

Gäller för: Verksamhet Thorax och kardiologi

Giltig från: 2025-04-29

Innehållsansvar: Mattias Danielsson, (matda5), Överläkare

Giltig till: 2027-04-29

Godkänd av: Kristofer Skoglund, (krisk3), Verksamhetschef

# Hjärtkirurgi elektiv - CABG, AVR, MVR - Anestesi

## Revideringar i denna version

div

## Innehållsförteckning

Hjärtkirurgi elektiv - CABG, AVR, MVR - Anestesi	1
Revideringar i denna version	1
Innehållsförteckning	1
Arbetsbeskrivning	1
TIPS vid 4 diagnoser	7
Relaterad information	10
Referenser	10
Granskare/arbetsgrupp	11

## Arbetsbeskrivning

### Hur undviker man myokardischemi?

- Öka tillförsel av O<sub>2</sub>
  - Tillförsel av O<sub>2</sub> = Blodflöde x O<sub>2</sub> innehåll
  - Blodflöde
    - Blodflödet beror på HR (längden av diastole)
    - Koronart perfusionstryck (DAP- LVEDP)
    - Koronar vaskulär resistans (metabolism)

- Blodets viskositet
- O<sub>2</sub> innehåll
  - Hb och SaO<sub>2</sub>
- Minska syrgasbehovet
- Undvik takykardi,
- Upprätthåll fysiologisk väggtonen (SAP)
  
- Högt blodtryck ger högre diastoliskt tryck och bättre koronarperfusion och O<sub>2</sub> tillförsel, men generering av ökat systoliskt tryck medför också ökad O<sub>2</sub> behov
- Inotropa droger ökar myokardiets O<sub>2</sub> behov p.g.a. ökad kontraktilitet och hjärtfrekvens
- Inodilatorer (milrinon och levosimendan) påverkar inte myokardiets O<sub>2</sub> förbrukning nämnvärt

### **Förberedelser på sal**

- Ventilator: Funktionskontroll
- Defibrillator: Funktionstest
- 2–3-tryck
- Ev Blodvärmare (re-op eller ökad blödningsrisk av annat skäl)
- Warmtouch
- Läkemedel: Se nedan

### **Premedicinering**

- Vg se PM Premedicinering

### **Övervakning och infarter**

- 1–2 PVK, helst 2.0 med 100 cm förlängning
- 1–2 Artärnålar för tryckmätning
- Trilumen CVK (16 eller 20 cm)
- EKG 5 avledning
- Ev. cerebral oximetri (rSO<sub>2</sub>) vid behov
- BIS
- TEE
- Pulsoximetri
- ETCO<sub>2</sub> mätning
- Temperaturmätning

## Uppläggning

- Ryggläge
- Vid reoperation: Defibrilleringsplattor (i värmeskåpet)
- Vid Radialisgraft, se separat PM om uppläggning

## Vätskor

- Kristalloid

## Blodgruppering/Bastest

- Ja/Ja

## KAD

- Ja

## Antibiotikaprofylax

- Vg se PM Antibiotikaprofylax

## Läkemedel

- Propofol (10 mg/ml)
- Fentanyl (50 µg/ml)
- Rocuronium (10 mg/ml)
- Propofol (20 mg/ml), 50 ml i sprutpump
- Noradrenalin (0,01 mg/ml)
- Ev. Efedrin (5 mg/ml)
- Ev. inf Noradrenalin (0,1 mg/ml)
- Actrapid 1E/ml enl PM Insulininfusion
- Tranexamsyra 2g IV före operationsstart. Samma dos upprepas efter maskinavgång
- Heparin (5000 IE/ml) 350 IE/kg IV via CVK *före* kanylering
- ACT >480 sekunder
- Protamin (10 mg/ml) 0,8mg/100 IE Heparin IV, ges *efter* avveckling av ECC
- ACT <130 sekunder

- Ev. inf Nitropress (natriumnitroprussid) (0,5 mg/ml)
- Ev. ”Nödspruta” Nitropress (50µg/ml)

