

MCS; Ventricular Assist Device - VAD -Anestesi

Förändringar sedan föregående version

Uppdaterad i ny mall

Sammanfattning

Information om handläggning av patienter som får Ventricular Assist Device (VAD)

Innehållsförteckning

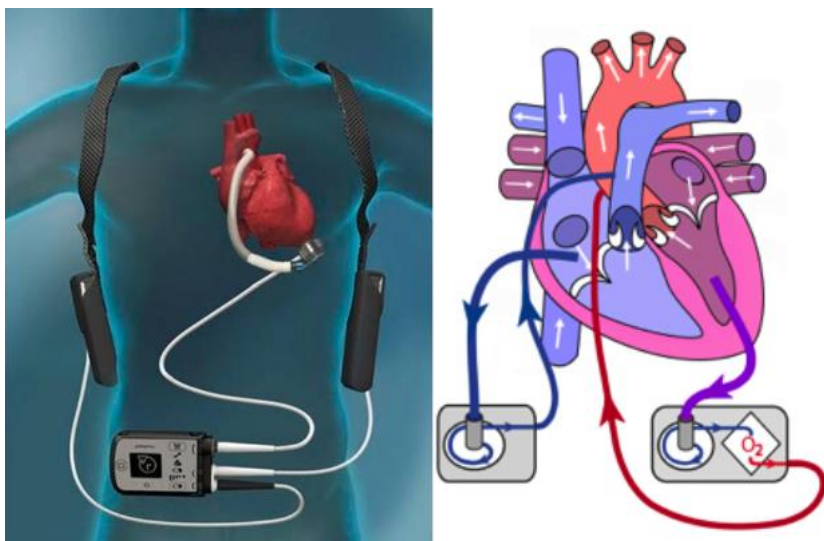
Förändringar sedan föregående version	1
Sammanfattning	1
Innehållsförteckning	1
Bakgrund och syfte	2
Utförande.....	3
LVAD (HeartMate 3)	6
BiVAD (Excor)	7
TEE	7
Relaterad information	10
Källförteckning	10

Bakgrund och syfte

Mekanisk långtidsassist används vid grav cirkulatorisk svikt (NYHA klass IIIB – IV) för att återställa påverkad organfunktion (njurar, lever, lungkärlsresistans) och för att få patienterna att överleva till transplantation. Assisten kan också läggas för livslång behandling, som destination therapy. Antingen så avlastas bara vänster kammare med en (LVAD: Left Ventricular Assist Device), eller så avlastas både höger och vänster kammare med en (BiVAD: Bi Ventrikular Assist Device). Vid valet mellan LVAD och BiVAD är den springande punkten om högerkammarens funktion är så god att höger kammare kan klara sig utan mekanisk assist.

I en LVAD drivs blodet fram av en elektriskt styrd impeller. Pumpen är liten och opereras in; drivlinan tunneleras och kommer ut på magen. I nuläget används HeartMate 3 hos oss. Eftersom höger kammare inte stöds mekaniskt behövs ofta högerkammarehjälpen i form av inotropi och lungkärlsdilatation vid LVAD-inläggning.

Vid behov av BiVAD använder vi Excor-systemet. Detta är ett extracorporealt system, med pneumatiskt drivna klockor som via speciella Excor-slangar är kopplade till hjärtat. Vid primäroperationen kopplas dock oftast Excorslangarna till två Rotaflow korttidsassistenter. Efter någon vecka när allt är stabilt byts korttidsassistenter mot Excorklockor. När en BiVAD läggs in avlastas både höger och vänster kammare, därför behövs oftast inte inotropi och lungkärlsdilatation vid ECC-avvecklingen.



