

# Mechanické srdeční podpory v léčbě srdečního selhání

---

MARTIN POKORNÝ

KLINIKA KARDIOVASKULÁRNÍ CHIRURGIE IKEM

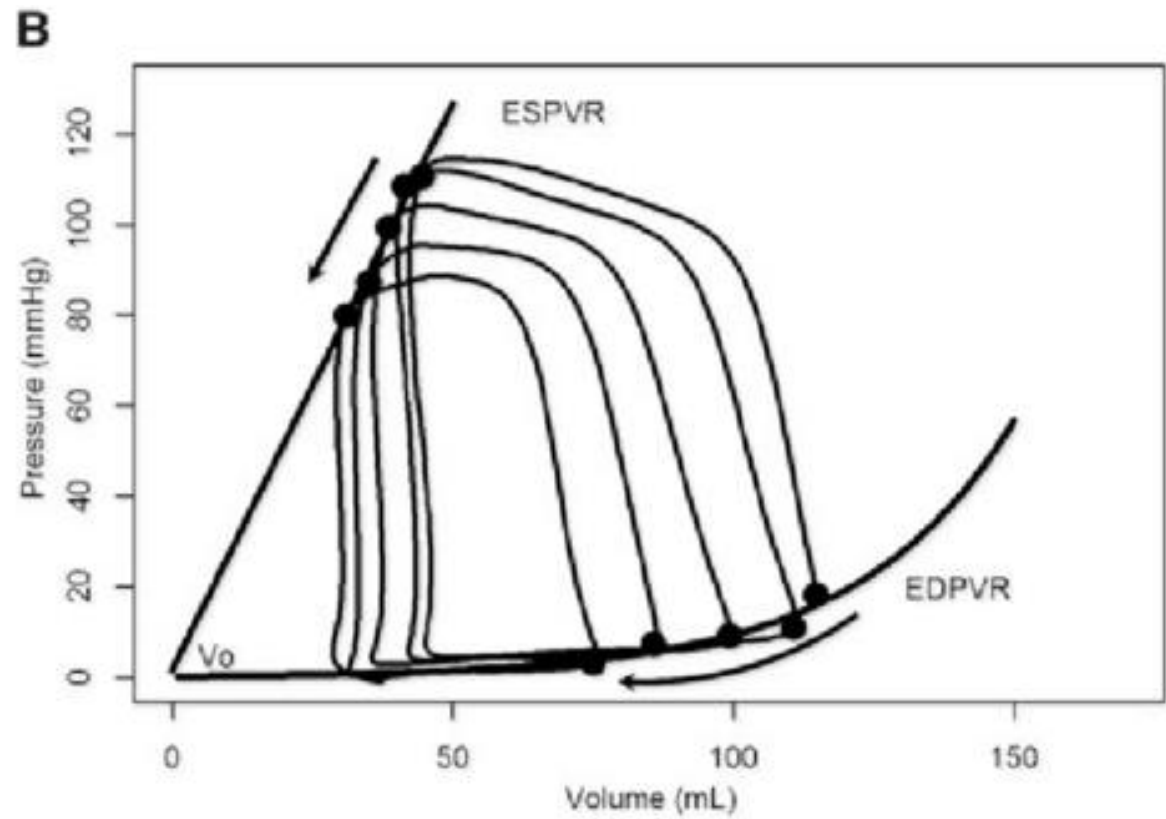
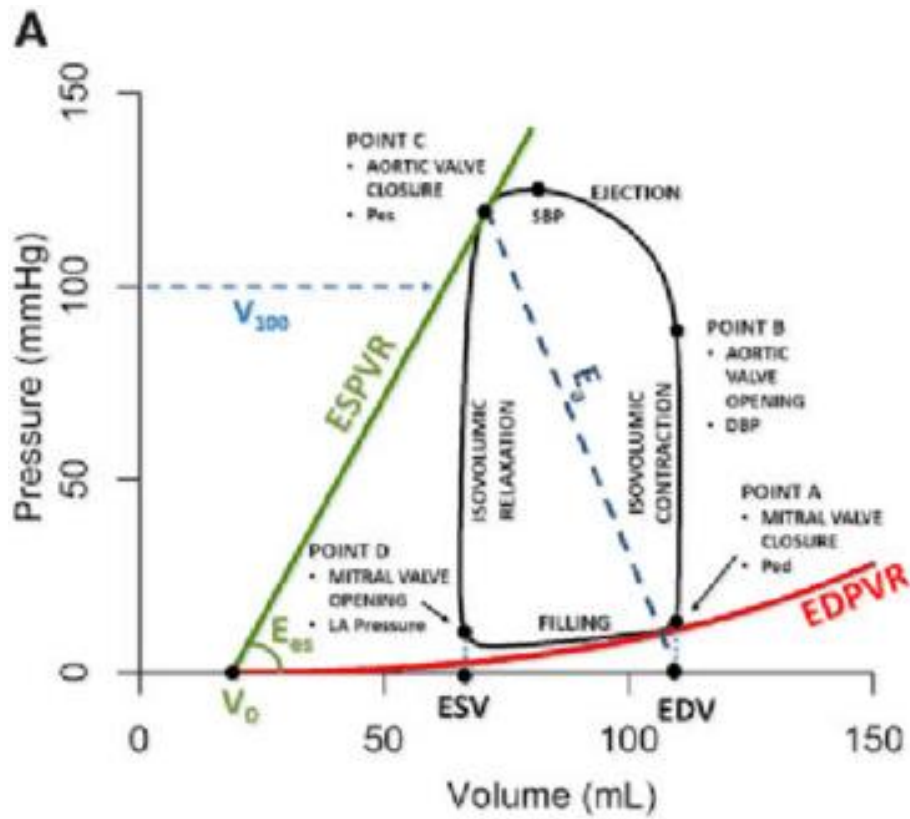


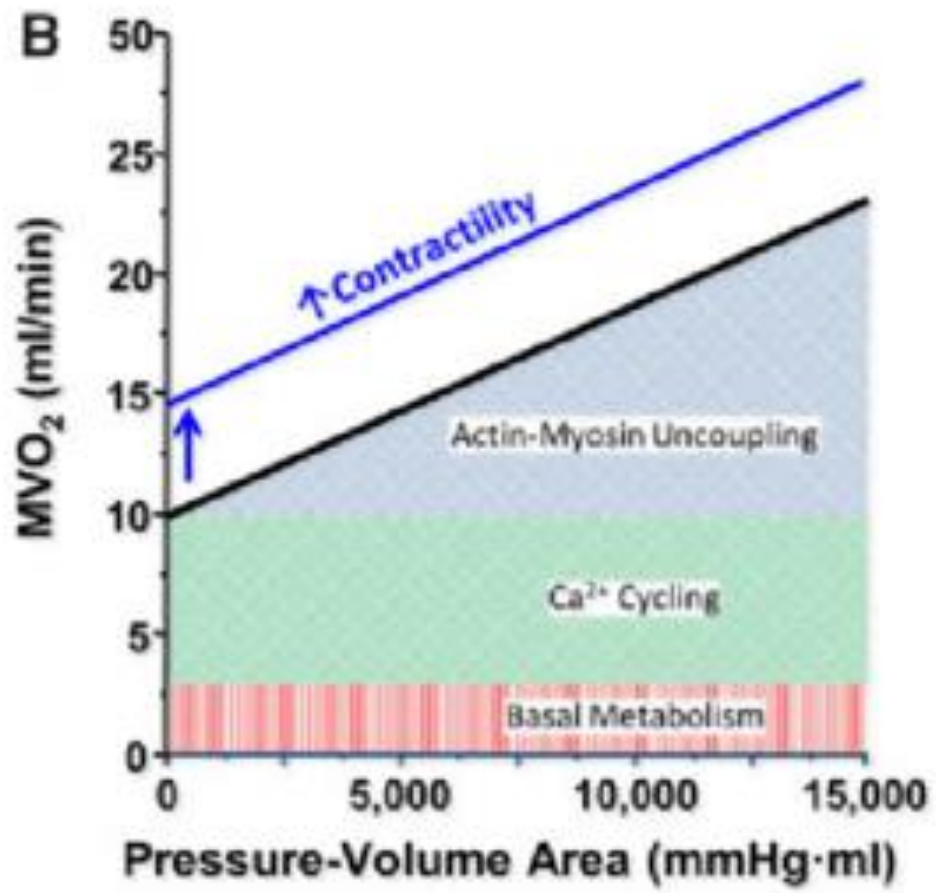
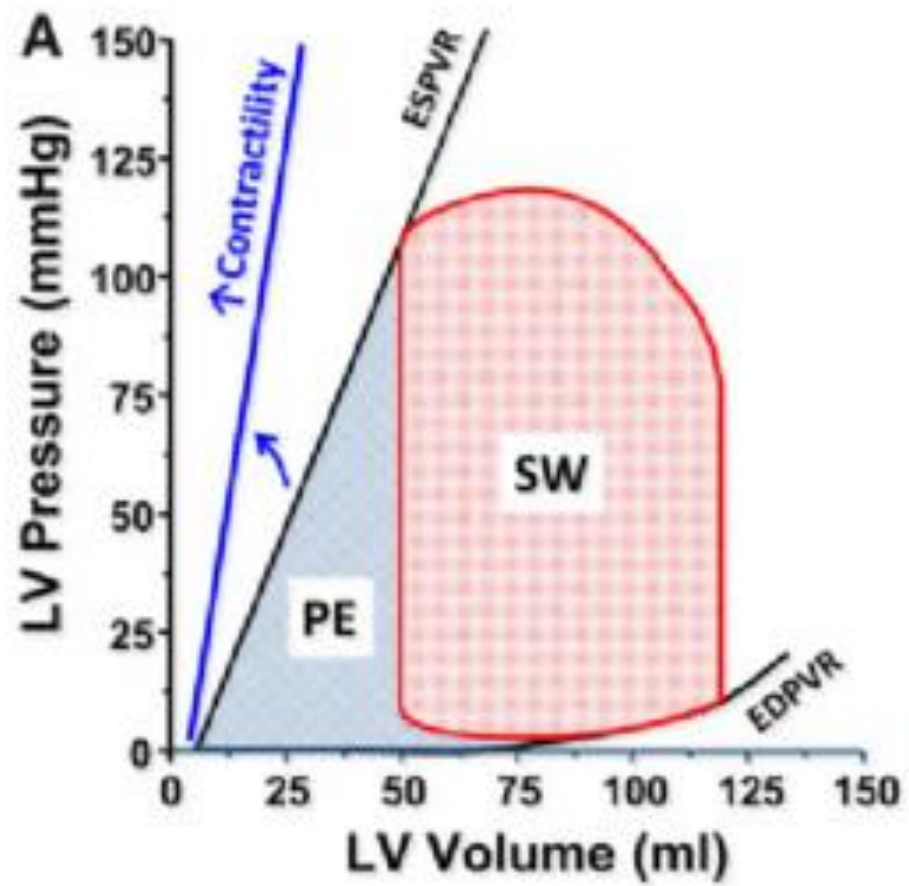
# Srdeční selhání

---

- Stav, kdy srdce nestačí udržet dostatečný minutový výdej, odpovídající metabolickým potřebám organismu
- Kdy funkce srdeční při dostatečném žilním návratu a plnicím srdečním tlaku není schopná zajistit potřebnou dodávku kyslíku tak, aby funkční ukazatele zůstaly normálních mezích (a-v rozdíl laktátu, extrakce kyslíku, laktacidemie)
- Akutní
- Chronické
- Levé komory
- Pravé komory
- Oboustranné

# P-V diagram



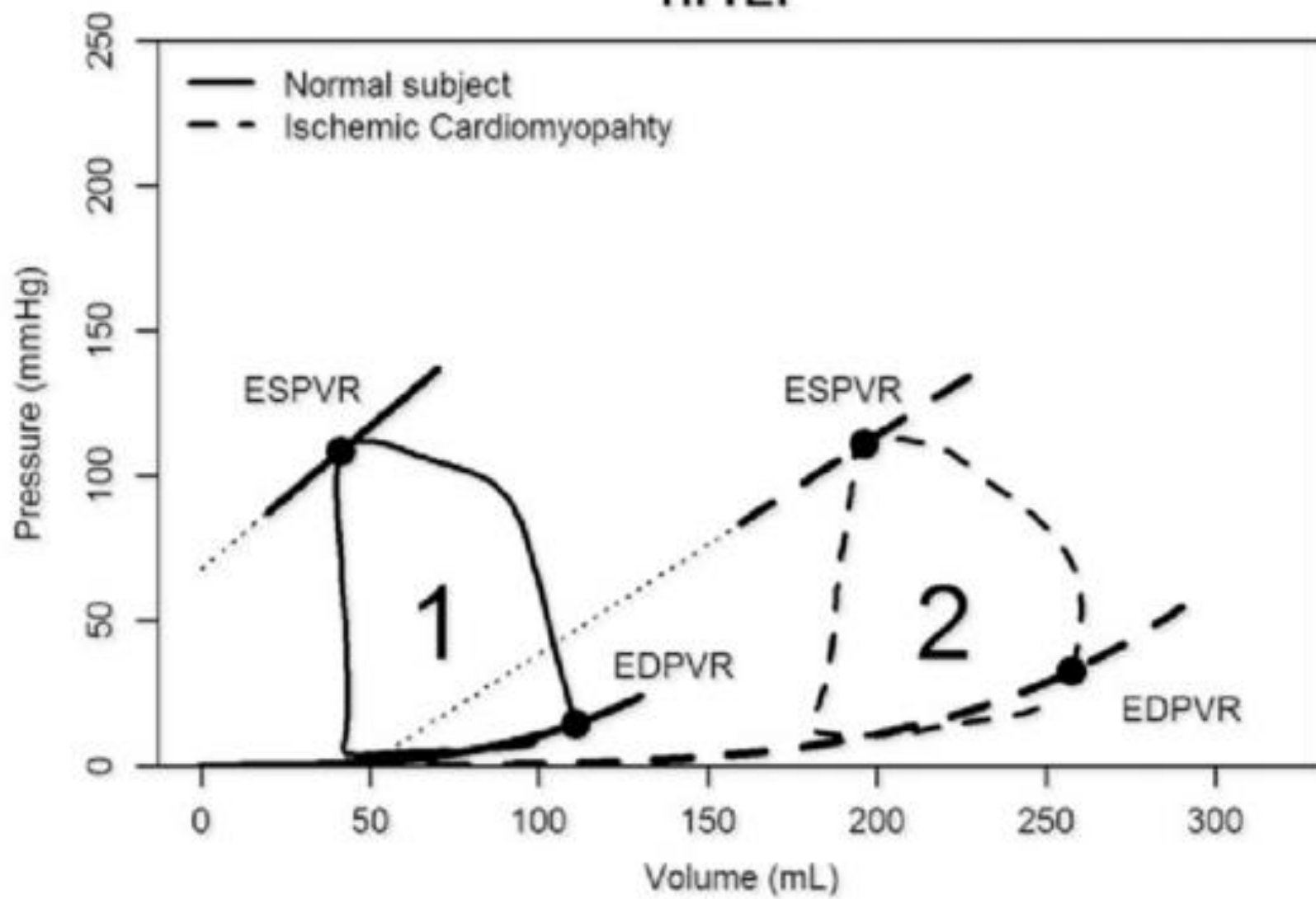


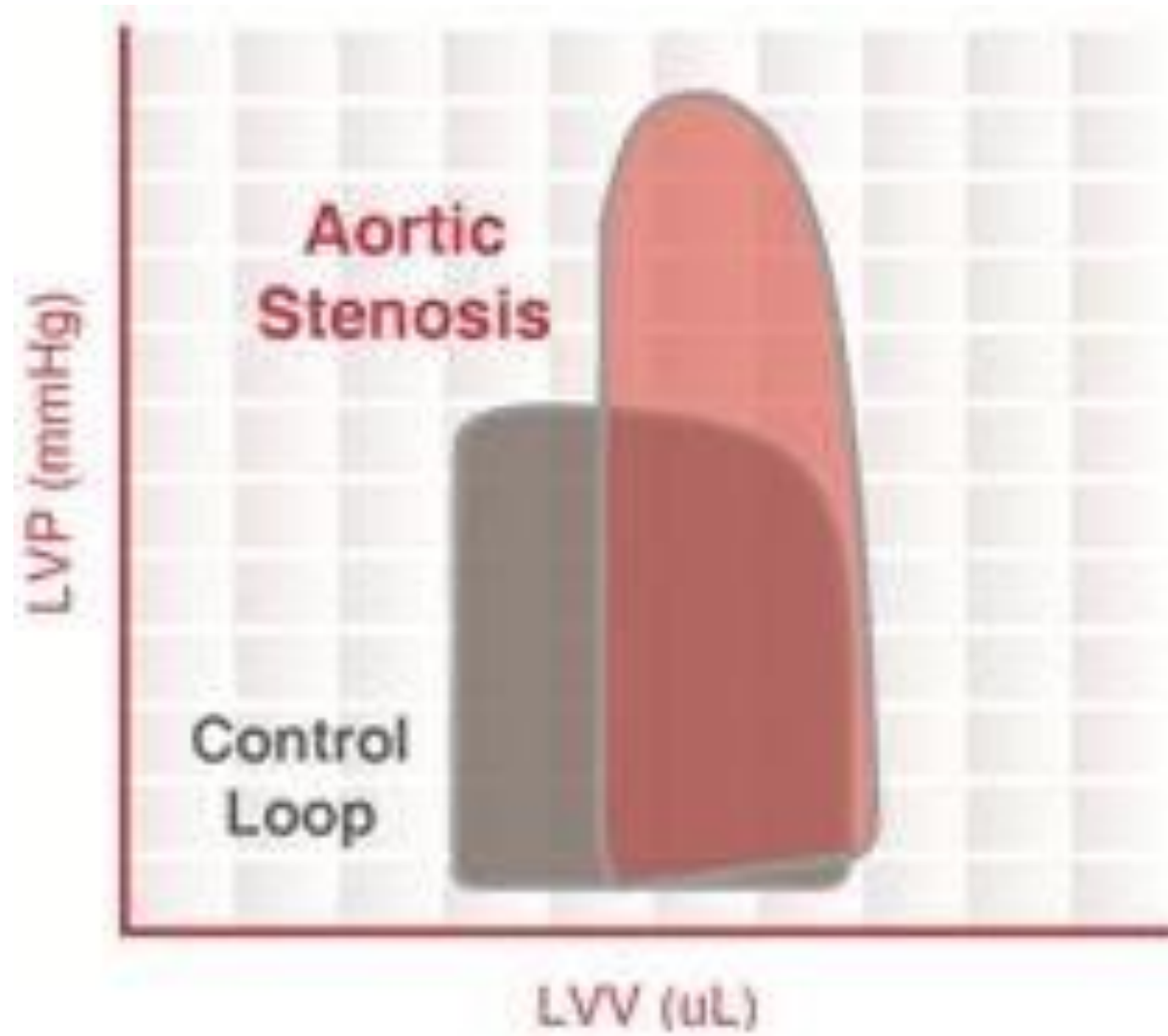
# Srdeční selhání - příčiny

---

- porucha srdeční kontraktility (ICHS, kardiomyopatie, myokarditis)
- zvýšení afterloadu – presorická zátěž (hypertenze, Ao stenóza, plicní hypertenze, Eisenmengerův sy,...)
- zvýšení preloadu (regurgitace Ao, Mi, vrozené zkratové vady,...)
- porucha diastolického plnění (perikarditis, arytmie)

