

Grand Rounds

Rigshospitalet

rigshospitalet.dk/grandrounds

Grand Round om ECMO til refraktær hjertestop og kritisk kredsløbssvigt

Oplægsholdere:

Jakob Gjedsted, overlæge
Afdeling for Bedøvelse, Operation og Intensiv Behandling
Rigshospitalet

Jacob Eifer Møller, professor og overlæge
Afdeling for Hjertesygdomme
Rigshospitalet og Københavns Universitet

Morten Smerup, klinisk lektor, ph. d.
Teamleder for børnehjertekirurgi
Rigshospitalet og Københavns Universitet

Peter Hasse Møller-Sørensen, overlæge
Afdeling for Bedøvelse, Operation og Intensiv Behandling
Rigshospitalet

Moderator for paneldebatten:

Steffen Christensen, overlæge
Intensiv Øst
Aarhus Universitetshospital

Paneldeltagere:

Anne Langvad, oversygeplejerske
Afdeling for Bedøvelse, Operation og Intensiv Behandling
Rigshospitalet

Christine Marie Pavia Theisen, tidligere patient

Jacob Eifer Møller, professor og overlæge

Peter Hasse Møller-Sørensen, overlæge

Teknologi der flytter grænser

Extra Corporal Membran Oxygenation - til hjertestop og akut hjertesvigt

Jakob Gjedsted, overlæge
Afdeling for Bedøvelse, Operation og Intensiv Behandling
Rigshospitalet

Dagens program

- Historik
 - Internationalt
 - I Danmark
- Maskinen
- ECMO til hjertestop uden for hospital
- ECMO efter hjertekirurgi
- ECMO på RH outcome
- Paneldebat

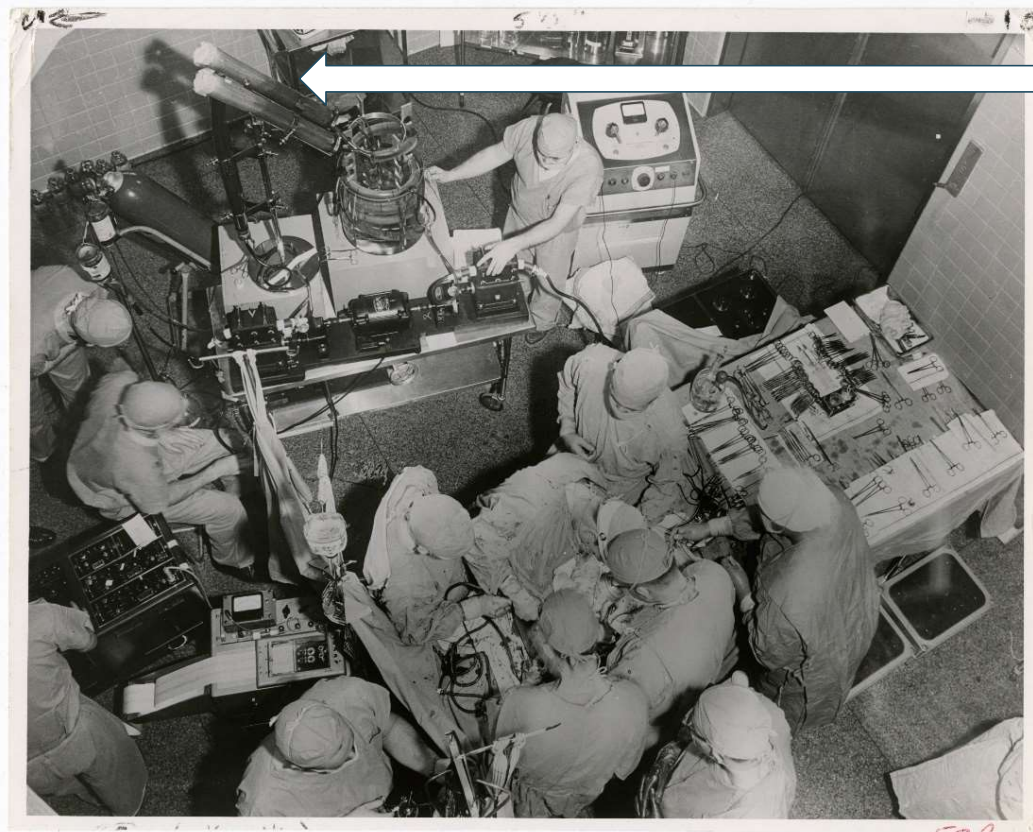
Historik

- 1600-1800-tallet
 - Farveforskel på arterie- og veneblod. Farven kan ændres med eksponering for luft.
- Alle eksperimenter med blod uden for kroppen endte med, at blodet koagulerede
- 1900-tallet
 - Heparin opdages (McLean, 1916)
 - Dyreeksperimentelt proof of concept-perfusion af hund i 2 timer (Brukhnenko, 1926)
 - Protamin opdages (Chargaff, 1937)

Historik

- 1950'erne: Flere humane forsøg med hjerte-lungemaskiner
 - 1953: 6. Maj udføres første operation på hjerte-lungemaskine med overlevende patient (18-årig, ASD)
 - 1953: Hjertekirurgi på børn med forældre som hjerte-lungemaskine

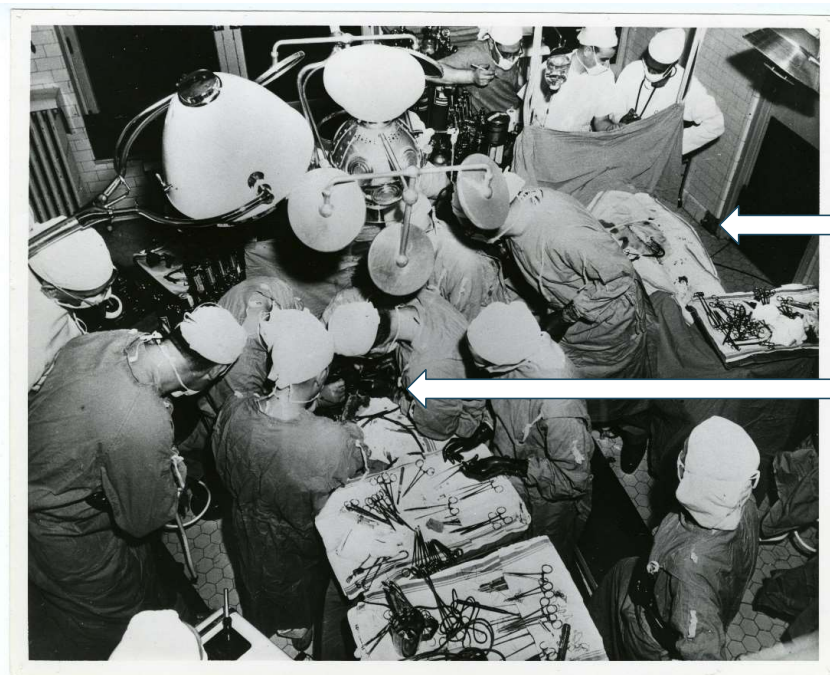
Hjerteoperationer



Hjerte-lungemaskine
med boble-oxygenator

Courtesy of University of Minnesota Archives

Hjerteoperationer



Mor

Barn

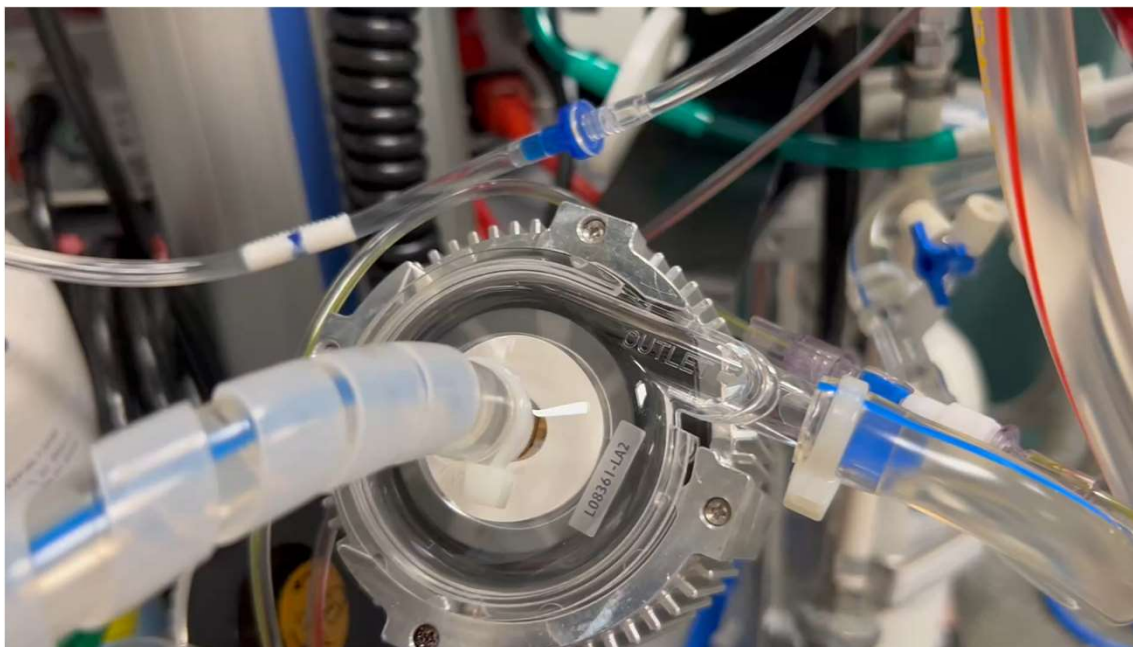
Courtesy of University of Minnesota Archives