Utförande

Vid operationsanmälan

- Narkosläkare och narkosköterska planerar
 - Läkemedel
 - Infarter
 - Övervakning
 - Specialutrustning
- Narkosläkare och thoraxkirurg planerar
 - Kanylering

Förberedelser på sal

- Ventilator: Funktionskontroll
- Defibrillator: Funktionstest
- 4-tryck
- Vattenpass för korrekt tryckmätning av CVP nivellerat mot främre axillarlinjen
- HemoSphere Monitor Swan-Ganz CCO / SvO₂ från TIVA
- NO apparat plus ventilatorslangar, vid LVAD
- Blodvärmare
- Warmtouch

Transfusionsförberedelser

- Blodvärmare med högflödeset

Övervakning och infarter

Överväg byte av befintliga centrala katetrar och artärnålar om de inte är helt nylagda

- 1 PVK i armven, helst 2.0, med 100 cm förlängning
- 1 PVK i fotven, helst 2.0, med två ihopkopplade 100 cm förlängningar
- 2 Artärnålar (arteria radialis och vä arteria femoralis)
- 4-lumen CVK, 20 eller 16 cm
- Inläggningsinstrument
- Swan Ganz kateter (CCO) (ev. rtg-genomlysning)

- Ev. Rapid infusion kateter (kan ersätta inläggningsinstrument)
- EKG 5-avledning
- INVOS (rSO₂)
- BIS
- TEE
- Temperaturmätning
- Defibrilleringsplattor, om reoperation eller arytmogen patient
- Pulsoximetri
- ETCO₂ mätning

Upplägning

- Operationen genomförs via sternotomi
- Ryggläge

Vätskor

- Ringer-Acetat via blodvärmare

Blodgruppering/Bastest

- Ja/Ja

Blod

- Nej

KAD

- Ja

Antibiotikaprofylax

Profylax ges 2 dygn från operationsstart

[MCS - Antibiotikaprofylax ECMO och VAD](#)

Läkemedel

- Propofol (10 mg/ml), 20 ml
- Fentanyl (50 µg/ml), 20 ml
- Esketamin 5 mg/ml, 10 ml, enbart på läkarordination

- Rocuronium (10 mg/ml), 5 ml
- Noradrenalin (0,01 mg/ml), 10 ml
- Efedrin (5 mg/ml), 10 ml
- Noradrenalin (0,1 mg/ml)
- Milrinon (0,2 mg/ml), vid LVAD
- Adrenalin (10 µg/ml), 10 ml
- Ev. Adrenalin infusion (0,05 mg/ml), vid LVAD
- NO förbereds och ställs i standby läge, vid LVAD
- Epoprostenol (Flolan) (10 000 ng/ml) inhalation, enbart på läkarordination
- Glykemisk kontroll: Vg se PM Insulininfusion
- Tranexamsyra 2 g IV före operationsstart. Samma dos upprepas efter maskinavgång
- Heparin (5000 E/ml), 350 E/kg före start ECC (ACT > 480 sec)
- Protamin (10 mg/ml), 1 mg/100 E Heparin – ges efter avveckling av ECC (ACT <130 sec)

Anestesi

- Kontrollera blodgas (PaCO₂ och BE)
- Induktion:
 - Preoxygenering i 5 minuter med 100 % O₂
 - Påbörja ev. Noradrenalininfusion (i perifer ven) och håll MAP > 65–70 mmHg
 - Fentanyl, Propofol och ev. Esketamin IV
 - Rocuronium
 - Oral tub (7 eller 8)
 - Kontrollera blodgas
- Underhåll av anestesi:
 - Fentanyl (50 µg/ml) i upprepade doser
 - Före ECC Sevofluran
 - Under ECC Sevofluran i maskin alt TIVA Propofol (20 mg/ml)
 - Efter ECC Sevofluran eller TIVA Propofol

- Ventilation:
 - VKTS
 - Tidal volym 6–8 ml/kg
 - Topptryck <30 cm H₂O
 - FiO₂ 100 % strax före kanylering
- Inotropi/Vasopressor:
 - En kombination av noradrenalin och milrinon/levosimendan vid behov före ECC

LVAD (HeartMate 3)

Dagarna före op

- Patienterna skall vara ordentligt urvätskade
- Eventuellt kan Levosimendan ges.

Inför ECC-avveckling

- Bra med CO₂ i såret under ECC för att minska risken för luft i höger coronarkärl
- Förbered med inotropi (milrinon) och vasopressor enligt allmän rutin (tillägg av låg dos adrenalin <0,1 ug/kg/min kan vara bra)
- Minska PVR genom att starta NO eller Flolan

ECC-avveckling

- Kirurgen luftar ur varefter HeartMate startas. Kontrollera att vänster hjärthalva är helt urluftad.
- Varvtalet ökas sedan långsamt samtidigt som ECC weanas.
- För att bestämma lagom flöde tar man hjälp av
 - UCG: Följ fyllnad, kontrollera vänsterkammarkanylens läge
 - Målet är att vänster kammare ska se relativt utspänd ut och fortsätta slå ut lite, allt för att behålla höger kammares tidigare form. Septum ska deviera lätt åt höger eller stå rak i medellinjen, men får INTE deviera åt vänster kammare.

