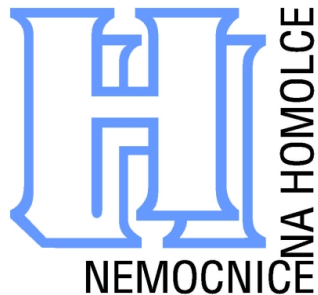


# Hemodynamika chronického srdečního selhání při léčbě podporou oběhu VA ECMO - hodnocení experimentu na velkém biomodelu

Hála P, Ošťádal P, Mlček M, Janák D, Popková M,  
Bouček T, Lacko S, Kudlička J, Kittnar O a Neužil P



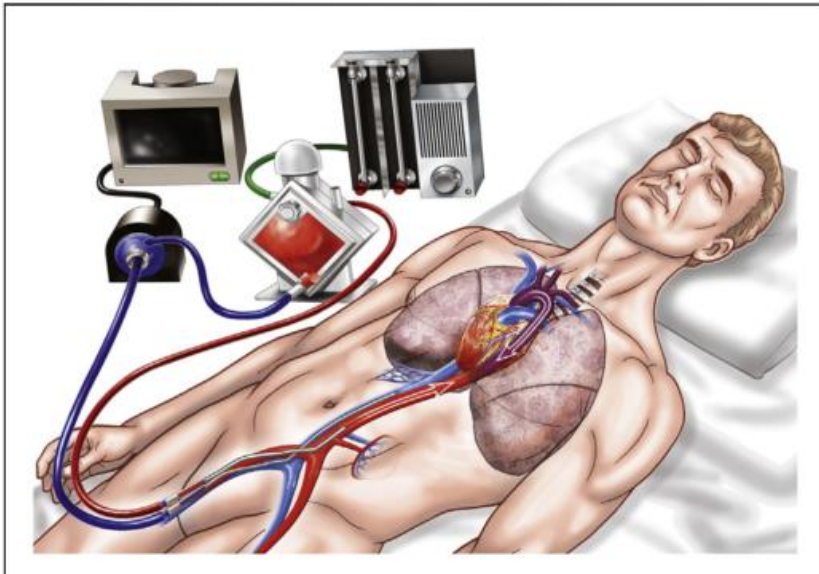
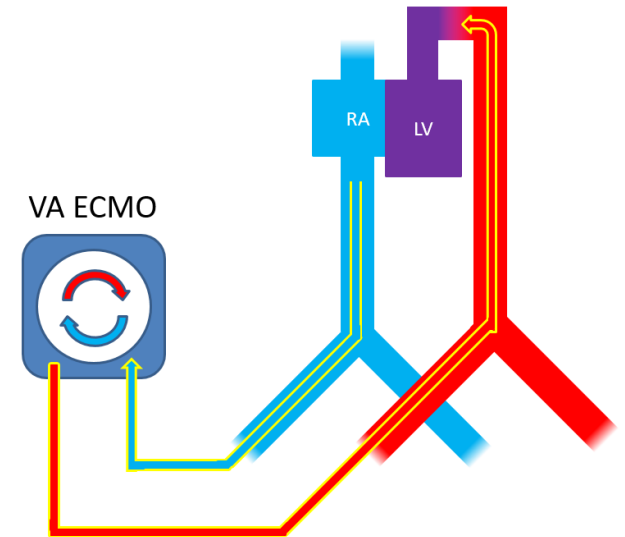
Fyziologický ústav, 1. lékařská fakulta, Univerzita Karlova  
Kardiologie, Nemocnice Na Homolce  
Praha



# VA ECMO

## VA ECMO (Venoarterial Extracorporeal membrane oxygenation)

- Vyvinuté v 70. letech 20. století
- Plná mechanická podpora oběhu
- Kompletní výměna krevních plynů v oxygenátoru
- 1x venosní a 1x arteriální kanyla
- Drénuje krev z oblasti RA a okysličenou ji vrací do Aorty
- Zachraňuje životy jak v akutním, tak při překlenutí kritického období chronického srdečního selhání
- Zvyšuje afterload pro levou komoru srdeční



## Faktory ovlivňující maximální rychlost průtoku ECMO:

- Průsvit a délka žilní a arteriální kanyla
- Lumen a poddajnost cév
- Viskozita krve
- Tlak v centrální žíle
- Systémová cévní rezistence
- Odpor oxygenatoru
- Poloha pacienta

# Vliv akutnosti a chronicity srdečního selhání

## Extracorporeal life support in cardiogenic shock: Impact of acute versus chronic etiology on outcome

Vincenzo Tarzia, MD,<sup>a</sup> Giacomo Bortolussi, MD,<sup>a</sup> Roberto Bianco, MD,<sup>a</sup> Edward Buratto, MBBS,<sup>a</sup> Jonida Bejko, MD,<sup>a</sup> Massimiliano Carrozzini, MD,<sup>a</sup> Marco De Franceschi, BSS,<sup>a</sup> Dario Gregori, MA, PhD,<sup>b</sup> Dario Fichera, CCP, MS,<sup>a</sup> Fabio Zanella, CCP,<sup>a</sup> Tomaso Bottio, MD, PhD,<sup>a</sup> and Gino Gerosa, MD<sup>a</sup>

### ABSTRACT

**Background:** The role of extracorporeal life support (ECLS) in primary cardiogenic shock (PCS) is well established. In this study, we evaluated the impact of etiology on outcomes.

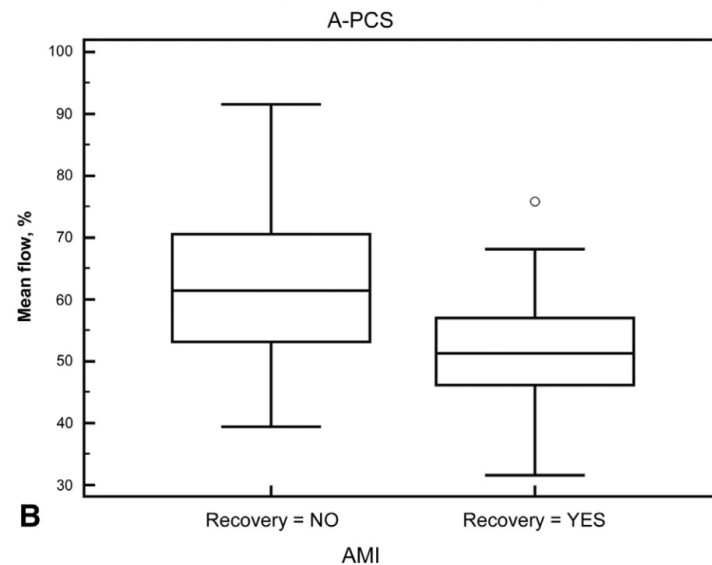
**Methods:** Between January 2009 and March 2013, we implanted a total of 249 patients with ECLS; we focused on 64 patients for whom peripheral ECLS was the treatment for PCS. Of these, 37 cases (58%) were “acute” (mostly acute myocardial infarction: 39%); 27 (42%) had an exacerbation of “chronic” heart failure (dilated cardiomyopathy: 30%; post-ischemic cardiomyopathy: 9%; and congenital: 3%).

**Results:** In the group with chronic etiology, 23 patients were bridged to a left ventricular assist device (52%) or heart transplantation (33%). In the group with acute etiology, ECLS was used as a bridge-to-transplantation in 3 patients (8%), a bridge-to-bridge in 9 (24%), and a bridge-to-recovery in 18 (49%). One patient in each group was bridged to conventional surgery. Recovery of cardiac function was achieved in only the group with acute primary cardiogenic shock (18 vs 0 patients,  $P = .0001$ ). A mean flow during support of  $\leq 60\%$  of the theoretic flow (body surface area  $\times 2.4$ ) was a predictor of successful weaning ( $P = .02$ ). Median duration of ECLS support was 7 days (range: 2-11.5 days). Nine patients (14%) died during support; 30-day overall survival was 80% (51 of 64 patients); and 59% of patients were discharged, in whom survival at 48 months was 90%. Thirty-day survival was correlated with duration of ECLS support.

**Conclusions:** In “chronic” heart failure, ECLS represents a bridge to a ventricular assist device or heart transplantation, whereas in “acute” settings, it offers a considerable chance of recovery, and is often the only required therapy. (J Thorac Cardiovasc Surg 2015;150:333-40)

ECLS in chronic primary cardiogenic shock represents a bridge to VAD or HTx, whereas in acute primary cardiogenic shock it offers chance of recovery.

Better outcomes are observed with shorter and partial support.



### Dopad akutní versus chronické etiologie srdečního selhání na vývoj léčby pomocí VA ECMO

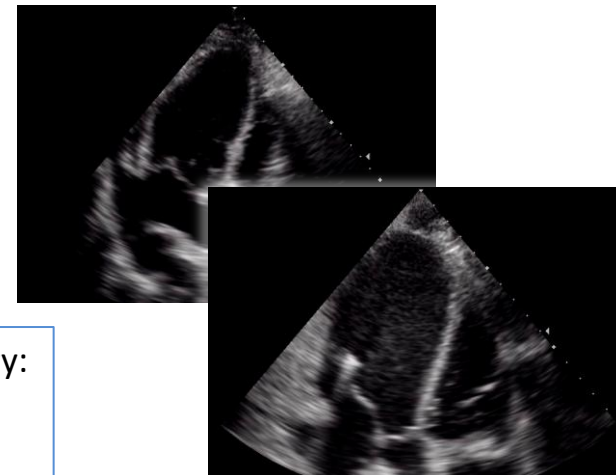
Forma srdečního selhání	akutní	chronická
Počet pacientů	37	27
Příčiny	Infarkt, Myokarditis, Plicní embolie	DKMP, ICHS, vrozené vady
Přeživších 1 měsíc	73%	70%
Výsledek	48% Recovery 8% Transplantace	52% LVAD 33% Transplantace



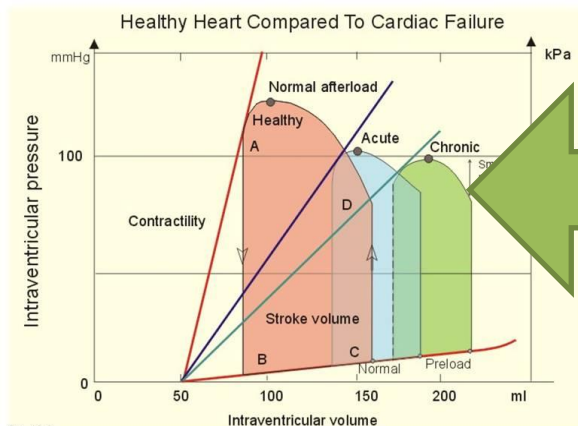
# Metodika – model chronického selhání

## Vytvoření modelu chronického srdečního selhání

- Prasečí biomodel (n = 5) tachykardií indukované kardiomyopatie (TIC)
- Kardiostimulace o rychlé frekvenci 200 .. 220 .. 240/min
- Délka indukce srdečního selhání 4 - 8 týdnů



ECHO: Vývoj dilatace a dysfunkce komorového myokardu



## Parametry chronicky selhané levé komory: (průměr ± SEM)

**LVEDV = 189 ± 26 ml**  
**LVESV = 139 ± 17 ml**  
**LVEF = 25 ± 7 %**  
**SV = 51 ± 20 ml**  
**stěna LV ≤ 10 mm**  
**CO = 2.9 ± 0.4 l/min**  
**SvO2 = 62 ± 8 %**

- Umožňuje pozorování hemodynamiky a práce chronicky selhané levé komory s podporou VA ECMO.
- Předchozí animální experimenty prováděny pouze na akutních formách srdečního selhání.
- Má již plně vyvinuté neurohumorální kompenzační mechanismy.
- Je méně stabilní než modely akutního srdečního selhání.
- Vyžaduje dlouhodobou přípravu.