Historik

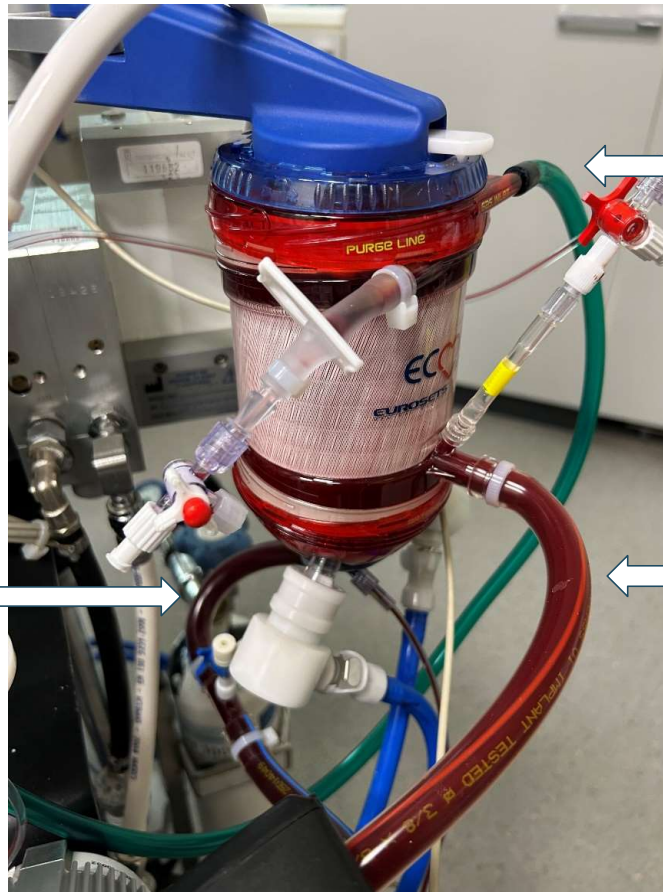
- 1971: Hjerte-lunge-maskinen køres ud af operationsgangen - ECMO (Hill, 1971)
- 1975: ECMO på første neonatale (Bartlett, 1975)
- 1970'erne: Små voksen-studier med høj mortalitet
- 1982: Serie med 45 neonatale (meconium aspiration), 55% overlevelse (Bartlett)

Den moderne ECMO-maskine

Maskinen – centrifugal-pumpen



Maskinen - oxygenatoren

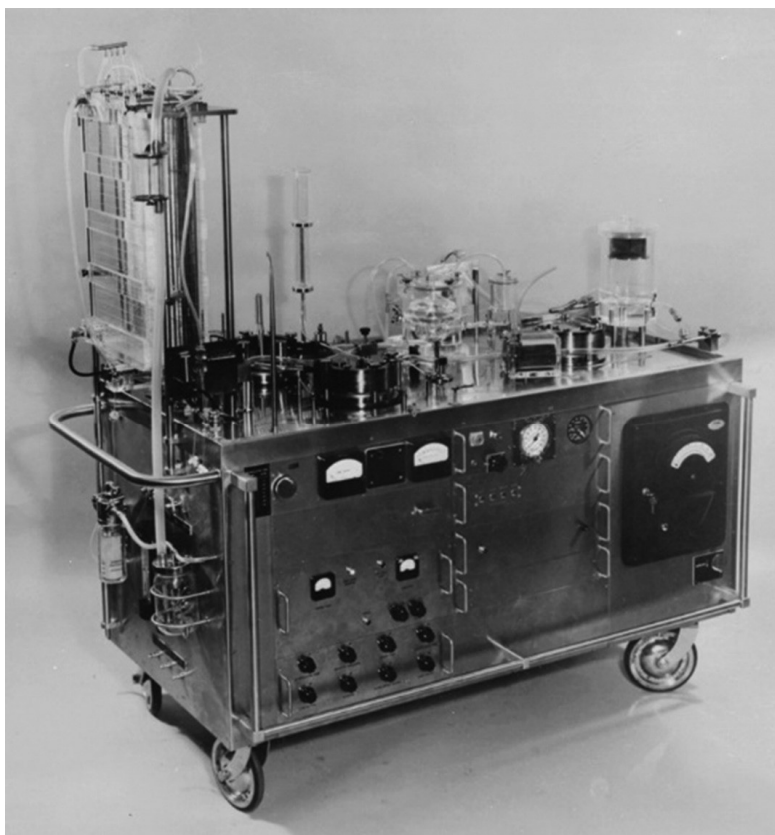


Sweep-gas

Lyst oxygeneret blod

Mørkt de-oxygeneret blod

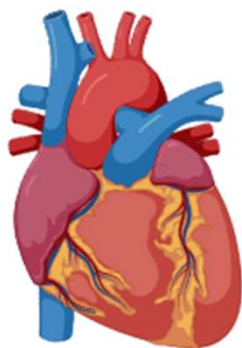
Maskinen



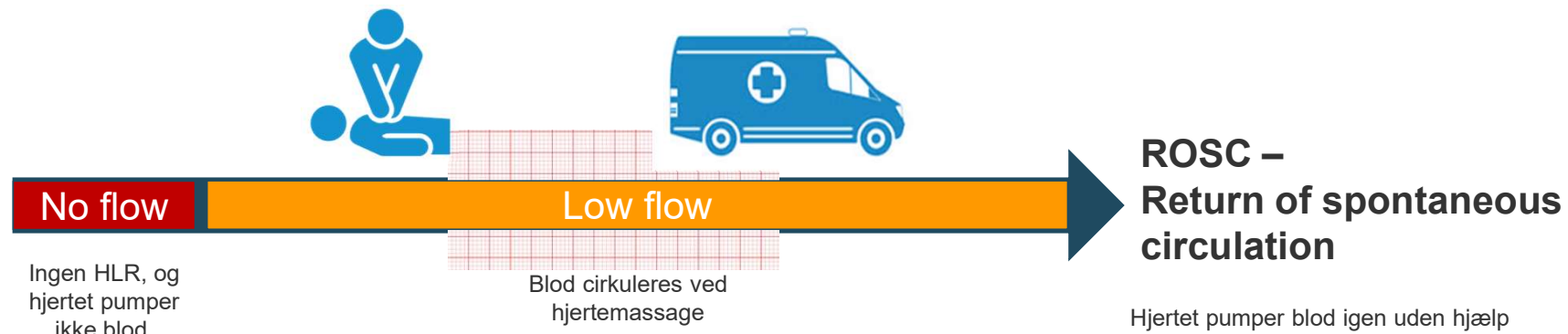
Refraktær hjertestop udenfor hospital

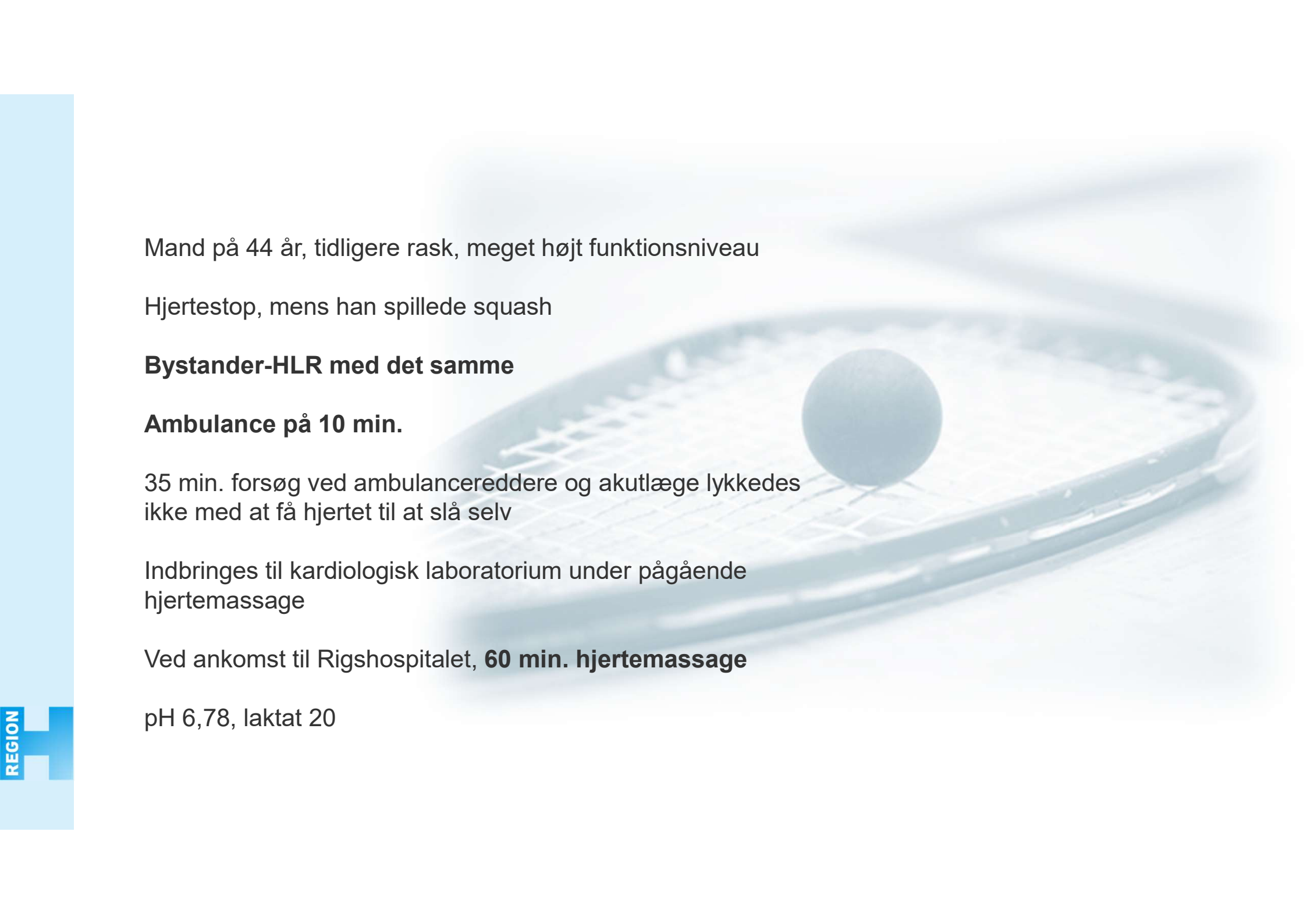
Jacob Eifer Møller, professor og overlæge
Afdeling for Hjertesygdomme
Rigshospitalet og Københavns Universitet

Livgivende hjerte



Hjertestopsprog





Mand på 44 år, tidligere rask, meget højt funktionsniveau

Hjertestop, mens han spillede squash

Bystander-HLR med det samme

Ambulance på 10 min.

