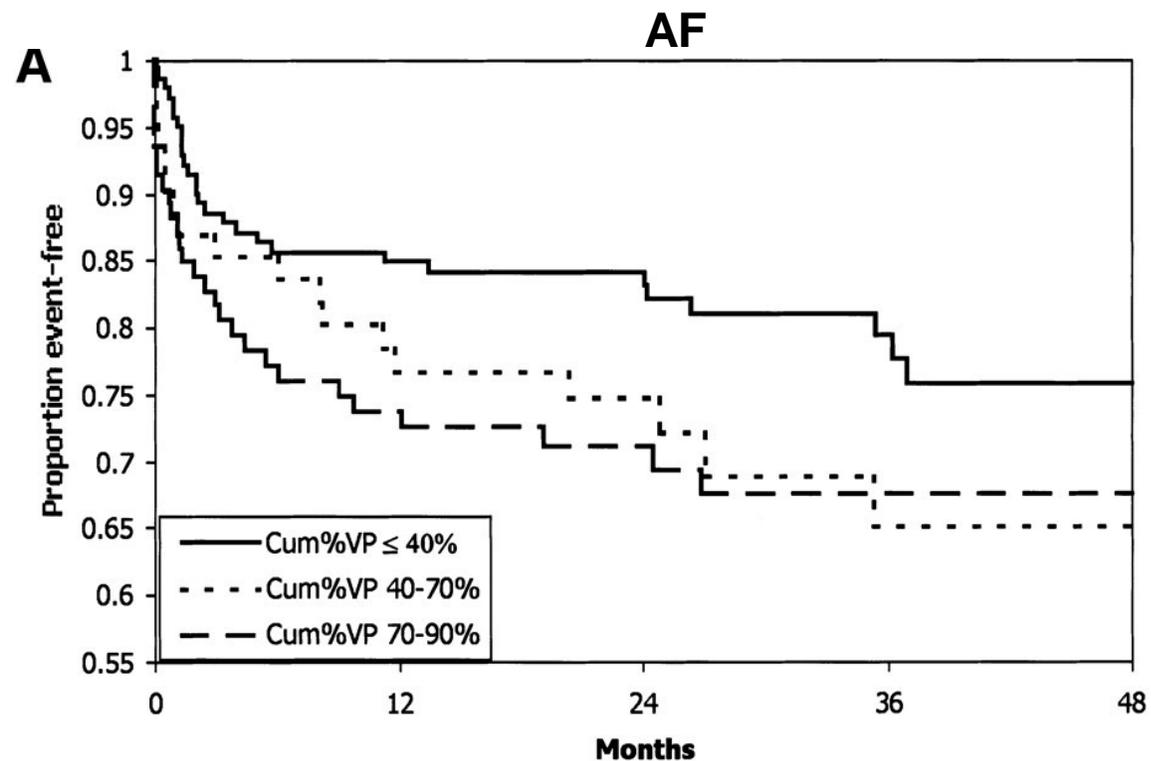
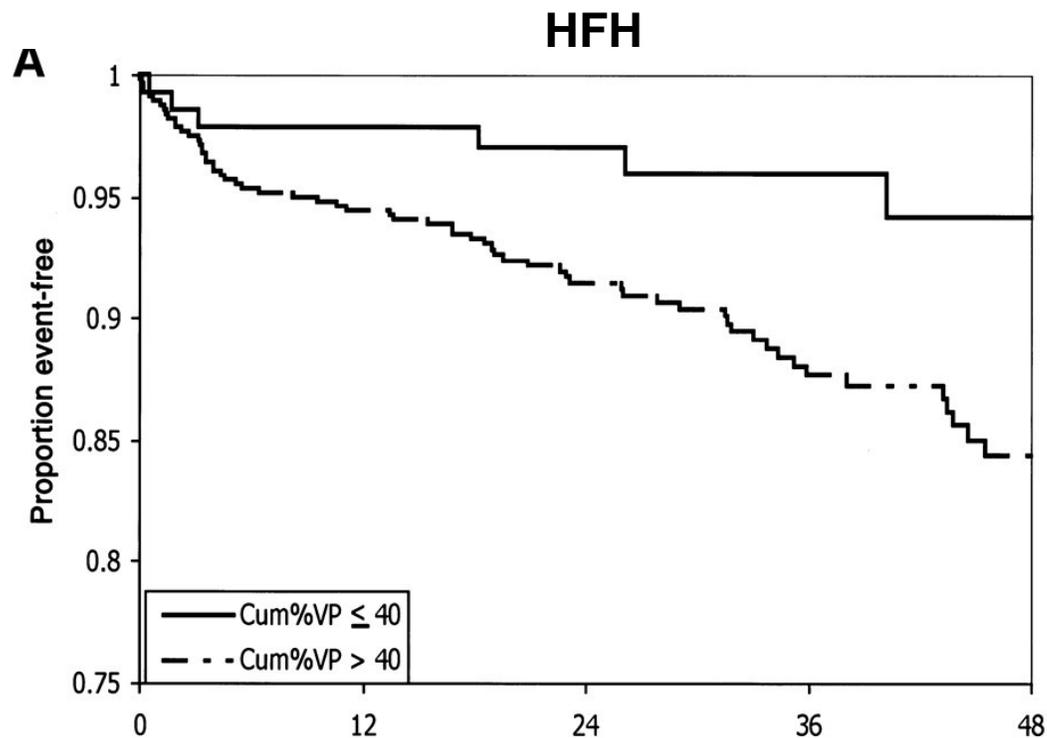


# Kdy má fyziologická kardiostimulace smysl?

**Milan Chovanec**

Kardiologická klinika, 1.LFUK Praha & Nemocnice na Homolce

# Vliv dlouhodobé konvenční DDD kardiositmulace



2010 Pts, 6yrs FU, randomizace DDDR vs. VVIR u SND

Sweeney et al, Circulation 2003, MDe Selection Trial

# PICM – prevalence a rizikové faktory

**Table 1** Definition and prevalence of pacing induced cardiomyopathy

No.	Study	Sample size	Study design	Definition	Prevalence	Follow-up (years)
1	Lee <i>et al</i> <sup>21</sup>	234	Retrospective	LVEF decrease >5% with symptoms of HF without other aetiology for HF	20.5%	15.6
2	Kaye <i>et al</i> <sup>7</sup>	118	Prospective	LVEF ≤40%, if baseline LVEF was ≥50%, or absolute reduction in LVEF ≥5% if baseline was <50%	9.3%	3.4±1.4
				LVEF ≤40%, if baseline LVEF was ≥50%, or absolute reduction in LVEF ≥10% if baseline was <50%	5.9%	
				Absolute reduction in LVEF ≥10%, regardless of baseline	39%	
3	Khurshid <i>et al</i> <sup>50</sup>	257	Retrospective	Drop in LVEF ≤10% and resulting in an LVEF <50%	19.5%	3.3
4	Kiehl <i>et al</i> <sup>51</sup>	823	Prospective	Drop in LVEF (to ≤40%) or need for upgrade to CRT	12.3%	4.3
5	Kim <i>et al</i> <sup>52</sup>	130	Retrospective	≥10% decrease in LVEF resulting in LVEF <50%	16.1%	4.5
6	Perla <i>et al</i> <sup>53</sup>	749	Retrospective	Fall in LVEF by 10 percentage points to a LVEF of <50.0% from baseline due to RV pacing in the absence of other known causes of cardiomyopathy	9.9%	2.2
7	Abdin <i>et al</i> <sup>54</sup>	173	Retrospective	LVEF ≥10%, resulting in LVEF <50%, which cannot be explained by other causes	16%	3.3±1.8
8	Cho <i>et al</i> <sup>55</sup>	618	Retrospective	Reduction in LVEF (<50%) along with either (1) ≥10% decrease in LVEF, or (2) new-onset regional wall motion abnormality unrelated to coronary artery disease	14.1%	4.7
9	Tayal <i>et al</i> <sup>56</sup>	27 704	Retrospective	HF symptoms including fatal HF	10.6%	2

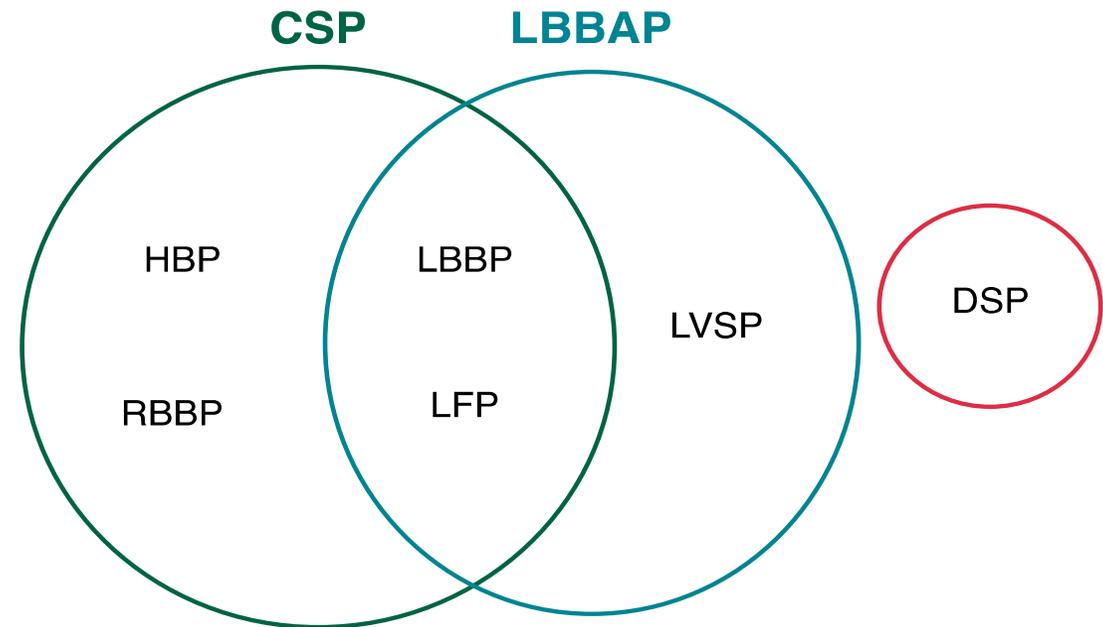
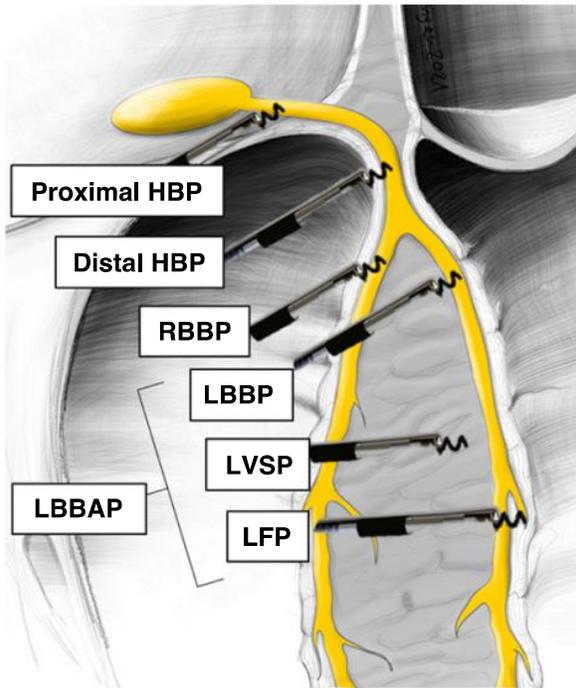
CRT, cardiac resynchronisation therapy; HF, heart failure; LVEF, left ventricular ejection fraction; RV, right ventricle.