- Fyllnadstryck
 - CVP mellan 10 och 16
 - Håll wedge något högre än CVP. Vid wedge <CVP, sänk varvtal. Om wedge är markant högre än CVP talar det för att varvtalet kan höjas
- Hemodynamik
 - Totala blodflödet styrs av vad höger kammare klarar pumpa med inotropi och lungkärlsdilatation
 - Normalt brukar man kunna öka HeartMatens varvtal till till (4600-) 4800 – 5000 varv/min på operation
- Om cardiac index är <2,0 liter/min/m² och CVP>(18-)20 mmHg
 - Lagg temporär RVAD / Protect Duo innan patienten lämnar operation. Bättre outcome om man lägger detta tidigare än sent.

BiVAD (Excor)

ECC-avveckling

- Efter att Excorkanylerna är insydda weanas hjärtlungmaskinen samtidigt som BiVAD:en sakta startas
- Patienten behöver ofta vasopressor men inte inotropi eller lungkärlsdilatation
- Kontrollera och ställ in balansen mellan höger och vänsterassisten med hjälp av wedge och UCG i enlighet med riktlinjer i ”ECMO och VAD medicinskt omhändertagande”

Postoperativ smärtlindring

- Se PM postoperativ smärtlindring

TEE

Pre LVAD-implantation

Syfte: Bekräfta tidigare ekocardiografiska 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
- **Aortaklaff:** Håll MAP > 70 mmHg för att bedöma AI
- OBS: > mild AI, mekanisk klaffprotes
- **Mitralklaff:**
- OBS: ≥ moderat mitralstenos, mekanisk klaffprotes
- **Pulmonalklaff:**
- OBS > mild pulmonalisstenos, ≥ pulmonalisinsufficiens
- **Tricuspidalklaff:**
- Tricuspidalisinsufficiens (TI)
- OBS: ≥ moderat tricuspidalisinsufficiens, > mild tricuspidalisstenos
- **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 (pumpobstruktion eller för lågt pumpflöde)
- **Inflödeskanyl:**



- Position, riktning OK?
- Flöde: hastighet och profil (PWD/CW/CFD)
- normalt: laminärt unidirektionellt flöde VK→inflödeskanyl.
Hastighet $\leq 1,5$ 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
- **Mitralklaff:**
- Uteslut att inflödeskanylen påverkar submitral klaffapparat
- Grad av MI
- **Pulmonaliisklaff:**
- RVOT VTI/slagvolym
- **Tricuspidalklaff:**
- Tricuspidalisinsufficiens (TI), Skatta systoliskt PA tryck
- OBS: \geq moderat TI
- **Aorta:**
- Utesluta iatrogen dissektion
- **Utflödesgraft:**
- Försök att identifiera conduit förlopp intill HK/HF inklusive flödesprofil
- **Utflödesgraft→Aorta anastomos:**
- Beskriv flödesprofil med CFD och PWD/CWD
- OBS: “Knickbildning”. Flödeshastighet $> 2\text{m/s}$ framför allt när sternum är stängd

Relaterad information

[MCS - Antibiotikaproylax ECMO och VAD](#)

[Läkemedel - Insulininfusion](#)

Källförteckning

- Redfors B. ECMO & VAD – medicinskt omhändertagande. PM TOP/TIVA, SU/Sahlgrenska.
- 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.

- 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.

Information om handlingen

Handlingstyp: Rutin

Gäller för: Verksamhet Thorax och kardiologi

Innehållsansvar: Bengt Redfors, (benre1), Överläkare

Godkänd av: Kristofer Skoglund, (krisk3), Verksamhetschef

Dokument-ID: SU9805-1593997-3672

Version: 1.0

Giltig från: 2026-04-09

Giltig till: 2028-04-01