

MECHANICKÁ SRDEČNÍ PODPORA

Petr Němec



CKTCH

Centrum kardiovaskulární
a transplantační chirurgie Brno

USA

- 1964 – zahájen program vývoje srdečních podpor a srdeční náhrady; cíl – TAH do r. 1970
- První LVAD – 1966, DeBakey (Mexico City)
- NHLBI >400 millionů dolarů za 4 dekády
- 1982 – první implantace TAH
- 1984 – Novacor LVAD – bridge-to-transplantation

Kirklin JK, Circulation: Heart Failure, 2008;1: 200-205



- 60. léta 20. století – Státní výzkumný úkol „podpora a náhrada srdce“ Ústav patologické fyziologie LF - Vašků
- IABK – první klinické použití počátek 1971 – Kořístek
- LVAD – 1988, 3 pacienti, nejdelší přežití 9 dnů - Černý
- TNS – vynikající výsledky v experimentu, 1987 – 6 pacientů, nejdelší přežití 10 dnů (Brno, Praha, Zabrze) – Černý
- Státní cena



Typy MSP

TRVÁNÍ

- Krátkodobá (reverzibilní poškození, recovery)
- Dlouhodobá („bridge-to-transplantation“)
- Definitivní (kontraindikace k TS)

SRDEČNÍ SELHÁNÍ

- Levostranné
- Pravostranné
- Biventrikulární

LOKALIZACE

- Parakorporální
- Implantabilní

TYP TOKU

- Pulzatilní
 - pneumatické
 - elektro-mechanické
- Kontinuální
 - axiální
 - centrifugální



Typy MSP

- BTD (bridge-to-decision)
- BTR (bridge-to-recovery)
- BTC (bridge-to-candidacy)
- BTT (bridge-to-transplant)
- DT (destination therapy)

Akutní

Délka trvání



Elektivní



Krátkodobá MSP

- **Indikace**

- Akutní SS nereagující na medikamentózní léčbu
- Klinicky – kardiogenní šok

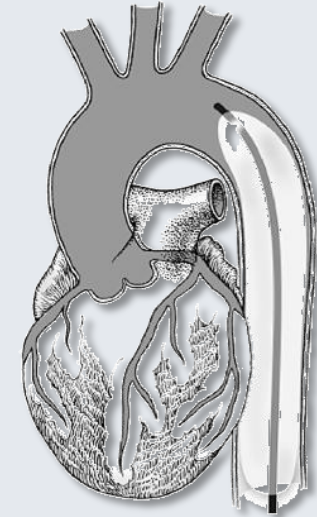
- **Typy**

- IABK
- ECMO (extrakorporální membránová oxygenace)
- MSP bez oxygenátoru



IABK

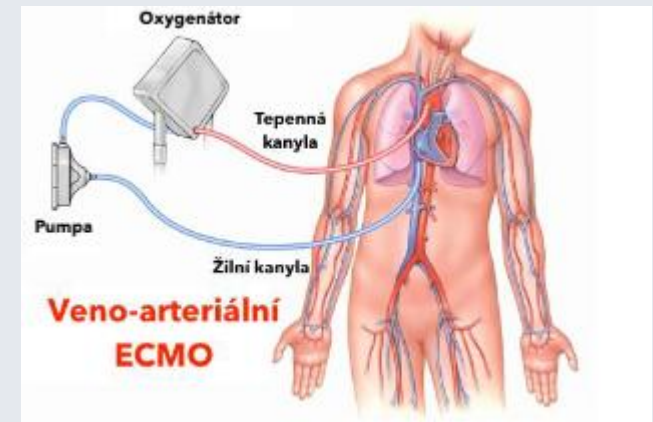
- Synchronní nafukování a vyfukování balónku
- Snížení afterloadu → Snížení nároků na práci LK
- Zvýšení diastolického TK → Zvýšení koronárního průtoku
- Zvýšení CO (max. 15%)
- Nutný vlastní výdej

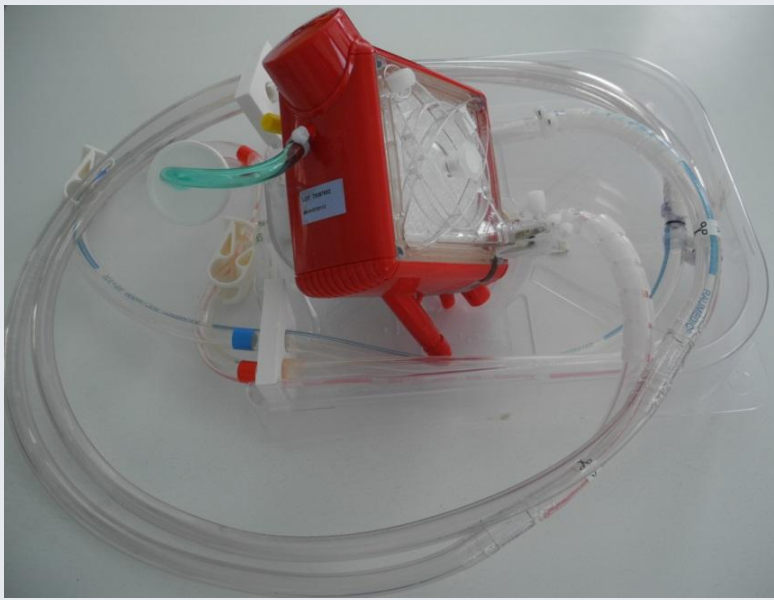


- **Indikace**
 - Systolické selhání LK
 - IM, srdeční operace
- **KI**
 - AR
 - Akutní disekce aorty

ECMO - mimotělní membránová oxygenace

- Veno-venózní – porucha funkce plic, děti
 - Kanylace VF-VF, VJ, přes VJ dvoustupňová kanyla do PS
- Veno-arteriální – porucha funkce srdce, srdce+plic
 - Periferní - VF-AF, VF-AA
 - Centrální – PS-Ao
- Výhody
 - Možnost oxygenace krve
 - Podpora jednostranná, pravostranná, bilaterální
- Nevýhody
 - Přítomnost oxygenátoru – nutnost antikoagulace
 - Zvýšení afterloadu LK



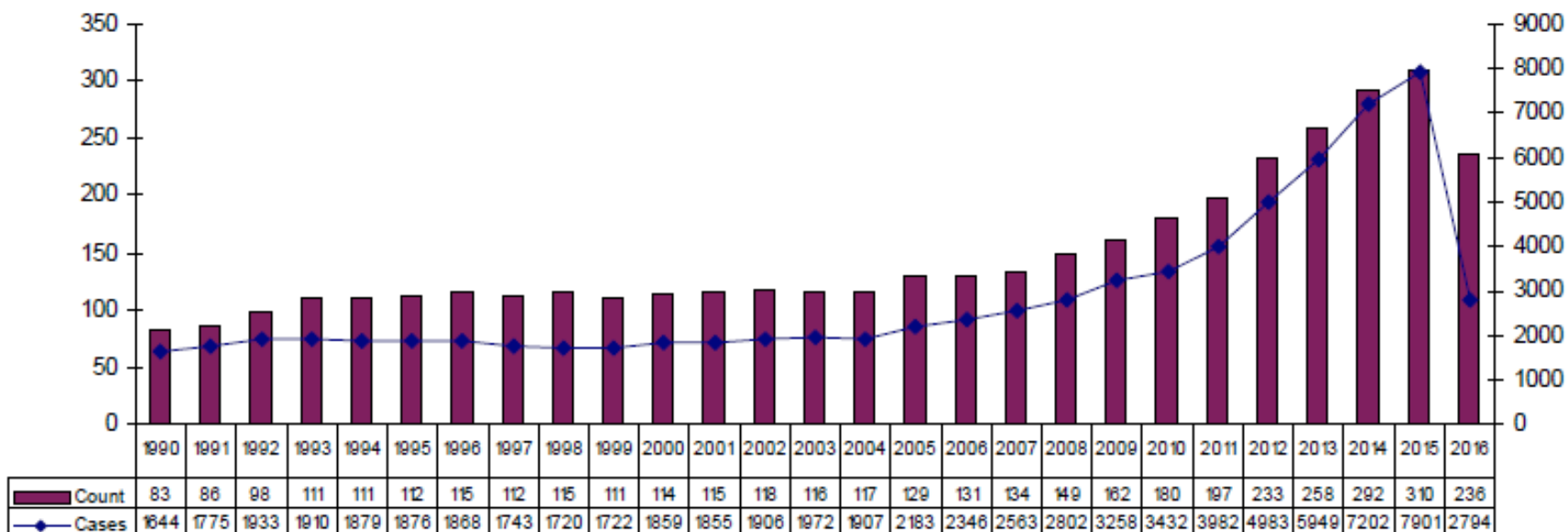


CKTCH |

Centrum kardiovaskulární
a transplantační chirurgie Brno

Výsledky - registr ELSO (dospělí)

Selhání	n	Odpojení	Propuštění
Kardiální	9025	56%	41%
Respirační	10601	66%	58%
Po KPR	2885	39%	29%



Komplikace

- SIRS (systémová zánětlivá odpověď) – reakce na ne-endotelizovaný cizí povrch systému (vasodilatace, poruchy koagulace)
- Trombóza systému 10%
- Končetinová ischemie (12,5% to 22,6%), compartment sy nebo fasciotomie 10,3%
- Krvácení 26,8% to 56,6%, DIC 5%
- Hemolýza 18%
- Selhání levého srdce, plicní edém
- Stáza krve v LK, aortě – tromby
- Neurologické komplikace (8-50%)
- Renální selhání (35,5% to 74,0%), nutnost RRT (36,7% to 55,5%)
- Infekce 19,5% to 44,0% (25% sepse, 36% pneumonie)



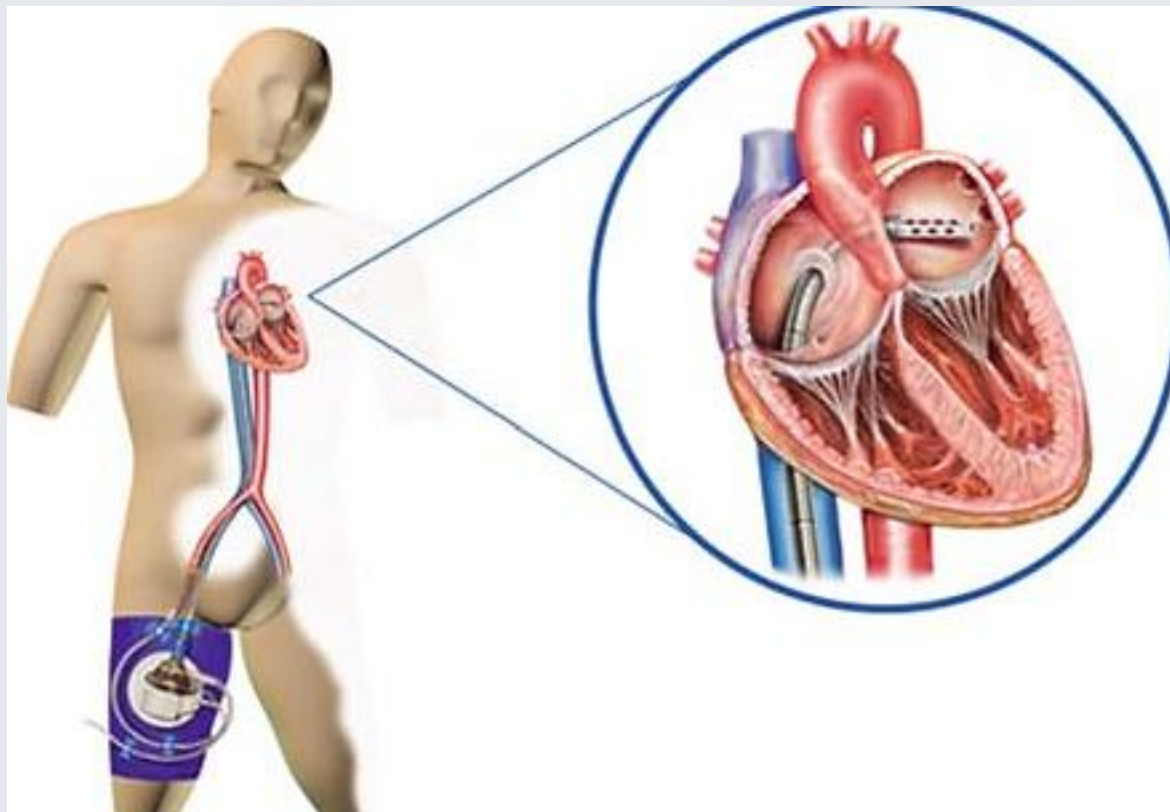
MSP bez oxygenátoru

- Centrifugální, axiální pumpy bez oxygenátoru
- Celá řada typů
 - TandemHeart
 - Impella
 - Levitronics