# HFrEF

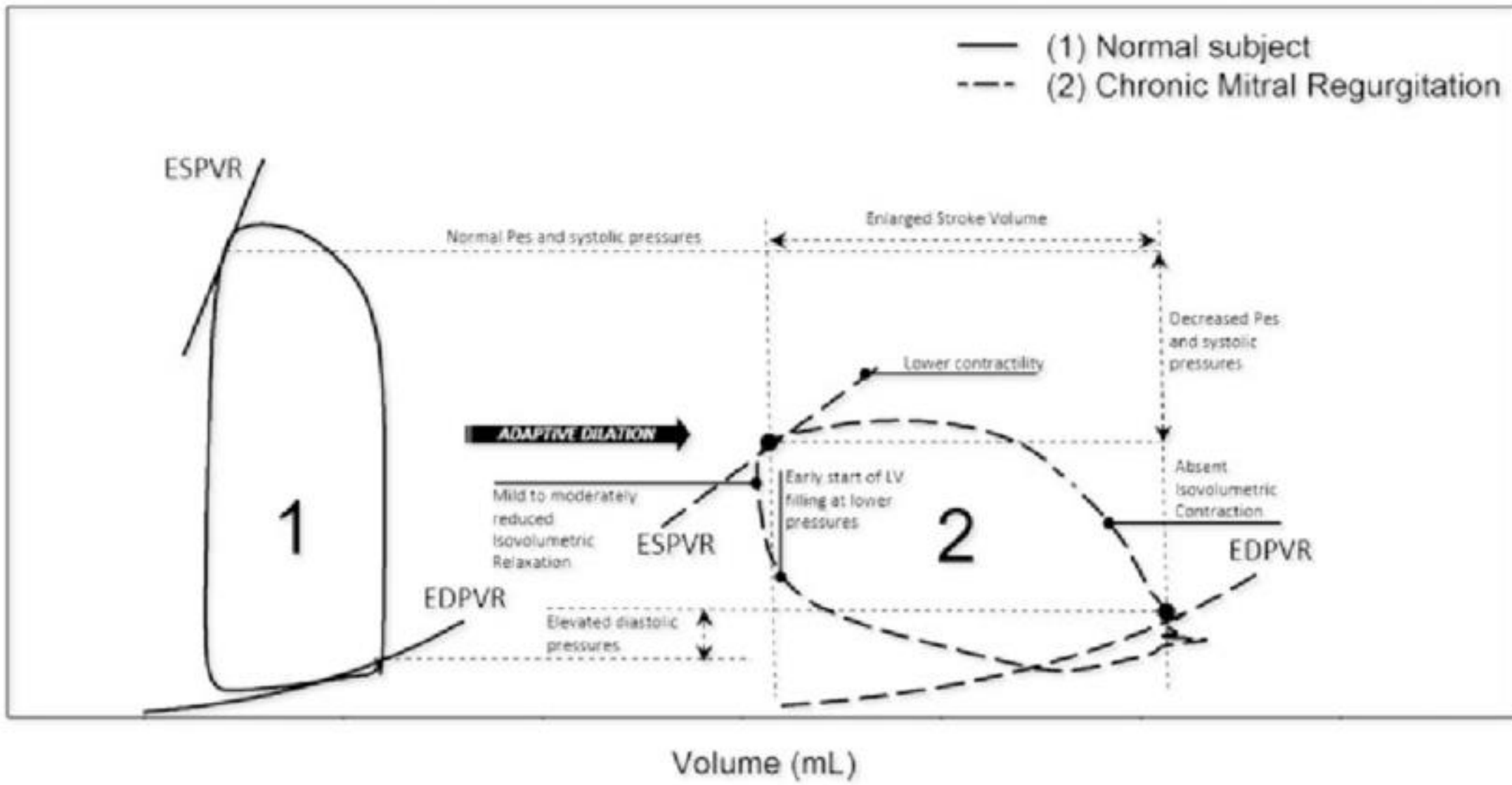




**A**

Pressure (mmHg)

- (1) Normal subject
- - - (2) Chronic Mitral Regurgitation

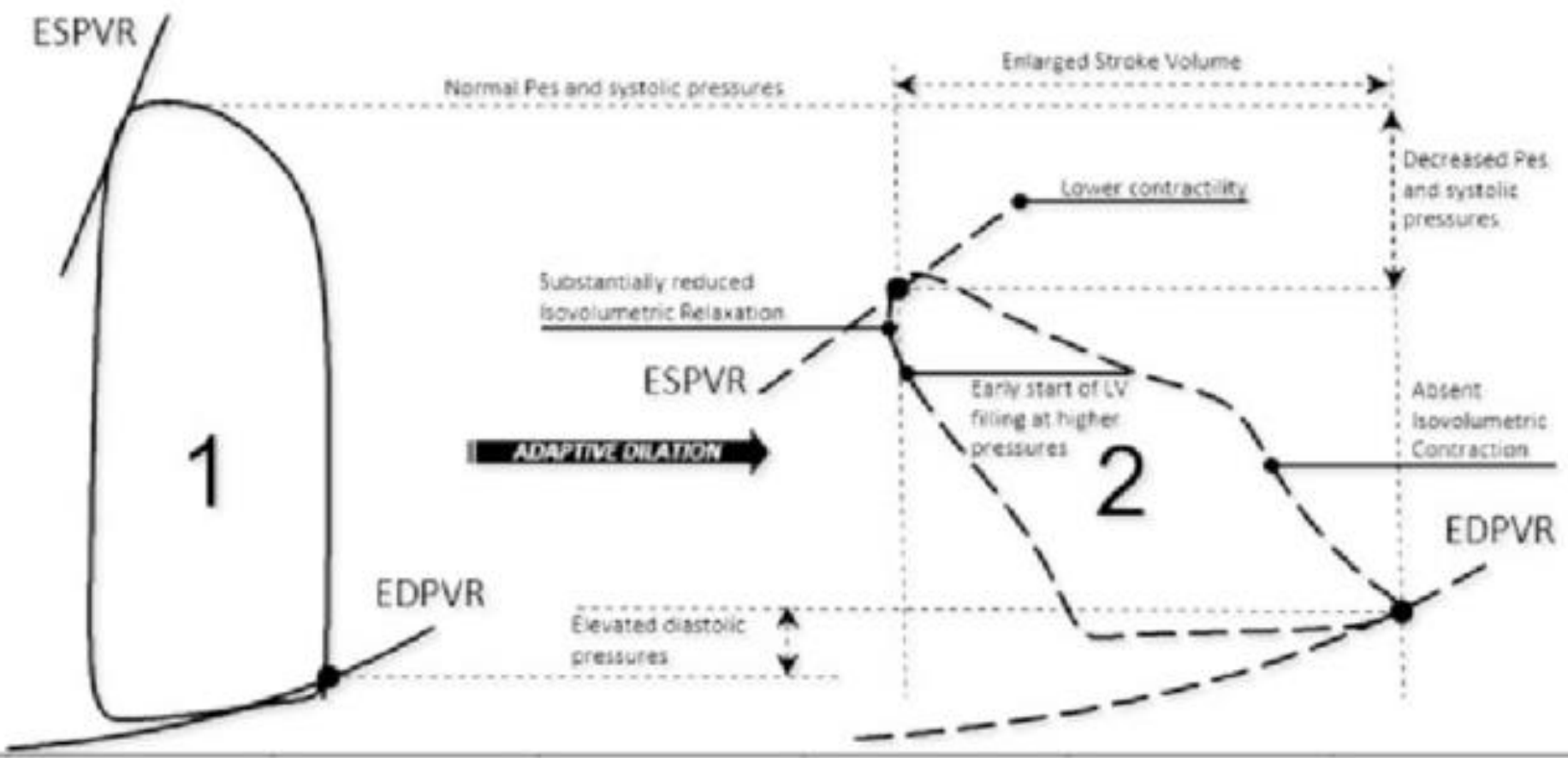




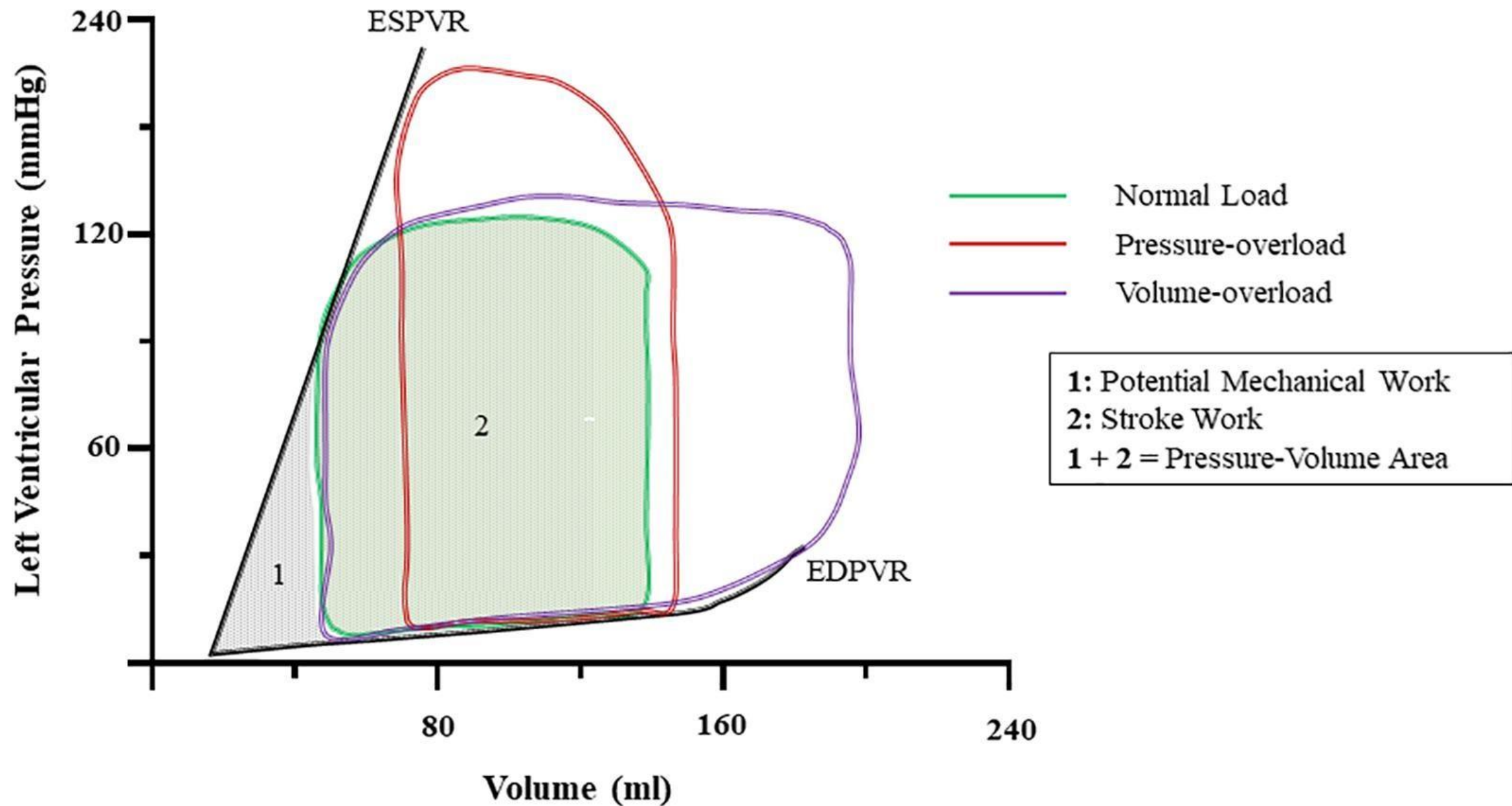
**B**

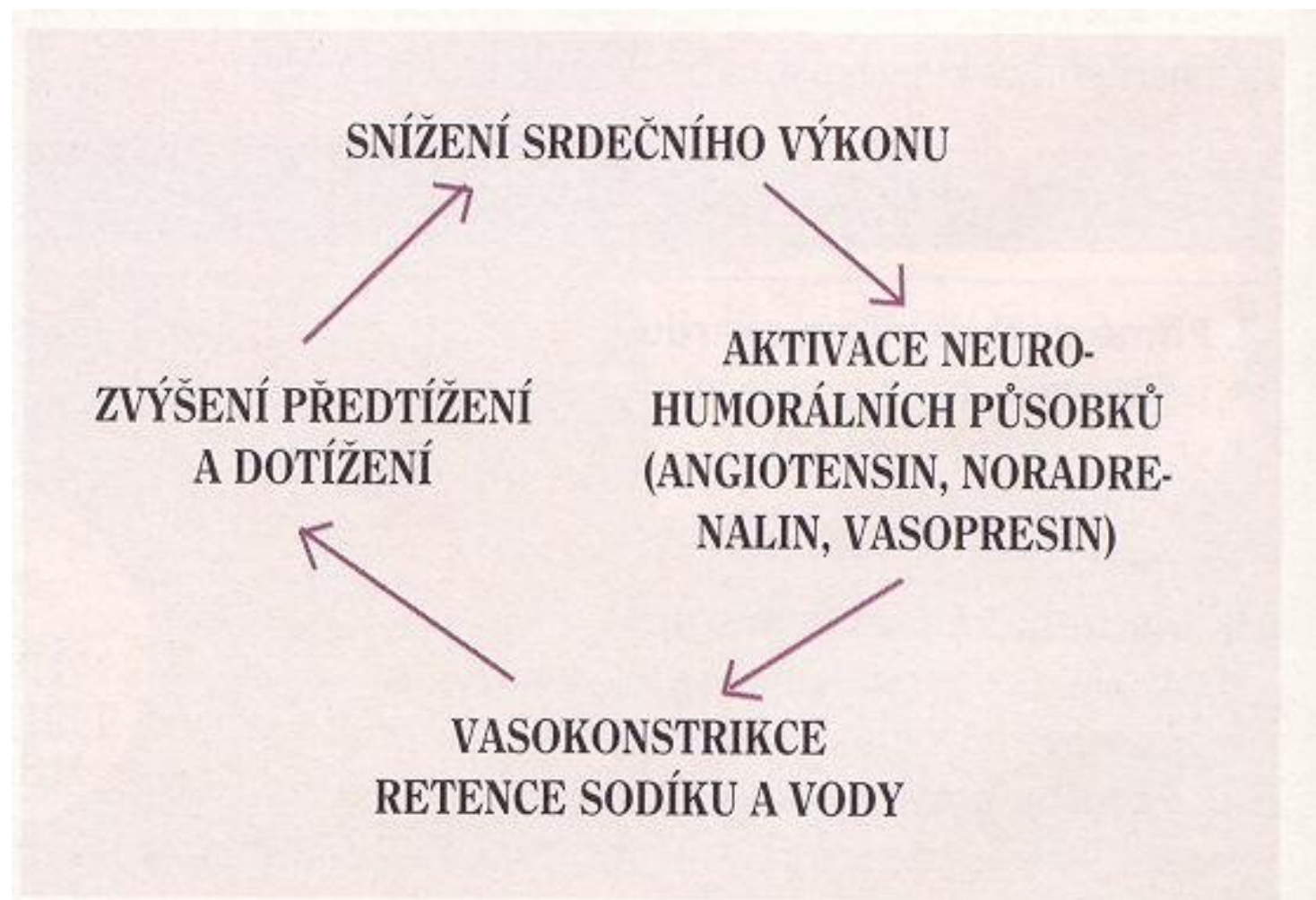
Pressure (mmHg)

- (1) Normal subject
- - - (2) Chronic Aortic Regurgitation



Volume (mL)





# Chirurgická léčba srdečního selhání

---

- Revaskularizace myokardu
- Operace chlopní
- Korekce vrozených vad
- Chirurgická remodelace levé komory
- Chirurgická léčba arytmií
- **Mechanická srdeční podpora**
- **Transplantace srdce**

# Etiologie

---

- ICHS 70%
- DKMP 10-15%
- Chlopenní vady 10%
- Hypertenze 6-10%

# Srdeční selhání

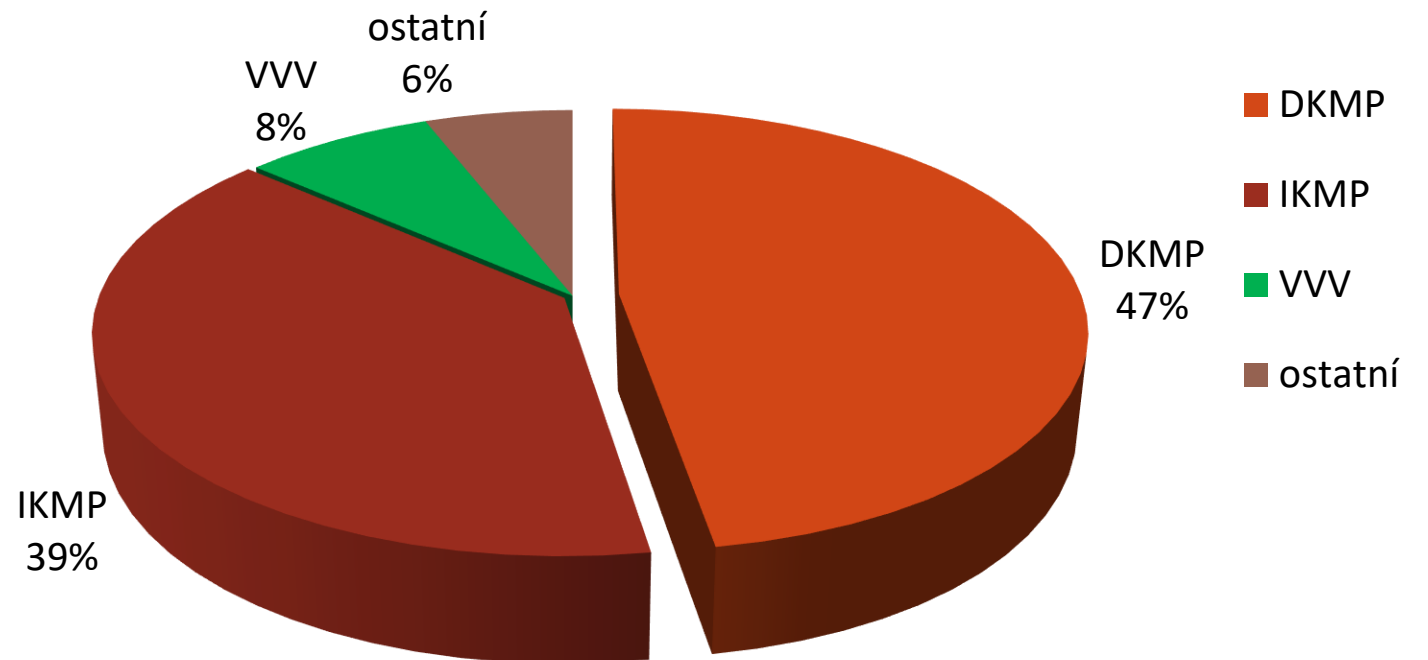
---

Prevalence

Stárnoucí populace

Pokrok v terapii

Vysoká mortalita



# Terapie

---

Režimová

Dietní

Farmakoterapie

Chirurgická základní (revaskularizace, výkony na chlopních, remodelace LK)

POKROČILÁ CHIRURGICKÁ TERAPIE SRDEČNÍHO SELHÁNÍ – OTS, MSP

# Léčba srdečního selhání

## 1. léčba základního onemocnění

tj. terapie a prevence ICHS, prevence poinfarktové remodelace LK, účinná léčba hypertenze, korekce chlopenních vad, volum redukční operace...

## 2. podpora nebo náhrada selhávajícího myokardu

mechanická srdeční podpora, transplantace srdce, (dynamická kardiomyoplastika)

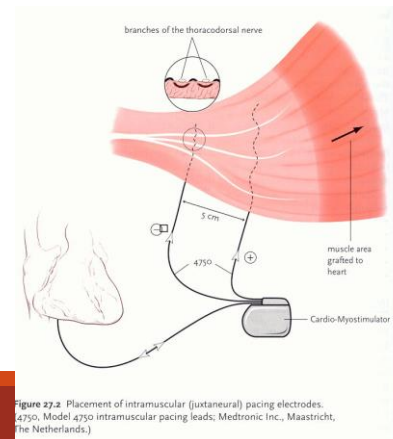
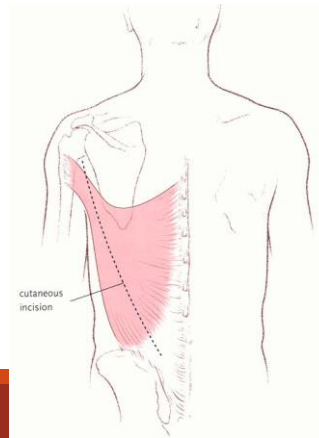
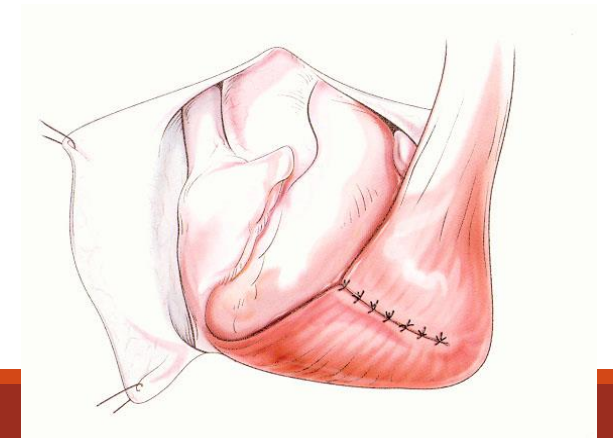


Figure 27.2 Placement of intramuscular (juxtaneural) pacing electrodes. 4750, Model 4750 intramuscular pacing leads, Medtronic Inc., Maastricht, The Netherlands.)





