

# Multimodalitní přístup při zobrazování vrozených srdečních vad v dospělosti

Žáková D. ,  
Zatočil T., Ničovský J.,  
Pokorná O., Malík P.  
Ondrášek J., Černý J.,  
Němec P.



Centrum kardiovaskulární  
a transplantační chirurgie Brno



Centrum komplexní péče o VSV v  
dospělosti Brno

**ECHO dny 20.9.-21.9.2019**  
**Olomouc**

# Specifika populace pacientů s VSV v dospělosti

- Narůstající objem nemocných s VSV v dospělosti (cca 30 000 v ČR)
- Heterogenita
  - široké spektrum anatomických substrátů i v rámci jednotlivých VSV
  - diagnóza známá od dětství nebo odhalená až v dospělosti
  - přítomnost reziduálních nálezů po operaci v dětství
- Opakovaná potřeba provádění zobrazovacích metod
- Přidružené získané kardiovaskulární choroby s narůstajícím věkem
- Četné komorbitidy ( hepatopatie, pneumopatie, nefropatie, mentální retardace)

Narůstají požadavky na objem i kvalitu zobrazovacích metod



# Jaké aspekty rozhodují o volbě zobrazovací metody ?

## Pacient

- Základní diagnóza VSV
- Provedené operace či intervence
- Spolupráce pacienta (mentální retardace)
- Kumulativní radiační zátěž
- Gravidita



**CKTCH** |

Centrum kardiovaskulární  
a transplantační chirurgie Brno

# Jaké aspekty rozhodují o volbě zobrazovací metody ?

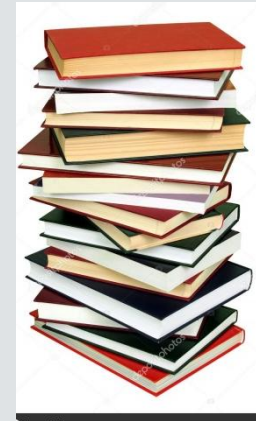
## Pacient

- Základní diagnóza VSV
- Provedené operace či intervence
- Spolupráce pacienta (mentální retardace)
- Kumulativní radiační zátěž ( opakovaná zobrazování)
- Gravidita



## Lékař

- Podrobná znalost anatomie VSV, hemodynamiky, provedené operace či intervence ( pediatriká dokumentace)
- Klinická zkušenost vyšetřujícího s VSV v dospělosti
- Orientace v reziduálních nálezech
- Znalost zobrazovacích metod a jejich přínosu pro pacienta



**CKTCH** |

Centrum kardiovaskulární  
a transplantační chirurgie Brno

# Jaké aspekty rozhodují o volbě zobrazovací metody ?

## Pacient

- Základní diagnóza VSV
- Provedené operace či intervence
- Spolupráce pacienta (mentální retardace)
- Kumulativní radiační zátěž ( opakovaná zobrazování)
- Gravidita



## Lékař

- Podrobná znalost anatomie VSV, hemodynamiky, provedené operace či intervence ( pediatriká dokumentace)
- Klinická zkušenost vyšetřujícího s VSV v dospělosti
- Orientace v reziduálních nálezech
- Znalost zobrazovacích metod a jejich přínosu pro pacienta

## Zobrazovací metoda

- Výhody a limitace
- Zkušenost interpretujícího vyšetřujícího se zobrazováním VSV
- Ekonomické aspekty



**CKTCH** |

Centrum kardiovaskulární  
a transplantační chirurgie Brno

# Proč multimodalitní přístup u VSV ?

- Žádná z metod použitá izolovaně není schopna poskytnout všechny potřebné informace
- Cílem je pomocí syntézy dat ze dvou a více zobrazovacích metod dosáhnout maximální výtěžnosti pro přesnou diagnózu a indikaci operace či intervence
- **Individuální přístup** – výběr zobrazovacích metod šitých na míru konkrétnímu pacientovi s konkrétní diagnózou