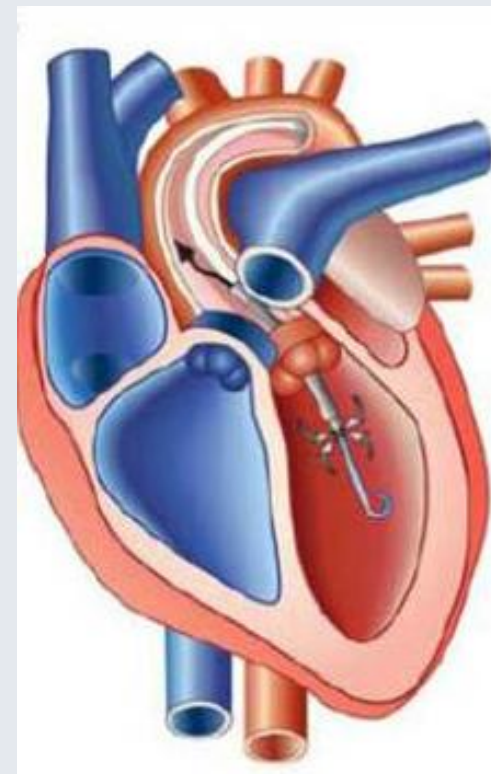
TandemHeart

- Perkutánní aplikace
- Snížení nároků myokardu na O₂
- Dekomprese LK
- Průtok 6L/min

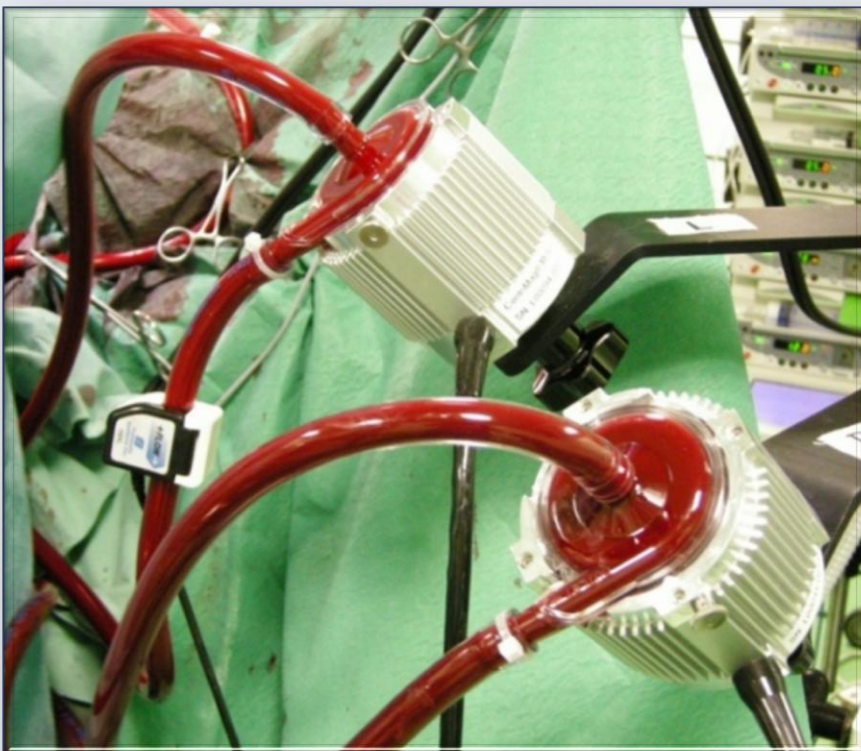


Impella

- Perkutánní aplikace – jeden katetr
- Dekomprese LK
- Snížení nároků myokardu na O_2
- Průtok 2-5 L/min



Centrimag



Typy MSP

- BTD (bridge-to-decision)
- BTR (bridge-to-recovery)
- BTC (bridge-to-candidacy)
- BTT (bridge-to-transplant)
- DT (destination therapy)

Akutní

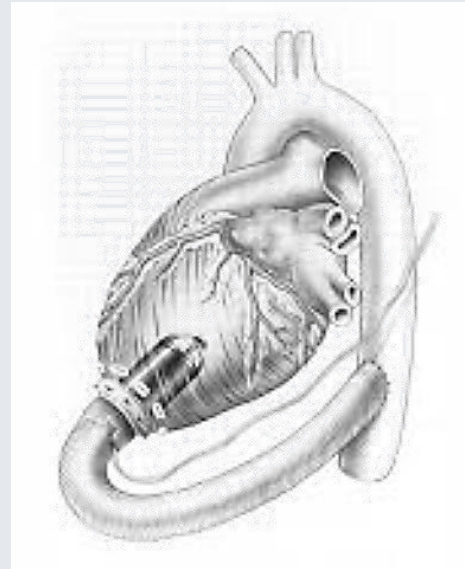
Délka trvání

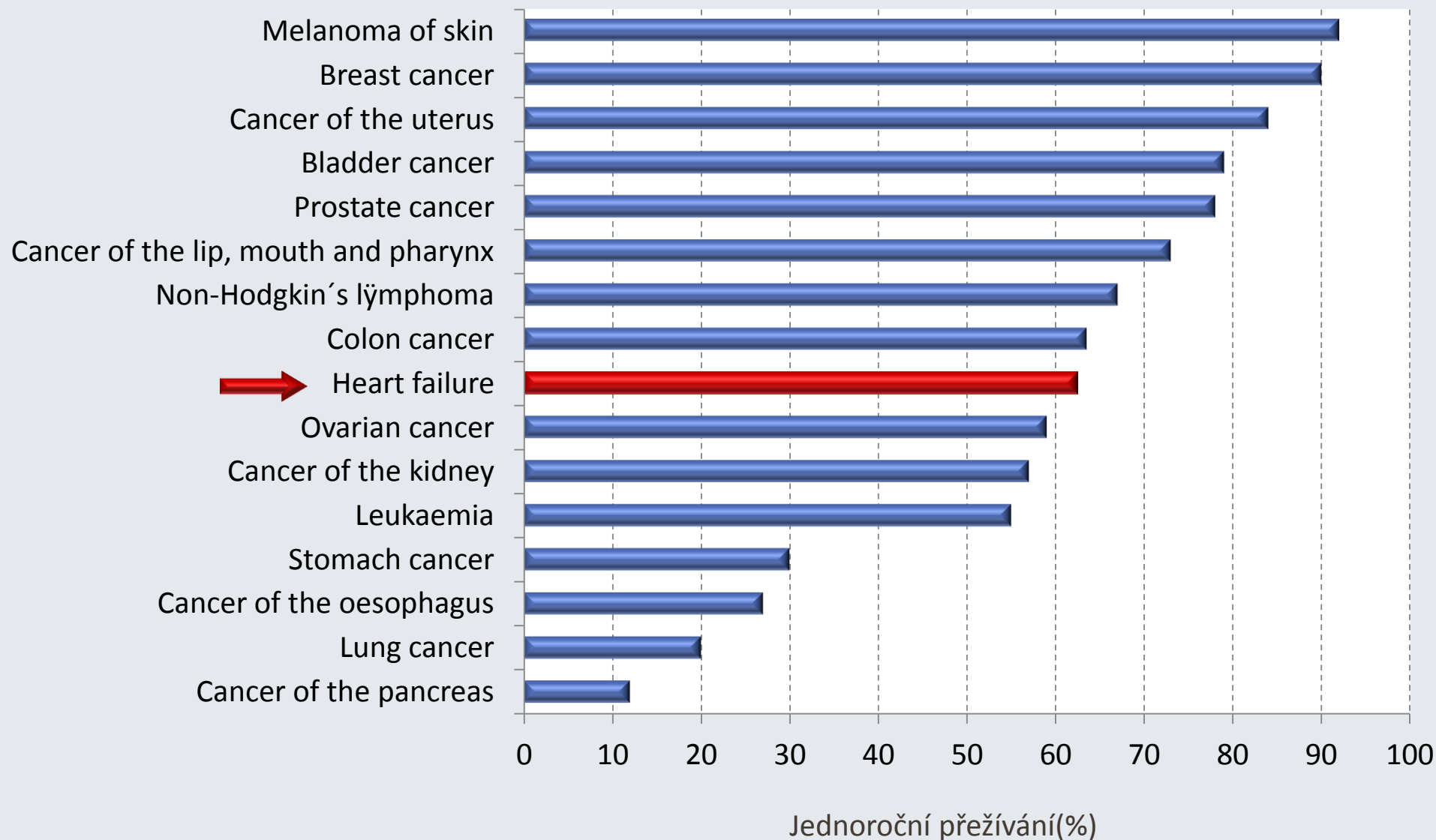


Elektivní

Dlouhodobé podpory

- CHSS
- Akutní dekompenzace CHSS
- Levostranné
 - HeartMate II
 - HeartMate III
 - HeartWare
 - Jarvic
- TAH
 - SynCardia
 - Carmalat





Pacienti potenciálně vhodní k implantaci LVAD

Pacienti s déle než dvěma měsíci závažných symptomů i přes optimální farmakologickou a přístrojovou léčbu a s více než jedním z následujících kritérií:

EFLK < 25 %, a pokud se měří, maximální VO_2 < 12 ml/kg/min.

≥ tři hospitalizace pro srdeční selhání v předchozích 12 měsících bez zjevné vyvolávající příčiny.

Závislost na i.v. léčbě inotropními léky.

Progredující orgánová dysfunkce (zhoršování funkce ledvin a/nebo jater) způsobená hypoperfuzí, a nikoli neadekvátním plicním tlakem
(PCWP ≥ 20 mm Hg a STK ≤ 80–90 mm Hg nebo CI ≤ 2 l/min/m²).

Absence těžké dysfunkce pravé komory spolu s těžkou trikuspidální regurgitací.

Doporučení pro... | Guidelines

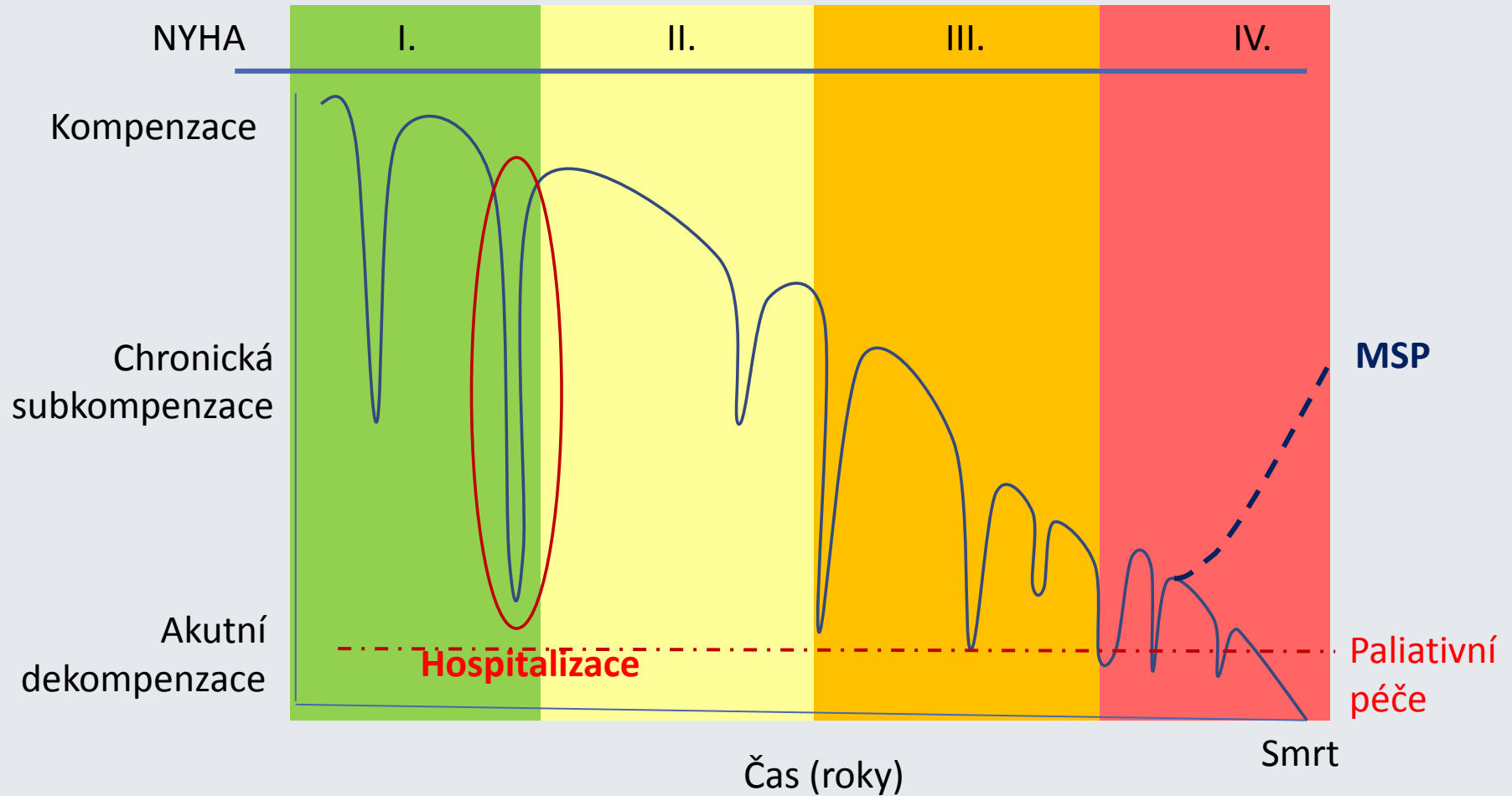
Souhrn Doporučených postupů ESC pro diagnostiku a léčbu akutního a chronického srdečního selhání z roku 2016.

Připraven Českou kardiologickou společností

ČESKÁ KARDIOLOGICKÁ SPOLEČNOST
THE CZECH SOCIETY OF CARDIOLOGY



Klinický průběh CHSS



CKTCH

Centrum kardiovaskulární
a transplantační chirurgie Brno

Správné načasování implantace

Operační riziko



Klinická významnost srdečního selhání



CKTCH

Centrum kardiovaskulární
a transplantační chirurgie Brno

Skórovací systémy

Columbia skóre

- Mechanická ventilace, Pooperační implantace, Předchozí VAD implantace, CVP > 16 mmHg, PT > 16s

Rao V, J Thorac Cardiovasc Surg 2003; 125:855 – 862.