## Anestesi

- Induktion med Fentanyl, Propofol, Rocuronium
- Intubation med oral tub (7.0/8.0)
- Kufftryck i övre gröna intervallet på kufftrycksmätaren (cirka 30 cm H<sub>2</sub>O)
- Intermittenta doser Fentanyl vid behov
- Sevoflurane används som underhåll av anestesi före och efter ECC. Förgasaren skall vara på hela tiden patienten ventileras.
- Propofol-infusion (20 mg/ml) används ibland som underhåll av anestesi under ECC samt vid transport till TIVA
- Sevoflurane kan användas som alternativ till Propofol under ECC, förgasare kopplas då till gas-inlet på oxygenatorn. Nippel för sampling (”inspirationsgas”) finns på utsugssida av oxygenator. För mätning flyttas samplingsslangen från anesthesiapparat till ECC. Den flyttas tillbaka när ventilation återupptas.
- Dosering av Sevoflurane 1–2% (-3% i vissa fall), doseras efter BIS mätning och blodtryck, ordineras av narkosläkare.
- Sevofluraneförgasare på ECC **kopplas på** vid full maskin och **stängs av** vid maskinavgång.
- Vid hypertension
  - Fördjupa anestesi
  - Ge ev. Dridol (2,5 mg/ml) 1,25–2,5 mg IV
  - Vid MAP >95 överväg infusion Nitropress
- Vid hypotension
  - Noradrenalin eller Efedrin iv
  - Infusion Noradrenalin (0,1 mg/ml)

## Blodgas

- Första blodgasen: Efter intubation och avslutad kärlaccess
- Under ECC: Varje halvtimme
- Efter avveckling av ECC: När restblodet är inne

## Ventilation

- Ventilatorinställning
  - VKTS
  - Tidalvolym (V<sub>T</sub>) 6 ml/kg

- Andningsfrekvens (AF) 14/minut
- 0 PEEP
- Topstryck <35 cm H<sub>2</sub>O
- Ventilationen skräddarsys till den enskilde patienten enligt ETCO<sub>2</sub> och PaCO<sub>2</sub> och PaO<sub>2</sub>
- Tänk på, att låg rSO<sub>2</sub> kan bero på hyperventilation (vasokonstriktion i hjärnans kärl)
- Sågning av sternum görs i apné, vid re-op används oscillerande såg- anestesi på sal + gå ev ner i TV/upp i AF
- Inför kanylering ventileras med F<sub>i</sub>O<sub>2</sub> 80 %
- Ventilatorn stängs av när aorta är klampat och sätts på igen strax före avveckling av ECC
- Ventileras med FiO<sub>2</sub> 100 % tills aortakanylen är ute
- PEEP 5 cm H<sub>2</sub>O läggs till i slutet av operationen, när bröstkorgen är stängd

### **Cirkulation**

- Målet är optimal perfusion av samtliga organsystem
- Målvärde MAP >50–70 mmHg före, under och efter ECC – beroende på patientens ålder och komorbiditet.
- SAP 80–100 mm Hg vid kanylering – minskar risken för dissektion
- Vid MAP <50–70 mm Hg – överväg Noradrenalin (se ovan)
- Vid MAP >90 mm Hg – överväg infusion Natriumnitroprussid IV

### **Extracorporeal cirkulation (ECC)**

- ECC ersätter hjärtats och lungornas funktion när hjärtat står stilla och ger möjlighet för ett blodtomt och stabilt operationsfält.
- Hjärtlungmaskinen primas med Ringer Acetat, Heparin
- Före kanylering antikoaguleras patienten med Heparin till ACT > 480 sec.
- Vid lågt Hb och stabil patient kan perfusion utföra Rapid Autolog Prime (RAP), när kanylerna är på plats, för att undvika hemodilution
- Kanylering
  - Artärkanylen placeras i aorta ascendens
  - Proximalt om artärkanylen placeras cardiopleginålen
  - Venkanylen placeras i höger förmak med spetsen i vena cava inferior.

- Vid bicaval kanylering placeras även en kanyl i vena cava superior. Om cavorna stryps, finns risk att även strypa CVK (mitralkirurgi, ASD, HTx)
- Cardioplegi
  - Ringer Acetat, Kalium, Magnesium
  - Kall (4°C) cardioplegi ger bättre myokardprotektion
  - Cirka 1 liter ges. Medför ofta blodtrycksfall.
- Antegrad cardioplegi ges i coronarerna
- Vid retrograd cardioplegi administreras cardioplegin i sinus coronarius (hjärtats venösa avflöde). Infusionstrycket monitoreras
- Gasutbyte (O<sub>2</sub> och CO<sub>2</sub>) sker via membranoxxygenator i hjärtlungmaskinen
- Non-pulsatilt flöde på 2,4–2,6 l/min/m<sup>2</sup> (motsvarar CI)
- SvO<sub>2</sub> > 65%
- Vid optimal venös dränering är CVP = 0 (eller negativt om perfusion lägger på vacuum)
- MAP hålls vanligtvis mellan 50–70 mmHg med hjälp av ändringar i SVR (eller pumpflöde)
- Volym (kristalloid, kolloid eller blod) kan tillföras eller tas bort med hjälp av ultrafiltration, för målvärde hematokrit 20–30%
- Vid sjunkande rSO<sub>2</sub>-värden kan perfusion öka PaCO<sub>2</sub>, Hb eller pumpflödet. Anestesiologen kan höja MAP
- ECC medför
  - Hemolys,
  - Skada på trombocyter
  - Konsumtion av koagulationsfaktorer.
  - Sällan problem vid ECC-tid <2 timmar
- Övriga problem kan vara
  - Dålig venös dränering,
  - Aortadissektion
  - Gasemboli
- Risken för stroke är 1–5% och är
  - Associerat till hypotension, atherom i aorta, tidigare stroke, diabetes och typ av kirurgi (AVR > CABG)
  - Utlösande faktorer
    - Hypoperfusion och/eller emboli