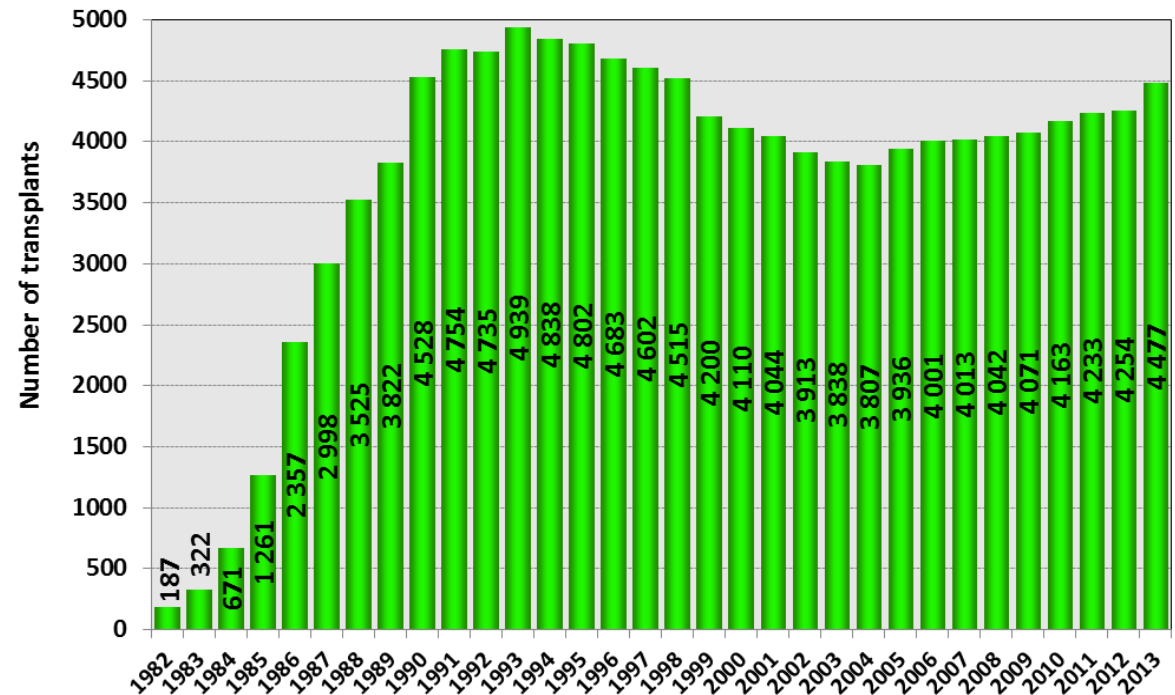
# Transplantace srdce

Zlatý standard

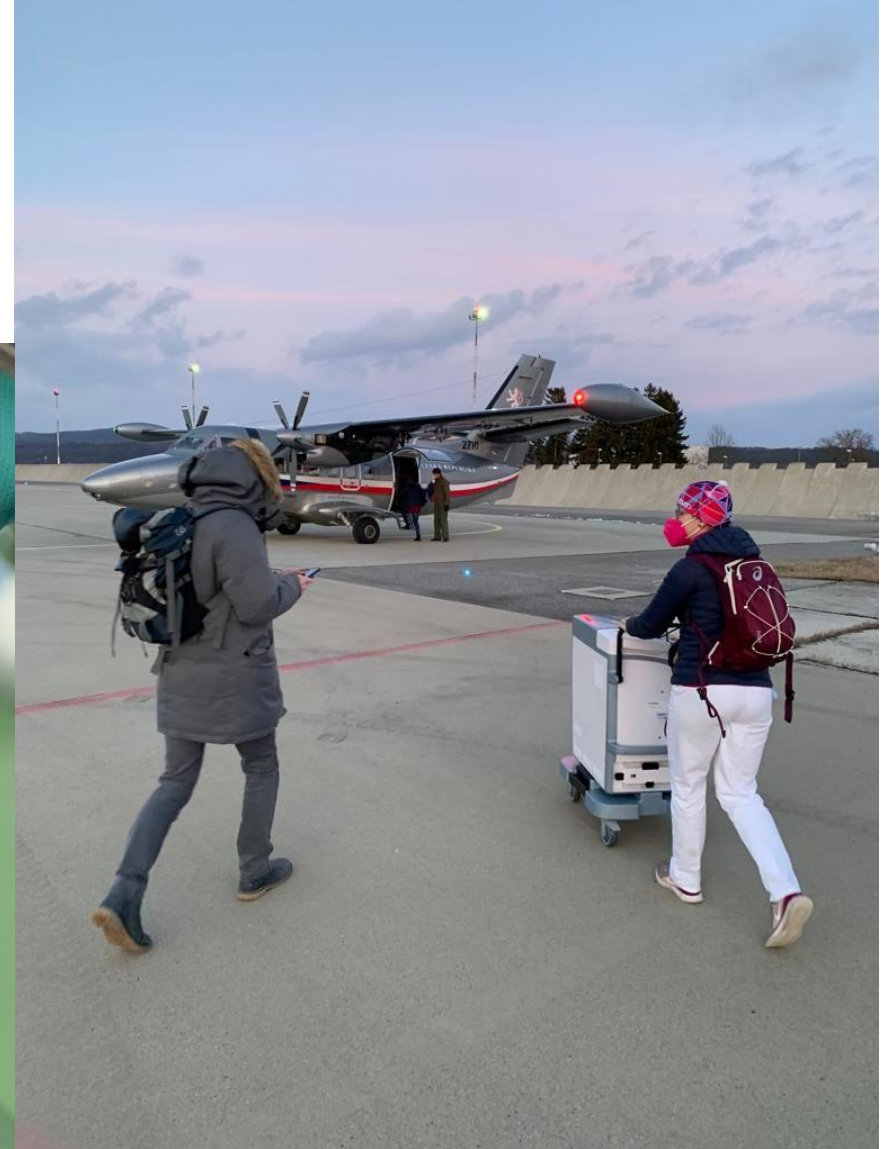
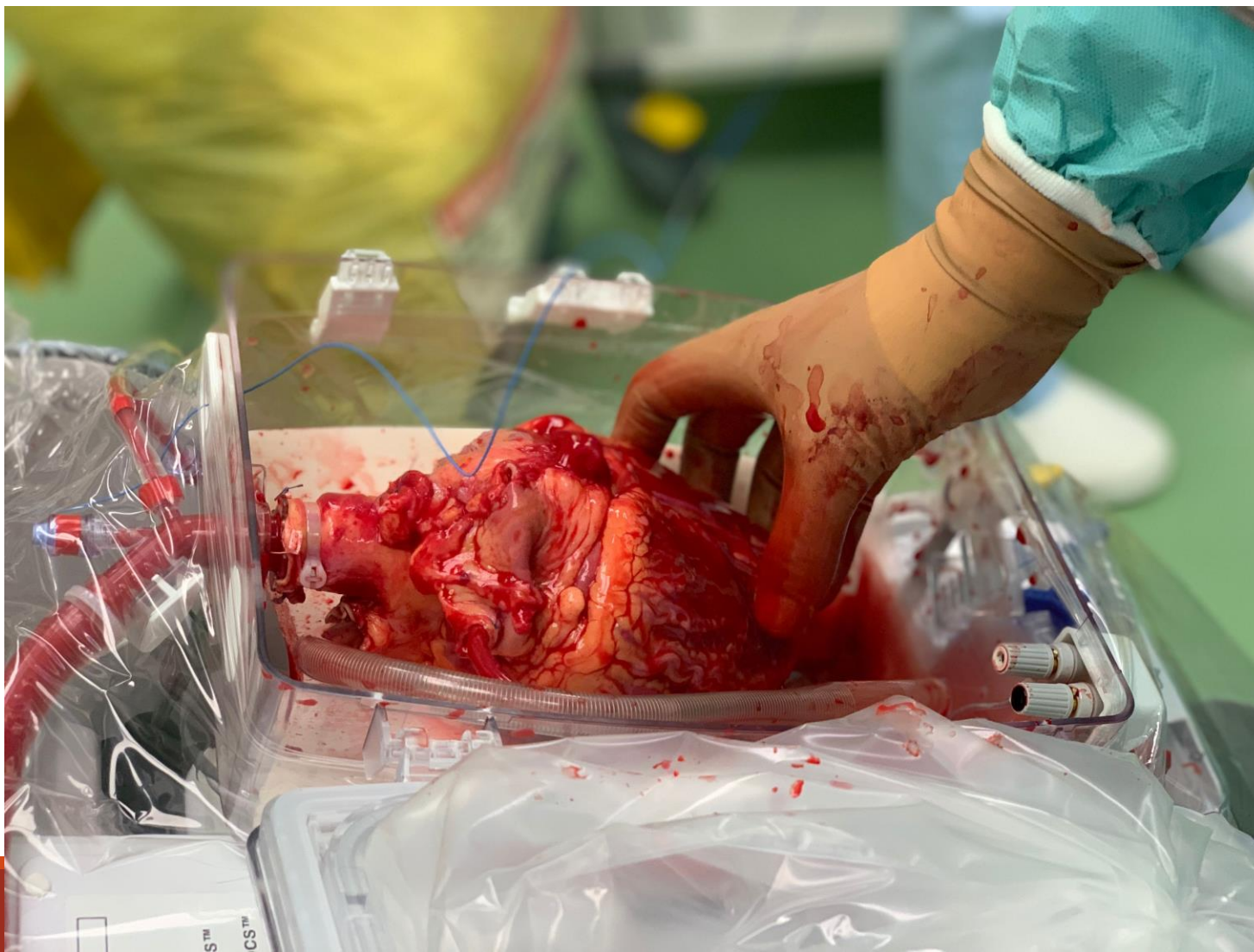
Počty dárců

Prodlužování doby na čekací listině

Morbidity a mortalita na WL



# Transmedics OCS



# Strategie terapie pomocí MSP

Strategie	Specifikace pacienta	
<b>Bridge to Tx (BTT)</b> <ul style="list-style-type: none"><li>◦ Most k transplantaci</li></ul>	➔ Střední věk, relativně bez přidružených onem.	
<b>Bridge to candidacy (BTC)</b> <ul style="list-style-type: none"><li>◦ Most k indikaci k BTT</li></ul>	➔ Střední věk, přidružené onemocnění	
<b>Bridge to recovery (BTR)</b> <ul style="list-style-type: none"><li>◦ Most k uzdravení</li></ul>	➔ Mladší, rychle selhaný, bez přidružených onem.	
<b>Destination therapy (DT)</b> <ul style="list-style-type: none"><li>◦ Permanentní řešení</li></ul>	➔ Starší, přidružené onem. s limitacemi	* Bridge to bridge Bridge to decision

# Mechanické srdeční podpory

---

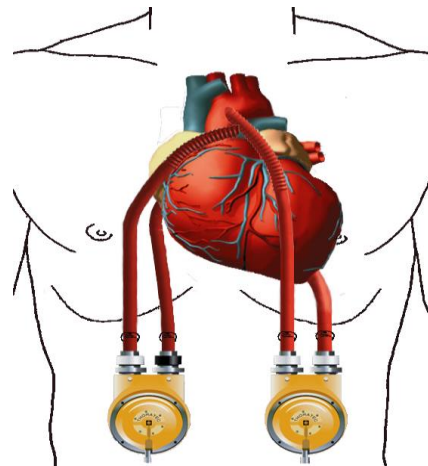
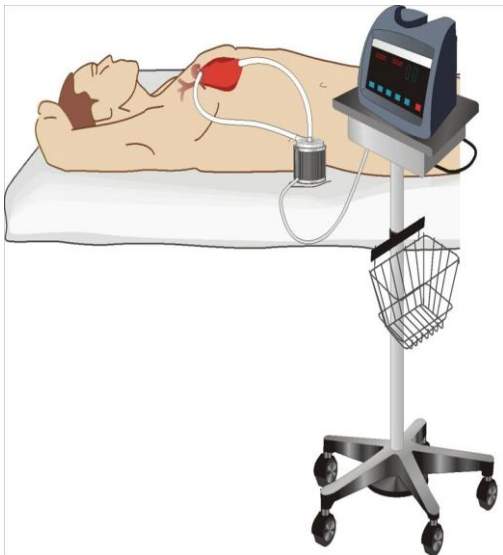
Parakorporální

Implantabilní

Krátkodobé

Střednědobé

Dlouhodobé



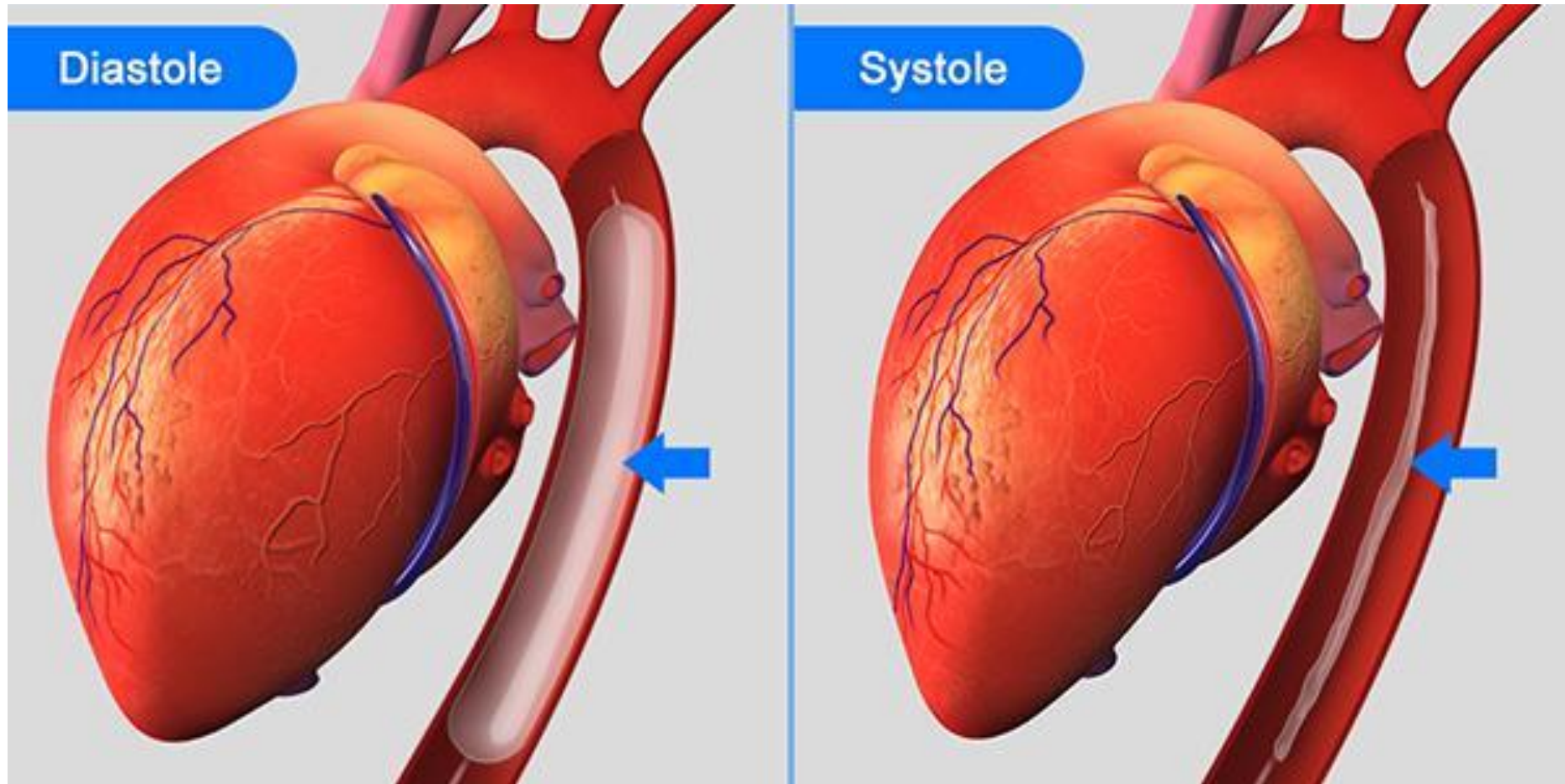
**14-30 dní**

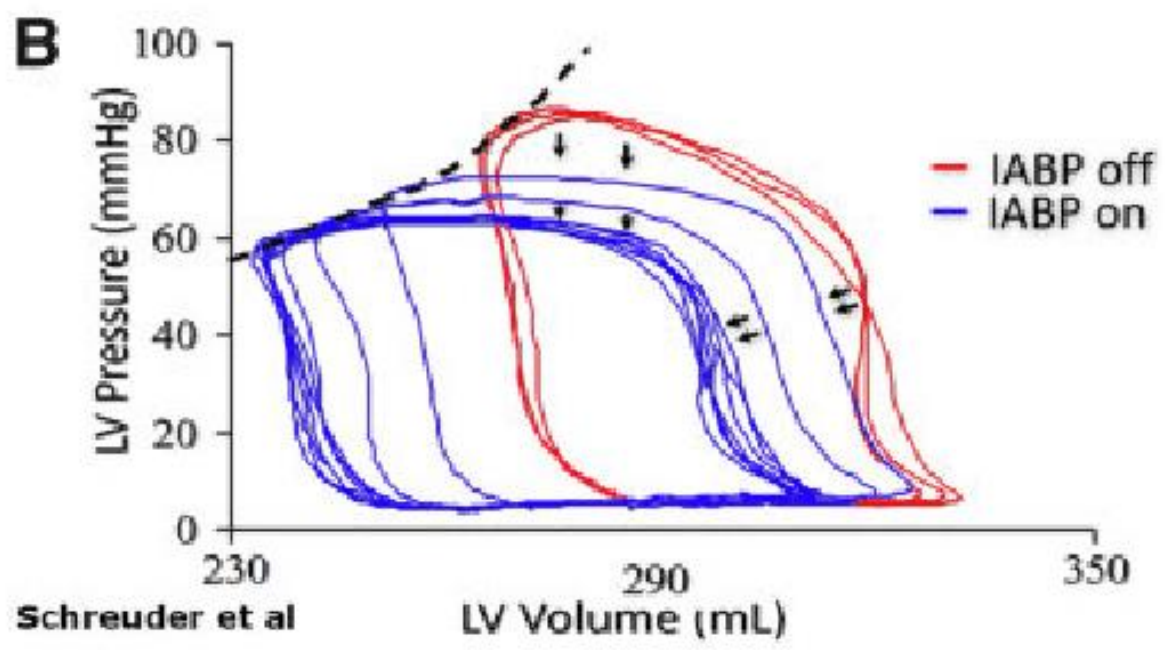
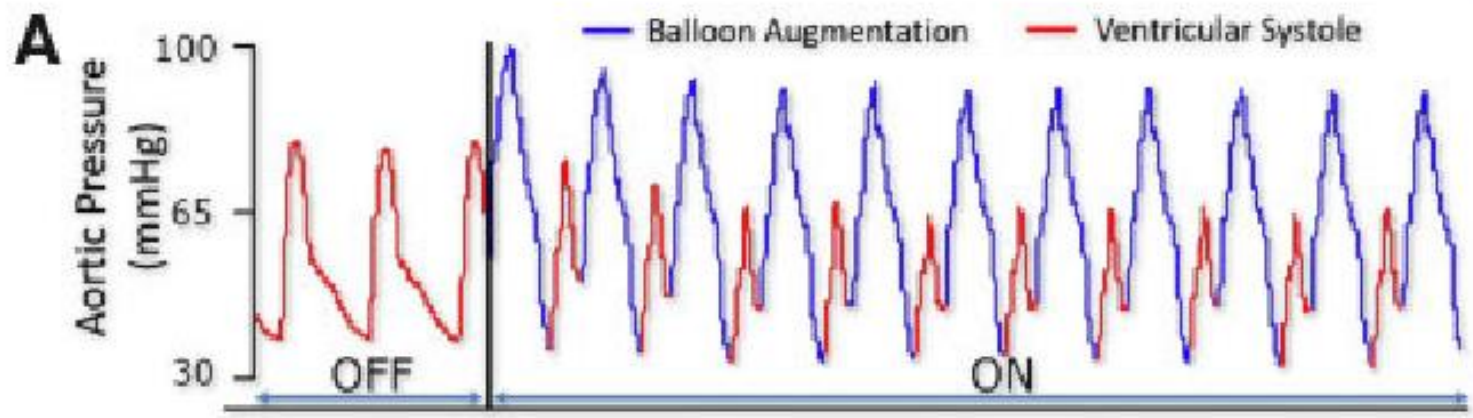
**1-6 měsíců**