MELD (původně pro TJ)

- Kreatinin, bili, INR

Matthews JC: Circulation. 2010,19;121(2):214-20

LM skóre

- Trombocyty <14,8x10⁴, albumin <3,3g/dl, INR >1,1, vasodilatační th., AST >45IU/L, hematokrit <34%, BUN >52 mg/dl, inotropní podpora

Lietz K, Circulation 2007; 116: 497 – 505

SHFM

- Věk, ionty, medikace, KO, CRT

Levy WC, J HeartLung Transplant 2009; 28: 231 – 236.

TVAD

- Albumin <3,2mg/dl, bili >4,8 mg/dl, LVDD <55 mm, CVP >11mmHg

Imamura T: Circ J 2012; 76: 1895 – 1903

INTERMACS (registr dlouhodobých podpor)

NYHA



INTERMACS Stadium



Popis

Pokročilá NYHA III	Malá tolerance námahy	V klidu stabilní vázán na byt	Opakované dekompenzace	Stabilní ale na inotropní podpoře	Zhoršování při inotropní podpoře	Kardiogenní šok
--------------------	-----------------------	-------------------------------	------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	-----------------

Doba k rozhodnutí

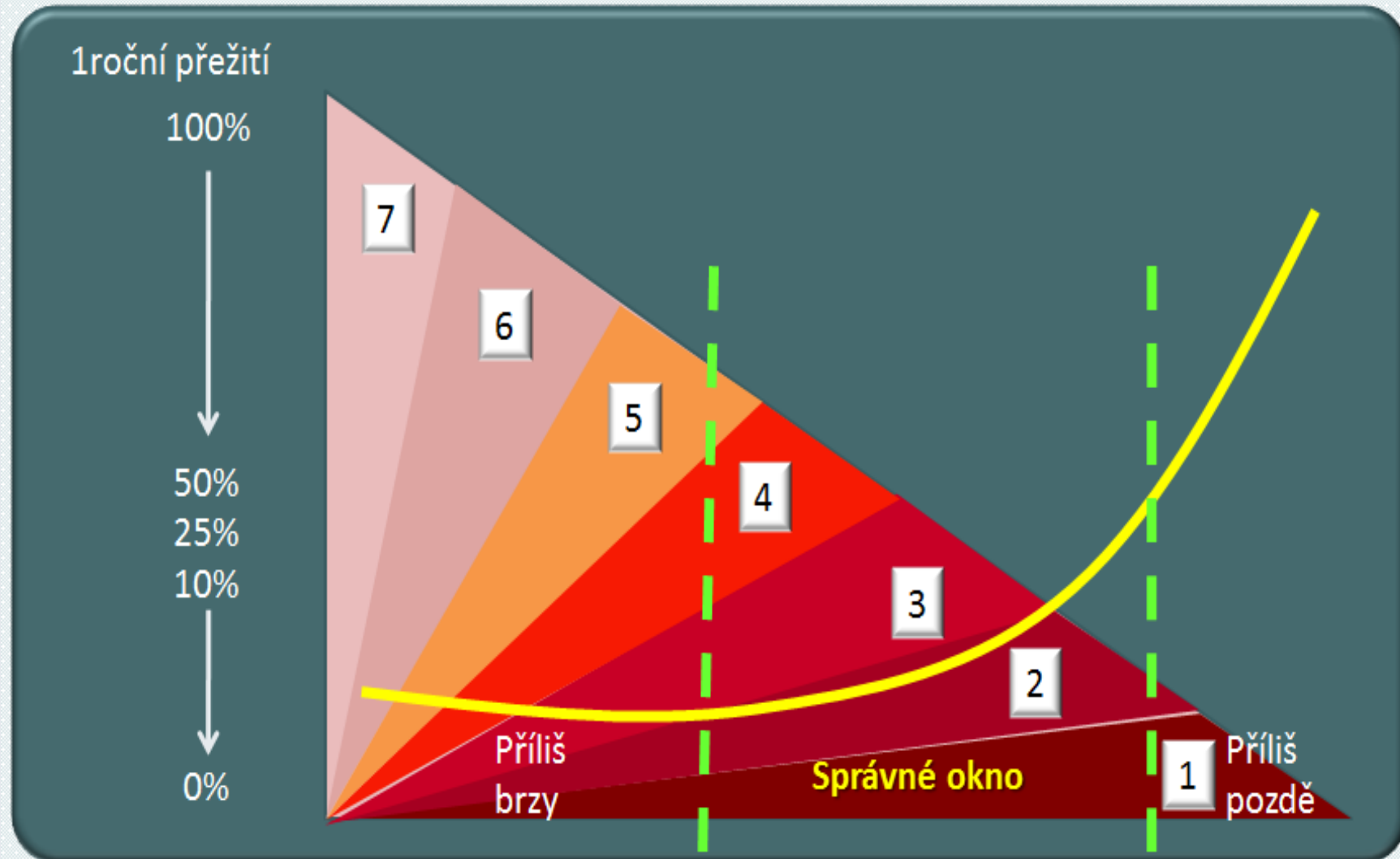
TS zřídka Podpora nevhodná	WL Variabilní dle stavu výživy a orgánových funkcí	WL Variabilní dle stavu výživy a orgánových funkcí	Elektivní během týdnů až měsíce	Elektivní během několika týdnů	Elektivní během dnů	Urgentní během hodin
-------------------------------	---	---	---------------------------------	--------------------------------	---------------------	----------------------



CKTCH

Centrum kardiovaskulární
a transplantační chirurgie Brno

Správné načasování implantace - INTERMACS klasifikace



Současný algoritmus

NYHA III/IV, INTERMACS 5,6

malá tolerance námahy



TC
- Ambulance CHSS

Nepřítomnost KI pro OTS



WL pro OTS



Dobrý výsledek

NYHA IV, INTERMACS 2,3,4

opakované dekompenzace
intropní podpora, i.v. diuretika, LCO



TC - Hospitalizace

Elektivní MSP



Dobrý výsledek

NYHA IV, INTERMACS 1

Orgánové selhávání
Kardiogenní šok



Urgentní MSP



**Nejistý výsledek
vysoká cena**

Správné načasování = Dříve než

- Porucha renálních, hepatálních funkcí
- Porucha funkce PK
- Srdeční kachexie



Možnosti

HeartMate III



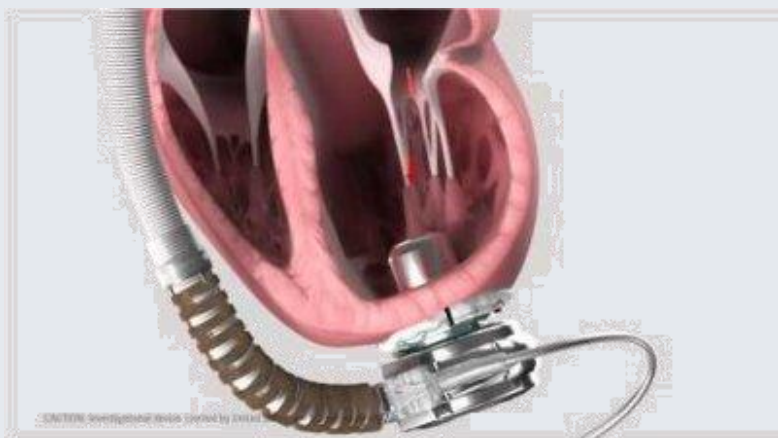
HeartWare



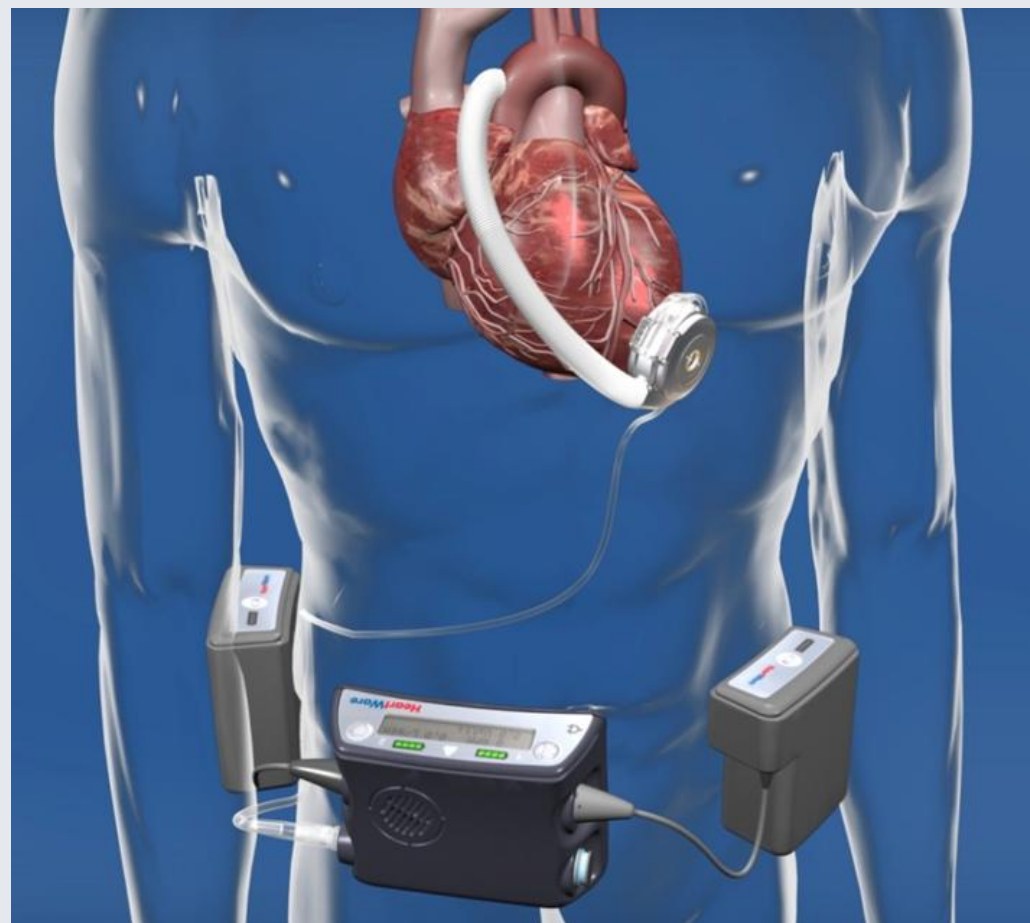
P u m p a

- Miniaturizovaná centrifugální pumpa
 - Objem 50 ml
 - Váha 140 g
 - Průtok až 10 L
- Bez ložisek, jediná pohybující se část – rotor
- Rychlost otáček 1800-4000
- Spotřeba energie 3-7 W

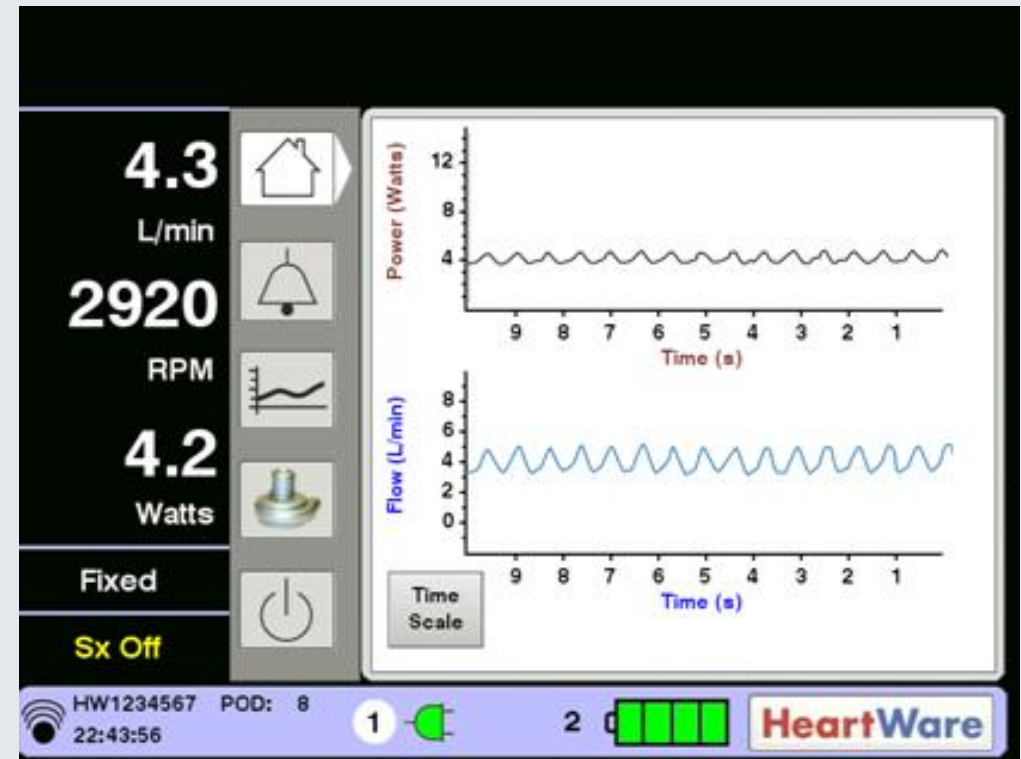




- Intraperikardiálně
- Inflow kanyla do hrotu LK – integrovaná v pumpě
- Outflow – impregnovaná protéza 10 mm s chráničkou
- Perkutánní linka
- Kontrolér + 2 baterie (4-6 h provozu)