# 2018 EACVI



**ESC**

European Society  
of Cardiology

European Heart Journal - Cardiovascular Imaging (2018) **19**, 1077–1098

doi:10.1093/ehjci/jey102

**EACVI POSITION PAPER**

## Imaging the adult with congenital heart disease: a multimodality imaging approach—position paper from the EACVI

**Giovanni Di Salvo<sup>1\*</sup>, Owen Miller<sup>2†</sup>, Sonya Babu Narayan<sup>1†</sup>, Wei Li<sup>1</sup>,  
Werner Budts<sup>3</sup>, Emanuela R. Valsangiacomo Buechel<sup>4</sup>, Alessandra Frigiola<sup>5</sup>,  
Annemien E. van den Bosch<sup>6</sup>, Beatrice Bonello<sup>7</sup>, Luc Mertens<sup>8</sup>, Tarique Hussain<sup>9,10</sup>,  
Victoria Parish<sup>11</sup>, Gilbert Habib<sup>12</sup>, Thor Edvardsen<sup>13</sup>, Tal Geva<sup>14</sup>,  
Helmut Baumgartner<sup>15</sup>, and Michael A. Gatzoulis<sup>1</sup>**

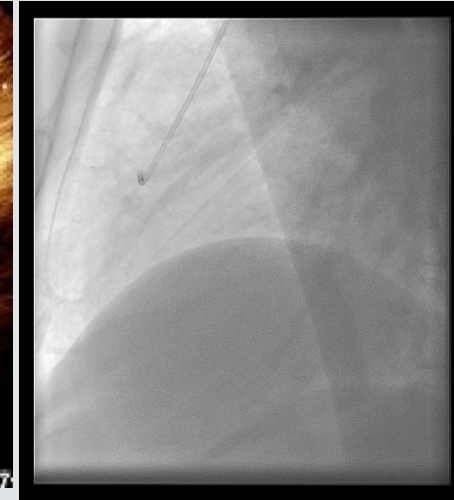


**CKTCH**

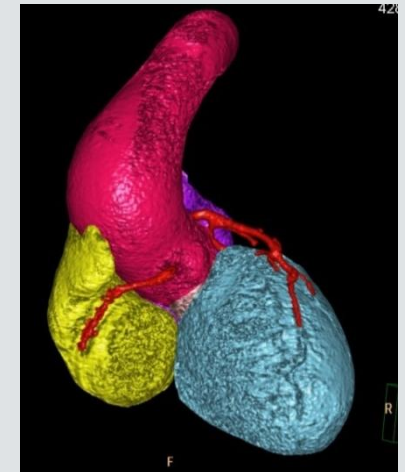
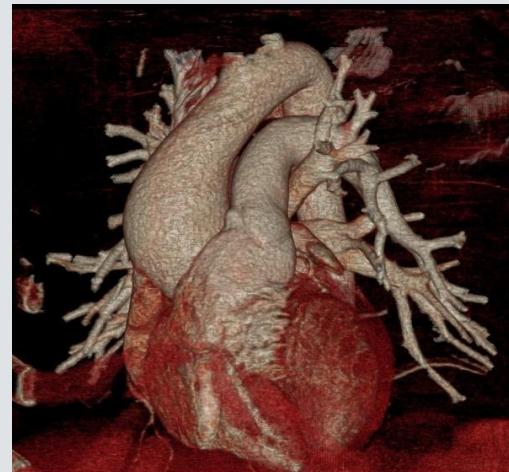
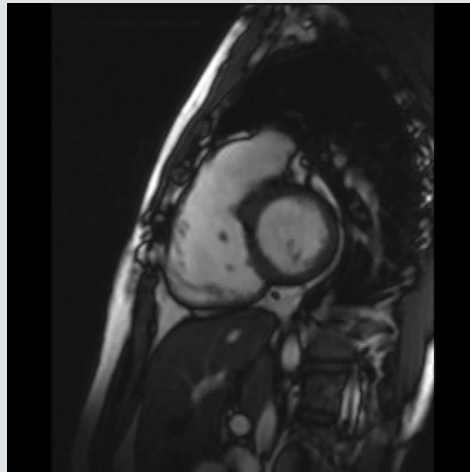
Centrum kardiovaskulární  
a transplantační chirurgie Brno