## Příznaky chronického srdečního selhání

- Ascites
- Kachexie
- Tachypnoe
- Plicní městnání
- Deteriorace v chování
- Běhy komorových arytmií
- Perikardiální a pleurální výpotky
- Difusní pokles kontraktility myokardu
- Šešest mitrální a trikuspidální regurgitace



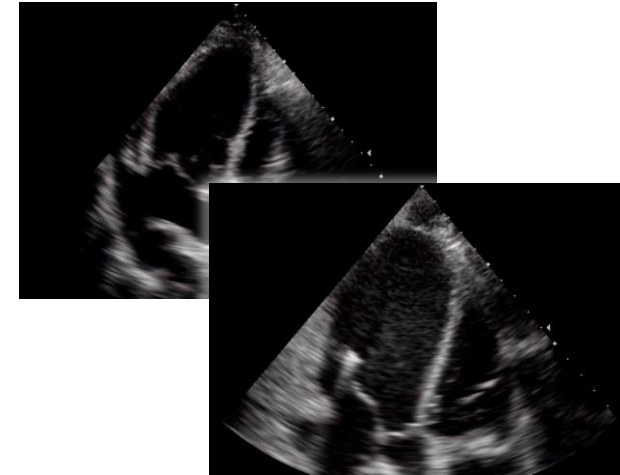
# Metody – protokol experimentu

## Protokol experimentu

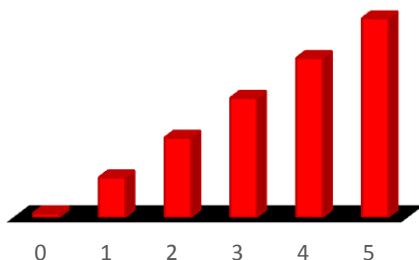
- Zavedení podpory oběhu VA ECMO femorálním přístupem
- Průtok podporou stupňovitě od minimálního (0.1) do maximálního (5 l/min)

kategorie: 0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 l/min

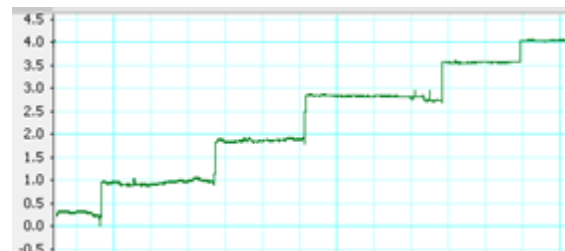
- Katecholaminová podpora jen k udržení MAP > 50 torr
- Dostatečná hydratace nutná k udržení dostatečného preloadu
- Hodnocení oběhové kompenzace
- Měření hemodynamických parametrů a parametrů práce levé komory



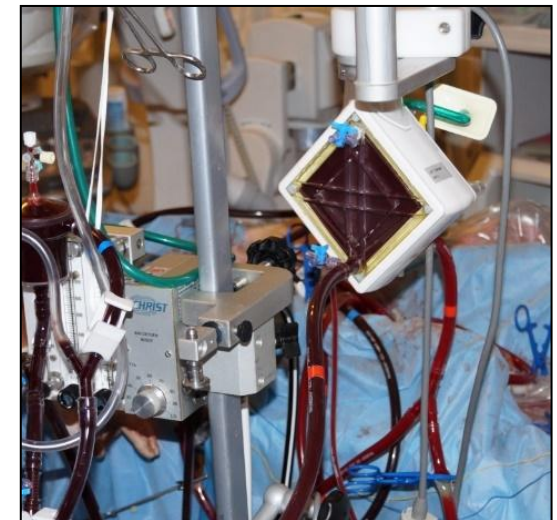
ECHO: Vývoj dilatace a dysfunkce komorového myokardu



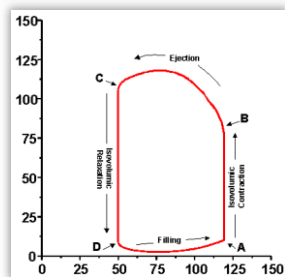
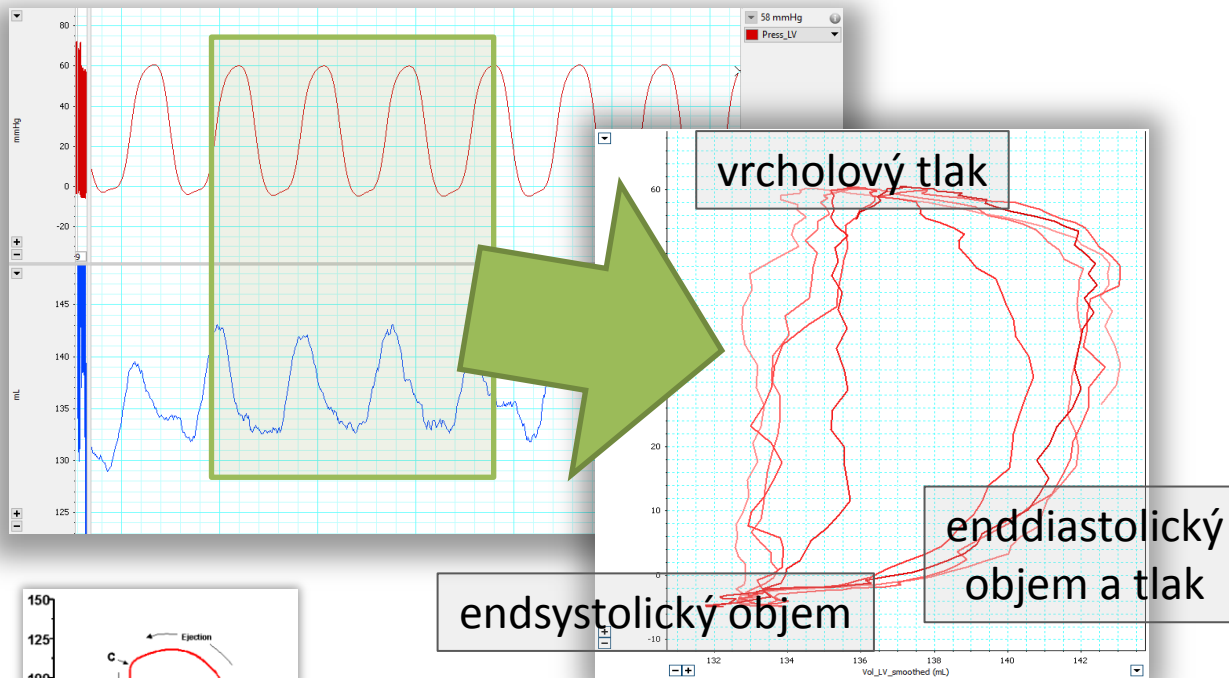
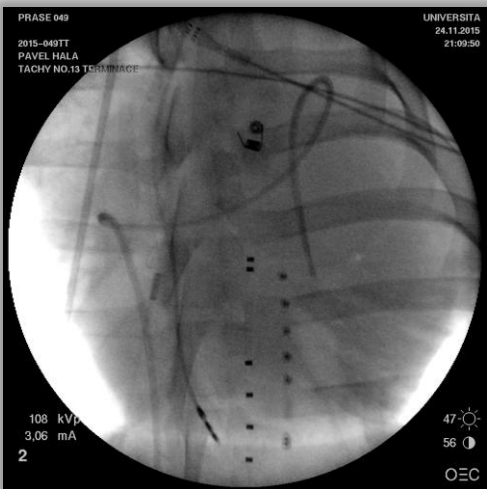
Kategorie průtok ECMO