- Průtok je odhadován na základě měření rychlosti otáček, spotřeby energie a hematokritu
- Pulzabilita toku
 - Závislost na systole a diastole srdce
 - Systola – max. průtok, Diastola - min. průtok
 - Cíl kolísání 2-4L
- Pulzabilita – další informace o funkci LVAD a stavu pacienta

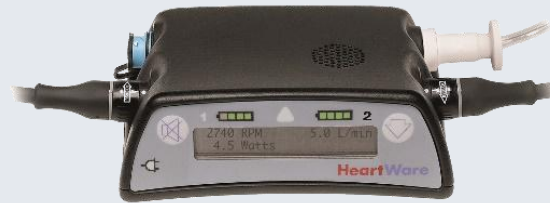


- CE značka 2009
- KI
 - $BSA \leq 1,2m^2$
 - Nemožnost antikoagulační terapie
 - Těhotenství
- Nutná antikuagulace
 - Warfarin (INR 2,0-3,0) + ASA





HVAD® Pump



HeartWare® Controller



HeartWare® Monitor



HeartWare® Batteries & Battery Charger



HeartWare Controller AC Adapter



HeartWare Controller DC Adapter

- Nyní > 10000 implantací
- Nejdelší doba podpory > 7 roků
- Počet implantujících center 245



Indikace

- Podpora levé komory ze sternotomie
- Off label
 - Podpora pravé komory (biventrikulární podpora)
 - Miniinvazivní přístup



RVAD

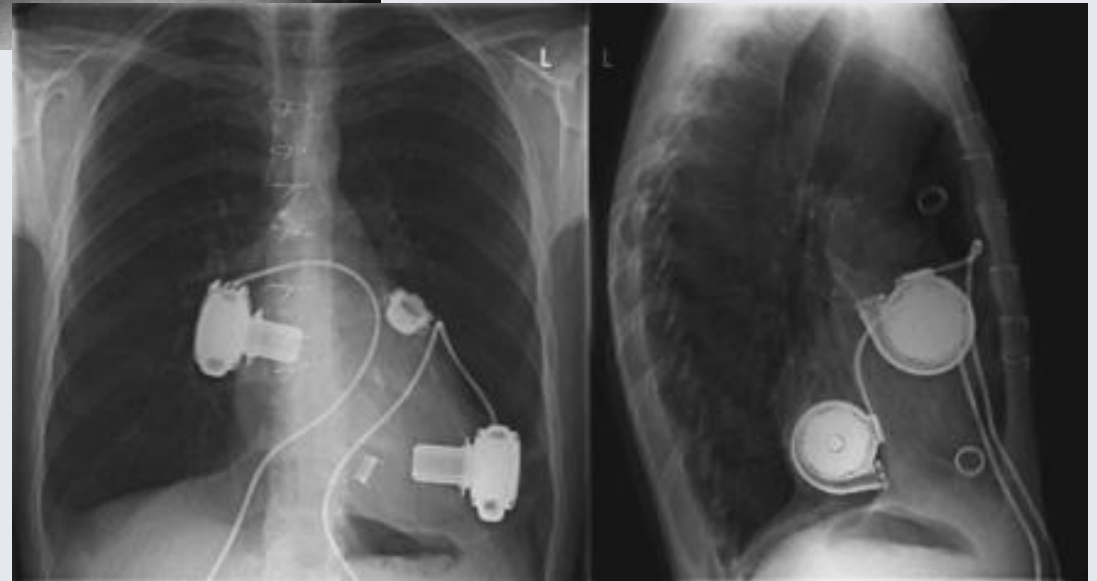
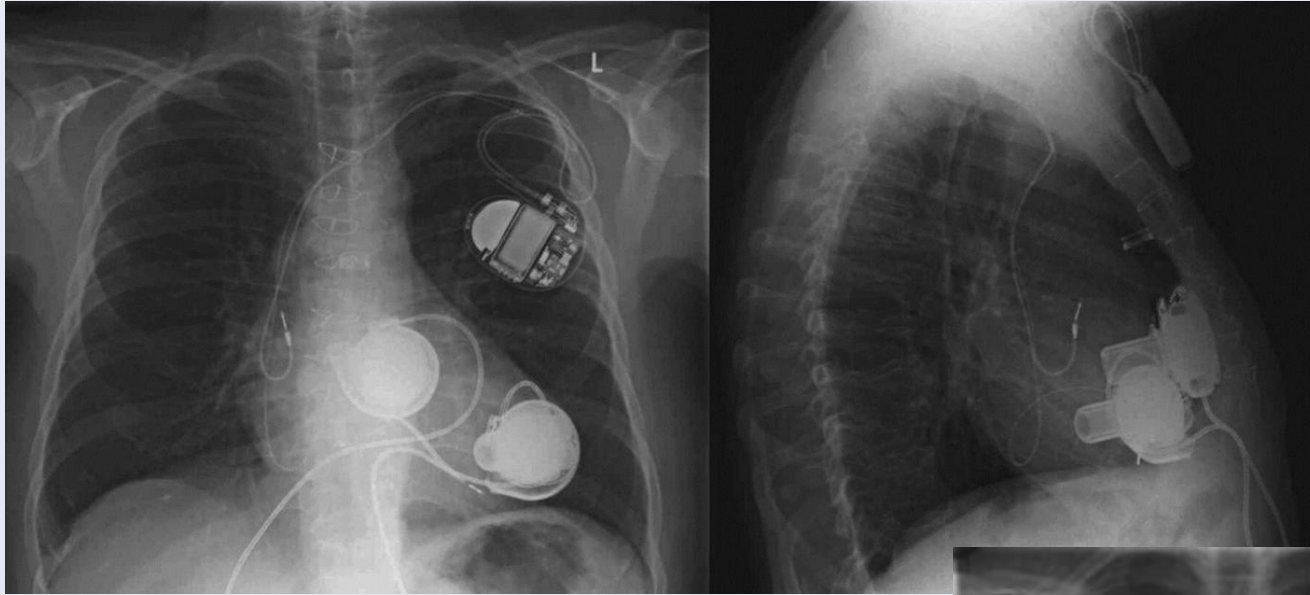


Implantace do PK
nebo PS

- redukce délky
inflow kanyly

- redukce průměru
outflow graftu

HW jako BiVAD



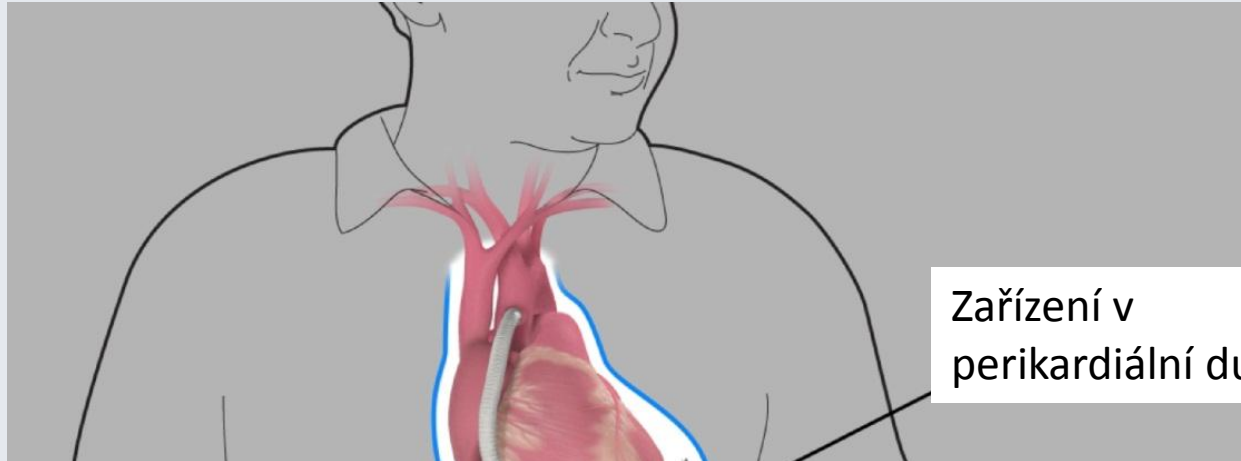
Krabatsch T, Circulation, 2011

Implantace

- **TEE**
- Před výkonem
 - Kontrola Ao chlopně
 - Kontrola síňového septa
 - Kontrola místa inserce na hrotě LK
 - Trombus LK
- Po výkonu
 - Kontrola odvzdušnění
 - Poloha septa
 - Kontraktilita PK, objem PK, Tri regurgitace



Technika implantace



Zařízení v
perikardiální dutině

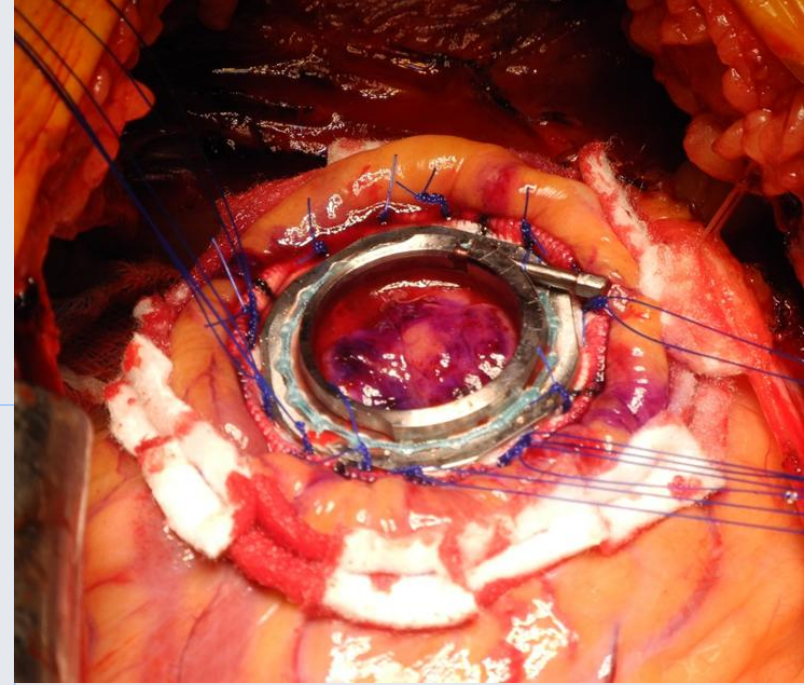
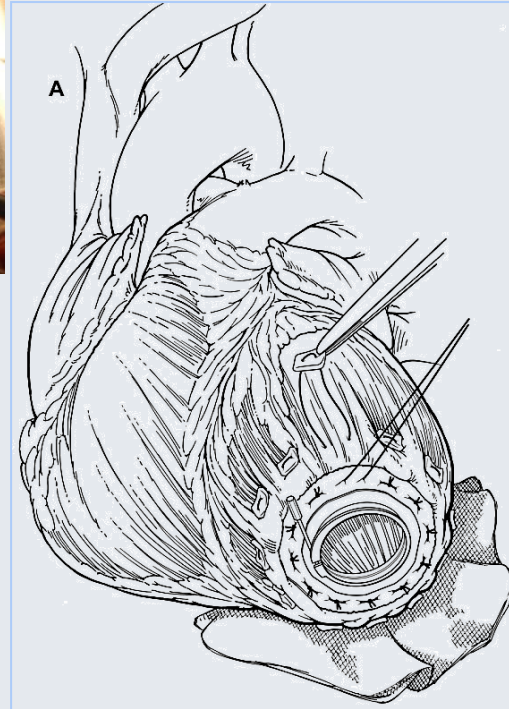
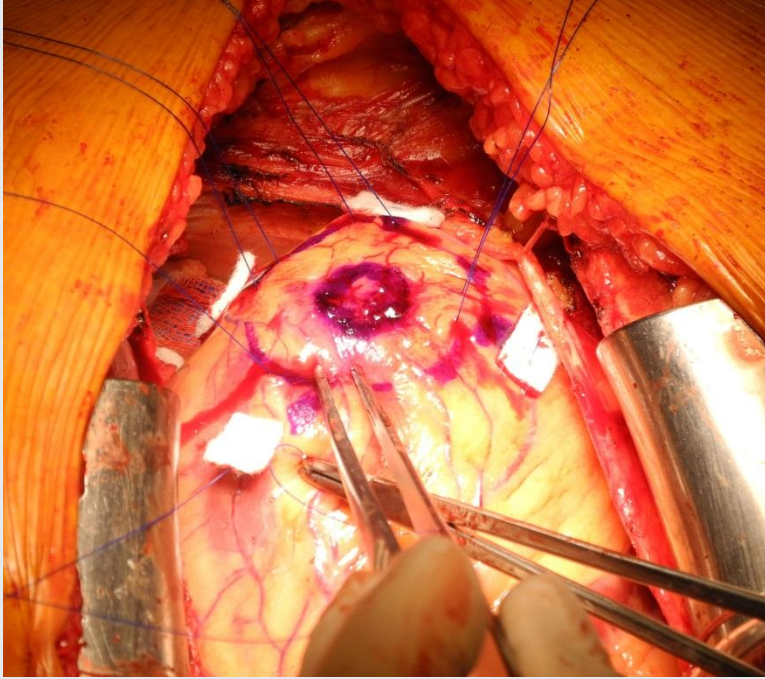
Sternotomie