**roky**



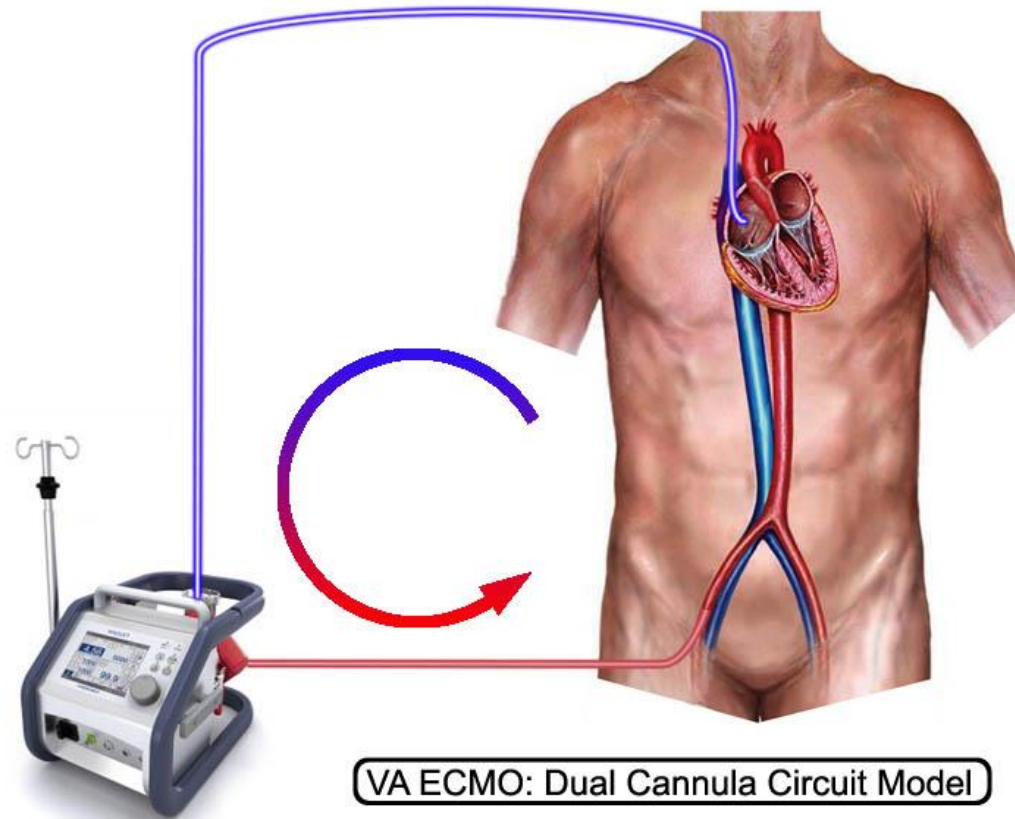
# IABP





# Krátkodobé MSP - ECMO

---



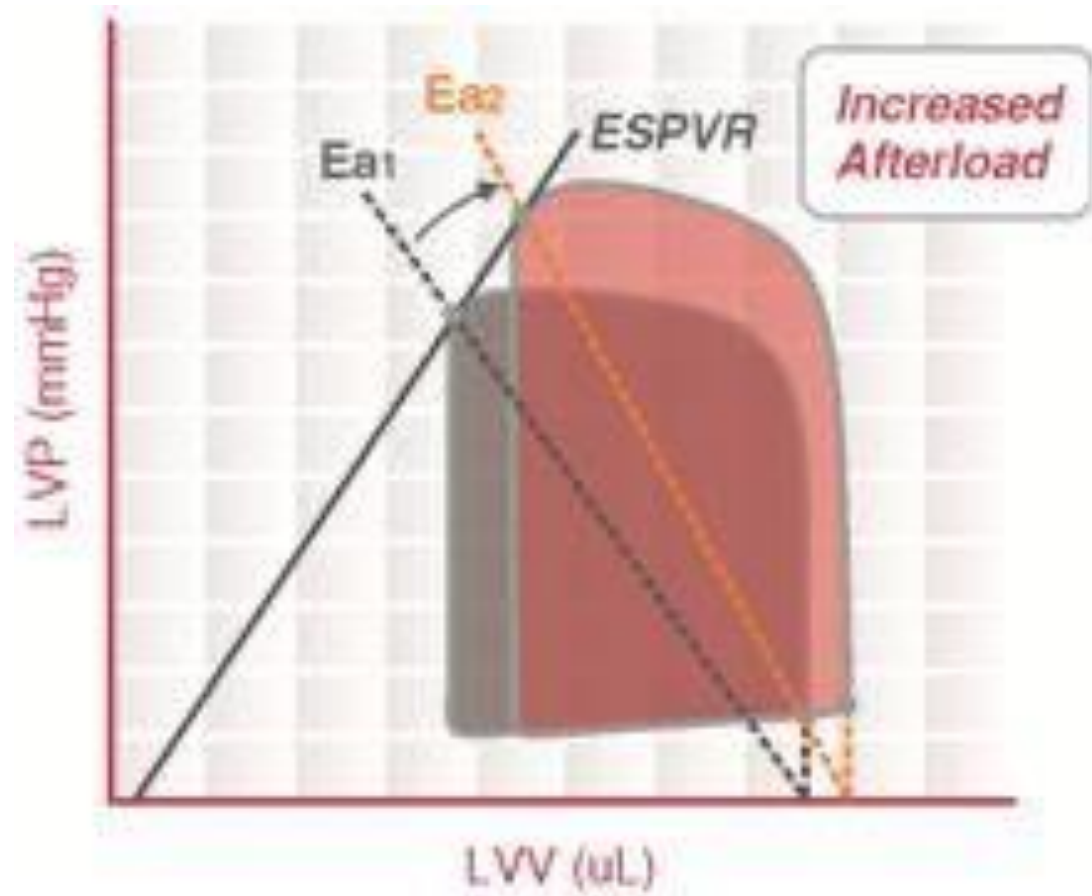
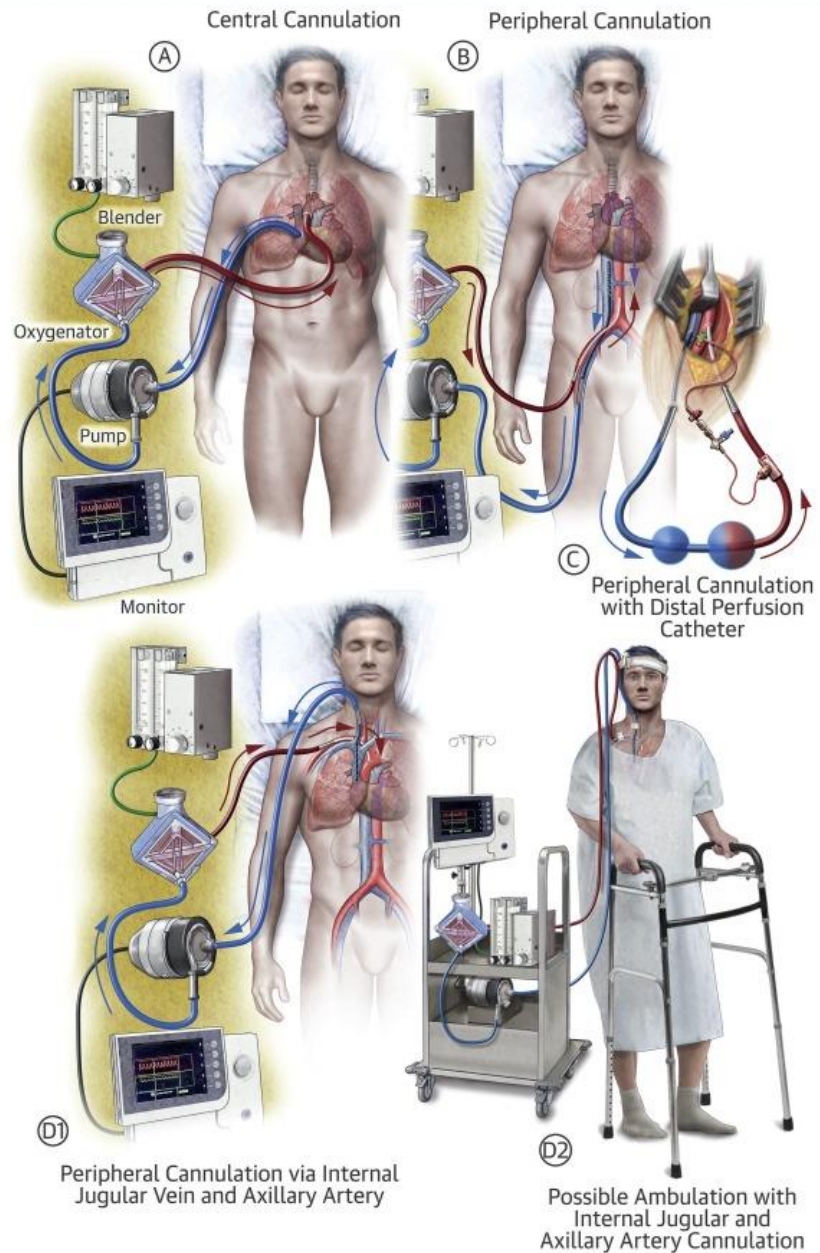
# ECMO – extracorporeal membrane oxygenation

---

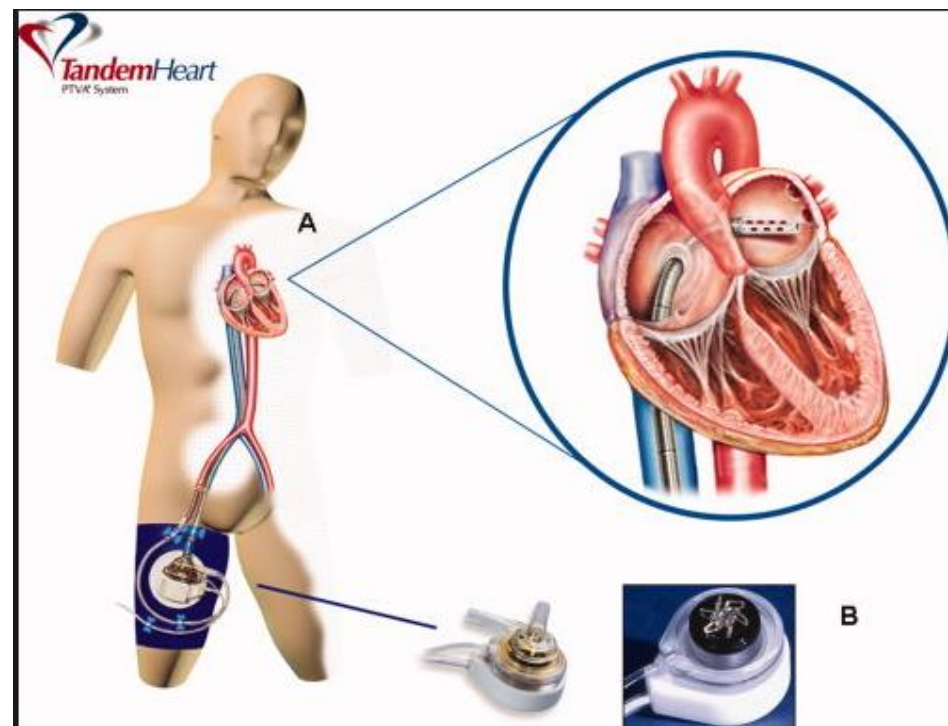
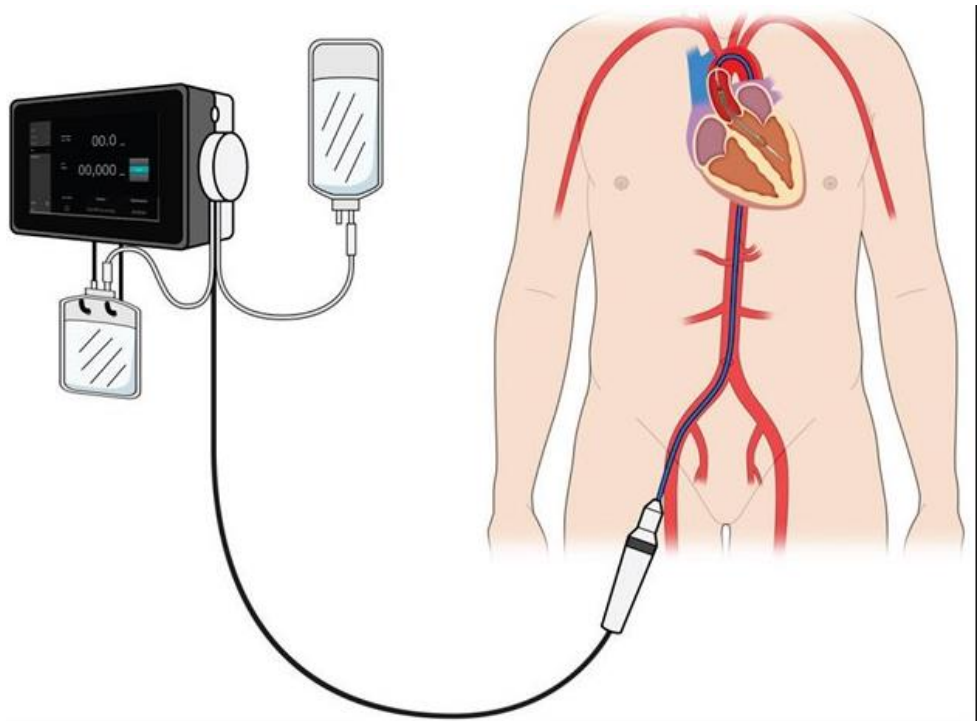




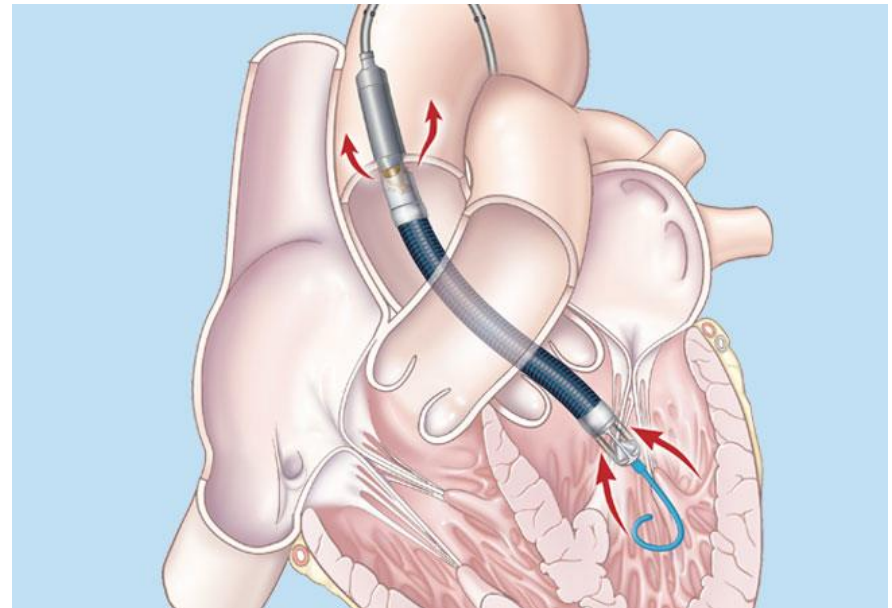
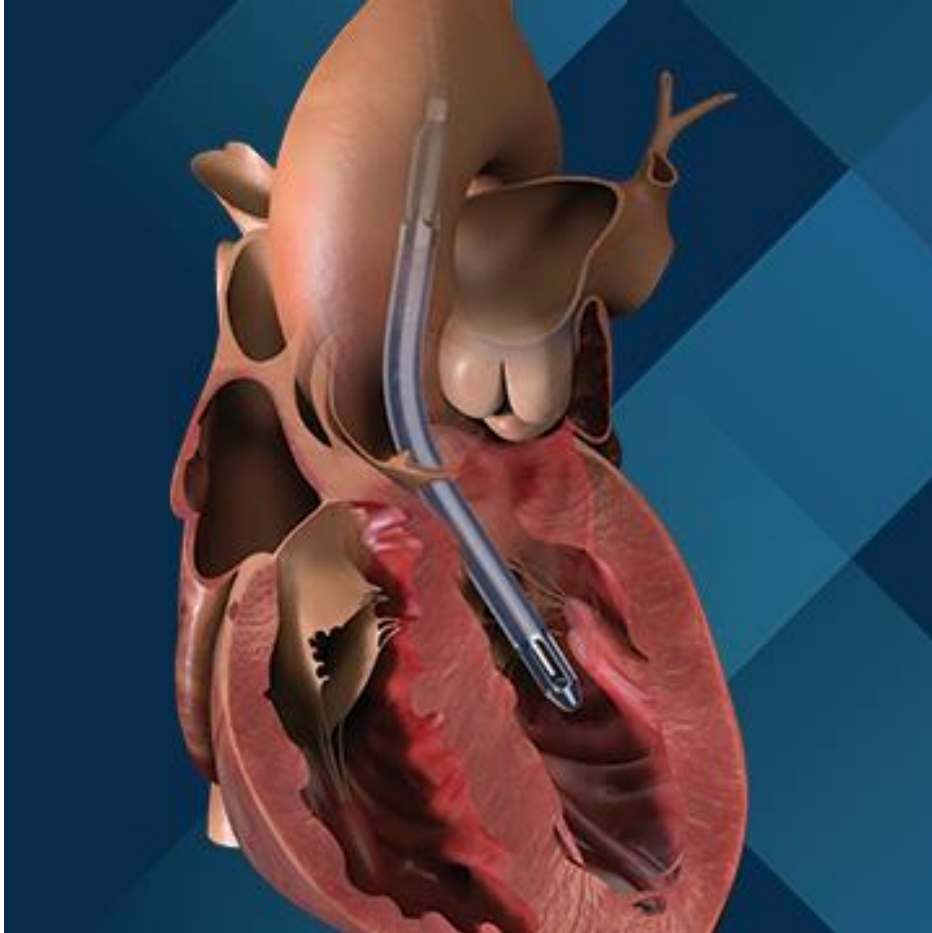
# CENTRAL ILLUSTRATION: Basic Cannulation for VA-ECMO Support