Skutečný měřený průtok ECMO

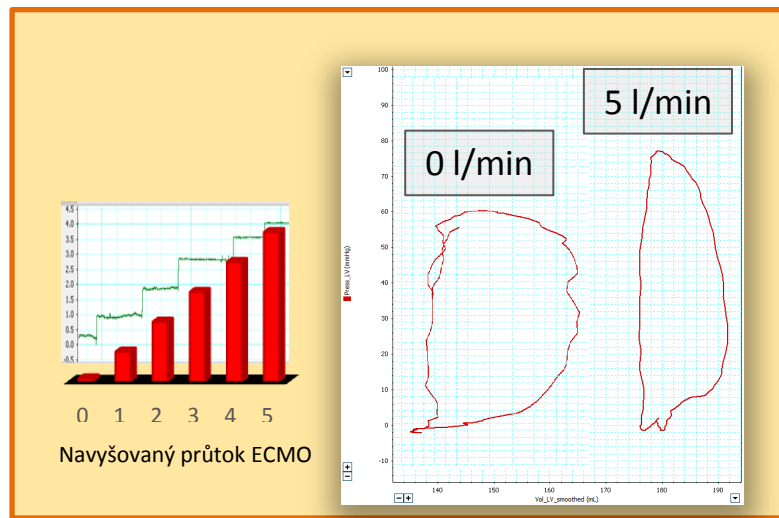


# Měření parametrů levé komory

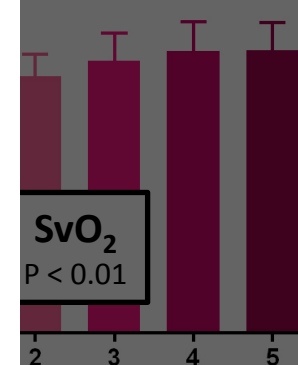
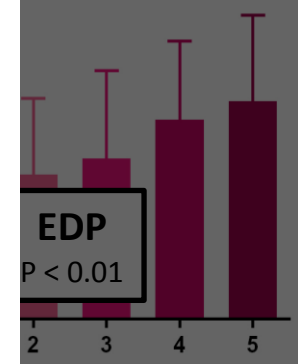
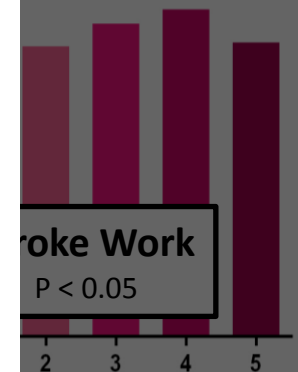
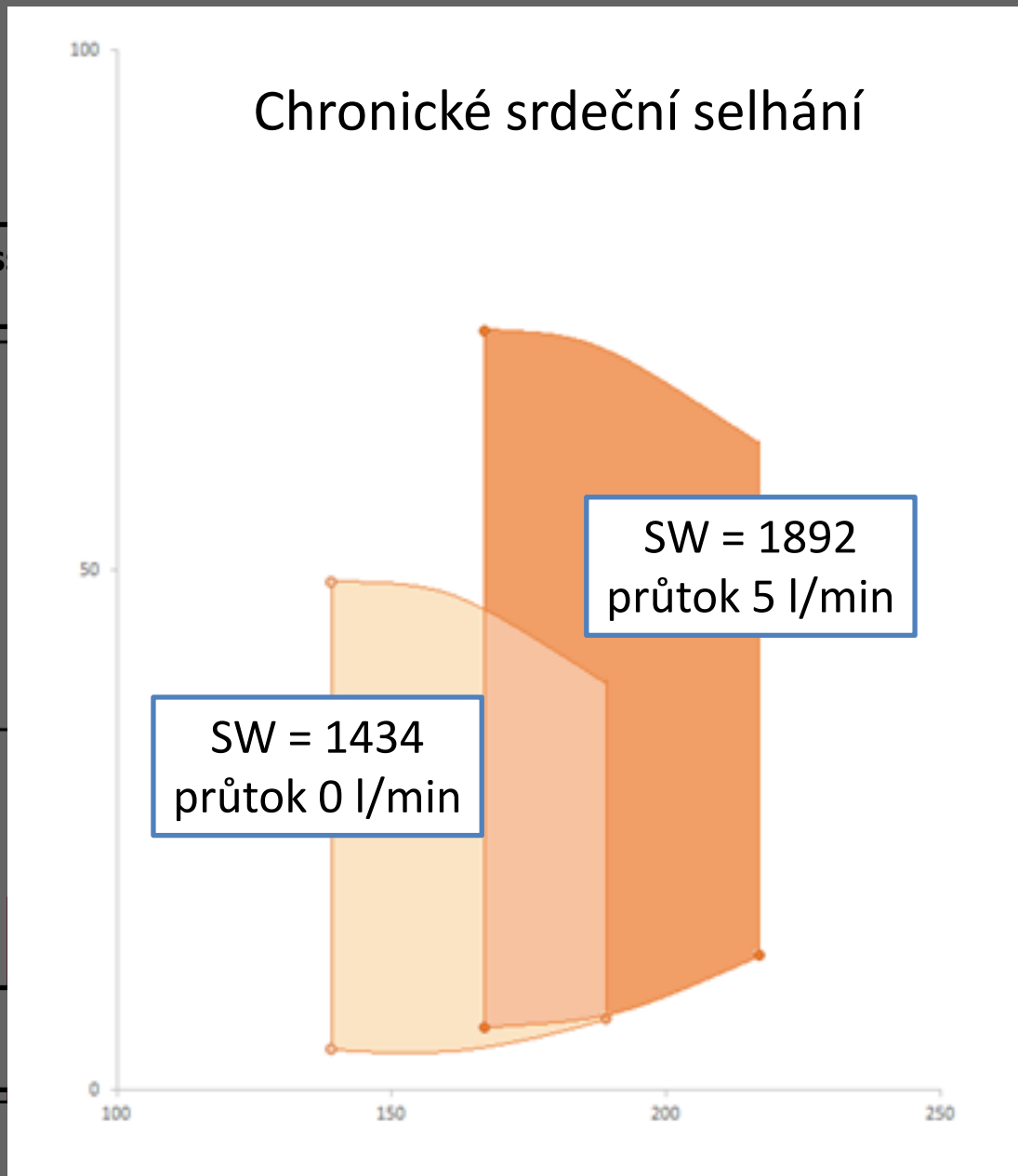
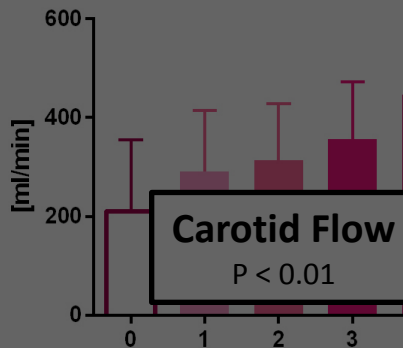
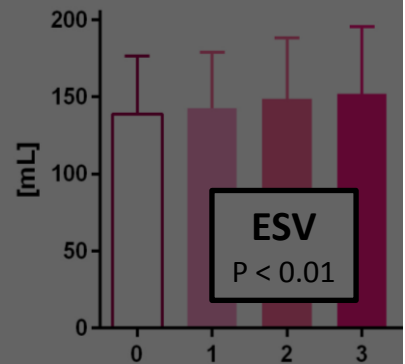
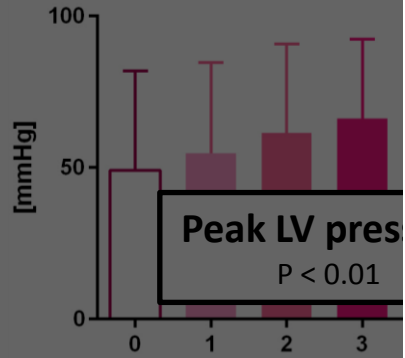


## PV tool

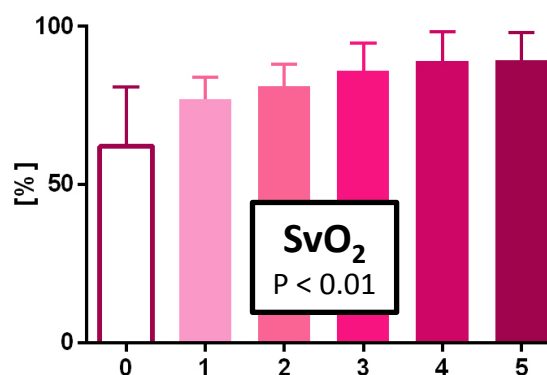
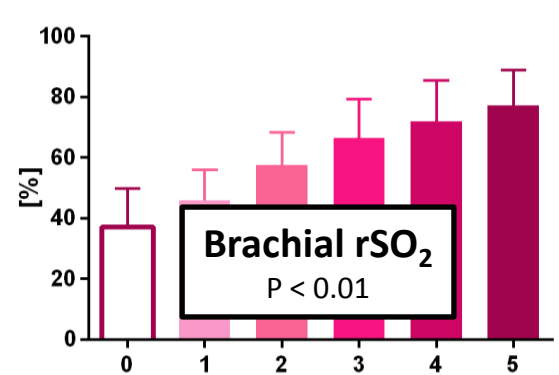
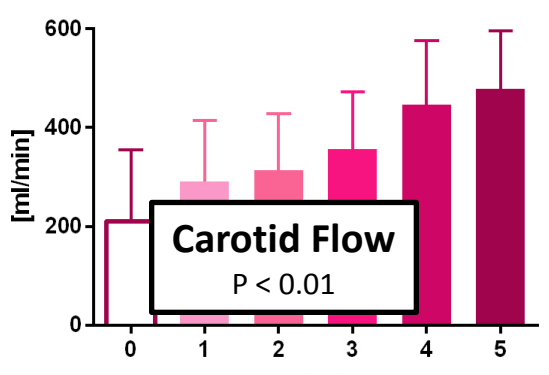
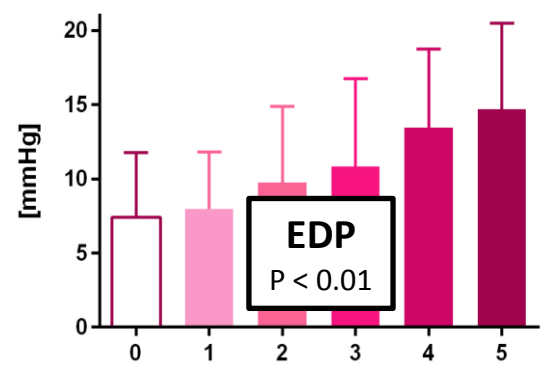
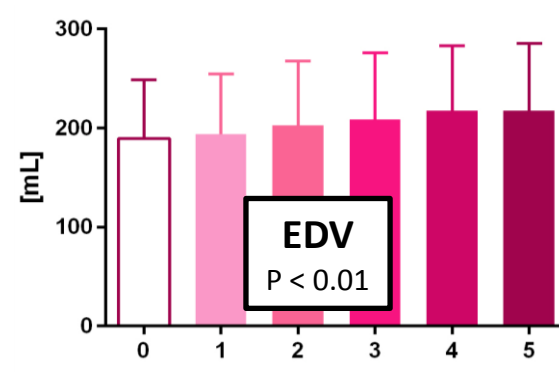
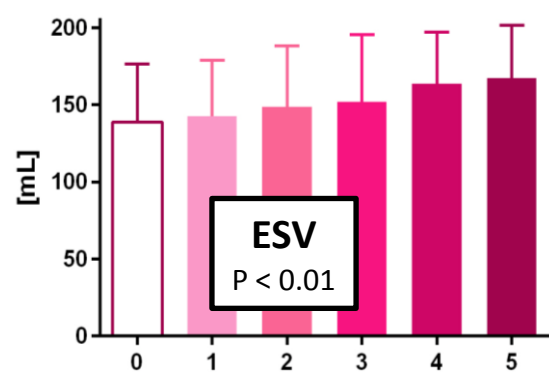
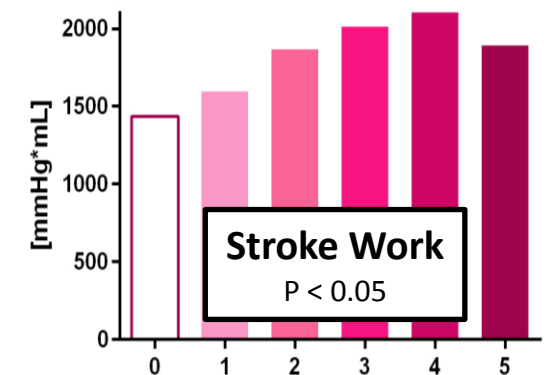
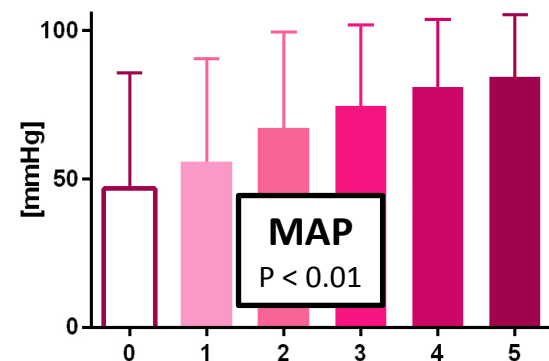
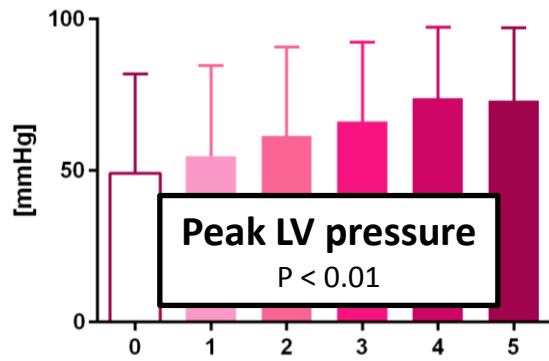
- Transaortálně zaváděný katetr v dutině levé komory
- Okamžité měření nitrokomorového tlaku a objemu
- Umožňuje hodnocení práce levé komory a PV diagramu



