VV-ECMO, Avalon dubbellumenkateter

Vid lungsvikt används oftast venovenös ECMO. Den syresätter blodet vid höger förmak men ger inget cirkulationsunderstöd. En dubbellumenkateter drar och ger blod i samma kanyl.

VV-ECMO, två kanyler

Vid lungsvikt. Syresätter blodet vid höger förmak. Inget cirkulationsunderstöd. Kanyler via både vena cava superior och inferior, drar i den ena ger i den andra. Mer problem med recirkulation.

VAV-ECMO

En veno-arterio-venös ECMO drar från central ven och ger både till artär och ven. Används om man vid grav respiratorisk svikt även har en relativt grav cirkulatorisk svikt.

VA-ECMO

Vid kombinerad mycket grav respiratorisk och cirkulatorisk svikt kan venoarteriell ECMO behövas. Risk för att få en hypoxisk övre kroppshalva (Harlequinsyndrom).

Översikt typer av kanylering vid cirkulatorisk svikt

Perifert kanylerad VA-ECMO

Återställer cirkulationen snabbt, oftast kanylerad via femoralkärl. Om vänster kammare inte klarar slå ut med relativt låga fyllnadstryck finns risk för lungödem, lungblödningar, patologiskt utspänd vänsterkammare och låg syresättning av coronarer och hjärna. Dessutom risk för tromber i hjärta och aortarot om blodet står stilla. Dubbel cirkulation där ECMO och hjärta/lungor perfunderar olika delar av kroppen.

Centralt kanylerad VA-ECMO

Hos oss används oftast en kanyl artärkanyl som har spetsen uppe i aortabågen. Detta gör att man får en dubbel cirkulation som liknar den vid perifert kanylerad VA-ECMO. Således finns i stort sett samma risker som vid perifert kanylerad ECMO. Alternativt kan en artärkanyl som ger återflöde nere i aorta ascendens användas. Då minskar riskerna för selektiv ischemi i höger hjärnhalva och trombrisen i aortaroten markant medan övriga risker kvarstår. Man får då mer en cirkulation istället för den dubbla cirkulationen vid kanyl i aortabågen.

Centalt kanylerad VA-ECMO med vänsterförmaksvent

Blod dras både från höger och vänster förmak, vilket gör att lungorna skyddas. Risk för stillastående blod och tromb i vänster kammare och aortarot.

RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.
Godkänd av: Error! Unknown document property name.
Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

BIVAD kanylerad via vänster förmak

RVAD ersätter höger- och LVAD vänsterkammarfunktionen. Oxygenatorn kan eventuellt avvecklas eftersom allt blod går genom lungorna. LVAD drar blod från förmaket, vilket gör att blod kan stå stilla och trombotiseras i vänster kammare.

BIVAD kanylerad via vänster kammare

Både höger och vänster kammare är avlastade och patienten behöver på kort sikt inte slå ut. Finns som korttids- och lågtidsassist (Excor).

LVAD

Ersätter vänster kammares funktion, oftast kanylerad från vänster kammare till aorta ascendens. Risk för högerkammarsvikt eftersom höger kammare måste klara pumpa lika mycket som vänster. Finns som korttids- och långtidsassist (HeartMate 3).

RVAD

Ersätter höger kammares funktion. Används vid isolerad grav högersvikt.

MCS-korttidsassist (version 1.4, 2019-11-15)		Lungödem	Coronar hy-poxi	Tromb VK/Aortarot	Benischemi	HK svikt	Recirkulation
<u>Kanylering</u>	<u>Risker</u>						
VA-ECMO Perifer kanylering: hö förmak → oxy → a Femoralis		+++	+++	+++/ ++	++		
VA-ECMO Central kanylering: hö förmak → oxy → aortabågen		+++	+++	+++/ ++			
VA-ECMO Central kanylering m vä förmaksvent: hö+vä förmak → oxy → aortabågen			+	+ /++			
BIVAD: hö förmak → pulmonalis; vä förmak → (oxy) → aortabågen		+		+++/ 0			
BIVAD: hö förmak → pulmonalis; vä kammare → (oxy) → aortabågen		+					
LVAD: vä förmak → aorta				+++/ 0		+++	
LVAD: vä kammare → aorta						+++	
RVAD: hö förmak → pulmonalis		++					
VV-ECMO Avalon: v cava sup + inf → h förmak							+
VV-ECMO: v cava sup ⇄ oxy ⇄ v cava inf							+++

Idé: Daniel Bengtsson

Doknr. i Barium
Error! Unknown
document property
name.

Dokumentserie
Error! Unknown document property name.

Giltigt fr o m
Error!
Unknown
document
property
name.

Version
Error!
Unknown
document
property
name.

RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.

Godkänd av: Error! Unknown document property name.

Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

Grundförutsättningar vid VV-ECMO

Venovenös ECMO används vid respiratorisk svikt[1]. Blodet syresätts genom att ta och ge blod kring höger förmak. Det grundläggande målet är att "sant" syresätta så stor volym blod varje minut att den totala syretillförseln till blodet blir tillräckligt hög, i förhållande till patientens syreförbrukning. Detta görs genom att försöka syresätta det mesta av blodet innan det flödar vidare till lungkretsloppet. Om man inte lyckas med det blir artärsaturationen låg. Oförmåga hos en VV-ECMO att ge adekvat artärsaturation kan bero på för lågt blodflöde genom ECMO:n eller på för mycket recirkulation. Recirkulation är när syresatt blod åter passerar in i ECMO:n en andra gång. Vid stor recirkulation är mycket av blodet som sugts in i ECMO:n redan syresatt, varvid volymen blod som ECMO:n sant syresätter blir liten och ECMO:n blir mycket ineffektiv.

Även vid en effektiv VV-ECMO shuntas lite blod förbi ECMO:n och går desaturerat till lungcirkulationen. Man får därför acceptera en lägre arteriell saturation än annars. Eftersom syretillförseln inte bara beror på saturationen utan även Hb och hjärtminutvolym, kan dock ett lite högre Hb och bra hjärtminutvolym hålla syretillförseln adekvat trots den lägre saturationen.

Vid låg hjärtminutvolym kan man få bra artärsaturation men låg centralvenös mättnad. Om hjärtminutvolymen stiger, kan artärsaturationen sjunka medan den centralvenösa mättnaden och totala syrgastillförseln till kroppen stiger. Detta orsakas av att ECMO-blodflödet, vid hög hjärtminutvolym, inte är tillräckligt för att saturera allt blod som passerar. Eftersom en mindre andel av blodet syresätts får man lägre artärsaturation. Den totala syrgastillförseln till kroppen blir ändå större vid hög än vid låg hjärtminutvolym bland annat eftersom recirkulationen är större vid låg hjärtminutvolym. En korrekt tagen centralvenös mättnad visar om syretillförseln är tillräcklig.

ECMO:n hjälper således till att syresätta blodet men ger inget cirkulatoriskt stöd. Klassiskt har man kanylerat v femoralis och v jugularis interna och fört två kanyler nära/till höger förmak. Man har då dragit blod via den ena och gett via den andra. Hos oss används nästan alltid istället en dubbellumen kateter (Avalon®) där man drar blod från v cava inferior och superior och samtidigt ger blod i höger förmak. Om patienterna, förutom sin grava respiratoriska svikt, även har en viss cirkulatorisk svikt kan veno-arterio-venös ECMO användas. Vid grav cirkulatorisk svikt behövs veno-arteriell ECMO.



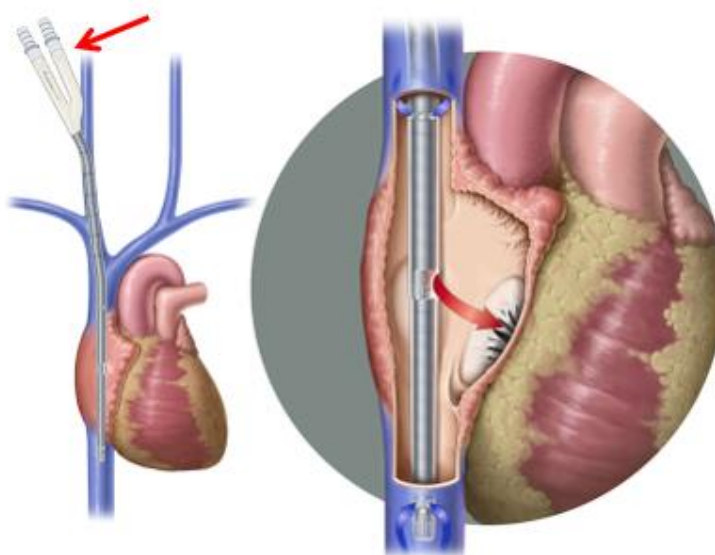
RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.
Godkänd av: Error! Unknown document property name.
Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

VV-ECMO, dubbellumenkateter (Avalon®)

Avalonkatetern läggs in via vena jugularis interna med spetsen ner i vena cava inferior. Den drar blod från både vena cava inferior och superior, och ger blod i höger förmak. Vid rätt läge blir därför recirkulationen låg och patientens syresättning bra. Det är dock viktigt att katetern ligger lagom långt in och är roterad rätt så den arteriella jet:en blir riktad mot trikuspidalisöppningen.

Patienten måste också ha en tillräckligt stor kateter för att kunna ha tillräckligt höga blodflöden i ECMO:n; se dock upp med cava superior syndrom om man har en stor kateter på liten patient.



Avalonkateter i optimalt läge. Drar blod i v cava inf och sup och ger syresatt blod i en jet mot trikuspidalöppningen. Rätt rotation med artärdel in mot örat i kateters övre del (pil).

Allmänna riktlinjer

Dubbellumenkateter (Avalon®):

Optimal rotation: Jet med syresatt blod ska riktas mot trikuspidalöppningen, annars kan recirkulationen öka. Kontrollera att kateters övre del är roterad med artärdelen framåt in mot örat, som på bilden

Risk: Katetern dislocerar och spetsen, som ska ligga i v cava inferior, hamnar i höger kammare, vilkens vägg den kan penetrera

ECMO

Målet är att syresätta tillräckligt mycket blod. Oftast är P-ven begränsande för flödet. Om inte tillräckligt flöde nås med Avalonkateter, kan en extra venkanyl läggas i ljumsken.

Flöde: Brukar kunna nå upp till 3-3,5 liter/min beroende på kanylstorlek. När lungorna blir bättre kan flödet sänkas för att minimera blodtrauma, får dock inte gå under 2 liter/minut

FiO₂: 100 %; kan sänkas om bra SaO₂ vid låg FiO₂ i respiratorn och varvtalet redan sänkt till lagom nivå. Om Swan Ganz finns visar den hur väl ECMO:n syresätter blodet

pCO₂: Styr pCO₂ med svepgasflödet i ECMO:n såsom på en respirator

Mål fysiologiska variabler

SaO₂: > (85-)90%

Hb: 100-120. Om svårt att nå tillräcklig saturation och centralvenös mättnad transfundera till Hb 120-140.

Doknr. i Barium
Error! Unknown
document property
name.

Dokumentserie
Error! Unknown document property name.

Giltigt fr o m
Error!
Unknown
document
property
name.

Version
Error!
Unknown
document
property
name.

RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.

Godkänd av: Error! Unknown document property name.

Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.



RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.

Godkänd av: Error! Unknown document property name.

Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

Centralvenös mättnad: >60%. Trots lägre arteriell saturation hålls patientens syretillförsel och den centralvenösa mättnaden normal med bra Hb och hjärtminutvolym. Eftersom blodet syresätts på vensidan, där vi normalt mäter centralvenös mättnad, kan mätvärdet bli falskt för högt. Kontrollera på röntgen var CVK-spetsen ligger och värdera efter det om tillblandning av syresatt blod är trolig.

ECMO:ns venösa saturation kan ge en bra fingervisning även om den kan vara falskt för hög pga recirkulation. Om den visar <60 % har patienten en cirkulatorisk svikt

MAP: >65-70 mmHg

Artärnål: Alla lokaler går bra

CVP: ≤8 mmHg. För att optimera lungorna ska patienterna hållas torra och CVP därmed så lågt som det går. Patienterna får inte bli så torra att ECMO:n suger fast och/eller hjärtminutvolymen blir påverkad.

Cirkulation: För optimal syretillförsel ska patienterna ha en god hjärtminutvolym. Eftersom ECMO:n inte påverkar cirkulationen sker styrningen av cirkulationen som på patienter utan ECMO. Dessa patienter kan ha en cirkulatorisk svikt och behöver då inotropi.

Cirkulationsmonitorering: Bedömningen får vara en sammanvägning av adekvat tagen (se ovan) centralvenös mättnad, INVOS och UCG.

INVOS: Bra för cirkulationsmonitorering framför allt på sövda patienter. Tillåt normala svängningar, följ trend.

Respiration

Grunden är att man ska ha så lungprotektiv ventilation som möjligt, undvik därför kraftiga rekryteringar och PEEP som kan skada lungan. Lagesändringar inklusive bukläge är bra för att optimera lungorna.

PEEP: Håll lungan öppen men skada den inte

Luftvägstryck: Så låga som möjligt, ECMO:n sköter syresättning och CO₂ elimination.

Drivtryck maximalt 14 cm H₂O, topptryck ≤ 25 cmH₂O

FiO₂: Så lågt som möjligt <50(-60)%

Tracheostomi: Tidigt för att kunna väcka patienten. Vissa patienter kan extuberas istället

Sedering/Mobilisering/Balans

Sedering: Ska hållas vakna i möjligaste mån

Mobilisering mycket viktigt för att behålla muskulatur, sjukgymnastik

Balans: Ska hållas torra för att optimera för lungorna

Problem

Låg artärsaturation

För låg saturation beror på att för liten del av blodet som passerar in till hjärtat syresätts. Detta kan i sin tur bero på för lite blodflöde i ECMO:n i förhållande till hjärtminutvolymen (blodet shuntas förbi ECMO:n) och/eller för mycket recirkulation. Det kan också bero på att oxygenatorn inte syresätter blodet som passerar ECMO:n tillräckligt.

- 100% syre i ECMO:n?
- God oxygenatorfunktion i ECMO:n: pO₂ > 20kPa ut från ECMO:n
- Optimalt läge och optimal rotation på Avalonkateter?
- Tillräckligt flöde i ECMO:n?

Doknr. i Barium
Error! Unknown
document property
name.

Dokumentserie
Error! Unknown document property name.

Giltigt fr o m
Error!
Unknown
document
property
name.

Version
Error!
Unknown
document
property
name.

RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.

Godkänd av: Error! Unknown document property name.

Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

- Hb tillräckligt högt?



RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.

Godkänd av: Error! Unknown document property name.

Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

Bedöm:

- Syresätts tillräcklig mängd blod?
 - Mät korrekt centralvenös mättnad, laktat, mm

Åtgärd:

Förbättra ovanstående

Byt till större kanyl eller lägg till extra venkanyl i ljumske för att kunna öka ECMO-flödet

Låg centralvenös mättnad

Beror på att patientens totala syretillförsel är för liten i förhållande till sin förbrukning.

Centralvenös mättnad ska hållas adekvat även om artärsaturationen är lägre än vad som accepteras på andra patienter.

Öka flödet i ECMO:n för att syresätta mer blod, om P-ven tillåter

Optimera artärsaturationen, se ovanstående rubrik

Optimera cirkulationen med inotropi

Höj Hb till EVF \geq 40%

Högt CVP

Eftersom Avalonkatetern är grov kan patienter med smal v cava superior ha risk för försämrat venavflöde från övre kroppshalvan. Vid misstanke på detta bör CVP mätas både över och nedom v cava sup.

ECMO hugger

Om ECMO:n hugger påverkas saturationen men inte direkt cirkulationen.

Om ECMO:n hugger och patienten har opåverkad saturation, utvärdera om det är möjligt att dra ner ECMO flödet istället för fyllnad, om FiO₂ i ECMO:n inte är 100% kan FiO₂ höjas

Lågt CVP: Fyll om varvtalet måste vara så högt

Högt CVP(>8): Utred orsak med UCG. Kanylläge OK? Tamponad?

Lågt MAP

Kontrollera att patienten är tillräckligt cirkulerad, viktigt!

Fyll om lågt CVP

Noradrenalin om vasodilaterad med bra cirkulation

Cirkulatorisk svikt

Diagnos: rätt tagen centralvenös mättnad, UCG, INVOS

Åtgärd:

Inotropi

Fyll om lågt CVP

Pulmonell vasodilatation: om högersvikt och sänkbar hög PVR

Koppla om till VAV-ECMO eller VA-ECMO

Låg INVOS

1. Kontrollera så inte pCO₂ är för lågt, åtgärda
2. Se även "låg centralvenös mättnad"

RUTIN Error! Unknown document property name.

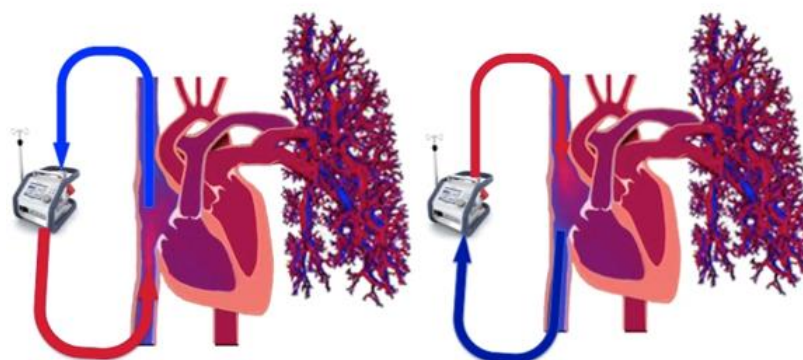
Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.

Godkänd av: Error! Unknown document property name.

Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

VV-ECMO, två kanyler

När två kanyler används för venovenös ECMO läggs den ena via vena cava inferior och den andra via vena cava superior. Man kan välja att dra blodet uppåt eller nedåt, men båda alternativen har sina nackdelar. Om man drar blodet från höger förmak (via vena cava superior) riskerar man få mycket recirkulation, eftersom det syresatta blodet som återförs i vena cava inferior åter kommer passera höger förmak där det kan sugas in i ECMO:n en andra gång. Om man istället drar blodet högt upp i vena cava inferiors intrahepatiska del (via vena cava inferior) låter man största delen av vena cava superior blod gå osaturerat till lungorna (ger å andra sidan endast lite recirkulation). Vi har ofta valt det senaste alternativet som också visats ge bättre saturation trots lägre flöde i ECMO:n [17]. Vid bra läge på kanylerna kan man lyckas syresätta ca 75% av blodet innan det åker in i höger kammare. Detta gör att man kan förvänta sig en saturation på 80-90 % i höger kammare. Eftersom syretillförseln inte bara beror på saturationen utan även Hb och hjärtminutvolym, kan dock ett lite högre Hb och bra hjärtminutvolym hålla syretillförseln adekvat trots den lägre saturationen.



Två olika sätt att kanylera vid tvåkanylskanylering

Allmänna riktlinjer

Kanyllägen (se bilder på föregående sida)

Dra uppåt: Dra blod via kanyl i vena cava superior med läge högt upp i höger förmak. Ger blod via kanyl i vena cava inferior.

Dra nedåt: Dra blod via kanyl i vena cava inferior med spets högt upp i vena cava inferiors intrahepatiska del eller precis vid mynningen till höger förmak. Ger blod via kanyl i vena cava superior.

ECMO

Målet är att syresätta så stor procentandel av blodet som möjligt innan det passerar in till hjärtat. Vid tvåkanylskanylering riskerar man öka recirkulationen om man ökar flödet för mycket. På detta sätt kan höga flöden syresätta mindre volym blod än något lägre flöden. Justera så att optimal saturation uppnås.

Flöde: 60-80 ml/kg/min

FiO₂: Oftast 100 %

pCO₂: Styr pCO₂ med svepgasflödet såsom på en respirator

RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.

Godkänd av: Error! Unknown document property name.

Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

Mål fysiologiska variabler

SaO₂: > 80-90%

Hb: 100-120. Om svårt nå tillräcklig saturation och centralvenös mättnad transfundera till Hb 120-140.

Centralvenös mättnad: >60%. Trots lägre arteriell saturation hålls patientens syretillförsel och den centralvenösa mättnaden normal med bra Hb och hjärtminutvolym. Eftersom blodet syresätts på vensidan, där vi normalt mäter centralvenös mättnad, kan mätvärdet bli falskt för högt. Kontrollera på röntgen var CVK-spetsen ligger och värdera efter det om tillblandning av syresatt blod är trolig

MAP: >65-70 mmHg

Artärnål: Alla lokaler går bra

CVP: ≤8 mmHg. För att optimera lungorna ska patienterna hållas torra och CVP därmed så lågt som det går. Patienterna får inte bli så torra att ECMO:n suger fast och hjärtminutvolymen blir påverkad

Cirkulation: För optimal syretillförsel ska patienterna ha en god hjärtminutvolym. Eftersom ECMO:n inte påverkar cirkulationen sker styrningen av cirkulationen som på patienter utan ECMO. Dessa patienter kan ha en cirkulatorisk svikt och behöver då inotropi

Cirkulationsmonitorering: Bedömningen får vara en sammanvägning av adekvat tagen (se ovan) centralvenös mättnad, NIRS (INVOS) och UCG.

INVOS: Bra för cirkulationsmonitorering framför allt på sövda patienter. Tillåt normala svängningar, följ trend

Respiration

Grunden är att man ska ha så lungprotektiv ventilation som möjligt, undvik därför kraftiga rekryteringar och PEEP som kan skada lungan. Lägesändringar inklusive bukläge är bra för att optimera lungorna.

PEEP: Håll lungan öppen men skada den inte

Luftvägstryck: Så låga som möjligt, ECMO:n sköter syresättning och CO₂ elimination. Drivtryck maximalt 14 cm H₂O, topptryck ≤ 25 cmH₂O

FiO₂: Så lågt som möjligt <50-60%

Tracheostomi: Tidigt för att kunna väcka patienten. Vissa patienter kan extuberas istället

Sedering/Mobilisering/Balans

Sedering: Ska hållas vakna i möjligaste mån

Mobiliserar efter förmåga, mycket viktigt att behålla muskulatur

Balans: Ska hållas torra för att optimera för lungorna

Problem

Låg artärsaturation

För liten del av blodet som passerar in till hjärtat syresätts, på grund av för lågt blodflöde i ECMO:n (i förhållande till hjärtminutvolymen) och/eller för mycket recirkulation. Alternativt syresätts inte blodet i oxygenatorn tillräckligt.

Oxygenator: 100% syre i ECMO:n?

God oxygenatorfunktion i ECMO:n: pO₂ > 20kPa ut från ECMO:n

Blodflöde: Öka flödet successivt och kontrollera att artärsaturationen stiger till önskat

RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.

Godkänd av: Error! Unknown document property name.

Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

värde (och du inte får för negativa tryck på sugsidan). Om saturationen i ECMO:ns venslang stiger när blodflödet ökas har recirkulationen ökat, artärsaturation kan då paradoxalt sjunka med ökat flöde.

Recirkulation: Jämförelse mellan korrekt tagen centralvenös mättnad och syrgasmättnad i ECMO:ns venslang visar på graden av recirkulation. Saturationen i v cava inferior skall vara ca 10 % lägre än i v cava superior om man inte har någon recirkulation. Värdera grad och korrigerar kanylläge eller byt till Avalon om det är för mycket recirkulation

Låg centralvenös mättnad

Beror på att patientens totala syretillförsel är för liten i förhållande till sin förbrukning. Centralvenös mättnad ska hållas adekvat även om artärsaturationen är lägre än vad som accepteras på andra patienter.

- Optimera artärsaturationen, se ovanstående rubrik
- Optimera cirkulationen, se nedan
- Höj Hb till EVF \geq 40%

ECMO hugger

Om ECMO:n hugger påverkas saturationen men inte direkt cirkulationen.