**Table 2** Risk factors for pacing induced cardiomyopathy

Risk factor	OR	95% CI	P value
Older age	1.62	1.22 to 2.16	0.001
Male sex	1.2	1.12 to 1.35	<0.001
Chronic kidney disease	1.66	1.32 to 2.10	<0.001
Previous myocardial infarction	1.81	1.54 to 2.12	<0.001
Pre-existing AF	1.32	1.23 to 1.42	<0.001
High myocardial scar score	1.23	1.01 to 1.49	0.010
Baseline LVEF	0.95 per 1% increase	0.93 to 0.97	<0.001
Native QRS duration	1.02 per ms increase	1.01 to 1.03	0.005
RV pacing burden	1.02 per 1% increase	1.01 to 1.02	<0.001
Paced QRS duration	1.02 per ms increase	1.01 to 1.03	<0.001

AF, atrial fibrillation; LVEF, left ventricular ejection fraction; RV, right ventricle.

# Fyziologická kardiostimulace – typy shrnutí



# MELOS — MULTICENTER EUROPEAN LEFT BUNDLE BRANCH AREA PACING OUTCOMES STUDY



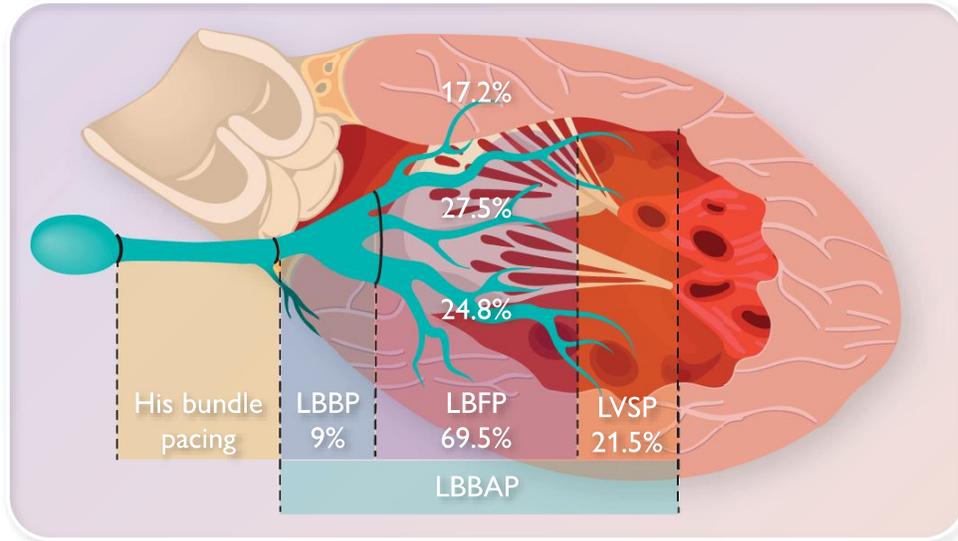
Prospective, multicenter, registry-based observational study



2533 Participants



14 European centres



LBBAP implantation success	
Bradycardia indication success	92.4%
Heart failure indication success	82.2%

LBBAP lead complications	
<b>LBBAP lead complications</b>	<b>8.3%</b>
• Acute perforation to LV	3.7%
• Lead dislodgement	1.5%
• Acute chest pain	1.0%
• Capture threshold rise	0.7%
• Acute coronary syndrome	0.4%
• Trapped/damaged helix	0.4%
• Delayed perforation to LV	0.1%
• Other	0.7%

## Independent predictors of LBBAP lead implantation failure

Heart failure indication	OR 1.49, 95% CI 1.01–2.21
Baseline QRS duration, per 10 ms	OR 1.08, 95% CI 1.03–1.14
LVEDD, per 10 mm increase	OR 1.53, 95% CI 1.26–1.86

# MELOS — MULTICENTER EUROPEAN LEFT BUNDLE BRANCH AREA PACING OUTCOMES STUDY



Prospective, multicenter,  
registry-based observational study



2533  
Participants



14  
European centres

**Table 4** Complications of left bundle branch area pacing (n = 2533)

Generic device implantation complications	
Pneumothorax	14 (0.55%)
Pocket/wound infection	13 (0.51%)
Systemic infection/endocarditis	6 (0.24%)
Atrial lead dislodgement	14 (0.55%)
Pocket haematoma	10 (0.4%)
Pericardial effusion <sup>a</sup>	12 (0.47%)
Large vein thrombosis	2 (0.08%)
Re-intervention for other non-LBBAP lead reasons <sup>b</sup>	15 (0.59%)
Subclavian arteriovenous fistula after puncture	1 (0.04%)
Summary	87 (3.43%)

**Complications attributed to the transeptal route of the pacing lead**

Intraprocedural perforation into the LV cavity	93 (3.67%)
Delayed perforation into the LV cavity	2 (0.08%)
Acute chest pain	25 (0.98%)
Acute ST-segment elevation in multiple leads	6 (0.24%)
Acute coronary syndrome <sup>c</sup>	11 (0.43%)
Coronary vein fistula	7 (0.28%)
Coronary artery fistula	2 (0.08%)
Painful pacing/chest pain	4 (0.16%)
LBBAP lead unscrewable/trapped/damaged helix	11 (0.43%)
LBBAP lead dislodgement	38 (1.5%)
Threshold rise to an absolute value > 2 V	17 (0.67%)
Threshold rise > 1 V from baseline	18 (0.71%)
Threshold rise leading to re-intervention	4 (0.16%)
Stroke/TIA	0 (0)
Summary	209 (8.25%)

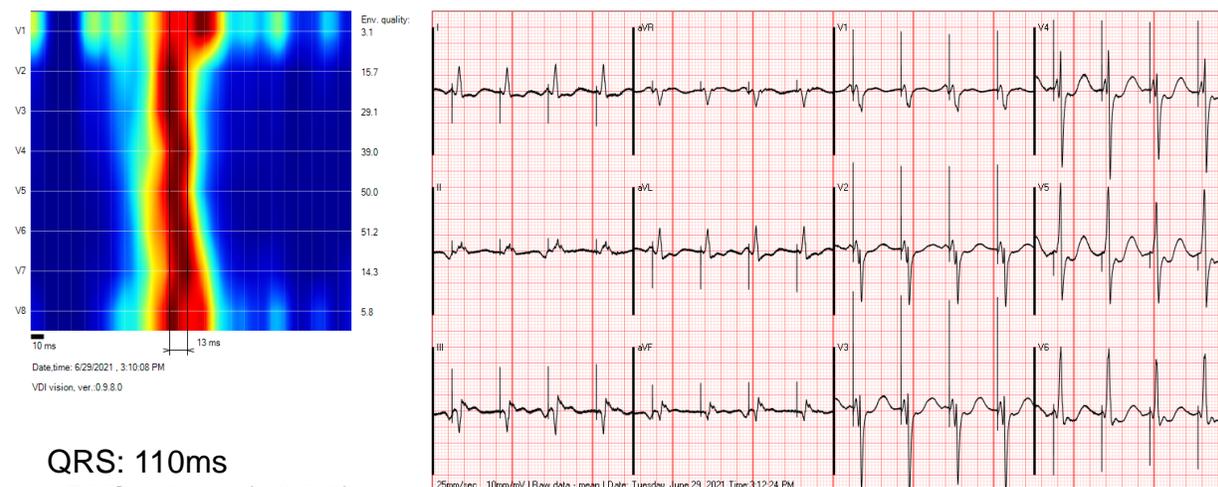
# Hloubka implantace LBB elektrody hraje roli