# Výsledky - detaily

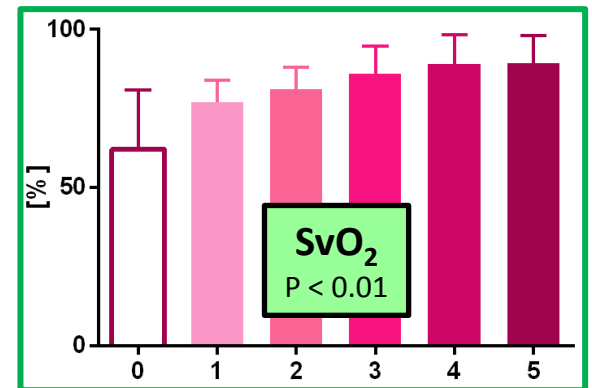
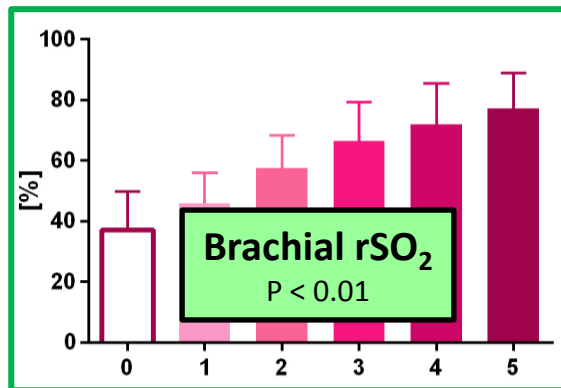
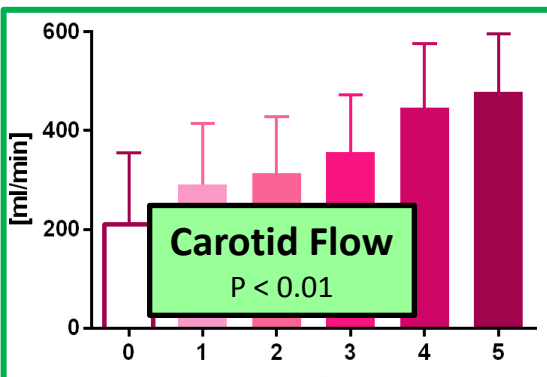
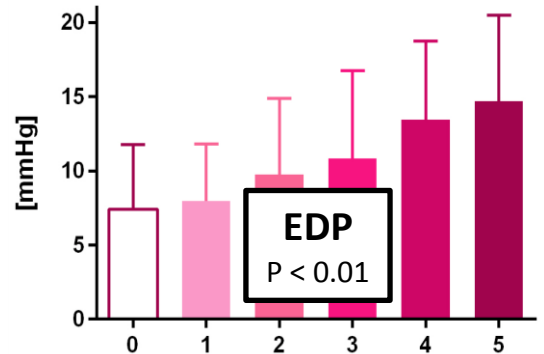
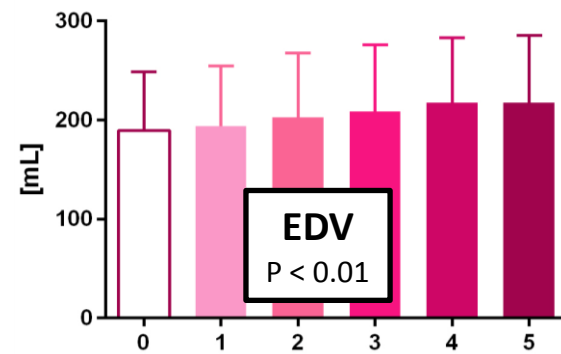
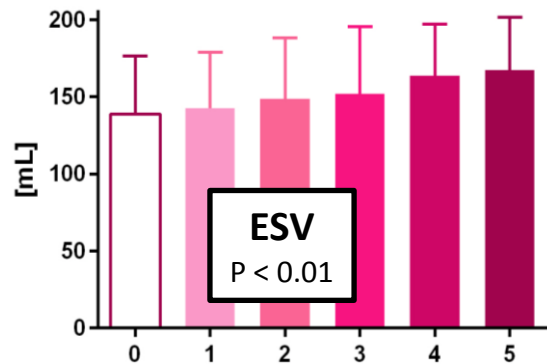
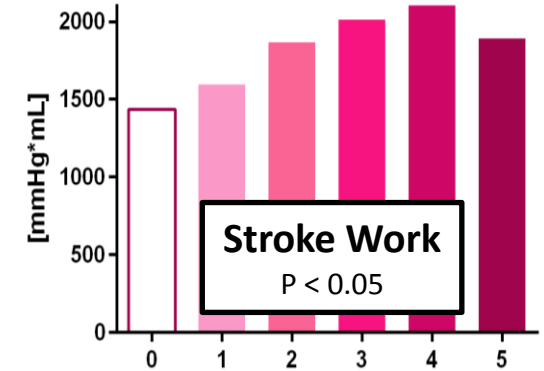
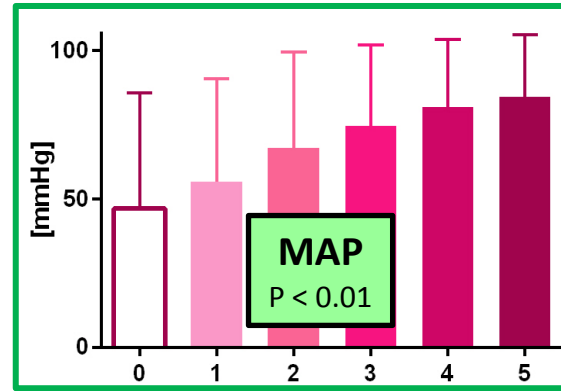
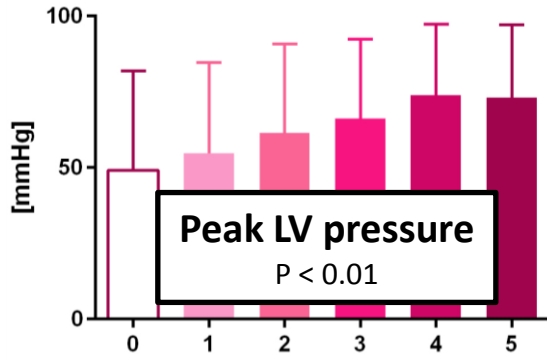


# Výsledky - detaily

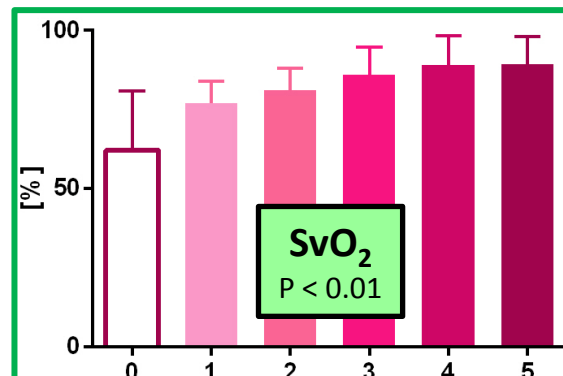
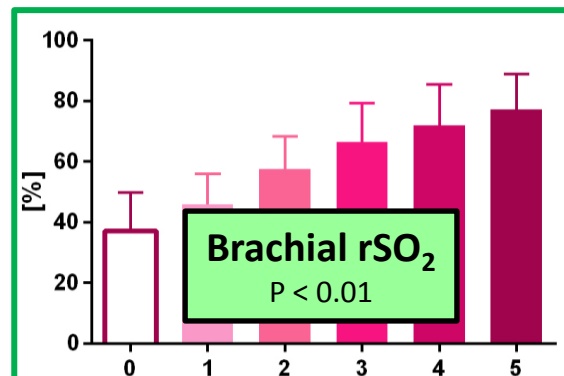
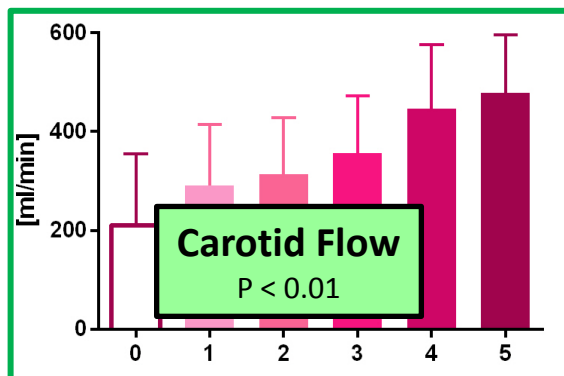
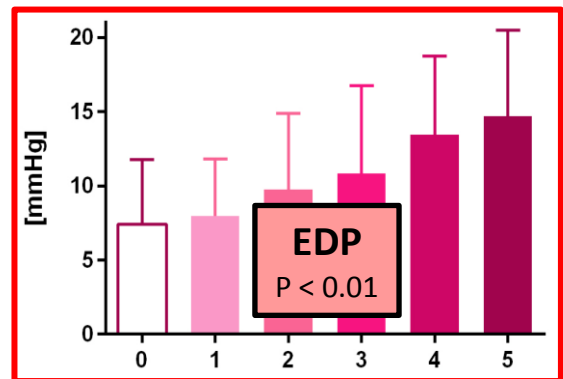
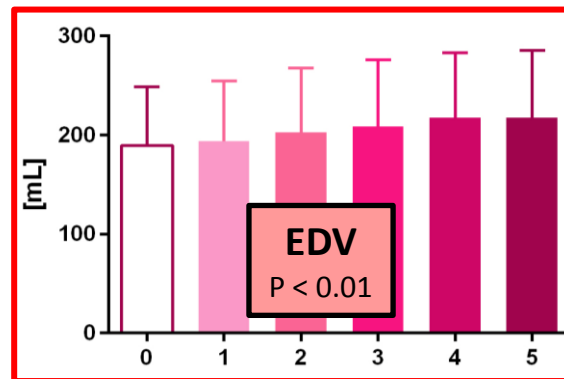
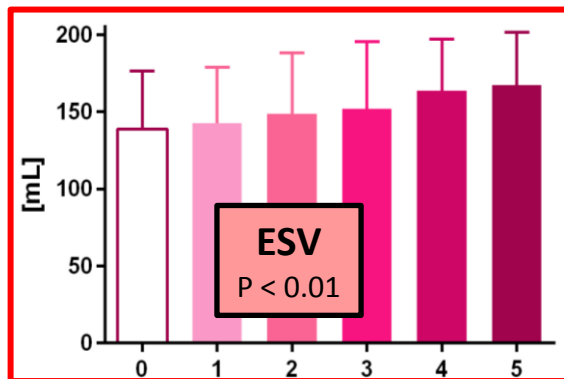
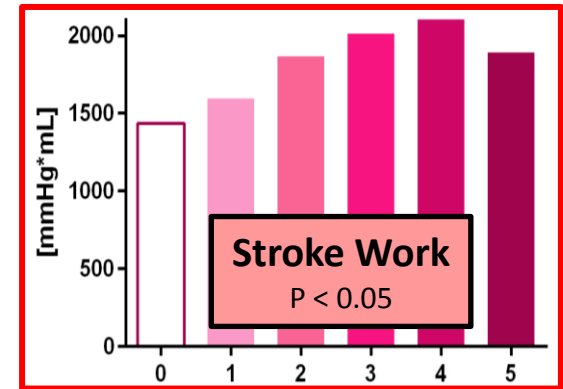
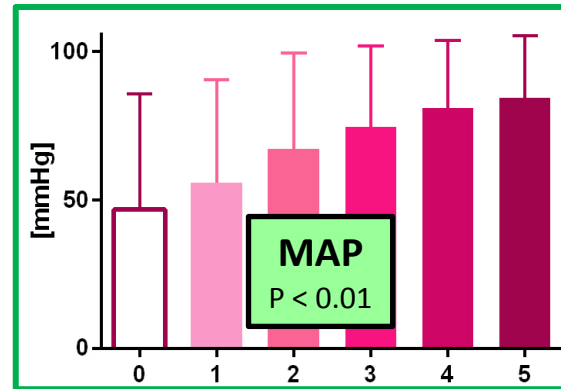
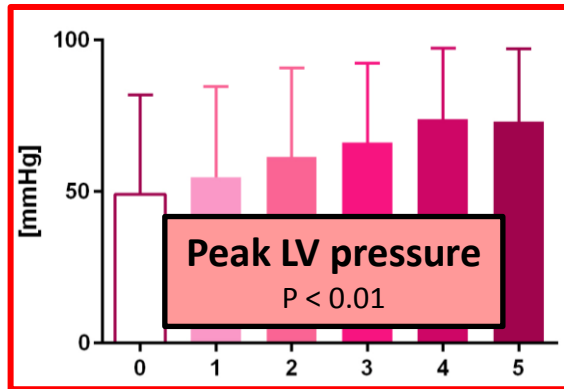