### Avveckling av ECC

- Kontroll inför maskinavgång enl checklista
- Kriterier
  - KAD-temperatur 36 grader

- Kalium 4,5–5 mmol/l
- Hematokrit > 20%
- Normal blodgas
- Torrt runt hjärta och lungor
- Hjärtfrekvens
  - Om hjärtat startar i VF ges extra magnesium samt kalium och intern defibrillering med 5–30 joules utförs
  - Vid persisterande VF ges Amiodaron 150 mg och/eller Xylocard 50–100 mg IV (båda läkemedel medför risk för blodtrycksfall)
  - Mål: HR 70–100/minut – helst SR
  - Epikardiell pacing om nödvändigt
- Ventilator på med FiO<sub>2</sub> 100 %
- Inotrop stöd enligt ansvarig anestesilog
- Testdos Protamin (25mg)
  - Risk för systemisk hypotension, pulmonell hypertension, anafylaktisk reaktion
- +/- Vattentrick
  - Vid vattentrick ges ev fulldos Protamin samtidigt som vattnet infunderas
  - *Alternativt*
  - När kanylerna är ute ges fulldos Protamin. Restblodet ges på påse eller körs i cellsaver
- ACT, målvärde <130 sekunder
- Upprätthåll SAP 90–140 mmHg och CVP <15 mmHg
- Vätskebalans noteras på anestesikurvan
- Anestesi-läkare dokumenterar Infarter/Utfarter, Anestesiförlopp och ett orienterande TEE i Melior
- Om Pacemaker är kopplad fylls protokoll i

### **Postoperativ smärtlindring**

- Vg se PM Smärta, postoperativ behandling efter hjärtkirurgi

### **TIVA**

- Meddelas vid maskinavgång samt före transport
- När patienten ligger i säng höjs huvudändan 10–20 grader (om möjligt) för att undvika VAP

### **TIPS vid 4 diagnoser**

## CABG

- CABG = Coronary Artery Bypass Grafting = Aorto Coronary Bypass = ACB-operation.
- Vena Saphena Magna tas från benen och sys mellan aorta och coronarartär. Som fritt graft kan även Arteria Radialis användas. De båda Arteria Mammaria, LIMA = Left Internal Mammary Artery och RIMA = Right Internal Mammary Artery används också som graft. De frias från bröstväggen och den distala änden sys direkt till det ockluderade kärlet.
- Vid användning av **arteria radialis som fritt artärgraft** finns risk för spasm och myocardiemi. Därför startas infusion Nitroglycerin 1–2 mg/timme när flödet till graftet släpps på. Infusionen fortsätter tills nästa morgon (postop dag 1). Postop d1 insätts amlodipin 2.5-5mg.

### *Före ECC*

- Vid huvudstamsstenos **måste** koronarperfusionen upprätthållas minutiöst
  - Undvik takykardi
  - Upprätthåll det diastoliska trycket motsvarande patientens preoperative värde (baslinjen)

### *TEE efter ECC*

- HK och VK funktion
- Väggrörlighetsförändringar

## AVR p.g.a. Aortastenos

- Före ECC:” aortic stenosis – **always slow**”
  - Hjärtfrekvens
    - Takykardi tolereras dåligt p.g.a. kort tid för koronarperfusion (diastole) och ökad O<sub>2</sub> behov
    - Bibehåll SR – hjärtat är beroende av förmakskontraktionen för adekvat fyllnad av VK
  - Preload:
    - VK är styv och hypertrof och behöver högre fyllnadstryck
  - SVR:
    - Afterload måste upprätthållas med alfa-agonist för att säkerställa koronarperfusion
  - Kontraktilitet:
    - Undvik inotropa droger, som ökar myokardiets O<sub>2</sub> behov

