



Krajská nemocnice Liberec, a.s.  
*nemocnice Liberec nemocnice Turnov*

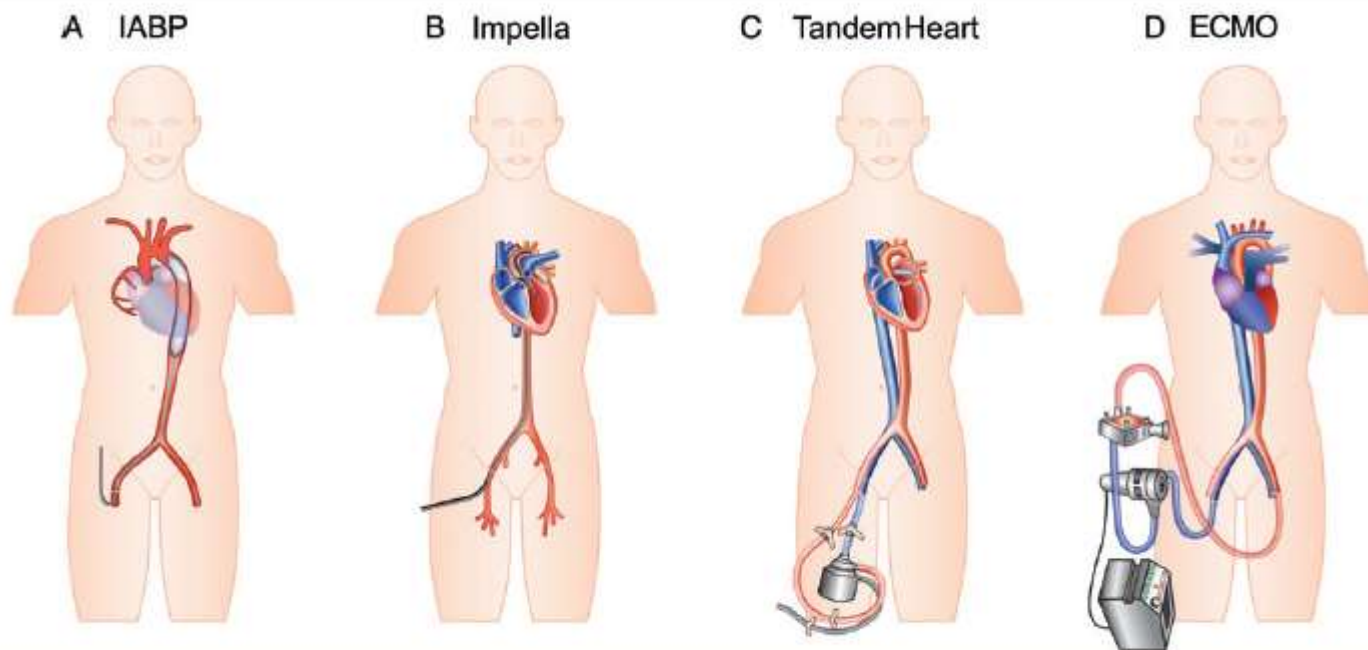


# ECMO PROGRAM KARDIOCENTRA KNL

Jiří Karásek



# MECHANICKÉ PODPORY OBĚHU



**Figure 3** Percutaneous assist devices in cardiogenic shock. (A) Intra-aortic balloon counterpulsation; (B) Impella® pump; (C) TandemHeart™; (D) extracorporeal membrane oxygenation (ECMO). Modified from Thiele et al.<sup>30</sup>



**Table 2** Comparison of devices

	IABP	ECMO	TandemHeart	Impella 2.5	Impella 5.0
Pump mechanism	Pneumatic	Centrifugal	Centrifugal	Axial flow	Axial flow
Cannula size	7.9 Fr	18–21 Fr inflow; 15–22 Fr outflow	21 Fr inflow; 15–17 Fr outflow	13 Fr	22 Fr
Insertion technique	Descending aorta via the femoral artery	Inflow cannula into the right atrium via the femoral vein, outflow cannula into the descending aorta via the femoral artery	21 Fr inflow cannula into left atrium via femoral vein and transeptal puncture and 15–17 Fr outflow cannula into the femoral artery	12 Fr catheter placed retrogradely across the aortic valve via the femoral artery	21 Fr catheter placed retrogradely across the aortic valve via a surgical outflow of the femoral artery
Haemodynamic support	0.5 – 1.0 L min <sup>-1</sup>	>4.5 L min <sup>-1</sup>	4 L min <sup>-1</sup>	2.5 L min <sup>-1</sup>	5.0 L min <sup>-1</sup>
Implantation time	+	++	+++	++	++++
Risk of limb ischaemia	+	+++	+++	++	++
Anticoagulation	+	+++	+++	+	+
Haemolysis	+	++	++	++	++
Post-implantation management complexity	+	+++	++++	++	++
Optional active cooling in post-cardiopulmonary resuscitation patients	No	Yes	(Yes)	No	No

ECMO, extracorporeal membrane oxygenation; IABP, intra-aortic balloon pump; +, ++, +++, +++++, relative qualitative grading concerning time ('implantation time'), risk ('risk of limb ischaemia'), intensity ('anticoagulation', 'post-implantation management complexity'), and severity ('haemolysis'). Modified from Ouweneel and Henriques.<sup>22</sup>

**Table 3** Proposed haemodynamic effects of the mechanical circulatory support devices

	IABP	ECMO	TandemHeart	Impella
Afterload	Reduced	Increased	Increased	Neutral
LV stroke volume	Slight increase	Reduced	Reduced	Reduced
Coronary perfusion	Slight increase	Unknown	Unknown	Unknown
LV pre-load	Slightly reduced	Reduced	Reduced	Slightly reduced
PCW pressure	Slightly reduced	Reduced	Reduced	Slightly reduced
Peripheral tissue perfusion	No significant increase	Improved	Improved	Improved



# EXTRAKORPORÁLNÍ MEMBRÁNOVÁ OXYGENACE

- Mimetělní oběh –mechanická podpora oběhu (nikoliv srdce)
- VA ECMO vs. VV ECMO
- VA ECMO částečně nebo úplně nahrazuje funkci plic i srdce ( paralelní oběhy), VV sériové plíce
- Indikace: kardiogenní šok, refrakterní zástava oběhu, arytmogenní bouře a riziková PCI
- Kontraindikace: ireverz. org. postižení, disekce aorty, těžká aortální insuficience, trauma s vážným krvácením





# V-A INDIKACE A KONTRAINDIKACE

- Kardiogenní šok (konzervativní postup nezajišťuje dostatečnou perfuzi orgánů-SvO<sub>2</sub>, laktát, diuréza, NIRS,CI)
- Dekompenzace chronického srdečního selhání, akutní srdeční selhání de novo
- Arytmogenní bouře
- Srdeční zástava ( KPR 10 min, přede svědky, laická KPR , laktát nad 21, pH pod 6,7)
- Po kardiochirurgii
- Podpora rizikové intervence
- Ostatní: otravy, sepse, plicní embolie, těžká plicní hypertenze
- KI: disekce aorty, významná aortální regurgitace, zdravý rozum
- Relativní- věk na 75, BMI na 40, MOF, trauma s krvácením, těžké poškození plic a jater, kontraindikace k Tx