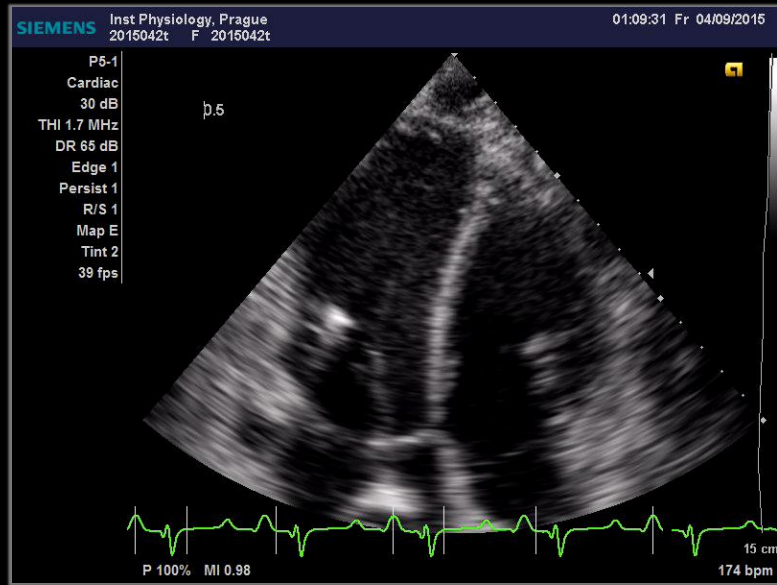
# Výsledky - detaily



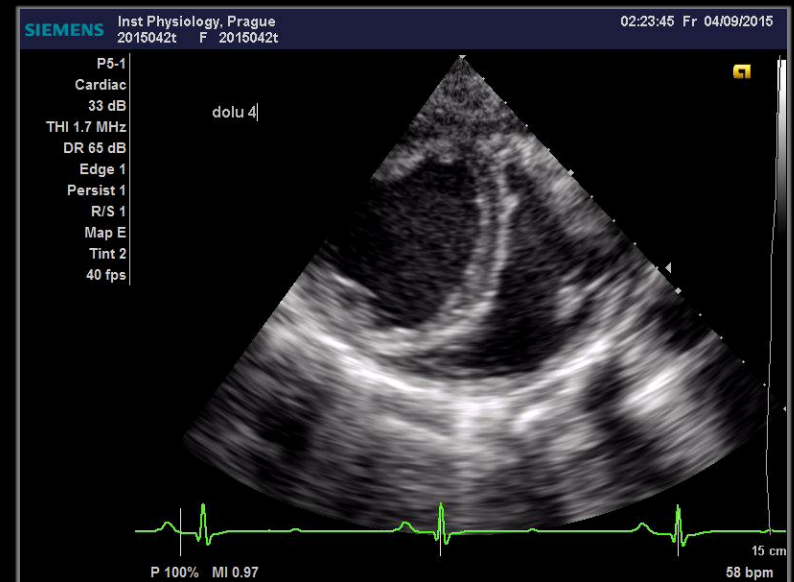
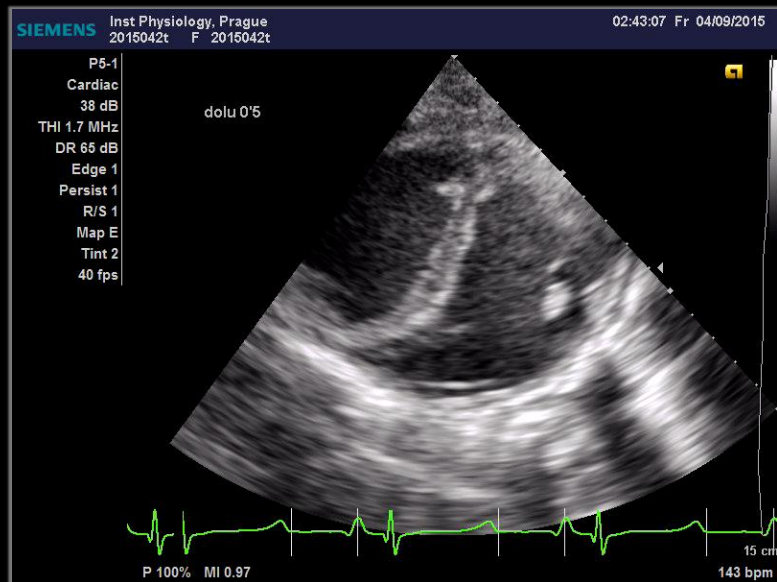
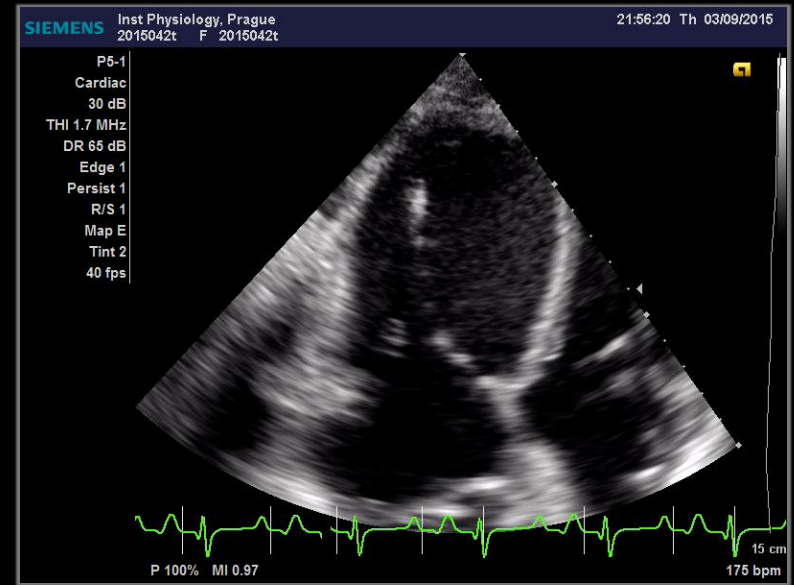
# Výsledky - detaily



# Minimální průtok ECMO

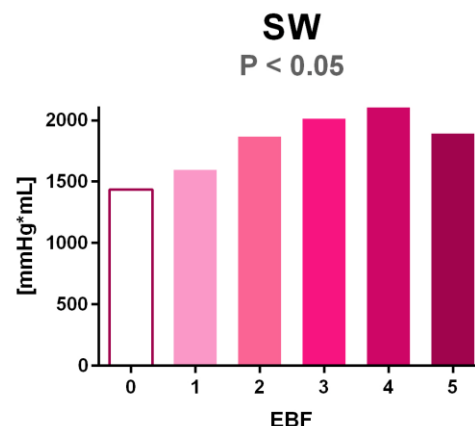
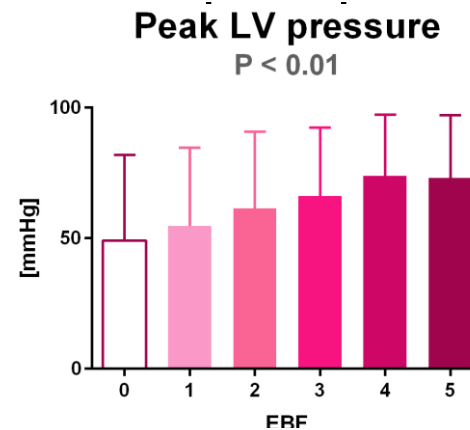
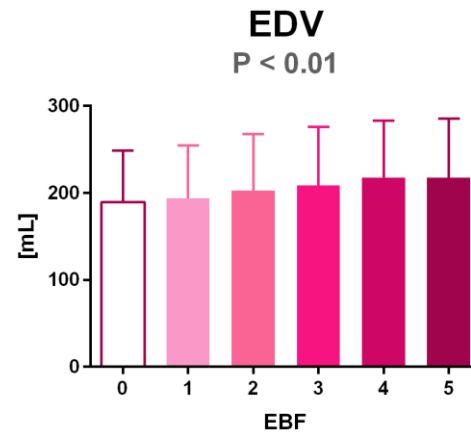
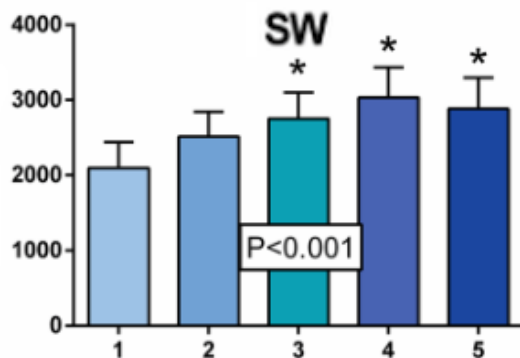
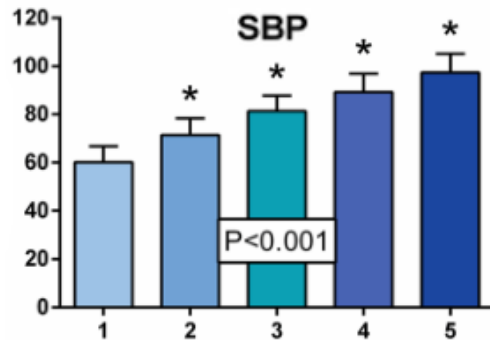
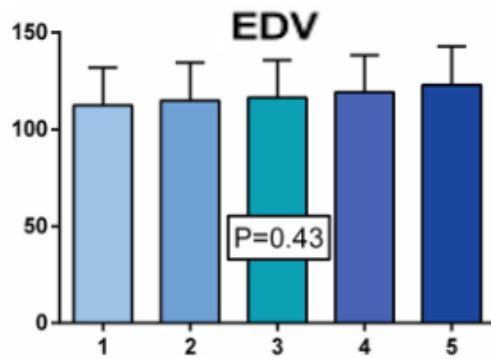