# Perkutánní MSP

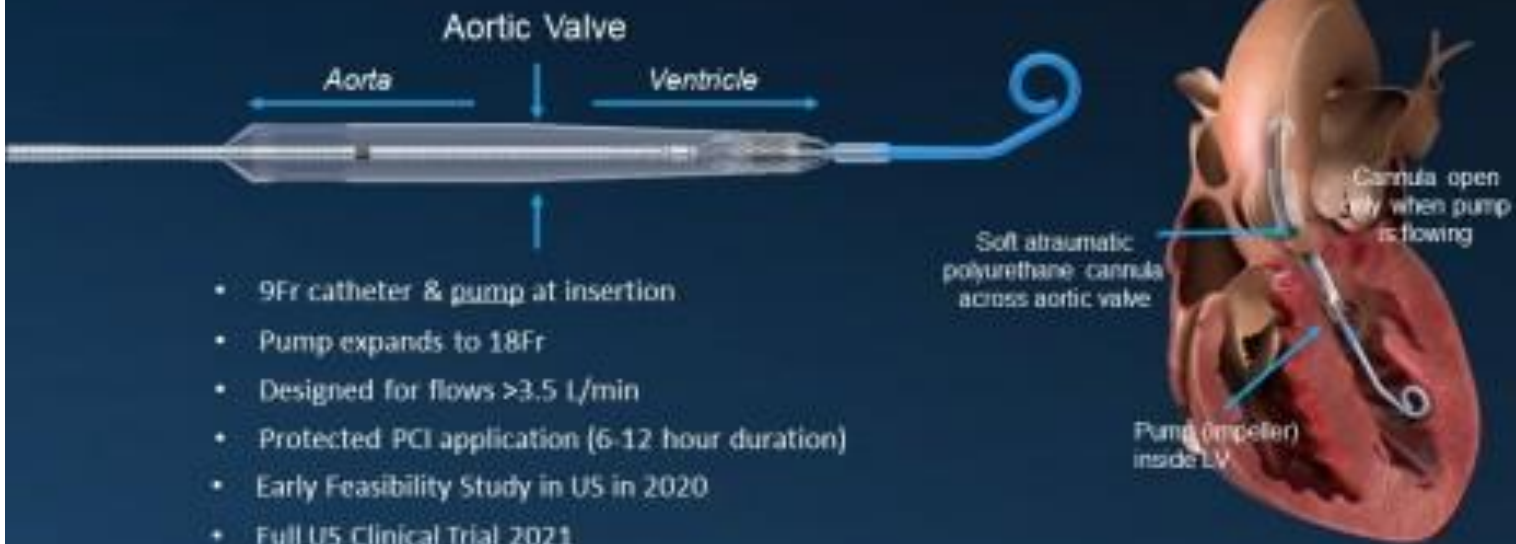


# Impella

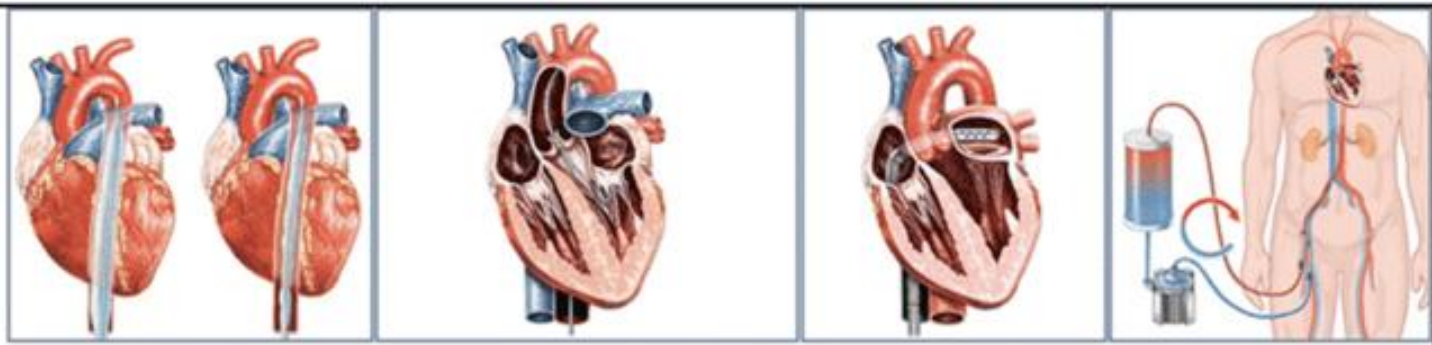




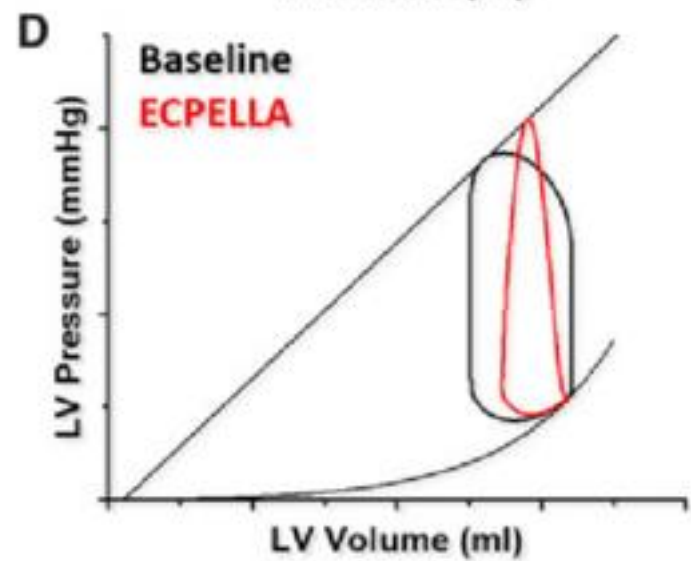
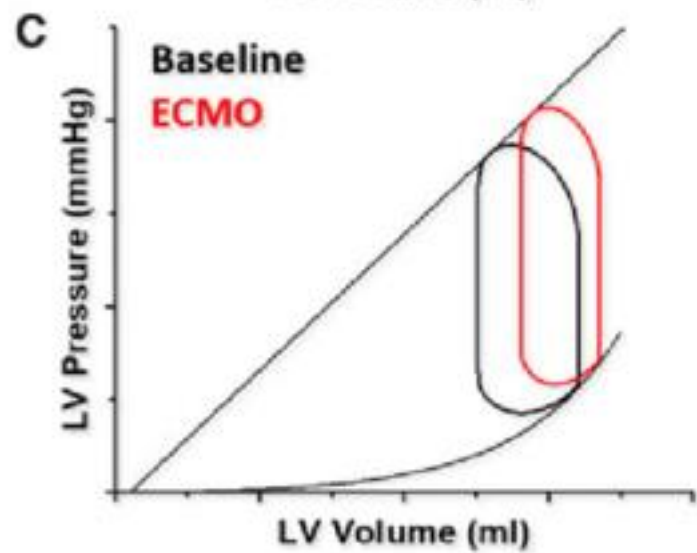
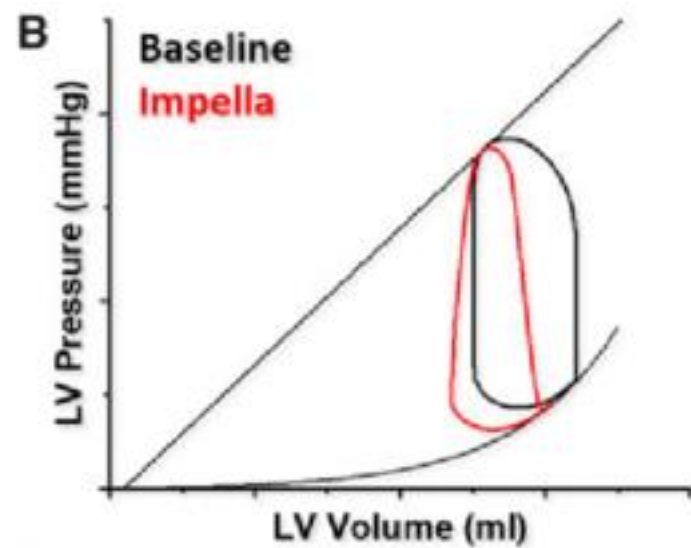
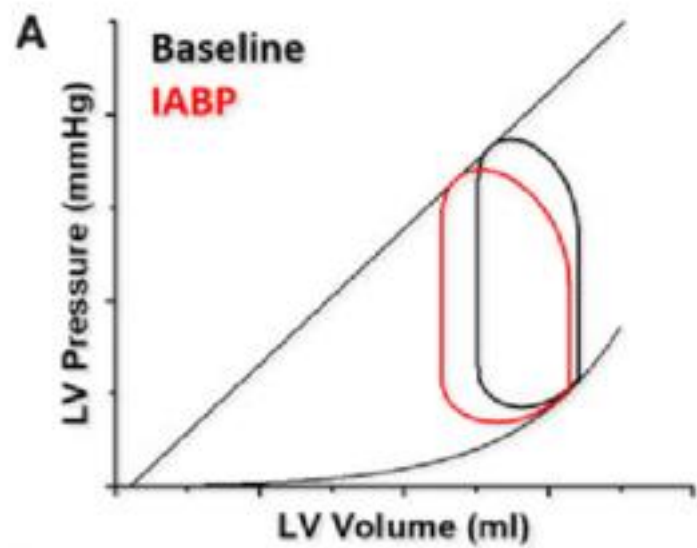
## Impella ECP™ “Expandable CP”

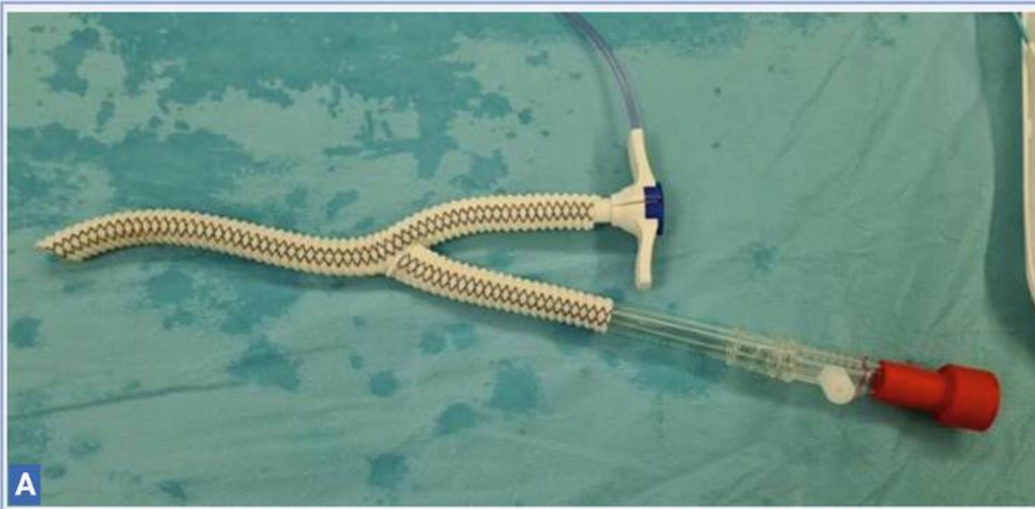


Investigational device, not approved or cleared anywhere in the world.

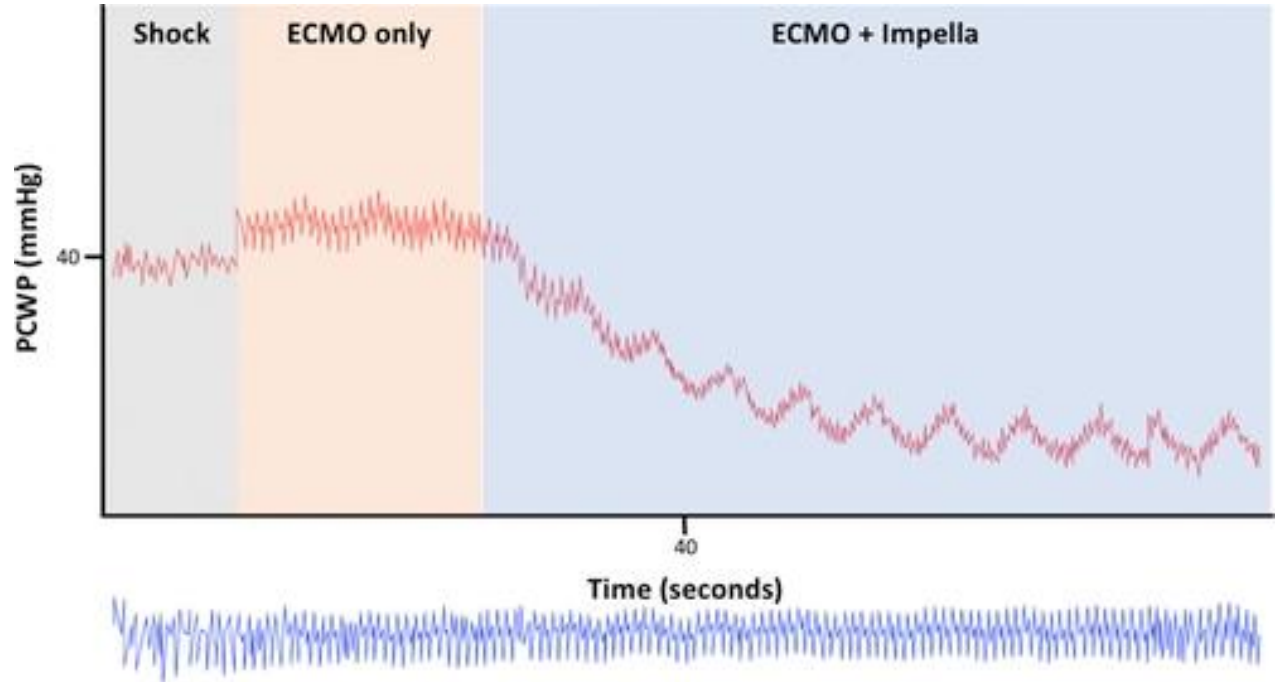


	IABP	IMPELLA	TANDEMHEART	VA-ECMO
Cardiac Flow	0.3-0.5 L/ min	1-5L/ min (Impella 2.5, Impella CP, Impella 5)	2.5-5 L/ min	3-7 L-min
Mechanism	Aorta	LV → AO	LA → AO	RA → AO
Maximum implant days	Weeks	7 days	14 days	Weeks
Sheath size	7-8 Fr	13-14 Fr Impella 5.0 - 21 Fr	15-17 Fr Arterial 21 Fr Venous	14-16 Fr Arterial 18-21 Fr Venous
Femoral Artery Size	>4 mm	Impella 2.5 & CP - 5-5.5 mm Impella 5 - 8 mm	8 mm	8 mm
Cardiac synchrony or stable rhythm	Yes	No	No	No
Afterload	↓	↓	↑	↑↑↑
MAP	↑	↑↑	↑↑	↑↑
Cardiac Flow	↑	↑↑	↑↑	↑↑
Cardiac Power	↑	↑↑	↑↑	↑↑
LVEDP	↓	↓↓	↓↓	↔
PCWP	↓	↓↓	↓↓	↔
LV Preload	---	↓↓	↓↓	↓
Coronary Perfusion	↑	↑	---	---
Myocardial oxygen demand	↓	↓↓	↔↓	↔



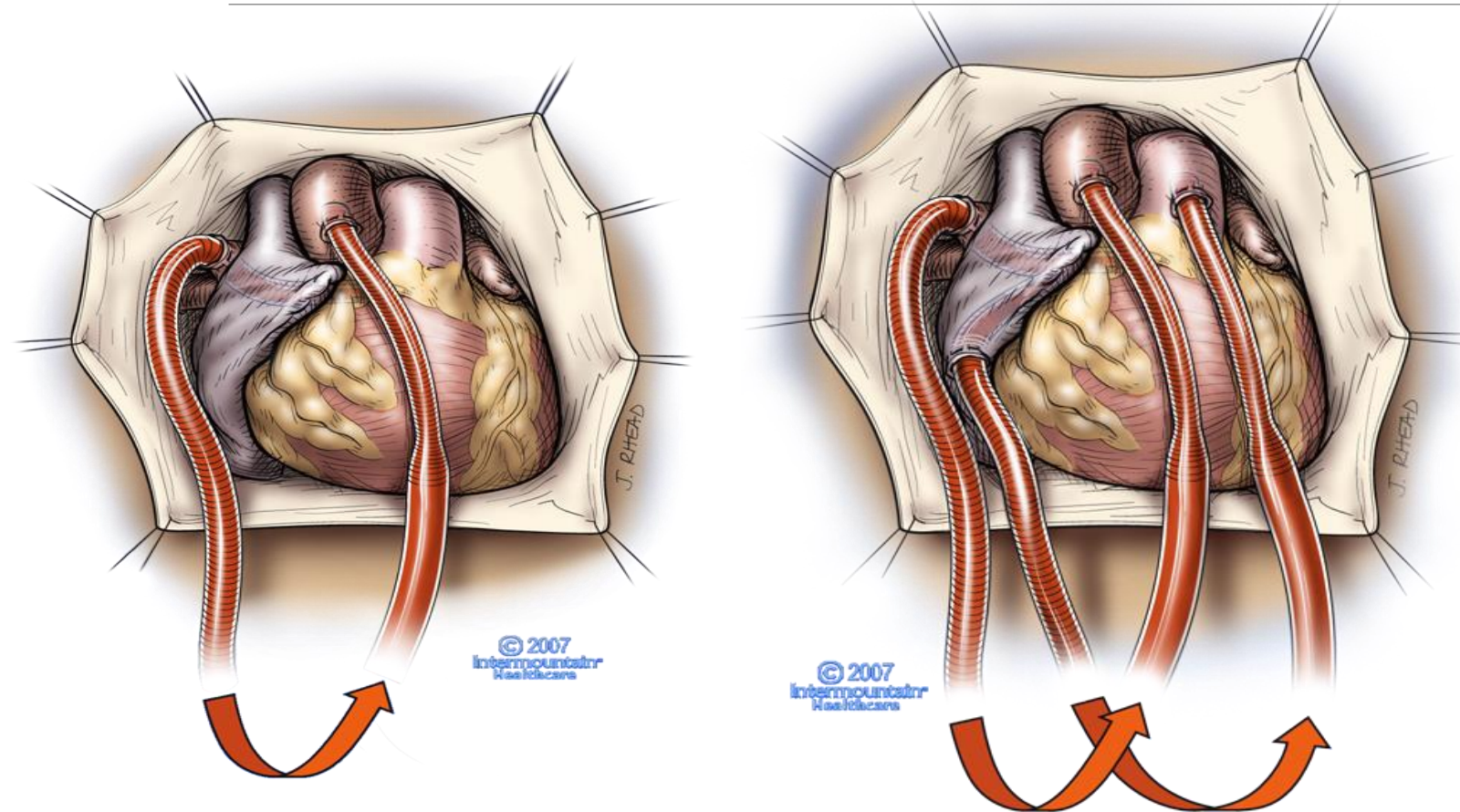


A. 10 mm Y-shaped vascular graft prosthesis with an Impella 5.0/5.5 introducer and arterial cannula of the v-a ECLS  
 B. Simple vascular graft prosthesis anastomosed to the right axillary artery used for a surgical Impella implantation  
 C. Y-shaped graft anastomosed to the right axillary artery as a part of ECMELLA 2.0/2.1 approach