# Jaké máme k dispozici zobrazovací metody?

- ECHO
- MR
- CT
- Katetrizace, angiografie
- Scintigrafie ( SPECT, VP scan)
- RTG



- Posun od katetrizace k neinvazivním metodám



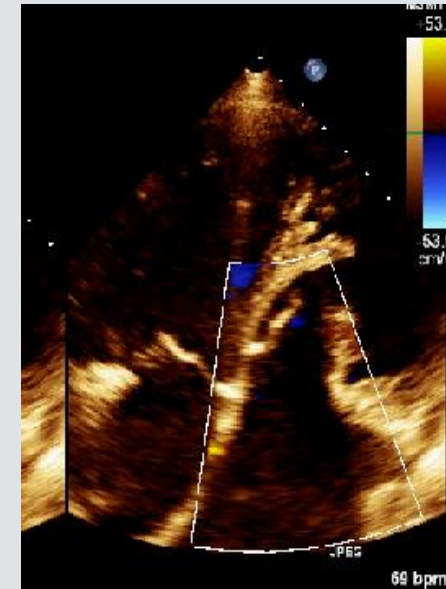
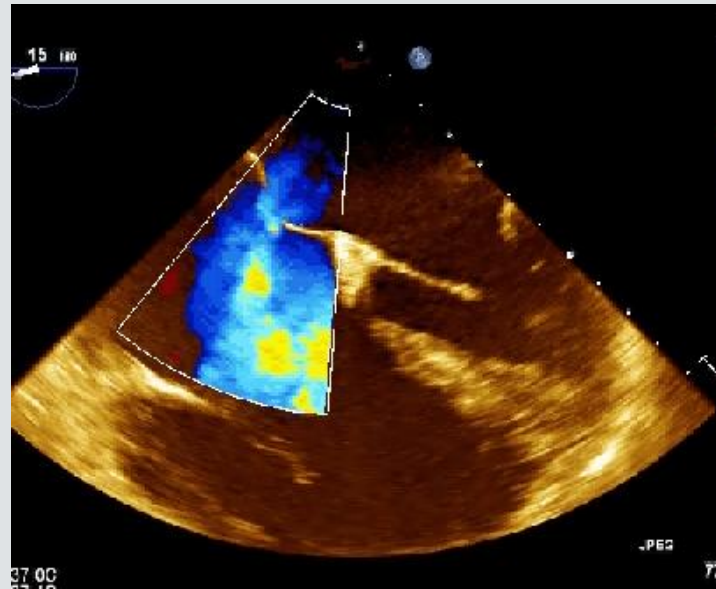


# ECHO

- Metoda první volby
- Posouzení morfologie a hemodynamické významnosti vad, funkce komor
- Specifické protokoly pro zobrazení jednotlivých vad
- TTE, TEE, 3D, kontrastní ( zkratové vady), zátěžové echo
- Využití nových modalit (3D TTE volumetrie , 2D speckle tracking – GLS, intrakardiální echo)