Miniinvazivní

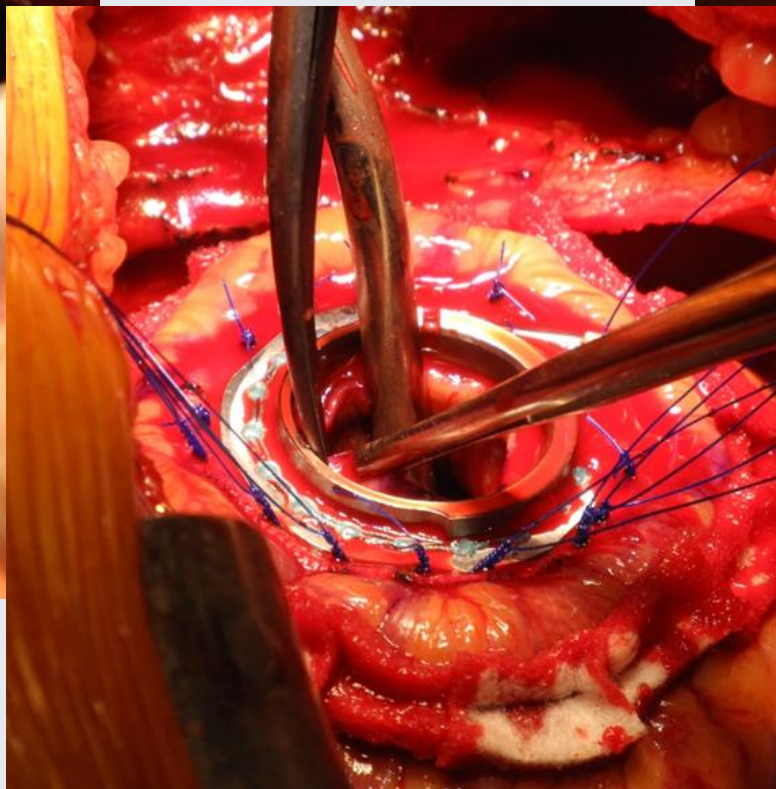
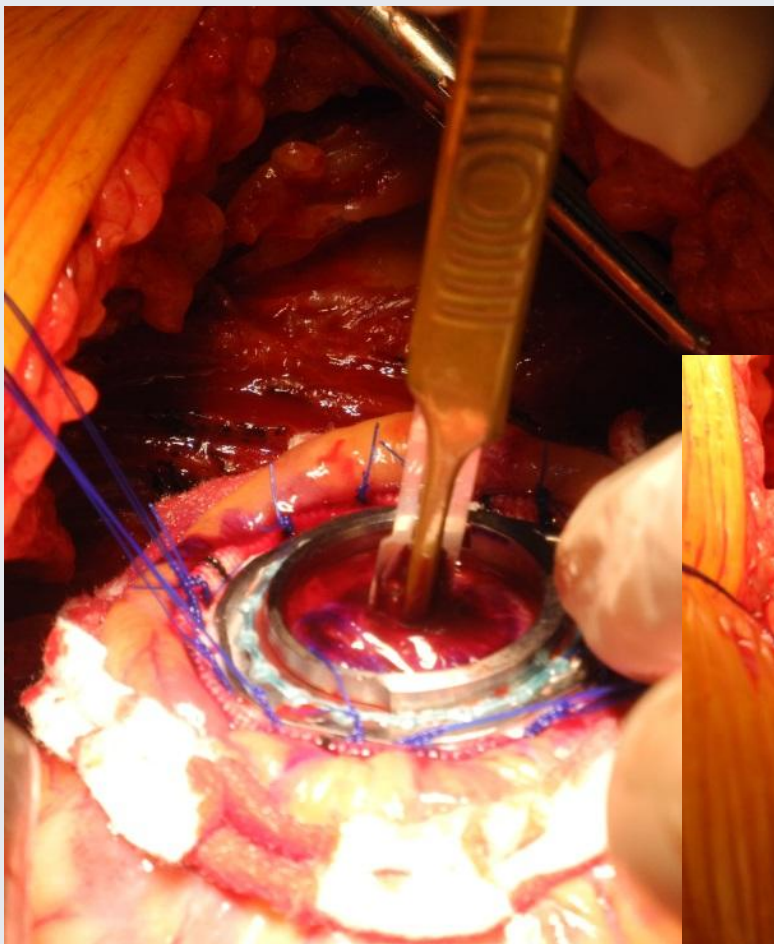
parciální sternotomie + „minitorakotomie“



Chirurgická technika implantace



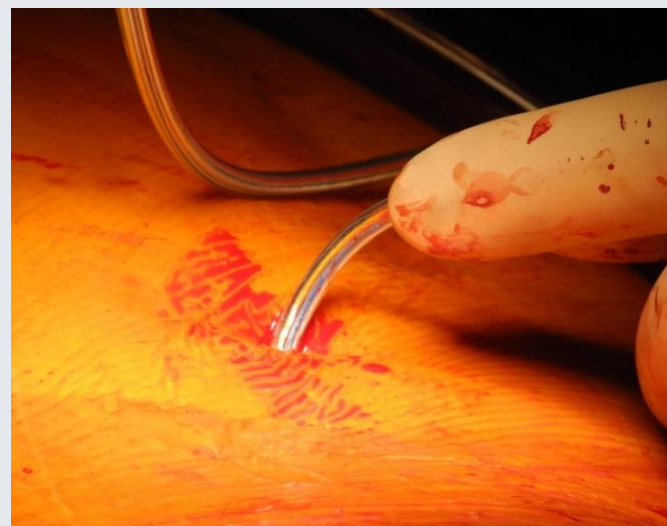
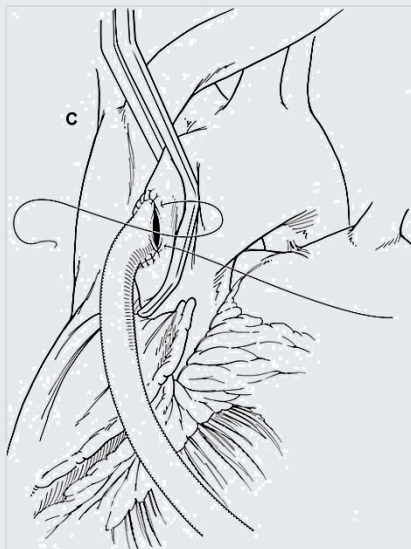
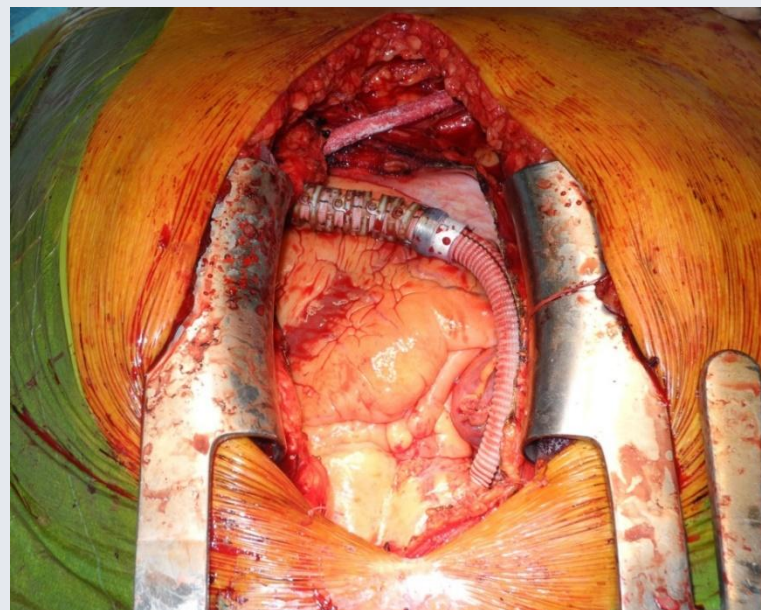
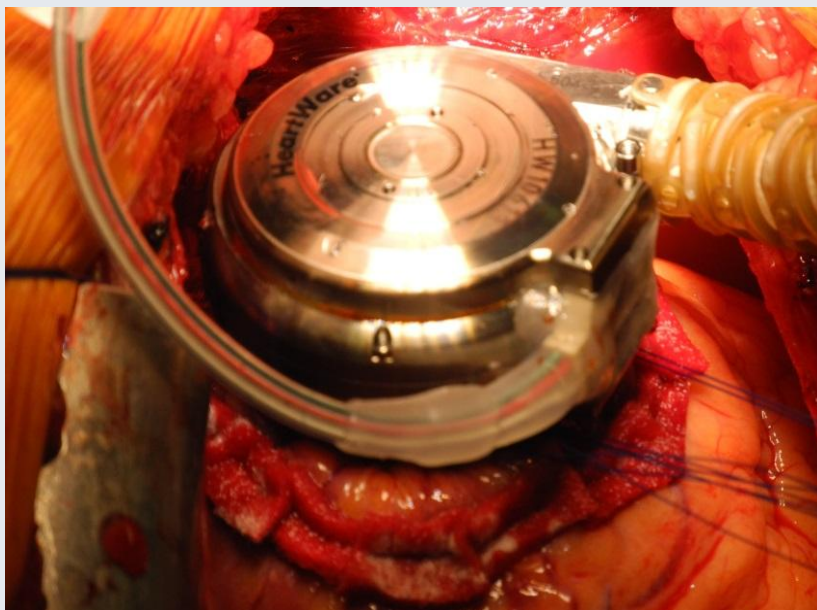
Chirurgická technika implantace



CKTCH |

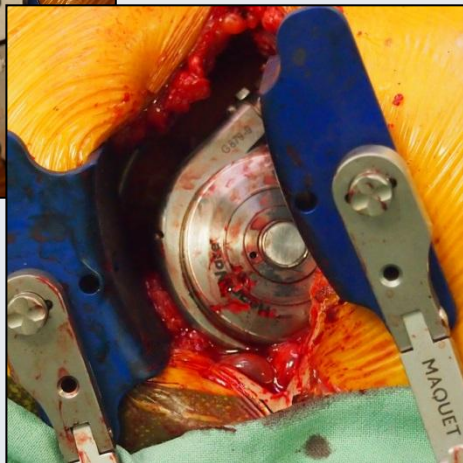
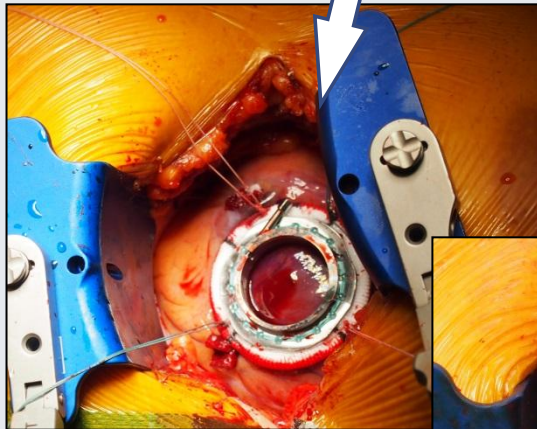
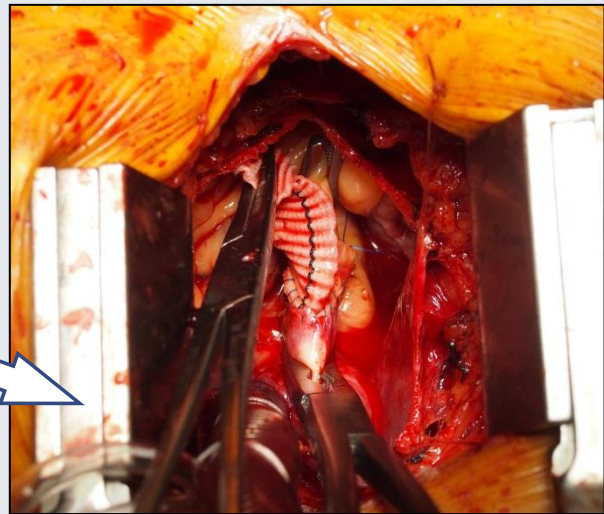
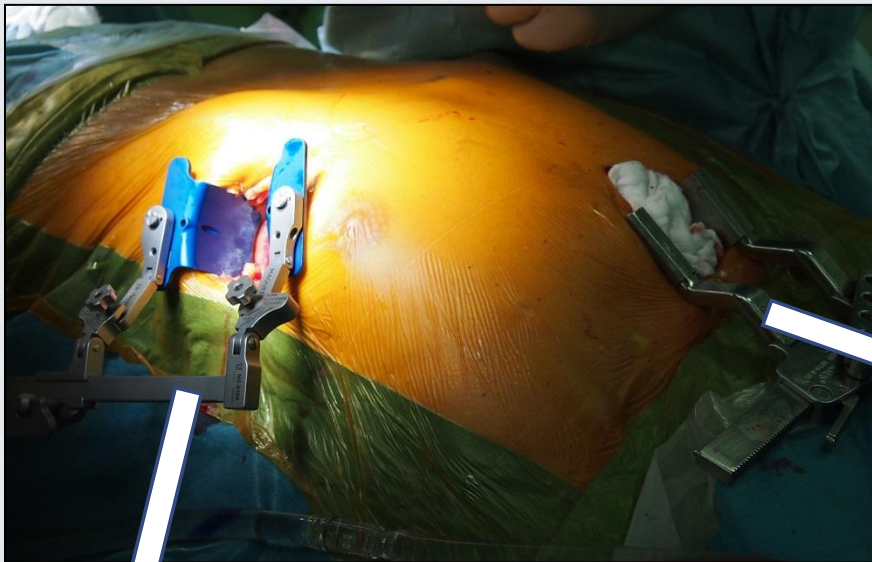
Centrum kardiovaskulární
a transplantační chirurgie Brno