Om ECMO:n hugger och patienten har opåverkad saturation, utvärdera om det är möjligt att dra ner ECMO flödet istället för fyllnad, om FiO₂ i ECMO:n inte är 100% kan FiO₂ höjas

Lågt CVP: Fyll om varvtalet måste vara så högt

Högt CVP(>8): Utred orsaken med UCG. Kanylläge OK? Tamponad?

Lågt MAP:

- Kontrollera att patienten är tillräckligt cirkulerad
- Noradrenalin om vasodilaterad med bra cirkulation

Cirkulatorisk svikt

Diagnos: Rätt tagen centralvenös mättnad, UCG, INVOS

Åtgärd:

- Inotropi
- Fyll om lågt CVP
- Pulmonell vasodilatation: om högersvikt och sänkbar hög PVR
- Koppla om till VAV-ECMO eller VA-ECMO, se nedan

RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.

Godkänd av: Error! Unknown document property name.

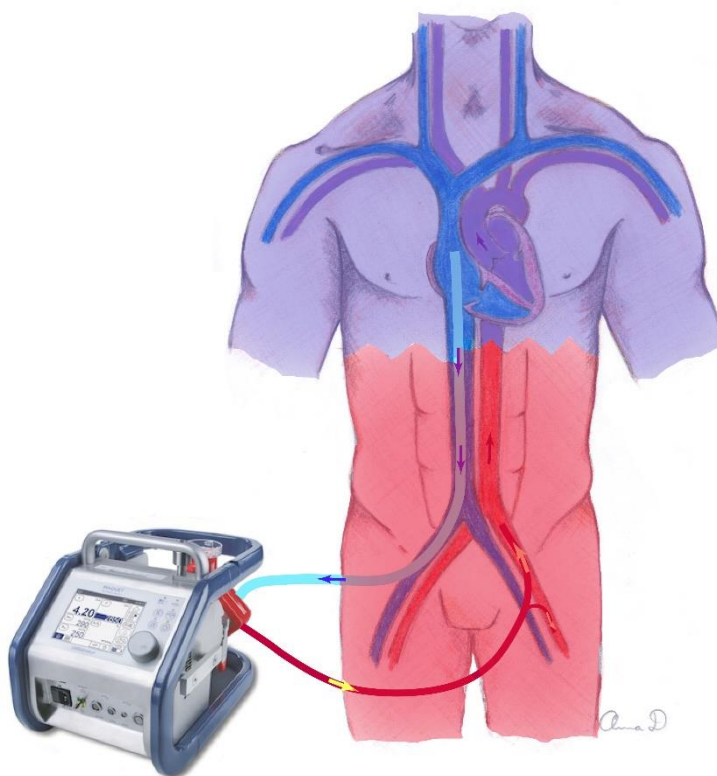
Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

Perifert kanylerad VA-ECMO vid respiratorisk svikt

Vid kombinerad grav cirkulatorisk och respiratorisk svikt kan venoarteriell ECMO vara bra. Patienten får då både respiratoriskt och cirkulatoriskt stöd (se perifert kanylerad VA-ECMO under cirkulatorisk svikt delen, s 45).

Patienter med grav respiratorisk svikt kan få sekundär cirkulatorisk svikt varför man ibland inte vågar lägga dem på VV-ECMO-primärt utan ger dem en VA-ECMO. När dessa patienter återfår sin cirkulation återhämtar sig hjärtat medan lungorna fortfarande har mycket dålig funktion. Dessa patienter löper en mycket stor risk att få ett Harlequin syndrom. Blodet som det relativt pigga hjärtat pumpar genom lungorna, som inte syresätter blodet alls, kommer desaturerat att perfundera övre kroppshalvan, medan undre kroppshalvan blir väl syresatt av blodet som gått genom ECMO:n. Man riskerar således få både coronar och cerebral ischemi.

Ett Harlequinsyndrom åtgärdas genom att lägga en VAV-ECMO eller, om hjärtat klarar cirkulera kroppen, byta till VV-ECMO. Däremot är det ingen idé att försöka med ändringar i patientens VA-ECMO eftersom en ECMO-venkanyl aldrig kan tömma höger förmak så mycket att ett relativt piggt hjärta inte pumpar blodet vidare.



Harlequinsyndrom hos patient med grav respiratorisk svikt och måttlig cirkulatorisk svikt som kanylerats med perifert kanylerad VA-ECMO. Hos dessa patienter kan ECMO:ns vensaturation vara högre än artärsaturationen i övre kroppshalvan.

RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.

Godkänd av: Error! Unknown document property name.

Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

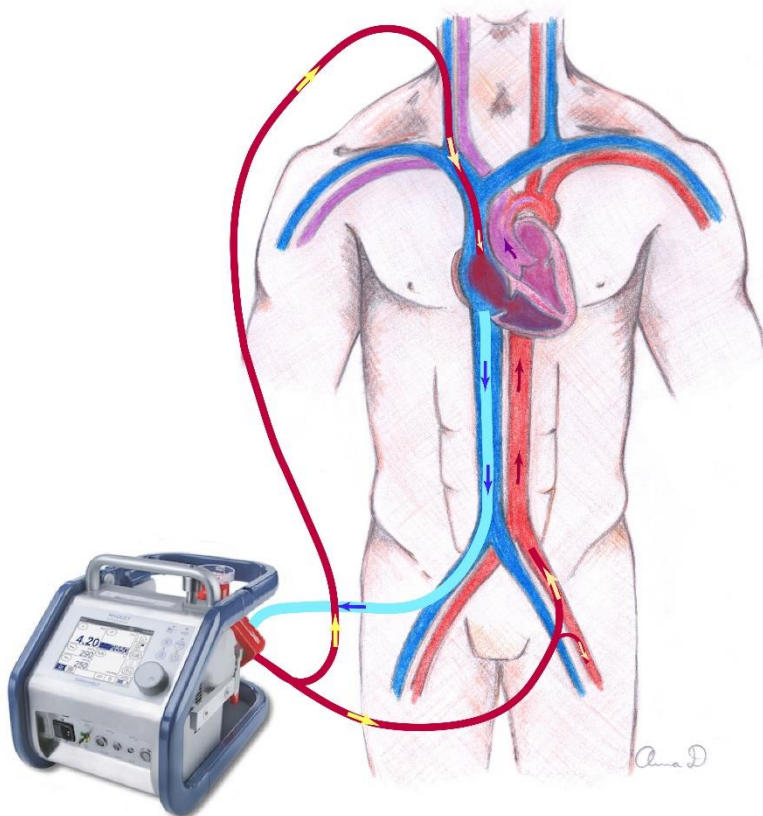
VAV-ECMO

Om patienten, förutom sin grava respiratoriska svikt, även har cirkulatorisk svikt kan en veno-arterio-venös ECMO (VAV-ECMO) vara bra. Ingången till VAV-ECMO är oftast en patient på VV-ECMO som har cirkulatorisk svikt eller en patient på VA-ECMO med grav respiratorisk svikt och Harlequin syndrom.

Blod dras via en venkanyl i v cava inferior och ges syresatt i två kanyler: Kanylen i v cava superior gör att kanyleringen fungerar som en tvåkanyls VV-ECMO (vilken syresätter blodet innan det kommer till de icke fungerande lungorna). Kanylen i a femoralis gör att kanyleringen fungerar som en perifert kanylerad VA-ECMO (som ger cirkulatoriskt stöd).

På detta sätt får patienten ett partiellt cirkulatoriskt stöd samtidigt som blodet som passerar lungorna syresätts.

Hur mycket som går i VV- respektive VA-delen kan styras med att försnäva ena skänkeln något. Hur mycket som går i vardera skänkeln mäts alltid med separat flödesmätare. Väl inställd bör patientens och ECMO:ns cirkulation och syresättning matcha varandra vid VAV-ECMO.



Allmänna riktlinjer

Utrustning

Artärnål: Hö a radialis

Benperfusionskanyl:

Viktigt för att undvika ischemi i artärkanylsbenet

ECMO

Flödesmätare: På en av artärslangarna för att kunna värdera VV- respektive VA-del.

Flöde: Ställs in så det tillsammans med hjärtat ger en korrekt tagen centralvenös mättnad över (60-)65%

FiO₂: Så saturationen i foten är >95%

pCO₂: pCO₂ styrs med svepgasflödet i ECMO:n i kombination med minutvolymen på respiratorn

Doknr. i Barium
Error! Unknown
document property
name.

Dokumentserie
Error! Unknown document property name.

Giltigt fr o m
Error!
Unknown
document
property
name.

Version
Error!
Unknown
document
property
name.

RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.

Godkänd av: Error! Unknown document property name.

Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

Hjärta, cirkulation

MAP: 65-75 mmHg



RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.

Godkänd av: Error! Unknown document property name.

Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

CVP: ≤ 10 , ska hållas relativt torra.

Centralvenös mättnad: $>60\%$. Trots lägre arteriell saturation hålls patientens syretillförsel och den centralvenösa mättnaden normal med bra Hb och hjärtminutvolym. Eftersom

blodet syresätts på vensidan, där vi normalt mäter centralvenös mättnad, kan mätvärdet bli falskt för högt. Kontrollera på röntgen var CVK-spetsen ligger och värdera efter det om tillblandning av syresatt blod är trolig

Hb: 100-120, eventuellt högre om problem att nå tillräcklig centralvenös mättnad

INVOS hjärna: Normalt stora svängningar, följ trend. Behövs inte på stabila patienter

INVOS ben: Ska visa normala värden

Respiration

Grunden är att man ska ha så lungprotektiv ventilation som möjligt, undvik därför kraftiga rekryteringar och PEEP som kan skada lungan. Lägesändringar inklusive bukläge är bra för att optimera lungorna.

PEEP: Håll lungan öppen men skada den inte

Luftvägstryck: Så låga som möjligt, ECMO:n sköter syresättning och CO₂ elimination.

Drivtryck maximalt 14 cm H₂O, topptryck ≤ 25 cmH₂O

FiO₂: Så lågt som möjligt $<50-60\%$

Tracheostomi: Tidigt för att kunna väcka patienten

Saturation

Ha alltid två pulsoxymetrar, en på en fot och en på höger hand vid denna kanylering.

SAO₂ från hjärt- och lung-försörjt område (övre kroppshalvan): $\geq 80-90\%$, mäts i hö a. radialis och pulsoxymeter på höger hand eller höger öra

SAO₂ från del av kropp försörjd av ECMO (nedre kroppshalvan): $\geq 95\%$, mäts med pulsoxymeter på foten

Sedering/Mobilisering/Balans

Sedering: Ska vara så vaken det går, väcks även för att utvärdera hjärnfunktionen.

Mobiliserar efter förmåga. Kontrollera så venkanyl inte suger fast

Balans: Ofta övervätskade. Backas. Ska hållas relativt torra

Problem

Vid VAV-ECMO behöver både den respiratoriska och den cirkulatoriska svikten tillgodoses. Man kan ändra flödesfördelningen genom att strypa en av artärslangarna med en slangklämma. Om man drar via en Avalonkateter kan totalflödet riskera bli lågt.

Låg artärsaturation i övre kroppshalvan

För låg saturation kan bero på att flödet i ECMO:ns VV-del är för låg i förhållande till hjärtats minutvolym, vilket gör att icke syresatt blod shuntas förbi den.

- Tillräckligt flöde i ECMO;ns VV-del?
- God oxygenatorfunktion i ECMO:n: pO₂ > 20 kPa ut från ECMO:n
- Optimala kateterlägen?
- Hb tillräckligt högt?
- Kan lungfunktionen förbättras?

RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.

Godkänd av: Error! Unknown document property name.

Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

Åtgärd:

Ändra fördelningen mellan VA-och VV-del

Förbättra övrigt ovanstående

Byt till större venkanyl i ljumske för att kunna öka ECMO-flödet

Låg saturation i nedre kroppshalvan

Öka FiO₂ i ECMO:n

Cirkulatorisk svikt

Dålig cirkulation beror på för lite flöde i ECMO:ns VA-del och/eller för liten egen cirkulation.

Diagnos: rätt tagen centralvenös mättnad, INVOS

Åtgärd:

- Öka flödet i ECMO:ns VA-del
- Öka hjärtats flöde med inotropi eller, om hypovolem, fyllnad
- Pulmonell vasodilatation: om högersvikt och sänkbar hög PVR
- Vid grav cirkulatorisk svikt och lindrigare respiratorisk kan man koppla om till VA-ECMO

Lågt MAP

Beror på för dålig cirkulation eller vasodilatation. Dålig cirkulation åtgärdas enligt ovan, vasodilatation kan behandlas med noradrenalin

Låg centralvenös mättnad

Orsakas av för dålig cirkulation och/eller för dålig syresättning.

- Ökat flöde i ECMO:n kan förbättra båda
- Cirkulationen optimeras med inotropi
- Syresättningen optimeras enligt ovan

ECMO hugger

Om ECMO hugger påverkas både saturationen och cirkulationen.

Lågt CVP: Fyll eller sänk varvtal något om marginal finns

Högt CVP(>8): Utred orsak med UCG. Kanylläge OK? Tamponad?

Låg INVOS

- Kontrollera så inte pCO₂ är för lågt, åtgärda detta i så fall
- Se även "låg centralvenös mättnad"

RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.

Godkänd av: Error! Unknown document property name.

Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

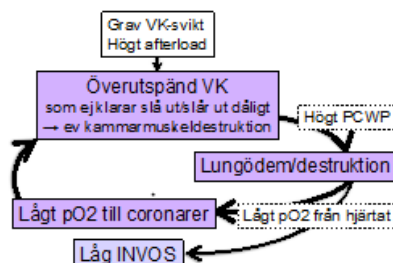
Cirkulatorisk svikt

Perifert kanylerad VA-ECMO

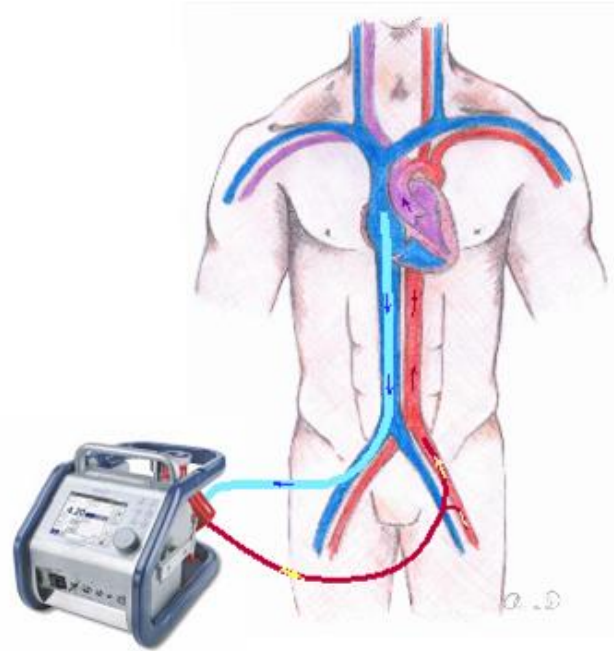
När man snabbt behöver starta VA-ECMO kanyleras oftast vena och arteria femoralis, eftersom de är stora kärl och ofta ganska lätta att hitta. För att snabba upp en eventuell kanylering ytterligare är det bra om patienter, som löper hög risk att behöva ECMO, förbereds med artärnål och tunn CVK i arteria respektive vena femoralis.

VA-ECMO ger en partiell cardiopulmonell bypass. Eftersom blodet dras från höger förmak och ges tillbaka i arteria femoralis får man ett flöde i retrograd riktning i aorta. Parallellt med detta fortsätter hjärtat slå och blodflödet genom hjärtat och ECMO-flödet möts i aorta. Detta gör att en stor del av kroppen får blod syresatt av ECMO:n, medan coronarkärl, höger arm och höger hjärnhalva får blod som syresatts av lungorna, även om hjärtat bara slår ut lite. Om hjärtat inte slår ut alls syresätts hela kroppen av ECMO:n.

För att rätt kunna ta hand om dessa patienter måste du först förstå den dubbla cirkulationen och vilken del av kroppen som hjärta/lungor respektive ECMO perfunderar, se under rubrik "vem perfunderar vad". Grundläggande i detta är naturligtvis också att syresättningen i båda delarna av kroppen måste hållas optimal. Vilket till exempel innebär att svepgasflödet i ECMO:n aldrig får stängas av eftersom större delen av kroppen då blir helt hypoxisk (till skillnad mot vid VV-ECMO där blodet passerar både ECMO:n och lungorna och svepgasen stängs av innan man weanar ECMO:n).



Dödens cirkel: risk om vänster kammare inte klarar slå ut med låga fyllnadstryck



Perifert kanylerad VA-ECMO med extra kanyl nedåt för att undvika ischemi i ben. Blodet från ECMO:n flödar i retrograd riktning i aorta tills det möter blodet som hjärtat pumpat

Det blod som höger kammare pumpar vidare samt blod från bland annat bronkialcirkulation och eventuell aortainsufficiens måste vänster kammare klara pumpa vidare till aorta.

Problemet är att patienterna oftast lagts i ECMO på grund av kardiogen chock orsakad av mycket grav vänsterkammersvikt. När ECMO:n startas återställs cirkulationen, men den trötta

vänsterkammaren (som inte ens klarade hålla

RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.

Godkänd av: Error! Unknown document property name.

Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

uppe ett lågt blodtryck) måste nu istället slå ut mot ett konstant högt afterload. Om den inte klarar det stasas blodet i lungkretsloppet, kraftigt förhöjda tryck byggs upp och orsakar lungödem, lungblödning och lungdestruktion. Vidare fylls vänster kammare successivt och kan bli överutspänd med kammarmuskeldestruktion som följd. Ytterligare ett problem är att stillastående blod i lungor, hjärta och aortarot löper mycket stor risk att organiseras till stora tromber, särskilt om inte antikoagulationen är tillräcklig.

Om hjärtat klarar slå ut men med kraftigt förhöjda fyllnadstryck (wedgetryck (PCWP)) kan lungorna fortfarande bli skadade. Blodet som kommer från hjärtat blir då dåligt syresatt och kan ge ischemi i de organ det perfunderar (coronarer, höger hjärnhalva). Om patientens vänsterkammare klarar slå ut utan förhöjda vänstersidiga fyllnadstryck undviks lungödem.

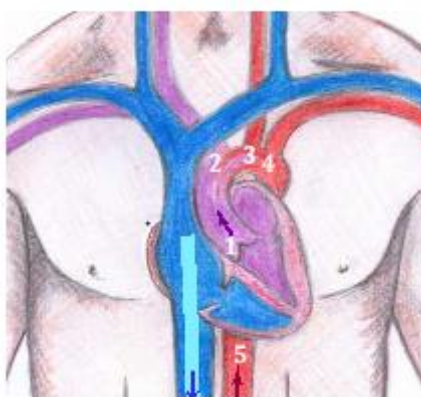
Om man har ett för högt ECMO-flöde kan det dock vara så att hjärtat inte hinner fylla sig så mycket i diastole att det kan pumpa ut någon större volym. Ofta kan därför ett något lägre ECMO-flöde vara att föredra, för att få ett större flöde genom lungor och hjärta.

Den dubbla cirkulationen

Hjärtats & lungornas perfusionsområde

När hjärtat bara slår ut minimalt perfunderas bara coronarerna i del av hjärtats cykel. Ju mer hjärtat slår ut desto mer av övre kroppshalvan perfunderas av hjärtat. Du måste ha koll på hur det är för din patient just nu för att kunna tyda provsvar rätt och göra rätt åtgärder

1. Coronarer
2. Höger hand och hjärnhalva
3. Vänster hjärnhalva
4. Vänster arm
5. Ryggmärg, magsäck mm



Vem perfunderar vad:

0: Hjärtat slår inte ut alls: ECMO:n perfunderar hela kroppen

1: Hjärtat slår ut pyttelite: Endast coronarerna perfunderas av blod som syresatts av lungorna.

Syresättning i höger hand kommer från ECMO:n och kan inte användas för att styra FiO_2 i respiratorn. Sänk inte denna för mycket, eftersom patientens hjärta då kan bli ischemiskt

2: Hjärtat slår ut bra \approx höger arm och hjärnhalva perfunderas av hjärta/lungor:

Lungornas syresättning mäts med pulsoxymeter samt artärnål i höger hand/hö arteria radialis

3-5: Hjärtat slår ut mycket bra: Större delen av överkroppen perfunderas och syresätts av hjärta/lungor. Samma syresättning i höger och vänster arm

OBS: Eftersom hjärtat ger ett pulsatilt och ECMO:n ett kontinuerligt flöde kan t.ex höger hand perfunderas av hjärtat i systole och ECMO:n i diastole. Blodgas tagen därifrån blir då en blandning av dessa cirkulationers syresättning.

Allmänna riktlinjer

Utrustning

Artärnål: Hö radialis

Swan-Ganz: Viktigt för att monitorera wedgetryck

Benperfusionskanyl: Viktigt för att undvika ischemi i artärkanylsbenet

RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.

Godkänd av: Error! Unknown document property name.

Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

ECMO

Flöde: Balansera så att ECMO-flödet är tillräckligt högt för att nå SvO₂ över 60-65% tillsammans med blodflödet från hjärtat, men inte så högt att inte hjärtat slår ut.

FiO₂: Så saturation i fot är ≥ 95%

pCO₂: pCO₂ styrs med svepgasflödet i ECMO:n i kombination med minutvolymen på respiratorn

Hjärta, cirkulation

Viktigt att hjärtat klarar att fortsätta slå ut, därför kan inotropi behövas. Lågt afterload och aortaballongpump kan också hjälpa vänster kammare. Pulsamplitud på ≥10 mmHg är önskvärt.

MAP: 60-65 mmHg

CVP: ≤10, ska hållas relativt torra.

Wedge: ≤20 OBS mät regelbundet. Om högre var uppmärksam på ev lungödem

SvO₂: >60-65%

Hb: 100-120, eventuellt högre om problem med cirkulationen

INVOS hjärna: Normalt stora svängningar, följ trend. Behövs inte på stabila patienter

INVOS ben: följ sidoskillnad och trend

Respiration

Lungorna måste syresätta blodet som går genom hjärta och lungor tillräckligt för att undvika ischemi i coronarer och hjärna. När hjärtat slår ut väldigt lite får bara coronarer blod från hjärtat; dess syresättning kan vi inte mäta. Undvik därför att sänka FiO₂ i respiratorn för mycket när patienten slår ut minimalt. Ta lungröntgen snart efter start av ECMO så att lungödemstrend kan följas.

Vaken inte intuberad patient: CPAP vid behov. Hosta är ofta ett tidigt tecken på lungödem

PEEP: (5)-10-15. Mål: öppen lunga, motverka ödem

Drivtryck: ≤ 14 cm H₂O, pCO₂ styrs tillsammans med svepgasflödet i ECMO:n

Topstryck: Så låga som möjligt < 25-28 cmH₂O

FiO₂: Tillräckligt för att syresätta coronarer och hjärna. Om lungödem och FiO₂ >60-80% behövs pga dödens cirkel, överväg omkanylering

Tracheostomi: Tidigt för att kunna väcka patienten

Saturation

SaO₂ från hjärt- och lung-försörjt område: ≥95%. Kan ofta mätas på höger hand, se "vem perfunderar vad" ovan

SaO₂ från del av kropp försörjd av ECMO: ≥95%, mäts med pulsoxymeter på tå

Sedering/Mobilisering/Balans

Sedering: Ska vara så vaken det går.