ASD



ccTGA, AV regurgitace

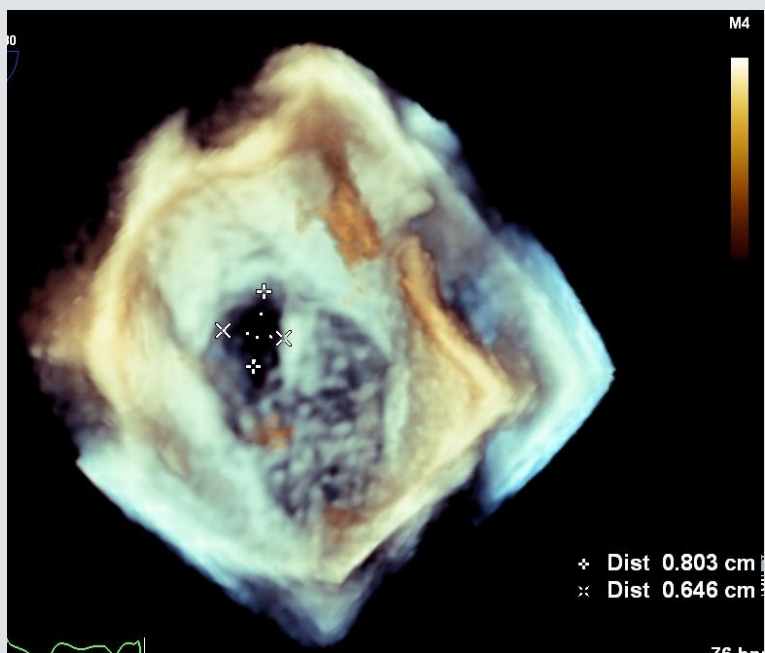


**CKTCH**

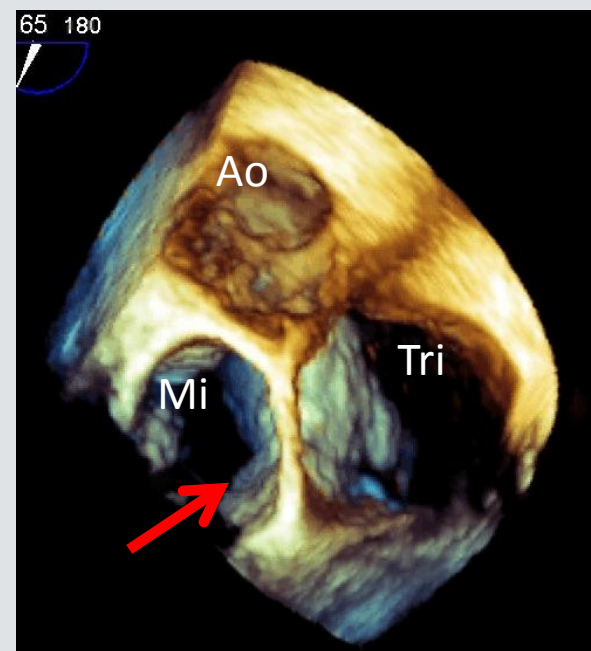
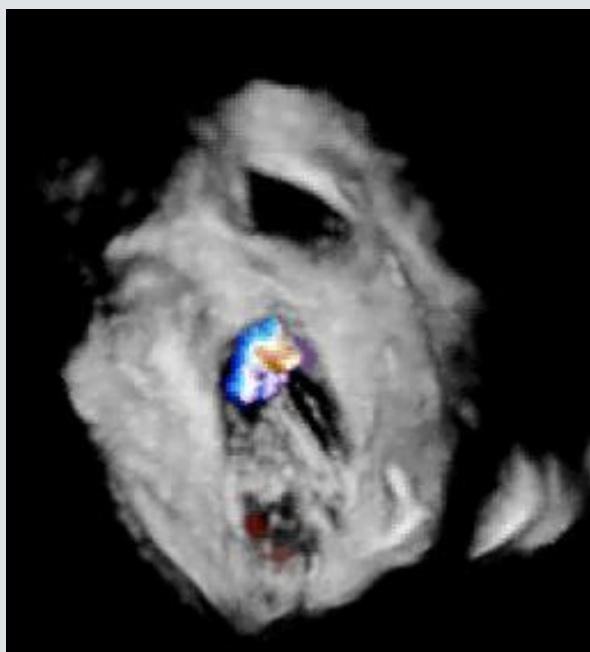
Centrum kardiovaskulární  
a transplantační chirurgie Brno

# TEE, 3D ECHO

- Detailní zobrazení široké škály vad a defektů obzvláště TTE obtížně zobrazitelných (zkraty, drenáž plicních žil, redirekční síňové tunely , konduity TCPC atd.)
- 3D volumetrie a hodnocení EF LK preferovány před 2D volumetrií
- Perioperační monitoring, navigované intervence ( uzávěr ASD, VSD, fenestrace TCPC, leaků tunelů..)
- EACVI/ASE Expert Consensus Document 2017 pro 3D TTE u VSV v dospělosti