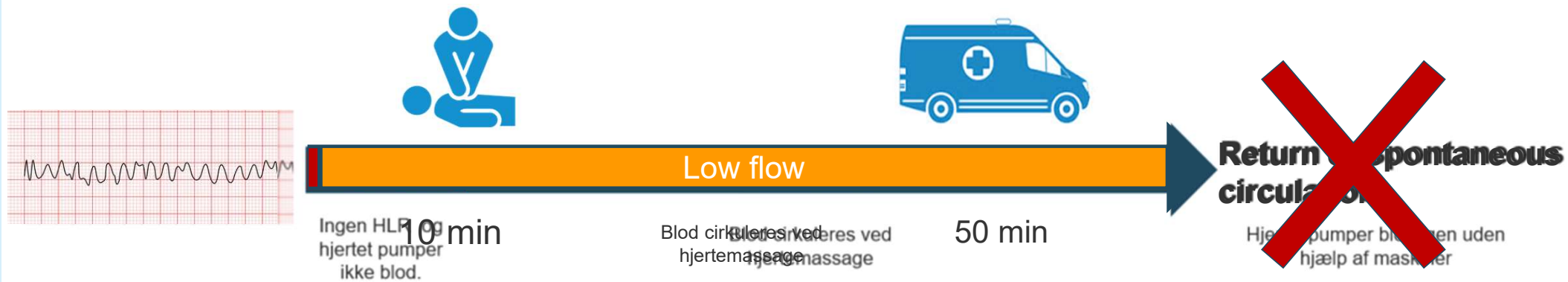
35 min. forsøg ved ambulancereddere og akutlæge lykkedes ikke med at få hjertet til at slå selv

Indbringes til kardiologisk laboratorium under pågående hjertemassage

Ved ankomst til Rigshospitalet, **60 min. hjertemassage**

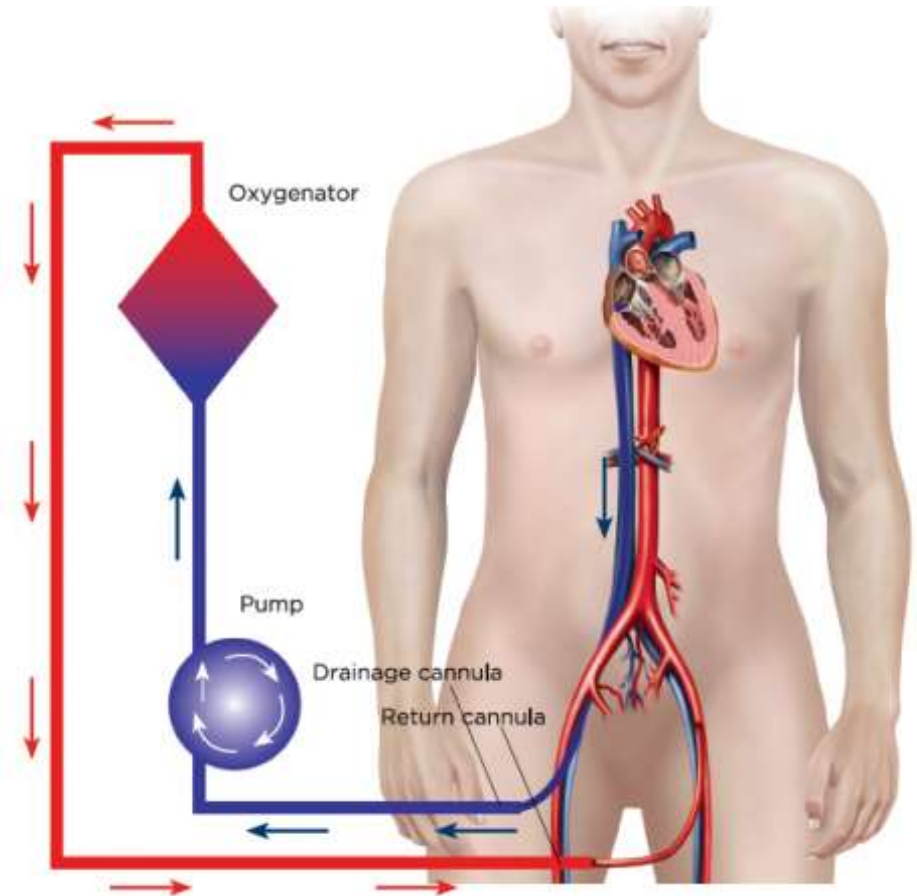
pH 6,78, laktat 20

Tidsforløb



Hvad er eCPR ?

- Meget avanceret hjertelungeredning, hvor man anvender mekanisk kredsløbsstøtte til patienter med hjertestop, som ikke opnår ROSC.
- Man køber tid til at se, om hjernen og hjertet kan komme sig.



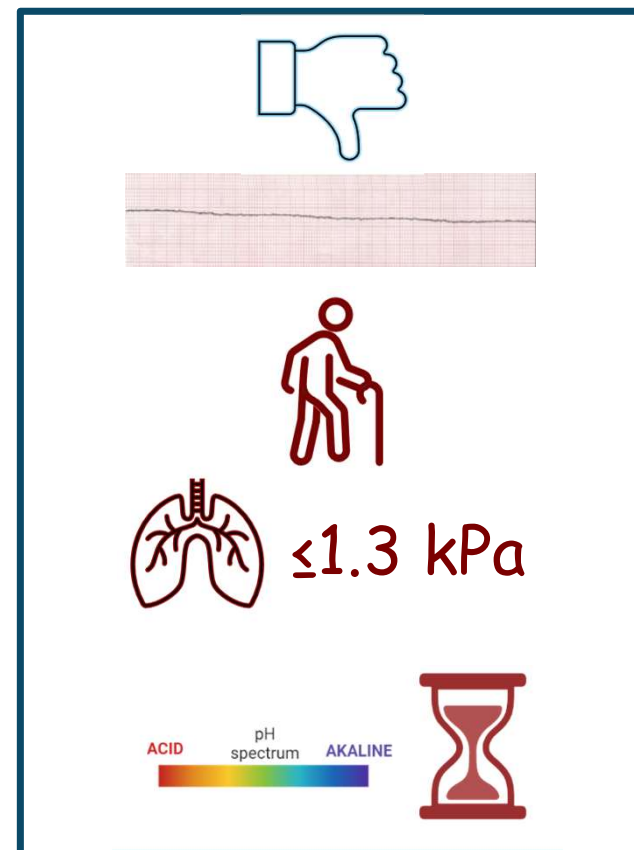
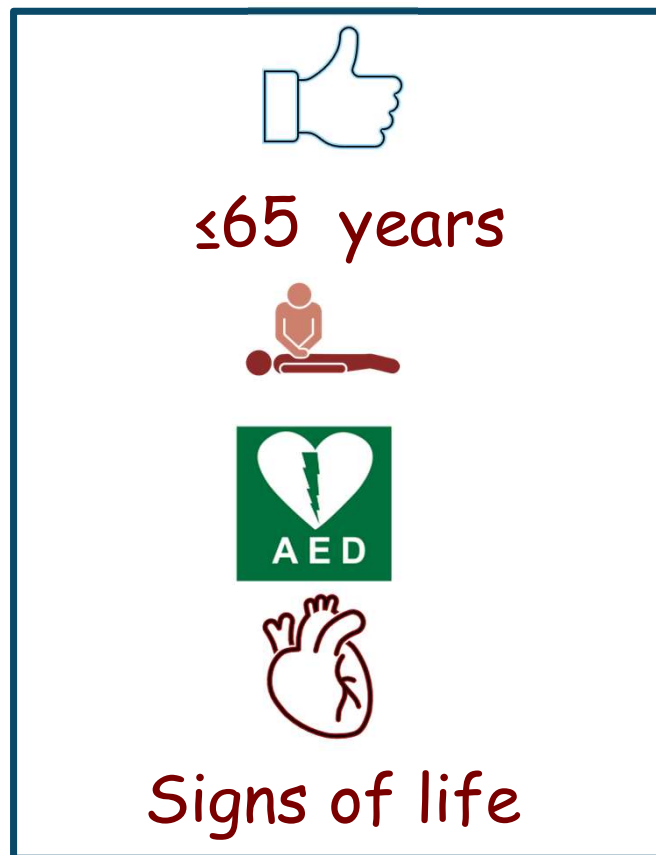
Logistik