Mobiliseras efter förmåga: Kontrollera att kanylerna är väl suturerade före mobilisering

Balans: Ofta övervätskade. Backas. Ska hållas relativt torra

RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.
Godkänd av: Error! Unknown document property name.
Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

Problem

Pumpstopp: Se slutet av boken

Lågt flöde, lågt MAP

SvO₂ < 60% ± lågt MAP: Öka ECMO-flödet om det är lågt, se dock till att patienten om möjligt fortsätter att slå ut.

Om ECMO:n inte kan ge tillräckligt med flöde bör man utreda orsaken (UCG: kanylläge OK? tamponad?) och åtgärda denna. Ibland kan man behöva lägga en extra venkanyl för att öka flödet.

Lågt MAP + bra SvO₂: Noradrenalin

Venkanyl hugger intermittent

Lågt CVP: Fyll

Högt CVP: Utred orsak med UCG, kanylläge OK? Korrigera orsak

Vänster kammare slår inte ut: Hur hjälpa vänster kammare?

Hur du ser att vänster kammare slår ut:

- Pulsationer på artärkurva, om patienten inte har IABP
- Både systolisk och diastolisk pulsation på IABP-kurvan, IABP på 1:3 för att se säkrare
- Endtidalt CO₂ finns
- Blandvenös syrgasmättnad visar adekvat lågt värde (inte 95-100%)

Utredning för att bedöma risk för höga vänsterkammарtryck:

Wedge

UCG liberalt för att bedöma vänsterkammар-dimension, flöde, aortaklaffsöppning samt visualisera eventuella tromber

Lungröntgen och eventuellt lungultraljud för att se ödem

Förebyggande behandling:

Inotropi, kontrollera så wedge sjunker

Sänk afterload till MAP 60-65 mmHg

Aortaballongpump[18]

Mycket viktigt med tillräcklig antikoagulantianivå om blod står stilla/flödar långsamt

Om vänster förmak och kammare är utspända, det är ödem på lungröntgen och(/eller) patienten har högt wedge:

Lägg vänstersidig avlastning eller kanylera om till BIVAD. Mycket viktigt att kanylera om i tid, före allvarlig lungskada uppkommit eller stor tromb bildats

Ödem lungor

Sänk wedgetryck: Hjälp vänster kammare (se ovan) eller kanylera om

Optimera respirationen: Backa i balans. Håll PEEP och FiO₂ optimalt

Dålig saturation hjärna/INVOS

Acceptera normala svängningar.

Om orsakat av lungödem och överutspänt vänsterhjärta: Lägg vänstersidig avlastning

Om orsakat av för låg total hjärtminutvolym: Åtgärda detta

Om orsakat av stress och oro: Minska oro, undvik för lågt pCO₂.

RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.

Godkänd av: Error! Unknown document property name.

Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

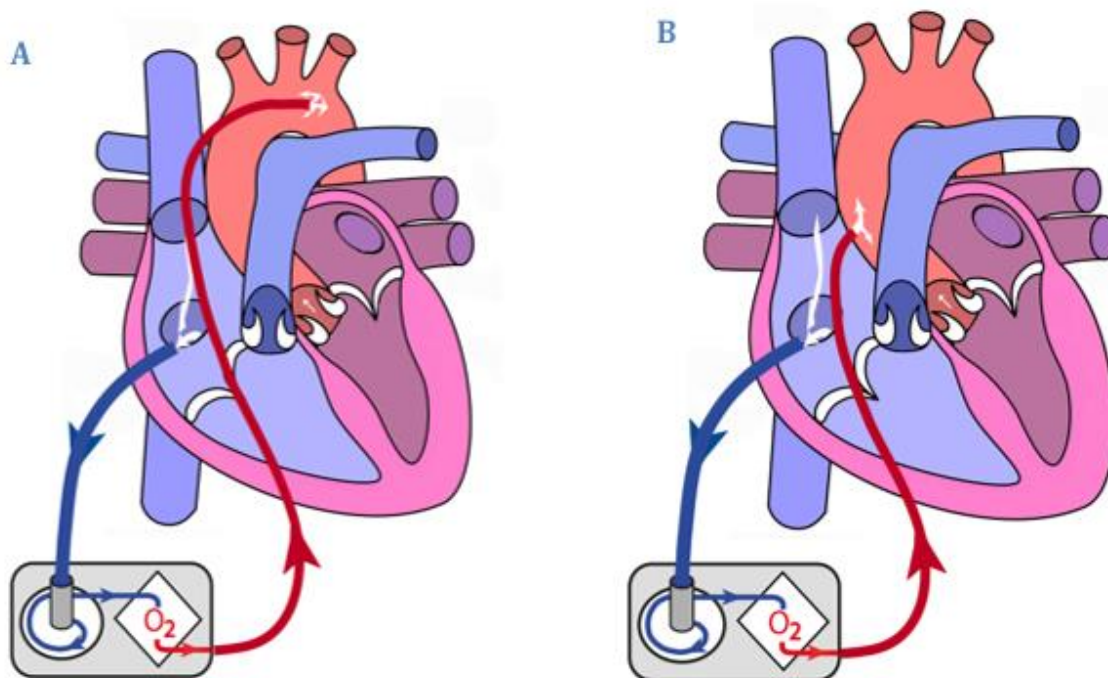
Centralt kanylerad VA-ECMO

Om patientens hjärta inte klarar ta över cirkulationen efter ECC kan centralt kanylerad VA-ECMO hålla patienten vid liv. Man kanylerar då höger förmak och aorta ascendens i operationssåret. Kanylerna kan antingen tunnelleras så att sternum kan slutas, eller läggas mellan sternumhalvorna med öppet sternum som följd.

Vid central kanylering används oftast en artärkanyl som läggs in med Seldingerteknik och ligger med spetsen i distalt i aortabågen, se bild A. Detta gör att blodet från ECMO:n företrädesvis går till vänster kroppshalva och aorta descendens. Blodet som hjärtat slår ut kommer, på samma sätt som vid perifert kanylerad VA-ECMO, att cirkulera coronarer, hö arm och hjärnhalva, till grad beroende på hur mycket hjärtat slår ut. Vid central kanylering får man således oftast en dubbel cirkulation på samma sätt som vid perifer. Läs om den dubbla cirkulationen under perifer kanylerad VA-ECMO för förståelse och riktlinjer.

Om artärkanylen istället ligger med spetsen strax ovan klaffplanet (bild B) blandas blodet från ECMO:n och hjärtat helt. Man får då en artärcirkulation. Samma risker för utspänd vänsterkammare och trombbildning i hjärtat finns vid central kanylering som vid perifer.

Allmänna riktlinjer



Utrustning

Artärnål: Höger a radialis om artärkanylens spets ligger i aortabågen

Swan-Ganz: Viktigt för att monitorera wedgetryck

ECMO

Flöde: Ställs in så det tillsammans med hjärtat ger SvO₂ över (60-)65%. Undvik för höga ECMO-flöden eftersom hjärtat då får svårare att slå ut.

pCO₂: pCO₂ styrs med svepgasflödet i ECMO:n i kombination med minutvolymen på respiratorn

RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.

Godkänd av: Error! Unknown document property name.

Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

Hjärta, cirkulation

Viktigt att hjärtat klarar att fortsätta slå ut, därför kan inotropi behövas. Lågt afterload och aortaballongpump kan också hjälpa vänster kammare. Pulsamplitud på ≥ 10 mmHg är önskvärt.

MAP: 60-65 mmHg

CVP: ≤ 10 , ska hållas relativt torra.

Wedge: < 20 OBS mät regelbundet. Om högre var uppmärksam på eventuellt lungödem

Hb: 100-120, eventuellt högre om problem med cirkulationen

SvO₂: $> 60-65\%$

INVOS hjärna: Följ trend. Behövs inte på helt stabila patienter

Respiration

PEEP: (5)-10-15. Mål: öppen lunga, motverka ödem

Drivtryck: ≤ 14 cm H₂O, pCO₂ styrs med svepgasflödet i ECMO:n

Topstryck: Så låga som möjligt $< 25-28$ cmH₂O

FiO₂: Så att blodet från lungorna syresätts tillräckligt

Saturation, om artärkanylens spets ligger i aortabågen

SaO₂ från hjärt- och lung-försörjt område: $\geq 95\%$, Kan ofta mätas på höger hand, se "vem perfunderar vad" på sidan 43.

SaO₂ från del av kropp försörjd av ECMO: $\geq 95\%$, mäts med pox på tå

Sedering/Mobilisering/Balans

Sedering/mobilisering: Om sternum är slutet kan patienten väckas och mobiliseras. Kontrollera suturering av kanyler noga före mobilisering.

Balans: Ofta övervätskade. Backas. Ska hållas relativt torra

Problem

ECMO:n kan inte ge tillräckligt flöde, hugger intermittent

Lågt CVP: Fyll

Högt CVP: Utred orsak med UCG: Tamponad?

Lågt flöde, lågt MAP

SvO₂ $< 60\% \pm$ lågt MAP: Öka ECMO-flödet om det är lågt, se dock till att patienten fortsätter att slå ut.

Om ECMO:n inte kan ge tillräckligt med flöde bör man utreda orsaken (UCG: kanylläge OK? tamponad?) och åtgärda denna

Lågt MAP + bra SvO₂: Noradrenalin

Vänster kammare slår inte ut: Hur hjälpa vänster kammare?

Hur du ser att vänster kammare slår ut:

- Pulsationer på artärkurva, om patienten inte har IABP
- Både systolisk och diastolisk pulsation på IABP-kurvan, sätt IABP på 1:3 för att se säkrare
- Endtidalt CO₂ finns
- Blandvenös syrgasmättnad visar adekvat lågt värde (inte 95-100%)

Doknr. i Barium
Error! Unknown
document property
name.

Dokumentserie
Error! Unknown document property name.

Giltigt fr o m
Error!
Unknown
document
property
name.

Version
Error!
Unknown
document
property
name.

RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.
Godkänd av: Error! Unknown document property name.
Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

Utredning för att bedöma risk för höga vänsterkammertryck:

Wedge

UCG liberalt för att bedöma vänsterkammer-dimension, flöde, aortaklaffsöppning samt visualisera eventuella tromber

Lungröntgen och eventuellt lungultraljud för att se ödem

Förebyggande behandling:

Inotropi, kontrollera så wedge sjunker

Sänk afterload till MAP 60-65 mmHg

Aortaballongpump[18]

Mycket viktigt med tillräcklig antikoagulantianivå om blod står stilla/flödar långsamt

Om vänster förmak och kammare är utspända, det är ödem på lungröntgen och(/eller) för högt wedge: Lagg vänstersidig avlastning

Ödem lungor

Sänk wedgetryck: Hjälp vänster kammare (se ovan) eller kanylera om

Optimera respirationen: Backa i balans. Håll PEEP optimalt

Dålig saturation hjärna/INVOS: Acceptera normala svängningar

RUTIN Error! Unknown document property name.

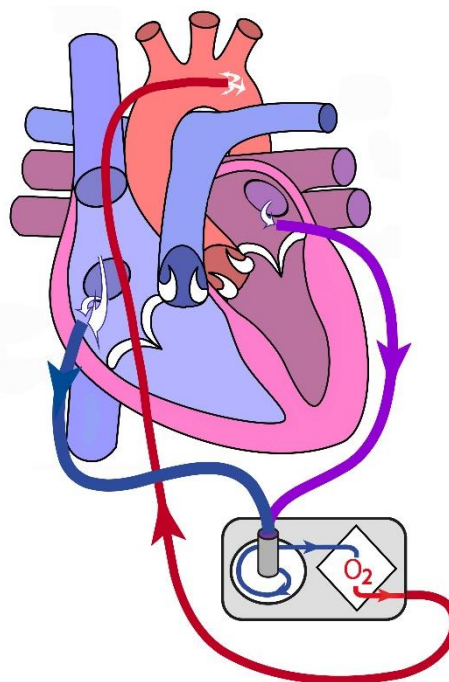
Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.
Godkänd av: Error! Unknown document property name.
Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

Centralt kanylerad VA-ECMO med vänster förmaksvent

Patienter som behandlas med VA-ECMO har ofta en allvarligare vänster- än högerkammarsvikt. Höger kammare känner CVP som sin preload och pumpar vidare så mycket blod den kan vid det aktuella värdet. (Höger kammare vet ju inte om att det finns en venkanyl som också drar blod i förmaket.) Blodet som höger kammare pumpar måste också vänster kammare klara pumpa vidare annars byggs höga tryck upp i lungorna som ger lungödem och lungdestruktion. För att hindra lungskada eller stoppa pågående lungskada kan man kanylera om patienten till en central ECMO som drar blod från både höger och vänster förmak. På så sätt undviker man stas av blod i lungorna, man får låga fyllnadstryck på vänster sida (långt wedge) och lungödemet resorberas.

Det finns två risker som man ska ha i åtanke vid denna kanylering. Om man lägger vänster förmaksvent på patient med för grav högerkammarsvikt kommer höger kammare att pumpa minimalt med blod. Vänster förmakskanyl riskerar då suga fast helt, vilket stoppar flödet i just den kanylen men inte i ECMO:n som helhet, eftersom den får blod även från höger förmak. Det stillastående blodet kan trombotiseras och när vänster förmakskanyl sen släpper åker tromberna till ECMO:n och stoppar denna. Det ska därför alltid sitta en flödesmätare på vänster förmakskanyl. Vid denna kanylering riskerar man också trombutveckling i vänster kammare. Eftersom blodet sugas från vänster förmak kommer endast lite blod till vänster kammare. Blodet som är där riskerar bli stillastående och trombotiseras. Behandlingen blir alltså en balansgång, där man vill avlasta lungor och vänster kammare men helst även få vänster kammare att slå ut.

Artärkanylen kan antingen ligga i aorta ascendens eller distalt i aortabågen. I det senare fallet kan man få en dubbel cirkulation, om patienten slår ut så mycket. Se under "Centralt kanylerad ECMO".



Allmänna riktlinjer

Utrustning

Artärnål: Alla lokaler OK

Swan-Ganz: Viktigt för att monitorera wedgetryck

ECMO

Flöde: Ställs in så det ger SvO₂ över (60-)-65%

FiO₂: Så saturationen ≥95%

pCO₂: pCO₂ styrs med svepgasflödet i ECMO:n

Hjärta, cirkulation

Doknr. i Barium
Error! Unknown
document property
name.

Dokumentserie
Error! Unknown document property name.

Giltigt fr o m
Error!
Unknown
document
property
name.

Version
Error!
Unknown
document
property
name.

RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.

Godkänd av: Error! Unknown document property name.

Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

Bra om hjärtat kan fortsätta slå ut. Inotropi, lågt afterload och aortaballongpump kan hjälpa vänster kammare.



RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.

Godkänd av: Error! Unknown document property name.

Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

MAP: 60-65 mmHg

CVP: ≤ 10 , ska hållas relativt torra

Wedge: < 15 , Ska vara lågt om vänster förmakskanyl ligger rätt. Kontrollera regelbundet

Hb: 100-120, eventuellt högre om problem med cirkulationen

SvO₂: $> 60-65\%$

INVOS hjärna: Normalt stora svängningar, följ trend. Behövs inte på helt stabila patienter

Respiration

Lungprotektiv ventilation.

PEEP: 5-15. Mål: öppen lunga, regress av ödem

Drivtryck: ≤ 14 cm H₂O, pCO₂ styrs med svepgasflödet i ECMO:n

Topstryck: Så låga som möjligt $< 25-28$ cmH₂O

FiO₂: $\leq 40\%$. Styr syresättningen med ECMO:n

Saturation $\geq 95\%$

Sedering/Mobilisering/Balans

Sedering/mobilisering: Om sternum är slutet kan patienten väckas och mobiliseras.

Kontrollera suturering av kanyler noga före mobilisering.

Balans: Ofta övervätskade. Backas. Ska hållas relativt torra

Problem

Lågt flöde i vänster förmakskanyl, stoppar/hugger intermittent

Högt wedgetryck: Gör UCG

Om tamponad: Åtgärda

Om dåligt dränage från/dåligt läge på vänster förmakskanyl: Åtgärda

Lågt wedgetryck: Pumpar höger för dåligt? Ev UCG för att visualisera

Om samtidigt lågt CVP:

Fyll så kanske höger kammare kan pumpa mer

Om samtidigt högt CVP: UCG för att utesluta tamponad. Kanylläge höger förmak OK?

Sannolikt grav högerkammarsvikt

Åtgärd: Inotropi och pulmonell vasodilatation kan hjälpa HK

Överväg att ta bort vänster förmaksvent eller kanylera om till BIVAD

ECMO:n kan inte ge tillräckligt flöde, hugger intermittent

Lågt CVP: Fyll

Högt CVP: Utred orsak med UCG: Tamponad?

Lågt flöde, lågt MAP

SvO₂ $< 60\%$ \pm lågt MAP:

Öka flödet i ECMO:n

Inotropi, om man vill att vänster kammare ska slå ut mer

Lågt MAP + bra SvO₂: Noradrenalin

Slår inte ut

Risk vid denna kanylering, när man drar blod från vänster förmak, vilket gör att man ibland får acceptera att så är fallet. Håll dem väl antikoagulerade i så fall.

Utredning: UCG liberalt för att utesluta vänsterkammartromb, bedöma kammar-dimension, flöde, aortaklaffsöppning och utesluta tamponad

Doknr. i Barium
Error! Unknown
document property
name.

Dokumentserie
Error! Unknown document property name.

Giltigt fr o m
Error!
Unknown
document
property
name.

Version
Error!
Unknown
document
property
name.

RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.

Godkänd av: Error! Unknown document property name.

Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

Behandling:

Inotropi

Sänk afterload till MAP 60-65 mmHg

Aortaballongpump

Mycket viktigt med antikoagulantia om blod står stilla/flödar långsamt

Kanylerna eventuellt om så vänster kammare blir avlastad

Dålig saturation hjärna/INVOS

Acceptera normala svängningar.

Om orsakat av för lågt blodflöde eller låg saturation: Åtgärda detta

Om orsakat av stress och oro: undvik för lågt pCO₂.

RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.

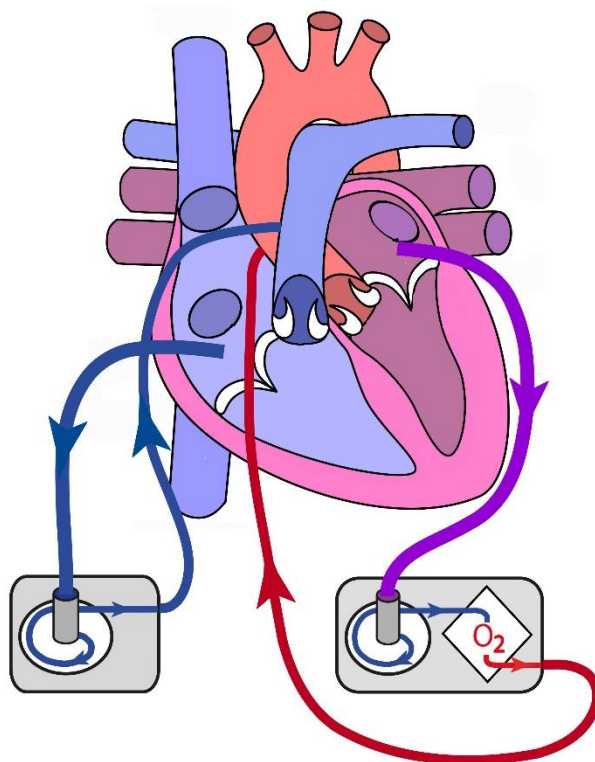
Godkänd av: Error! Unknown document property name.

Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

BIVAD med vänster förmakskanyl

När både höger och vänster kammare sviktar kan man hjälpa höger kammare med en RVAD och vänster kammare med en LVAD; tillsammans kallas detta BIVAD. Man drar blod i höger förmak, ger tillbaka i truncus pulmonalis, drar blod igen i vänster förmak (eller kammare, kommer i nästa kapitel) och ger tillbaka i aorta ascendens eller i aortabågen. Man får på så sätt fullt blodflöde genom lungorna och oxygenator behövs endast om lungfunktionen är dålig. Nackdelen med kanyleringen är att man riskerar få stillastående blod i vänster kammare med trombbildningsrisk.

Med separat RVAD och LVAD är det mycket viktigt att balansen mellan höger- och vänsterassisten är rätt inställd. Blodvolymen i lungorna har beräknats till 900 ml medan blodvolymen i perifera vensystemet är 2,5 liter, alltså har kroppens perifera vensystemet en stor reservoirlfunktion till skillnad från lungornas kärlsystem. Om man ställer in patientens RVAD så den ger för högt flöde i förhållande till patientens LVAD kommer den senare inte klara pumpa vidare allt blod. Man kommer då få stasat blod på hjärtats vänstersida med högt wedgetryck och risk för lungödem som följd. En för högt ställd LVAD kommer sannolikt hugga och suga fast men inte ge nämnvärt ökat CVP.



Allmänna riktlinjer

Utrustning

Artärnål: Alla lokaler OK

Swan-Ganz: För att monitorera wedgetryck

Oxygenator

Om lungorna är bra behövs ingen oxygenator, eftersom allt blod går genom dem. Ofta behövs det dock initialt pga dålig lungfunktion.

FiO₂: Så saturation $\geq 95\%$

pCO₂: pCO₂ styrs med svepgasflödet i ECMO:n och av minutvolymen på respiratorn

När kan den tas bort? Prova dagligen om lungorna kan ta över respirationen. Om saturationen är bra när luftflödet i oxygenatorn är avstängt, kan man ha luftflödet avstängt över natten och ta bort oxygenatorn nästa dag. Mycket viktigt att inte ha kvar en oxygenator som inte behövs i kretsen eftersom den är trombogen.

ECMO

Doknr. i Barium
Error! Unknown
document property
name.

Dokumentserie
Error! Unknown document property name.

Giltigt fr o m
Error!
Unknown
document
property
name.

Version
Error!
Unknown
document
property
name.

RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.

Godkänd av: Error! Unknown document property name.

Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

Viktigt med balansen mellan RVAD och LVAD. Hö-output varierar ofta med fyllnaden på höger sida. Ändrad fyllnad kan därför ändra balansen.

Flöde: Ställs in så det ger SvO₂ över (60-)65 %.



RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.
Godkänd av: Error! Unknown document property name.
Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

Ställa in balans RVAD och LVAD:

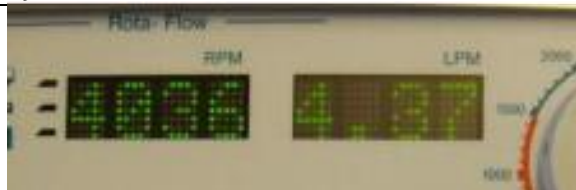
1. Kontrollera först att inte LVAD eller RVAD har tendens att suga fast; i så fall varierar flödet (LPM) från Rotaflow avsevärt (>0,5-1 LPM). Om fastsugningstendens, åtgärda enligt särskild rubrik.

2. Mät sedan wedge med målet är att det ska vara något högre än CVP, justera enligt nedan.

Om för högt wedge och hög SvO₂ (>70%): Minska RVAD-flödet försiktigt tills du når lagom nivå på wedgetryck

Om för högt wedge och låg SvO₂ (<65%): Öka LVAD-flödet försiktigt tills du når lagom nivå på wedgetryck

Lågt wedge: Sänk LVAD eller höj RVAD, styrt av SvO₂



Hjärta, cirkulation

Bra om hjärtat kan fortsätta slå ut. Inotropi, lågt afterload och aortaballongpump kan hjälpa vänster kammare.

MAP: 60-65 mmHg

CVP: ≤10, ska hållas relativt torra.

Wedge: ≤15, Ska vara lågt om balansen mellan höger och vänster assisten är väl inställd. Kontrollera regelbundet

Hb: 100-120, eventuellt högre om problem med cirkulationen

SvO₂: >(60-)65%

INVOS hjärna: Normalt stora svängningar, följ trend. Behövs inte på helt stabila patienter.