Povrchové uložení elektrody cca 2 – 3 mm



QRS: 130ms  
eDYS: 28 ms  
Vd: 57 ms

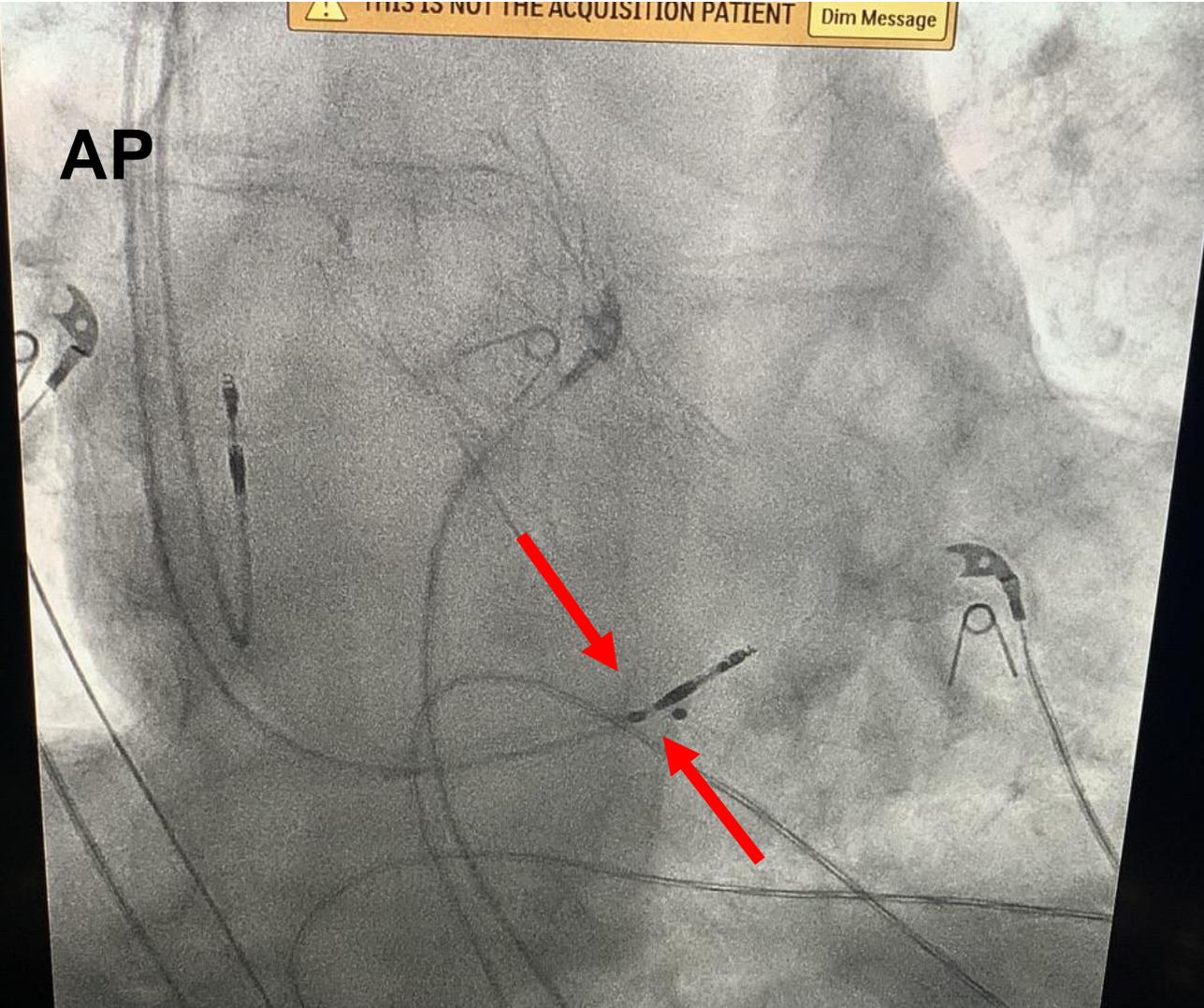
Hluboké uložení elektrody cca 8 – 10 mm



QRS: 110ms  
eDYS: 10 ms (V2-V8)  
Vd: 45 ms

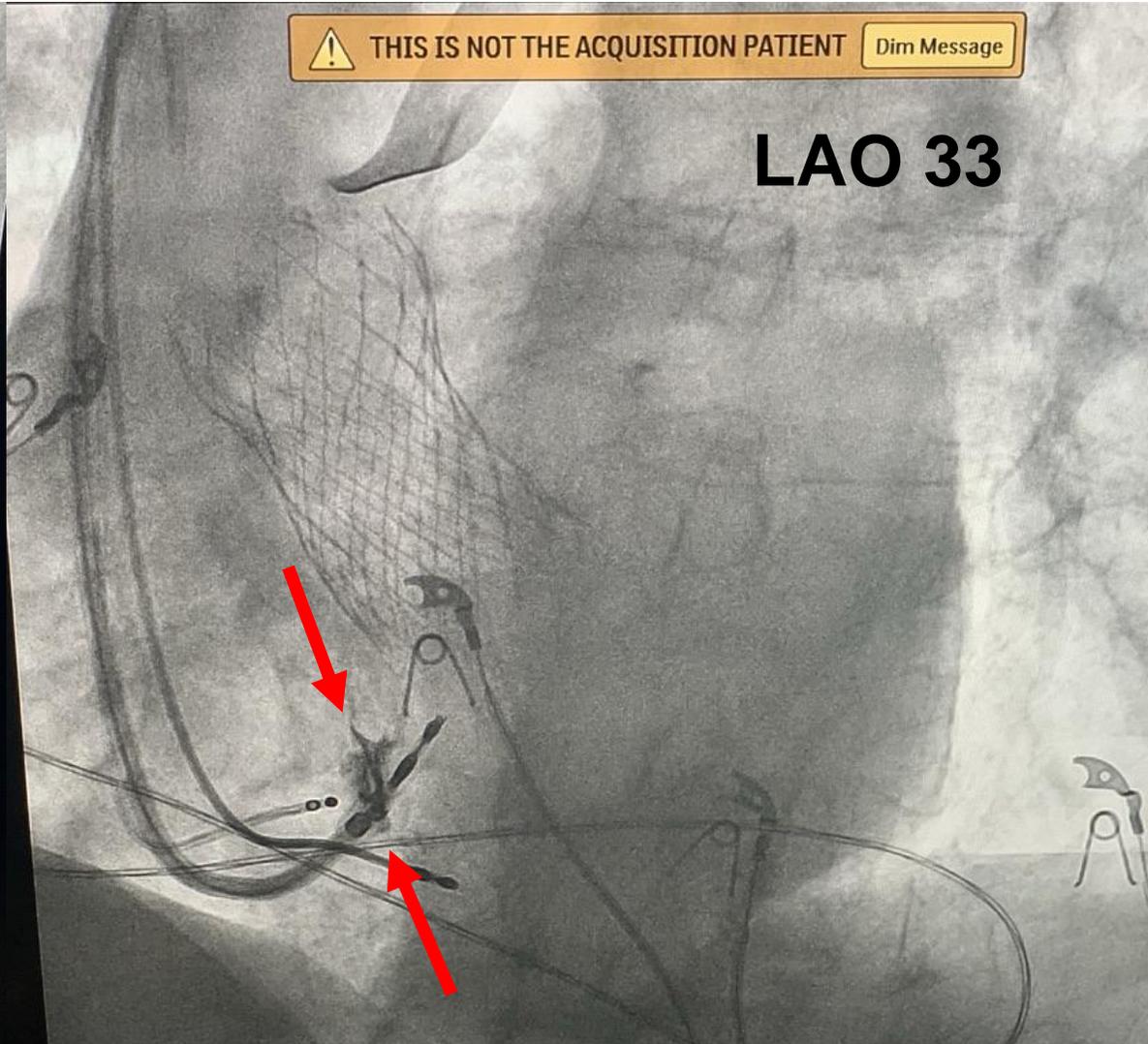
⚠ THIS IS NOT THE ACQUISITION PATIENT Dim Message

AP



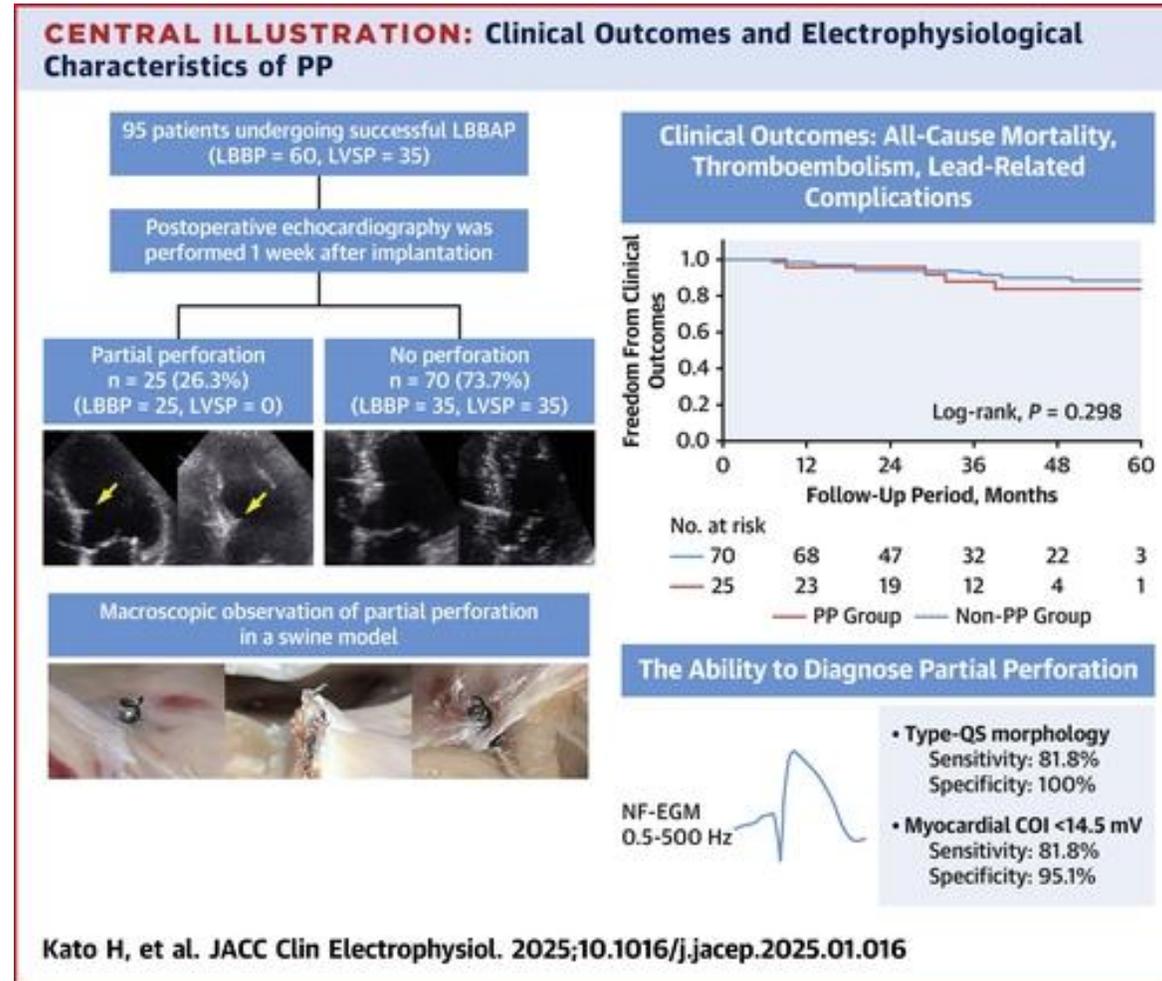
⚠ THIS IS NOT THE ACQUISITION PATIENT Dim Message

LAO 33



# Parciální perforace intraventrikulárního septa

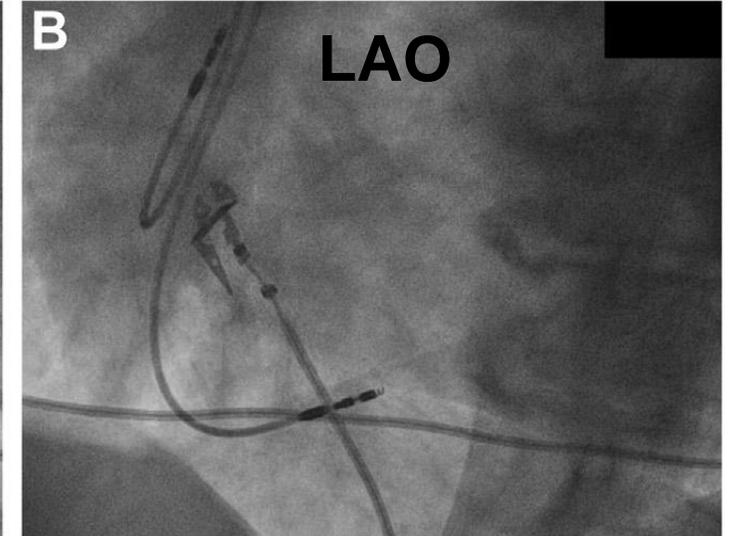
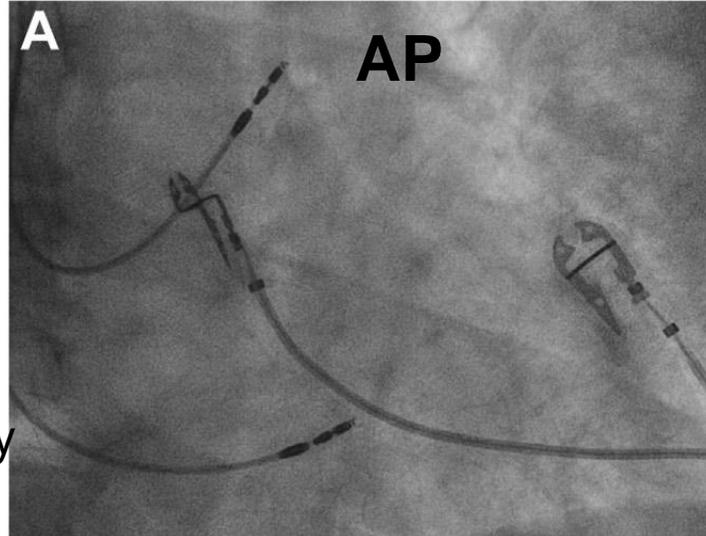
Nezvyšuje riziko selhání stimulace nebo tromboembolismu



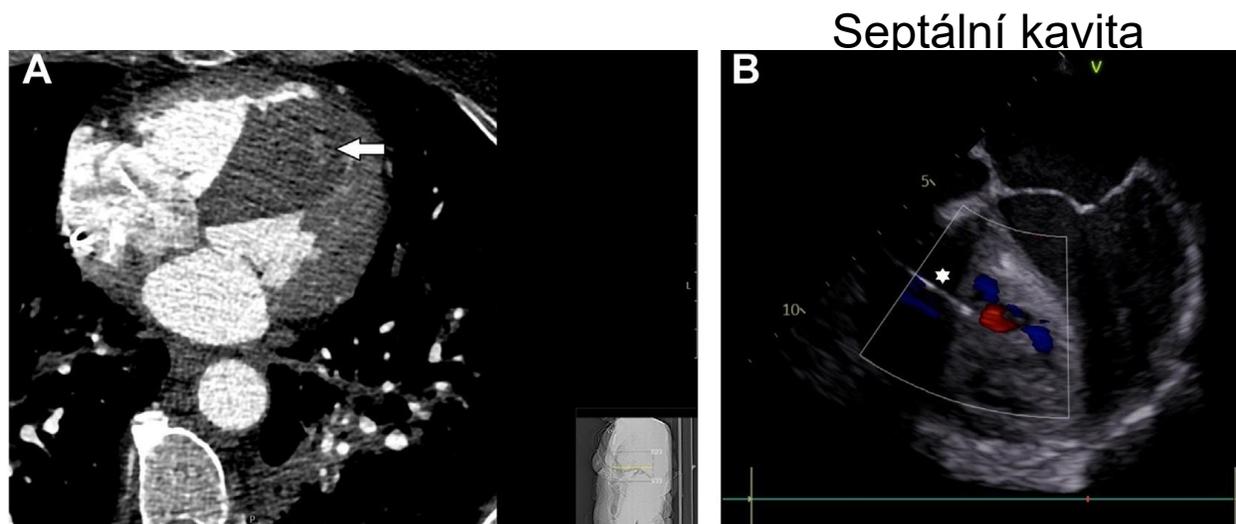
# Vzácná komplikace LBBAP

Septální cévní poškození – interventrikulární septální hematom

- ♀ 62 – let
- Symptomatická AVB III. intermitentní
- LVEF normální
- Plicní sarkoidóza – kortikoterapie
  