Kører patienten til
maskinen

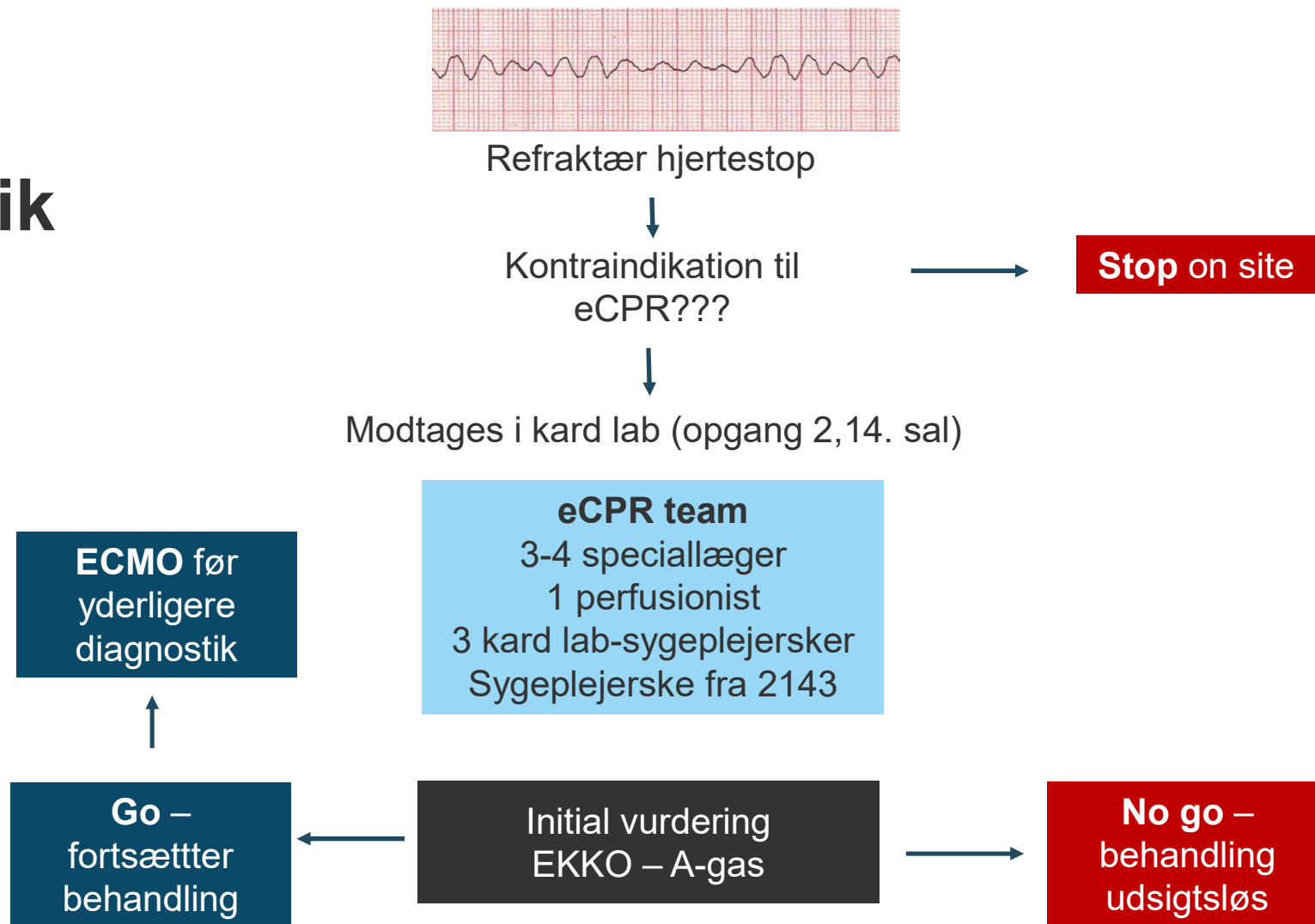


Kører maskinen til
patienten

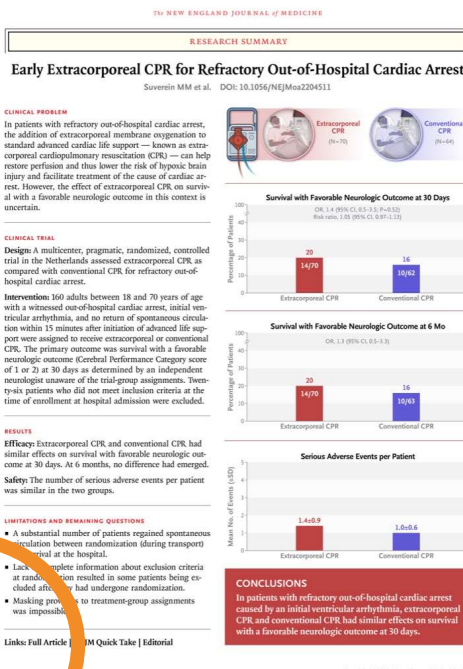


eCPR - landsdækkende tilbud siden 2018 i DK

Logistik



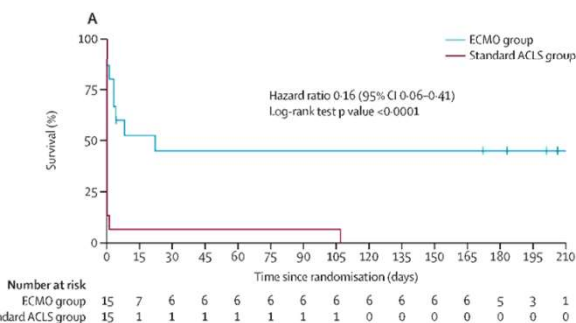
red for ROSC



eCPR - evidens

Advanced reperfusion strategies for patients with out-of-hospital cardiac arrest and refractory ventricular fibrillation (ARREST): a phase 2, single centre, open-label, randomised controlled trial

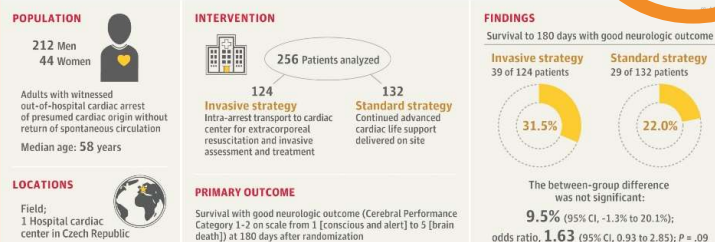
Demetris Yannopoulos, Jason Bartos, Ganesh Ravendran, Emily Walser, John Connert, Thomas A Murray, Gary Collins, Lin Zhang, Rajat Kalra, Marinou Kasiropoulos, Ranjit John, Andrew Shaffer, R J Frascare, Keith Wesley, Marc Conterato, Michelle Biras, Jakub Tolar, Tom P Aufderheide



JAMA

QUESTION In patients with witnessed refractory out-of-hospital cardiac arrest, does early intra-arrest transport, extracorporeal cardiopulmonary resuscitation, and invasive assessment and treatment improve outcomes compared with standard resuscitation?

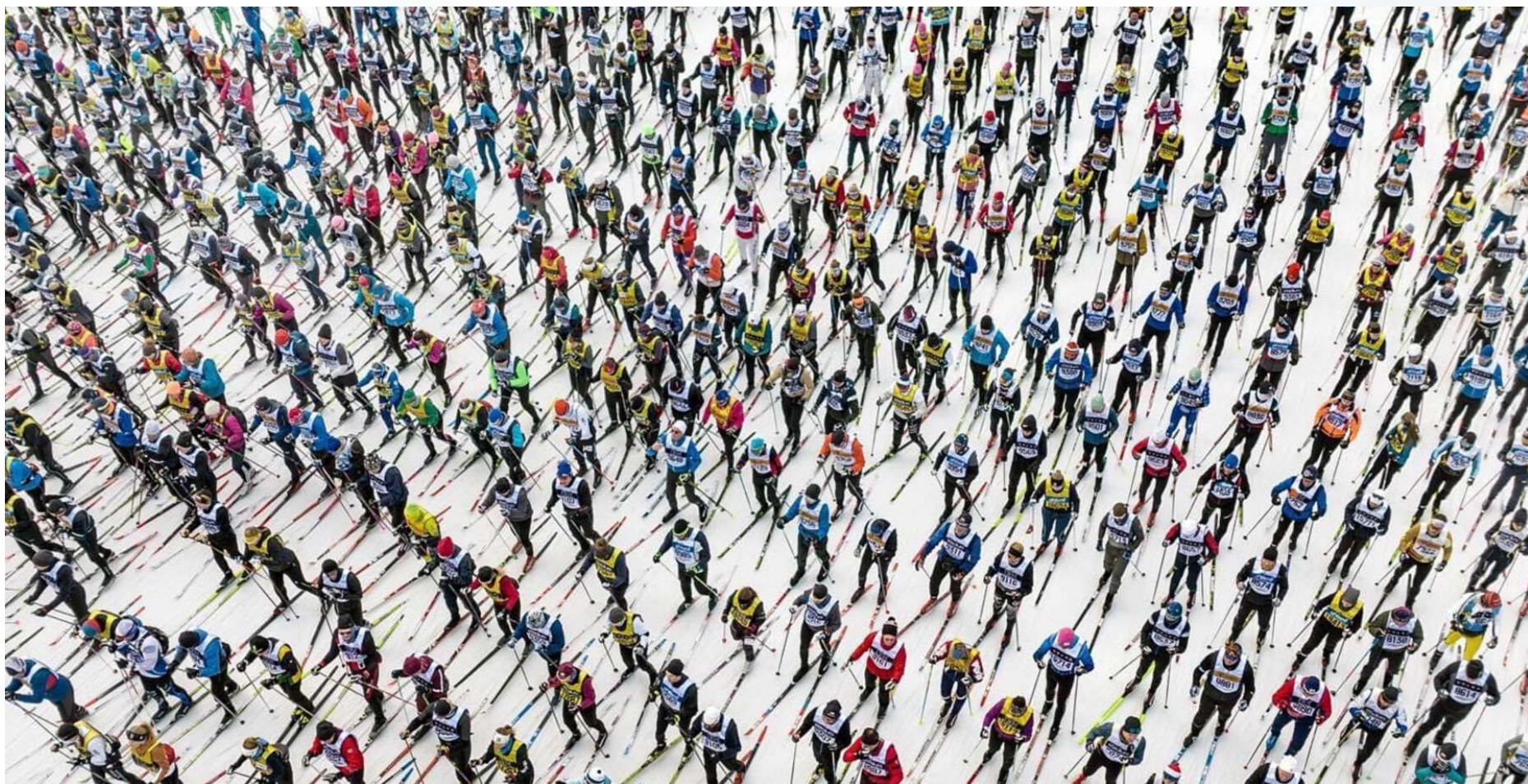
CONCLUSION An invasive treatment strategy did not significantly improve survival with neurologically favorable outcome at 180 days compared with standard resuscitation, although the trial was possibly underpowered to detect a clinically relevant difference.



Belohlavek, J, Smalцова J, Rob D, et al; Prague OHCA Study Group. Effect of intra-arrest transport, extracorporeal cardiopulmonary resuscitation, and immediate invasive assessment and treatment on functional neurologic outcome in refractory out-of-hospital cardiac arrest. JAMA. Published February 22, 2022. doi:10.1001/jama.2022.1025

varighed af hjertestop (low flow-tid)

Hvad med squash spilleren



Postkardiotomi-ECMO

Morten Smerup, klinisk lektor, ph.d.
Teamleder for børnehjertekirurgi
Rigshospitalet og Københavns Universitet

Case

Sygehistorie og kirurgisk plan

24-årig ellers rask kvinde, med ”klassisk” måneder langt klinisk prodrom diagnosticeres med svær aortaklapendokardit

Klinisk vurdering/MDT

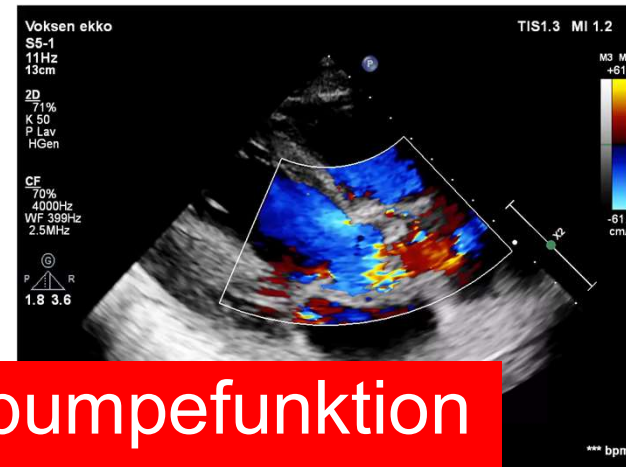
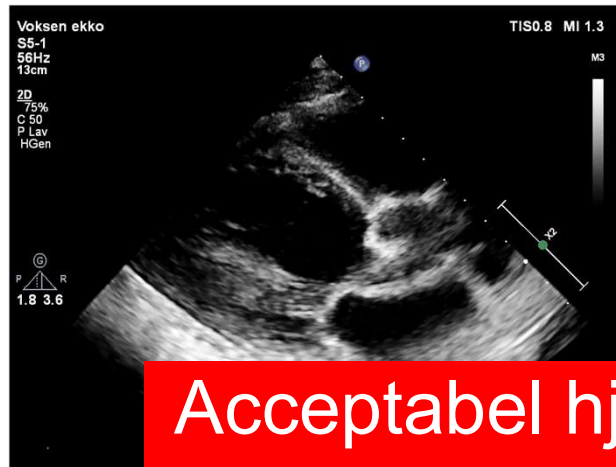
Præshock og akut operationsindikation

Kirurgiske overvejelser

Destruktionens omfang

- Klapsubstitution vs. omfattende rekonstruktion
- Valg af protese-materiale
- Postoperative udfordringer