# VV ECMO INDIKACE A KONTRAINDIKACE

- Nedostatečná oxygenace a ventilace přes maximální ventilační léčbu
- Murray skóre- oxygenční index, RTG, PEEP, complince 3 a více
- Indikace: těžká pneumonie, ARDS, kontuze toxická inhalace, aspirace, status astmaticus
- KI: ireverzibilní poškození, orgánů, těžká plicní hypertenze, zdravý rozum, věk nad 75, agresivní ventilace nad 7 dní , multiorgánové selhání

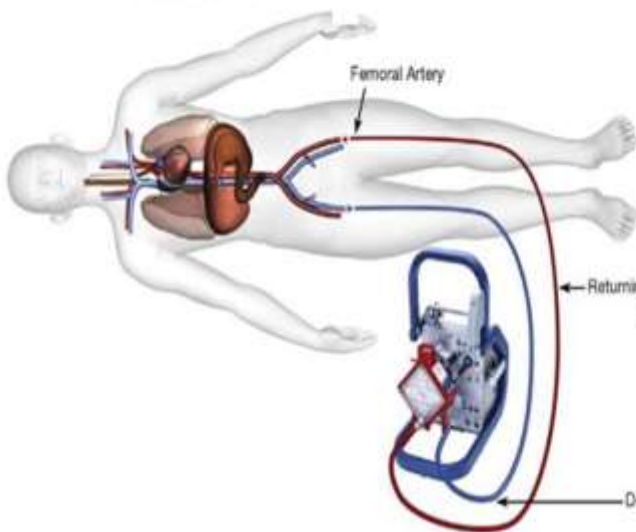


# OKRUH ECMO

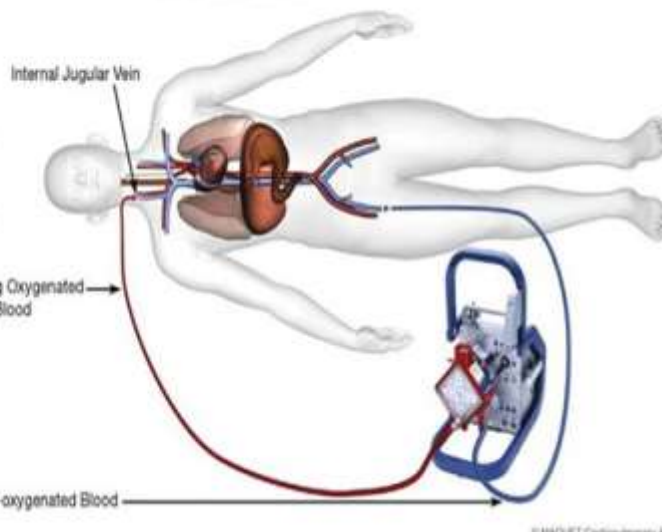
- Nasávací a výpustní kanyla
- Krevní pumpa s oxygenátorem
- Před napojením nutno okruh naprimovat
- Monitorace: inv. TK, Astrup, SvO<sub>2</sub>, laktát  
NIRS saturace, S-G katetr, TEE



**V-A ECMO**



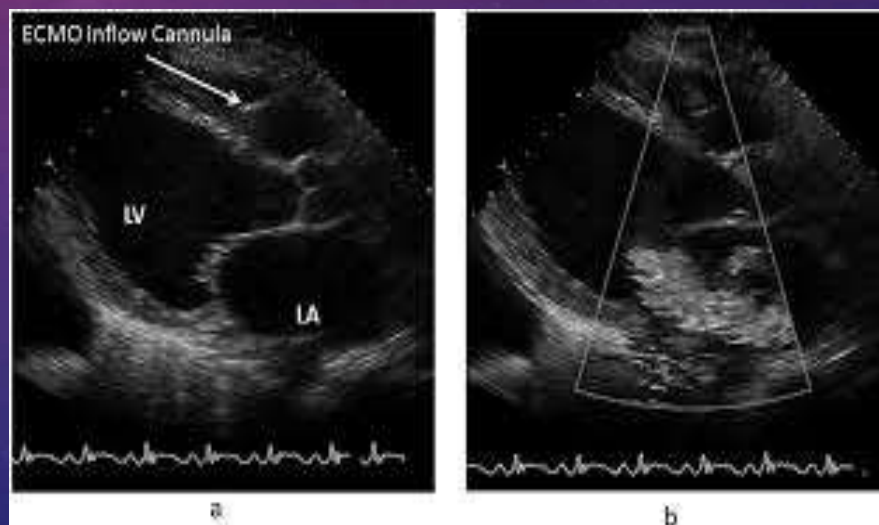
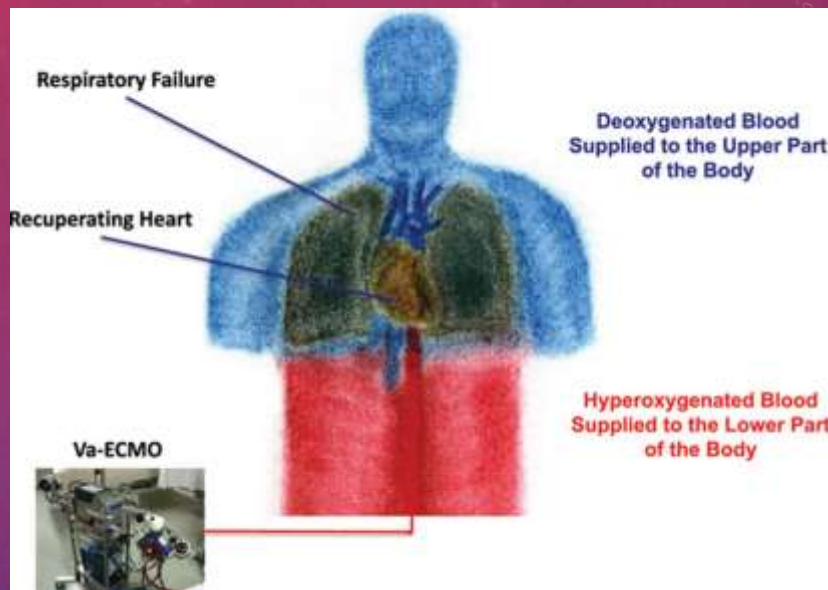
**V-V ECMO**





# KOMPLIKACE

- Krvácení
- Ischemie
- Trombóza okruhu
- Harlekýnský syndrom
- Distenze levé komory







# PROČ ECMO?



Recommendations	Class <sup>a</sup>	Level <sup>b</sup>	Ref <sup>c</sup>
Emergency echocardiography is indicated to assess LV and valvular function and exclude mechanical complications.	I	C	
Emergency invasive evaluation is indicated in patients with acute heart failure or cardiogenic shock complicating ACS.	I	B	180,201, 221,331
Emergency PCI is indicated for patients with cardiogenic shock due to STEMI or NSTEMI-ACS if coronary anatomy is amenable.	I	B	221
Emergency CABG is recommended for patients with cardiogenic shock if the coronary anatomy is not amenable to PCI.	I	B	221
Emergency surgery for mechanical complications of acute myocardial infarction is indicated in case of haemodynamic instability.	I	C	
IABP insertion should be considered in patients with haemodynamic instability/cardiogenic shock due to mechanical complications.	IIa	C	
Patients with mechanical complication after acute myocardial infarction require immediate discussion by the Heart Team.	I	C	
Short-term mechanical circulatory support in ACS patients with cardiogenic shock may be considered.	IIb	C	
Percutaneous repair of VSD may be considered after discussion by the Heart Team.	IIb	C	
Routine use of IABP in patients with cardiogenic shock is not recommended.	III	A	332,333

European Heart Journal (2014) 35, 2541–2619  
doi:10.1093/eurheartj/ehu278





# PROČ ECMO ?

As a consequence of advances in the technology for circulatory assistance, percutaneous cannula implantation no longer requires cardiac surgical skills or the involvement of a highly specialised team<sup>2,4,7,13</sup>. After training and in cooperation with a cardiac surgical hospital, an interventional cardiology team in a local hospital with a high-volume catheterisation laboratory but without on-site cardiovascular surgery facilities would be allowed to implant, prime, and run such devices.

