

Gäller för: Operation 2 Sahlgrenska

Giltig från: 2025-08-25

Innehållsansvar: Mattias Danielsson, (matda5), Överläkare

Giltig till: 2027-08-18

Godkänd av: Kristofer Skoglund, (krisk3), Verksamhetschef

## Revideringar i denna version

Thymoglobulin vid retx. Blodbeställning

## Arbetsbeskrivning

### Bakgrund

Ett flertal sjukdomar kan leda till hjärtlungtransplantation:

- Eisenmengers syndrom (hjärtsjukdom med sekundär pulmonell hypertension)
- Cystisk fibros med högerkammarsvikt (historisk indikation, numera mycket ovanligt)
- Hjärtsvikt (relaterat till ischemisk hjärtsjukdom) med end-stage lungsjukdom
- Hjärtsvikt med moderat till svår pulmonell hypertension

### Vid operationsanmälan

- Narkosläkare och narkosköterska planerar
  - Läkemedel
  - Infarter
  - Övervakning
  - Specialutrustning
- Narkosläkare och thoraxkirurg planerar och
  - Överväger kanylering av arteria/vena femoralis före narkosinduktion (ex. vid svår pulmonell hypertension)
  - Överväger närvaro av kirurg vid narkosinduktion

### Förberedelser på sal

- Ventilator Maquet FLOW-i: Funktionskontroll
- Defibrillator: Funktionstest
- 4-tryck
- Engångsbronkoskop
- CCO Vigilance från TIVA
- NO apparat plus ventilatorslangar
- Blodvärmare
- Warmtouch
- Steril drapering till C-båge
- C-båge utanför operationssal
- Överväg avstängning av ICD/CRT

### Premedicinering

- Om patienten står på Waran, ges 10 mg Konaktion IV på vårdavdelning eller vid ankomst till operation. Ges så tidigt som möjligt

### Övervakning och infarter

- 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)
- Fyrlumen CVK, **11 cm**

- Inläggningsinstrument
- Swan Ganz kateter (CCO) läggs in strax ovan vena cava superior (ev. rtg-genomlysning)
- Ev. Rapid infusion kateter
- EKG 5 avledning
- Cerebral oximetri (rSO<sub>2</sub>)
- BIS
- TEE
- Temperaturmätning
- Defibrilleringsplattor
- Pulsoximetri
- ETCO<sub>2</sub> mätning

### Uppläggning

- Operationen genomförs via sternotomi
- Ryggläge

### Vätskor

- Ringer-Acetat och Albumin vid behov
- Restriktivitet med vätska pga. risk för reperfusions-ödem

### Blodgruppering/Bastest

- Ja/Ja

### Blod

- Ej rutinmässigt

### KAD

- Ja

### Antibiotikaprofylax

- Cefotaxim 2g IV ges en halv timme före operations-start
- Därefter Cefotaxim 1 g x 3 IV
- Vid Cefalosporin-allergi ges Trimetoprim Sulfametoxazol (Eusaprim) 10 ml IV
- Därefter behandling med Eusaprim 10 ml x 2 IV
- Vid avsteg från rutin står detta på "transplantationslappen" (den med GFR, PVR och immunosuppression) som signeras när patienten sätts upp på väntelistan
- Patienter med cystisk fibros har ofta speciell antibiotikaregim p.g.a. kolonisering, men detta skall i så fall framgå av "transplantationslappen"

### Läkemedel

- Oplex IV om INR > 1,4 (för att förebygga blödning)
- Propofol (10 mg/ml), 20 ml
- Fentanyl (50 µg/ml), 20 ml
- Ketalar 10 mg/ml, 10 ml, enbart på läkarordination
- Rocuronium (10 mg/ml), 5 ml
- Phenylefrin (0,1 mg/ml) / Noradrenalin (0,01mg/ml)
- Efedrin (5 mg/ml)
- Noradrenalin (0,1 mg/ml)
- Dopamin (2 mg/ml)
- Isoproterenol (0,01 mg/ml)
- Milrinon (0,2 mg/ml)
- Adrenalin (10 µg/ml)
- NO förbereds och ställs i standby läge
- Epoprostenol (Flolan) (10.000 ng/ml) inhalation, enbart på läkarordination
- Strikt glykemisk kontroll: Vg se PM Insulininfusion
- Cyklokapon 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)