Ekkokardiografi dagen inden operationen



Acceptabel hjertepumpefunktion
Ingen sikre tegn på rod- eller
mitralinvolvering

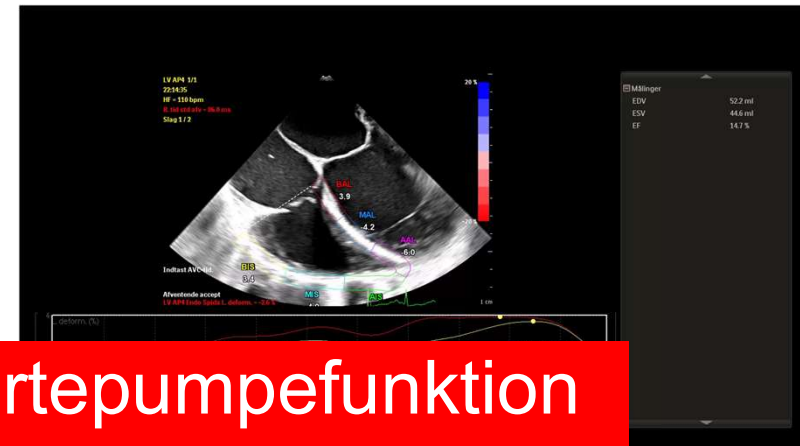
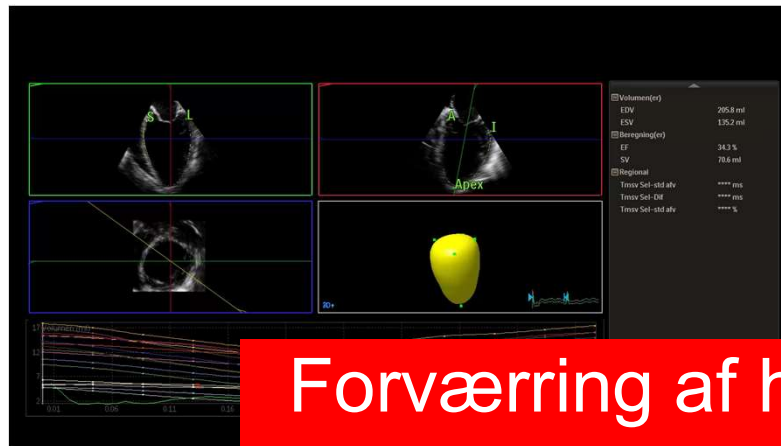


CT-skanning

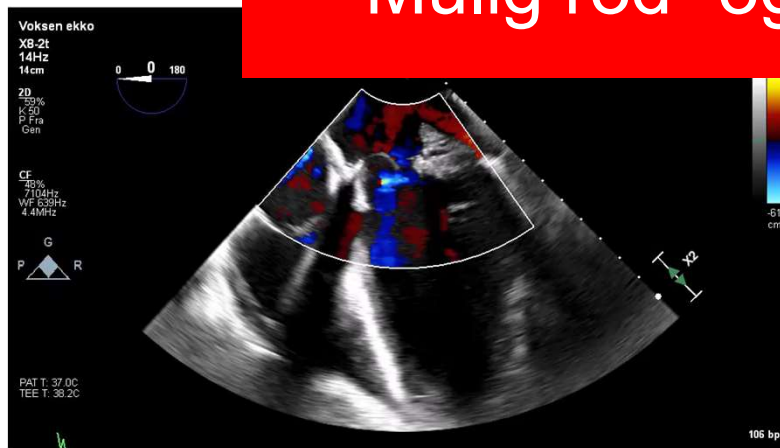


Pleuraeksudater og vattede infiltrater
Ikke muligt at udtales sig om
strukturelle forhold

Intraoperativ ekko (TEE)



Forværring af hjertepumpefunktion
Mulig rod- og mitralinvolvering



Operationen

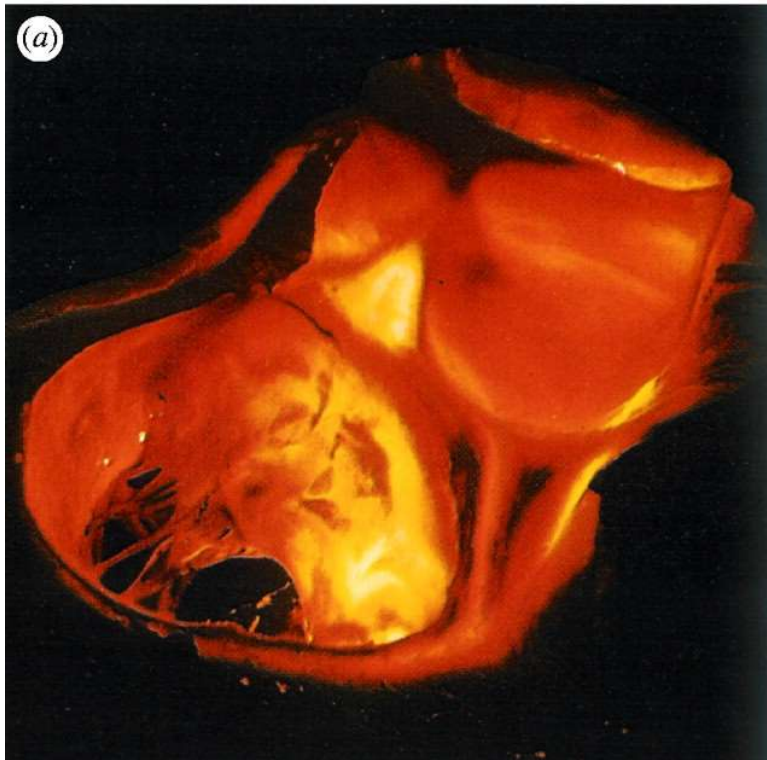
Pt. forværres under indledningen af anæstesi

Efter åbning findes svær venestase og blåviolet, forstørret og dårligt fungerende hjerte

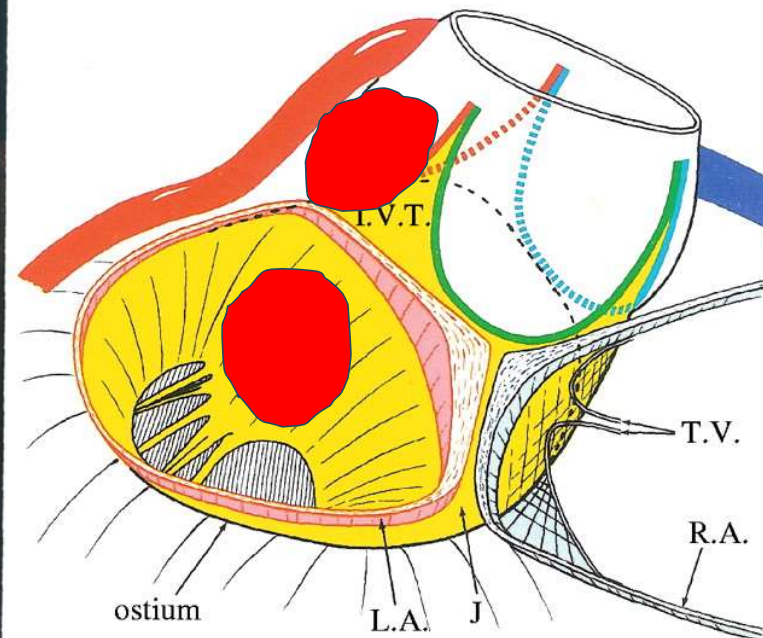
Der er næsten total destruktion af aortaklappen, svær rodabsces og spredning til mitralklappen

Laver omfattende rekonstruktion, med biologisk mitralprotese, patch-rekonstruktion af aortaroden, biologisk aortarod (freestyle-rod) og venegraft til RCA

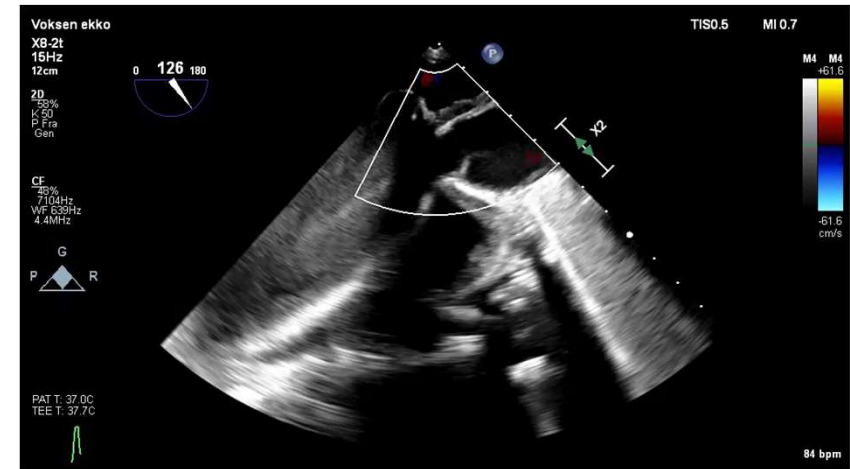
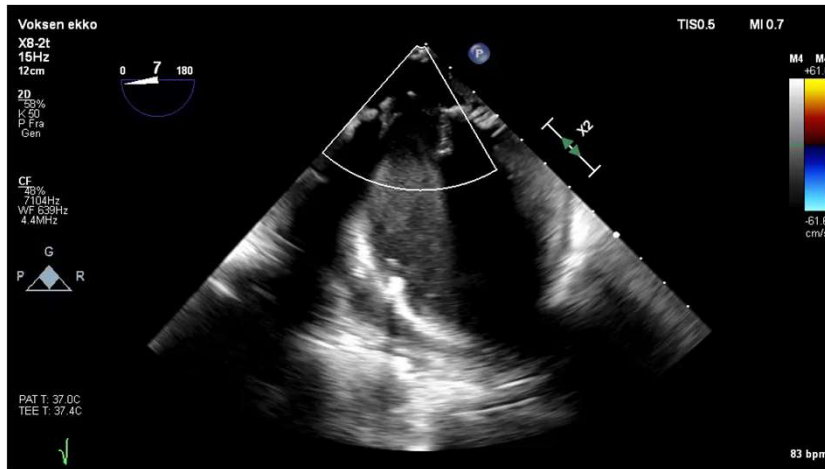
Absces under ve. koronararterie og på mitralklappen Destruktion af aortaklappen



(b)
R.P.O. view



Postoperativ ekko (TEE)