- Levosimendan ökar inte myokardiets O<sub>2</sub> behov, sannolikt p.g.a. inodilatation
- TEE efter ECC
  - Protes-stabilitet, protes-öppning och ev. paravalvulärt läckage
  - HK och VK funktion
  - Intrakavitär gradient
  - Vid basal septumhypertrofi finns risk för LVOT obstruktion och SAM
    - Upprätthåll då preload och SVR. Undvik takykardi och inotropa droger

### **AVR p.g.a. Aortainsufficiens**

- Före ECC: Full, fast, forward for a regurgitant lesion!
  - Hjärtfrekvens:
    - Cardiac output är frekvensberoende. En ökad frekvens minskar regurgitationen i diastole och förbättrar ”forward flow”
    - Undvik bradykardi och sikta på frekvens 80–90/minut
  - Preload:
    - VK är styv och dilaterad. Upprätthåll fyllnaden
  - SVR:
    - Vasodilatation medför minskat regurgitation och förbättrar ”forward flow”. Beakta dock koronarperfusionen.
  - Kontraktilitet:
    - VK funktion kan vara nedsatt, ibland behövs inotropa droger (Milrinon, Levosimendan)
- TEE efter ECC
  - Protes-stabilitet, protes-öppning och ev. paravalvulärt läckage
  - Kontrollera cusp-coaptation
  - Beskriv ev. kvarvarande AI
  - HK och VK funktion

### **MVR p.g.a. mitralinsufficiens**

- Före ECC: Full, fast, forward for a regurgitant lesion!
  - HR:
    - Undvik bradykardi, HR > 70/minut

- Preload:
  - Håll patienten välfylld
- SVR:
  - En ökning i SVR ökar regurgitationen
- PVR:
  - Risk för pulmonell vasokonstriktion
- Kontraktilitet:
  - Inotropa droger behövs sällan före ECC.
  - Vid akut MI kan en IABP minska afterload och förbättra CO
- Efter ECC:
  - Behöver man ibland ge inotropi.
  - Lungkärlsbädden är ofta reaktiv och pulmonell vasokonstriktion förekommer
  - TEE-kontroll
    - Beskrivning av ev. kvarvarande MI
    - Beskrivning av inflödet över mitralklaffen (mitralstenos?)
    - Uteslut komplikationer vid ingreppet
      - Skada på CXA: VK's rörlighet posterioert
      - Trauma mot aortaklaffens non-coronara cusp
      - Systolic Anterior Motion (SAM)
    - Protesfunktion, ev. paravalvulärt läckage
    - HK och VK funktion

## Relaterad information

PM [Läkemedel - Insulininfusion](#)

PM Optimal perfusion (tryck och flöde) under ECC – evidensbaserade riktlinjer

PM Uppläggning vid radialisgraft

PM VAP förebyggande åtgärder

## Referenser

Core Topics in Cardiac Anaesthesia 2004, 1<sup>st</sup> Edition, Cambridge University Press, J.H. Mackay and J.E. Arrowsmith

Oxford Handbook of Anaesthesia, 2011, 3<sup>rd</sup> Edition, Oxford University Press, KG Allman, LH Wilson

Perioperative Transesophageal Echocardiography, 3<sup>rd</sup> Edition 2008,  
Cardiac Anesthesiology & Intensive Care, University Health Network,  
Dr Annette Vegas

Levosimendan: molecular mechanisms and clinical implications:  
consensus of experts on the mechanisms of action of levosimendan. Int J  
Cardiol. 2012 Aug 23;159(2):82-7. Papp Z, Édes I, Fruhwald S, De Hert  
SG, Salmenperä M, Leppikangas H, Mebazaa A, Landoni G, Grossini E,  
Caimmi P, Morelli A, Guarracino F, Schwinger RH, Meyer S, Algotsson  
L, Wikström BG, Jörgensen K, Filippatos G, Parissis JT, González MJ,  
Parkhomenko A, Yilmaz MB, Kivikko M, Pollesello P, Follath F.

## Granskare/arbetsgrupp

Mattias Danielsson, Överläkare thoraxanestesi och intensivvård,  
Thoraxoperation, OP2, Verksamhet Thorax och kardiologi

Lars Jensen, Anestesisjuksköterska/Instruktör, Thoraxoperation, OP2,  
Verksamhet Thorax och kardiologi

# Information om handlingen

**Handlingstyp:** Rutin

**Gäller för:** Verksamhet Thorax och kardiologi

**Innehållsansvar:** Mattias Danielsson, (matda5), Överläkare

**Godkänd av:** Kristofer Skoglund, (krisk3), Verksamhetschef

**Dokument-ID:** SU9805-1593997-1909

**Version:** 15.0

**Giltig från:** 2025-04-29

**Giltig till:** 2027-04-29