## Emergency extracorporeal membrane oxygenation in a hospital without on-site cardiac surgical facilities

Loïc Belle<sup>1</sup>\*, MD, Lionel Mangin<sup>1</sup>, MD, Henry Bonnet<sup>1</sup>, MD, Stéphane Foi<sup>1</sup>, MD, Charles Sautré<sup>2</sup>, MD, Laurence Delavenat<sup>3</sup>, MD, Dominique Savary<sup>4</sup>, MD, David Bougon<sup>1</sup>, MD, Emmanuelle Vialle<sup>1</sup>, MD, Antoine Dompnier<sup>1</sup>, MD, Emmanuel Desjoux<sup>1</sup>, MD, Dominique Blin<sup>1</sup>, MD

1. Cardiology Department, Assas Hospital, Assas, France; 2. Critical Care Department, Assas Hospital, Assas, France; 3. Mobile Intensive Care, Assas Hospital, Assas, France; 4. Cardiac Surgery, Grenoble University Hospital, Grenoble, France

### KEYWORDS

• extracorporeal  
membrane  
oxygenation  
• cardiogenic shock  
• refractory cardiac  
arrest

### Abstract

**Aims:** We report the feasibility and outcomes of emergency extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) implantation by a cardiac catheterisation team in patients in severe cardiogenic shock or refractory cardiac arrest in a hospital without cardiac surgical facilities.

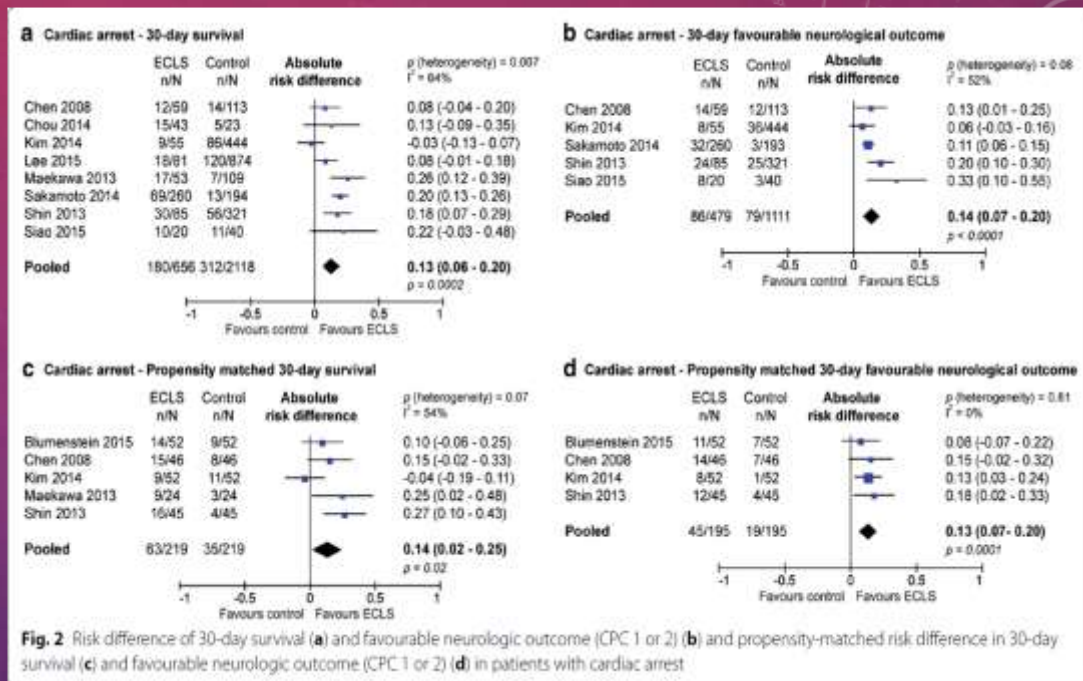
**Methods and results:** This prospective cohort study involved 51 consecutive patients who had ECMO implantation (September 2006 - September 2010). Twenty-seven were in severe cardiogenic shock and 24 in refractory cardiac arrest (17 with out-of-hospital cardiac arrest, seven with in-hospital cardiac arrest). Implantations were done via a percutaneous femoral approach by a local interventional cardiologist team, and in collaboration with the nearest cardiac surgical institution. Patients' mean age was 51±15 years; 38 (74.5%) were men. Stable ECMO implantation was achieved in 26/27 (96.3%) patients in severe cardiogenic shock and in 18/24 (75.0%) patients in refractory cardiac arrest. In-hospital complications occurred in 23/27 cardiogenic shock patients; 13/27 were discharged alive. In patients with refractory cardiac arrest, complications occurred in 10/24; 21/24 were disconnected from ECMO because of brain death or washout pump failure occurring  $\geq$  4 hours; one patient was discharged alive.

**Conclusions:** Emergency ECMO implantation by an interventional cardiologist in a hospital without cardiac surgical facilities is feasible, with a failure rate concordant with the literature.

\*Corresponding author: Department of Cardiology, CHR Assas, 1 Avenue de l'Hôpital, FR-74370 Mié, Italy, France  
E-mail: loic.belle@wanadoo.fr



# RESUSCITACE



ECMO vs. KPR o 13% vyšší 30-denní přežívání (95% CI 6-20%; $p < 0.001$ ), NNT= 7,7  
ECMO vs. KPR 14% lepší neurologický outcome (95% CI 7-20%;  $p < 0.001$ ), NNT= 7,1





# ECLS

## 2. E-CPR in OHCA?

- National Taiwan University Hospital Taipei
- 2007 – 2012; n = 230, 199 IHCA, 31 OHCA (selected patients)
- results:

	IHCA	OHCA
time to ECLS (min)	44.4 ± 24.7	67.5 ± 30.6
survival to discharge	31.2 %	38.7 %
survival with good neurology	25.1 %	25.5 %

- „Our results suggest that further investigation of the use of ECMO in OHCA is warranted“

Wang CH, Resuscitation 2014;85:

## E-CPR for OHCA - Overview

**Table 2.** Studies including out-of-hospital cardiac arrest patients

First author	Year	n	Time to ECMO (min)	Survival
Nagao [38]	2000	36	67 ± 43	9 (25%)
Haneya [23]	2012	26	70 (55–110)	4 (15%)
Kagawa [32**]	2012	42	59 (45–65)*	7 (24%)
Nagao [39]	2010	171	66 ± 3	21 (12%)
Le Guen [40]	2011	51	120 (102–149)	2 (4%)
Avalli [41]	2012	18	77 (69–101)	1 (5.5%)
Fagnoul [35*]	2013	14	66 (56–80)	3 (21%)
Maekawa [22*]	2013	53	49 (41–59)	17 (32.1%)
Leick [42*]	2013	28	53 (40–61) nonsurvivors, 44 (31–45) survivors	11 (39%)