Svært nedsat hjertepumpefunktion
uden mulighed for at bære
kredsløbet

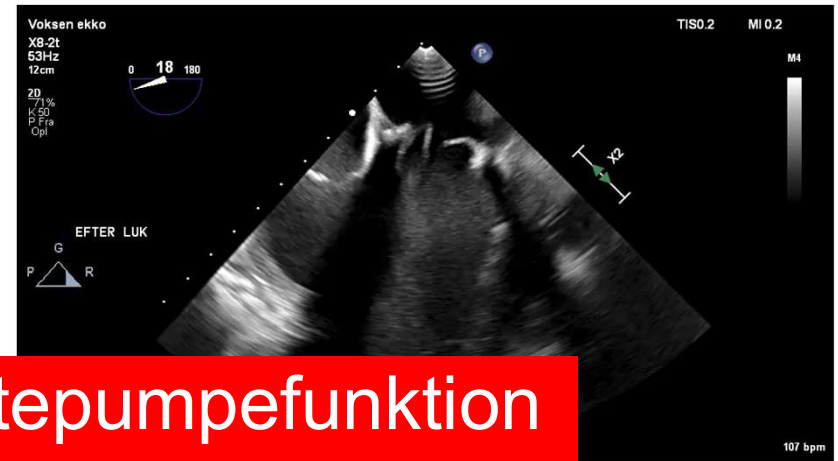
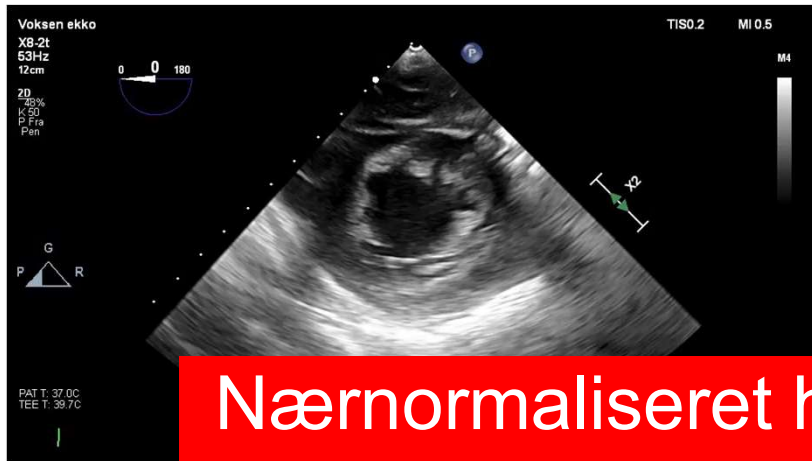
Postkardiotomi-ECMO

- Funktion
 - Understøtte hjerte- og lungefunktionen, sikre organ-perfusion og –iltning
 - Assistere spontan bedring
- Forudsætninger
 - Reversibel årsag
 - Udgangspunktet skal være godt
 - Der skal være noget at ”komme tilbage til”
 - Resurser
 - Multiorgansvigt kontraindicerer (med mindre der er en fælles årsag)

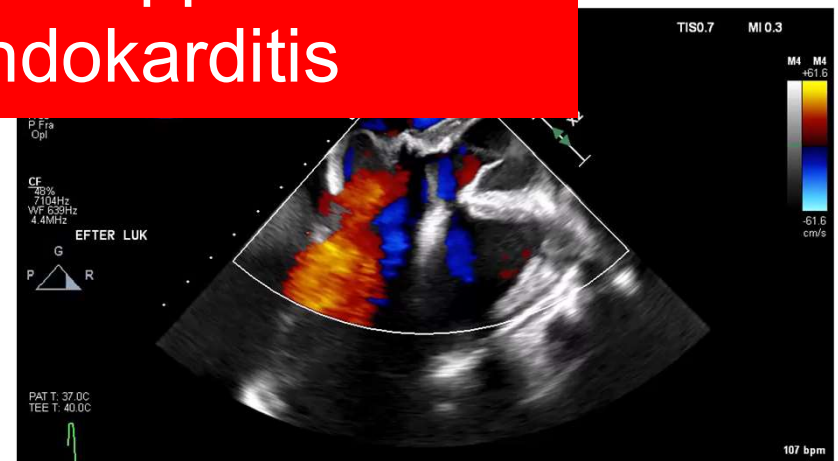
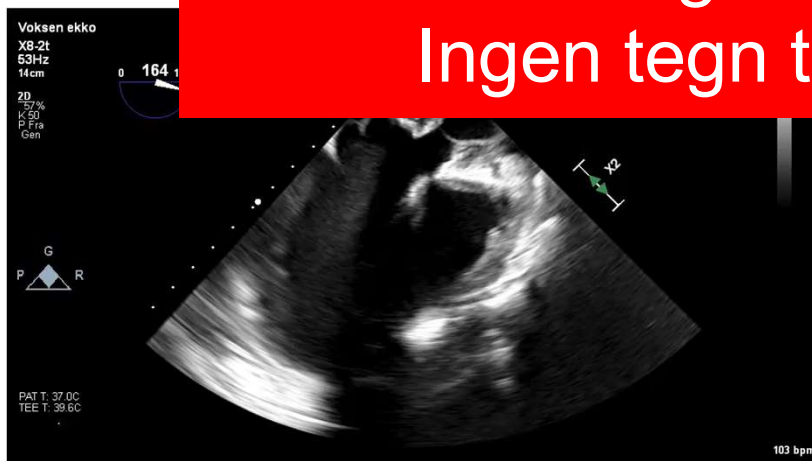
Postkardiotomi-ECMO – det konkrete forløb

- ECMO startes intraoperativt, efter opnåelse af god hæmostase
- POD 7: Konverteret til LVAD med oxygenator og tunnelerede kanyler
- POD 11: Sternum lukket, vækket, respiratoraftrapning, sengecykel
- POD 16: Mobiliseret til gang
- POD 21: Oxygenator seponeres (ren LVAD)
- POD 23: LVAD afvikles
- POD 28: Tracheostomi fjernet
- POD 30: Overflyttet til sengeafsnit, gradvis bedring, aspergillose
- POD 73: Udskrevet til hjemmet

Ekko ved ECMO-wean



Nærmormaliseret hjertepumpfunktion
Velfungerende klapper
Ingen tegn til endokarditis



Postkardiotomi-ECMO

- Overvejelser
 - Resursekrævende team-indsats
 - Fysisk og psykisk belastende for patienten
 - Er det umagen værd?

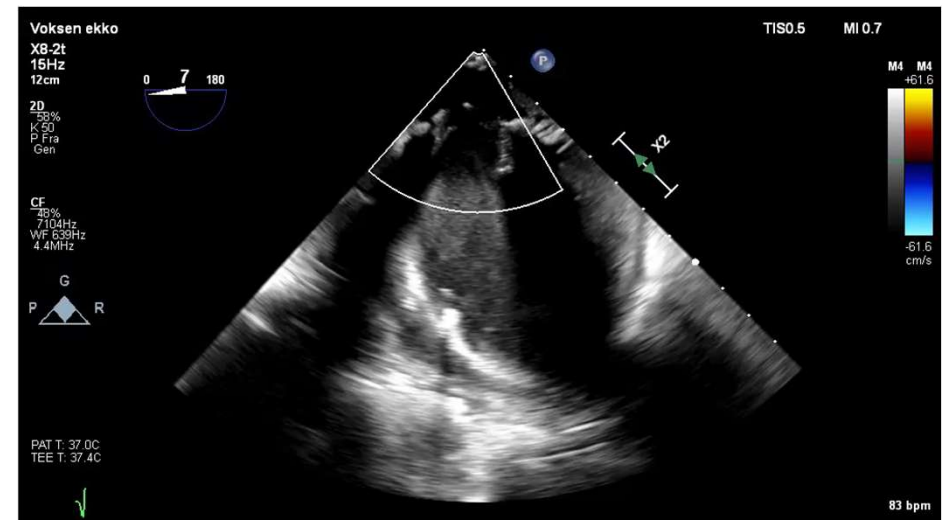
Mekanisk cirkulatorisk support

Outcome på Rigshospitalet og fremtidig udvikling

Peter Hasse Møller-Sørensen, overlæge
Afdeling for Bedøvelse, Operation og Intensiv Behandling
Rigshospitalet

Ved ankomst på Hjerte og Lunge Intensiv (4141):

- **15.08.21:** NOH, Indlagt m. febrilia, hoste og træthed.
- **16.08.21:** NOH CTTA Mindre infarkter nyre, pleuravæske. TTE med destruktion af a-klap og dilateret LV. Overflyttes til 2143 RH. Opereres samme aften **og lægges på central VA-ECMO** (vendt IVC-kanyler og ascendens eopa) **Vækkes ???**
- **20.08.21:** Oprensning. **Assist konf: Tentamen wean mandag 23/8, back-up 1. LVAD 2. BiVAD. Mhp. HM3/HTx på sigt (u. infektion > 4 uger).**
- **21.08.21:** Tiltagende hæmodynamiske tegn til recovery.
- **23.08.21:** **LVAD m.oxygenator i kredsen**



Videre forløb på Hjerte og Lunge Intensiv (4141)

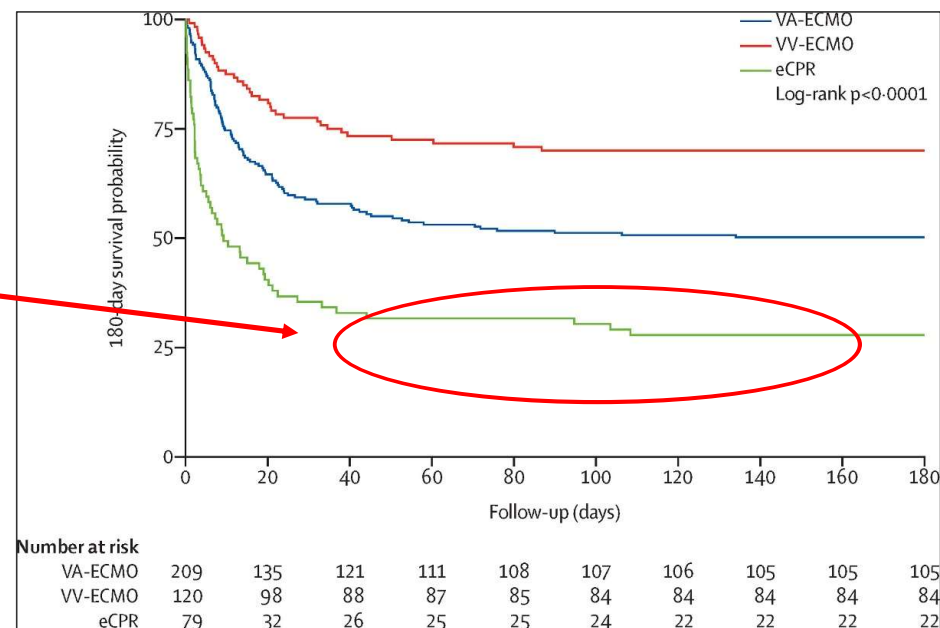
- **26.08.21:** Respiratorisk + hæmodynamisk fremgang, LVADoxy velfungerende
- **27.08.21:** Lukkes, mock-wean på OP tyder på wean potentiale. Estimeres til 3-5 dag.
- **28.08.21:** Episoder m. rec. AFli. DC-konv. Amiodaroneinf.
- **01.09.21:** På taleventil, **Træner og mobiliseres**. JJ-kath pga. hydronefrose.
- **06.09.21:** **Oxygenator udtages af cirkel. ren LVAD-konfiguration.**
- **08.09.21:** **LVAD wean.** VKO, respiratoraftrapper, træner, ingen infusioner.
- **10.09.21:** Udskrives fra intensiv