- LBBAP: V6RWPT 67ms, QRS 100ms,  
2 x repozice elektrody pro špatné parametry



# Interventrikulární septální hematom



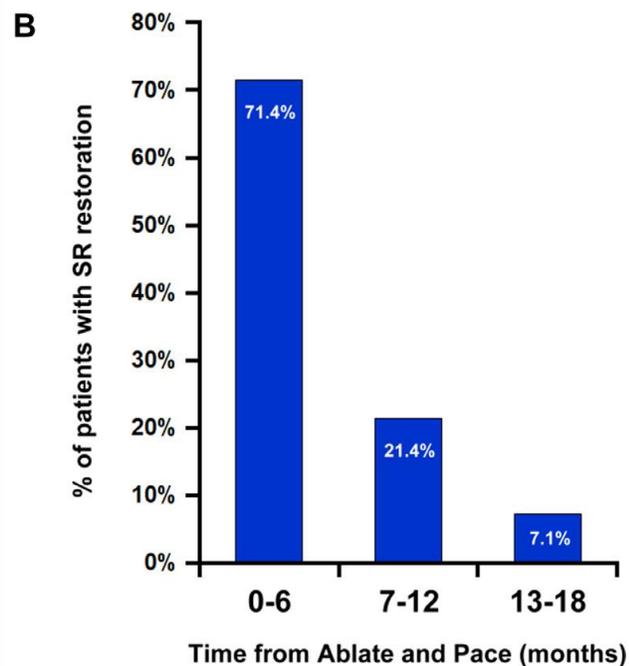
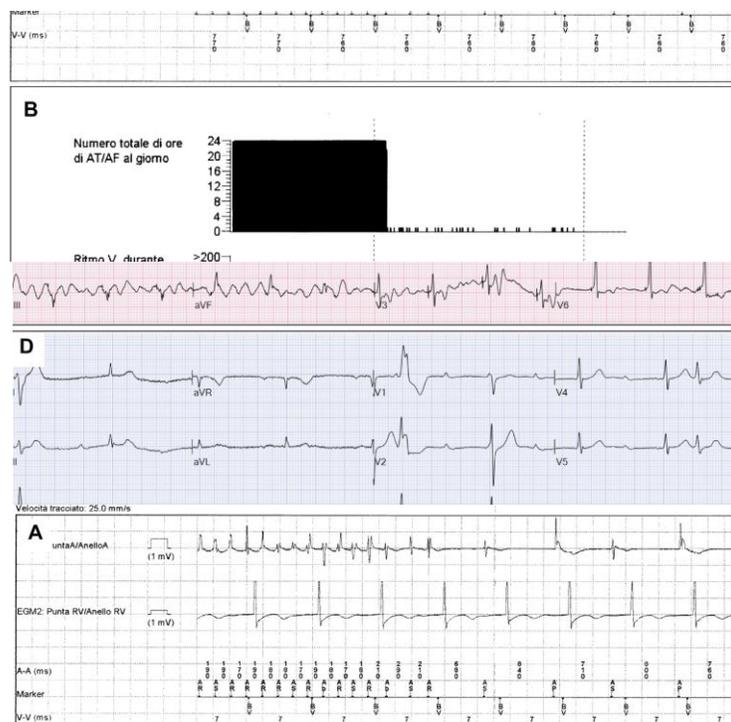
- 41 – dnů UPV
- 24 dnů VA + VV ECMO
- Sériový coiling intraseptální větve RCx
- 19 den další spontánní septální krvácení  
coiling další septální větve RCx



- Kompletní resoluce septální kavity
- Optimální stimulační parametry bez  
nutnosti revize stimulačního systému

# Spontánní obnovení sinusového rytmu po neselektivní ablaci AV junkce a CSP

107 konsekutivních pacientů podstoupili strategii – Pace & Ablate + CSP  
14 (13%) obnovilo sinusový rytmus po neselektivní ablaci AVJ



## Prediktory obnovení SR:

- AF < 12M
- LaVi < 49 ml/m<sup>2</sup>
- Absence CKD

Zvážit implantaci A elektrody ?!

Proč by měla být fyziologická  
kardiostimulace preferována před  
konvenční stimulací když zatím není  
EBM?

Prokázat elektrickou a mechanickou superioritu fyziologické stimulace nad konvenční...

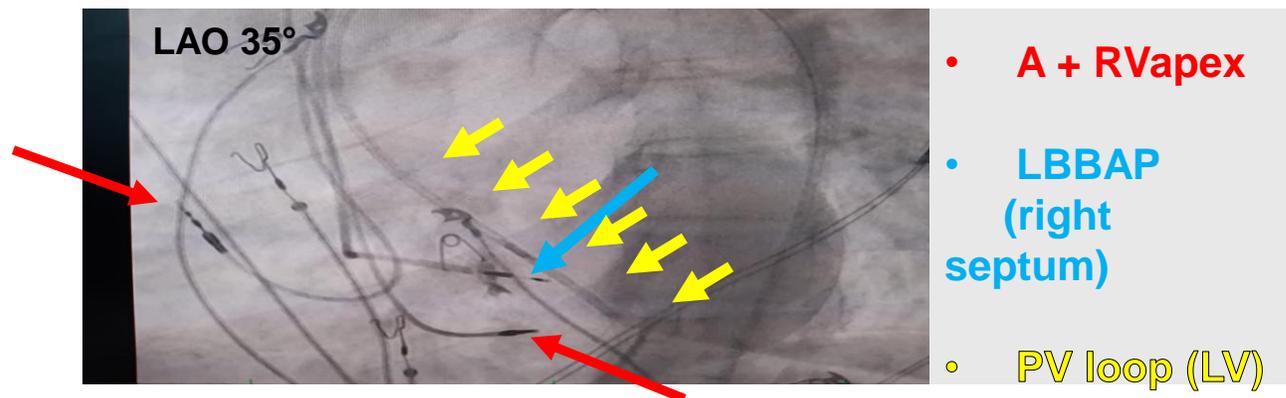
# Fyziologická stimulace je lepší než konvenční kardiostimulace

- 15 Pts s AVB, LVEF > 55% – indikovaní k DDD stimulaci v NNH (2022 – 2024)
- **sinusový rytmus / RVA / LBBAP**
- **elektrická synchronizace srdečního stahu – UHF-ECG (VDI monitor)**
- **mechanická synchronizace srdečního stahu – P/V změny z LK – impedanční měření (Inca® – CD Leycom)**

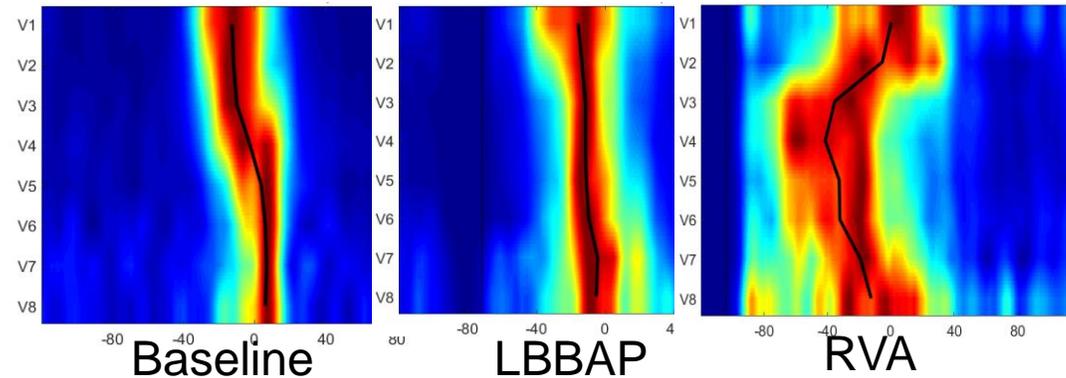
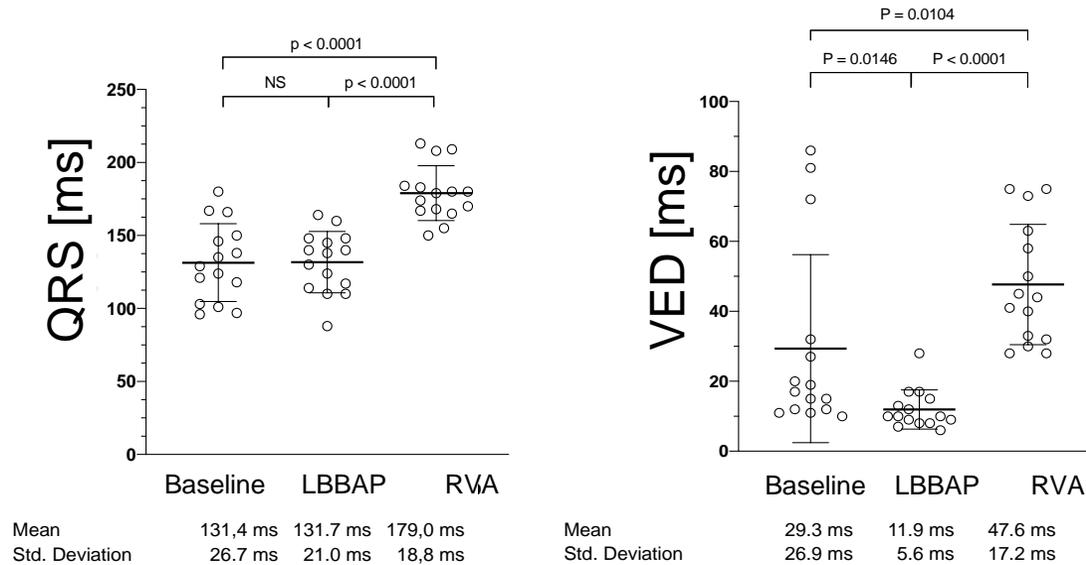
VDI monitor (UHG-ECG)