# Střednědobé MSP - CentriMag





# CentriMag BiVAD

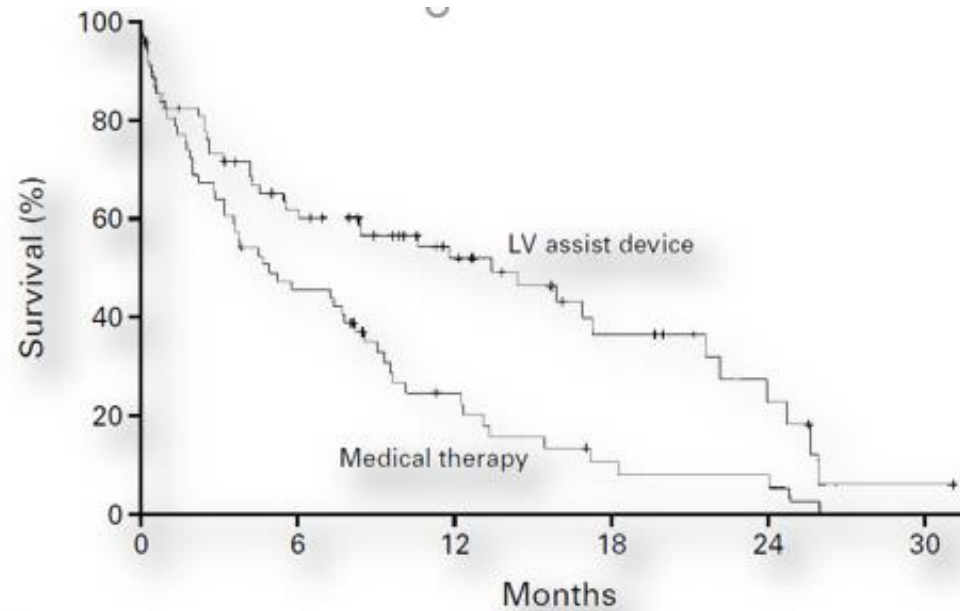
---



# Dlouhodobé MSP

---

# Rematch - První LVAD studie

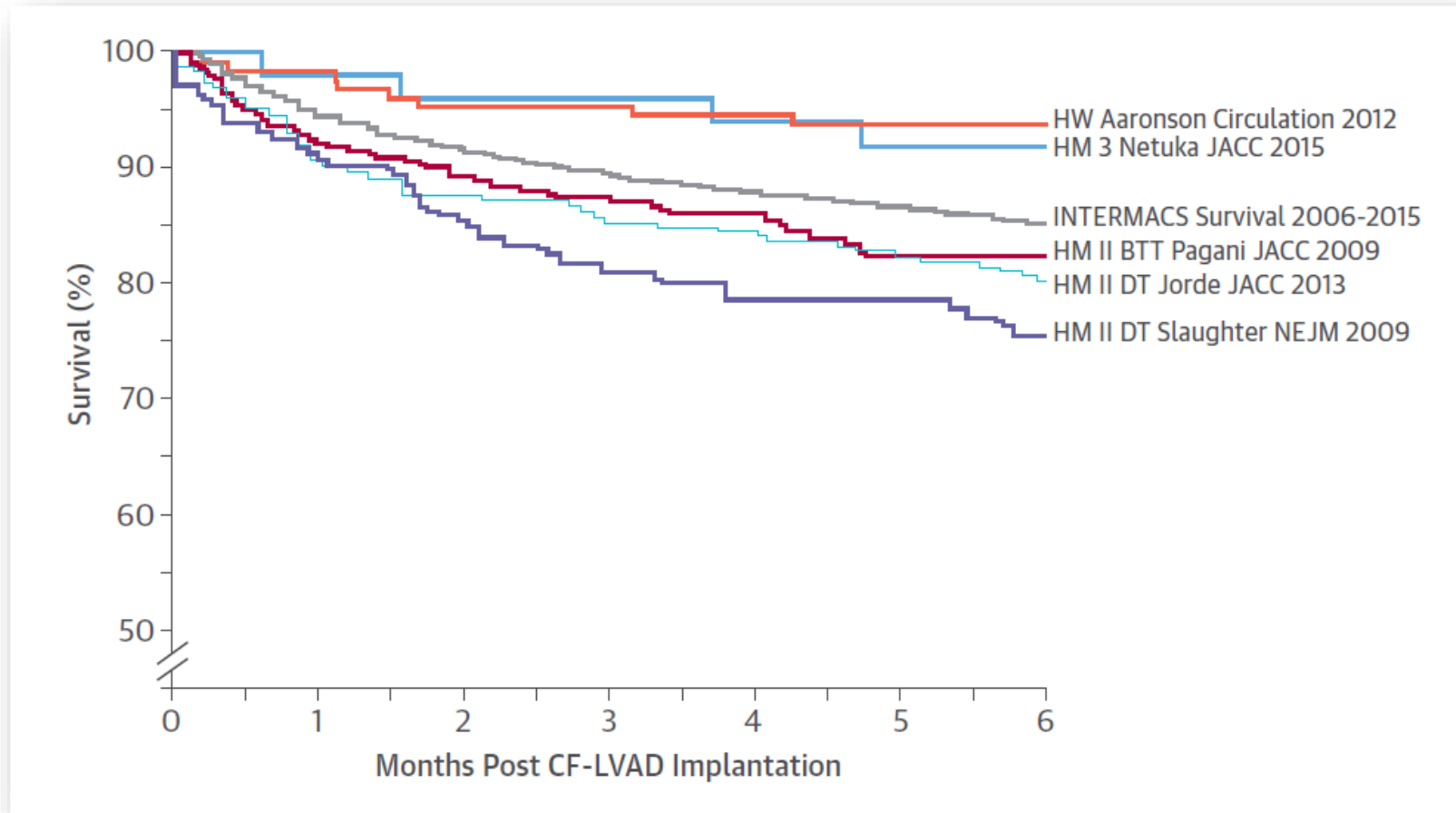


No. AT RISK

LV assist device	68	38	22	11	5	1
Medical therapy	61	27	11	4	3	0

Eric A. Rose et al, Rematch study, NEJM 2001;345(20):1435-43.

# LVAD survival outcome

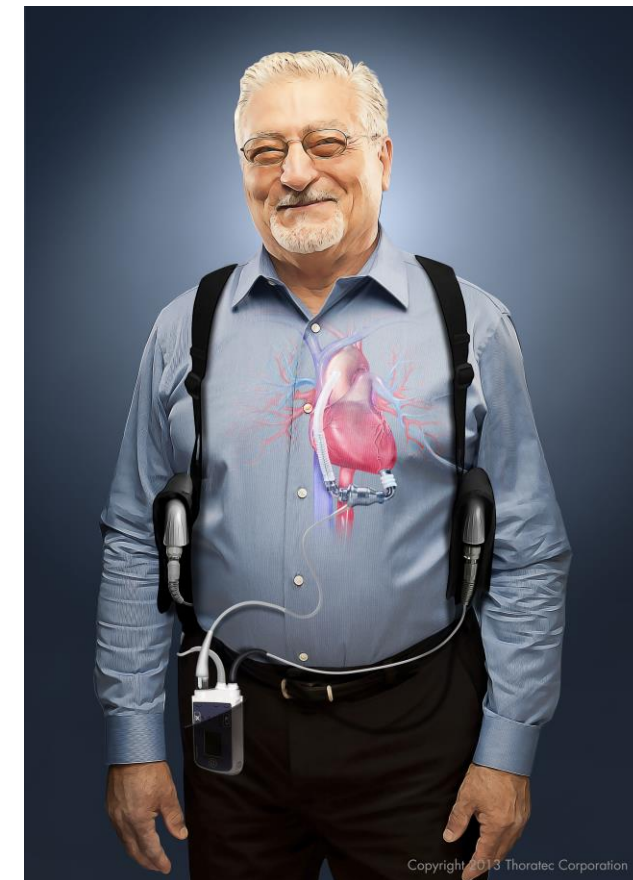
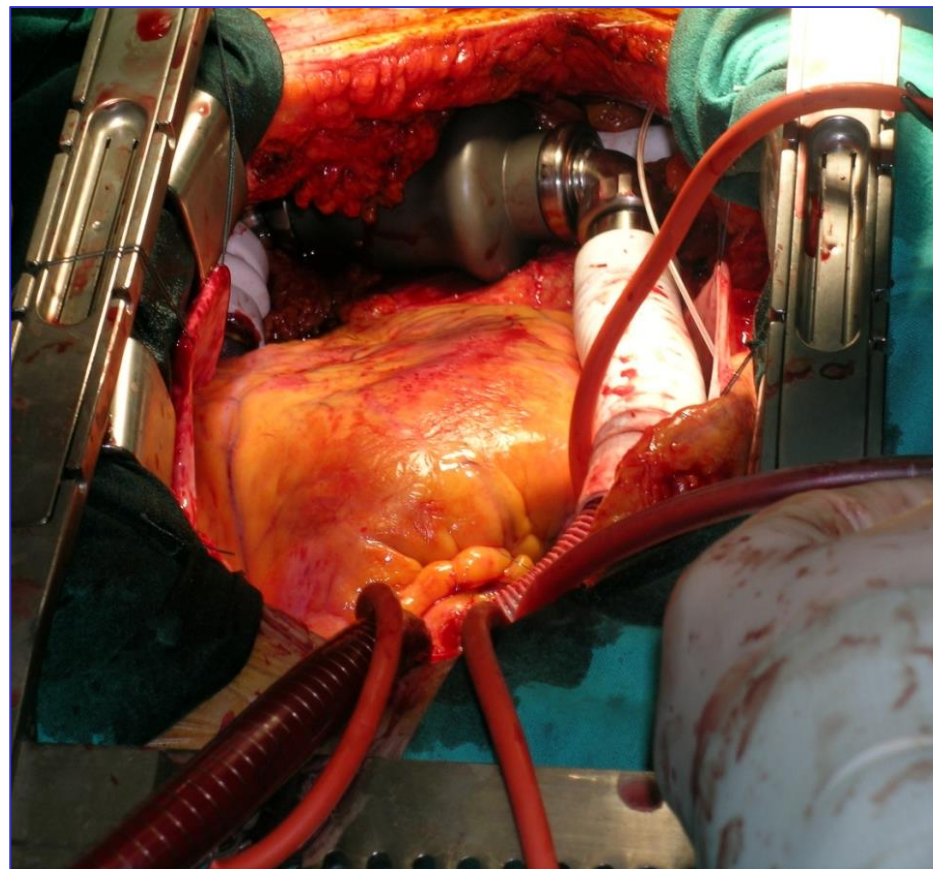


# Začátky





# Dnes - implantabilní MSP



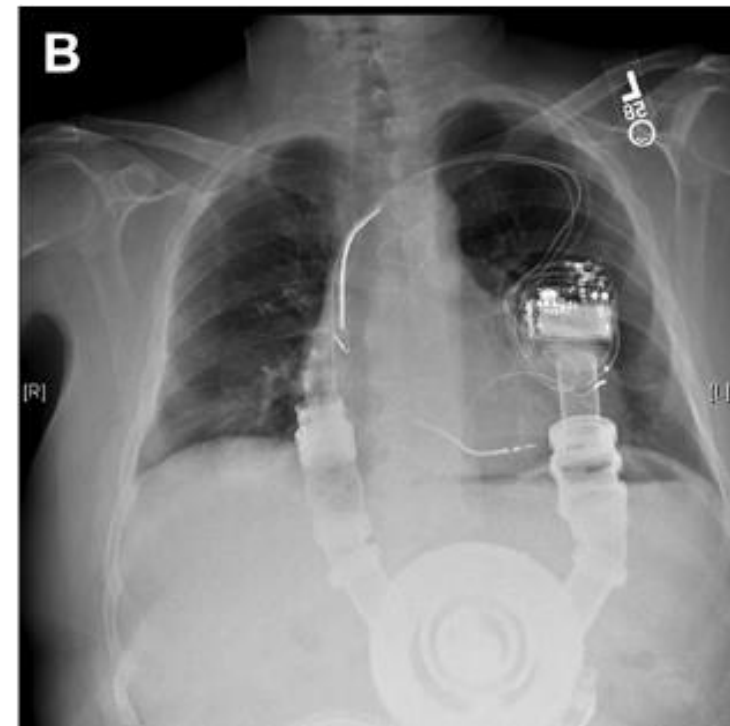
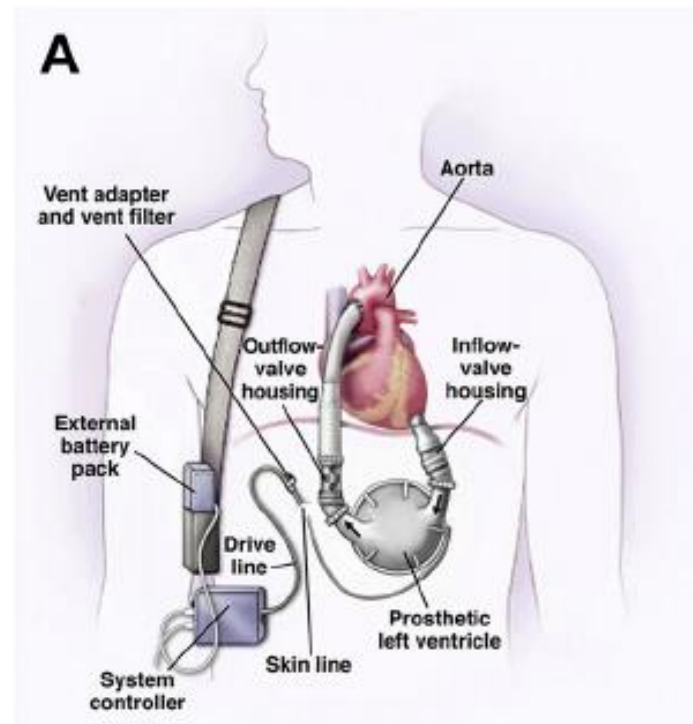
# Dlouhodobé mechanické srdeční podpory

Čerpadla krve, která jsou schopna u pacientů s pokročilým srdečním selháním částečně nebo úplně převzít úlohu srdce v krevním oběhu s cílem obnovení dostatečného srdečního výdeje

1. Generace

2. Generace

3. Generace



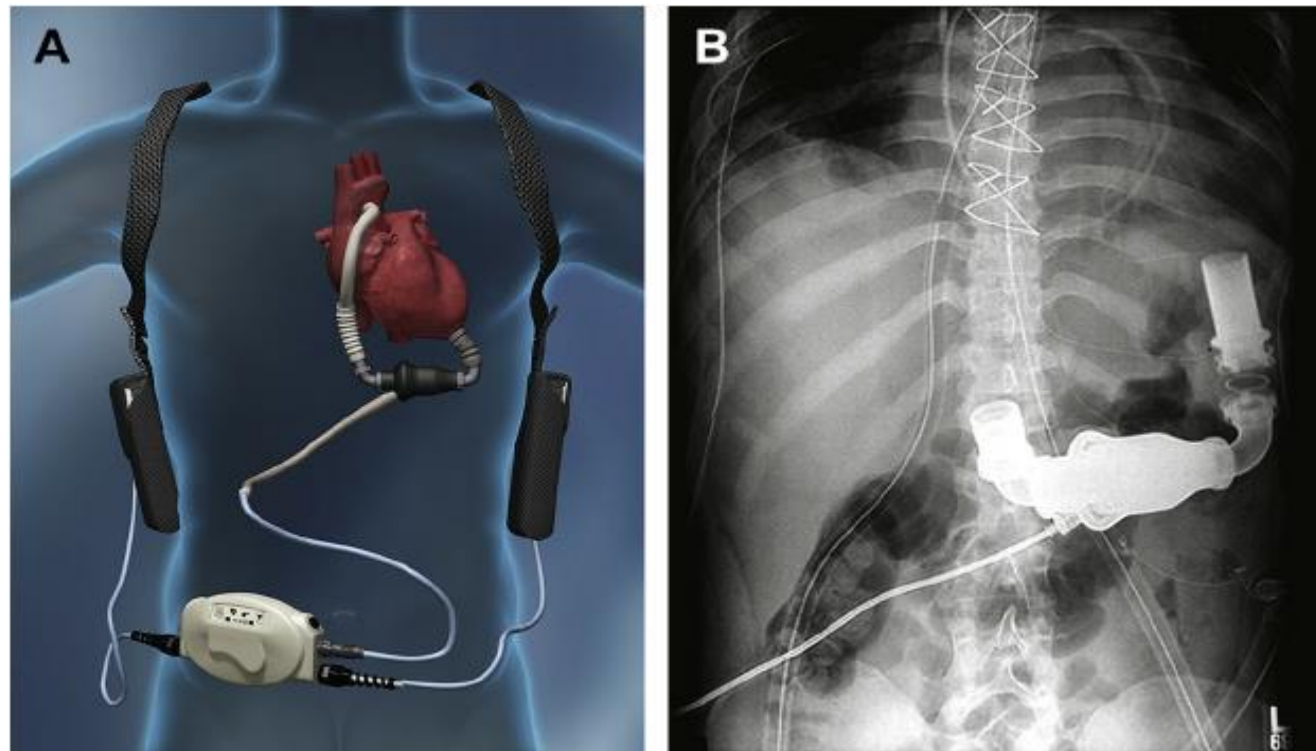
# Dlouhodobé mechanické srdeční podpory

Čerpadla krve, která jsou schopna u pacientů s pokročilým srdečním selháním částečně nebo úplně převzít úlohu srdce v krevním oběhu s cílem obnovení dostatečného srdečního výdeje

1. Generace

2. Generace

3. Generace





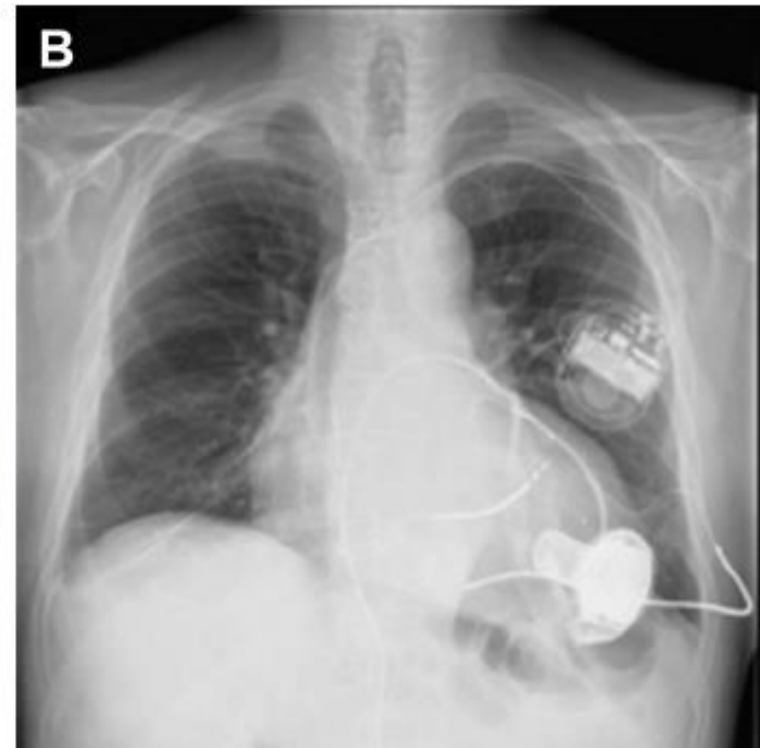
# Dlouhodobé mechanické srdeční podpory

Čerpadla krve, která jsou schopna u pacientů s pokročilým srdečním selháním částečně nebo úplně převzít úlohu srdce v krevním oběhu s cílem obnovení dostatečného srdečního výdeje

1. Generace

2. Generace

**3. Generace**



# Komerčně dostupná LVAD

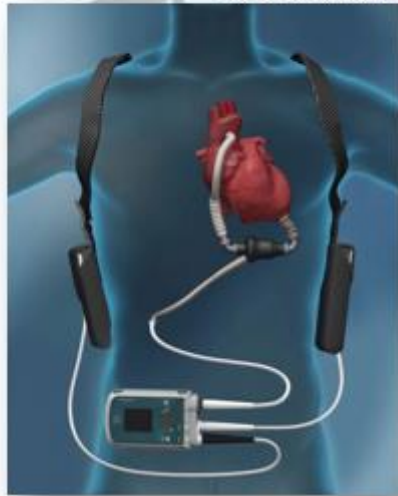
## Nejčastěji používaná „ČR+SR/World-wide“