Hvordan går det så - eCPR

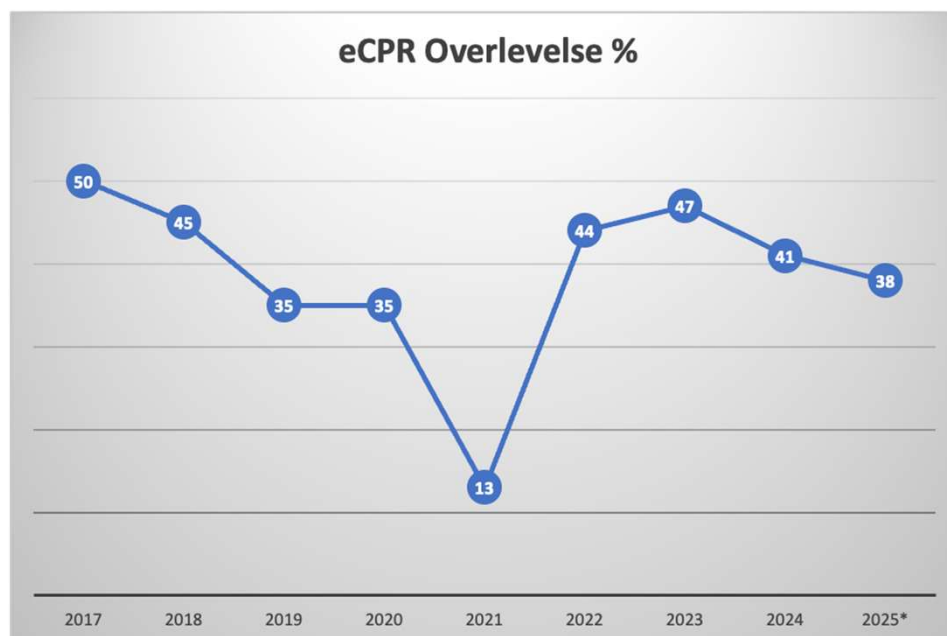


eCPR – Rigshospitalet 2017-2025

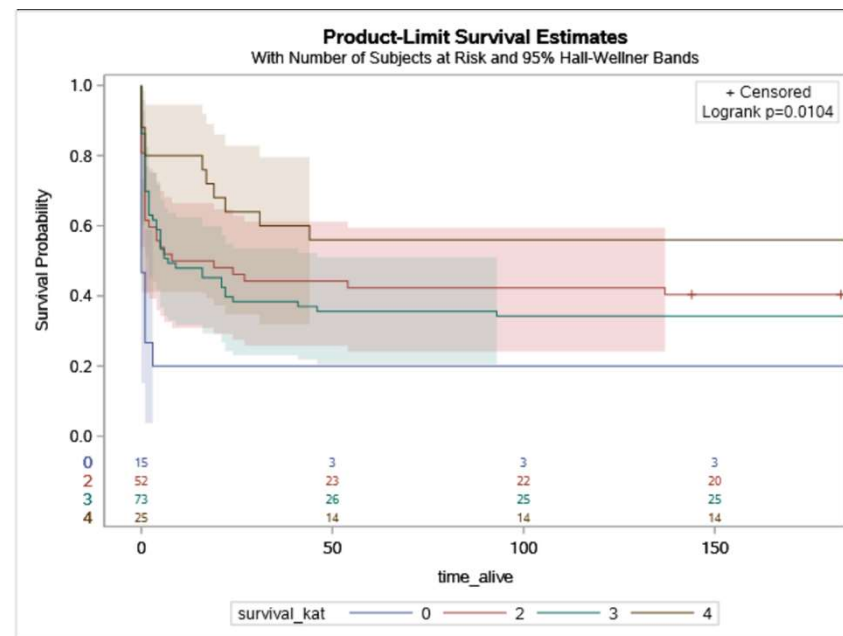


With permission: *Hodgson et al Incidence of death or disability at 6 months after extracorporeal membrane oxygenation in Australia: a prospective, multicentre, registry-embedded cohort study. Lancet Resp. Med nov 2022*

Hvordan går det så - eCPR



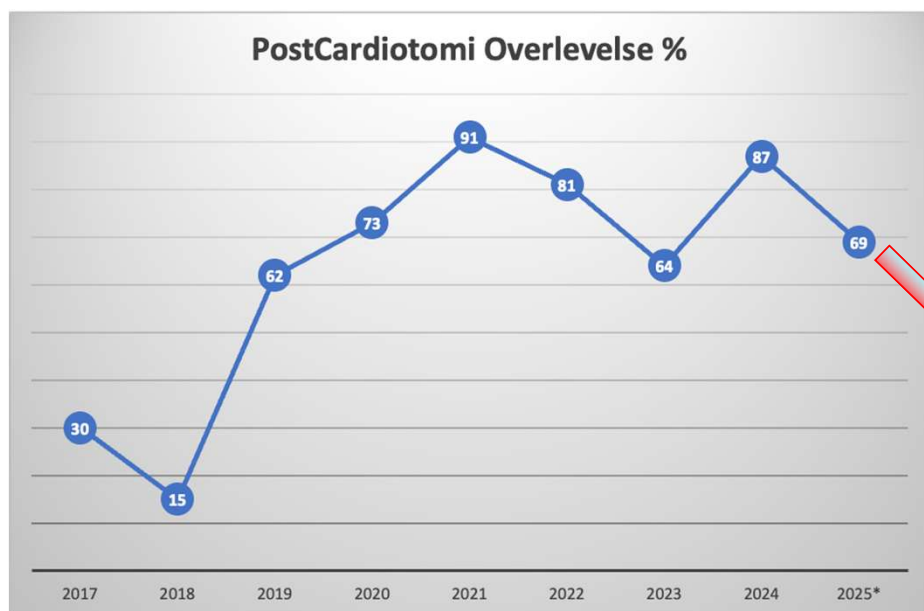
eCPR – Rigshospitalet 2017-2025



Survival up to 180 days after VA-ECMO initiation, stratified by number of extended criteria fulfilled: (1) pH >6.8, (2) lactate <15 mmol/L, (3) low-flow time <100 minutes, and (4) signs of life during CPR. Group 4 = all four criteria met; Group 3 = three criteria met; Group 2 = two criteria met; Group 1 = one or none criteria met.

With permission: B Risgaard et al. Impact of extended eligibility criteria on survival After veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation for refractory cardiac Arrest: a 8-year single-center study. Resuscitation plus 2025

Hvordan går det – Postcardiotomi ECMO



PostCardiotomi – Rigshospitalet 2017-2025

CENTRAL ILLUSTRATION Association Between Etiology and Survival in Patients With Venoarterial Extracorporeal Membrane Oxygenation

		Survival			
		Hospital (%)	5-Year (%)	HR (95% CI)	5-Year Conditional to Hospital Discharge (%)
PGF		73.3	57.3	0.30 (0.22-0.42)*	78.2
DCM		53.2	45.3	0.60 (0.45-0.80)*	85.2
Drug overdose	>50%	58.6	54.0	0.63 (0.32-1.24)	92.2
Arrhythmic storm		51.6	50.0	0.73 (0.40-1.31)	96.9
Massive PE		46.8	38.3	0.93 (0.58-1.50)	81.2
Sepsis-induced CS		44.4	42.4	1.04 (0.61-1.77)	95.5
Fulminant myocarditis	30-50%	37.9	32.9	0.65 (0.40-1.06)	86.8
AMI		37.3	31.5	1.05 (0.83-1.33)	84.4
Postcardiotomy excluding PGF		34.6	33.3	1.09 (0.89-1.42)	96.2
Refractory vasoplegia shock		11.1	0.0	3.92 (1.92-7.99)*	0.0
Other/unknown etiology	<30%	25.7	22.8	1.64 (1.25-2.14)*	88.7

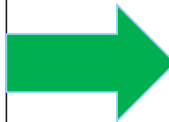
5-year survival is generally stable after hospital discharge

Danial P, et al. J Am Coll Cardiol. 2023;81(9):897-909.

With permission: P Danial et al. Association between etiology and survival in patients with venoarterial extracorporeal membrane oxygenation JACC 2023; 81:897-909

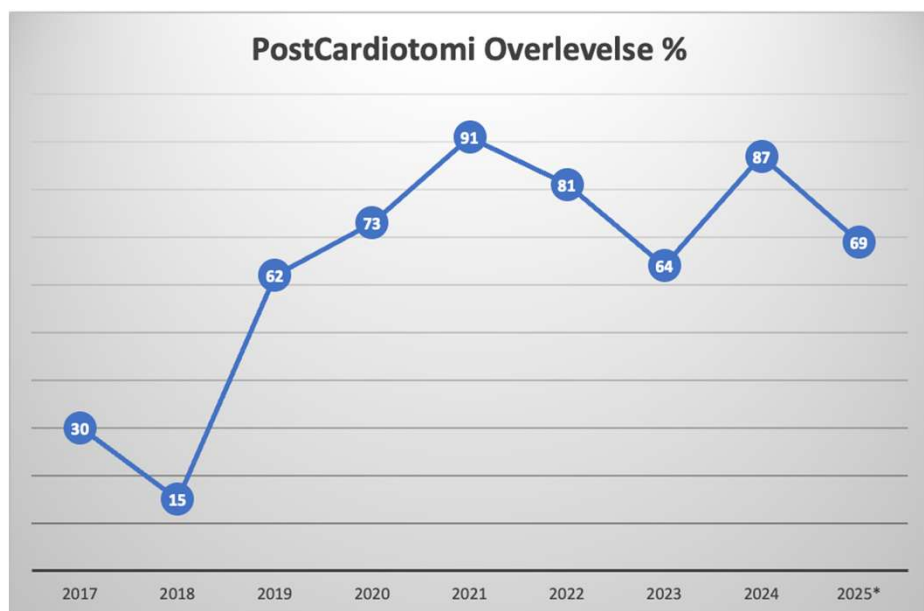
Postcardiotomi ECMO - Protokolleret

- Alder < 70 år: A) Uden præhospital komorbiditet, vurderet egnet til HTx; B) Patienter med begrænset komorbiditet og vurderet som potentiel kandidat til HM3
- Alder < 70: Med begrænset komorbiditet og oplagt reversibilitet
- Øvrige patientgrupper kan overvejes, men der bør være oplagt reversibilitet, før postcardiotomi ECMO er indiceret.
- Ved akut kirurgi, hvor at patienten præoperativt har manifest multiorgansvigt (>2 organer), bør indikationen overvejes nøje. Det bør overvejes, om præemptiv ECMO er en bedre behandlingsmulighed hos udvalgte patienter