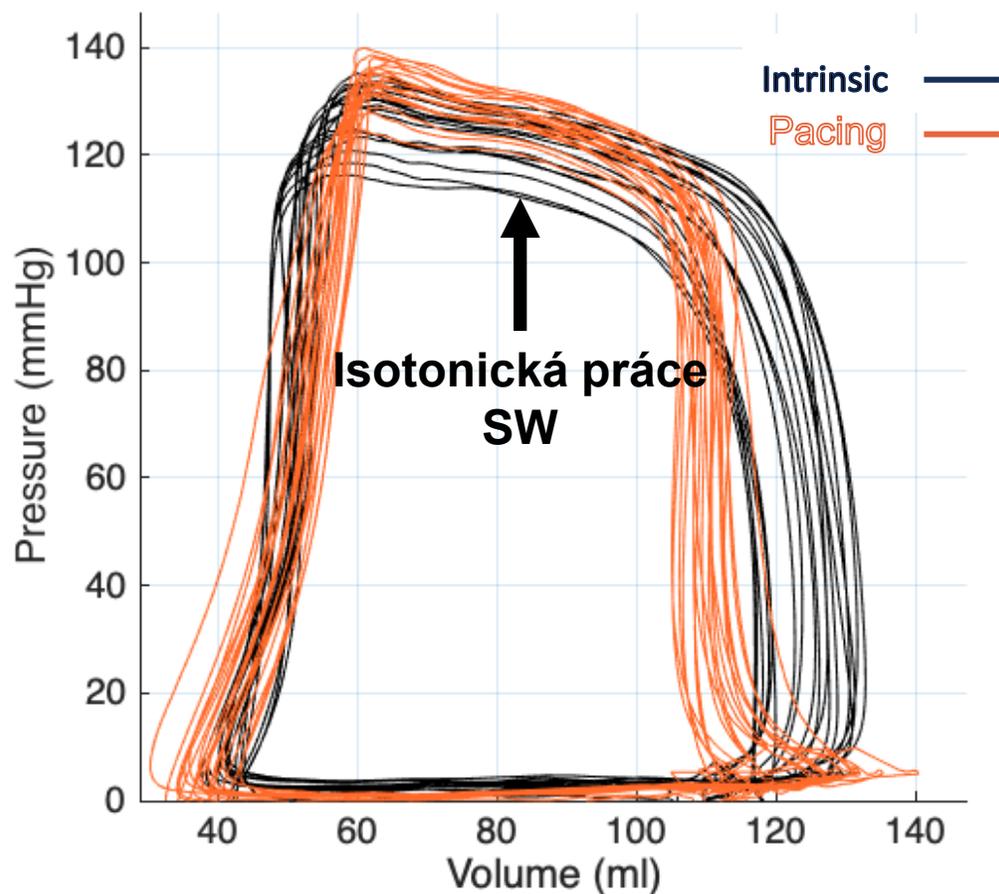
P/V změny v LK měřené impedančním katetrem



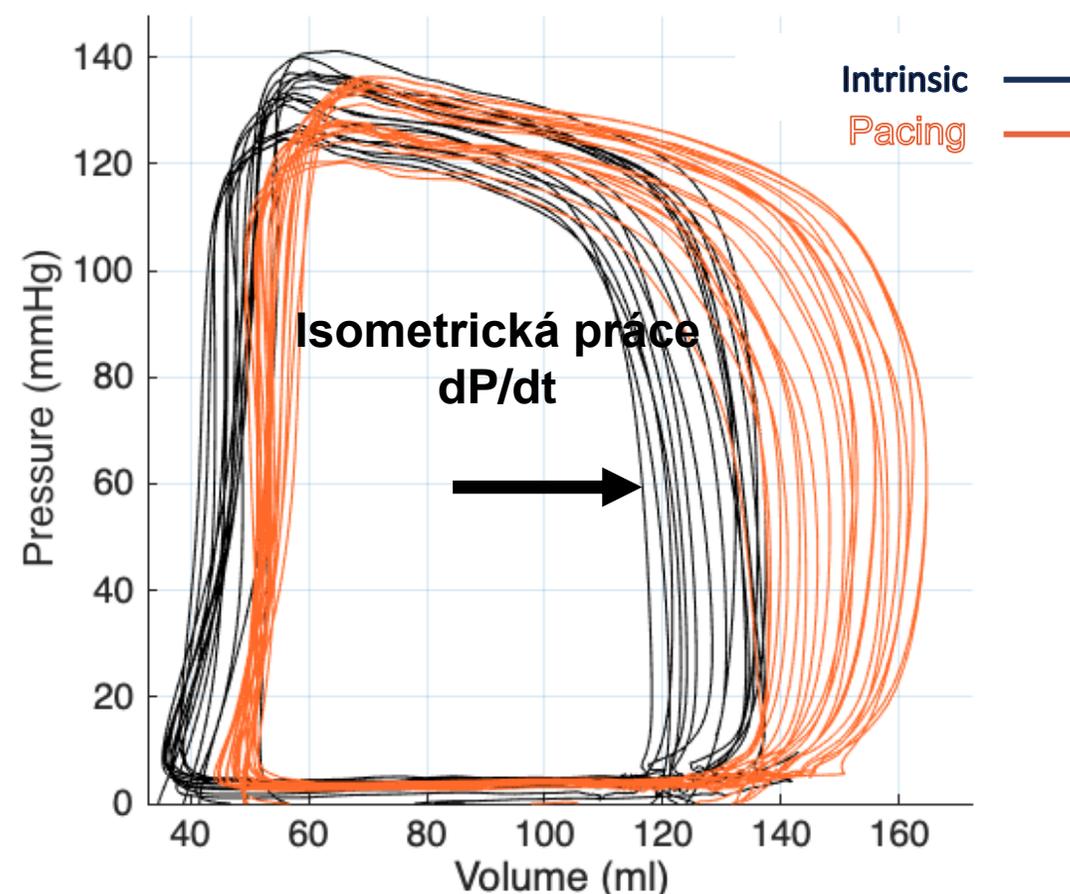
# Fyziologická stimulace neindukuje elektrickou dyssynchronii vs. RFA



# Mechanické změny LK při fyziologické vs konvenční stimulaci



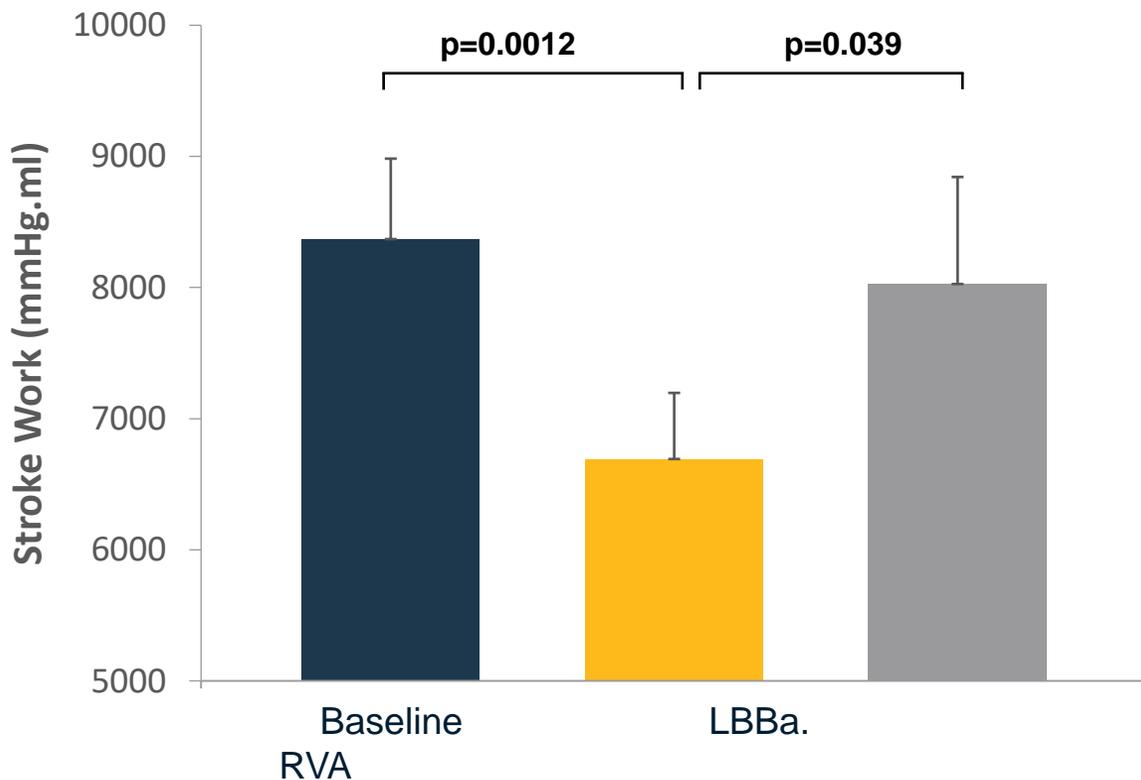
Fyziologická aktivace vs. LBBA stimulace



Fyziologická aktivace vs. RVA stimulace

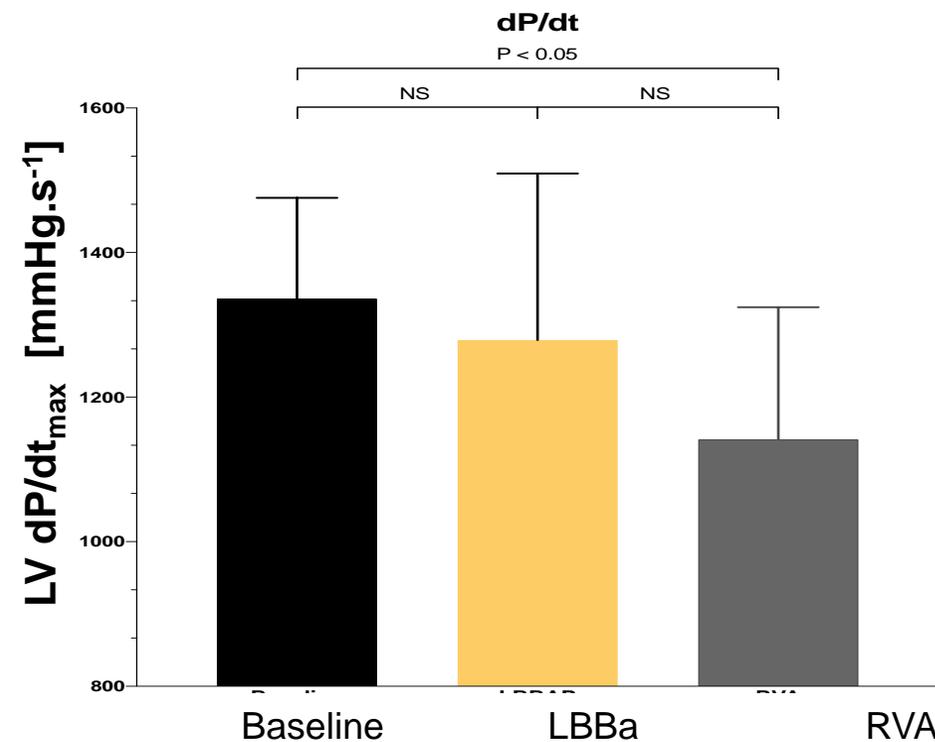
# Mechanické změny LK při fyziologické vs. konvenční stimulaci

Isotonická práce LK



Energeticky výhodnější srdeční práce při LBBp vs. RVA

Isometrická práce LK



RVA – větší interventrikulární dyssynchronie vs. baseline

# Fyziologická stimulace se zdá být výhodnější...

## Clinical Outcomes of His Bundle Pacing Compared to Right Ventricular Pacing

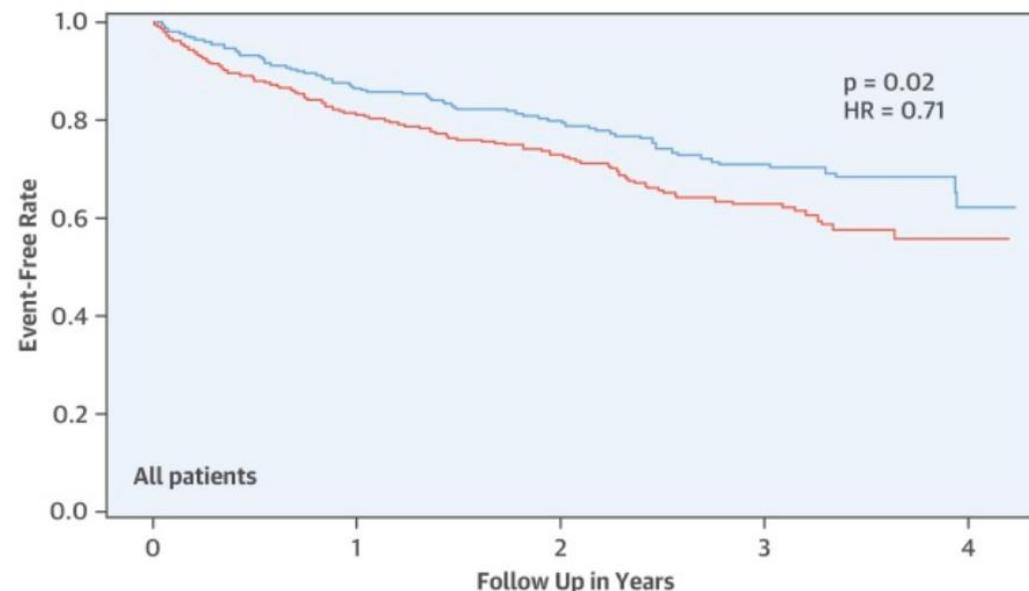
Mohamed Abdelrahman MD <sup>a</sup>, Faiz A. Subzposh MD <sup>a</sup>, Dominik Beer DO <sup>b</sup>, Brendan Durr DO <sup>b</sup>, Angela Naperkowski RN, CEPS, CCDS <sup>a</sup>, Haiyan Sun MS <sup>c</sup>, Jess W. Oren MD <sup>b</sup>, Gopi Dandamudi MD <sup>d</sup>, Pugazhendhi Vijayaraman MD <sup>a</sup>  