---

Abbott/St. Jude  
Medical (Thoratec)  
**HeartMate II LVAS**



286 pt  
23 000 pt  
CE 2005  
FDA BTT 2008  
FDA DT 2010



HeartWare  
**HVAD**



27 pt  
10 000 pt  
CE 2009  
FDA BTT 2012



Abbott/St. Jude  
Medical (Thoratec)  
**HeartMate 3 LVAS**



20 pt  
1000 pt  
CE 2015



# Operační technika - LVAD

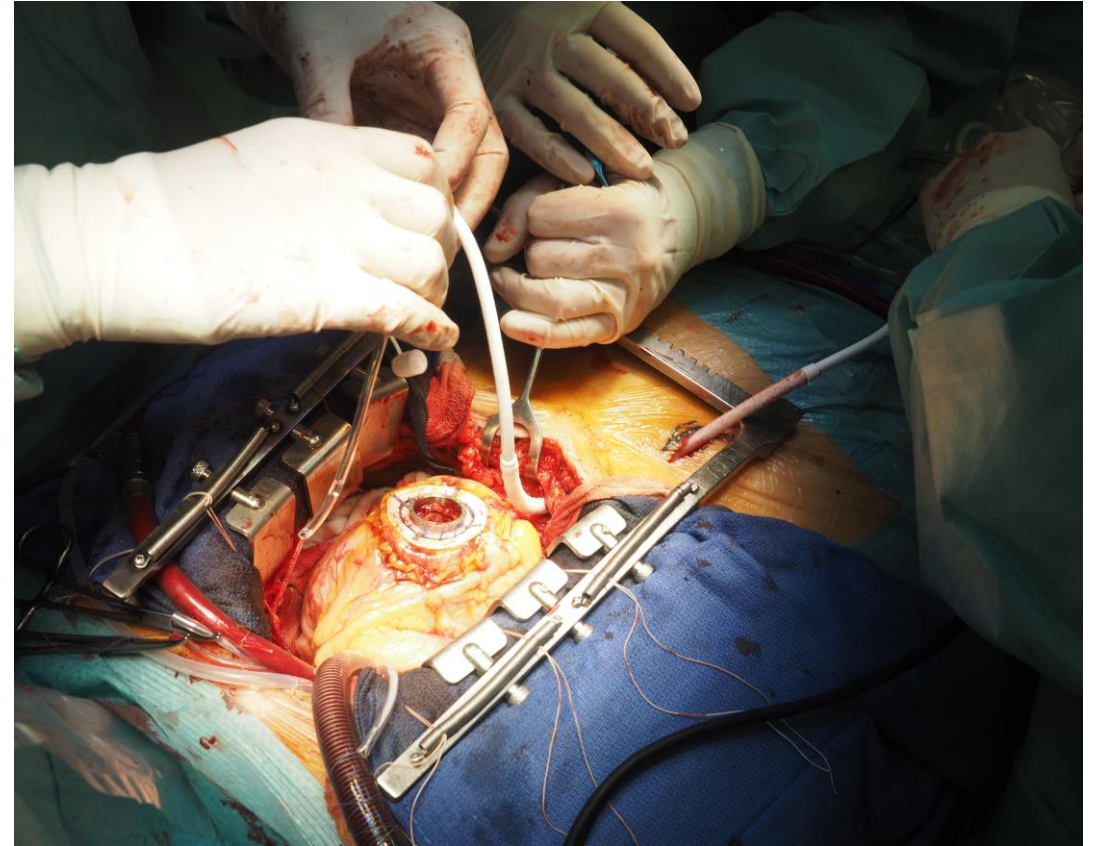
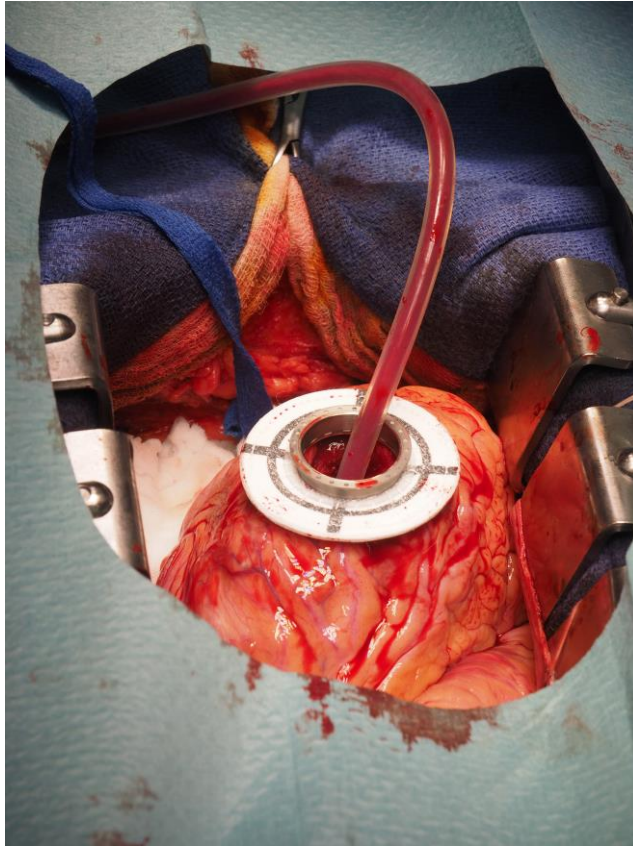
---





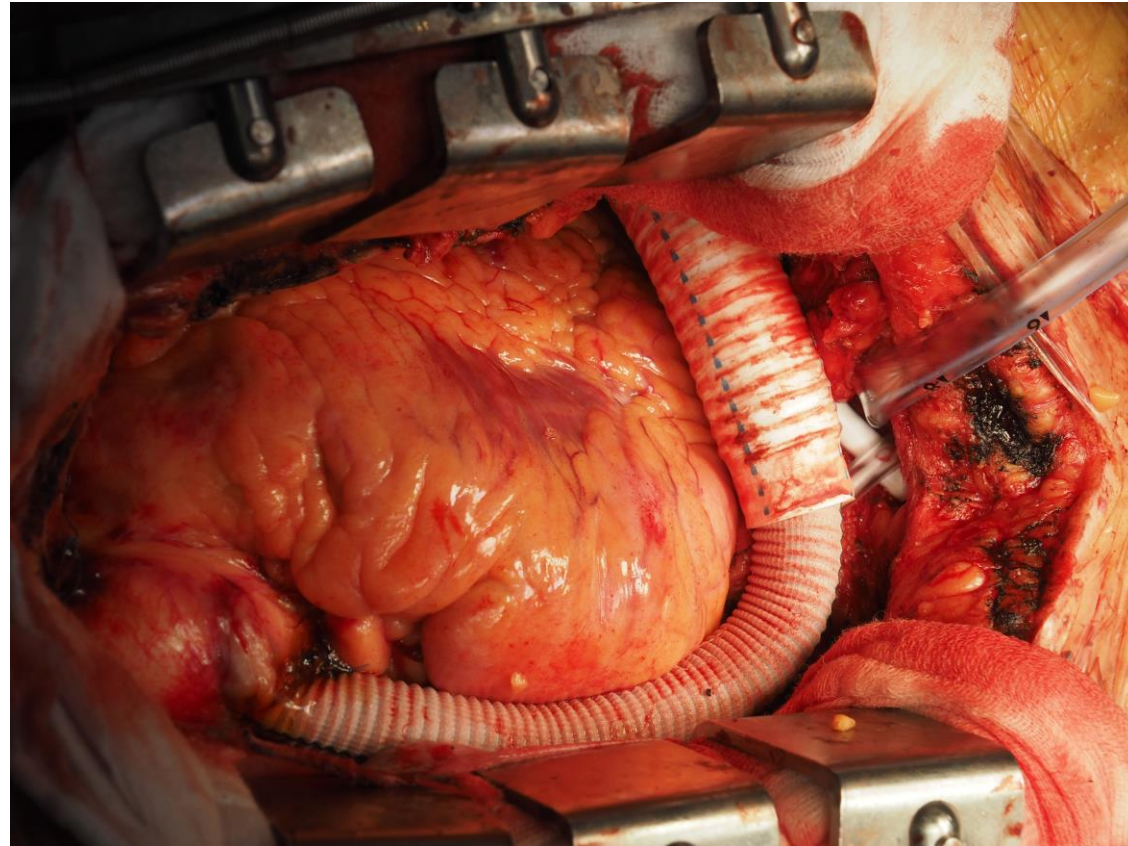
# Implantace LVAD

---



# Implantace LVAD

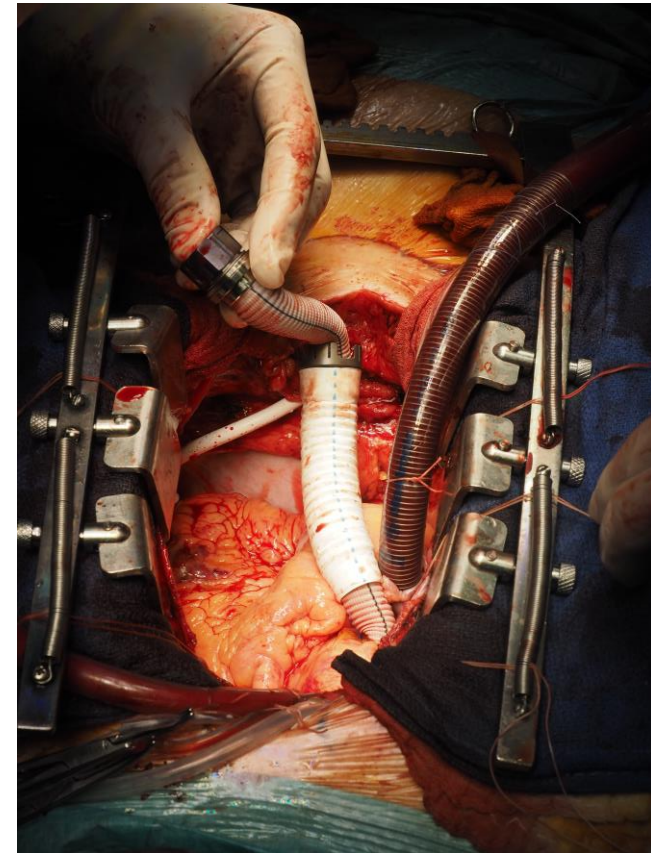
---

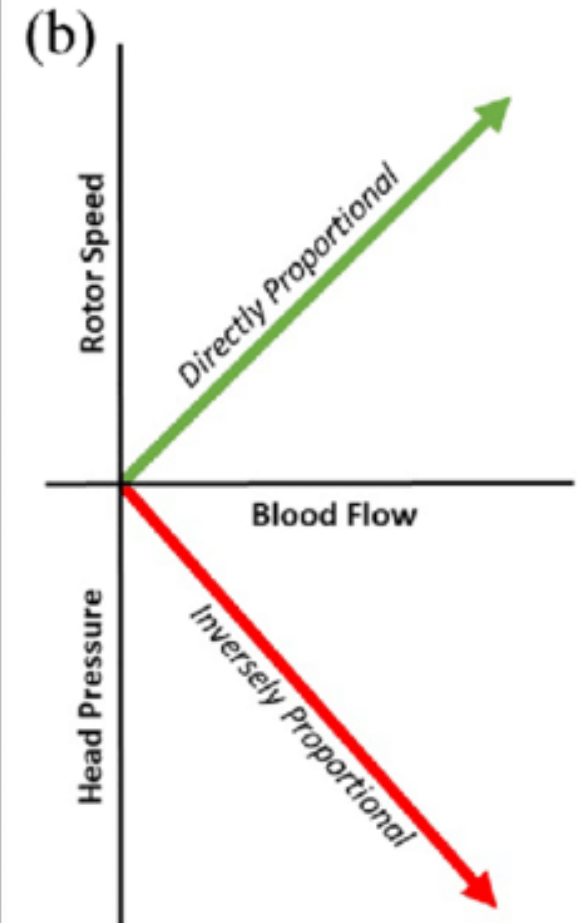
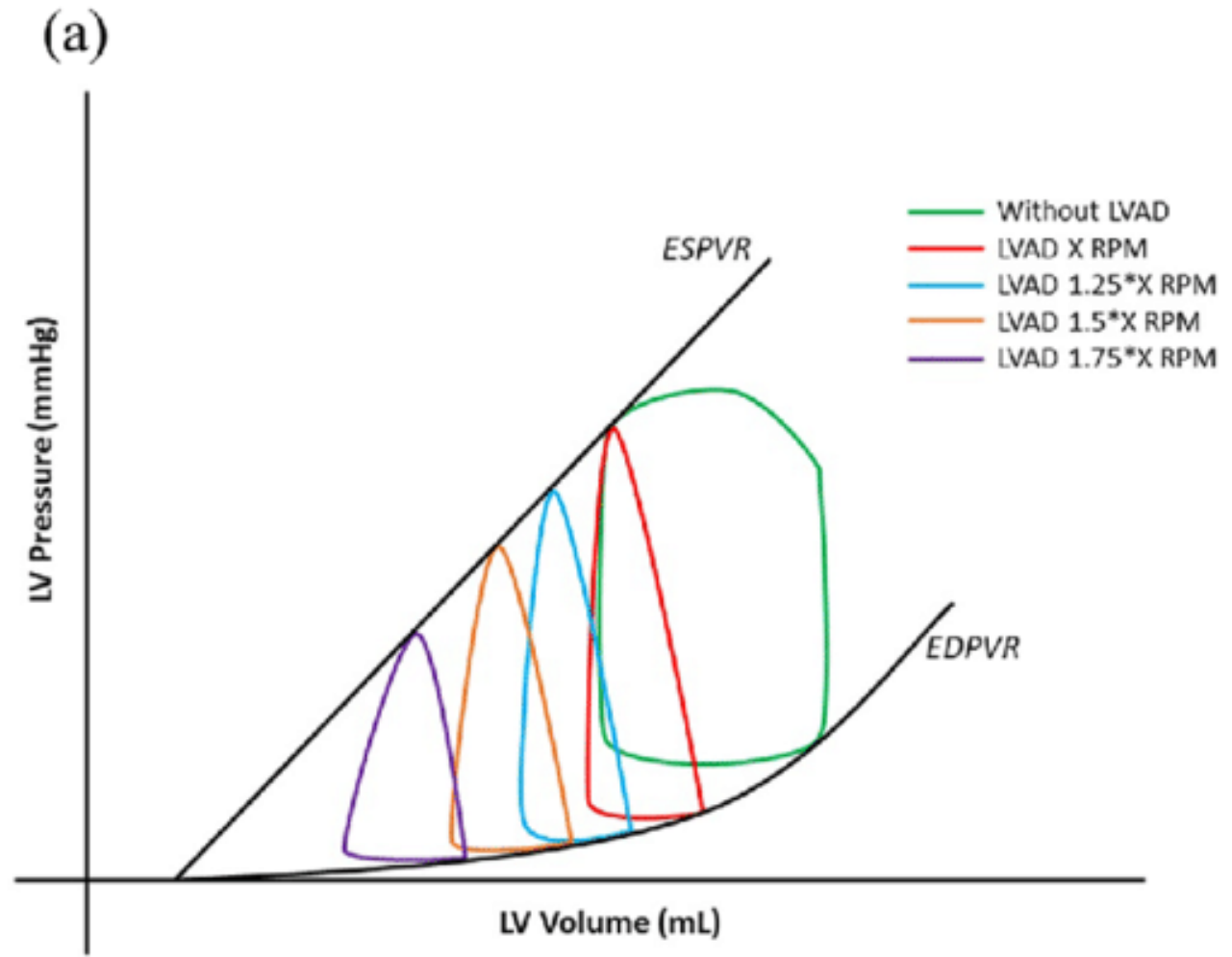




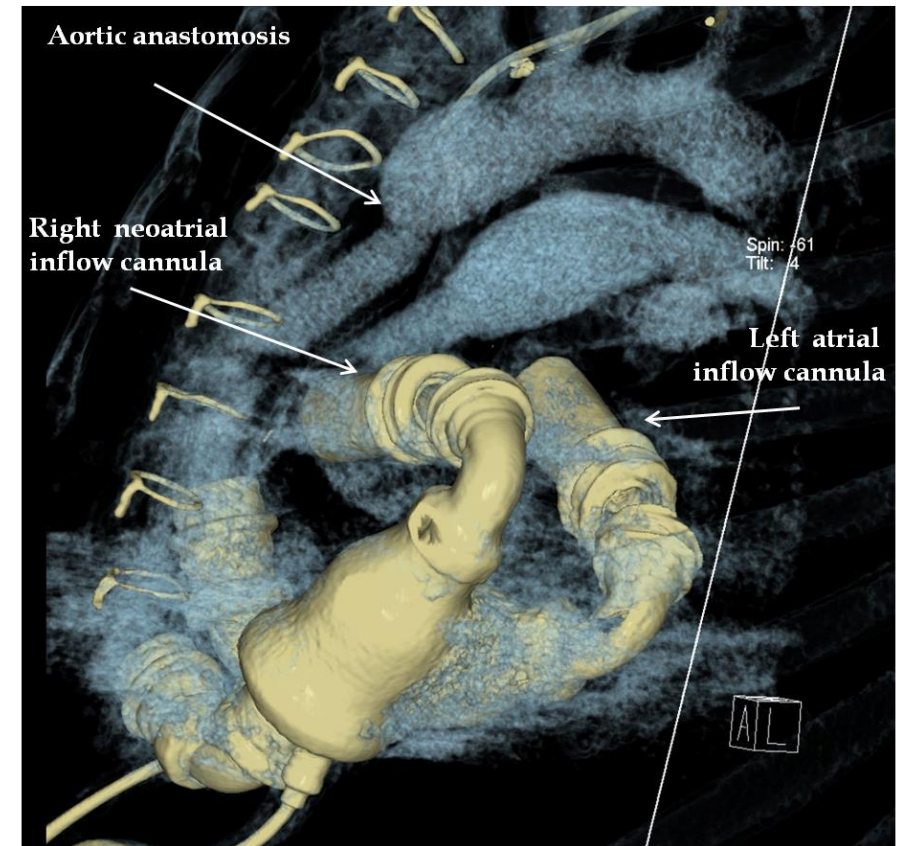
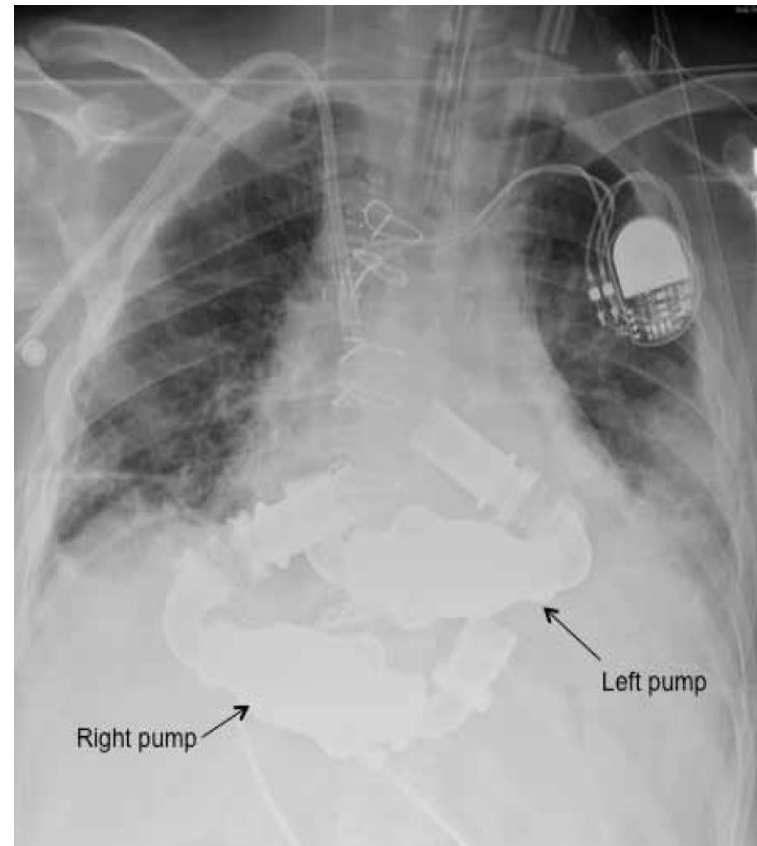
# Implantace LVAD

---





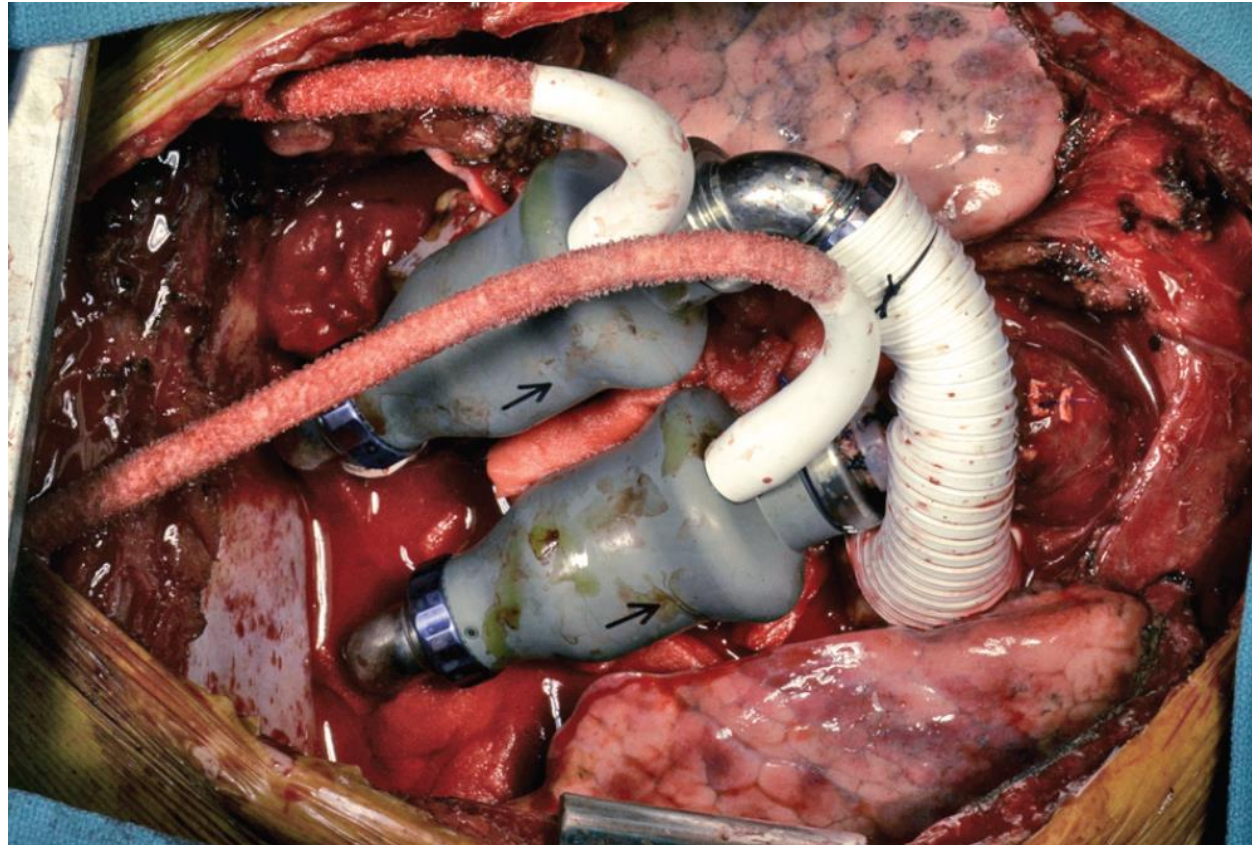
# Úplná náhrada srdce





# Total Artificial Heart

---



# Vybrané komplikace terapie LVAD

---


## Medicínské komplikace

- Komplikace CHSS
  - Dekompensace chronického srdečního selhání
  - Arytmie (KT,FK)
  - Nestabilní krevní tlak (Hypertenze > snížený průtok LVAD)
- Komplikace chronické medikace (warfarin)
- Komplikace z mechanické srdeční podpory (tromboembolické komplikace, trombóza čerpadla, infekční stavy)
- Ostatní zdravotní komplikace (autonehody, traumata)