ASD



AVSD, cleft p.c. Mi



**CKTCH**

Centrum kardiovaskulární  
a transplantační chirurgie Brno

# ECHO

## Limitace

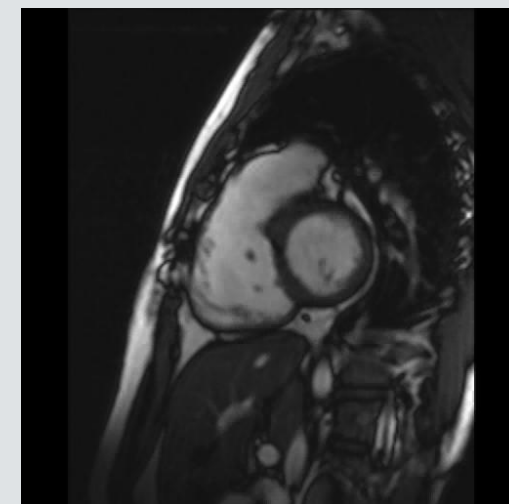


- Omezená transtorakální vyšetřitelnost
  - dextrokardie, deformity hrudníku, stavy po opakovaných operacích ,využití atypických projekcí (subxifoidální, suprasternální, pravá parasternální)
- Interpretace závislá na zkušenostech vyšetřujícího
- Nedokonalé zobrazení extrakardiálních struktur
- Nepřesné hodnocení objemů a funkce PK (podhodnocení oproti MR)
- Omezený přínos některých parametrů v přítomnosti jizvy po KCH výkonu (diastolická funkce E/e' LK, TAPSE)

# Magnetická rezonance (MR)

Metoda druhé volby, klíčová při načasování operací a intervencí

- **Volumů a funkce pravé komory** (subpulmonální - ToF, Ebstein, systémová PK –dTGA po atriálním switchi, ccTGA)
  - **Kvantifikace regurgitací a zkratů – flow analýza** (PuR, regurgitace systémové AV chlopně u dTGA, ccTGA, dysfunkce konduktů, leaky bafflů, kolaterály a zkraty u Fontanů)
  - Morfologie RVOT (aneuryzma, obstrukce)
  - Konduktů RV-PA (anteriorně, obtížně echo zobrazitelné)
  - Aorty (aneuryzma, disekce, CoA)
  - Plicnice a jejich větví
  - Systémových a plicních žil (PAPVC)
  - Fokální fibrózy myokardu (LGE )
  - Difuzní intersticiální fibrózy ( T1 mapování)
- Killner PJ et al. Eur Heart J 2010
- Kvantifikace masы levé a pravé komory, charakteristika tkáně ( tuk, fibróza ...)



Orwat S et al. Eur Heart J – Cardiovasc Imaging 2014



**CKTCH** |

Centrum kardiovaskulární  
a transplantační chirurgie Brno

## Výhody

- Zlatý standard v hodnocení volumů a funkce komor hlavně PK, kvantifikaci regurgitací a zkratů
- Zobrazení extrakardiálních struktur
- Bez radiační zátěže
- Bez omezení špatnou vyšetřitelností
- Lze užít v graviditě (bez KL, mimo 1.trimestr)

4275-07719-Z  
9.1.2019  
11:49:40

Left ventricular - results summary		
	Blood Volume	Normal Values
Ejection fraction	60 %	67 . . . 89 %
Stroke volume	62.4 ml	51.0 . . . 87.0 ml
Cardiac output	4.0 L/min	3.3 . . . 5.6 L/min
ED volume	104.6 ml	69.0 . . . 124.0 ml
ES volume	42.1 ml	10.0 . . . 39.0 ml
ED time	0.0 ms	N/A
ES time	333.0 ms	N/A
Cardiac density	1.05 gr/ml	N/A
ED wall mass	66.9 gr	88.0 . . . 146.0 gr
ED wall + papillary mass	98.1 gr	N/A