44 – 120 min

4 – 39 %





# ECLS

A 5-year experience with cardiopulmonary resuscitation using extracorporeal life support in non-postcardiotomy patients with cardiac arrest<sup>15</sup>

Assad Haneya<sup>1,2</sup>, Alois Philipp<sup>4</sup>, Claudius Diez<sup>2</sup>, Simon Schopka<sup>4</sup>, Thomas Bein<sup>3</sup>, Markus Zimmermann<sup>3</sup>, Matthias Lubnow<sup>5</sup>, Andreas Luchner<sup>6</sup>, Ayman Agha<sup>4</sup>, Michael Hilker<sup>4</sup>, Stephan Hirt<sup>4</sup>, Christof Schmid<sup>2</sup>, Thomas Müller<sup>6</sup>

## ECMO in ED

	all (n = 79)	In-hospital (n = 55)	Out-of-hospital (n = 24)	p Value
age, years	56 ± 15	64 ± 14	50 ± 15	0.0001
male, n (%)	57 (72)	40 (73)	17 (71)	0.99
CPR duration, min	52 ± 36	40 ± 29	82 ± 34	<0.0001
pH [venous, pre MO]	7.01 ± 0.22	7.08 ± 0.18	6.86 ± 0.24	<0.0001
lactate, mg/dL	99 ± 62	65 ± 51	132 ± 82	<0.0001
PvCO <sub>2</sub> , mmHg	71 ± 21	59 ± 17	86 ± 23	<0.0001
intervention possible, n (%)	52 (66)	36 (66)	16 (67)	0.99
complications, n (%)	23 (29)	15 (27)	8 (33)	0.60
outcome, n (%) survival to discharge	27 (34)	23 (42)	4 (17)	0.039

Resuscitation 2012;83:1331-37 56

## RECA-Study (Regensburg ECLS for Cardiac Arrest)

cardiac arrest with CPR > 10 min and

- presumably cardiac etiology (VF/VT)
- witnessed cardiac arrest
- bystander-CPR or beginning of ACLS within 5-10 min
- age between 18 and 65 yrs





# KARDIOGENNÍ ŠOK

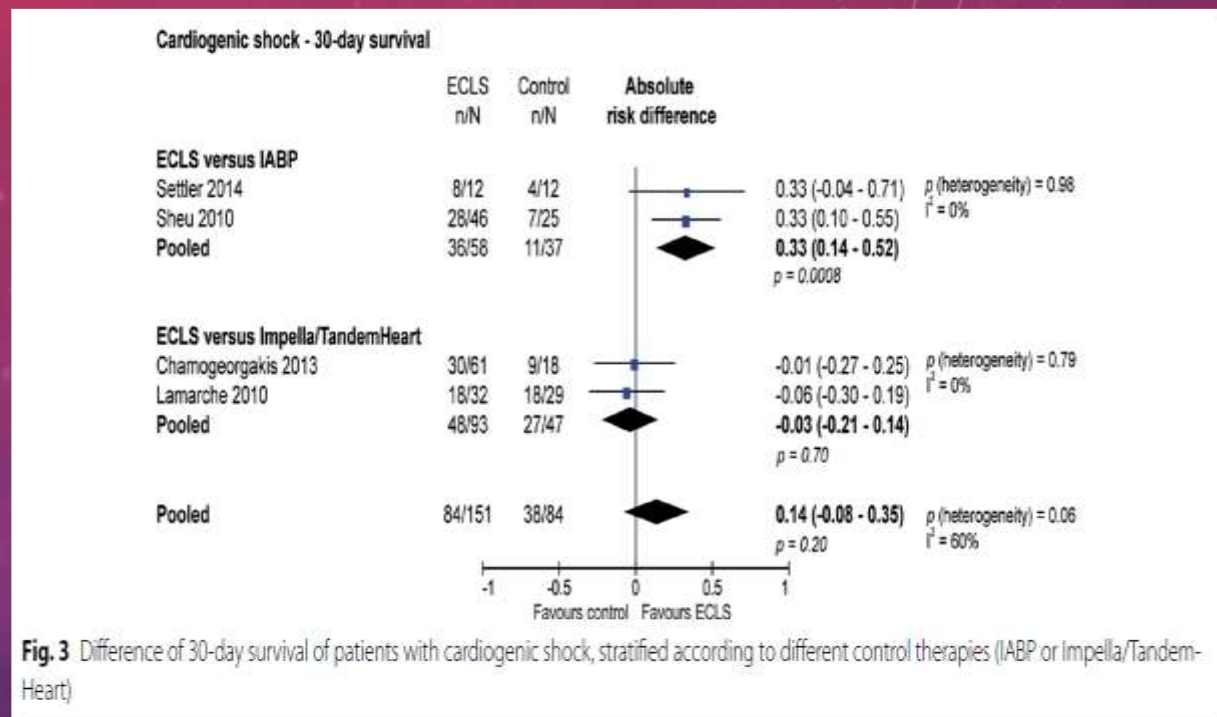


Fig. 3 Difference of 30-day survival of patients with cardiogenic shock, stratified according to different control therapies (IABP or Impella/Tandem-Heart)

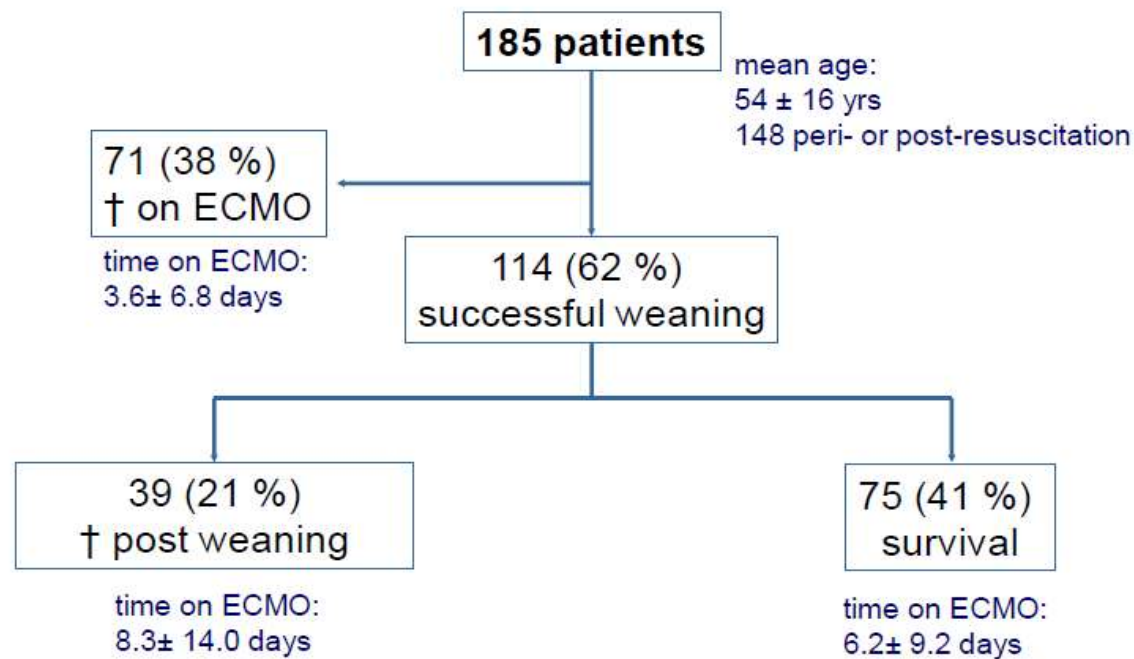
ECMO vs. IABP o 33% vyšší 30-denní přežívání ( 95% CI 14-52%;  $p < 0.001$ ; NNT=13)