Chirurgická technika implantace



CKTCH |

Centrum kardiovaskulární
a transplantační chirurgie Brno



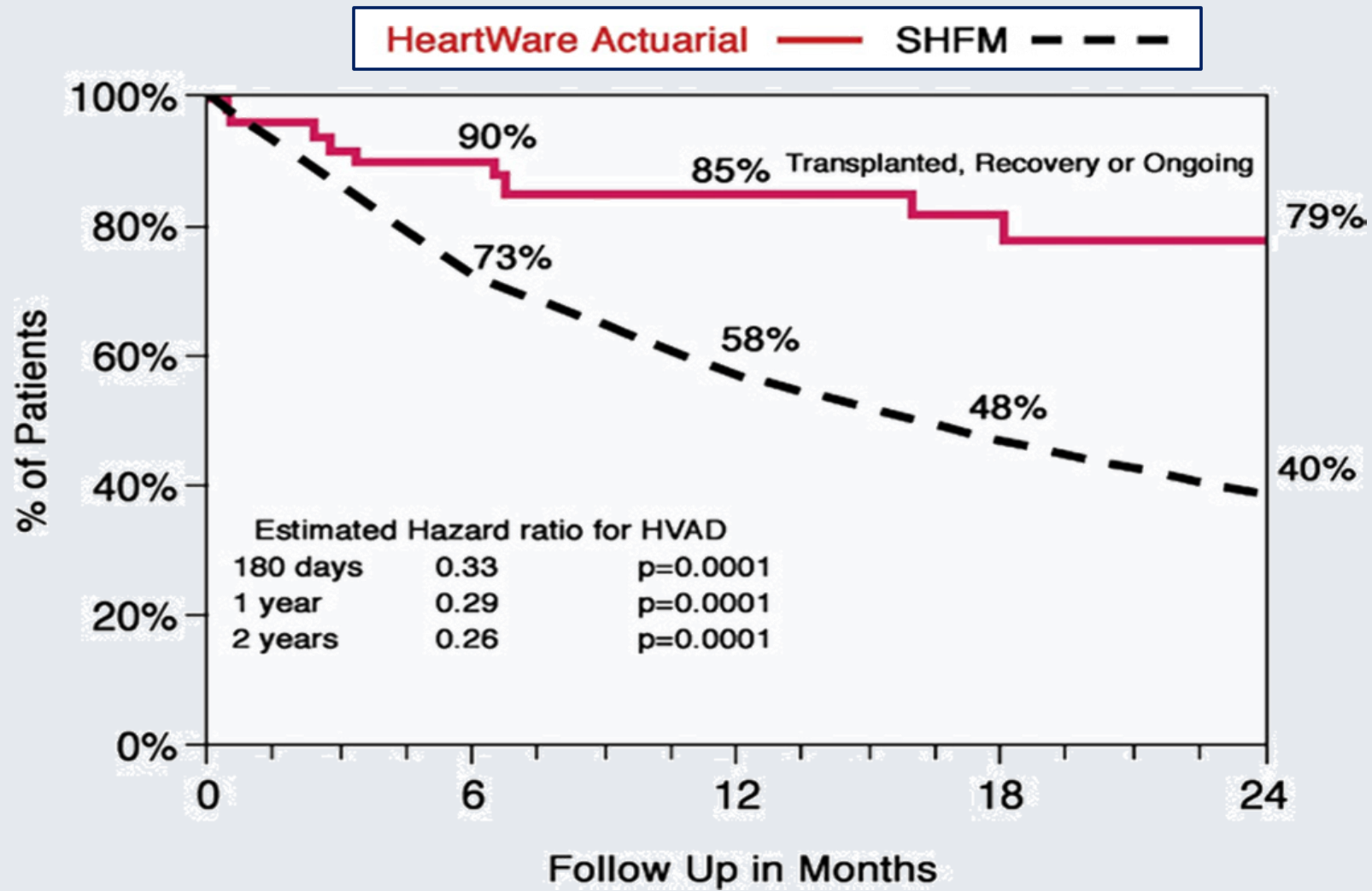
CKTCH |

Centrum kardiovaskulární
a transplantační chirurgie Brno

CE studie - Výsledky

- 60 pacientů
- 180 denní přežití 90% (1 rok 84%, 2 roky 79%)
- Průměrná doba podpory 348 dnů
- Kumulativní podpora 47,8 roku
- Počet TS – 6 měsíců – 14%, 2 roky 40%
- Recovery 8%, na podpoře 32%





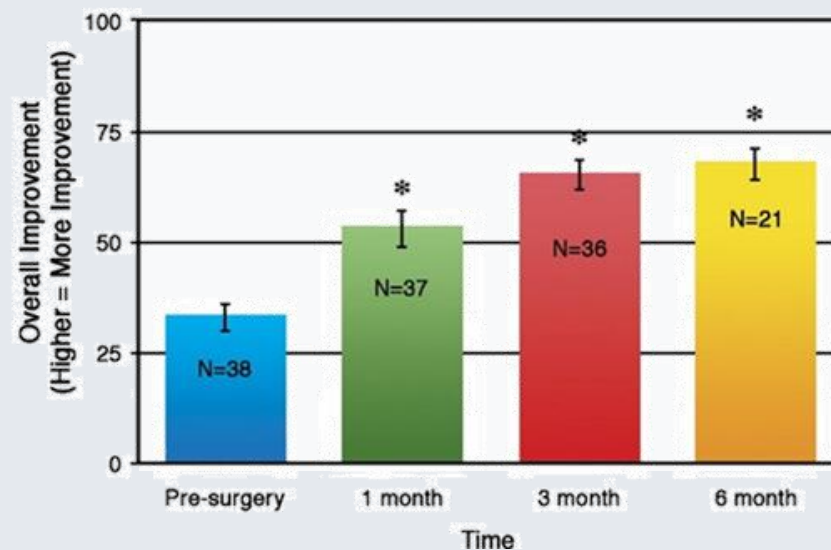
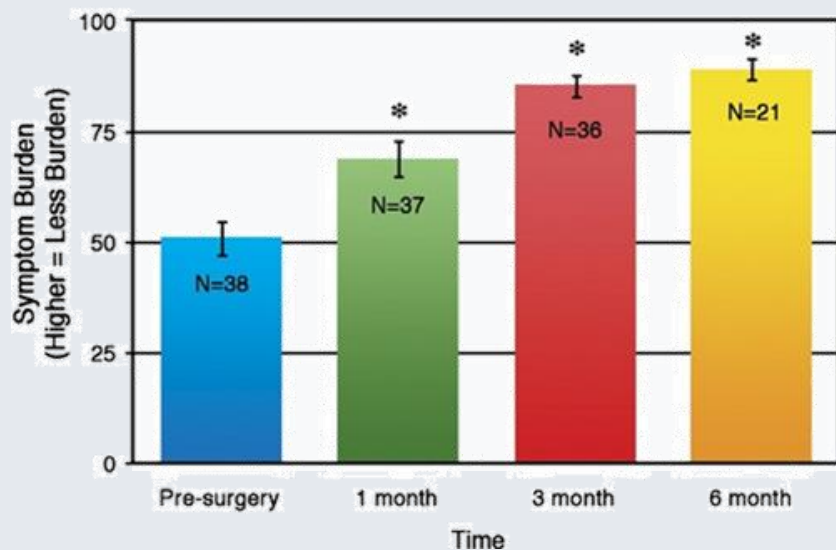
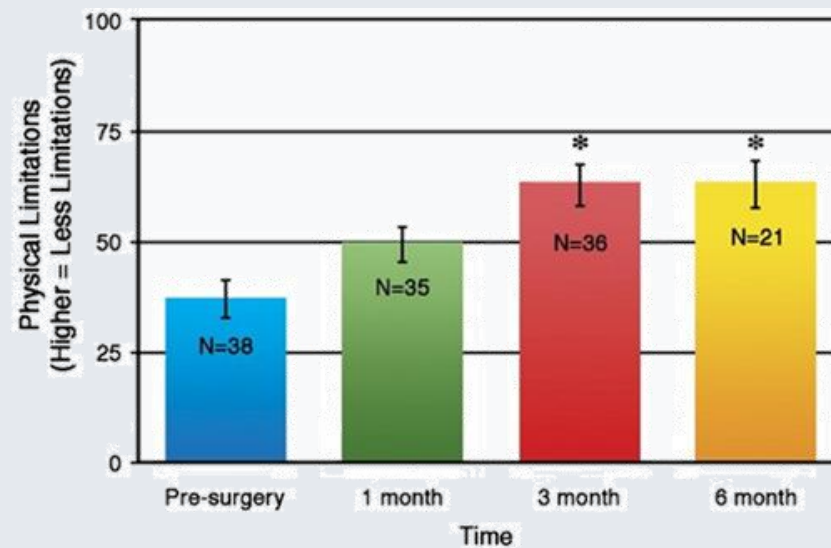
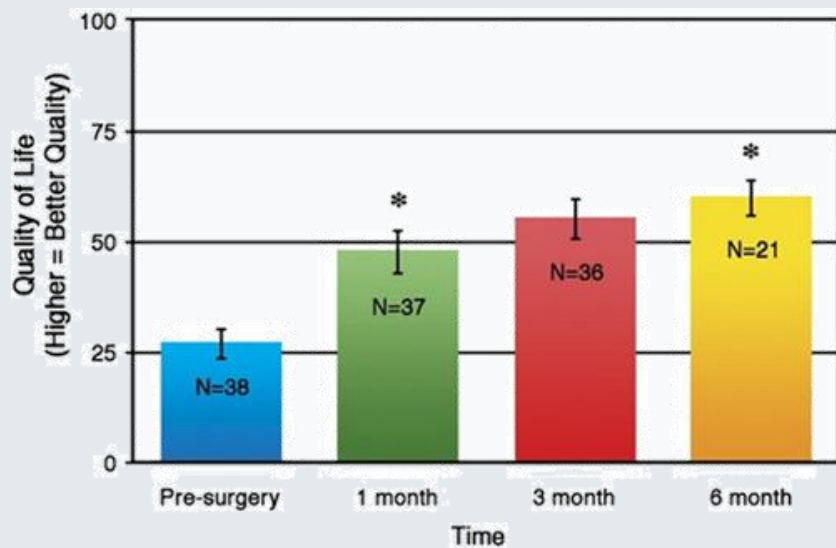
Strüber M. JACC 2011;57;1375-1382



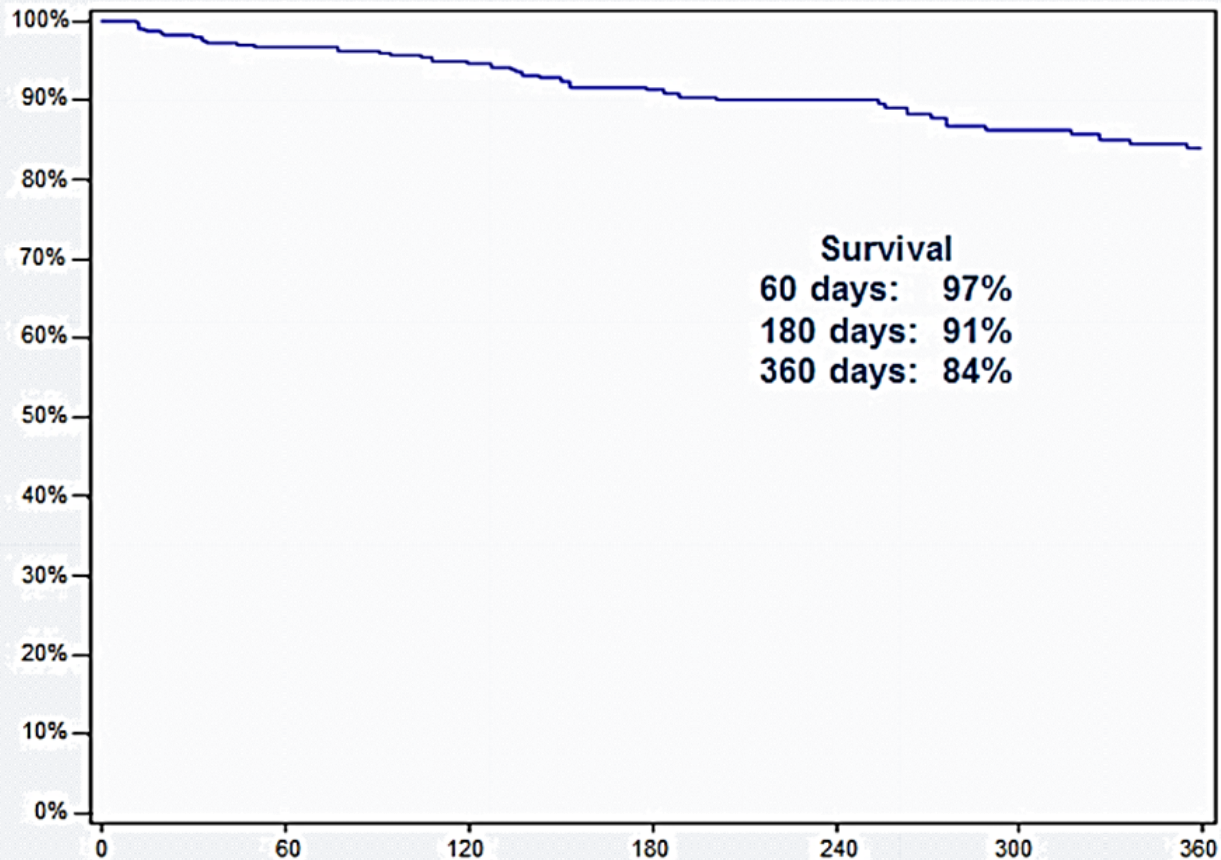
CKTCH

Centrum kardiovaskulární
a transplantační chirurgie Brno

Kvalita života



ADVANCE CAP



BTT and CAP days:	0	60	120	180	240	300	360
Patients at risk	332	310	267	226	176	155	137
Cum. Events	0	11	17	26	29	36	40
Survival Rate	100.0%	96.7%	94.6%	91.3%	90.0%	86.3%	83.9%