Right ventricular - results summary		
	Blood Volume	Normal Values
Ejection fraction	40 %	N/A
Stroke volume	119.2 ml	N/A
Cardiac output	7.6 L/min	N/A
ED volume	297.2 ml	N/A
ES volume	178.0 ml	N/A
ED time	0.0 ms	N/A
ES time	303.0 ms	N/A
Cardiac density	1.05 gr/ml	N/A
ED wall mass	N/A	N/A
ED wall + papillary mass	N/A	N/A

# MR



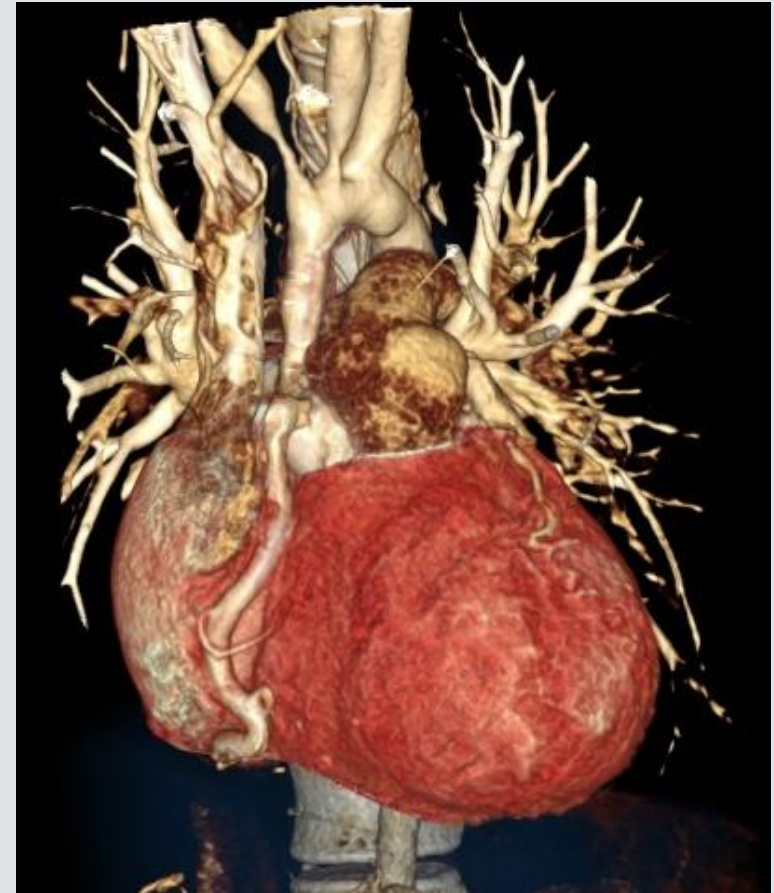
## Limitace

- Kontraindikace u PM, ICD (výjma MR safe)
- Artefakty v přítomnosti metalických implantátů
- Klaustrofobie, hluk magnetického pole
- Delší doba vyšetření, spolupráce pacienta
- Nedokonalé zobrazení tenkých mobilních struktur (vegetace)
- Omezená dostupnost (cena)
- Interpretace specialistou s erudicí v oblasti VSV



## Výhody

- Superiorní oproti MR při zobrazení koronárních tepen, aorto-pulmonálních kolaterál a AV malformací
- Zobrazení celé aorty, plicnice včetně jejich větví a plicních žil (gated)
- Zhodnocení RVOT, RV-PA konduktů vč. kalcifikací
- Kratší expozice oproti MR (vhodné u klaustrofobních pacientů)
- Zobrazení extrakardiální struktur (plíce vč. vaskularity, mediastinum, skelet)
- Lze u MR non-kompatibilních implantátů