Respiration med oxygenator i kretsen

Lungprotektiv ventilation.

PEEP: 5-15. Mål: öppen lunga, regress av ödem

Drivtryck: ≤ 14 cm H₂O

Topstryck: Så låga som möjligt <25-28 cmH₂O

FiO₂: ≤40%. Styr syresättningen med ECMO

Tracheostomi: Tidigt för att kunna väcka patienten

Respiration utan oxygenator i kretsen

Lungorna styr respirationen helt. Respiratorinställningar i enlighet med gällande intensivvårdsrekommendationer.

Tracheostomi: Tidigt för att kunna väcka patienten

Saturation ≥95%

Sedering/Mobilisering/Balans

Sedering/mobilisering: Om sternum är sluten kan patienten väckas och mobiliseras. Kontrollera suturering noga före mobilisering

Balans: Ofta övervåtskade. Backas. Ska hållas relativt torra

RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.
Godkänd av: Error! Unknown document property name.
Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

Problem

Lungödem

Om CVP blivit högre eller om höger kammare blivit piggare kan det leda till att höger kammare pumpar mer än tidigare. LVAD+vänster kammare kan då få problem att pumpa undan blodet med högt wedge och lungödem som följd.

Utredning/åtgärd: Mät wedge och justera höger/vänster -balans

Hugger i venkanyler

Måste ta reda på vilken kanyl det hugger i eftersom det är olika behandling om det är höger eller vänster venkanyl som stoppar till intermittent. Intermittent fastsugning syns genom att blodflödet på Rotaflow varierar kontinuerligt > 0,5-1 LPM. Om varvtalet är ställt för högt och venkanylen suger fast intermittent kan det ge ett dåligt totalflöde och höga fyllnadstryck (CVP, wedge) som följd. Åtgärden är då att sänka varvtalet (för att minska fastsugning och förbättra flödet) istället för att höja det samma.

Dåligt flöde i både RVAD och LVAD, båda hugger:

Högt CVP och wedgetryck: Gör UCG. Tamponad?

Lågt CVP och wedgetryck: Fyll

Hugger i RVAD:s venkanyl, dåligt flöde RVAD

Lågt CVP: Fyll

Högt CVP: Kanylläge OK, tamponad?

Hugger i LVAD:s venkanyl, dåligt flöde LVAD

Lågt wedgetryck: Öka flödet på RVAD, se så wedge stiger

Om man specifikt vill öka höger kammars output istället för RVAD:ens och CVP är lågt kan man fylla

Högt wedgetryck: UCG: Kanylläge OK, tamponad?

Lågt flöde, lågt MAP

SvO₂ < 60% ± lågt MAP: Öka försiktigt båda pumparna parallellt om bra balans mellan höger och vänster. Justera efter wedgetryck

Lågt MAP + bra SvO₂: Noradrenalin

Slår ej ut

Risk vid denna kanylering, när man drar blod från vänster förmak, vilket gör att man ibland får acceptera att så är fallet. Håll dem väl antikoagulerade i så fall.

Utredning: UCG liberalt för att utesluta vänsterkammartromb, bedöma kammar-dimension, flöde, aortaklaffsöppning och utesluta tamponad

Behandling:

- Inotropi
- Sänk afterload till MAP 60-65 mmHg
- Aortaballongpump
- Mycket viktigt med antikoagulantia om blod står stilla/flödar långsamt
- Kanylera om vid behov

Dålig saturation hjärna/INVOS

Acceptera normala svängningar

Om orsakat av för lågt blodflöde eller låg saturation: Åtgärda detta

Om orsakat av stress och oro: Undvik för lågt pCO₂.

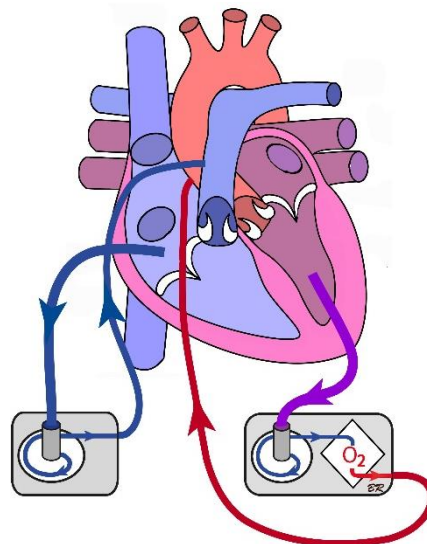
RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.
Godkänd av: Error! Unknown document property name.
Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

BIVAD med vänster kammarkanyl

Vid denna kanylering ersätts höger kammares funktion med en RVAD och vänster kammares funktion med en LVAD. Allt blod flödar genom lungorna vilket innebär att oxygentor bara behövs om lungfunktionen är dålig. Genom att patientens LVAD drar blodet från vänster kammares apex har man inget blod som står stilla och riskerar att trombotiseras akut. Vänster kammare är avlastad och behöver inget inotropiskt stöd.

Ofta har dessa patienter Excorkanyler som är insydda i bra lägen och dränerar väl. Efter att patienten har stabiliserat sig allmänt byter man från korttidsassist till Excorklockor.



Allmänna riktlinjer

Utrustning

Artärnål: Alla lokaler OK

Swan-Ganz: Viktigt för att monitorera wedgetryck

Oxygenator

Allt blod går genom lungorna, så om de är tillräckligt bra behövs ingen oxygenator. Ofta är dock lungfunktionen så dålig att oxygenator behövs initialt. Kan sitta efter RVAD eller LVAD.

FiO₂: Så saturation $\geq 95\%$

pCO₂: pCO₂ styrs med svepgasflödet i ECMO:n och av minutvolymen på respiratorn

När kan oxygenatorn tas bort? Prova dagligen om lungorna kan ta över respirationen.

Om saturationen är bra när luftflödet i oxygenatorn är avstängt, kan man ha luftflödet avstängt över natten och ta bort oxygenatorn nästa dag. Mycket viktigt att inte ha kvar oxygenator som inte behövs i kretsen eftersom den är trombogen.

ECMO

Viktigt med balansen mellan RVAD och LVAD.

Höger sidas cardiac output (RVAD-flöde + HK cardiac output) varierar ofta mer vid ändrad fyllnad än vänster (HK slår ut mycket när patienten har högt CVP och lite vid lågt CVP). Detta gör att balansen höger/vänster ofta påverkas om patienten fylls eller dras på vätska. Därför kan balansen behöva ställas in regelbundet.

Flöde: Ställs in så det ger SvO₂ över (60-)-65 %.

Ställa in balans RVAD och LVAD:

1. Kontrollera först att inte LVAD eller RVAD har tendens att suga fast; i så fall varierar flödet (LPM) från Rotaflow avsevärt (>0,5-1 LPM). Om fastsugningstendens, åtgärda enligt särskild rubrik.

2. Mät sedan wedge med målet är att det ska vara något högre än CVP, justera enligt nedan.



Doknr. i Barium
Error! Unknown
document property
name.

Dokumentserie
Error! Unknown document property name.

Giltigt fr o m
Error!
Unknown
document
property
name.

Version
Error!
Unknown
document
property
name.

RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.

Godkänd av: Error! Unknown document property name.

Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

Om för högt wedge och hög SvO₂ (>70%): Minska RVAD-flödet försiktigt tills du når lagom nivå på wedgetryck



RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.
Godkänd av: Error! Unknown document property name.
Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

Om för högt wedge och låg SvO₂ (<65%): Öka LVAD-flödet försiktigt tills du når lagom nivå på wedgetryck

Lågt wedge: Sänk LVAD eller höj RVAD, styrt av SvO₂

Hjärta, cirkulation

Hjärtat behöver inte slå ut mer än något enstaka slag någon gång för att rensa blod vid aortaklaffen.

MAP: ≥70 mmHg

CVP: ≤10, ska hållas relativt torra.

Wedge: ≤15, Ska vara lågt om balansen mellan höger och vänster assisten är väl inställd.

Kontrollera regelbundet

Hb: 100-120, eventuellt högre om problem med cirkulationen

SvO₂: >(60-)65%

INVOS hjärna: Normalt stora svängningar, följ trend. Behövs inte på helt stabila patienter.

Respiration med oxygenator i kretsen

Lungprotektiv ventilation.

PEEP: 5-15. Mål: öppen lunga, regress av ödem

Drivtryck: ≤ 14 cm H₂O, pCO₂ styrs av svepgasflödet i ECMO:n

Topstryck: Så låga som möjligt <25-28 cmH₂O

FiO₂: ≤40%. Styr syresättningen med ECMO:n

Tracheostomi: Tidigt för att kunna väcka patienten

Respiration utan oxygenator i kretsen

Lungorna styr respirationen helt. Respiratorinställningar i enlighet med gällande intensivvårdsrekommendationer

Tracheostomi: Tidigt för att kunna väcka patienten

Saturation ≥95%

Sedering/Mobilisering/Balans

Sedering/mobilisering: Patienten ska väckas och mobiliseras. Excorkanyler sitter väl fastsydda och ska inte hugga vid mobilisering

Balans: Ofta övervårskade. Backas. Ska hållas relativt torra

Problem

Lungödem

Om CVP blivit högre eller om höger kammare blivit piggare kan det leda till att höger kammare pumpar mer än tidigare. LVAD+vänster kammare kan då få problem att pumpa undan blodet med högt wedge och lungödem som följd.

Utredning/åtgärd: Mät wedge och justera höger/vänster -balans

Hugger i venkanyler

Måste ta reda på vilken kanyl det hugger i eftersom det är olika behandling om det är höger eller vänster venkanyl som stoppar till intermittent. Intermittent fastsugning syns genom att blodflödet på Rotaflow varierar kontinuerligt > 0,5-1 LPM. Om varvtalet är ställt för högt och venkanylen suger fast intermittent kan det ge ett dåligt totalflöde och höga fyllnadstryck (CVP, wedge) som följd. Åtgärden är då att sänka varvtalet (för att minska fastsugning och förbättra flödet) istället för att höja det samma.

RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.

Godkänd av: Error! Unknown document property name.

Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

Dåligt flöde i både RVAD och LVAD, båda hugger:

Högt CVP och wedgetryck: Gör UCG. Tamponad?

Lågt CVP och wedgetryck: Fyll

Hugger i RVAD:s venkanyl, dåligt flöde RVAD

Lågt CVP: Fyll

Högt CVP: Kanylläge OK, tamponad?

Hugger i LVAD:s venkanyl, dåligt flöde LVAD

Lågt wedgetryck: Öka flödet på RVAD, se så wedge stiger

Om man specifikt vill öka höger kammars output istället för RVAD:ens och CVP är lågt kan man fylla

Högt wedgetryck: UCG: Kanylläge OK, tamponad?

Lågt flöde, lågt MAP

SvO₂ < 60% ± lågt MAP: Öka försiktigt båda pumparna parallellt om bra balans mellan höger och vänster. Justera efter wedgetryck

Lågt MAP + bra SvO₂: Noradrenalin

Dålig saturation hjärna/INVOS

Acceptera normala svängningar.

Om orsakat av för lågt blodflöde eller låg saturation: Åtgärda detta

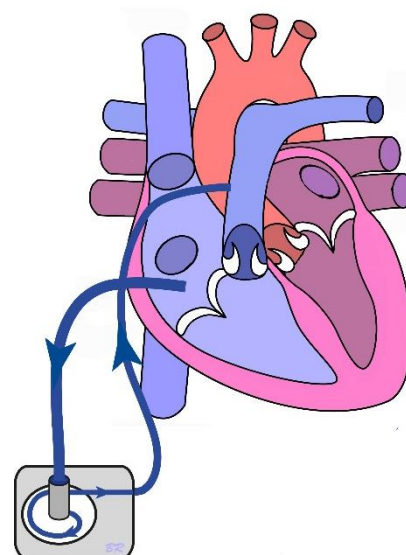
Om orsakat av stress och oro: Undvik

RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.
Godkänd av: Error! Unknown document property name.
Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

Temporär RVAD

RVAD ersätter höger kammars funktion och kan läggas om man fått en selektiv grav högersvikt efter hjärttransplantation eller annan hjärtoperation. Den tar blod från höger förmak och ger i truncus pulmonalis. På samma sätt som vid all annan korttidsassist ska man sträva efter ett lågt CVP och man måste vara uppmärksam på om vänster kammare orkar pumpa undan blodet som RVAD:en ger. Vid grav pulmonell hypertension får man även vara uppmärksam på PA-trycken, då dessa patienter kan få besvärande lungblödningar av högt tryck i lungkretsloppet. Man kan lägga till en oxygenator om lungfunktionen är dålig.



Allmänna riktlinjer

Utrustning

Artärnål: Alla lokaler OK

Swan-Ganz: Viktigt för att monitorera wedgetryck

ECMO

För högt inställt flöde kan ge lungödem

Flöde: Ställs in så wedge blir något högre än CVP. Ökat flöde i RVAD ger högre wedge.

(Oxygenator)

Behövs endast om lungorna samtidigt är dåliga.

FiO₂: Så saturation $\geq 95\%$

pCO₂: pCO₂ styrs med svepgasflödet i ECMO:n och av minutvolymen på respiratorn

När kan den tas bort? Prova dagligen om lungorna kan ta över respirationen. Om saturationen är bra när luftflödet i oxygenatorn är avstängt, kan man ha luftflödet avstängt över natten och ta bort oxygenatorn nästa dag. Mycket viktigt att inte ha kvar en oxygenator som inte behövs i kretsen eftersom den är trombogen.

Hjärta, cirkulation

VK pumpar själv, inotropi vid behov.

MAP: 65-75 mmHg

CVP: ≤ 10 , ska hållas relativt torra.

Wedge: Något högre än CVP

Hb: 100-120, eventuellt högre om problem med cirkulationen

SvO₂: $> (60-65)\%$

INVOS hjärna: Normalt stora svängningar, följ trend. Behövs inte på helt stabila patienter.

Respiration utan oxygenator i kretsen

Lungorna styr respirationen helt. Respiratorinställningar i enlighet med gällande intensivvårdsrekommendationer.

Tracheostomi: Tidigt för att kunna väcka patienten

RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.

Godkänd av: Error! Unknown document property name.

Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

Respiration med oxygenator i kretsen

Lungprotektiv ventilation: PEEP så att lungan hålls öppen (5-15 cmH₂O), drivtryck ≤ 14 cm H₂O och topptryck < 30 cmH₂O. Syresättning styrs av ECMO:n och FiO₂ i respirator bör därför kunna hållas låg (≤40%).

Tracheostomi: Tidigt för att kunna väcka patienten

Saturation ≥95%

Sedering/Mobilisering/Balans

Sedering/mobilisering: Om sternum är sluten kan patienten väckas och mobiliseras.

Kontrollera suturering noga före mobilisering

Balans: Ofta övervätskade. Backas. Ska hållas relativt torra

Problem

Vänsterkammarsvikt

Detta ger högt wedge och låg SvO₂ och behandlas som sedvanlig vänsterkammarsvikt med inotropi och IABP. Kan behöva byta till BIVAD om inte förut nämnda räcker.

Lungblödning

Kan vara problem vid mycket hög PVR som ger höga PA-tryck. VA-ECMO minskar flödet genom lungorna.

Temporär LVAD

LVAD ersätter vänster kammarens funktion. En temporär LVAD kan läggas på flera olika sätt, blodet kan dras från vänster förmak eller från vänster kammare och ges tillbaka i aortaroten eller i a femoralis. Vid dålig syresättning kan en oxygenator kopplas.

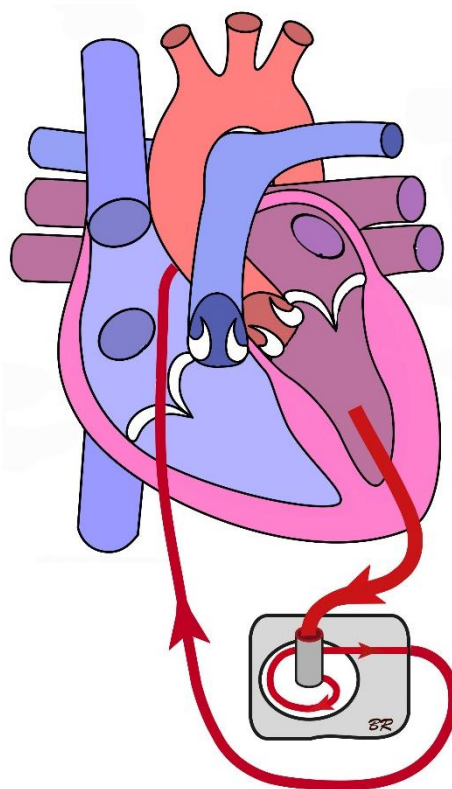
Vid vänsterassist är oftast högerkammarens funktion den begränsande faktorn för adekvat cirkulation. Högerkammaren har varit van att arbeta med en stor utspänd vänsterkammare bredvid sig. När vänster kammare avlastas kan därför höger kammare få en annan form som försämrar dess pumpförmåga. Generella riktlinjer säger att septum fortsatt ska buka svagt in i höger kammare eller vara helt rak. Vänster kammare ska inte avlastas så mycket att septum buktar in mot den. Utspänd högerkammare, högt CVP och trikuspidalisinsufficiens talar för högersvikt.

Allmänna riktlinjer

Utrustning

Artärnål: Alla lokaler OK

Swan-Ganz: Viktigt för att mäta cardiac output samt wedgetryck.



RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.
Godkänd av: Error! Unknown document property name.
Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

LVAD

Flöde: så $SvO_2 > (60-) 65\%$

Hjärta, cirkulation

Om höger kammare är marginell cirkulatoriskt får inte vänster bli för tom eftersom det kan försämra höger kammares funktion, se ovan.

MAP: ≥ 70 mmHg

CVP: < 15 mmHg

Wedge: Några mmHg högre än CVP är optimalt

Respiration

Eventuell oxygenator kan weanas om lungor är tillräckligt bra

Sedering/Mobilisering/Balans

Sedering/mobilisering: Patienten kan väckas och mobiliseras i varierande grad beroende på kanylläge. Kontrollera suturering noga före mobilisering.

Balans: Får inte bli övervätskade.

Problem

Högerkammersvikt

Ska förebyggas, hellre än behandlas när den väl uppkommit

Vid högerkammersvikt och vid för högt flöde i vänsterassisten devierar septum åt vänster, detta ändrar höger kammares geometri och förvärrar svikten ytterligare.

Tecken till högerkammersvikt

Lågt cardiac index, låg SvO_2 och högt CVP

LVAD suger fast (lågt wedge) trots att CVP inte är lågt

Utredning

CVP/wedge, UCG,

Åtgärd

Inotropi

Lungkärldilatation: Flolan, Revatio (silfenadil)

Lägg till RVAD

RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.
Godkänd av: Error! Unknown document property name.
Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

HeartMate 3

På isolerad vänsterkammarsvikt läggs denna assist som bridge till transplantation eller som destinationsterapi. En centrifugalpump driver blodet framåt. Rotorn i pumpen är helt magnetiskt leviterad, vilket betyder att den hålls på plats av magneter och svävar helt fritt i pumphuset. Detta ska ge ett minimalt blodtrauma.

Pumpen ger en puls varannan sekund genom att först kort varva ned och sedan varva upp. På så sätt sköljs pumpen igenom vilket ska minska risken för tromber.

En av de stora riskerna vid inläggning av LVAD är högerkammarsvikt. Höger kammare blir hjälpt av att dess afterload sjunker sekundärt till sänkta fyllnadstryck på vänster sida. Dock kan ändrad högerkammarsform (sekundärt till tom VK), påverkan av ECC och ökade flödeskrav orsaka en högerkammarsvikt efter inläggning av LVAD. Grundläggande är att man aldrig får tillåta att pumpen suger vänster kammare för tom. Om artärkurvan är pulsatil även mellan pumpens pulsar så vet man att varvtalet inte är för högt ställt.



På operation

TEE

Guidelines från American Society of Echocardiography [19] översatta och bearbetade av Björn Reinsfelt. Förkortningar enligt referens 19.

Preimplantation LVAD

Syfte: Bekräfta tidigare ekokardiografiska fynd och upptäcka oväntade fynd. Fynd vid "OBS" ändrar oftast den kirurgiska handläggningen.

Vänster kammare:

- Dimension (LVIDd < 63 mm → ökad risk)
- Tromb

Vänster förmak:

- Förmaksöra tromb

Höger kammare:

- Dimension (RVIDd; RVIDd/LVIDd ratio > 0,75 → ökad risk för högersvikt)
- Systolisk funktion, TAPSE, RVOT VTI
- Katetrar/elektroder

Höger förmak:

- Tromb
- Katetrar/elektroder

Förmaksseptum:

- Detaljerat 2D, färg-Doppler, iv. NaCl kontrast
- OBS: PFO/ASD

RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.

Godkänd av: Error! Unknown document property name.

Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

Aortaklaff: Håll MAP >70 mmHg för att bedöma AI

- OBS: > mild AI, mekanisk klaffprotes

Mitralklaff:

- OBS: ≥ moderat mitralstenos, mekanisk klaffprotes

Pulmonalisklaff:

- OBS > mild pulmonalisstenos, ≥ pulmonalisinsufficiens

Tricuspidalklaff:

- Tricuspidalisinsufficiens (TI)
- OBS: ≥ moderat TI, mild TS

Pericardium:

- Vätska

Aorta:

- Så fullständig undersökning som möjlig

Post LVAD-implantation

Syfte: Monitorera intracardiell luft, utesluta shunt, beskriva LVAD funktion och nativ hjärtfunktion.

Fynd vid "OBS" bör leda till åtgärd.

Vänster kammare:

- Dimension (vy: TG-SAX, M-Mode)
- OBS: Liten VK (för högt pumpflöde eller HK svikt), septumdeviation →vänster
- OBS: Förstorad VK (pump-obstruktion eller för lågt pumpflöde)

Inflödeskanyl:

- Position, riktning OK?
- Flöde: hastighet och profil (PWD/CW/CFD)
- Normalt: laminärt unidirektionellt flöde VK→inflödeskanyl. Hastighet ≤ 1,5 m/s
- OBS: Onormal flödesprofil eller hastighet, framför allt när sternum är stängd

Höger kammare:

- Dimension (vy: ME-4Ch)
- Systolisk funktion
- OBS: Tecken till HK svikt

Förmaksseptum:

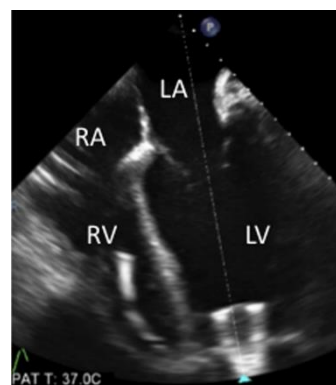
- Upprepa NaCl iv kontrast och 2D undersökning
- OBS: PFO/ASD

Aortaklaff: Håll MAP >70 mmHg för att bedöma AI

- Graden av AV öppning och AI. Vy AV-LAX, M-mode, inkl. CFD
- OBS: > mild AI

Utflödesgraft:

- Försök att identifiera conduit förlopp intill HK/HF inklusive flödesprofil



RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.
Godkänd av: Error! Unknown document property name.
Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

Utflödesgraft→Aorta anastomos:

- Beskriv flödesprofil med CFD och PWD/CWD
- OBS: "Knickbildning". Flödeshastighet > 2m/s framför allt när sternum är stängd

Aorta:

- Utesluta iatrogen dissektion

Mitralklaff:

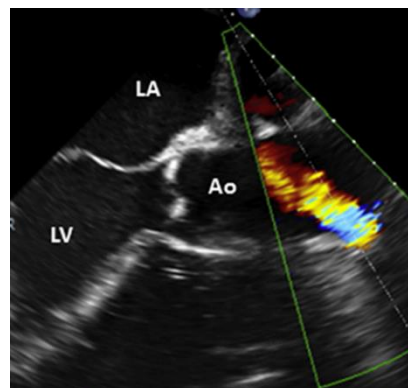
- Uteslut att inflödeskanylen påverkar submitral klappapparat
- Grad av MI

Pulmonaliisklaff:

- RVOT VTI/slagvolym

Tricuspidalklaff:

- Tricuspidalisinsufficiens (TI), Skatta systoliskt PA tryck
- OBS: ≥ moderat TI



ECC-avveckling

Inotropi/lungkärlsdilatation

Inotropi: milrinon och adrenalin 0,01-0,1 ug/kg/min startas före ECC-avveckling

Lungkärlsdilatation: NO och eller Flolan

Weaning

ECC avvecklas samtidigt som HeartMatens varvtal ökas till ca 4600-4800 varv/min.