ECMO vs. Impella/TandemHeart bez stat. významnosti (-3%, 95% CI -21% - 14%;  $p = 0.7$ ; NNH=30)



# ECLS FROM REGENSBURG REGISTRY

## va – ECMO non post-cardiotomy: Outcomes UKR (01/2007 – 12/2013)







## ECMO TRANSPORT



5 pacientů  
mortalita 80%



5 pacientů  
mortalita 20 %

**pouze 2 (13%) vyžadovalo KCH**





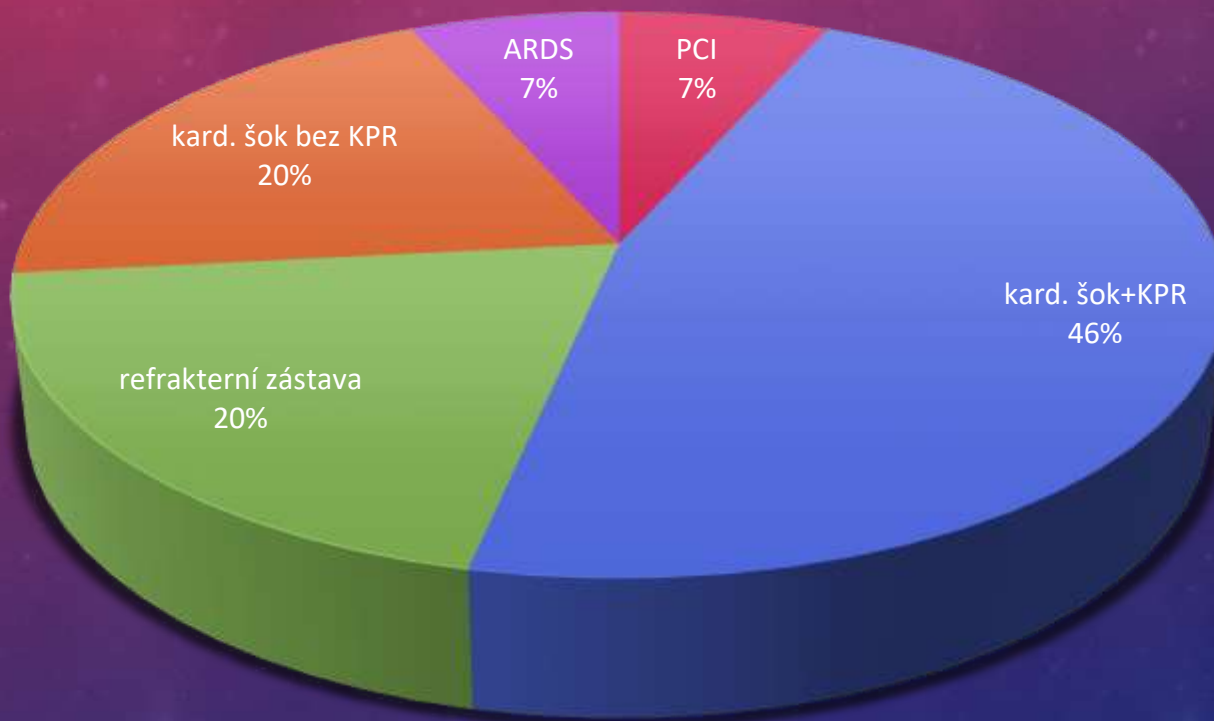
# ADAPTAČNÍ PROCES

- Priming jsou schopny zajistit vyškolené sestry
- Zavádění na katetr. sále inv. kardiologem
- KPR řešeno LUCAS II
- ECMO team
- Podpora zkušeného centra při prvních zavedeních
- Začít od lehčího k náročnějším (chrán. PCI.....KPR)
- Nemocnice se zázemím kompl. resuscitační péče a cévní chirurgie
- Odhad intervencí: 12-15 V-A 4-5 V-V za rok