# Maximální průtok ECMO



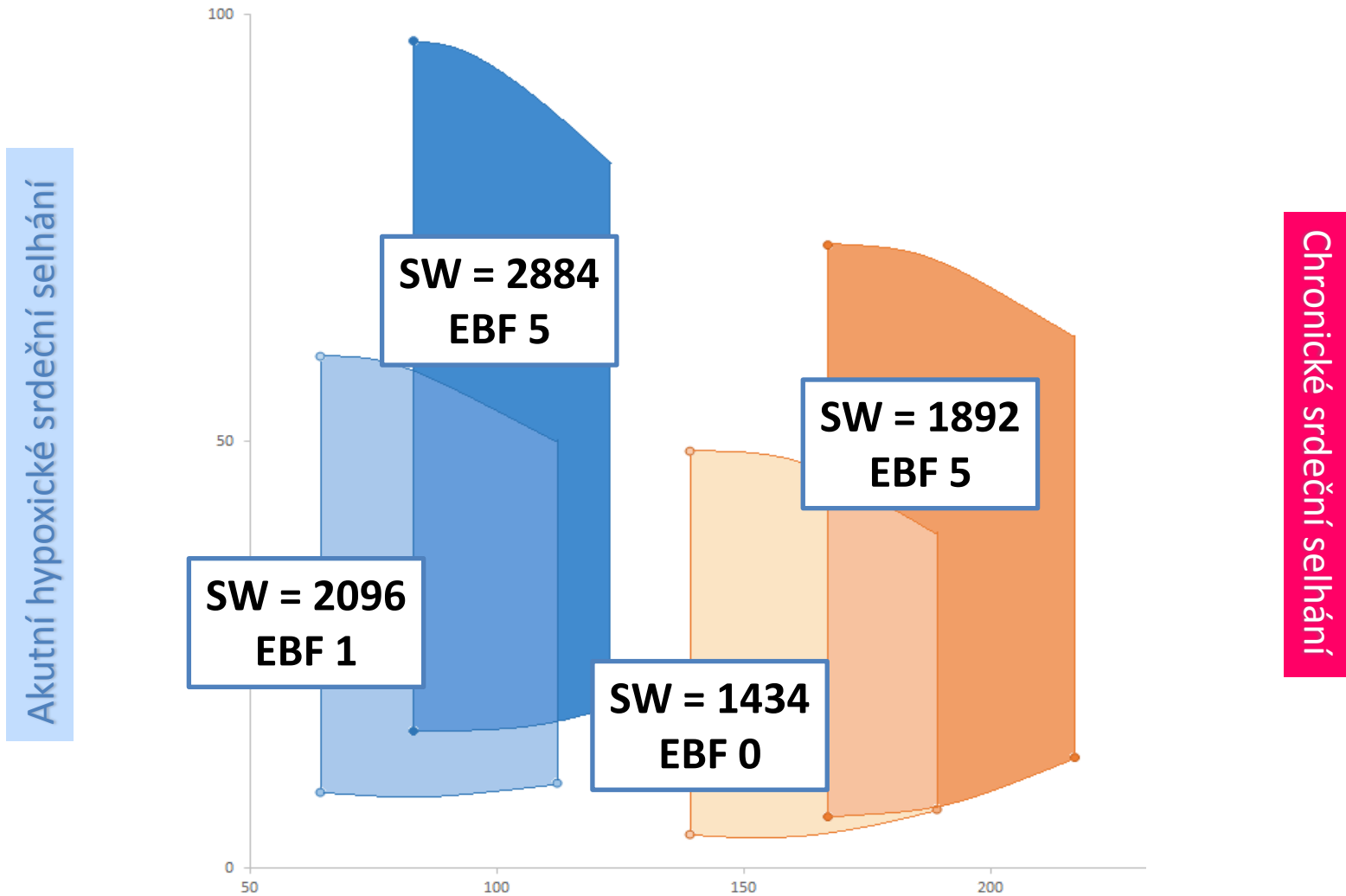
# Porovnání akutního a chronického selhání

Akutní hypoxické srdeční selhání



Chronické srdeční selhání

# Porovnání chronické a akutní etiologie selhání



# Závěry testování VA ECMO

---

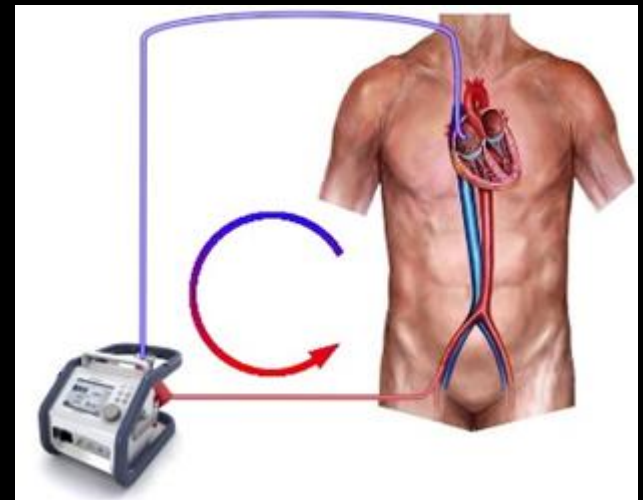
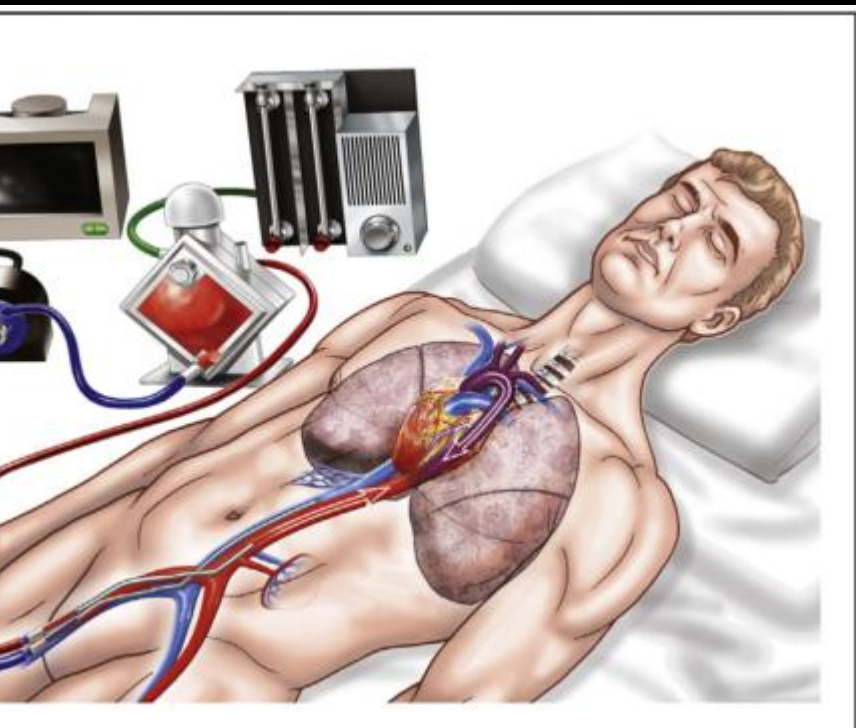
- Model chronického srdečního selhání s rozvinutými adaptačními mechanismy
- VA ECMO dokáže překlenout kritické období srdečního selhání
- Zvyšuje afterload a nároky na levou komoru
- Aplikovat s ohledem nejen na orgánovou perfusi, ale i na srdeční práci