Balansera cirkulationen efter ECC-avgång

Med hjälp av CVP/wedge-balans och UCG så ser du till att HeartMaten inte suger vänster kammare tom samtidigt som patienten får tillräcklig cirkulation. Förändringar i hö-vä-balansen sker ganska snabbt varför wedge inte bör sjunka så att den närmar sig CVP. Justera varvtal, adrenalininfusionstakt och fyllnad fortlöpande för att hålla ovan nämnda balans. 4800-5000 varv/min brukar till slut kunna nås före patienten lämnar operation och ger de flesta patienter en tillräcklig cirkulation.

Om cardiac index är <2,0 liter/min/m² och CVP >(18-)20 mmHg bör en temporär RVAD läggas innan man lämnar operation[20, 21].

Allmänna riktlinjer

Utrustning

Artärnål: Alla lokaler OK

Swan-Ganz: Mycket viktigt för att monitorera höger kammares funktion. Följ cardiac output och wedge/CVP-balans för att styra pumpens varvtal och flöde

Hjärta, cirkulation

Man behöver inte sträva efter att aortaklaffen ska öppna sig medan patienten är på TIVA. Eftersom flödet genom HeartMate 3 påverkas markant av afterload är det bra att hålla MAP inom relativt snäva gränser

MAP: 70-80 mmHg. Ju högre MAP desto lägre flöde genom HeartMaten.

Doknr. i Barium
Error! Unknown
document property
name.

Dokumentserie
Error! Unknown document property name.

Giltigt fr o m
Error!
Unknown
document
property
name.

Version
Error!
Unknown
document
property
name.

RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.

Godkänd av: Error! Unknown document property name.

Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.



RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.

Godkänd av: Error! Unknown document property name.

Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

SvO₂: >60%, kan eventuellt acceptera något lägre värde initialt om patienten har grav högersvikt

CVP: På operation mellan 10 och 16. Senare CVP <15

Wedge: Styr varvtal så wedge är 0-5 mmHg högre än CVP

Respiration: Kan extuberas tidigt om möjligt

Sedering/Mobilisering/Balans

Sedering/mobilisering: Patienten ska väckas och mobiliseras

Balans: Får inte bli övervätskade

Styrning av HeartMate 3

Flöde på TIVA:

Kliniskt arbetar pumpen mellan 4600 och 6000 varv/minut, med ett medelvarvtal på 5400 varv/min hos patienter som skrivs ut från sjukhuset i de första studierna.

Flödes hastigheten ska ökas försiktigt den första tiden så att man inte orsakar högersvikt.

Om HeartMatens varvtal ställs för högt blir vänster kammare tom, septum devierar åt vänster, höger kammare förlorar sin optimala form och pumpar sämre. För högt varvtal kan således försämra cirkulationen. Septum kan få stå rak i medellinjen men får inte deviera åt vänster kammare.

Om varvtalet å andra sidan ställs alltför lågt pumpar HeartMaten undan för lite blod från vänster kammare. Då blir wedge högt vilket ger onödigt höga PA-tryck, vilket är afterload för höger kammare (PA-tryck = wedge + flödesmotståndet genom lungorna). Detta kan också påverka cirkulationen negativt.

Höger kammare är beroende av att septum inte trycks ut mot VK i systole utan håller emot, dvs systoliskt VK-tryck måste vara högre än syst HK-tryck. Om artärkurvan har viss pulsilitet med samma frekvens som hjärtat bör detta vara uppfyllt. När CVP och wedge är lika har man samma fyllnadstryck i höger och vänster sida, och vänster kammare bör då vara tillräckligt fylld för att kunna generera tillräckligt systoliskt tryck.

Även MAP kan påverka hö/vä-balansen: vid högre MAP ger pumpen lägre flöde, vid lägre MAP kommer den pumpa undan mer blod. Håll därför MAP relativt konstant och undvik för låga blodtryck eftersom pumpen då riskerar pumpa vänster kammare tom.

Inställning av varvtal

När patienten har hjärtgenererad pulsilitet på artärkurvan är varvtalet inte för högt inställt. Om hen dessutom bara har enstaka PI-event och wedge är 0-5 mmHg högre än CVP är det bra.

Wedge får inte vara lägre än CVP.

Ställ in varvtal när MAP är 70-75 mmHg.

Om man vill finna optimalt varvtal görs RAMP-test.

RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.

Godkänd av: Error! Unknown document property name.

Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

Höjning av varvtal bör kunna ge högre cardiac output om:

1. Vänster kammare slår ut med spetsiga toppar på artärkurvan när MAP är ≤ 75 mmHg
2. Septum som devierar åt höger kammare på UCG, eller
3. Wedge är stabilt högre än CVP
 - Grundförutsättning vid evaluering före höjning: MAP ≤ 75 mmHg
 - Kontrollera så patienten inte har haft flertal PI event nyligen
 - Kontrollera så att cardiac output verkligen steg efter höjningen.
 - Höj lite i taget och kontrollera efter ett tag så att inställningen är bra med bara enstaka PI-event, wedge > CVP och/eller UCG OK.



Mjuka toppar beror på att flödet ökar genom pumpen när vänster kammare drar ihop sig, men aortaklaffen öppnar sig inte. Spetsiga toppar på artärtrycket visar att aortaklaffen öppnar sig. Detta utseende visar tydligt att varvtalet inte är för högt ställt.



Mycket små variationer i artärtrycket när vänster kammare drar ihop sig. Man ser HeartMatens ned- och uppvarvning varannan sekund

Problem

Totalt pumpstopp: se akutrutin s 116.

Mycket små variationer i artärtrycket när vänster kammare drar ihop sig. Man ser HeartMatens ned- och uppvarvning varannan sekund

Larm "Low Flow" (<2,5 l/min). Ihållande ljudsignal och på styrenheten syns att symbol för pump går lyser grönt och rött hjärta lyser

Således mycket lågt pumpflöde. Evaluera patientens hemodynamik och orsaken till att pumpen inte kan pumpa mer blod.

- Om högerkammersvikt: ge inotropi (milrinon, adrenalin)
 - Behöver med all sannolikhet sänka varvtalet så att det matchar vad höger kammare klarar att pumpa
- Om tamponad: utrym

RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.

Godkänd av: Error! Unknown document property name.

Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

SvO₂<60%

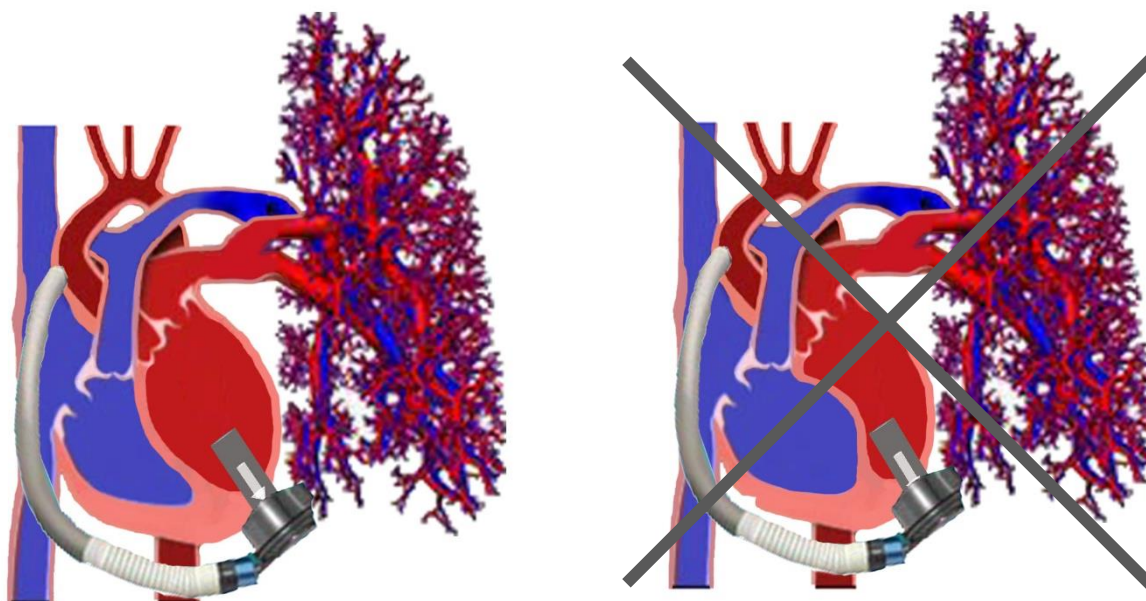
Patienter som tidigare varit cirkulatoriskt stabila och som senare sjunker i SvO₂ och blir mer instabila har med största sannolikhet tamponad eller högersvikt. Ca 5000 varv/minut brukar vara tillräckligt för att hålla SvO₂ över 60% på patient som ligger stilla i sängen.

Uteslut tamponad! Tidigare bra cirkulation som försämras ger mycket stark misstanke om sentamponad, vilken kan vara svår att verifiera.

TTE, TEE och/eller CT-thorax för diagnos

Högersvikt, se nedan

MAP > 85 mmHg minskar flödet genom pumpen



Högerkammarsvikt

Ska förebyggas, hellre än behandlas när den väl uppkommit.

Vid högerkammarsvikt och vid för högt varvtal devierar septum åt vänster, detta ändrar höger kammars geometri och förvärrar svikten ytterligare. Detta får inte hända utan ska förebyggas och korrigeras direkt om det uppkommer. Om CVP>wedge ska det korrigeras direkt!

Tecken till högerkammarsvikt

- Lågt cardiac index, låg SvO₂
- Högt CVP, som är högre än wedge
- HeartMaten suger fast intermittent. I historik ses PI event

Utredning

- Kontrollera CVP/wedge-balans
- UCG

RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.

Godkänd av: Error! Unknown document property name.

Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

Åtgärd

- Sänk varvtal i HeartMaten så att CVP \approx wedge. Hjälp sedan höger kammare att pumpa mer, genom att ge:
 - Inotropi:
 - Milrinon
 - Adrenalin 0,01-0,1 mg/kg/min kan ha mycket god effekt
 - Lungkärlsdilatation med till exempel Flolan
 - Volym, om du tror att det kommer öka HK-output
- När höger kammare pumpar bättre kan ev varvtalet höjas igen, utvärdera cirkulationen och mät wedge/CVP före beslut

Om cardiac index är <2,0 liter/min/m² och CVP >(18-)20 mmHg

Lägg temporär RVAD

Bättre outcome visat om man lägger den tidigt än sent[20, 21].

Förmaksflimmer

Cirkulationen är beroende av högerkammarfunktionen.

Behandla så patienten återfår sinusrytm.

Pumptrombos

Tecken: Ökad "Pump Power", långsamt om successiv trombosutveckling

Kan felaktigt visa mycket högt "Pump Flow" värde.

Högt laktatdehydrogenas (LD), hemolys och låg SvO₂

Gör RAMP-test för att få nästan säker diagnos[22, 23]

Mätvärden HeartMate 3

Pump Speed

Justeras genom att trycka på "Settings" -> "Fixed Speed Adjust" -> Justera med pilar, 100 varv/klick -> "Enter". Justera "Low Speed Limit" till 400 rpm lägre samtidigt

Pump Flow

Är inget mätt värde utan beräknas med hjälp av pump power och pump speed. Larmar när det beräknade flödet är <2,5 l/min

Pump Power

Kraften som används för att driva pumpen. Varierar med pumpflödet men också med t.ex preload och afterload.

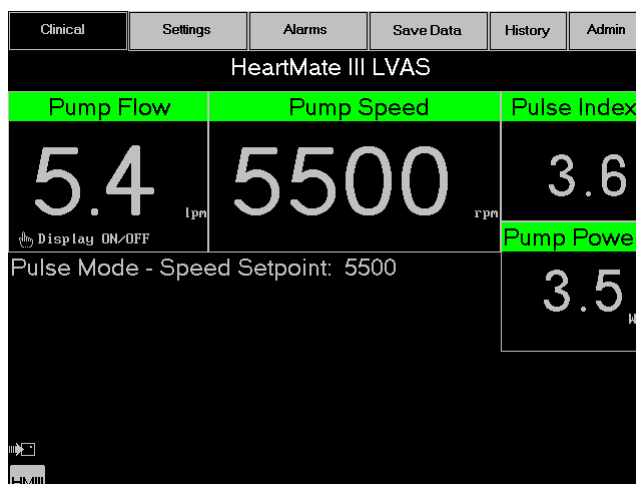
Stiger plötsligt: HeartMate suger fast intermittert

Sjunker plötsligt: HeartMate sugit fast och den snurrar bara runt blodet som är i den

Stiger långsamt: Stark misstanke om pumptrombos

Pulse Index

Beskriver hur pulsativt flödet är över pumpen, normalt <10.



RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.

Godkänd av: Error! Unknown document property name.

Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

Högt när vänster kammare genererar ett högt tryck i systole, såsom vid välfylld (dåligt avlastad) eller stark kammare
Lågt när vänster kammare inte klarar generera stora tryckförändringar, såsom vid tom (för väl avlastad) kammare eller vid mycket grav vänsterkammarsvikt

Styrenhet/controller

Den styr och kontrollerar systemets funktion. Inga ändringar kan göras via styrenheten utan det görs via Monitorn. När man upprepat trycker på displayknappen visas varvtal, flöde mm.



PI-event

Pumpen mäter kontinuerligt tryckförändringar i vänster kammare genom pulsativt index (PI). När trycket i vänster kammare plötsligt blir lågt som vid fastsugning noteras det som ett PI-event. Pumpen varvar då ner till den släpper eller till inställd "Low Speed Limit"

1. Kontrollera PI-event dagligen när du rondar patienten och använd det som rutin för att bedöma fyllnad och varvtal
 - a) Tryck på History
 - b) Tryck på Event-log, vänta så räknar den fram historien
2. Se till att "Low Speed Limit" är ställd 400 varv/min under inställt varvtal (Tryck "Settings" -> "Low Speed Limit Adjust" -> Justera med pilar -> "Enter").

RAMP-test (se protokoll som finns hos patienten)

1. Förberedelser
 - a. Kontakta klinfys för UCG
 - b. Ta fram och koppla utrustning för att kunna mäta CO med kall koksalt
 - c. Ställ in noradrenalin, om patienten har, så MAP \approx 70 mmHg
 - d. Kontrollera om patienten haft PI-event senaste dygnet (spelar liten roll för själva mätningarna men desto större roll för vilket varvtal patienten kan ställas på efteråt)
 2. Mätningar
 - a. Utför mätningar på det varvtal som patienten är på
 - b. Justera ner varvtal till det lägsta varvtalet som känns intressant. Låt det gå några minuter och gör nya mätningar
 - c. Stega sedan upp 200 varv/steg och mät på varje steg. Så länge CO och RV-VTI stiger och septum inte devierar åt vänster är det OK
 - d. När ovanstående ökningar börjar plana ut så behöver man inte gå högre
- Ställ in varvtal så att du har god marginal uppåt. Sammanväg RAMP-testets resultat med tendensen till PI-event och SvO₂ (om SvO₂ är lågt kanske man får gå närmare max-cardiac output, än om SvO₂ är bra även med större marginal till varvtal som ger maximalt cardiac output)

RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.

Godkänd av: Error! Unknown document property name.

Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

Excor BIVAD

Excor BIVAD läggs som långtidsassist på patienter som, förutom sin vänsterkammarsvikt, även har en så allvarlig högerkammarsvikt att vi bedömer att de inte klarar sig med en LVAD. Den används som bridge till transplantation. Excorkanylerna sys fast och tunneleras subcutant för att inte disloceras när patienten rör sig. Blodet dras från höger förmak eller kammare, ges tillbaka i truncus pulmonalis, dras igen från vänster kammare via en apexkanyl och ges tillbaka i aorta ascendens.

Patienterna får hos oss initialt korttidspumpar kopplade till sina kanyler. När allt är stabilt byts pumparna mot Excorklockor, som ligger utanpå kroppen drivs pneumatiskt och ger ett pulsativt flöde. Eftersom höger kammare oftast ger ett visst flöde och man vill undvika lungödem är vänster klocka alltid större än höger. Normalstora vuxna brukar ha en 60 ml högerklocka och en 80 ml vänsterklocka. Dessa är initialt anslutna till en större drivenhet (IKUS) men när patienten blir mobil byter man till en mindre drivenhet (Excor mobile) som är monterad på en liten vagn.



RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.

Godkänd av: Error! Unknown document property name.

Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

Allmänna riktlinjer

Utrustning

Artärnrål: Alla lokaler OK

Swan-Ganz: För att monitorera balansen mellan höger och vänster kammare. Om patienterna är stabila med två Excorklockor behöver kan Swan Ganz dras. Klockorna brukar ställa in balansen ganska bra själva.

Ändra Inställningar IKUS

Se att "USER ID" är vald (mörkfärgad)

Skriv på dator: 1

Kommer upp "Password", skriv: 111

Bekräfta med <Enterknappen>

IKUS piper för att bekräfta att du loggat in

Pila dig åt sidan←/→ till önskad variabel

Pila uppåt ↑, eller nedåt ↓, för att ändra värdet

Bekräfta med <Enter>

När färdig: Gå till "Log off", logga ut med <Enter>

Excor

Viktigt att klockorna töms och fylls i varje slag, särskilt viktig är tömningen av klockan då det annars kan bildas tromber på membranet

Flöden: Ställ in den hjärtminutvolym du vill ha genom att multiplicera klockans volym med frekvensen.

Systoliskt tryck: Ofta behövs knappt 100 mmHg över systoliskt blodtryck för respektive pump. Ställ in så klockan tömmer sig helt

Sug: Ned till -30 till -40 mmHg. Absolut inte lägre än -50 mmHg

Hastighet (Rate): 60-80-90, utefter önskad hjärtminutvolym

Relativ systolisk duration: Normalt 40%. Ska hållas inom 30-50 %

Hjärta, cirkulation

MAP: 70-80 mmHg

CVP: <10 mmHg

Wedge: <15(-20)

SvO₂: >60%

Respiration: Kan extuberas tidigt om möjligt

Sedering/Mobilisering/Balans

Sedering/mobilisering: Patienten ska väckas och mobiliseras

Balans: Får inte bli övervätskade

Doknr. i Barium
Error! Unknown
document property
name.

Dokumentserie
Error! Unknown document property name.

Giltigt fr o m
Error!
Unknown
document
property
name.

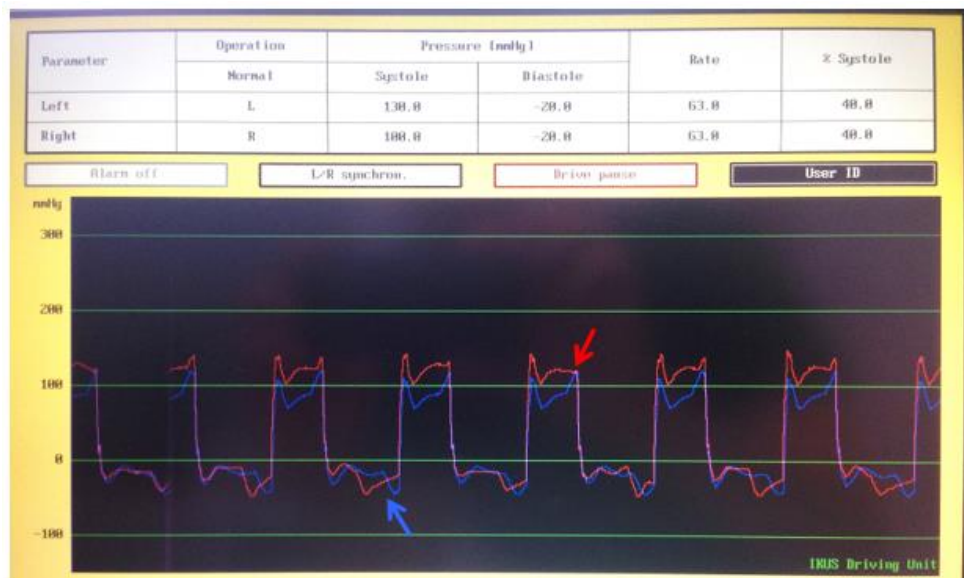
Version
Error!
Unknown
document
property
name.

RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.

Godkänd av: Error! Unknown document property name.

Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.



Övervakningen visualiserar de tryck som IKUS mäter. Man måste dock alltid inspektera klockorna för att kontrollera att det man avläser från övervakningen verkligen stämmer.

En topp på kurvan i slutet av systole talar för att klockan töms helt. Systoliskt tryck på denna patient är lågt satt (130) och man anar att tömningen av vänster klocka (röd kurva) inte är fullständig i alla slag (topp saknas vid enstaka slag, se röd pil). I slutet av diastole ska det vara en buktning nedåt på kurvan. Ovan kan man se att vänster klocka är färdigfylld ganska tidigt i cykeln, till skillnad från höger (blå kurva), blå pil.

Doknr. i Barium
Error! Unknown
document property
name.

Dokumentserie
Error! Unknown document property name.

Giltigt fr o m
Error!
Unknown
document
property
name.

Version
Error!
Unknown
document
property
name.

RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.

Godkänd av: Error! Unknown document property name.

Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

Problem

Vid respiratorisk katastrof

Koppla bort höger eller vänster klocka. Koppla till Cardiohelp/Rotaflow med oxygenator till nu lediga Excorkanyler.

Alternativt: Ha kvar Excorklockan i kretsen och seriekoppla den med ECMO:n

Pumpstopp: handpumpa (se akutrutin på sid 117)

Vid cirkulatorisk katastrof, handpumpa löser inte problemet

Utvärdera vilken klocka som inte fungerar, ersätt den med Rotaflow

Om osäkert vilken klocka som inte fungerar

Ersätt båda klockorna med var sin Rotaflow, oxygenator vid behov på ena

Återfår inte cirkulationen med ny temporär BIVAD

Tromb som ockluderar kanyl?

Kanyldislokation?

Åtgärda problem, eventuellt kan perifert kanylerad ECMO återställa cirkulationen till problemet är löst

Berlin Hearts Hotline kan kontaktas dygnet runt vid frågor

Ring: Kortnummer från decttelefon: 50065

Från mobil: +49(0)30 8187 2772

RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.

Godkänd av: Error! Unknown document property name.

Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

Höger klocka fylls ej

Orsak:

Hypovolemi: lågt CVP

Tamponad/perikardvätska: normalt/högt CVP

För lite diastoliskt vacuum/sug höger klocka

För kort diastolisk tid (systolisk tid lång på IKUS)

Tromb i klocka eller inflödeskanyl, knickning gasslang

Åtgärd:

Ta reda på orsak, UCG

Åtgärda ev tamponad

Vid hypovolemi med lågt CVP: fyll

Öka ev diastoliskt vacuum, ned till -40 (-50 max)

Öka diastolisk tid, sänk systolisk tid (min 30%), behöver ofta samtidigt öka systoliskt tryck för att få fullständig tömning av klockan

Vänster klocka fylls ej

Orsak:

Höger klocka fyller/tömmar inte adekvat: lågt wedge

Dåligt kanylläge apexkanyl: högt wedge

Tamponad: högt wedge

Hö kammare pumpar inte bredvid klocka: lågt wedge

Tromb i klocka eller inflödeskanyl, knickning gasslang

Åtgärd:

Kontrollera orsak: wedge, UCG

Åtgärda ev tamponad

Kanylläge apex svåråtgärdat, ev bättre om tar bort perikardvätska/koagler

Se ovan/nedan för åtgärd av hö-problem

Lågt wedge + lågt CVP: fyll ev så HK pumpar bredvid klockan

Öka ev diastoliskt vacuum, ned till -40 (-50 max)

Öka ev diastolisk tid, sänk systolisk tid (min 30%), behöver ofta samtidigt öka systoliskt tryck för att få fullständig tömning av klockan

Höger klocka töms ej

Orsak:

För högt PA-tryck

För kort systolisk tid, för lågt systoliskt tryck

Tromb i klocka, knickning gasslang

Åtgärd:

Behandla eventuellt högt PA tryck

Öka systoliskt tryck på IKUS försiktigt,

Öka eventuellt systolisk duration, normal 40%, kan behöva ändra diastoliska inställningar samtidigt för att fylla klockan

Vänster klocka töms ej

Orsak:

Knick av gasslang, tromb, dissektion mellan membran

Högt blodtryck (MAP)

Doknr. i Barium
Error! Unknown
document property
name.

Dokumentserie
Error! Unknown document property name.

Giltigt fr o m
Error!
Unknown
document
property
name.

Version
Error!
Unknown
document
property
name.

RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.

Godkänd av: Error! Unknown document property name.

Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

Lågt systoliskt drivtryck Excor

För kort systoliskt tid

Åtgärd:

Sänk MAP

Höj systoliskt drivtryck (behöver ofta vara 100 mmHg över blodtryck)

Förläng systoliskt tid om kort, kontrollera så klockan fortfarande fylls helt efter ändringen

Koagel klockor

Prickar, fibrinutfällningar: Korrigera eventuellt antikoagulationen

Rörligt koagel höger klocka: Reevaluera efter 24 h eller byt klocka

Rörligt koagel vänster klocka: Byt klocka omedelbart

Byte av klockor

Höger: Låt vänster klocka gå (höger klarar oftast pumpa lite själv)

Vänster: Stanna båda klockorna (annars ger höger klocka lungödem)

RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.

Godkänd av: Error! Unknown document property name.

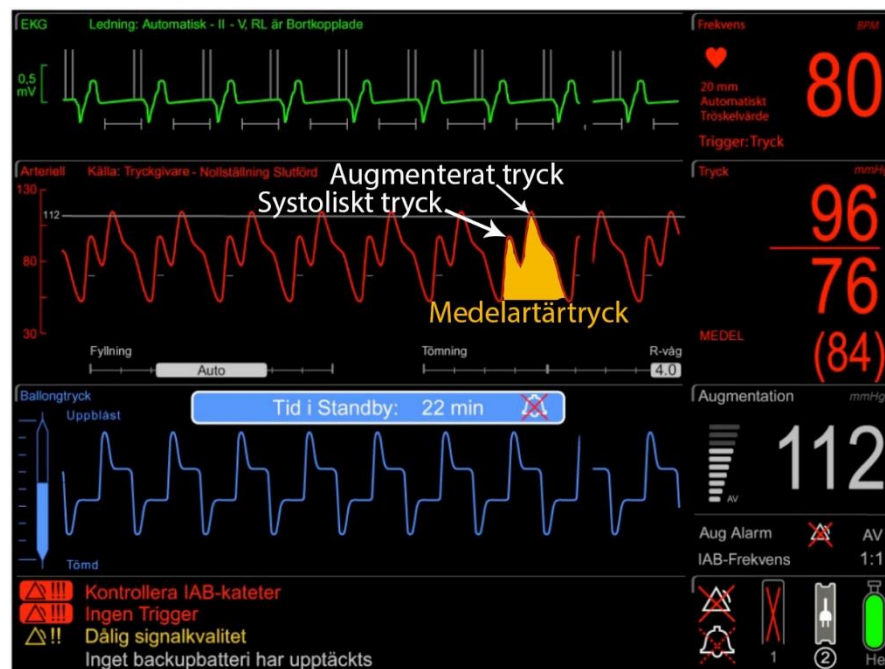
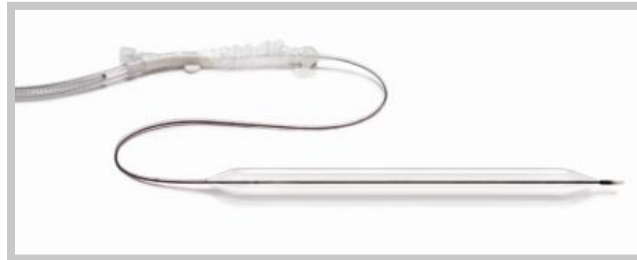
Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

Aortaballongpump

Aortaballongpump (IABP) läggs in via arteria femoralis. En tunn ballong med volym på 40 eller 50 ml skjuts upp i aorta. När den arbetar blåses den upp i diastole och töms i systole.

Ballonginflationen som ska ske direkt efter att aortaklaffen stängts ökar trycket i aorta under diastole (det augmenterade trycket). Ballongdeflationen som ska ske precis innan aortaklaffen öppnas gör att det enddiastoliska blodtrycket sänks. Därmed minskar vänster kammars afterload. Slagvolymen ökar då hjärtat förhoppningsvis kan tömma sig bättre och fyllnadstrycket sjunker då hjärtat kan pumpa undan bättre. Observera att det systoliska blodtrycket oftast sjunker på grund av afterloadreduktion, medan MAP oftast förbättras eftersom det diastoliska trycket stiger. MAP kan därmed vara högre än det systoliska trycket, eftersom MAP beräknas som medeltrycket över hela hjärtcykeln (gult på bilden nedan). När det augmenterade trycket är mycket högre än det systoliska får hjärtat mycket hjälp; när de är nästan lika får hjärtat endast lite hjälp. Båda dokumenteras på IVA-kurvan för att man ska kunna följa utvecklingen.

På ECMO används IABP för att afterloadreduktionen ska hjälpa vänster kammare att kunna slå ut med mindre fyllnadstryck och på så sätt undvika dödens cirkel.



IABP med riktig timing

RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.
Godkänd av: Error! Unknown document property name.
Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

Riktlinjer

Inläggning – Positionering

Läggs med fördel in mha genomlysning, även om det går att klara sig utan och verifiera läget med UCG. Katetern ska ligga med spetsen 1-2 cm nedom vänster arteria subclavias avgång från aorta. Basen ska sluta ovan njurartären. 40 ml ballong om patienten är <162 cm lång, annars 50 ml.

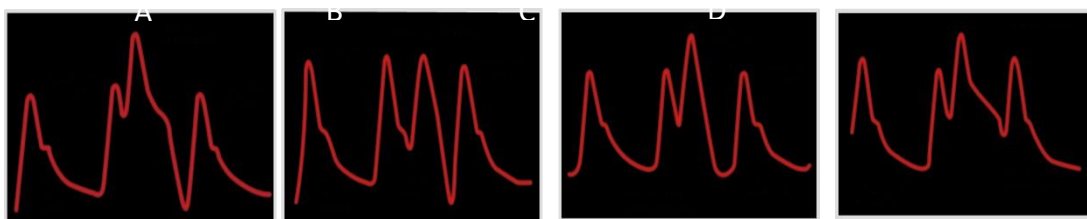
Timing

Auto: Detta är förstahandsval. Den väljer då trigger och timing helt automatiskt med samtidig arytmikontroll (anpassar sig till förmaksflimmer).

Halvautomatisk: Kan behövas vid samtidig ECMO-behandling, då pumpen kan ha svårt att "uppdatera tidsinställningarna" på Automode. Man behöver då välja triggerkälla "EKG" och kan ställa in timingen. Pumpen anpassar sig till arytmier.

OBS: Viktigt att man ställer tillbaka till Auto efter att ECMO:n är avlägsnad.

1:3: För att lättare se timingen och om en ECMO-patients hjärta slår ut kan man ställa pumpen på 1:3 under kortare period



Fyra felaktiga IABP-inställningar: A: för tidig inflation, B: för sen inflation, C: för tidig deflation och D: för sen deflation

Larm
Man kan få reda på hur man ska åtgärda ett larm

genom att trycka på "Hjälp tillgänglig" på skärmen. Då kommer en punktlista upp med hjälp för felsökning

Augmentation låg: För lågt augmenterat tryck, värdera cirkulationen och ställ vid behov ned larmgränsen

Standbytid: Bör inte vara i standby mer än någon minut. Enligt tillverkaren får den absolut inte vara inaktiv i mer än 30 minuter. Om längre tid förflutit ska den dras ut

Gasförlust:

1. Kontrollera att det inte finns blod i gasslangen, i så fall måste ballongen dras direkt
2. Kontrollera att gaskopplingarna sitter fast
3. Prova att starta om
4. Fyll gas om den inte startar om och tryck därefter på Start igen
5. Om inte startar nu heller ring Perfusionist

Blod i gasslangen till katetern

Den får inte startas om utan måste dras ut direkt. Det kan vara koagulerat blod i ballongen vilket kan skada kärlet när ballongen dras

Cirkulation ben och vänster arm

Doknr. i Barium
Error! Unknown
document property
name.

Dokumentserie
Error! Unknown document property name.

Giltigt fr o m
Error!
Unknown
document
property
name.

Version
Error!
Unknown
document
property
name.

RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.

Godkänd av: Error! Unknown document property name.

Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

Värme, hudfärg och pulsationer kontrolleras regelbundet i arm och ben. Om svårt att höra pulsationer, sätt på INVOS-plattor på båda benen.



Doknr. i Barium
Error! Unknown
document property
name.

Dokumentserie
Error! Unknown document property name.

Giltigt fr o m
Error!
Unknown
document
property
name.

Version
Error!
Unknown
document
property
name.

RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.

Godkänd av: Error! Unknown document property name.

Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

Mobilisering

Tillverkaren rekommenderar max 45 % böjning i höftleden för att undvika knickbildning och kärlskada. Samtidigt mobiliseras dessa patienter relativt fritt på andra kliniker. Man får därför avgöra risken från fall till fall, men mobilisering är ofta viktigt för denna patientpopulation.

Avlägsnande av IABP

IABP sätts på 1:3 under någon/några timmar (avväg viss trombbildningsrisk mot tiden som behövs för att utvärdera om patienten klarar sig utan IABP). För själva avlägsnandet följ särskilt PM, använd femostop.

RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.

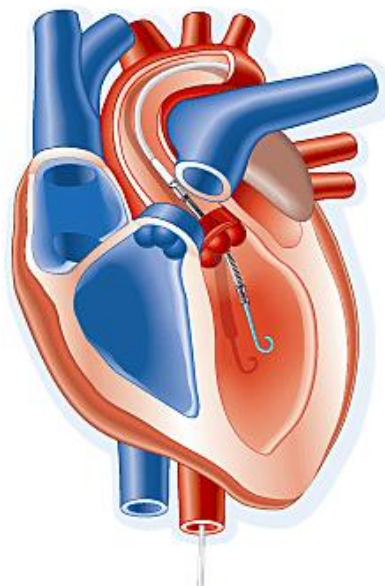
Godkänd av: Error! Unknown document property name.

Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

Impella

Detta är tillfälliga riktlinjer. De aktuella kommer finnas vid patienten och i PM-biblioteket.

Impella läggs för att hjälpa vänster kammare vid hjärtsvikt och för att avlasta vänster kammare och undvika "dödens cirkel" vid VA-ECMO. Den läggs in via a subclavia eller via ljumskartärer. En motor sitter i själva Impellan och suger blod från vänster kammare (A på bild) och ger tillbaka det i aortaroten (C på bild). Det är av yttersta vikt att den ligger i rätt position för att den ska kunna transportera blodet från kammaren till aorta. Beskrivning av Impella CP, Impella 5.0 skiljer sig på vissa punkter.



Allmänna riktlinjer

Styrning av Impella

Om den används som vänsterkammerstöd utan ECMO ska den gå på maximalt varvtal, P8. Vid ECMO-behandling bör P4, som ska ge ett flöde på 1,5 -2 liter/minut, vara bra. Styr varvtal efter hur utspänd vänster kammare är. Läge P2 håller emot den aortainsufficiens som annars kan uppkomma om pumpen stängs av när den ligger på plats, men ger ≈ 0 ml/min i flöde.

Kontroll av Impellans läge

Kontroll av läget bör göras 2-4 ggr/dygn samt vid problem, med ultraljud parasternal långaxel.

Inflödet i Impellan i vänster kammare bör ligga 3,5-4 cm nedom aortaklaffen (använd färg för att se) och den ska vara roterad så att den är fri från papillarmuskler

Fastsugning

Intermittent fastsugning kan ske på grund av felplacering, hypovolemi, högerkammersvikt, trombotisering eller för högt inställt varvtal ger en ojämn ryckig tryckkurva. Gör UCG för att kontrollera läget, minska flödet tillfälligt och åtgärda orsaken

Justering av Impellans läge, görs med UCG-styrning

- Tryck "Start reposition guide"
- Minska Performance Level successivt till P2
- För sakta in katetern till Placement Signal visar kammarkurva och Motor Current kurvan blir flack. Nu är även tryckgivaren för utflödeshållet (B) och själva utflödeshållet (C) i vänster kammare
- Dra sakta katetern utåt tills Placement Signal åter visar en pulserande aortakurva (kommer ev inte bli det om patienten är på ECMO). Dock kommer Motor Current kurvan troligen få viss pulsilitet när utflödeshållet (C) kommer upp i aorta.
- Dra ut katetern ytterligare och kontrollera med UCG så pumpens inflöde är ca 3,5 cm nedom klaffplanet
- Gå tillbaka till tidigare flödes hastighet och kontrollera pumpläget igen med UCG

Doknr. i Barium
Error! Unknown
document property
name.

Dokumentserie
Error! Unknown document property name.

Giltigt fr o m
Error!
Unknown
document
property
name.

Version
Error!
Unknown
document
property
name.

RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.
Godkänd av: Error! Unknown document property name.
Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

Mätvärden

Impellaflöde

Detta är beräknat och inte mätt. Bör vara > 1,5 liter/min, på ECMO kan man dock acceptera lägre flöden. Om flödet är <3 l/minut med max varvtal inställt bör man kontrollera läget på Impellan

Placement Signal

På CP motsvarar kurvan ungefär blodtrycket i aorta, mäts vid B på bilden ovan. På 5.0 motsvarar kurvan tryckskillnaden mellan vänster kammare och aortaroten. På ECMO kan det således vara icke pulsatilt, medan det annars visar vanlig artärkurva. Om pumpen dragits ner i kammaren får man VK-kurva. Larm kan stängas av vid ECMO-behandling

Motor Current

Pumpens energiåtgång. Pulsatilt om kammaren klarar ge tryckvariation och pumpen ligger rätt, (dvs pumpens in- och utflödes hål ligger i olika rum (VK och aorta)). Flack kurva om hela pumpen dislocerats upp ovan aortaklaffen eller om även pumpens utflödesdel ligger i kammaren

Purge Pressure: Ska vara 300-1100 mmHg

Övrigt

Purge vätska

Motorn smörjs med Glukoslösning med heparin. I grunden används 500 ml 5% glukos med 25 000 E Heparin tillsatt. Impellan styr själv infusionshastigheten. Via purge meny går man in och säger till apparaten att man ämnar byta påse. Följ instruktionerna på skärmen

Antikoagulantia: Heparin så APTT är 1,5-2 ggr normalvärdet

Dokumentation: Följ särskild dokumentationsjournal

Provtagning: P-Hb samt Antitrombin III dagligen initialt

Doknr. i Barium
Error! Unknown
document property
name.

Dokumentserie
Error! Unknown document property name.

Giltigt fr o m
Error!
Unknown
document
property
name.

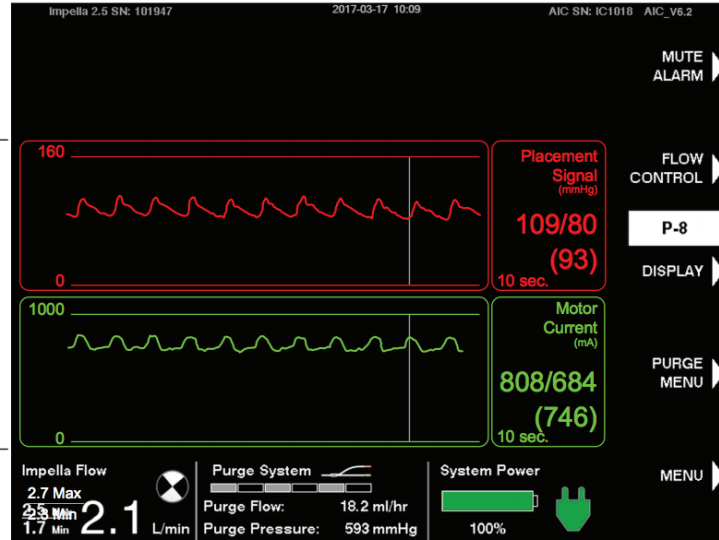
Version
Error!
Unknown
document
property
name.

RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.

Godkänd av: Error! Unknown document property name.

Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.



RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.

Godkänd av: Error! Unknown document property name.

Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

Handläggning

Hjärtstopp vid hypotermi

Indikation

Patienter som har kylts till en central temperatur $\leq 32^{\circ}\text{C}$ när de varit levande

Fyll i HOPE-score på <http://www.hypothermiascore.org>

Lägg ECMO om HOPE-score > 10%

Måste använda punkt (.) och inte komma (,) när S-K fylls i

Metod för ECMO vid nedkylning

- Fortsätt HLR under hela proceduren
- Kanylera för perifer VA-ECMO. Heparinbolus 5000-10000E och därefter Heparin med APTT-mål enligt rutin
- Sikta på att gradvis uppnå ett normalt ECMO-flöde
- Börja med värmväxlaren på en temperatur nära blodtemperaturen, och vänta minst 10 minuter innan värmning påbörjas
- Hur snabbt man skall värma är kontroversiellt och man kan i princip värma allt från 1°C var 5:e minut till 1°C per timma.
- Kör ECMO tills patienten har
 - Stabil rytm
 - Adekvat perfusion
 - Kroppstemperatur på MINST 32°C

Det är vanligt att patienter utvecklar cardiac stunning och det är därför ibland nödvändigt att fortsätta med ECMO-behandling även efter patienten uppnått normal kroppstemperatur. Om man uppnår normotermi utan att få ROSC skall behandlingen avslutas, och den skall självklart också avslutas om det kommer fram ytterligare information eller tillstöter andra komplikationer som gör utsikterna för ett positivt utfall mindre sannolik. Annars skall patienten skötas som sedvanlig E-CPR-patient, E-CPR journal ska fyllas i.

Lungemboli

Massiv lungemboli hindrar blodets flöde genom lungorna, ger förhöjd afterload för höger kammare och kan orsaka en så svår högersvikt att patienten hamnar i grav cirkulatorisk chock eller får cirkulationsstillestånd. I dessa fall kan venoarteriell ECMO återställa cirkulationen. Hos vissa patienter orsakar lungembolin istället en så grav respiratorisk svikt att venovenös ECMO kan bli indicerad.

De flesta lungembolier löser upp sig spontant inom tre till fem dagar hos ECMO-patienter med heparinbehandling. Hos oss har vi därför valt att avvakta autolys om ECMO behandlingen är helt okomplicerad, i annat fall ska patienten genomgå kirurgisk behandling [24]. Riskerna med generell trombolys hos patient som har ECMO överstiger eventuell vinst och ska därför inte ges.

Beslut om handläggning

RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.

Godkänd av: Error! Unknown document property name.

Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

Vid lungemboli som inte svarat på trombolys sker samråd mellan specialistläkare intensivvård (SLIV, sammankallande), thoraxkirurg, thoraxanestesiolog och interventionell radiolog om handläggningen. Sedvanliga indikationer gäller för ECMO, men patienter med akut lungemboli som behandlas med ECMO innan de har fått hjärtstopp har generellt en god prognos. Överlevare finns även hos patienter där lungembolin gett hjärtstopp men prognosen är mycket sämre.

Initial handläggning på ECMO

Patient som fått trombolys

Infusionen med Actilyl® (alteplas) avslutas när ECMO anläggs (T ½ plasma 5 min, T ½ total 40 min). Ingen ytterligare trombolys ges.

Om patienten blöder, kontrollera fibrinogen mm och korrigerar för låga värden.

Starta heparin så fort blödningen avtagit

Datortomografi för att visualisera trombutbredning om inte utförd tidigare

Fortsatt handläggning

Om ECMO komplikationer gör kirurgisk embolektomi

Om okomplicerad klinisk bild utan komplikationer till ECMO

Dag 2: Tag ny CT för att visualisera om lungembolin gått (delvis) i regress.

Nedvarvning för att se om hjärta/lungor återhämtat sig. Om oförändrad trombmassa och avsaknad av förbättring av hjärta och lungor gör kirurgisk embolektomi, annars weana när återhämtning skett

Sepsis

Sepsis kan ge respiratorisk svikt, patologisk vasodilatation och/eller grav hjärtsvikt. ECMO kan användas för att behandla respiratorisk eller cirkulatorisk svikt, dock finns inte mycket data som talar för att ECMO kan hjälpa vuxna patienter i vasodilatatoriskt chock. Detta sannolikt för att ECMO:n inte klarar att ge den hyperdynamiska cirkulation som dessa patienter kräver. På barn är det dock visat att ECMO-flöde på 150-200 ml/kg ger bättre överlevnad än vanliga flöden [25].

Respiratorisk svikt: Om patienten inte har allvarlig cirkulatorisk påverkan är behandlingen venovenös ECMO

Grav hjärtsvikt utan patologisk vasodilatation: Venoarteriell ECMO

RUTIN Error! Unknown document property name.

Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name.
Godkänd av: Error! Unknown document property name.
Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.

Antikoagulantia Antikoagulation ECMO

Bakgrund/Överväganden:

Dessa patienter har ofta blödningsproblematik. Samtidigt har obduktionsstudie visat att nästan 50 % av patienter som avlidit i postcardiotomi-ECMO hade systemiska tromboemboliska event (linjär uppgång från 20% efter två dagar till 80% efter tio dagar)[26]. Antikoagulantibehandlingen bör därför individualiseras så att patienten inte blöder, samtidigt som tromboembolirisken ska hållas låg.

OBS: Patienter som har närmast stillastående blod någonstans i cirkulationen (t.ex VA-ECMO som slår ut dåligt/inget) har en extremt hög trombbildningsrisk om de närmar sig normal antikoagulation även kortvarigt.

När:

patienten inte blöder, trombocyter > 45, TEG relativt normalt
(– ges **heparin** med mål enligt nedan. Starta med 5 – 7 E/kg/h.