# ECMO-15 PACIENTŮ ZA 18 MĚSÍCŮ

ECMO: 14x V-A, 1xV-V

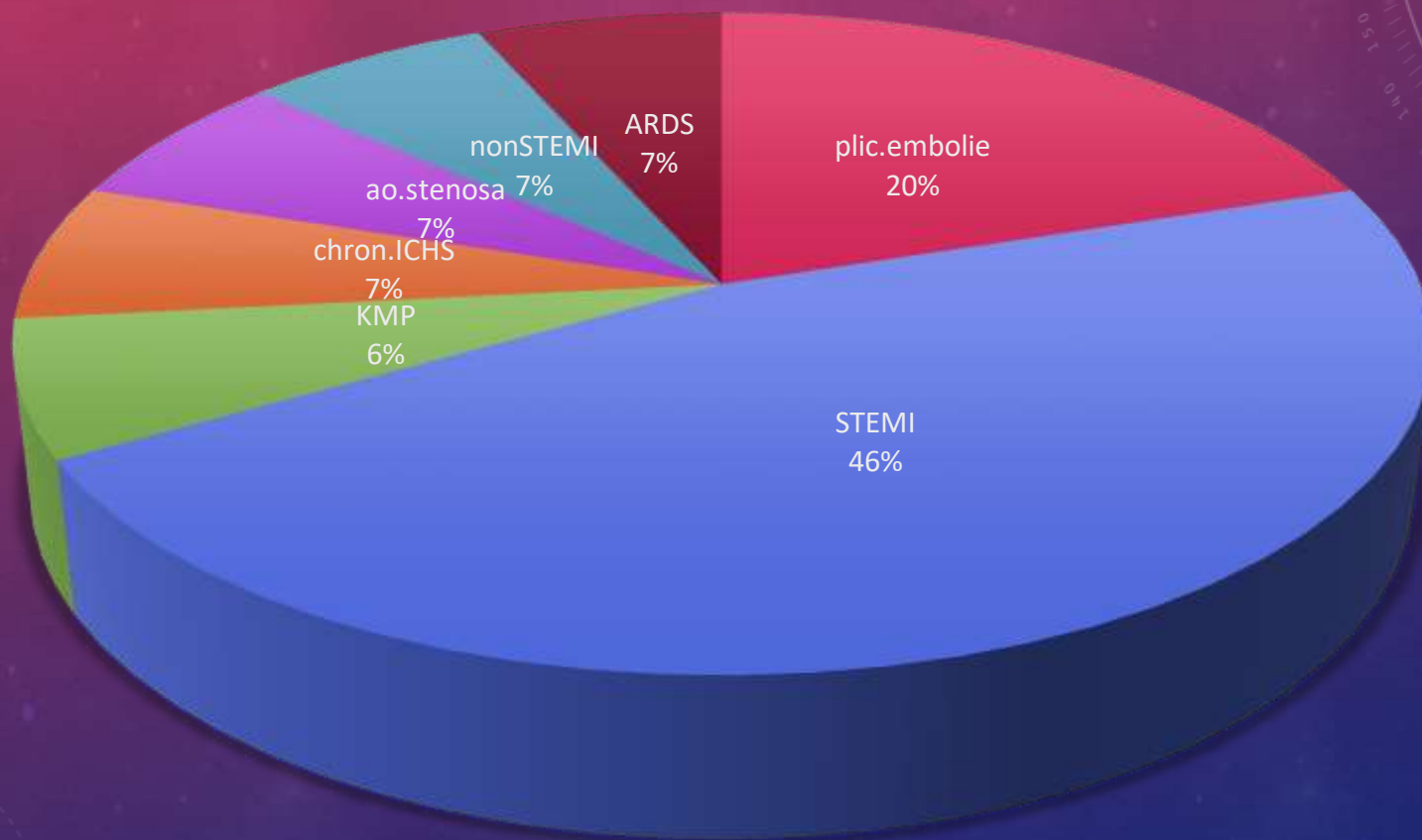


■ PCI ■ kard. šok+KPR ■ refrakterní zástava ■ kard. šok bez KPR ■ ARDS



# ETIOLOGIE

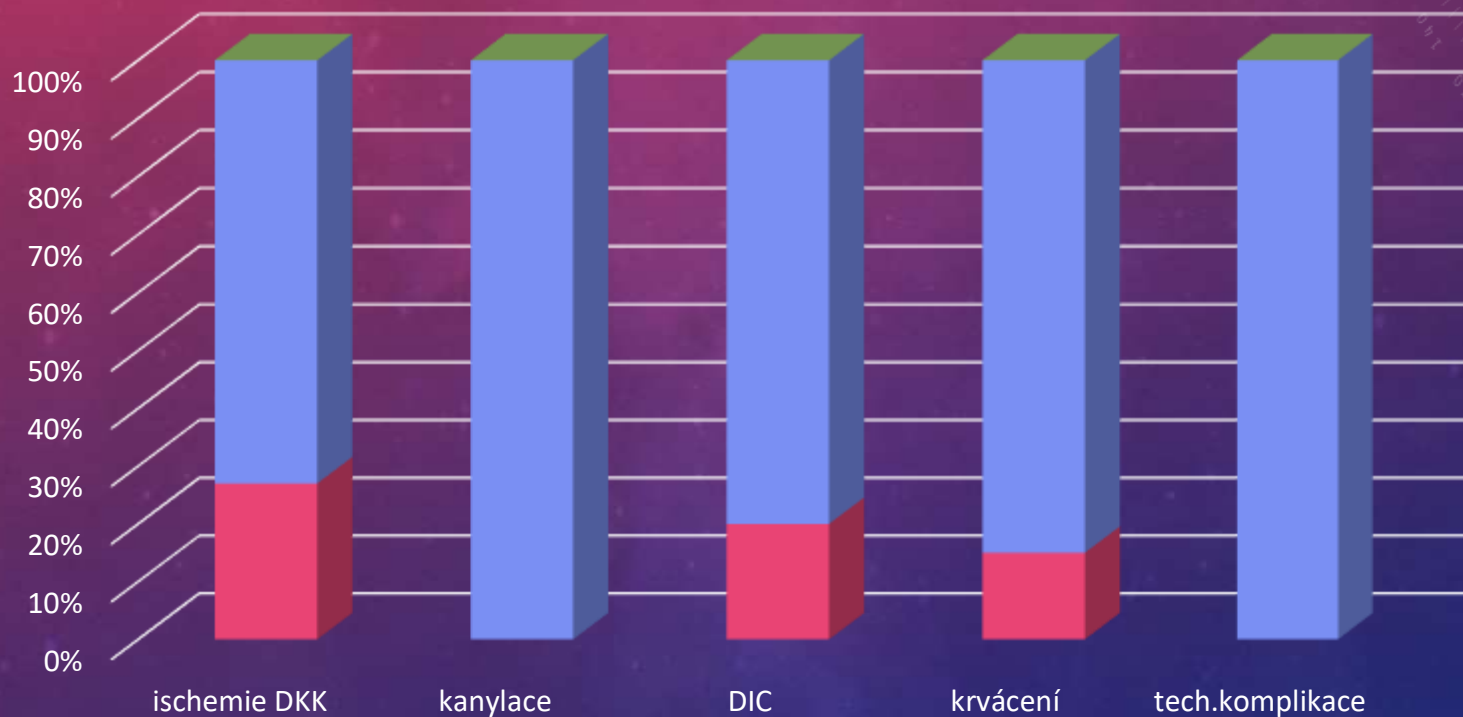
## ECMO



■ plic.embolie ■ STEMI ■ KMP ■ chron.ICHS ■ ao.stenosa ■ nonSTEMI ■ ARDS



# KOMPLIKACE







# WEANING

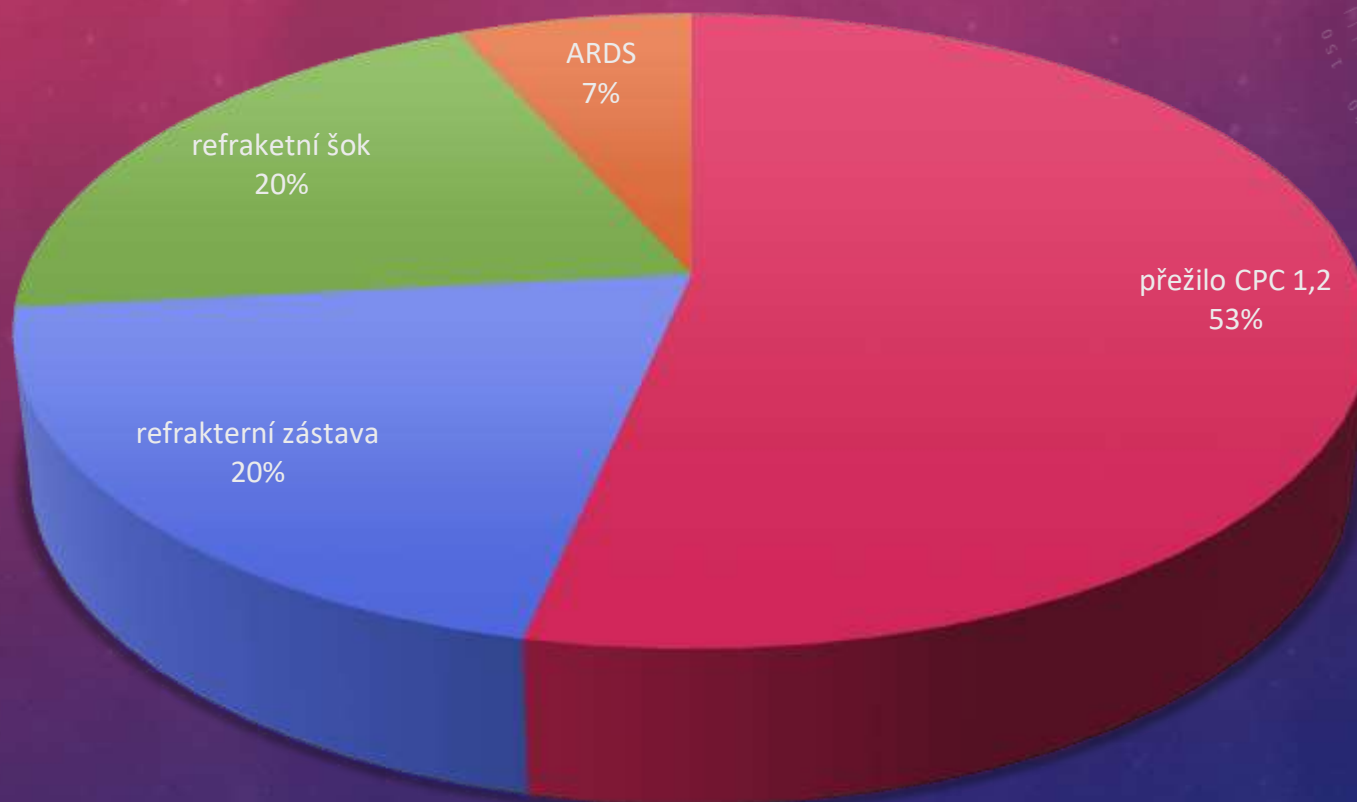
ECMO průměr:  $6,6 \pm 2,5$  dní



■ weaning ■ LVAD ■ KCH ■ extitus bez weaningu



# MORTALITA



■ přežilo CPC 1,2   ■ refrakterní zástava   ■ refrakterní šok   ■ ARDS



# MORTALITA





# ECMO KOMPLIKACE

	Cardiogenic shock (n=27)	Refractory cardiac arrest (n=24)
Implantation success	26 (96.3)	18 (75.0)
Implantation failure	1 (3.7)	6 (25.0)
Catheterisation failure	1 (3.7)	5 (20.8)
Centrifugal pump failure (breakdown)	0	1 (4.2)
In-hospital complications		
Major bleeding	12 (44.4)	8 (33.3)
Thrombocytopenia	12 (44.4)	6 (25.0)
Blood transfusion	8 (29.6)	5 (20.8)
Disseminated intravascular coagulation	6 (22.2)	5 (20.8)
Acute or sub-acute lower limb ischaemia	5 (18.5)	4 (16.7)
Sepsis	6 (22.2)	1 (4.2)
Haemolysis	3 (11.1)	4 (16.7)
Intervention for major bleeding	3 (11.1)	2 (8.3)
Haemofiltration	4 (14.8)	0
Deep vein thrombosis	4 (14.8)	0
Stroke	1 (3.7)	1 (4.2)



Úspěšnost zavedení: 82%-93%

Velké krvácení: 20%-49%

Ischemie DKK: 2,5%-19%

30 denní přežití 33%