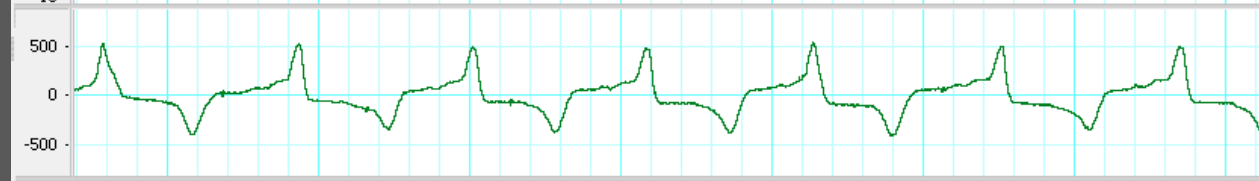
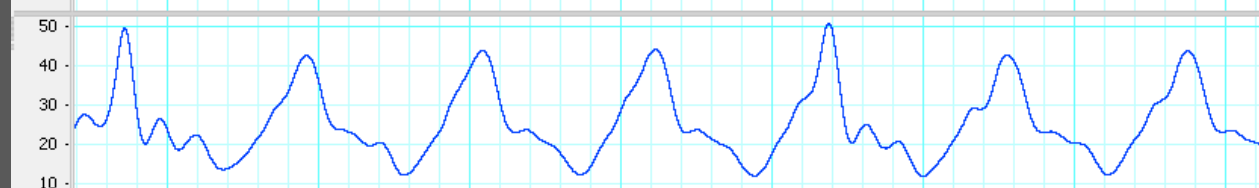
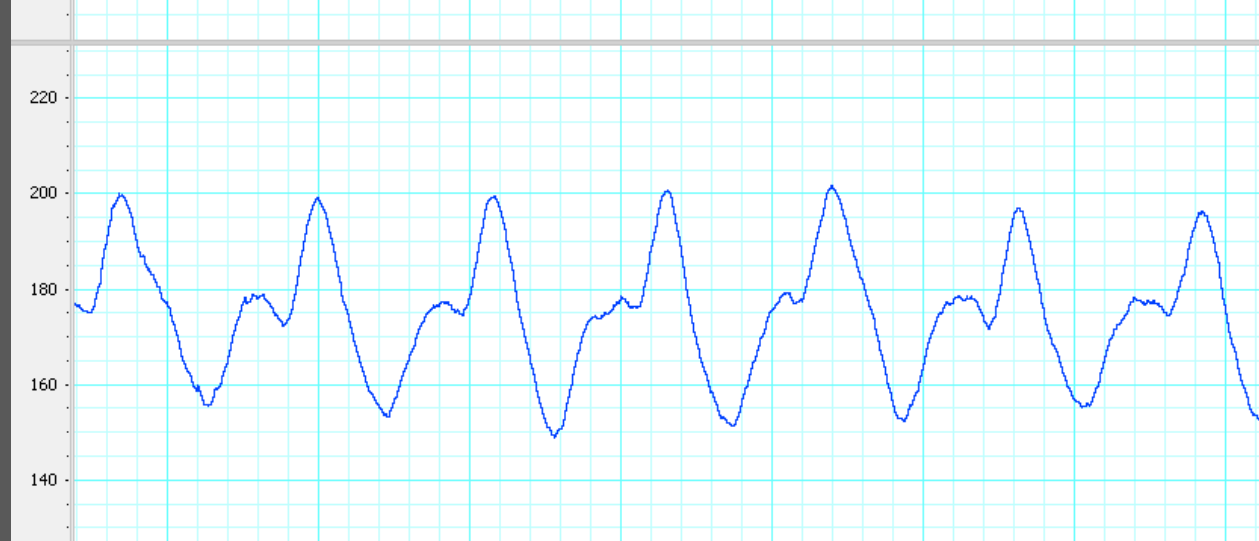
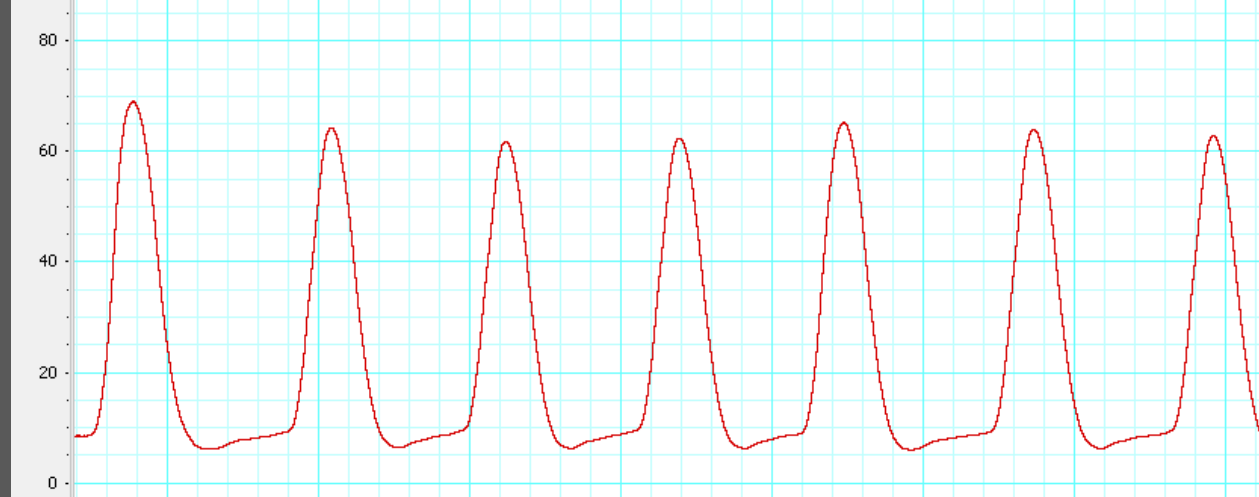
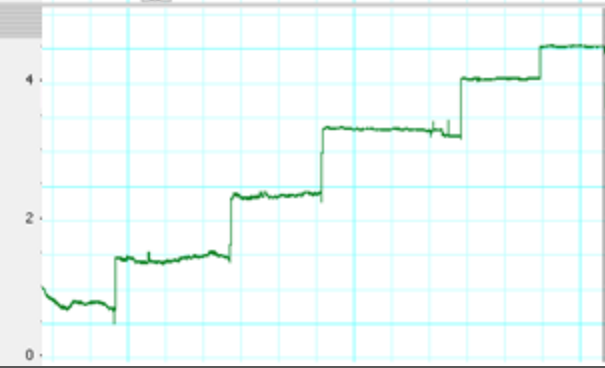
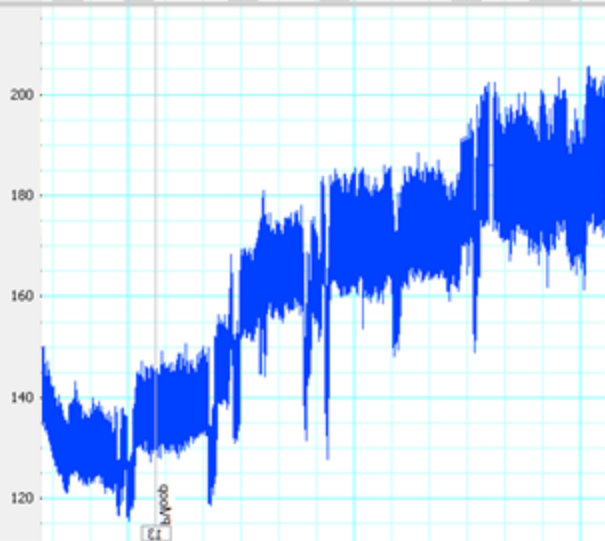
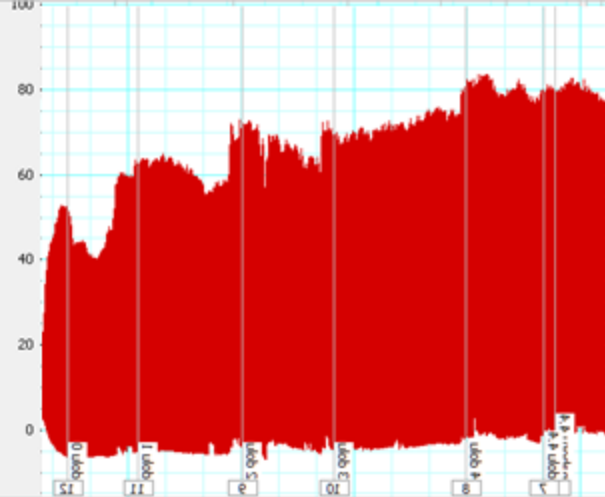


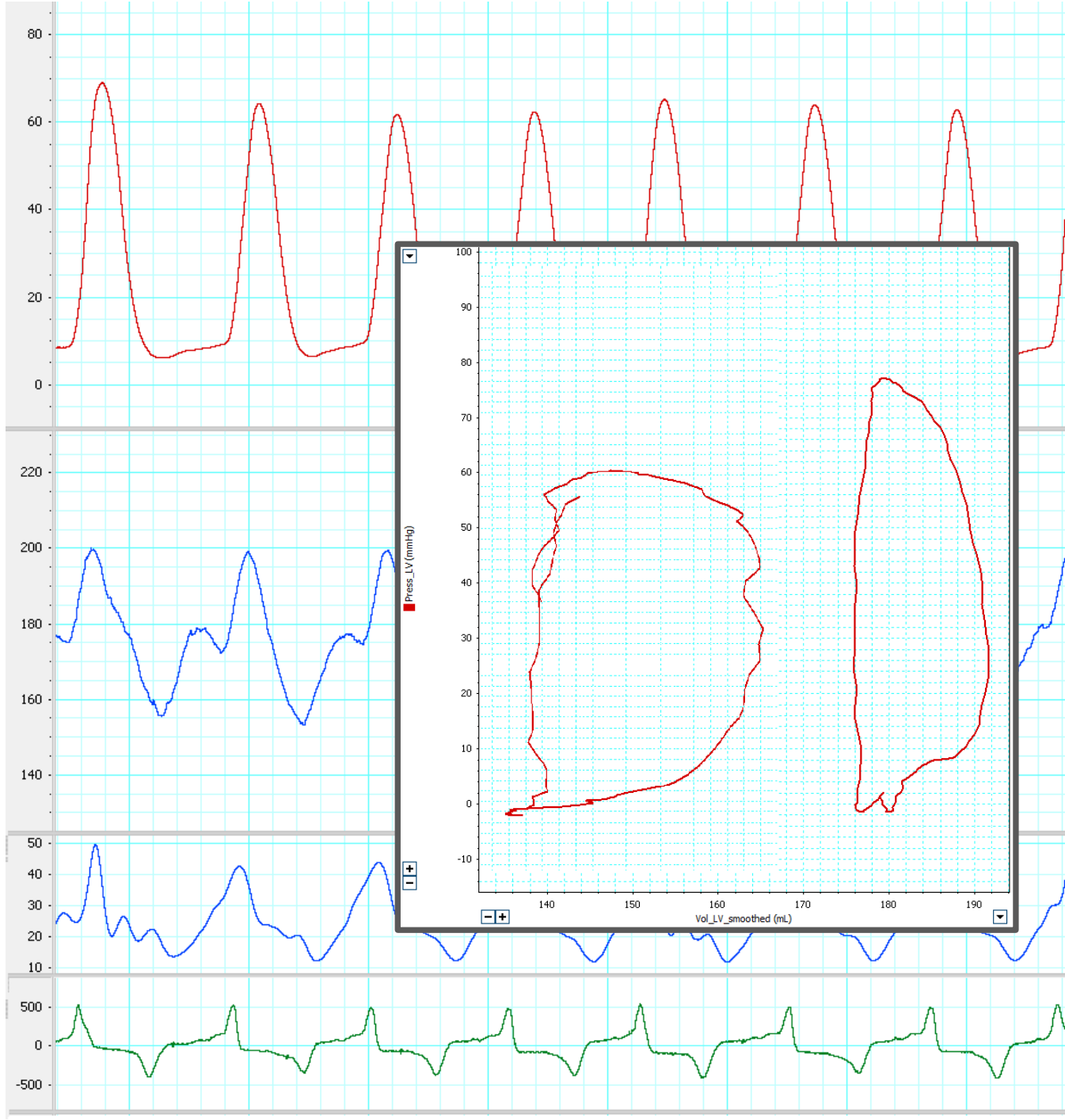
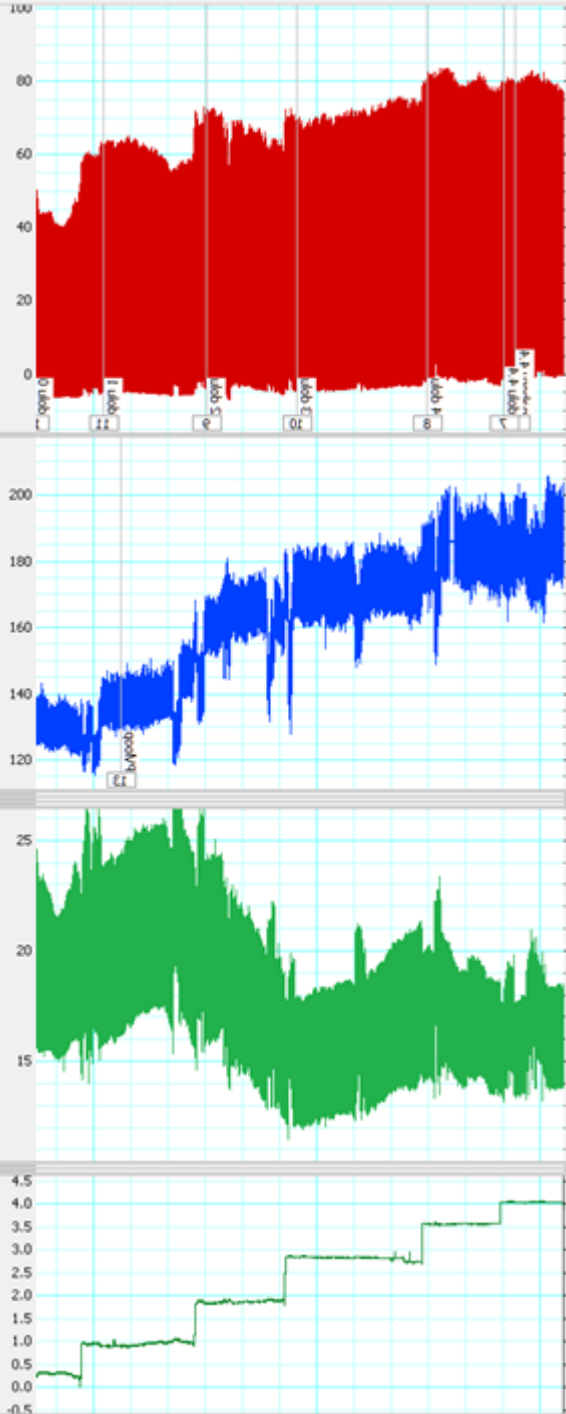