Utifrån den allmänna koagulationen bestäms APTT-mål

Kraftigt påverkad allmän koagulation: APTT 35-45

T.ex. Ordentligt påverkad trombocytfunktion på ROTEM

Måttligt påverkad allmän koagulation: APTT 45-55

T.ex. Viss påverkan på ROTEM (CT, CFT, MCF), TPK < 100

Normal/närmast normal allmän koagulation: APTT 55-70^[SEP]

Normal/närmast normal trombocytfunktion på ROTEM. TPK>100^[SEP]

Mycket god trombocytfunktion: APTT 70-90^[SEP]

TPK >300 och supranormal trombocytfunktion på ROTEM (

Högre APTT om

Blod som är stillastående/flödar mycket långsamt genom lungor & hjärta

Infektion: ökar trombbildning

Hemolys: ökar risk för tromber och embolier

Tromber: i patient eller ECMO-system

Eventuellt lägre APTT

När oxygenatorn är borttagen kan trombbenägenheten minska något

Antitrombin: Målvärde > 0,8 kIE/L

ASA: Trombyl 75 mg x 1 kan läggas till när patienten inte blöder

Doknr. i Barium Error! Unknown document property name.	Dokumentserie Error! Unknown document property name.	Giltigt fr o m Error! Unknown document property name.	Version Error! Unknown document property name.
RUTIN Error! Unknown document property name.			
Innehållsansvarig: Error! Unknown document property name. Godkänd av: Error! Unknown document property name. Denna rutin gäller för: Error! Unknown document property name.			

Antikoagulantia HeartMate 3

Operationsdagen	Reversera heparineffekt, optimera koagulationen
Post op dag 1-2	Starta heparin om det inte blöder, med mål APTT 40-50
Post op dag 2-3	Titra successivt upp heparin så APTT-mål 55-65 nås
Post op dag 2-3	Starta ASA 75 - 160 mg x 1
Post op dag 3-5	Waran när drän är dragna. Mål PK 2-3

Fragmin som alternativ till heparin:

Denna behandling är inte lika välstuderad som heparin. Om Fragmin används följ anti-Xa och korrigerar dos efter svar. Fortsätt tills PK är stabilt >2 (2 dar), återinsätt om PK sjunker <2

- Fragmin 5000 - 7500 E x 2 startas dag 1 om det inte blöder

Anti-Xa nivåer:

- 0,2-0,3 IU/ml postop dag 1-2
- 0,3-0,6 IU/ml från postop dag 3
- Provtagning: Med start efter tredje dosen ska anti-Xa kontrolleras regelbundet, som efterprov tre timmar efter given dos, så länge patienten är på TIVA

Minskad antikoagulantia om:

- Koagulationen är generellt nedsatt (lågt TPK, påverkad ROTEM, lågt fibrinogen).
- Blödningsbenägen

Ökad antikoagulantia om:

- Infektion
- Hemolys
- Generellt hyperkoagulabilitet (TPK, fibrinogen, ROTEM)
- Trombbildning

Kontrollera ASA-effekt med Multiplate före och fem dagar efter insättning (ASP<30). Byt till clopidogrel 75 mg x 1 om non-responder på ASA. Kontrollera att ADP<30 efter 5 dagar.

Om PK under målvärde senare: tillägg av heparin eller LMWH

Antitrombin: Målvärde > 0,8 kIE/L. Kontrollera regelbundet

Doknr. i Barium Error! Unknown document property name.	Giltigt fr.o.m Error! Unknown document property name.	Version Error! Unknown document property name.
---	--	---

RUTIN Error! Unknown document property name.

Antikoagulantia Excor och Excorkanyler med Rotaflow

Före operation

Kontrollera utgångskoagulation med Multiplate, ROTEM(TEG), Fibrinogen, PK, APTT, TPK,

Screening för trombossjukdom: se HeartMate II-del

På operation:

Reversera heparineffekt helt med Protamin. Normalisera koagulationen för att underlätta kirurgisk hemostas.

Dagen efter op när:

< 50 ml/h i drän, trombocyter > 45, TEG relativt normal

(– startas **heparin** med 5 – 7 E/kg/h för att successivt (dag 2) nå mål enl nedan

Utifrån den allmänna koagulationen bestäms APTT-mål

Kraftigt påverkad allmän koagulation: APTT 35-45^[SEP]

T.ex. Ordentligt påverkad trombocytfunktion på ROTEM

Måttligt påverkad allmän koagulation: APTT 45-60

T.ex. Viss påverkan på ROTEM (CT, MCF), TPK < 100

Normal/närmast normal allmän koagulation: APTT 60-80

Normal/närmast normal trombocytfunktion på ROTEM CT-förlängning som korrelerar till heparindos, TPK>100^[SEP]De flesta patienterna

Mycket god trombocytfunktion: APTT 80-100^[SEP]

TPK >300 och samtidig supranormal trombocytfunktion på ROTEM (

Högre APTT om:

Infektion: ökar trombbildning

Hemolys: ökar risk för tromber och embolier

Avlagringar i klockorna

Feber och höga inflammationsparametrar, även utan infektion

OBS: Fortsätt med heparininfusion tills PK stabilt över 2,5 (ofta ≥2dygn)(

Antitrombin: Målvärde > 0,8 kIE/L (

Fibrinogen:

- Om lågt fibrinogen, påverkad koagulation och samtidig blödningstendens, ge fibrinogen
- Vid fibrinogennivåer <1,0 och samtidig ordentligt påverkad koagulation (MCF på (heptem) kan man överväga att substituera fast patienten inte blöder.
- OBS: Undvik supranormala fibrinogenvärden, då detta eventuellt kan öka (fibrinutfällningen i klockorna.

Trombocyter:

- Om låga trombocyter, påverkad koagulation och samtidig blödning: ge trombocytkoncentrat.
- Vid TPK <45 och samtidig ordentligt påverkad koagulation (MCF på heptem) kan man överväga att ge trombocyter trots att det inte blöder.

Doknr. i Barium	Giltigt fr.o.m	Version
Error! Unknown	Error!	Error!
document property	Unknown	Unknown
name.	document	document
	property	property
	name.	name.

RUTIN Error! Unknown document property name.

Doknr. i Barium Error! Unknown document property name.	Giltigt fr.o.m Error! Unknown document property name.	Version Error! Unknown document property name.
---	--	---

RUTIN Error! Unknown document property name.

Provtagning IVA

- APTT: vid ändring av infusionshastighet var 4:e timme, annars var 6:e timme
- En gång/dygn: TPK, PK, APTT, Antitrombin, ROTEM, LPK, CRP. (

ASA: Insättes dag 2-4, när dränen är dragna och TPK > 100

ASA (Trombyl) 75 mg x 1, kan vid behov ökas till 75 mg x 2 för att hämma nybildade trombocyter mer jämt över hela dygnet.

Trombocythämmande effekt kontrolleras, med Multiplate före, 5 dagar och en månad efter insättandet (ASP < 30). Diskutera med koagulationsjour grad av trombocythämning. Vid ASA resistens ge clopidogrel (Plavix). Kontrollera resistens mot clopidogrel med Multiplate, före och 5 dagar efter insättning (ADP<30).

Waran: Dag 3-4, när patienten är helt stabil och försörjer sig per os

Waran startas försiktigt med målvärde 2,5 – 3,5. På TIVA ges det på morgonen för att minimera svängningar i värde (dos enligt aktuellt PK, ej dos enligt PK för 16 timmar sedan). På HIA ges det på kvällen.

OBS: Infektion gör patienten hyperkoagulabel, lägg dig därför i den högre delen av intervallet vid infektion.

Vid PK <2,5, ge heparin/Fragmin tills PK håller sig stabilt över 2,5 (ofta ≥2 dygn)

Lägg till heparininfusion eller Fragmin 100–200 E/kg x 1. På TIVA alltid heparininfusion.

Vid infektion senare i förloppet:

Patienterna blir ofta hyperkoagulabla vid infektion. Kontrollera PK, APTT, Antitrombin, TPK och eventuell ROTEM (TEG). Justera efter svar. Lägg patienten i den högre delen av intervallet i PK

Hemolys

Ökad mängd fritt hemoglobin i blodet och förbrukning av dess scavanger haptoglobin har många negativa effekter, såsom ökad systemvaskulär och pulmonell vaskulär resistans, trombocytdysfunktion och renal tubulär skada [27]. Vid kraftig hemolys blir urinen porterfärgad.

Vid nedbrytning av det fria hemoglobinet bildas okonjugerat bilirubin, bilirubinnivåerna stiger därför vid hemolys.

I erythrocyterna finns laktat dehydrogenas (LD). Detta frisätts också vid hemolys och har visat sig vara den känsligaste markören för pumptrombos vid LVAD [23, 28].

Ta blodprov försiktigt ur stort kärl, helst bra ven, för att inte orsaka ytterligare hemolys, handhas försiktigt.

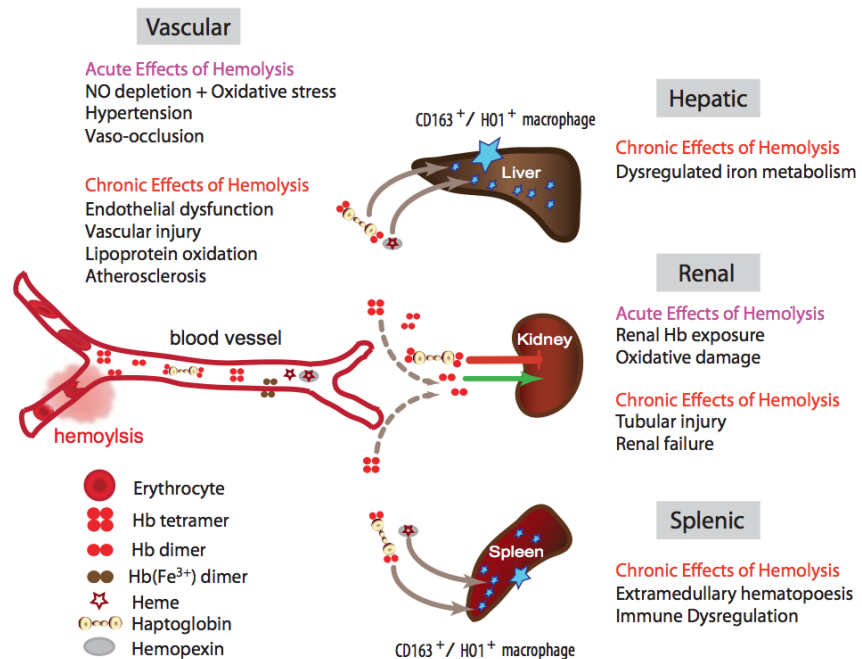
Orsak

- Tillfälliga kraftigt negativa tryck, såsom när ECMO:n huggar vid dåligt venöst återflöde
- För hög pumphastighet i förhållande till kanylernas storlek
- Tromber oxygenator eller annan plats i cirkeln
- LVAD patient: Tromb i LVAD

Diagnos

- **Fritt Hb (plasma Hb)** > 0,5 g/L: normalt <0,1 g/L. Detta tas två gånger/vecka
- **Lågt Haptoglobin** <0,24 g/L: Haptoglobin tar hand om det fria hemoglobinet och sjunker därför innan fritt Hb stiger
- **LD:** På LVAD patient
- **Bilirubin:** Vid högt bilirubin måste hemolys uteslutas

Behandling ECMO



Effekter som fritt Hb har på olika organsystem.

Doknr. i Barium	Giltigt fr.o.m	Version
Error! Unknown document property name.	Error! Unknown document property name.	Error! Unknown document property name.

RUTIN Error! Unknown document property name.

- Sänk varvtal till 3000-3500 varv/min[29]
- Åtgärda eventuell fastsugning



Doknr. i Barium Error! Unknown document property name.	Giltigt fr.o.m Error! Unknown document property name.	Version Error! Unknown document property name.
---	--	---

RUTIN Error! Unknown document property name.

- Byt oxygenator/cirkel
- Kanylera om till bättre kanyler
- Plasmaferes kan till viss del ta bort fritt Hb

Antibiotika

ECMO: Inj Tazocin 4g x 3 i två dygn

VAD: Inj Tazocin 4g x 3, Vanocomycin 1g x 2 samt Fluconazol 200 mg x 1 i två dygn. SweVAD eget protokoll.

Genomodlas måndagar och torsdagar

Provtagning generellt

Naturligtvis tas prover oftare vid behov.

Dagligen: Allmänna IVA-prover inklusive PK, APTT, Antitrombin (>0,8)

Måndagar och Torsdagar: Odling, ROTEM, plasma Hb (om högt kontrollera Haptoglobin)

Smärtlindring och ångestbehandling långtidsassist

OBS! Biverkningar och kontraindikationer är inte dokumenterade här, var god se FASS.

Grundmedicinering

T. Oxycontin (Oxikodon) 5-15 mg x 2, depottablett

T. Panodil (Paracetamol) 1g x 4

Smärtgenombrott

T. Oxynorm (Oxikodon) 5-10 mg

Inj. Morfin 2,5-5 mg iv alt **inj. Oxynorm** 2,5 – 5 mg iv

Inj. Morfin 1mg = inj. Oxynorm 1 mg

Om patienten kräver mycket extra Morfin eller Oxynorm bör man öka grundmedicineringen Oxycontin

Tilläggs-medicinering

T. Mirtazapin (Mirtazapine) 15-30 mg tn. Sederande samt ångestdämpande

T. Zyprexa (Olanzapin) 2,5-5 mg x 1-2. Vid ångest och konfusion

T. Quetiapin 50-100 mg till natten. Vid ångest och konfusion, sederande. OBS kan ge leverpåverkan och påverka Warandosering

T. Oxascand (Oxazepam): 5-15 mg vb. Ångestdämpande

T. Klonidin 75 ug x 3-4. Opioidsparande effekt, ångestdämpande

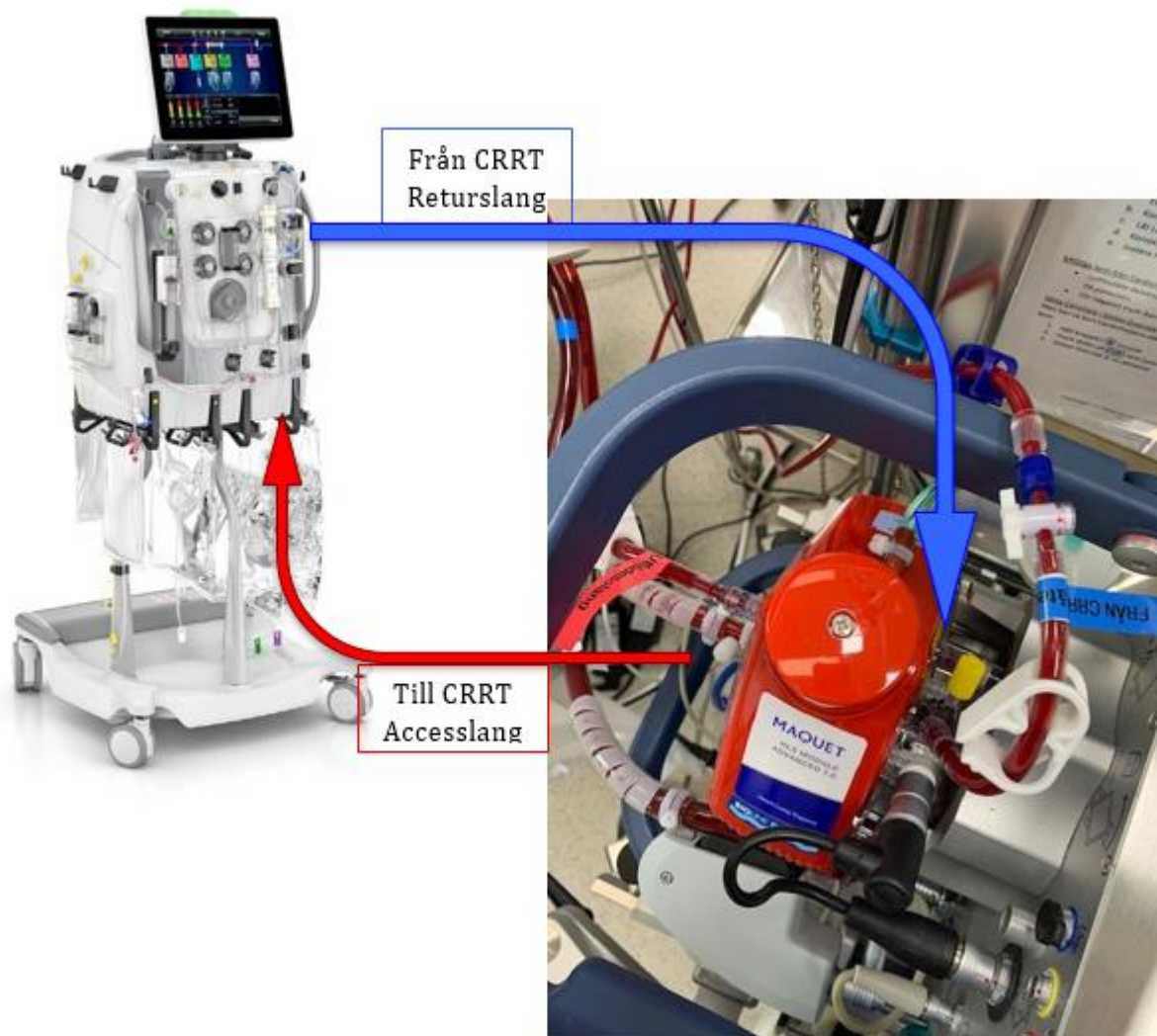
T. Lyrica (Pregabalin): 25 mg x 2, kan ökas med 25 mg per dostillfälle och dygn, måldos: (75)-150 mg x 2. Mot neurogen smärta men har även opioidsparande och ångestdämpande effekt.

Doknr. i Barium Error! Unknown document property name.	Giltigt fr.o.m Error! Unknown document property name.	Version Error! Unknown document property name.
---	--	---

RUTIN Error! Unknown document property name.

CRRT på Cardiohelp

CRRT kan kopplas till Cardiohelpens oxygenator. Den tar blod som gått genom oxygenatorn och ger tillbaka mellan pumpen och oxygenatorn. På detta sätt är det övertryck vid kopplingarna och luft kan inte sugas in i ECMO-kretsen. Heparin ges till patienten som vanligt vid ECMO-behandling och inte i CRRT-apparaten. Till- och frånkoppling av CRRT till Cardiohelp utförs av IVA-sjuksköterska som har fått utbildning, läkare eller perfusionist. Man får aldrig spola in något i de märkta förlängningarna som sitter på oxygenatorn utan endast dra ut (slaska). Inkoppling görs på övertryckssida, så om man vrider kranarna fel kan det spruta ut blod men inte sugas in luft.



Doknr. i Barium	Giltigt fr.o.m	Version
Error! Unknown	Error!	Error!
document property	Unknown	Unknown
name.	document	document
	property	property
	name.	name.

RUTIN Error! Unknown document property name.

Doknr. i Barium Error! Unknown document property name.	Giltigt fr.o.m Error! Unknown document property name.	Version Error! Unknown document property name.
---	--	---

RUTIN Error! Unknown document property name.

Inkoppling av CRRT:

CRRT ska vara primad och klar för start innan koppling till ECMO:n.
Har CRRT varit fränkopplad > 3 minuter måste det dras slask från de märkta förlängningarna på ECMO:n innan CRRT kopplas.
Heparin ska ges intravenöst via CVK, inte via CRRT.



Kontrollera att tvåvägskranen och klämman är stängd mot ECMO:n.



Koppla på en 20 ml luerlock-spruta



Dra slask:
Öppna kranen &



Stäng kranen och klämman mot ECMO:n



Koppla loss luerlock-sprutan och anslut CRRT:n



Upprepa på andra skänkeln.
Öppna kranarna och "Starta behandling" på CRRT.

Doknr. i Barium Error! Unknown document property name.	Giltigt fr.o.m Error! Unknown document property name.	Version Error! Unknown document property name.
---	--	---

RUTIN Error! Unknown document property name.

Bortkoppling av CRRT:

Låt blodet som står i förlängningarna från ECMO:ns oxygenator vara kvar, spola absolut inte. Ge inte DuraLoc. Om du önskar att returnera blodet från CRRT:n kan det göras enligt sedvanlig rutin, förutsatt att inte filtret har "clottat"



Avsluta CRRT-behandlingen. Stäng kranen mot ECMO:n och



Koppla bort CRRT-slangen och sätt på en kork

CRRT på ECMO, att tänka på

Tryckgränser CRRT:

- Accessflöde: -250 till +450 mmHg (förlarm vid +300 mmHg)
- Returflöde: -50 till + 350 mmHg

Om det är problem att köra CRRT:n: Kontrollera att inte P-int och P-art på ECMO:n är så höga att CRRT:n får svårt att hålla sig under + 450 mmHg. Värdera i så fall ECMO:n, dess tryck och flöden.

Doknr. i Barium Error! Unknown document property name.	Giltigt fr.o.m Error! Unknown document property name.	Version Error! Unknown document property name.
---	--	---

RUTIN Error! Unknown document property name.

Avslut

Avslut av extrakorporeal behandling ska anpassas till den aktuella situationen. Rent tekniskt stängs larmen av på ECMO:n, flödet sänks och slangarna klampas.

Avliden patient

Central korttidsassist och Excor

När patient med centralt kanylerad korttidsassist avlider måste man ta ställning till hur man ska göra med kanylerna. Kanylerna kan få vara kvar inne i kroppen, däremot bör inga slangar vara kvar på utsidan. Det finns tre olika sätt att gå till väga. Överväg först om patienten ska obduceras.

1. Patologen tar bor slangar

Klampa med fyra slangpeanger artär och ven strax utanför hudplanet. Klipp mellan peangerna och koppla ihop artär och venslang i en båge. Lossa peangerna. Skriv remiss till patologen och be att de tar bort kvarvarande slang. Gör alltid så här om patienten ska obduceras, patologen kan dock hjälpa till även om patienten inte ska obduceras.

2. Klipp slangar i hudplan

- Lagg ECMO-system i gul låda, klipp hål på slang så slangarna töms på blod
- Klipp med stark sax eller tång av ECMO-slangarna precis under hudplanet
- Sug under tiden ut eventuellt blod som står kvar i slangarna och hjärtat och stoppa en kompress eller liknande i slangarna för att hindra framtida läckage via slangarna
- Suturera ihop huden

3. Ta bort slangar centralt

På TIVA eller operation öppnas sternum, slangarna tas bort och sternum och hud sys ihop. Operationsköterska assisterar

HeartMate 3

De flesta patienterna bör obduceras, då sköter patologen omhändertagandet. Om patienten inte ska obduceras kan assisten lämnas kvar i kroppen; den klarar kremering utan att explodera enligt tillverkaren. Godkänt av begravningschefen i Göteborg. Klipp av drivlinan under hudplanet och sy ihop.

Doknr. i Barium Error! Unknown document property name.	Giltigt fr.o.m Error! Unknown document property name.	Version Error! Unknown document property name.
---	--	---

RUTIN Error! Unknown document property name.

Referenser

Innehållet i detta kompendium kommer från många olika håll. Det har varit ohållbart att ange referens vid varje rekommendation. Mycket av grunderna kommer från ELSO:s rekommendationer och dess böcker, manualer från tillverkare och föreläsningar från ECLS- och VAD-kongresser. Några är nämnda nedan. Efter detta kommer specifika referenser inlagda i bokens text.