J Am Coll Cardiol, 2018

- Prospektivní, nerandomizovaná
- 2013-2016
- 332 HBP x 433 RVP
- úspěšnost zavedení HBP: 92%
- **Kombinovaný endpoint:**
  - Mortalita
  - Hospitalizace pro SS
  - Upgrade na CRT

## HBP vs. RVA

Primary Outcome  
(Death, Heart Failure Hospitalization, or Upgrade to Biventricular Pacing)



No. at risk

HBP	332	266	168	98	15
RVP	433	338	191	92	12

— His bundle pacing (HBP) — Right ventricular pacing (RVP)

## vyhovuje nám standardní biventrikulární stimulace ?

- *90-95% úspěšnost v zavedení CS epikardiální levokomorové elektrody **ALE !!! to neznamená úspěšnou CRT** přes technická zlepšení v zaváděcí technice – selhání LK stimulace epi ~ 7%)<sup>1</sup>*
- *Limitace: CS anatomie (malý profil koronárního žilního systému, vinutí, stenózy, chlopně, atypická anatomie....)*
- *Limitace: výskyt komplikací levokomorových elektrod*
  - CS disekce ( 1.3%)<sup>1</sup> perforace koronárních žil (1.3%)<sup>1</sup>
  - Vysoký stimulační práh (akutní a chronický)
  - Stimulace n.phrenicus (časný a dlouhodobý výskyt v závislosti na poloze)
  - Dislokace LK elektrody (časný a dlouhodobý ) 5.7%<sup>1</sup>
  - Epikardiální LK - non respondeři k CRT
  - RTG dlouhotrvající skiaskopie –vysoké radiační dávky(pacient&perzonál)
  - Hospitalizační mortalita (0.3%)<sup>1</sup>, 30- denní mortaita (0.7%)<sup>1</sup>
- **Aktivace boční stěny LK není fyziologická !!!**





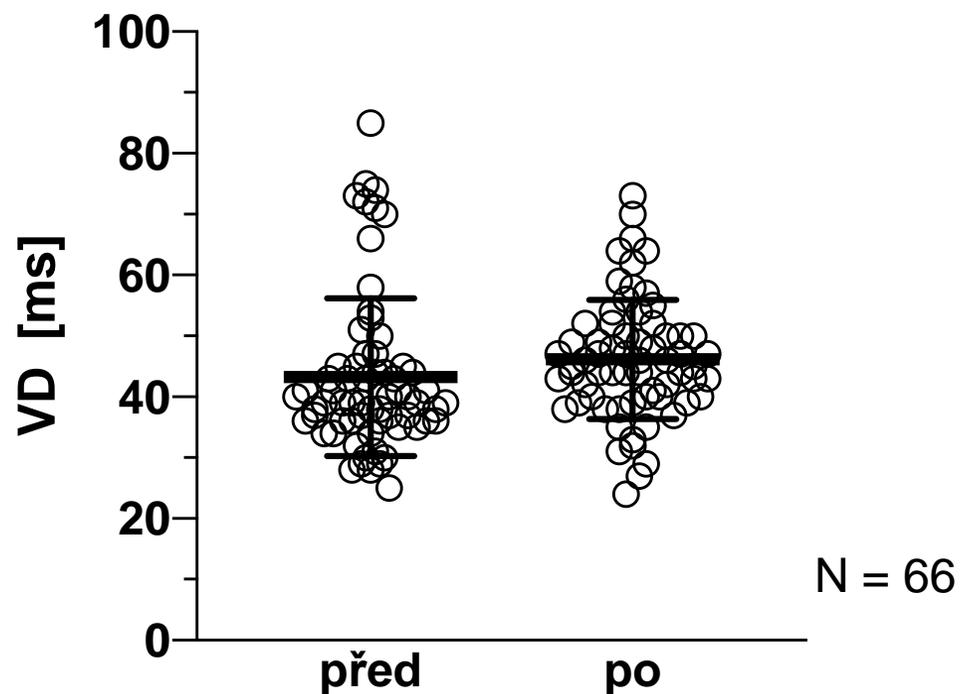


# Trvání depolarizace pod elektrodami EKG

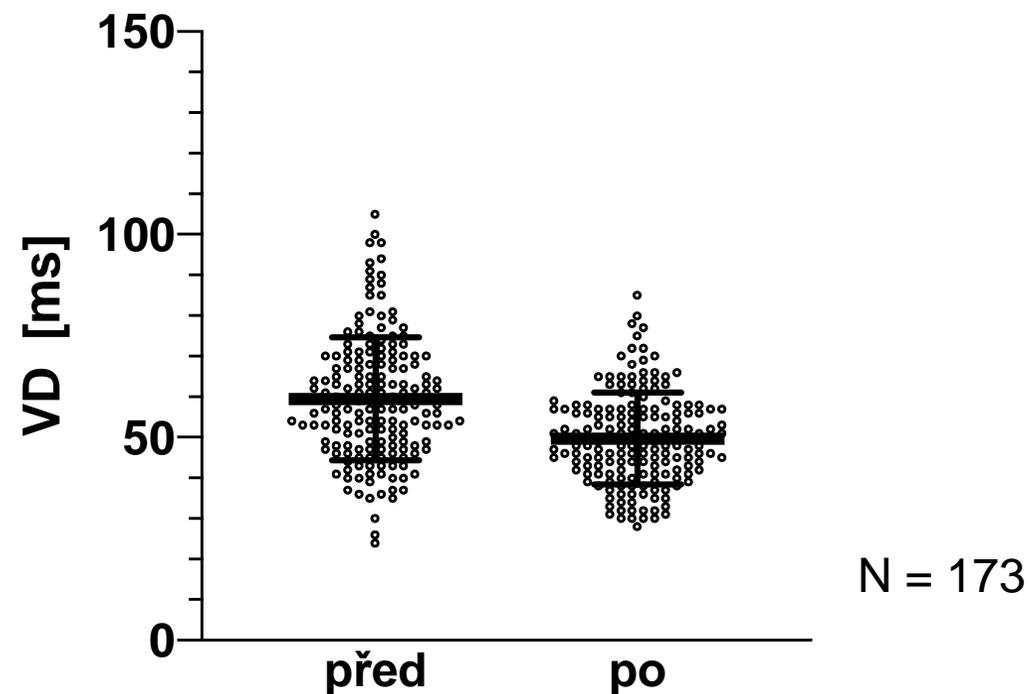
## Vd parametr (UHF-ECG)

KS

CRT-D



$43,2 \pm 12,98$  vs.  $46,2 \pm 9,77$ ;  $p = \text{NS}$



$59,5 \pm 15,16$  ms vs.  $49,8 \pm 11,28$  ms;  $p < 0.0001$

# Vývoj leadless kardiostimulace

Prosinec 2012, NNH

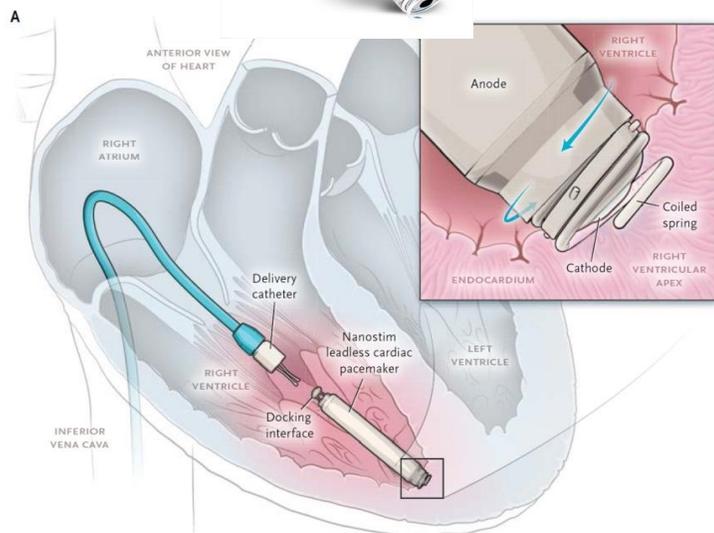
ORIGINAL ARTICLE

## Percutaneous Implantation of an Entirely Intracardiac Leadless Pacemaker

Vivek Y. Reddy, M.D.,  
Rahul Doshi, M.D.,  
Paul A. Friedman,  
Imran Niazi, M.D.,  
James Porterfield, M.D.,  
for the



Daniel J. Cantillon, M.D.,  
F. Tomassoni, M.D.,  
John Ip, M.D.,  
Rajesh Banker, M.D.,  
Srinivas R. Dukkipati, M.D.,  
Investigators\*



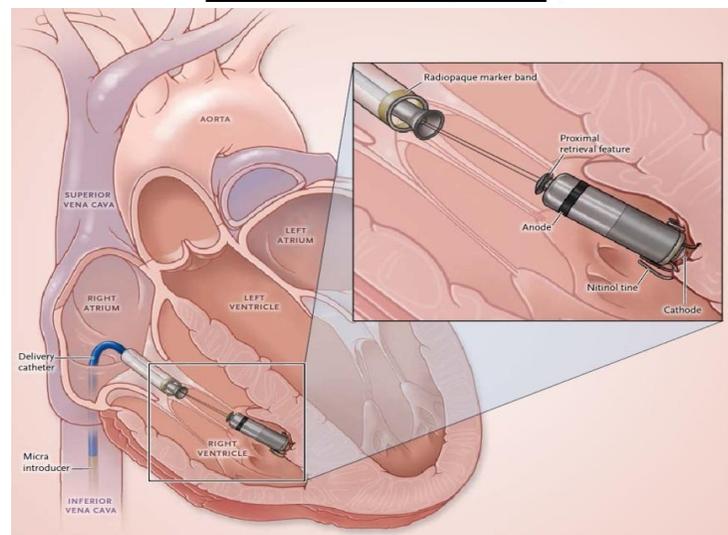
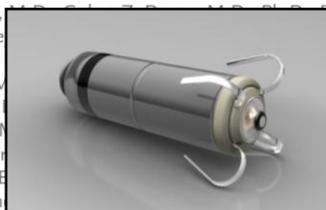
Reddy VY et al: NEJM 2015, Sept 17, 373: 1127.