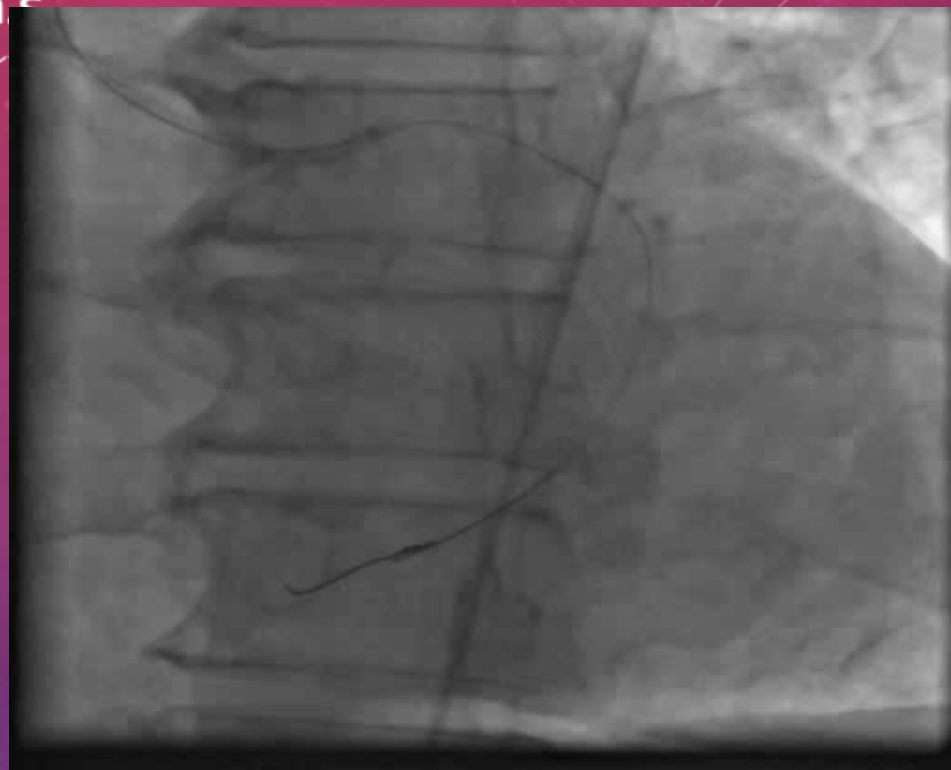


# KAZUISTIKA

- Pacient 72 let, DM II, hypertenze
- Přijat do spád. nemocnice pro bolesti na hrudi, synkopu
- Vstupně bradykardický, hypotenzní, EKG: hluboké ST deprese V2-V6
- Podán Heparin, Cardégic, překlad do kardiocentra, při transportu intubován pro plicní edém a kard. šok
- Při příjmu sinus 40/min, TK 65/35, EF 20%, akineza inferolaterálně
- Indikována koronarografie



# KAZUISTIKA

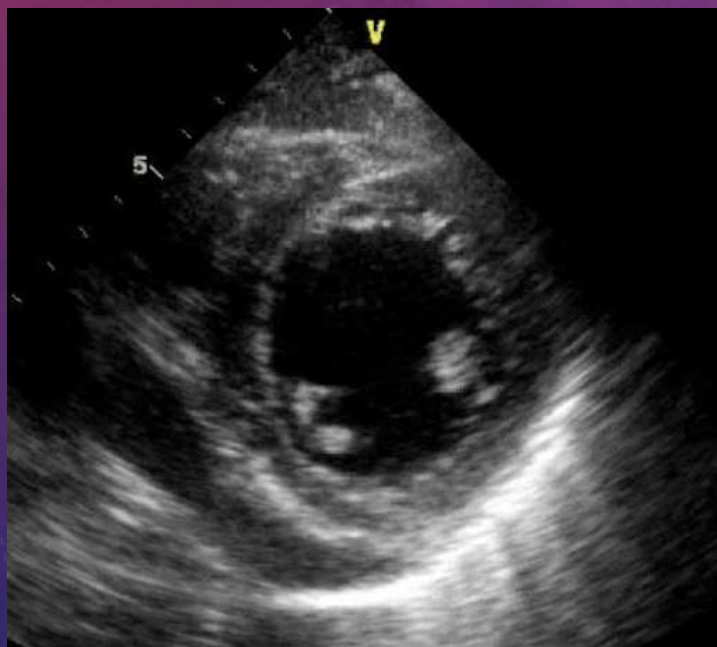


- Nemoc tří tepen: RIA 50%, RC uzávěr, ACD hypoplastická
- Trombaspirace+ PCI na RC, zavedena IABK
- Během výkonu 2 x EMD, po ukončení výkonu TK 100/60



## KAZUISTIKA-DEN 2

- Pacient na IABK, Noradrenalin 1 mcg/kg/min, Dobutamin 10 mcg/kg/min
- pH 6,9, laktát 7 mmol/l, MAP 45 mm Hg, diuréza 15 ml/hod., CI 1,9 l/min/m<sup>2</sup>
- Zavedeno V-A ECMO, bifemorálně, 3 l/min, FiO<sub>2</sub> 0,5, flow 2 l/min
- Kontrolní SKG –dobrý efekt PCI na RC, TEE EF 10%







## KAZUISTIKA-DEN 3-5

- Den 3: na ECMO 3,5 l/min, diuréza 200 ml/hod, laktát 3,9 mmol/l, CI 2 l/min
- dominuje těžký distribuč. šok na podkladě capillary leak sy., masívní objem. resuscitace-23 l/ 48 hod., opakovaně pulsy albuminu, noradrenalin+ terlipressin, dobutamin+milrinon
- Den 5: recovery komory, EF40%, CI 2,4 l/min,m<sup>2</sup>, MAP 85 mmHg
- zahájen weaning ECMO 1 l/min, dekanylace femostopem, ponechána IABK