### Speciella läkemedel

- Antihistamin:
  - Tavegyl 2 mg IV ges vid anesthesiinduktion
- Immunosuppression:
  - Metylprednisolon (Solumedrol) 500 mg IV vid induktion
  - Ytterligare 500 mg ges strax före påsläpp
- Thymoglobulininfusion
  - Thymoglobulin skall som regel inte ges om patienten redan står på immunosuppression efter tidigare transplantation. Ev avsteg från detta skall ha noterats på "transplantationslappen"
  - En torrampull 25 mg, löses i 5 ml sterilt vatten, och patientens totala dos sätts i 500 ml Natriumklorid
  - Startas en timme efter Metylprednisolon och Tavegyl injektion
  - Thymoglobulin 2mg/kg ges under 8-12 timmar i central ven
  - Får inte infunderas ihop med andra läkemedel
- Mannitol
  - 2,5 ml/kg IV ges innan blodflödet släpps på till det nya hjärtat och lungorna

### Anestesi

- Kontrollera blodgas (PaCO<sub>2</sub> och BE)
- Induktion
  - Preoxygenering i 5 minuter med 100 % O<sub>2</sub> och **eventuellt** inhalation NO
  - OBS! NO kan förvärra vänsterkammarsvikt (lungödem)
  - Påbörja ev. Noradrenalininfusion (i perifer ven) och håll MAP > 70 mm Hg
  - Ev. rapid sequence induction - Rocuronium 1mg/kg
  - Fentanyl, Propofol och ev. Ketamine IV
  - Rocuronium
  - Oral tub (7 eller 8)
  - När tuben är på plats, fortsatt ev. med NO inhalation
  - Kontrollera blodgas igen
  - Undvik hypoxi/hypercapni
- Underhåll av anesthesin
  - Fentanyl (50 µg/ml) i upprepade doser
  - Före ECC Sevoflurane
  - Under ECC TCI Propofol (20 mg/ml)
  - Efter ECC Sevoflurane eller TCI Propofol
- Ventilation
  - VKTS
  - Tidal volym 6 ml/kg
  - Topstryck < 30 cm H<sub>2</sub>O
  - FiO<sub>2</sub> 100 % strax före kanylering
- Inotropi/Vasopressor
  - En kombination av Noradrenalin och Dopamin vid behov
- Njurfunktion
  - Förebygg ischemi i njuren: Tänk optimal perfusion och moderat hemodilution under ECC
  - Vensaturation > 70 %
  - Tänk också på, att
    - hANP och Dopamin ökar renalt blodflöde
    - hANP ökar även GFR
    - Levosimendan ökar GFR

### Extra-Corporeal Cirkulation (ECC)

- Operationen utförs i normotermi
- Artärkanylen placeras högt upp på aorta ascendens

- Bicaval kanylering
- Reperfusion (cirka 20 minuter reperfusion/timme kall ischemitid)
- Temporär "myokardial stunning" ses ibland vid påsläpp pga. utsvämning av ischemiska metaboliter
- Protamin och Cyklokapron efter avveckling som vanligt

### Avveckling av ECC

- Vid lång ischemi-tid finns risk för högerkammarsvikt (ledande dödsorsak vid HTx)
  - Utlöses av hög afterload, ischemi eller långvarig hypotension
  - Störst risk för detta när recipient har preop högt PVR
  - Blödning måste stoppas då detta påtagligt ökar risken för hypotension och därmed högerkammarsvikt
- Vänsterkammarsvikt ses också vid lång ischemitid
- A-V sekventiell pacing är obligat efter ECC-avgång, med frekvens 100-110/minut (temporära elektroder)
- Isoproterenolinfusion (kronotrop och inotrop effekt, sänker PVR och SVR)
- Lungrekrytering
- När ventilatorn sätts på, starta **alltid** NO tillförsel 20-40 ppm
  - Sänker afterload pga. selektiv vasodilatation i lungkärlsbädden
  - Inhalation av nebuliserat Epoprostenol (Flolan) har synergistisk effekt
  - OBS! NO- och Flolan-inhalation kan förvärra vänsterkammarsvikt (lungödem)
- Optimera ventilationen för att minska PVR
  - VKTS och PEEP 5-10 cm H<sub>2</sub>O
  - Undvik acidosis och hyperkapni
  - Hög FiO<sub>2</sub> för att undvika hypoxisk vasokonstriktion
- Optimera högerkammarens preload (CVP 10-15 mm Hg)
- Noradrenalininfusion för optimal koronar-perfusion (MAP 70 mm Hg)
- Biventrikulär inotrop behandling med Dopamin, Milrinon och/eller Levosimendan
- IABP förbättrar coronarperfusion och minskar vänsterkammarens afterload
- Allt som förbättrar vänsterkammarfunktionen – förbättrar högerkammarfunktionen (systolisk kammarinteraktion)
- Vid svår svikt skall temporär högerkammars-, vänsterkammars- eller biventrikulär-assist device eller v-a ECMO övervägas. Vid god lungfunktion och biventrikulär svikt bör BVAD med korttidsassist övervägas i första hand
- Anläggs hellre tidigare än sent för att undvika långvarig hypoperfusion och ischemi av övriga organsystem
- V-sond efter avlägsnande av TEE probe
- Transport till TIVA med Propofolinfusion och ev. Epoprostenolinhalation (Hamilton transportrespirator, se instruktion)