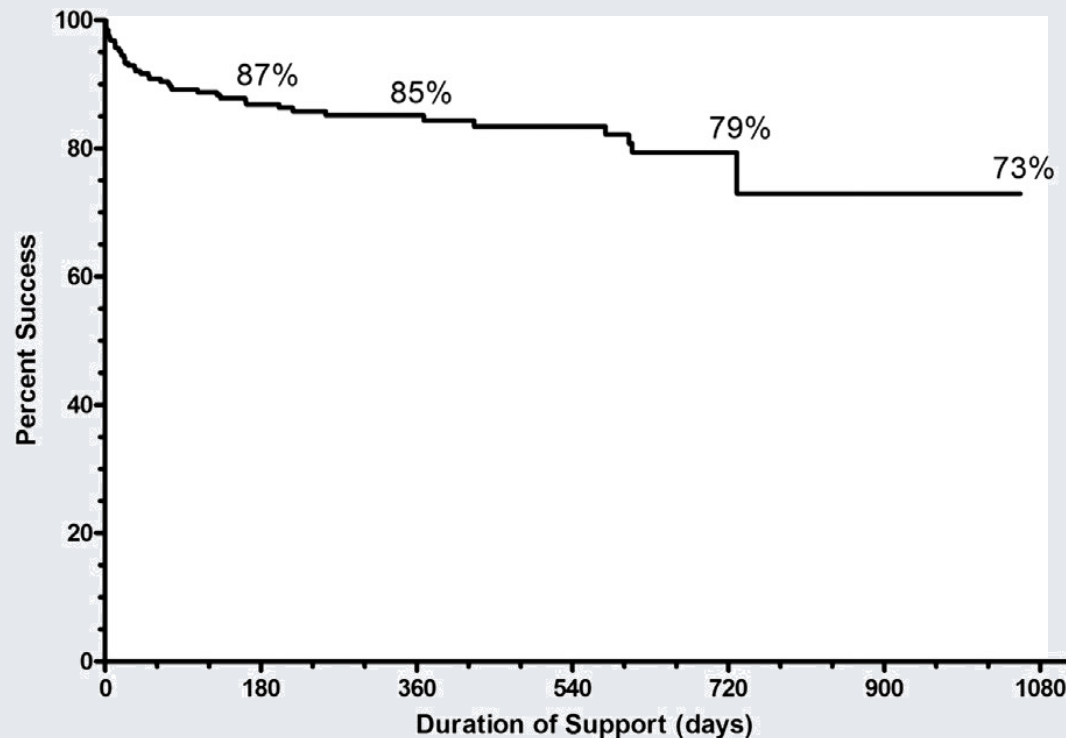
Současné výklony

- **Chlopenní 75 (19,6%)**
 - TVP/TVR 56 (snižuje riziko selhání PK)
 - AVR 13
 - MVP 6
- **Jiné 45 (11,8%)**

REVOLVE registr

Cíl – shromáždit post CE data v Evropě a Austrálii

314 implantací 2009-2012 9 center, doba podpory 363 dnů



Day	0	30	90	180	270	360	450	540	630	720	900	1080
Patients at Risk	254	231	208	172	134	111	86	71	52	38	13	1



CKTCH

Centrum kardiovaskulární
a transplantační chirurgie Brno

REVOLVE Registr

	N(%)	EPPY
GIT krvácení	12(5)	0,06
Selhání PK	24(9)	0,10
CMP	20(8)	0,08
Infekce kabelů	14(6)	0,07
Sepse	12(5)	0,05
Renální selhání	10(4)	0,04
Trombóza	17(7)	0,09
Nutnost výměny	8(3)	0,03

Strueber M., J Heart Lung Transplant, in press



CKTCH |

Centrum kardiovaskulární
a transplantační chirurgie Brno

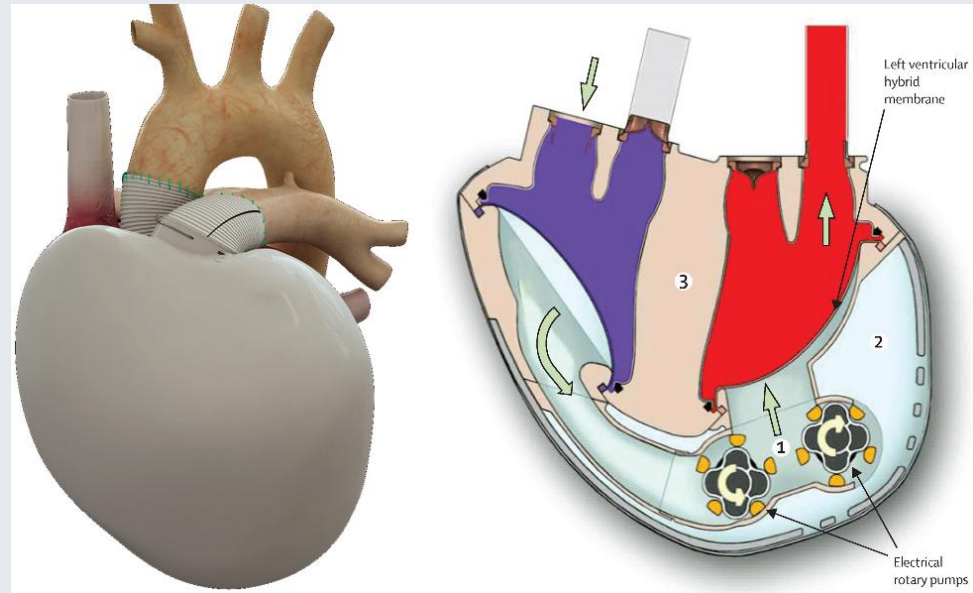
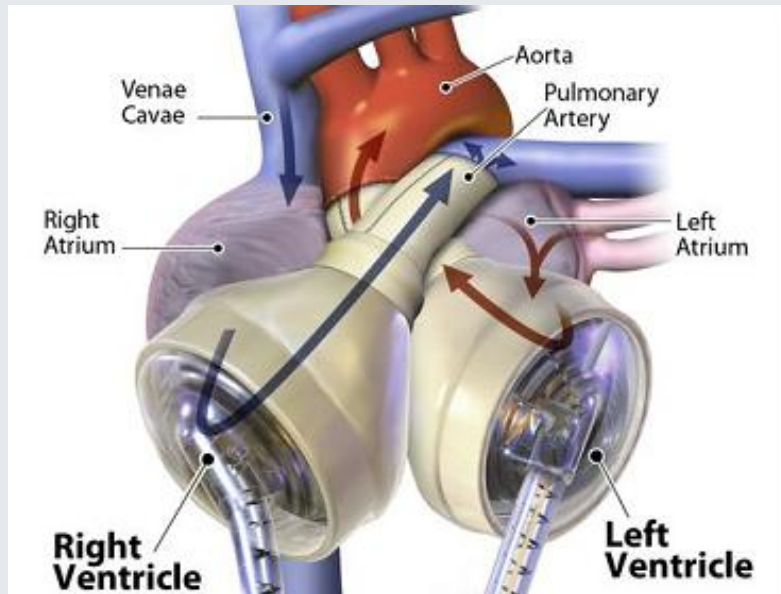
Ambulantní sledování

- Podmínka
 - Soběstačnost v obsluhování přístroje, převazy rány
 - Podpora blízkého okolí – školení
 - Informace ošetřujícímu lékaři, RZP
- Kontrola á 14 dnů
- Možnost telefonického kontaktu kdykoli



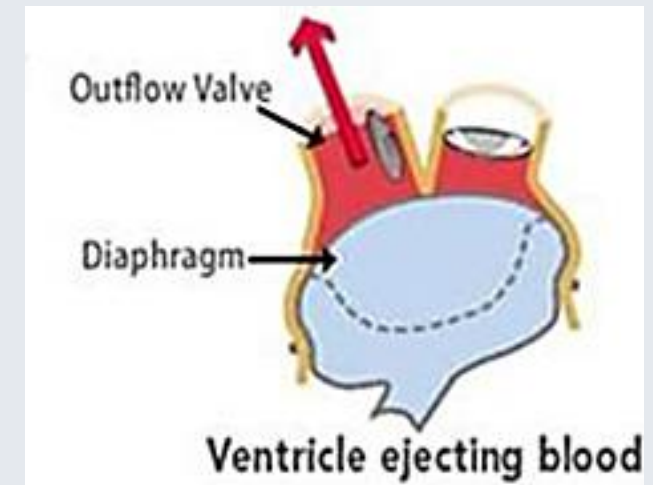
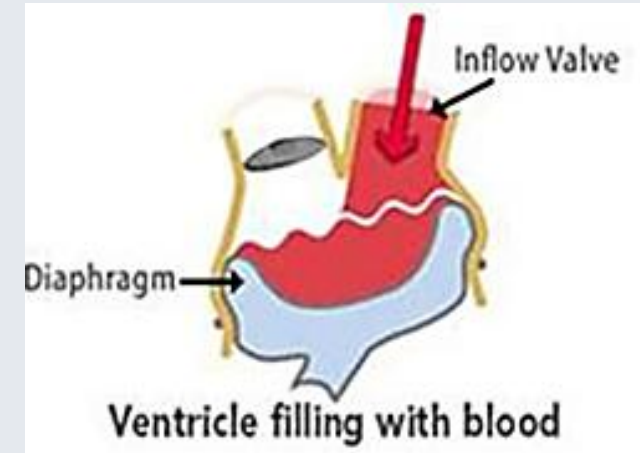
TAH

- SynCardia
- Carmat

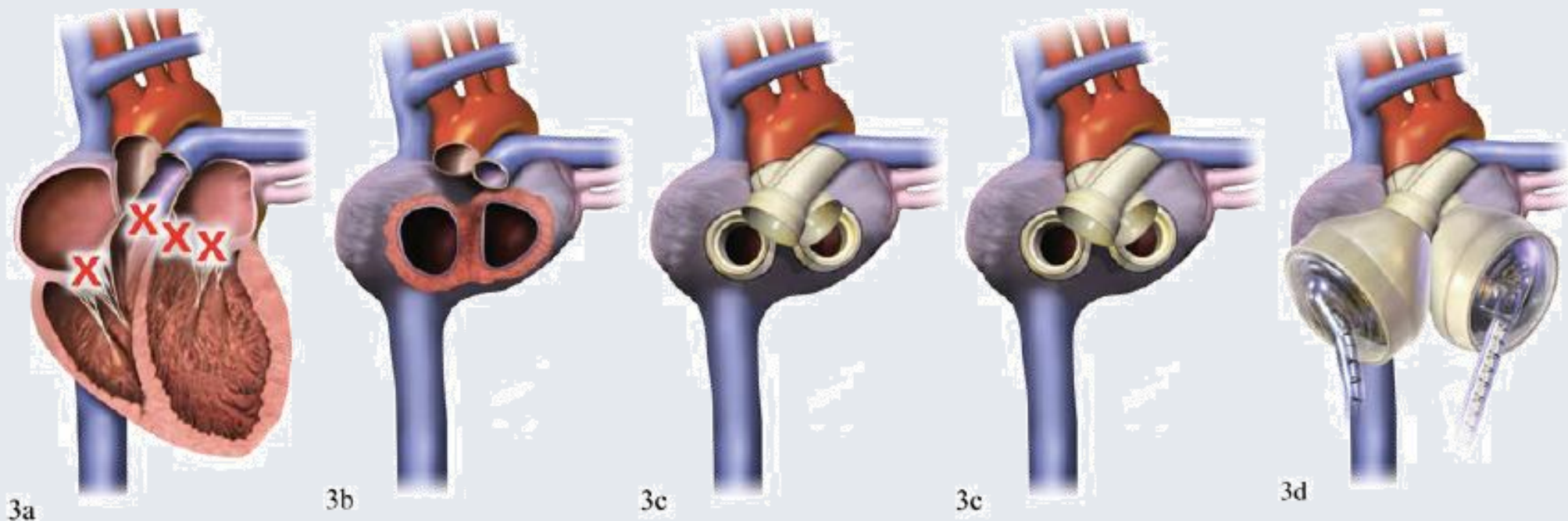


SynCardia

- Pneumatické čerpadlo
- Implantabilní TAH (50,70 ml)
- Externí pohonná jednotka
- Polyuretanová membrána
- Pulzní tok
- 4 mechanické chlopně