## KAZUISTIKA DEN 6-16

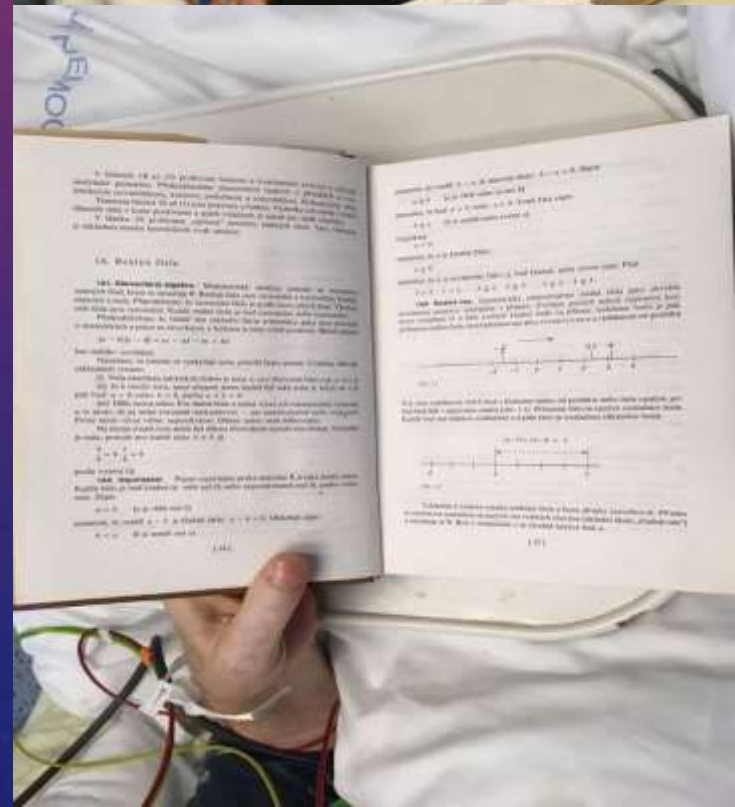
- 6-10 den: mobilizace tekutin z periferie, rozvoj těžkého plicního edému s nutností agresivní UPV, významná MR- restrikce objemu, který jen ve formě ČZM, max. diuretická podpora, postupně mobilizace tekutin s navozením negativní bilance
- 11-16 den: pacient odtlumován, weaning , 13.den extubace, intermitentně nutnost NIV, IABK ukončena 16.den, EF 40%, akineza inferolaterálně, MR středně až více významná





# KAZUISTIKA DEN 17-37

- Dechová a funkční rehabilitace, implanatce dvoudut. KS pro intermitentní AV blok III.st.
- Den 25 přeložen z KJ na JIMP
- Realimentace, vertikalizace
- Den 37 dimitován do ambul.péče NYHA II, CPC 1





Krajská nemocnice Liberec, a.s.  
*nemocnice Liberec nemocnice Turnov*

# CPC 1







## ECMO -CS

The aim of the proposed trial will be, therefore, to compare two recognized therapeutic approaches in the management of severe cardiogenic shock: early conservative therapy and early implantation of veno-arterial ECMO on the background of standard care. The ECMO-CS Study will be the first multi-center randomized prospective trial focused on the efficacy of ECMO in the therapy of severe cardiogenic shock.





## Odborné stanovisko | Expert consensus statement

### Koncepce použití mechanických podpor při léčbě pokročilého srdečního nebo plicního selhání v České republice.

Společné stanovisko České kardiologické společnosti, České společnosti intenzivní medicíny ČLS JEP, České společnosti kardiovaskulární chirurgie ČLS JEP, České společnosti anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny ČLS JEP, České transplantační společnosti, Českého spolku pro mimotělní oběh, Společnosti pro orgánové transplantace ČLS JEP (A conception for the use of mechanical support for the treatment of advanced cardiac or pulmonary failure in the Czech Republic: A joint statement of the Czech Society of Cardiology, Czech Society of Intensive Care Medicine ČLS JEP, Czech Society of Cardiovascular Surgery ČLS JEP, Czech Society of Anesthesiology, Resuscitation and Intensive Care Medicine ČLS JEP, Czech Transplantation Society, Czech Society for Extracorporeal Circulation, Society for Organ Transplantations ČLS JEP)

**Petr Němec<sup>a,b,h</sup>, Jan Bělohávek<sup>c,i</sup>, Martin Balík<sup>d,i</sup>, Karel Cvachovec<sup>e,j</sup>, Štěpán Černý<sup>a,k</sup>, Vladimír Černý<sup>e,l</sup>, Pavel Dostál<sup>d,m</sup>, Robert Lischke<sup>f,n</sup>, Ivan Netuka<sup>f,o</sup>, Jiří Malý<sup>f,o</sup>, Jaroslav Mašín<sup>g,i</sup>, František Mlejnský<sup>g,i</sup>, Petr Ošťádal<sup>c,p</sup>, Richard Rokyta<sup>c,q</sup>, Michael Zelízko<sup>c,r</sup>**

## Organizace péče o nemocné vyžadující mechanické oběhové podpory

Centra pro podporu srdce a/nebo plic mohou být zřízena na pracovištích, která splní následující kritéria:

- Dostupnost pracoviště intervenční kardiologie v režimu 24 h/7 dní.
- Dostupnost transezofageální echokardiografie v režimu 24 h/7 dní.
- Dostupnost resuscitačních lůžek s možností umístění nemocných vyžadujících mimotělní podporu.
- Existence definovaného postupu indikace nemocných k mimotělní podpoře.
- Existence standardních operačních postupů (SOP) pro nemocné s mimotělní podporou oběhu a plic.
- Vedení registru pacientů léčených mechanickými podporami, aktivní účast ve vzdělávacím procesu, případně publikování výsledků v odborné literatuře.

Pracoviště, která nesplňují kritéria uvedená pod bodem Koncepce c) zavádí krátkodobé podpory oběhu jen po předchozí konzultaci a souhlasu centra definovaného bodem Koncepce b).

### c) Pracoviště pro krátkodobou podporu oběhu

- Pracoviště je součástí Centra vysoce specializované kardiovaskulární péče pro dospělé (tzv. PCI centrum), jak je stanoveno ve Věstníku MZ ČR č. 20/2015.
- Z toho vyplývají požadavky na potenciální spádovou oblast, diagnostiku a léčbu a zajištění řešení komplikací především v oblasti periferního cévního řečiště, jak je stanoveno ve Věstníku MZ ČR č. 20/2015.
- Možnost přijímat pacienty z celé spádové oblasti kardiovaskulárního centra, zajištění dostupnosti v režimu 24/7 pro spolupracující pracoviště
- Počty prováděných potenciálních výkonů: Implantace jedné metody mechanické podpory: minimálně deset za rok
- Personální předpoklady: Minimálně jeden lékař certifikovaný v zavádění a obsluze přístroje a mi-



## First successful ECMO patient, 1971



J Donald Hill MD and Maury Bramson BME, Santa  
Barbara, Ca, 1971. (Courtesy of Robert Bartlett, MD)

**ster**  
edcit



# DĚKUJI ZA POZORNOST