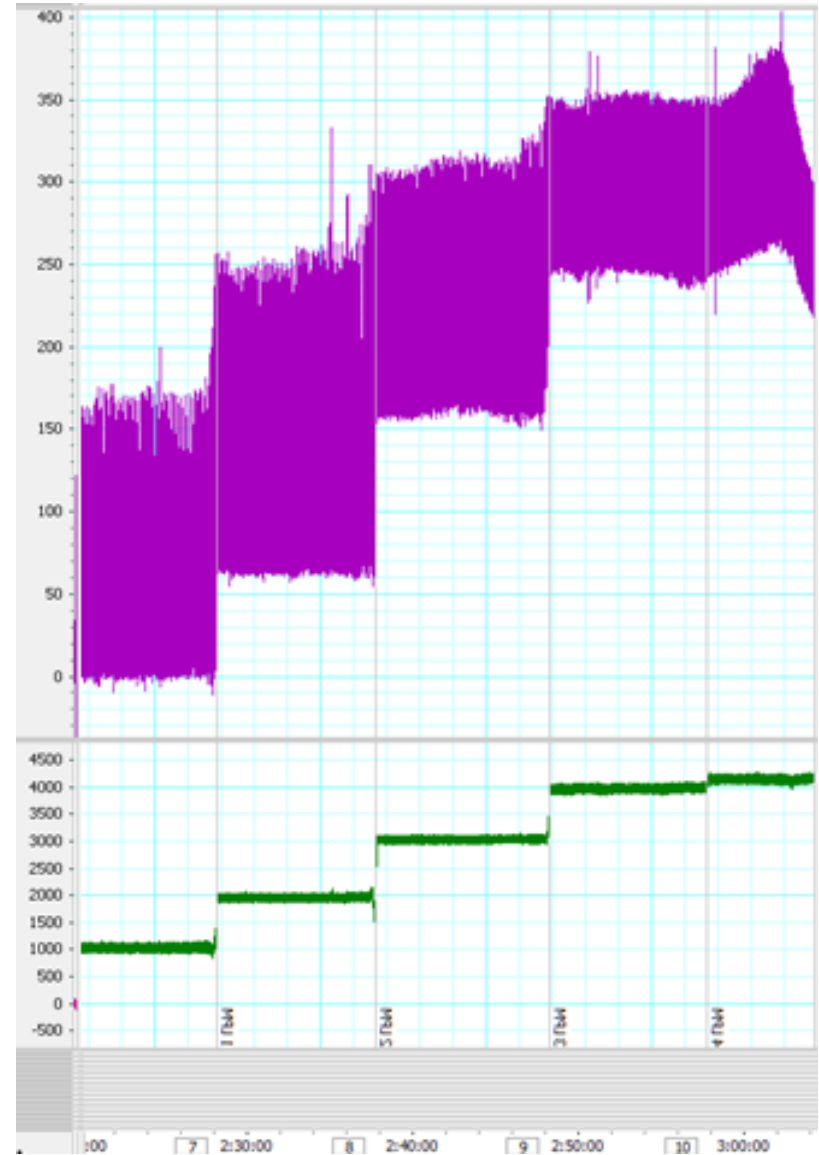
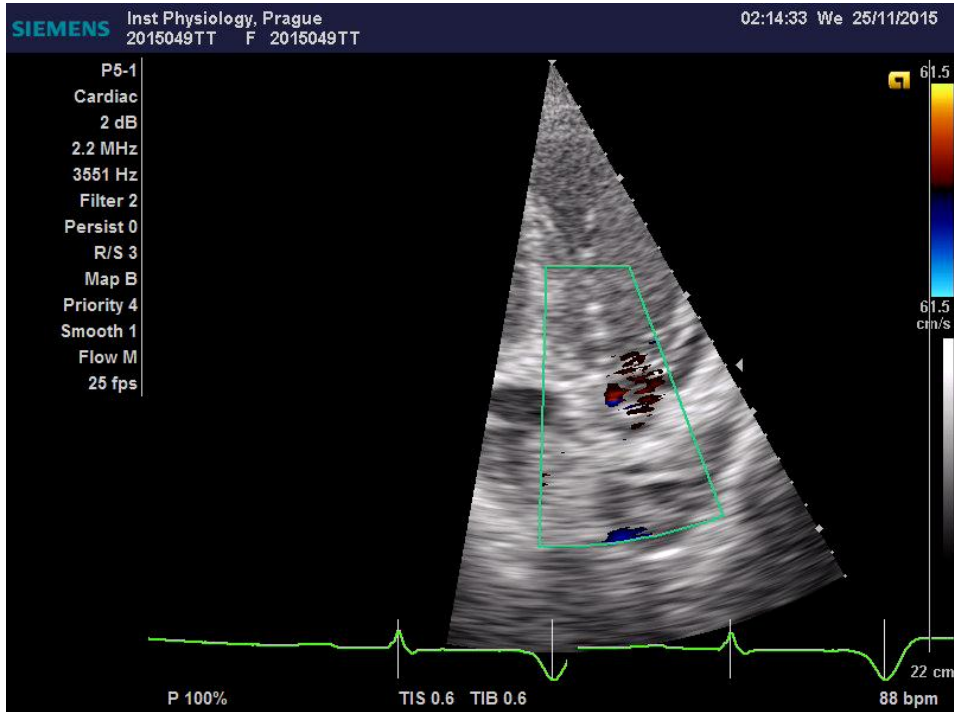
Abrams > ECMO in cardiopulmonary disease, 200







# Aortální regurgitace a průtok a.carotis





# Metody

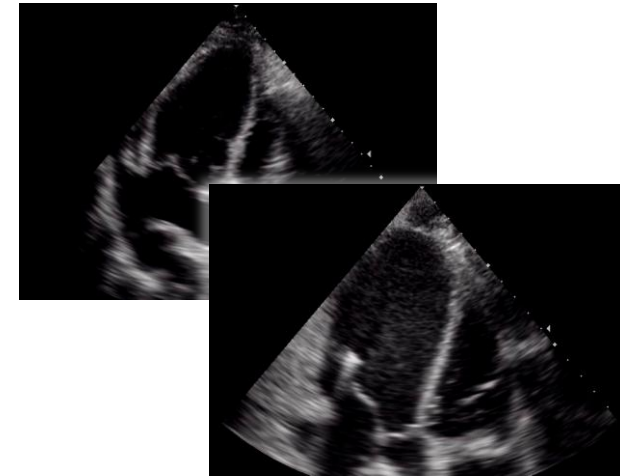
## Vytvoření modelu chronického srdečního selhání

- Prasečí biomodel (n = 4) tachykardií indukované kardiomyopatie (TIC)
- Kardiostimulace o rychlé frekvenci 200 .. 220 .. 240/min
- Délka indukce srdečního selhání 4 - 8 týdnů

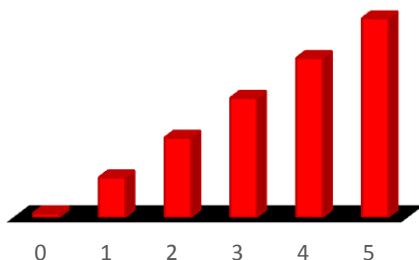
## Protokol experimentu

- Zavedení podpory oběhu VA ECMO femorálním přístupem
- Průtok podporou stupňovitě od minimálního (0.1) do maximálního (5 l/min)  

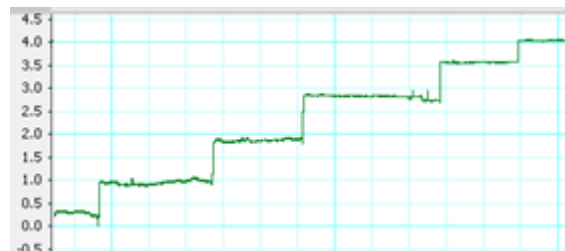
kategorie: 0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 l/min
- Katecholaminová podpora jen k udržení MAP > 50 torr
- Dostatečná hydratace nutná k udržení dostatečného preloadu
- Hodnocení oběhové kompenzace
- Měření hemodynamických parametrů a parametrů práce levé komory



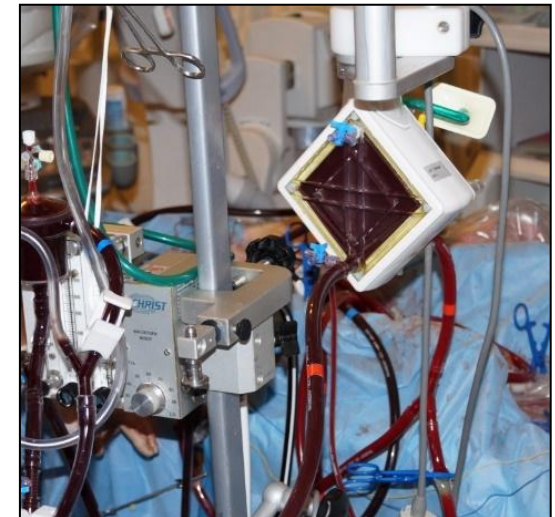
ECHO: Vývoj dilatace a dysfunkce komorového myokardu



Kategorie průtok ECMO



Skutečný měřený průtok ECMO



ECMO – oxygenátor a kanyly v naší laboratoři