### Koagulation

- Koagulopati är vanlig efter ECC vid hjärtlungtransplantation
  - Kvarvarande preoperativ antikoagulation
  - Trombocytdysfunktion efter ECC
  - Dilution av koagulationsfaktorer
  - Hypotermi
- Heparin reverseras med Protamin (risk för pulmonell vasokonstriktion)
- Cyklokapron som vanligt
- Oplex, fibrinogen, trombocyter och faktor VII enligt TEG

### Ventilation av transplanterade lungor

- Bronkoskopi för att kontrollera den tracheala anastomosen (suturlinjen) före ECC-avgång
- NO tillförsel före ventilationspåsläpp ger **inte** minskad reperfusions skada
- Ventilatorsinställning
  - VKTS, men
  - Vid stort luftläckage är tryckkontroll (TK) bättre
  - Tidal volym 4-6 ml/kg
  - Topp-tryck < 30 cm H<sub>2</sub>O
  - PEEP < 7 cm H<sub>2</sub>O

- Så låg FiO<sub>2</sub> som möjligt

### **Postoperativ smärtlindring**

- Se PM Postoperativ smärtbehandling

### **Tips vid vanliga diagnoser**

#### **Suppurativ lungsjukdom = Cystisk fibros**

- Manipulation av lungorna medför ofta, att purulent sekret i alveolerna mobiliseras och täpper till luftvägarna
- Stora tidalvolymmer och höga topstryck är ofta nödvändiga
- Tänk på, att patientens metabolism ofta är förhöjd

#### **Pulmonell hypertension**

- Ev. ljumskanylering före narkosinduktion
- Lägg ev. CVK före induktion och koppla
- Noradrenalininfusion, mål-värde MAP >75 mm Hg
- Undvik hypoxi och acidosis/hypercapni
- Små tidalvolymmer
- PEEP < 5 cm H<sub>2</sub>O
- Risk för högerkammarsvikt - behandling se nedan

#### **Högerkammarsvikt**

- Utlöses av hög afterload, ischemi pga. embolisering eller långvarig hypotension
- Förekommer vid
  - Anestesi induktion
  - Avveckling av ECC
- Behandlas med
  - Inhalation NO - sänker afterload pga. selektiv vasodilatation i lungkärlsbädden
  - Inhalation av nebuliserat Epoprostenol (Flolan) har synergistisk effekt
  - Noradrenalin för optimal coronar-perfusion
  - Biventrikulär inotrop behandling med Milrinon, Dopamin eller Levosimendan
  - OBS! NO-behandling kan förvärra vänsterkammarsvikt
- Vid svår högerkammarsvikt akut ECC
- Arbeta tillsammans med kirurgen för att stoppa blödning
- Patienten bör ej överföras till TIVA innan god blödningskontroll föreligger

### **Referenser**

Organ Transplantation - A Clinical Guide; Andrew A. Klein, Clive J. Lewis, Joren C. Madsen. Cambridge University Press 2011

### **Granskare/Arbetsgrupp**

Kirsten Jörgensen, Överläkare Thoraxanestesi och Intensivvård VO Thorax  
Göran Dellgren Sektionschef Thoraxtransplantation VO Thorax och Transplantation

# Information om handlingen

**Handlingstyp:** Rutin

**Gäller för:** Operation 2 Sahlgrenska

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

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

**Dokument-ID:** SU9805-1593997-2126

**Version:** 8.0

**Giltig från:** 2025-08-25

**Giltig till:** 2027-08-18