Prosinec 2013, NNH

ORIGINAL ARTICLE

## A Leadless Intracardiac Transcatheter Pacing System

Dwight Reynolds, M.D.,  
Kyoko Soejima, M.D.,  
Calambur, M.D.,  
Josep Brugada, M.D.,  
Venkata Sagi, M.D.,  
Reinoud E. Knops, M.D.,  
Matthew A. Bernick, M.D.,  
Eric R. Williams, M.D.,  
for the



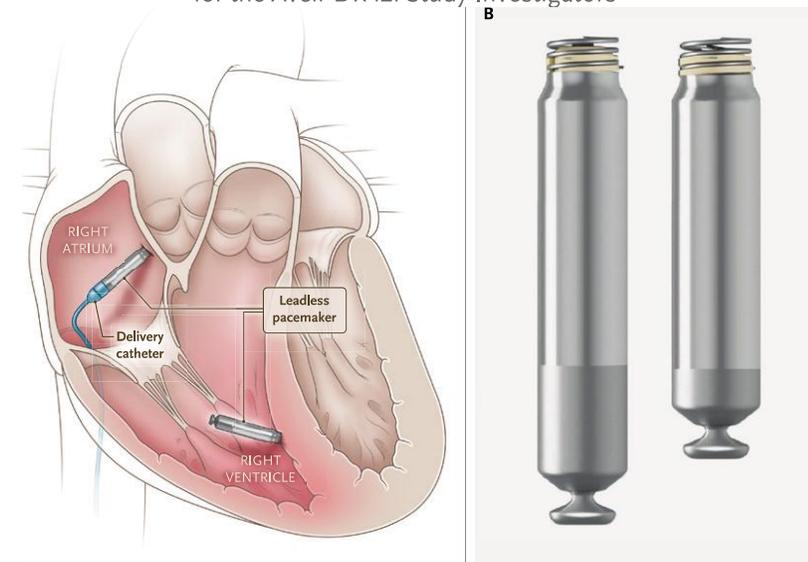
Reynolds D et al: NEJM 2016, Feb 11 : 535.

Únor 2022, NNH

ORIGINAL ARTICLE

## A Dual-Chamber Leadless Pacemaker

Reinoud E. Knops, M.D., Ph.D., Vivek Y. Reddy, M.D., James E. Ip, M.D.,  
Rahul Doshi, M.D., Derek V. Exner, M.D., M.P.H., Pascal Defaye, M.D.,  
Robert Canby, M.D., Maria Grazia Bongiorni, M.D., Morio Shoda, M.D.,  
Gerhard Hindricks, M.D., Petr Neuzil, M.D., Mayer Rashtian, M.D.,  
Karel T.N. Breeman, M.D., Jordan R. Nevo, M.S., Leonard Ganz, M.D.,  
Chris Hubbard, M.B.A., and Daniel J. Cantillon, M.D.,  
for the Aveir DR i2i Study Investigators\*



Knops RE et al: NEJM 2023, June 22 : 385: 25.

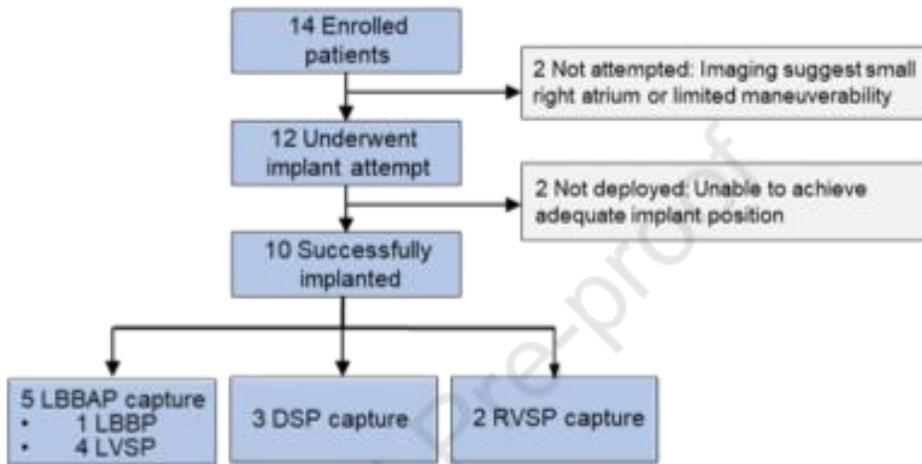
# Leadless fyziologická stimulace



- First – in – Human
- **Akutní studie proveditelnosti:** tether mode  
**bezpečnost + stimulační parametry**
- jugulární přístup vpravo, ICE periprocedurálně,  
CT + TTE před výkonem
- Následná explantace s implantací konvenčního Abbott – Aveir VR
- Nemocnice na Homolce, srpen – prosinec 2024

# Leadless fyziologická stimulace

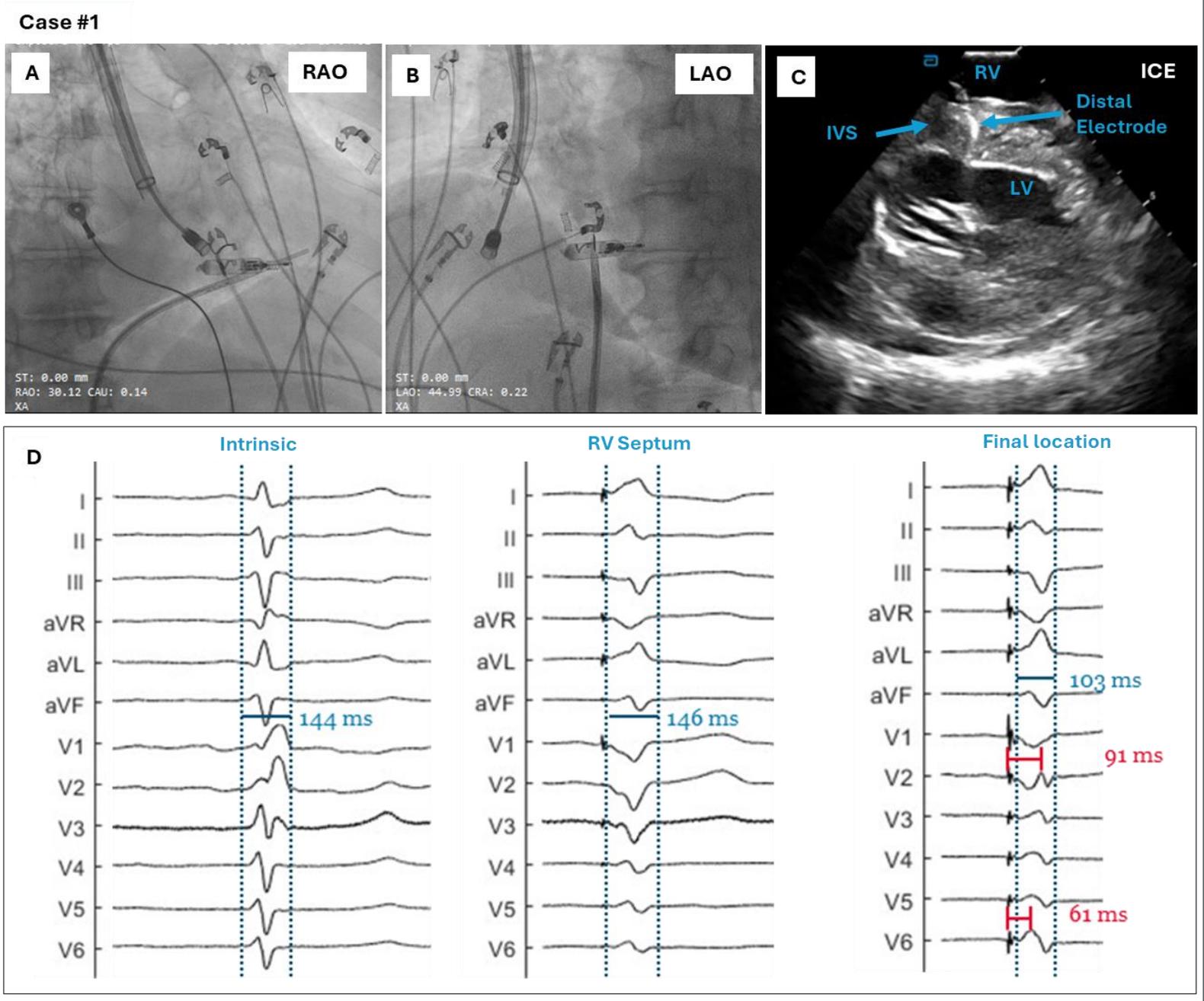
First-in-man



Pt #	Intrinsic QRS duration (ms)	RV septum		Final location							
		Paced QRS duration (ms)		r' in V1	LVAT - V6 (ms)	V6 - V1 (ms)	Paced QRS duration (ms)		LP <sub>CSP</sub> electrode tip to LV septal wall (mm)	IVS thickness (mm)	Capture Type
		From pacing artifact	From QRS onset				From pacing artifact	From QRS onset			
1	151	172	133	Yes	78	34	160	135	7	18	LVSP
2	101	174	149	Yes	75	54	156	129	5	15	LBBP
3	140	175	138	Yes	99	34	188	137	5	13	LVSP
4	181	191	168	Yes	75	50	173	142	5	15	LVSP
5	93	171	145	No	97	N/A	160	124	12	21	DSP
6	105	156	143	Yes	97	23	158	138	5	13	LVSP
7	121	154	135	No	100	37	145	122	6	11	DSP
8	144	150	146	No*	61	30	133	103	5	17	DSP

## SAE:

- Významná TR při poškození septálního cípu chlopně při implantaci, asymptomatická, konzervativně
- Hematom v místě vpichu VJI I.dx - konzervativně



# Shrnutí

- **Fyziologická stimulace způsobuje komorovou aktivaci porovnatelnou s fyziologickou aktivací při sinusovém rytmu a akutně nevede k elektrické nebo mechanické intraventrikální dyssynchronii**
- **Fyziologická stimulace je efektivní u CRT**
- **Elektrická synchronizace srdečního stahu u CSP koreluje s mechanickou synchronizací srdečního stahu LK**
- **UHF EKG může být užitečné k vyhodnocení elektromechanické dyssynchronie a identifikaci kandidátů pro různé stimulační strategie převodního systému**

# Závěr

**Stimulace převodního systému by měla být indikována u většiny pacientů přicházejících k implantaci endovazálních stimulačních/defibrilačních systémů**

# Závěr - alternativní

- ...šroubovat, šroubovat, šroubovat, šroubovat, šroubovat, šroubovat....
- Každý milimetr od pravého endokardu směrem doleva je dobrý
- Nový úhel pohledu na extrakce leadless stimulace



# Soubor pacientů

	BVP	HBP
n	25	25
věk	72 let	73 let
muži/ženy	19/6	20/5
EFLK [%]	26±7 %	29±8,9 %
iKMP / niKMP	10/15	19/6
NYHA	2,4±0,97	2,2±0,70

Konsekutivní, neselektovaná, nerandomizovaná populace pacientů

Období 7/2019 – 5/2020

FU = 4-6 M

Beze změny farmakoterapie CHSS ve sledovaném období

Hodnotili jsme: vývoj EFLK, šíři QRS, QoL – KCCQ (Kansas City Cardiomyopathy Questionnaire)