1. Annich GM et al. **ECMO, Extracorporeal Cardiopulmonary Support in Critical Care, 4th Edition.** ELSO; 2012. ISBN 978-0-9656756-4-2.
 2. Short et al. **ECMO Specialist Training Manual, 3rd Edition.** ELSO; 2010. ISBN 978-0-9656756-3-5.
 3. **General Guidelines for all ECLS Cases, Version 1:1.** Ann Arbor, MI: Extracorporeal Life Support Organization; 2009
 4. **ELSO Patient Specific Supplements to the ELSO General Guidelines.** In.: ELSO; 2009
-
1. Peek GJ, Mugford M, Tiruvoipati R, Wilson A, Allen E, Thalanany MM, Hibbert CL, Truesdale A, Clemens F, Cooper N *et al*: **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, **374**(9698):1351-1363.
 2. Chen YS, Lin JW, Yu HY, Ko WJ, Jerng JS, Chang WT, Chen WJ, Huang SC, Chi NH, Wang CH *et al*: **Cardiopulmonary resuscitation with assisted extracorporeal life-support versus conventional cardiopulmonary resuscitation in adults with in-hospital cardiac arrest: an observational study and propensity analysis.** *Lancet* 2008, **372**(9638):554-561.
 3. Conrad SA, Rycus PT: **Extracorporeal membrane oxygenation for refractory cardiac arrest.** *Annals of cardiac anaesthesia* 2017, **20**(Supplement):S4-s10.
 4. Yannopoulos D, Bartos JA, Martin C, Raveendran G, Missov E, Conterato M, Frascone RJ, Trembley A, Sipprell K, John R *et al*: **Minnesota Resuscitation Consortium's Advanced Perfusion and Reperfusion Cardiac Life Support Strategy for Out-of-Hospital Refractory Ventricular Fibrillation.** *Journal of the American Heart Association* 2016, **5**(6).
 5. Taccone FS, Fagnoul D, Rondelet B, Vincent JL, de Backer D: **Cerebral oximetry during extracorporeal cardiopulmonary resuscitation.** *Crit Care* 2013, **17**(1):409.
 6. Maekawa K, Tanno K, Hase M, Mori K, Asai Y: **Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation for patients with out-of-hospital cardiac arrest of cardiac origin: a propensity-matched study and predictor analysis.** *Crit Care Med* 2013, **41**(5):1186-1196.
 7. Mosca M, Weinberg A: **The Need to Develop Standardized Protocols for the Timing of Extracorporeal Membrane Oxygenation Initiation among Adult**

Doknr. i Barium	Giltigt fr.o.m	Version
Error! Unknown	Error!	Error!
document property	Unknown	Unknown
name.	document	document
	property	property
	name.	name.

RUTIN Error! Unknown document property name.

Patients in Cardiac Arrest: A Case Study. *J Extra Corpor Technol* 2014, **46**(4):305-309.

Doknr. i Barium Error! Unknown document property name.	Giltigt fr.o.m Error! Unknown document property name.	Version Error! Unknown document property name.
---	--	---

RUTIN Error! Unknown document property name.

8. Ryu JA, Cho YH, Sung K, Choi SH, Yang JH, Choi JH, Lee DS, Yang JH: **Predictors of neurological outcomes after successful extracorporeal cardiopulmonary resuscitation.** *BMC Anesthesiol* 2015, **15**:26.
9. Lazzeri C, Valente S, Chiostrri M, Gensini GF: **Clinical significance of lactate in acute cardiac patients.** *World journal of cardiology* 2015, **7**(8):483-489.
10. Nolan JP, Soar J, Cariou A, Cronberg T, Moulaert VR, Deakin CD, Bottiger BW, Friberg H, Sunde K, Sandroni C: **European Resuscitation Council and European Society of Intensive Care Medicine Guidelines for Post-resuscitation Care 2015: Section 5 of the European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015.** *Resuscitation* 2015, **95**:202-222.
11. Soar J, Callaway CW, Aibiki M, Bottiger BW, Brooks SC, Deakin CD, Donnino MW, Drajer S, Kloeck W, Morley PT *et al*: **Part 4: Advanced life support: 2015 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science with Treatment Recommendations.** *Resuscitation* 2015, **95**:e71-e120.
12. Nielsen N, Wetterslev J, Cronberg T, Erlinge D, Gasche Y, Hassager C, Horn J, Hovdenes J, Kjaergaard J, Kuiper M *et al*: **Targeted temperature management at 33 degrees C versus 36 degrees C after cardiac arrest.** *N Engl J Med* 2013, **369**(23):2197-2206.
13. Horn J, Cronberg T, Taccone FS: **Prognostication after cardiac arrest.** *Curr Opin Crit Care* 2014, **20**(3):280-286.
14. Westhall E, Rossetti AO, van Rootselaar AF, Wesenberg Kjaer T, Horn J, Ullen S, Friberg H, Nielsen N, Rosen I, Aneman A *et al*: **Standardized EEG interpretation accurately predicts prognosis after cardiac arrest.** *Neurology* 2016, **86**(16):1482-1490.
15. Lee BK, Jeung KW, Lee HY, Jung YH, Lee DH: **Combining brain computed tomography and serum neuron specific enolase improves the prognostic performance compared to either alone in comatose cardiac arrest survivors treated with therapeutic hypothermia.** *Resuscitation* 2013, **84**(10):1387-1392.
16. Metter RB, Rittenberger JC, Guyette FX, Callaway CW: **Association between a quantitative CT scan measure of brain edema and outcome after cardiac arrest.** *Resuscitation* 2011, **82**(9):1180-1185.
17. Rich PB, Awad SS, Crotti S, Hirschl RB, Bartlett RH, Schreiner RJ: **A prospective comparison of atrio-femoral and femoro-atrial flow in adult venovenous extracorporeal life support.** *J Thorac Cardiovasc Surg* 1998, **116**(4):628-632.
18. Smedira NG, Moazami N, Golding CM, McCarthy PM, Apperson-Hansen C, Blackstone EH, Cosgrove DM, 3rd: **Clinical experience with 202 adults receiving extracorporeal membrane oxygenation for cardiac failure: survival at five years.** *J Thorac Cardiovasc Surg* 2001, **122**(1):92-102.
19. Stainback RF, Estep JD, Agler DA, Birks EJ, Bremer M, Hung J, Kirkpatrick JN, Rogers JG, Shah NR: **Echocardiography in the Management of Patients with Left**

Doknr. i Barium	Giltigt fr.o.m	Version
Error! Unknown	Error!	Error!
document property	Unknown	Unknown
name.	document	document
	property	property
	name.	name.

RUTIN Error! Unknown document property name.

Ventricular Assist Devices: Recommendations from the American Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 2015, **28**(8):853-909.

Doknr. i Barium Error! Unknown document property name.	Giltigt fr.o.m Error! Unknown document property name.	Version Error! Unknown document property name.
---	--	---

RUTIN Error! Unknown document property name.

20. Fitzpatrick JR, 3rd, Frederick JR, Hiesinger W, Hsu VM, McCormick RC, Kozin ED, Laporte CM, O'Hara ML, Howell E, Dougherty D *et al*: **Early planned institution of biventricular mechanical circulatory support results in improved outcomes compared with delayed conversion of a left ventricular assist device to a biventricular assist device.** *J Thorac Cardiovasc Surg* 2009, **137**(4):971-977.
21. Morgan JA, John R, Lee BJ, Oz MC, Naka Y: **Is severe right ventricular failure in left ventricular assist device recipients a risk factor for unsuccessful bridging to transplant and post-transplant mortality.** *Ann Thorac Surg* 2004, **77**(3):859-863.
22. Nahumi N, Jorde U, Uriel N: **Slope calculation for the LVAD ramp test.** *J Am Coll Cardiol* 2013, **62**(22):2149-2150.
23. Uriel N, Han J, Morrison KA, Nahumi N, Yuzefpolskaya M, Garan AR, Duong J, Colombo PC, Takayama H, Thomas S *et al*: **Device thrombosis in HeartMate II continuous-flow left ventricular assist devices: a multifactorial phenomenon.** *J Heart Lung Transplant* 2014, **33**(1):51-59.
24. **ELSO Patient Specific Supplements to the ELSO General Guidelines.** In.: ELSO; 2009: 1-24.
25. MacLaren G, Butt W, Best D, Donath S: **Central extracorporeal membrane oxygenation for refractory pediatric septic shock.** *Pediatric critical care medicine : a journal of the Society of Critical Care Medicine and the World Federation of Pediatric Intensive and Critical Care Societies* 2011, **12**(2):133-136.
26. Rastan AJ, Lachmann N, Walther T, Doll N, Gradistanac T, Gommert JF, Lehmann S, Wittekind C, Mohr FW: **Autopsy findings in patients on postcardiotomy extracorporeal membrane oxygenation (ECMO).** *Int J Artif Organs* 2006, **29**(12):1121-1131.
27. Schaer DJ, Buehler PW, Alayash AI, Belcher JD, Vercellotti GM: **Hemolysis and free hemoglobin revisited: exploring hemoglobin and hemin scavengers as a novel class of therapeutic proteins.** *Blood* 2013, **121**(8):1276-1284.
28. Mehra MR, Stewart GC, Uber PA: **The vexing problem of thrombosis in long-term mechanical circulatory support.** *J Heart Lung Transplant* 2014, **33**(1):1-11.
29. Toomasian JM, Bartlett RH: **Hemolysis and ECMO pumps in the 21st Century.** *Perfusion* 2011, **26**(1):5-6.

Doknr. i Barium Error! Unknown document property name.	Giltigt fr.o.m Error! Unknown document property name.	Version Error! Unknown document property name.
---	--	---

RUTIN Error! Unknown document property name.

Akutrutiner

Generella riktlinjer

Kammarflimmer - pumpen går

VAD/ECMO fortsätter att pumpa runt blodet. Om patienten har en LVAD kommer blodet åka genom lungorna med fontancirkulation. Defibrillera till sinusrytm.

Pumpstopp (inget flöde) - har hjärtrytm: generellt

1. Försök få hjärtat att ta över cirkulationen med inotropi, adrenalin 0,01 och 0,1 mg/ml, ev infusion.
2. Förhindra backflöde via pumpen
 - Vid ECMO: klampa röd slang så att inte blodet åker baklänges genom ECMO:n (= då svårt att få blodtryck)
 - Mycket blod kommer backa via en HeartMate som stannat
 - Excor bör stanna blodet med sina klaffar
3. Hjärtmassage kan hjälpa patienter med perifert kaylerad ECMO som stannat om man har klampat röd slang från ECMO:n och adrenalin inte hjälper.
 - Undvik HLR vid centrala kanyleringar pga hög kanyldislokationsrisk

Rotaflow / Cardiohelp suger fast

Cardiohelp brukar inte suga fast helt. Om den suger fast, varvar den ner spontant och släpper därmed kärlväggen. Om den har fastsugningstendens:

1. Tippa patienten och fyll
2. Sänk varvtalet till Cardiohelp/Rotaflow släpper
3. Öka varvtalet

Pumpstopp vid VA-ECMO

A. Pump/oxygenator är full med luft

- Klampa röd slang på ECMO:n
- Tippa patienten och ge 100 % syrgas i respiratorn
- Titra adrenalin 0,01 mg/ml eller 0,1 mg/ml så att patienten återfår cirkulation
- Åtgärda venkanyl som dislocerats eller koppling som lossat
- Byt till redan primad ny ECMO

B. Elfel (Cardiohelp/Rotaflow är död), sensorfel Cardiohelp

- Klampa röd slang på ECMO:n
- Tippa patienten och ge 100 % syrgas i respiratorn
- Sätt i ECMO:ns kontakt. Försök starta ECMO:n
- Handveva ECMO:n

Doknr. i Barium Error! Unknown document property name.	Giltigt fr.o.m Error! Unknown document property name.	Version Error! Unknown document property name.
---	--	---

RUTIN Error! Unknown document property name.

- Hämta in en annan Cardiohelp/Rotaflow från perfusionistförrådet (som inte har ECMO-slangar på sig). Starta denna och koppla in det befintliga ECMO-setet till den nya ECMO:n

C. Inget flöde men inget av A eller B

Möjliga orsaker:

- ✓ Tromb i kanyl, slang eller pump/oxygenator
- ✓ Kanyldislokation
- ✓ Tamponad
- Kontrollera att kanyler inte dislocerats
- Tippa patienten och ge 100 % syrgas i respiratorn
- Sänk varvtalet till 1500 varv/minut, öka det sedan långsamt och se om du kan återfå någon form av flöde. Om du får lite flöde, ha kvar detta. Om inget flöde går att få, klampa röd slang.
- Titrera adrenalin 0,01 mg/ml eller 0,1 mg/ml så att patienten återfår OK cirkulation
- Utred orsak till stoppet och åtgärda:
 - ✓ Byt ECMO
 - ✓ Justera/byt kanyl
 - ✓ Utrym tamponad

Pumpstopp vid VV-ECMO

Optimera respirationen (100 % syrgas i respiratorn, optimalt PEEP)

Cirkulationen primärt opåverkad

- Om luft i ECMO:n: Klampa röd slang, evakuera sedan luft* enligt nedan
- Om elfel: Försök starta om/sätt i kontakt. Om inte startar: handveva och byt sen till ny Cardiohelp med det gamla ECMO-setet kvar
- Inget flöde men inget av A eller B:

Möjliga orsaker:

- ✓ Tromb i pump, kanyl eller slang
- ✓ Kanyldislokation
- Tippa patienten.
- Sänk varvtalet till 1500 varv/minut, öka det sedan långsamt och se om du kan återfå någon form av flöde. Om du får lite flöde, ha kvar detta. Om inget flöde går att få, klampa röd slang.
- Utred orsak till stoppet och åtgärda

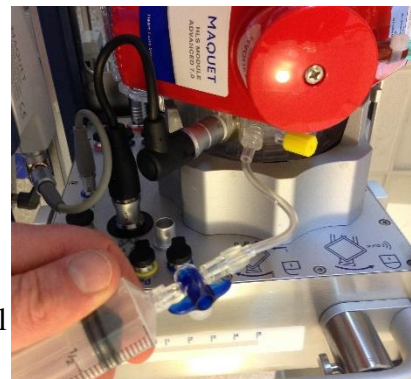
Doknr. i Barium Error! Unknown document property name.	Giltigt fr.o.m Error! Unknown document property name.	Version Error! Unknown document property name.
---	--	---

RUTIN Error! Unknown document property name.

*Evakuera luft från Cardiohelp




Får endast utföras på VV-ECMO av person som är van med åtgärden.
Cardiohelp på 1500 varv/minut.

1. Se till att artärkanylen är klampad på sådant sätt att ingen luft finns mellan klampen och patienten.
2. Höj sängen så patienten är klart högre än ECMO:n, tippa huvudet nedåt
3. Åtgärda orsaken till att luften kommit in i systemet
4. Evakuera luften genom att:
 - a. Koppla en 50 ml spruta till en av de 10 cm förlängningar som sitter på oxygenatorn för att kunna köra CRRT. Aspirera sedan ut all luft med sprutan sekventiellt (aspirera, vrid kranen och töm i kärl, aspirera mer ... osv)
 - b. Se till att artärslang, venslang, pump och oxygenator blir luftfria.
5. Släpp klampen på röd slang extremt långsamt och se att det fortsatt förblir luftfritt; öka varvtalet sakta och ha koll så att ingen luft kommer till artärslangen



Hur aktiveras "Global Override" på Cardiohelp

Med Global Override tar du bort Cardioheplens säkerhetsfunktioner, vilket kan vara nödvändigt att göra för att lösa problem om Cardiohelpen stannat. Den blir då som en Rotaflow. Dessutom accepterar den att blodet går baklänges genom ECMO:n. Kontakta alltid perfusionistjouren om du tvingats göra detta.

- Håll knappen  intryckt
- Tryck sedan på  som byter färg till 
- Global Override är aktiverat. För att avaktivera: tryck på röd knapp igen



Doknr. i Barium Error! Unknown document property name.	Giltigt fr.o.m Error! Unknown document property name.	Version Error! Unknown document property name.
---	--	---

RUTIN Error! Unknown document property name.

Cardiohelps funktion "Förhindrande av återflöde"

När flödet går baklänges genom Cardiohelpen aktiveras "Förhindrande av återflöde" om den inte satts i Global Override läge.

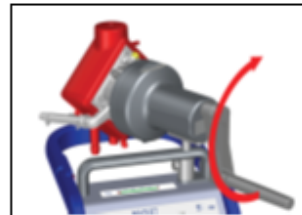
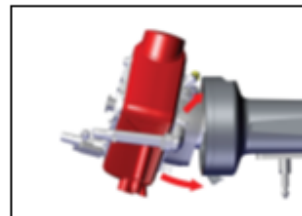
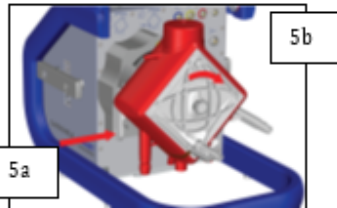
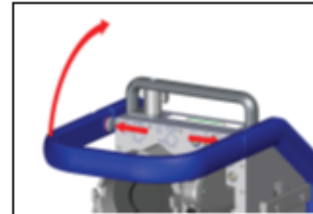
För att komma ur detta måste man skruva upp varvtalet till ca 2000 varv/min och sedan trycka på "0 l/min"-knappen



Handveva Cardiohelp

Två personer utför momenten nedan, en läser checklisten och en utför momenten.

1. Ta fram peang och klampa på slang till patient (röd).
2. Öppna skyddsbygeln. Gör så här:
 - Tryck på spärrarna på insidan av bygeln
 - Fäll upp bygeln
 - Se till att spärrarna hakar i ordentligt
3. Lossa den svarta kabeln uppe på Oxygentorn
4. Ta bort det venösa mät huvudet från mätcellen. Gör så här:
 - Tryck in den runda knappen på mät huvudet
 - Lossa därefter mät huvudet
5. Lossa oxygenatorn. Gör så här:
 - På vänster sida sitter en spär|
 - Tryck spärren mot mitten [5a].
 - Vrid oxygenatorn lite medsols [5b].
 - Lossa oxygenatorn
6. Montera oxygenatorn på handveven.
Gör så här:
 - Passa först in överdelen av oxygenatorn i låshaken på handveven [1].
 - Öppna den undre spärren på handveven [2] och fäst oxygenatorn i handveven
 - Släpp därefter den undre spärren för att fixera.
 - Oxygenatorn sitter nu fast
7. Fäll ut handtaget på veven, veva medsols, lysdioden på pum-pen visar varvtalet.
 - När varvtalet är så högt att grön lampa lyser → öppna klämman på artärsidan.
 - Veva så att lysdioden hela tiden är i det gröna området på skalan.



Doknr. i Barium Error! Unknown document property name.	Giltigt fr.o.m Error! Unknown document property name.	Version Error! Unknown document property name.
---	--	---

RUTIN Error! Unknown document property name.

Handveva Rotaflow



1. Klampa röd slang (artär)
2. Lossa centrifugalpumpen från sitt fäste
 - Lyft haken och ta ur pumpen
3. Passa in pumpen i handveven, ta tån nedåt
4. Fäll ut handtaget på veven, veva medsols
 - Lysdioden på pumpen visar varvtalet
 - När varvtalet är >1500 varv/min => öppna klämman på artärsidan
 - Veva så att lysdioden hela tiden är i det gröna området på skalan






Doknr. i Barium Error! Unknown document property name.	Giltigt fr.o.m Error! Unknown document property name.	Version Error! Unknown document property name.
---	--	---

RUTIN Error! Unknown document property name.

HeartMate 3 stannat

Rött hjärta lyser  och grön signal för pump på har slocknat  och ihållande ljudsignal
ELLER ihållande ljudsignal men inga varningslampor lyser på styrenheten

1. Ge **adrenalin** eller annan inotropi för att få patientens hjärta att ta över cirkulationen.
(Mycket blod kommer åka baklänges genom HeartMaten, som en stor aortainsufficiens.)
2. Kontrollera alla anslutningar: kontrollera att  pumpen är tillkopplad styrenheten och att  elkablarna är kopplade till batterier eller strömodul . Byt strömkälla. 
3. Tryck på någon av styrenhetens knappar: ett försök att starta pumpen

4. Byt **styrenhet**

- Öppna säkerhetsspärren på den trasiga styrenheten genom att vrida den ett kvarts varv motsols, så den röda knappen syns
- Tryck på den röda knappen och dra loss drivlinan från styrenheten
- Ta en ny styrenhet och anslut den till en strömkälla
- Rikta in pilen på drivlinans kontakt mot pilen på den nya styrenheten. För in kontakten tills den klickar fast
- Stäng säkerhetsspärren
- Fatta runt metalldelen på drivlinan och känn så drivlinan sitter fast ordentligt



Doknr. i Barium Error! Unknown document property name.	Giltigt fr.o.m Error! Unknown document property name.	Version Error! Unknown document property name.
---	--	---

RUTIN Error! Unknown document property name.

Excor stannat – handpumpa

Om drivenheten har slutat att fungera kan man behöva handpumpa. Gör då som följer.

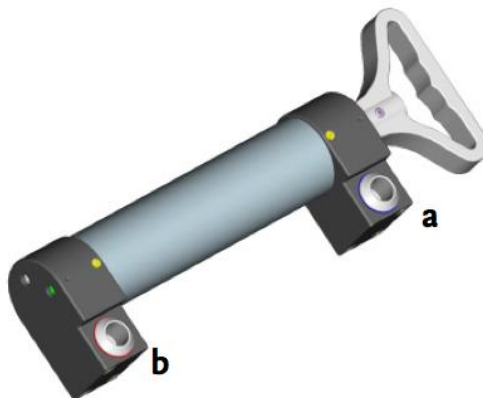
Ställ handpumpens handtag halvvägs utdragen

Lossa drivslangarna från drivenheten. För att göra det, ta tag i den räfflade kontakten och drag

Anslut slangen med blå markering på kontakten till blå kontakt på pumpen och röd till röd

Kontrollera att de sitter fast

Pumpa rytmiskt ca 60-80 slag/min. För pistongen hela vägen varje gång. Om du ser att det fungerar väl kan du efter ett tag minska pumputslagen något, så länge du ser att klockorna fyller och tömmer sig helt i varje pumptag



Doknr. i Barium Error! Unknown document property name.	Giltigt fr.o.m Error! Unknown document property name.	Version Error! Unknown document property name.
---	--	---

RUTIN Error! Unknown document property name.

Att tänka på vid rondning

Vid rondning av dessa patienter bör man även ta ställning till nedanstående, vid patologi gå till respektive avsnitt för att justera

Överväg dagligen om det inte är dags att weana denna patient

VV-ECMO

- Kontrollera så patienten inte är undercirkulerad
- Utvärdera om ECMO:n kan weanas (minska FiO₂ & svepgasflöde)

VA-ECMO

- Bilda dig en uppfattning om hur mycket hjärtat slår ut och därmed vilka delar av kroppen som perfunderas av vad – i patientens dubbla cirkulation
 - Uteslut att patienten är på väg in i dödens cirkel med högt wedge och stillastående blod.
 - Se samtidigt om du kan sänka ECMO-flödet något så att hjärtat lättare kan slå ut.
- Kontrollera att antikoagulantian är tillräcklig med tanke på stillastående/långsamt flödande blod
- Vid central kanylering: Om aortakanylens spets ligger i arcus aortae har patienten en dubbel cirkulation, såsom perifert kanylerad pat.

VA-ECMO med förmaksavlastning

- Kontrollera att det är flöde i förmaksventet

BIVAD

- Kontrollera hö-vä balans. Bra om wedge är något högre än CVP.

HeartMate

- Kontrollera att wedge är högre än CVP. Om inte åtgärda direkt!
- Har det varit många PI-event? Åtgärda.
- Håll MAP 70-80
- Utvärdera om pacemaker elektroderna kan dras innan PK 2,0 nås
- Waran på morgonen; ordinera för 1 ½ dygn när patienten går till HIA

Excor

- Fyller och tömmer sig klockorna bra?
- Utvärdera om pacemaker elektroderna kan dras innan PK 2,0 nås
- Waran på morgonen; ordinera för 1 ½ dygn när patienten går till HIA

Information om handlingen

Handlingstyp: Rutin

Gäller för: Verksamhet Thorax och kardiologi

Innehållsansvar: Bengt Redfors, (benre1), Överläkare

Godkänd av: Kristofer Skoglund, (krisk3), Verksamhetschef

Dokument-ID: SU9805-1593997-2010

Version: 7.0

Giltig från: 2025-05-27

Giltig till: 2027-05-26