## Technické komplikace/Poškození LVAD systému


# Vybrané komplikace terapie LVAD

Abbott/St. Jude  
Medical (Thoratec)  
**HeartMate II LVAS**




226 pt  
23 000 pt  
CE 2005  
FDA BTT 2008  
FDA DT 2010

HeartWare  
**HVAD**



27 pt  
10 000 pt  
CE 2009  
FDA BTT 2012

Abbott/St. Jude  
Medical (Thoratec)  
**HeartMate 3 LVAS**



20 pt  
1000 pt  
CE 2015

	HM2 BTT <sup>1</sup>	HM2 DT <sup>2</sup>	HVAD BTT <sup>3</sup>	HM3 <sup>6</sup> BTT/DT
Survival 30/365/730	90%/85%/-	-/74%/61%	94%/86%/-	92%/-/-
Stroke (%/event/pt-year)	6.5%/0.08	0.08	12.8%/0.20	12%
Ischemic	4.7%/0.06	0.05	0.11	8%
Hemorrhagic/other	1.8%/0.02	0.03	0.09	4%
Hemolysis	3%/0.04	0.06	3.6%/0.06	0
Pump thrombus change	0.01 <sup>1</sup> /0.03 <sup>4</sup> /0.02 <sup>5</sup>	0.027	4.3%/0.05	0
Other Pump replacement	0.05 <sup>4</sup> /0.05 <sup>5</sup>	0.026	7.1%/0.05	0

1 - Starling, Naka, Boyle et al JACC 57:1890-8; 2011  
 2 - Jorde, Kushwaha, Tatroles et al JACC 2014; 63:1751-7  
 3 - Aaronson K, et al. Circulation. 2012;125:3191-3200  
 4 - Miller, Pagani, Russell et al NEJM 357:885-896, 2007  
 5 - Pagani, Miller, Russell et al JACC 54:312-321, 2009  
 6 - Netuka et al. JACC 66:2579-89 2015

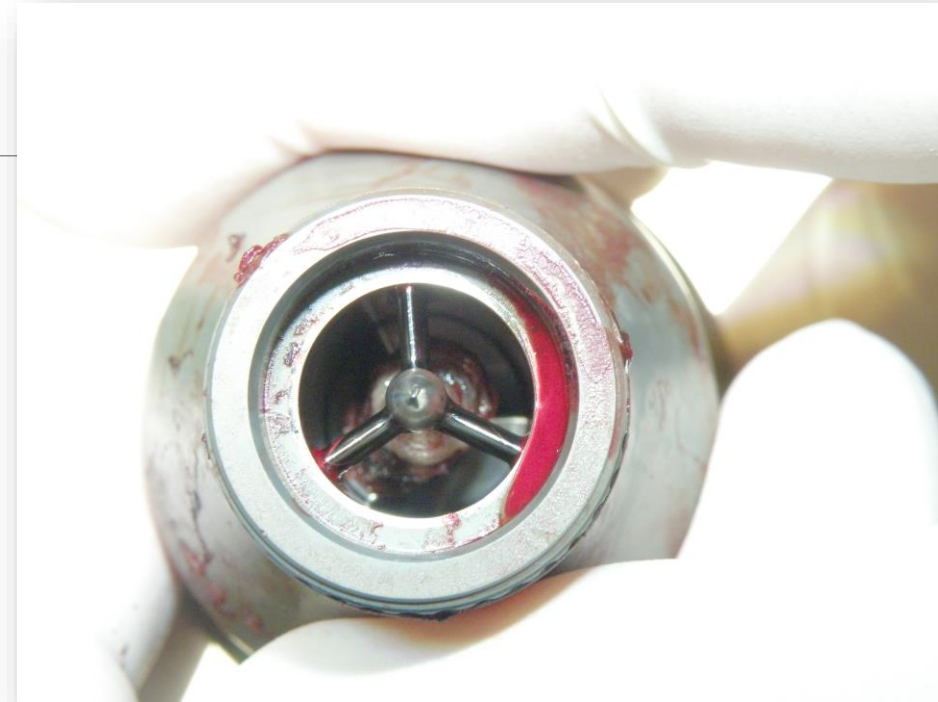
# Trombóza čerpadla

## Základní diagnostika:

- Laboratoř > volný hemoglobin, LDH
- ECHO/CT> vizuální diagnostika, Ramp speed testing
- LVAD čerpadlo> výkonnostní data LVAD čerpadla
- Klinický stav LVAD pt> NYHA I/II >>> NYHA III/IV

## Možnosti terapie:

- Antikoagulace > rozpuštění čerstvého trombu
- Urgentní HTx
- Výměna čerpadla/explantace LVAD při částečném recovery



# Infekce exit site

---





# Komplikace způsobené nepulsatílním průtokem

Pozdní aortální regurgitace

Komisurální fúze cípů aortální chlopně

Změny velkých arterií

Pozdní („nechirurgické“) krvácení

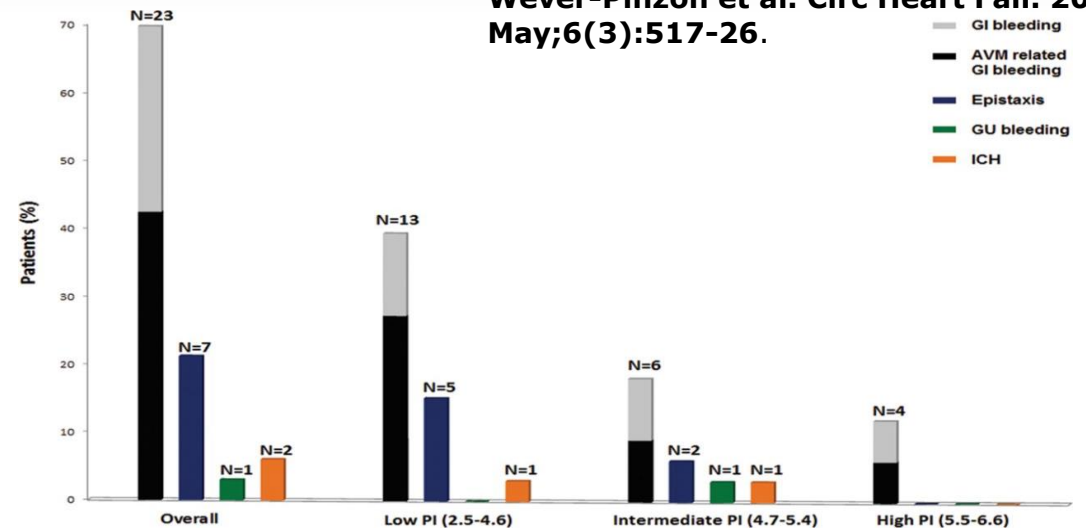
Orgánové dysfunkce

Získaná von Willebrandova nemoc

## Pulsatility and the Risk of Nonsurgical Bleeding in Patients Supported With the Continuous-Flow Left Ventricular Assist Device HeartMate II

Omar Wever-Pinzon, MD; Craig H. Selzman, MD; Stavros G. Drakos, MD, PhD; Abdulfattah Saidi, MD; Gregory J. Stoddard, MPH; Edward M. Gilbert, MD; Mohamed Labedi, MD; Bruce B. Reid, MD; Erin S. Davis, RN, BSN; Abdallah G. Kfoury, MD; Dean Y. Li, MD, PhD; Josef Stehlik, MD, MPH; Feras Bader, MD, MS

Wever-Pinzon et al. *Circ Heart Fail.* 2013 May;6(3):517-26.



# Specifika péče o pacienty s LVAD

---

Všichni pacienti edukováni:

- Obsluha přístroje
- Řešení alarmů
- Režimová opatření
- Pravidelné kontroly INR
- Komunikace s implantačním centrem

Edukace členů rodiny/partnera pt

Zjistit sociální zázemí

Spolupracující praktický lékař



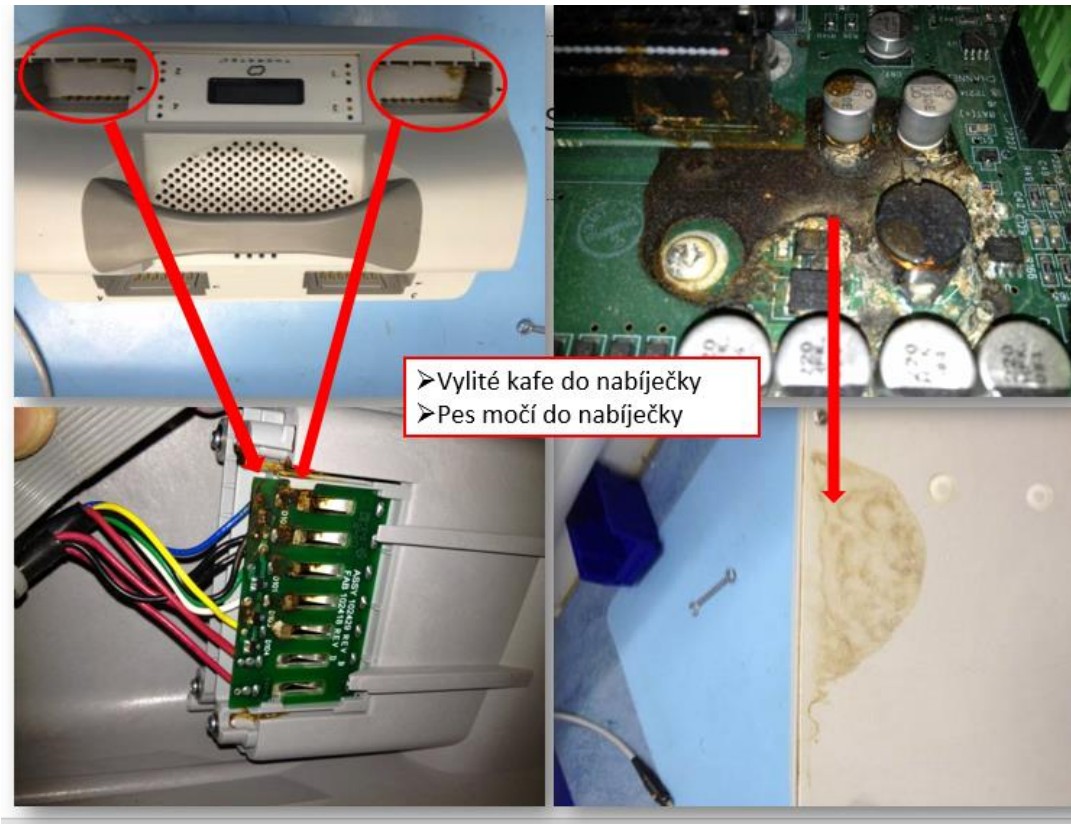
# Příklady non-compliance pacientů

---



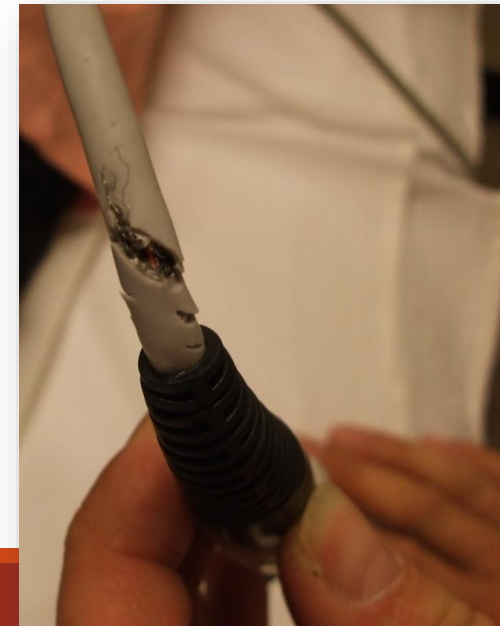
- Havárie ve 150 km rychlosti
  - volně položený HW v kufro auta
- Pacient s HM jede za sestrou do Německa
  - auto je ve špatném technickém stavu

# Komunikace a compliance



**Info od pacienta:** Po zapojení do el sítě v domácím prostředí HM2 pt došlo k záblesku a výpadku pojistek; UBC nefunkční

**Servisní nález:** Vylitá tekutina na motherboardu



# Komunikační perly

---

- Mě tady něco alarmuje-jaký alarm?-já nevím, tady je tma jak v ...
- Tady.....hlásím IQ-2,1 (jedná se o INR)
- 2 hodiny po půlnoci-“máme poplach...!!“ (alarm nízkého průtoku...)
- Pacient v ambulanci: „...jo a mimochodem - zkoušel jsem odpojit kabel od pumpy a hlásím, že to šlo“
- Na vizitě: „vše v pořádku?“ „...ano, až na to, že mi řekli, že jsem homozygot (výsledek vyš. trombofilních mutací) nebo: „...vše v pořádku?“ „...ano,to jsem ráda pane Bože, co to povídám, pane profesore!!!“
- Komunikace s klinickou podporou: „vy jste ten opravář hártmejtů?...“





# Transplantace srdce

---



# Transplantace srdce

---

Srdeční selhání NYHA III –IV ( $\text{VO}_2$  max. do 12 ml/kg/min) nereagující na léčbu

Životní prognóza méně než jeden rok

Nemožnost jiné alternativní léčby (chirurgické)

Věk obvykle do 65 let

Anamnéza adherence nemocného k léčbě, dobré psychosociální prostředí

# Dárce srdce

---

věk muži do 55 let, ženy do 60

anamnesa

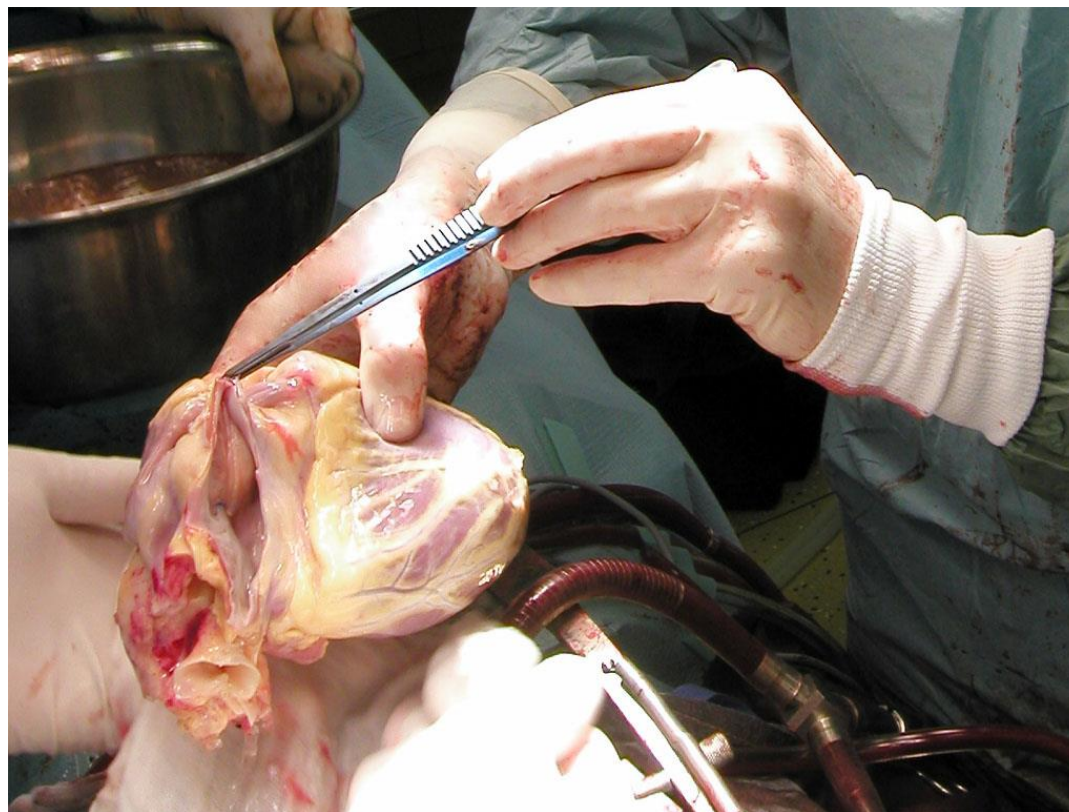
EKG

ECHO

koronarografie dárčům nad 45-50 let

katecholaminy

Kardiospecifické enzymy



# Mozková smrt

---

- 1) bez reakce na bolestivé podněty
- 2) vymizení spont. dechové aktivity
- 3) vymizení reflexů
- 4) bez EEG aktivity nejméně po dobu 10 min.
- 5) angiograficky zjištěné STOP v extrakraniálním úseku mozkových tepen

# Transplantace srdce

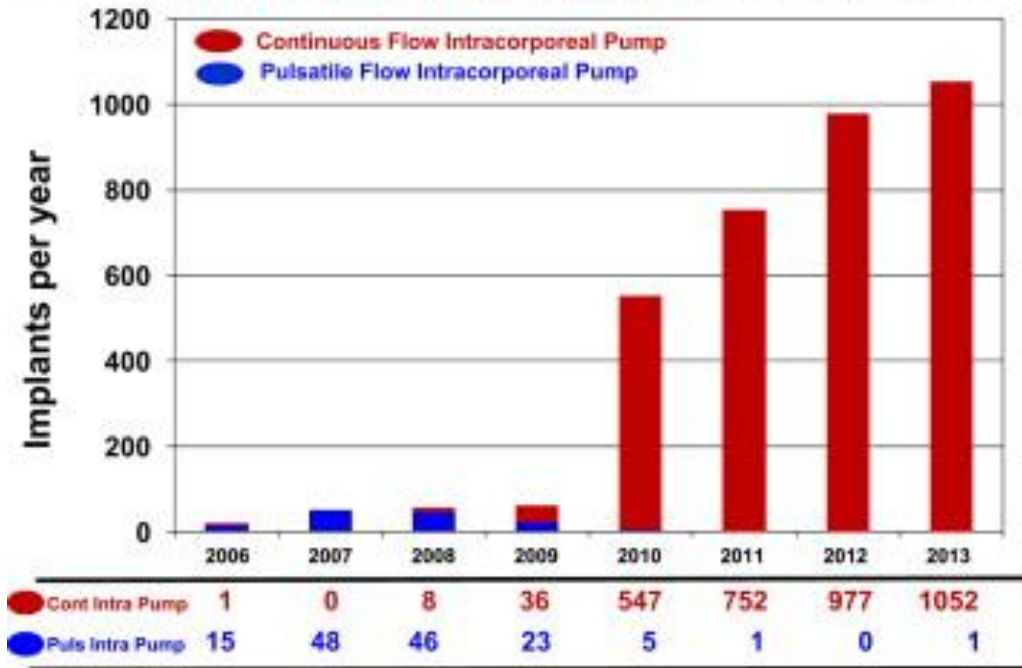
---

*Cardiopulmonary bypass is started*

*The aorta is cross-clamped.  
Removal of the failing heart can  
be performed...*

# Budoucnost

Intermacs Implants for Destination Therapy: June 2006 – December 2013, n = 3516



Kirklín et al 2014, Sixth InterMACS annual report; J Heart Lung Transplant.2014

HeartMate III





Děkuji za pozornost

---