TAH – SynCardia

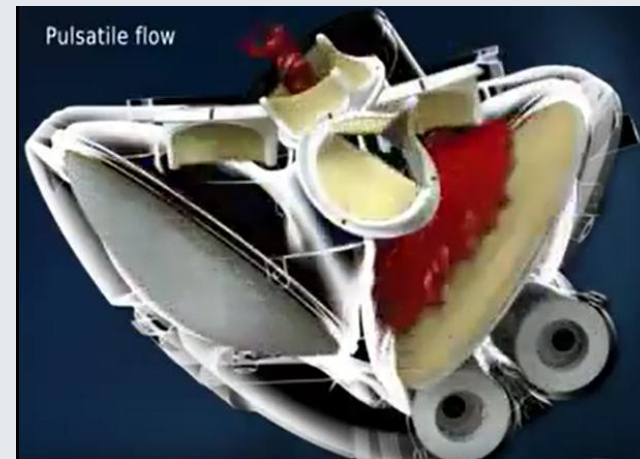
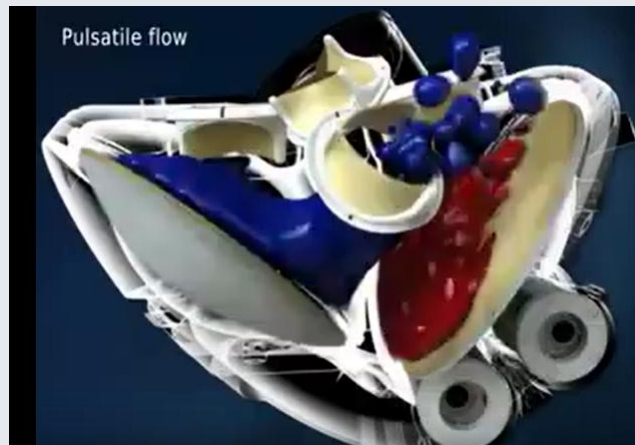


CKTCH |

Centrum kardiovaskulární
a transplantační chirurgie Brno

Carmat

- Elektrohydraulické čerpadlo
- Vnitřek vystlán perikardem
- 4 perikardiální chlopně
- Asynchronní čerpání

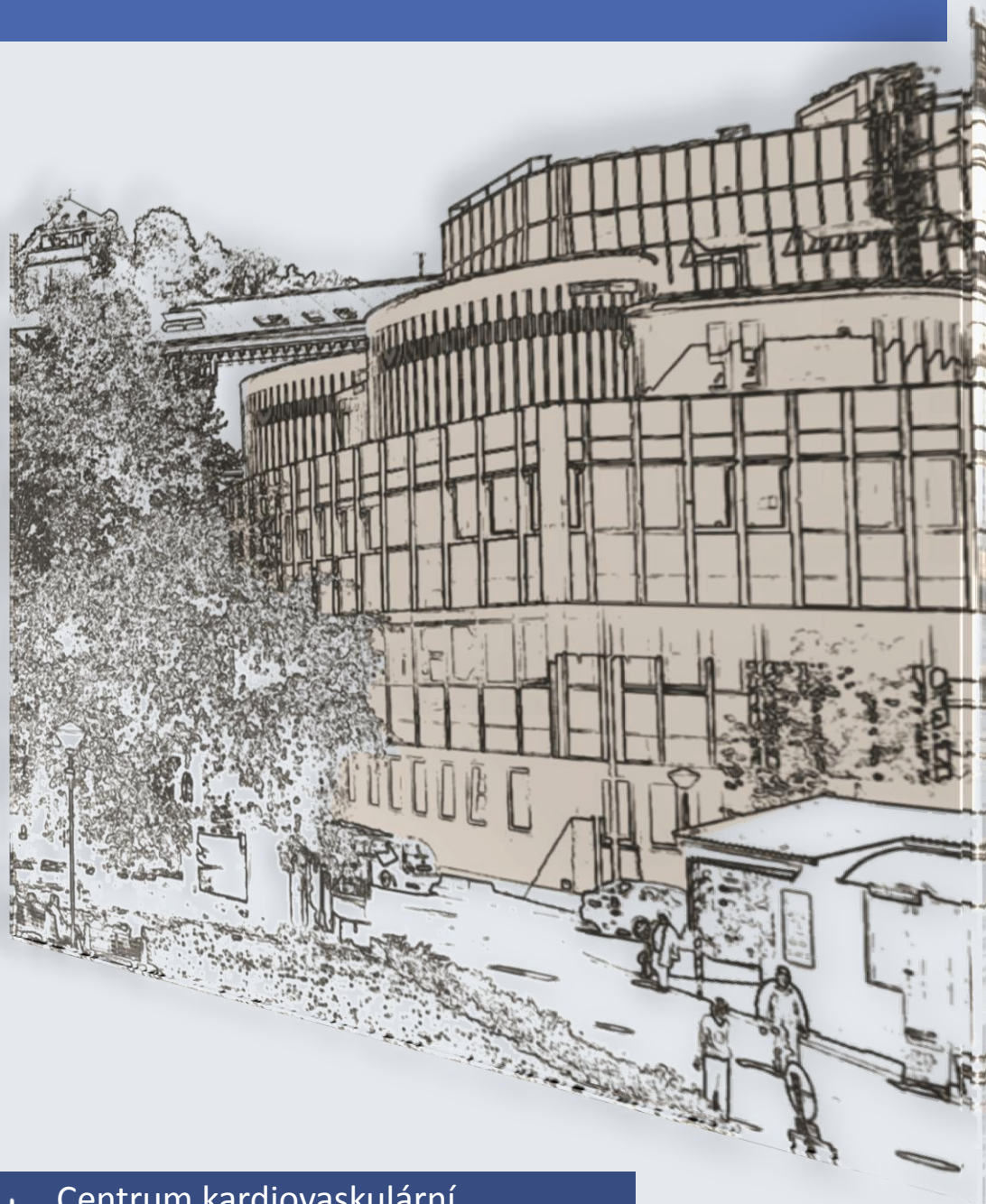


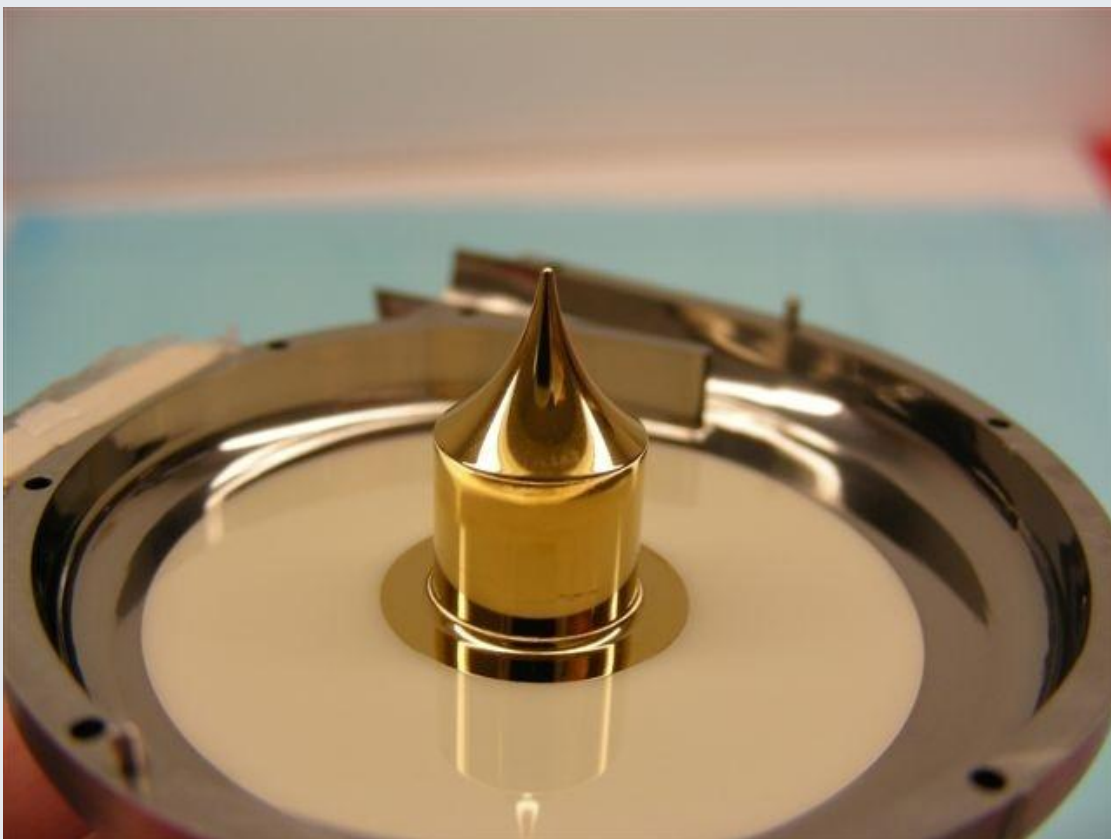
Z á v ě r

- Léčba SS bez MSP je nepředstavitelná
- Krátkodobé podpory – záchrana života
- Dlouhodobé podpory – BTT, DT
- Správný výběr pacientů



Děkuji
za pozornost





Komplikace

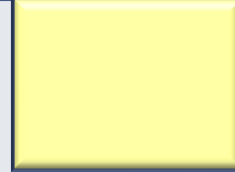
EPPY – events per patient per year

		EPPY
No event	11(22%)	
Infection		
Drive lines	9(18%)	0.10
Sepsis	5(10%)	0.20
Bleeding		
Reoperation	10(20%)	0.23
Neurological		
Ischemic	2(4%)	0.04
Haemorrhagic	4(8%)	0.08



Léčba CHSS

Medikamentózní léčba



Léčba komorbidit
HTN, anemie, CHRI

Chirurgická léčba
ICHS, chlopenní vady



Implantabilní přístroje
ICD, CRT

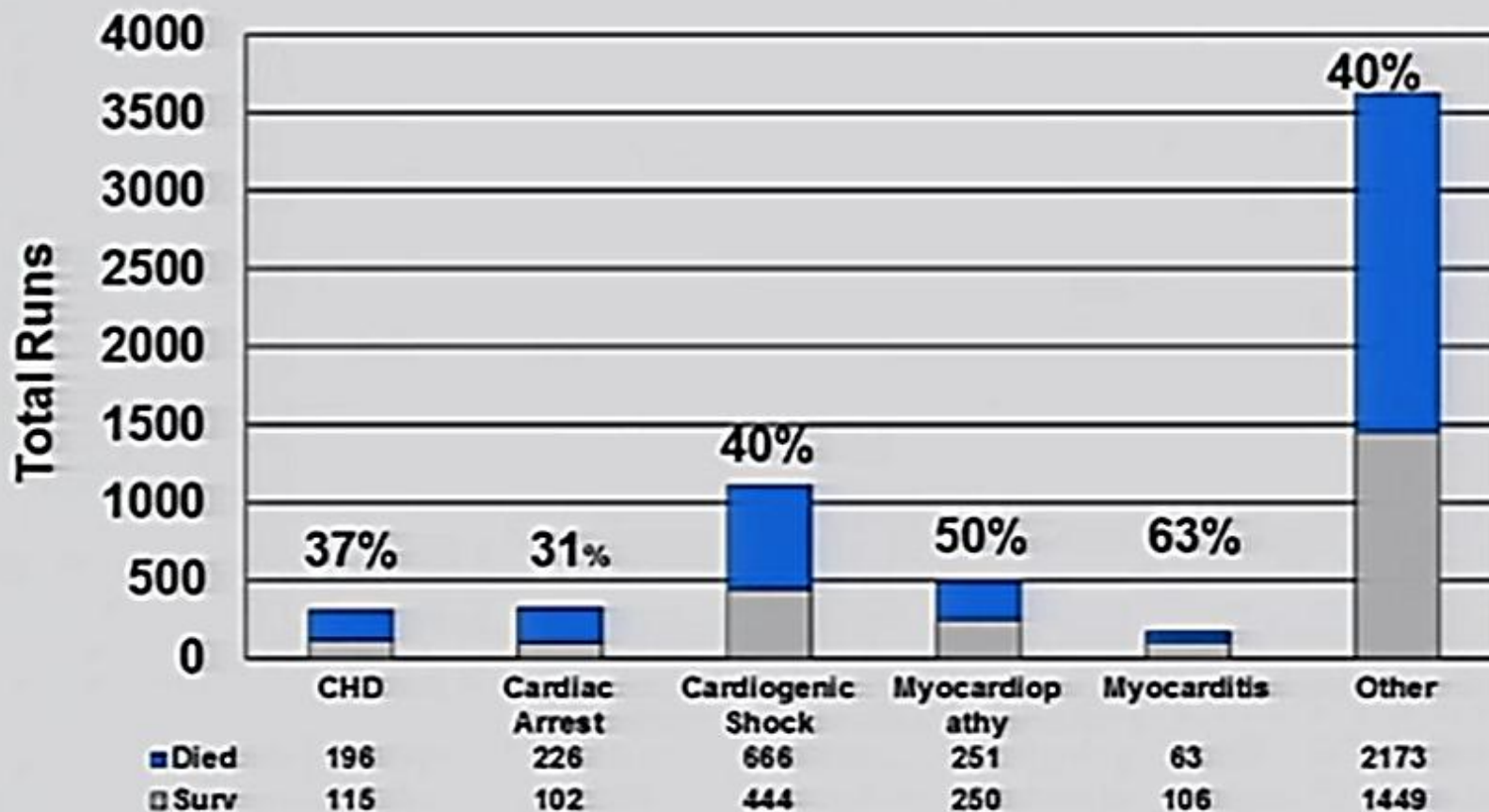


MSP

Stadium D dle ACC/AHA

Registr ELSO

Adult Cardiac Diagnoses and Survival



ELSO Registry January 2015



CKTCH

Centrum kardiovaskulární
a transplantační chirurgie Brno

Přežívání pacientů (Kaplan-Meier) - INTERMACS klasifikace