Zaslepený sběr a vyhodnocení parametrů

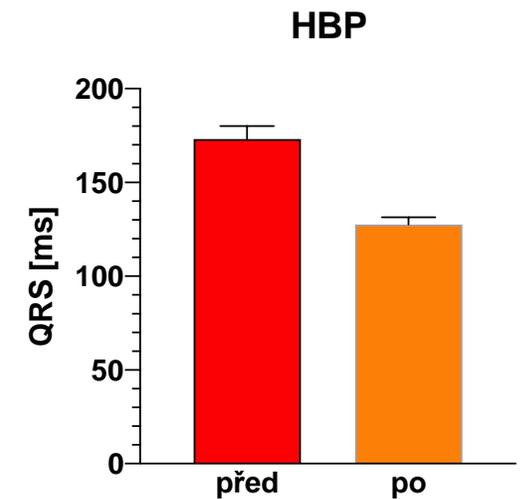
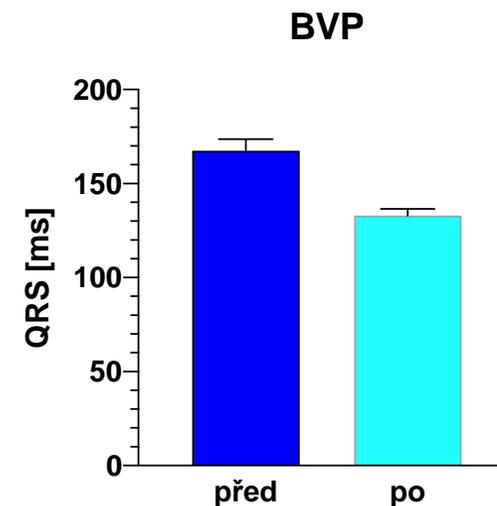
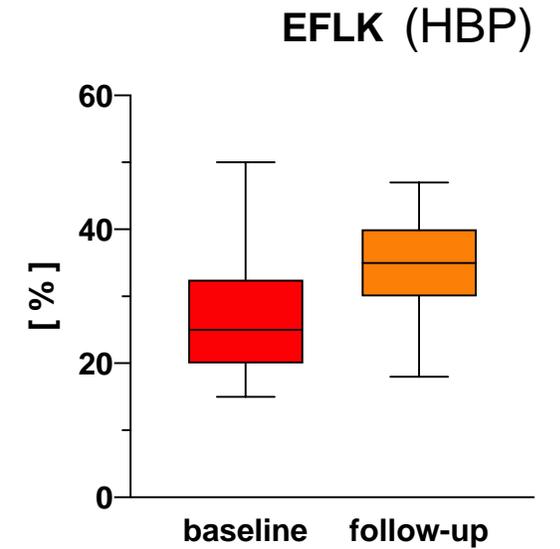
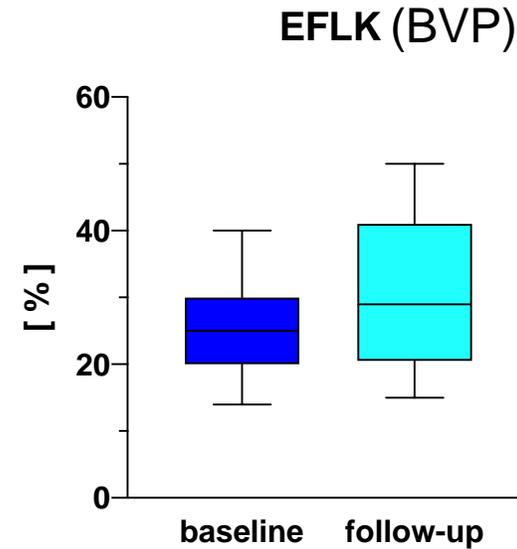
# Výsledky

## 1) EFLK

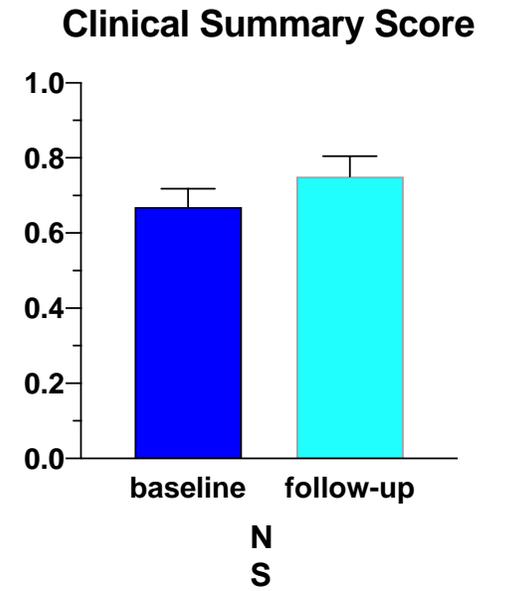
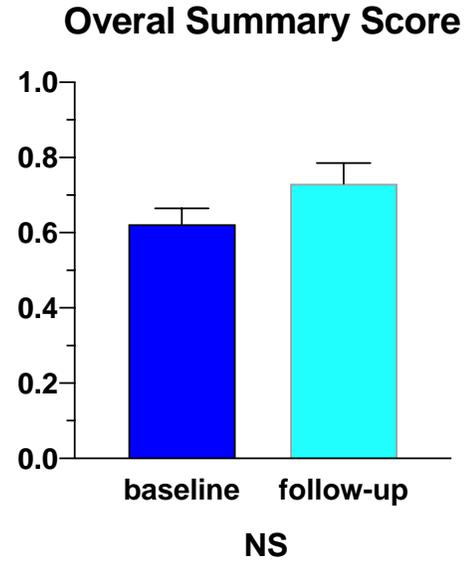
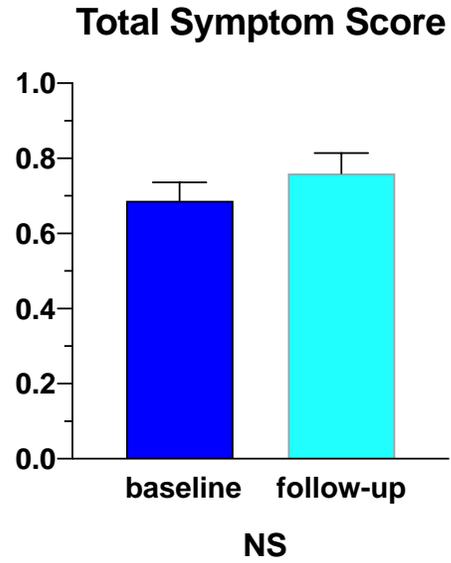
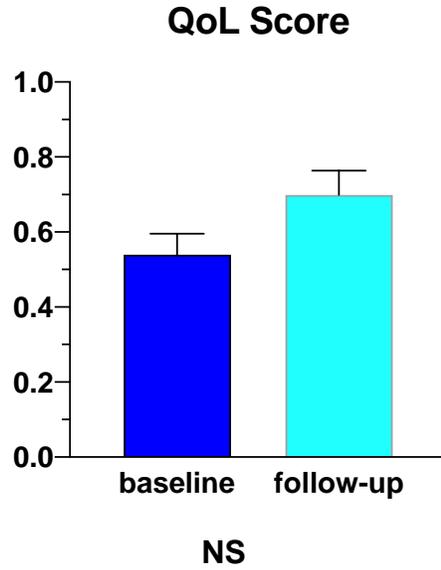
- skupina BVP - zlepšení EFLK z  $26 \pm 7$  % na  $30 \pm 11$  % ( $p = 0,39$ )
- skupina HBP - zlepšení EFLK z  $29 \pm 8,9$  % na  $34 \pm 8,6$  % ( $p < 0,05$ )

## 2) QRS

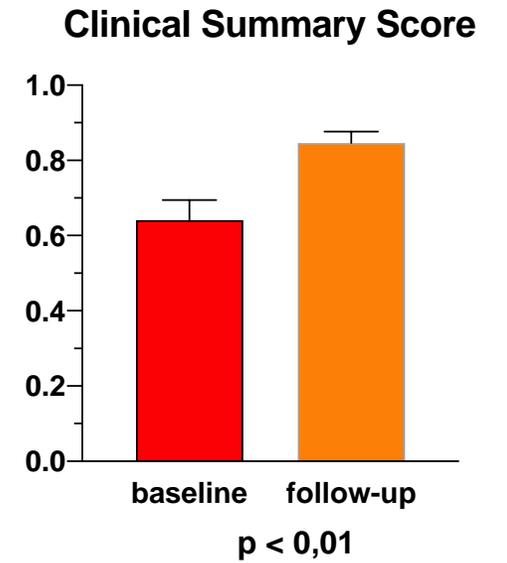
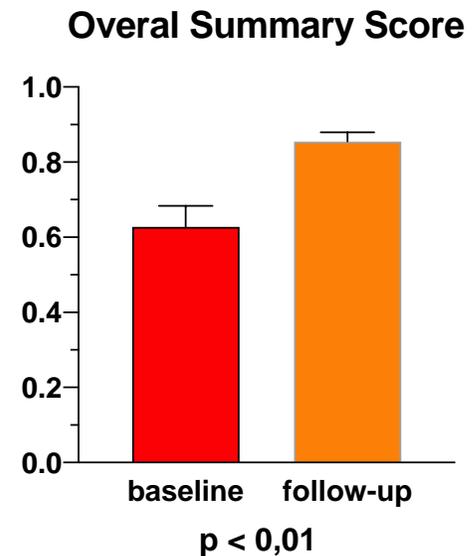
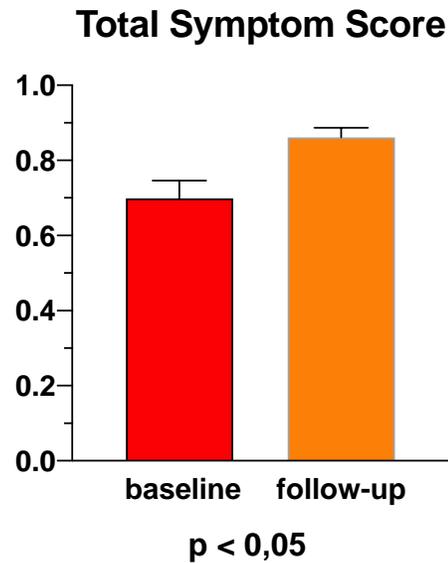
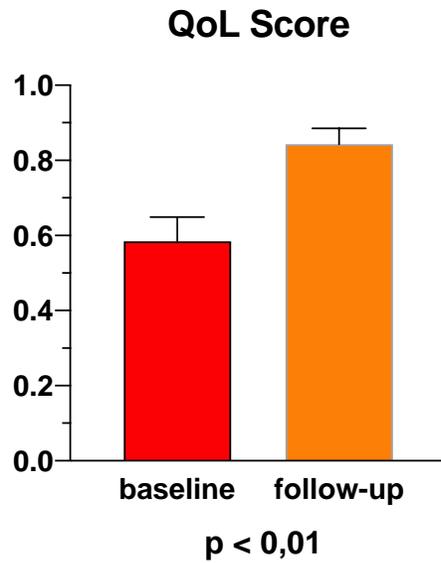
- Skupina BVP - po implantaci zúžení QRS z  $168 \pm 29,4$  ms na  $133 \pm 17,0$  ms ( $p < 0,0001$ )
- skupina HBP – po implantaci zúžení QRS ze  $173 \pm 34,6$  ms na  $128 \pm 19,9$  ms ( $p < 0,0001$ )



# BVP



# HBP



# Fyziologická stimulace v NNH

	Fyziologická stimulace v NNH: 2020 - 2024
Σ	<b>714</b>
Věk	71 (21 – 96) let
Muži	534 (74,8 %)
KS / CRT-P / CRT-D	261 (36,6 %) / 23 (3,2 %) / 430 (60,2 %)
sHBP / nsHBP / sLBBP / nsLBBP / LVSP / DSP / N/A	17 (2,4 %) / 32 (4,5 %) / <b>106 (14,8 %) / 324 (45,4 %) / 203 (28,4 %) /</b> 7 (1 %) / 25 (3,5 %)
LVEF [%]	KS + CRT-P....58 CRT-D .....31
QRS [ms]	KS: 123 vs. 110 CRT-P: 167 vs. 128 CRT-D: 166 vs. 132
VD [ms]	KS + CRT-P: <b>43,2 ± 12,98</b> vs. <b>46,2 ± 9,77</b> CRT-P: <b>59,5 ± 15,16</b> vs. <b>49,8 ± 11,28</b>