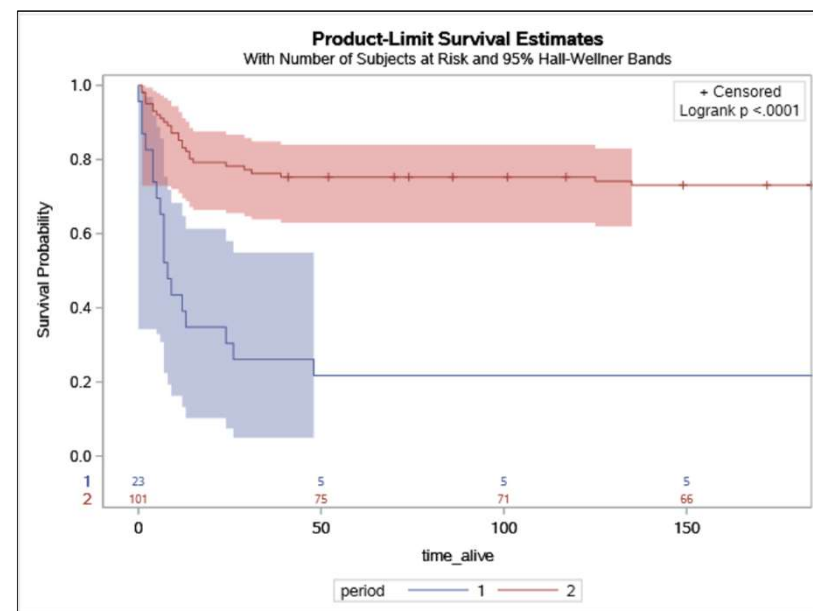


- Lactat > 5 mmol/l w.o improv. > 30min
- SvO₂ < 50% > 60min
- CI < 2.0
- Intractable arrhythmia with reduced perfusion
- ECC weaning not possible
- Inotrope equivalent (ie/h) > 40 ml/t i > 30min

Hvordan går det – Postcardiotomi ECMO



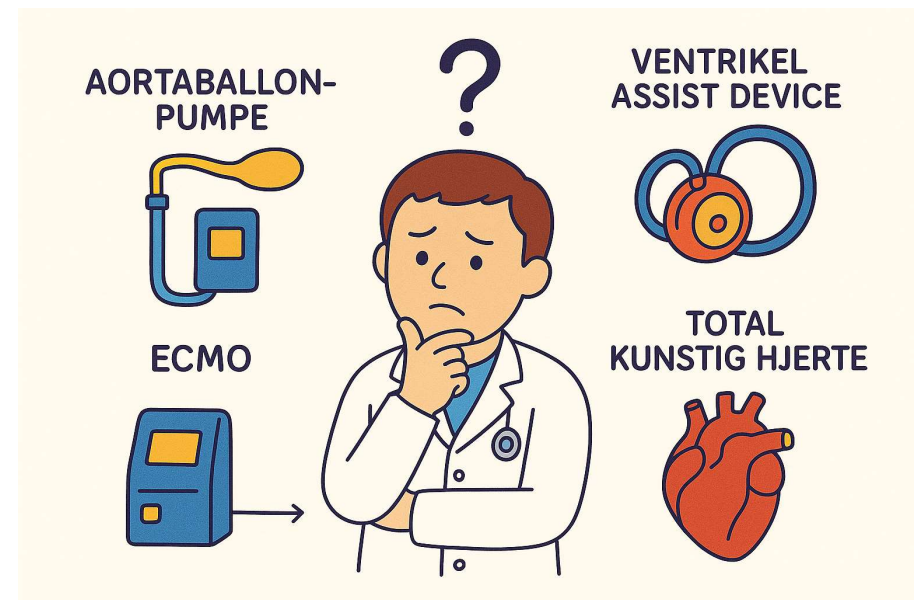
PostCardiotomi – Rigshospitalet 2017-2025



PostCardiotomi – Rigshospitalet 2012-2025

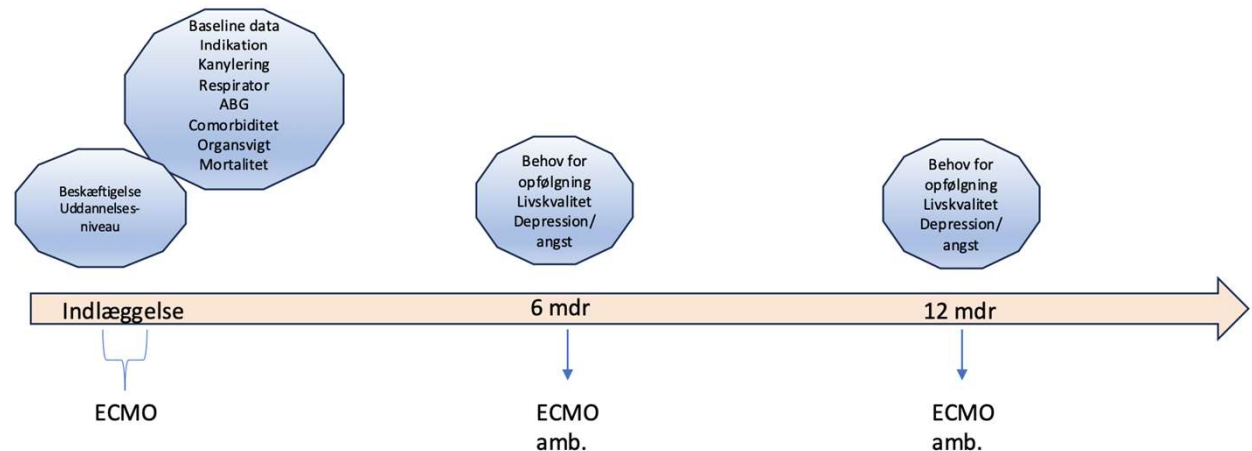
”Fremtidig” udvikling

- ECMO-ambulatoriet
- Specialhospitalet
- Logistik-kæden
- Den rette maskine til den enkelte patient
- Supplerende indikationer
 - Intoksikationer (kardiotoksiske lægemidler)
 - eCPR og postcardiotomi (udvidede indikationer)
- Kontinuerlig kvalitetsudvikling



ECMO-ambulatorie - langtidsopfølgning

- Livskvalitet
- Depression
- Angst
- Kognitiv funktion
- Fysiske funktion
- Behov for interventioner



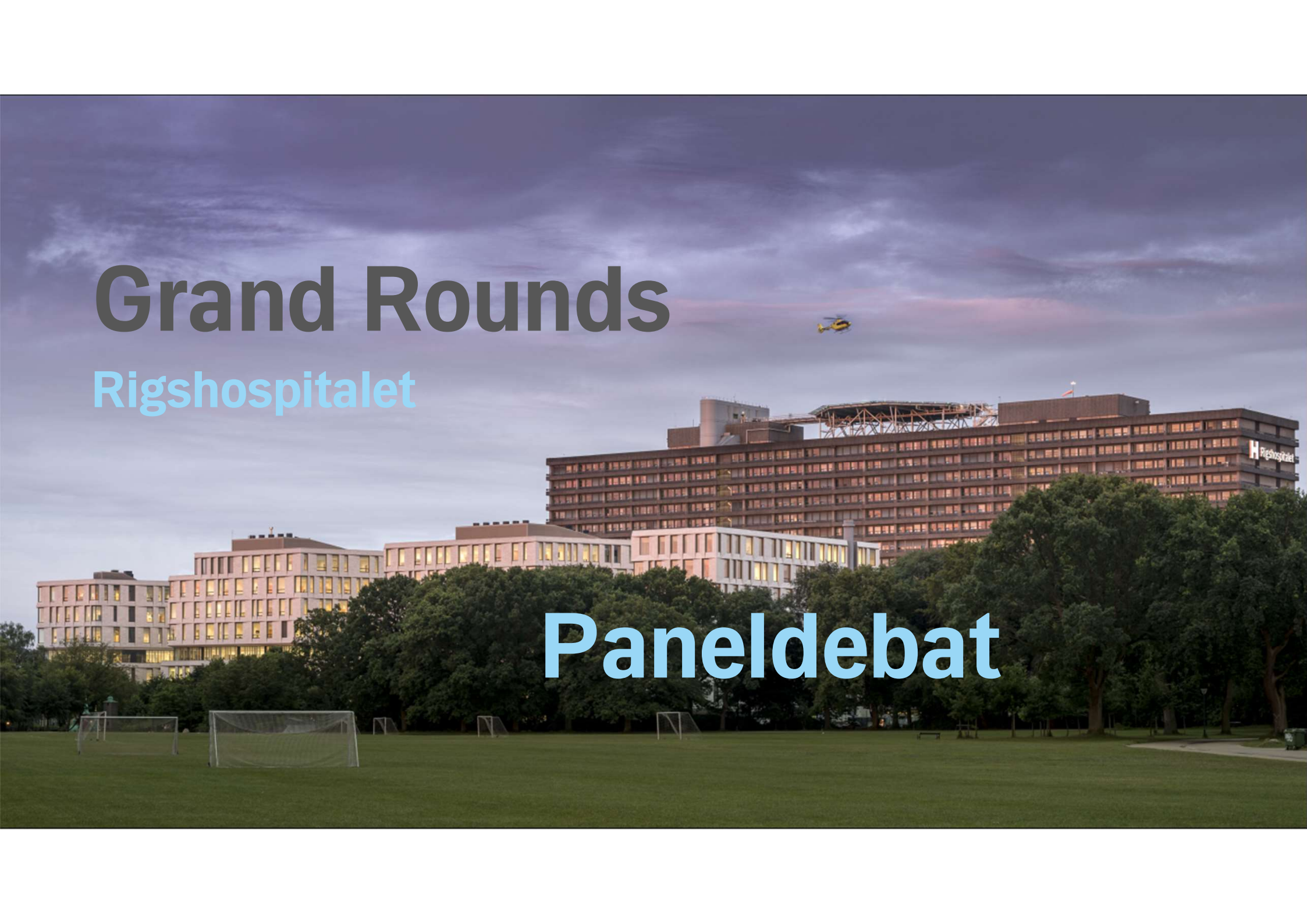
Primo 2025 – samarbejde med specialhospitalet, mhp. specialiseret rehabilitering



Grand Rounds

Rigshospitalet

Paneldebat



Grand Rounds

Rigshospitalet

Tak for i dag

Næste Grand Round: "Når udvikling og afvikling går hånd i hånd"
22. januar 2026