# CT



## Limitace

- Ionizující záření, kumulace ( snaha o zkrácení doby akvizice s minimální dávkou záření pod 3mSV)
- Kontrastní látka (nefrotoxicita, alergie)
- Nadhodnocení volumů oproti MR
- Nezobrazí myokardiální fibrózu a jizvy

Examinations using ionizing radiation in adults with congenital heart disease, their effective doses and relative contribution

Examination	Number per patient-year (95% CI)	Effective dose per exam (mSv)	Effective dose per patient-year (mSv)	%
Chest X-ray	0.305 (0.297–0.312)	0.04	0.012	2.7
Computed tomography	0.020 (0.015–0.022)	9.1	0.182	39.3
Angiography	0.021 (0.001–0.163)	9.3	0.195	42
Nuclear scans	0.011 (0.009–0.012)	6.7 <sup>a</sup>	0.074	16
Total dose	–	–	0.463	100

<sup>a</sup> With technetium-99m.

Hoffmann A et al. Int J Cardiol 2007



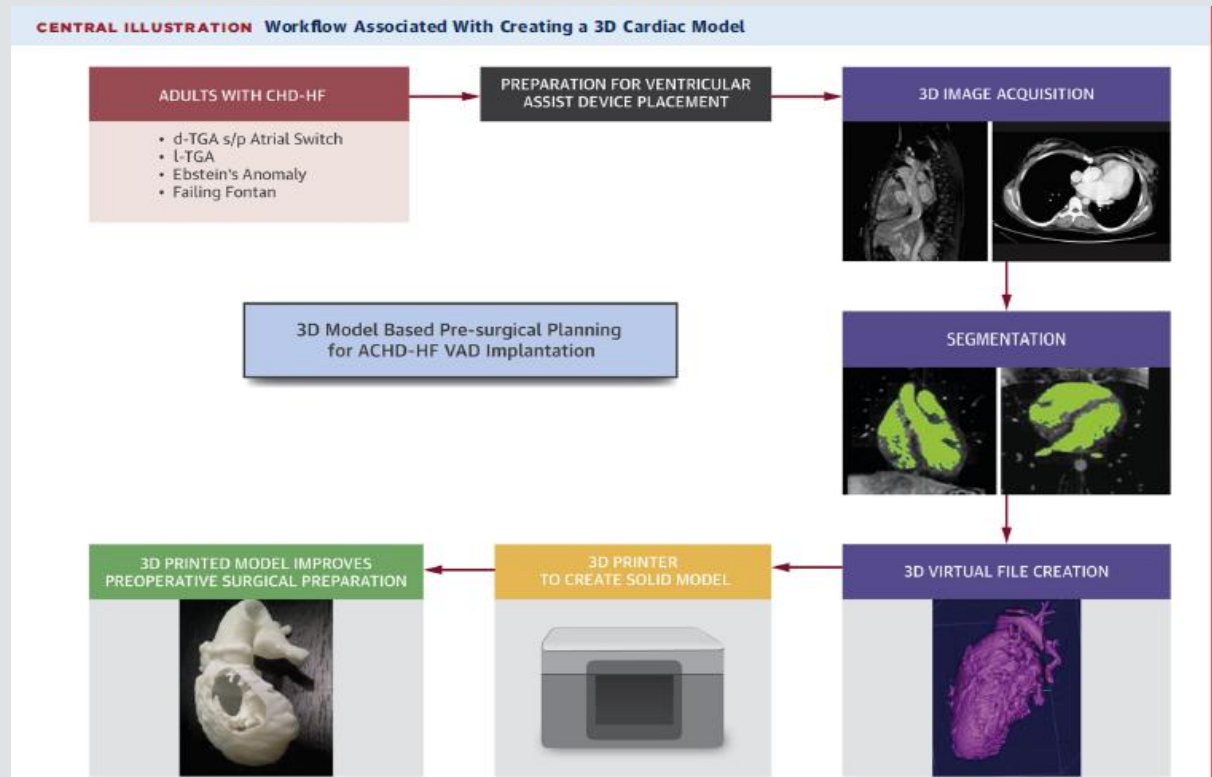
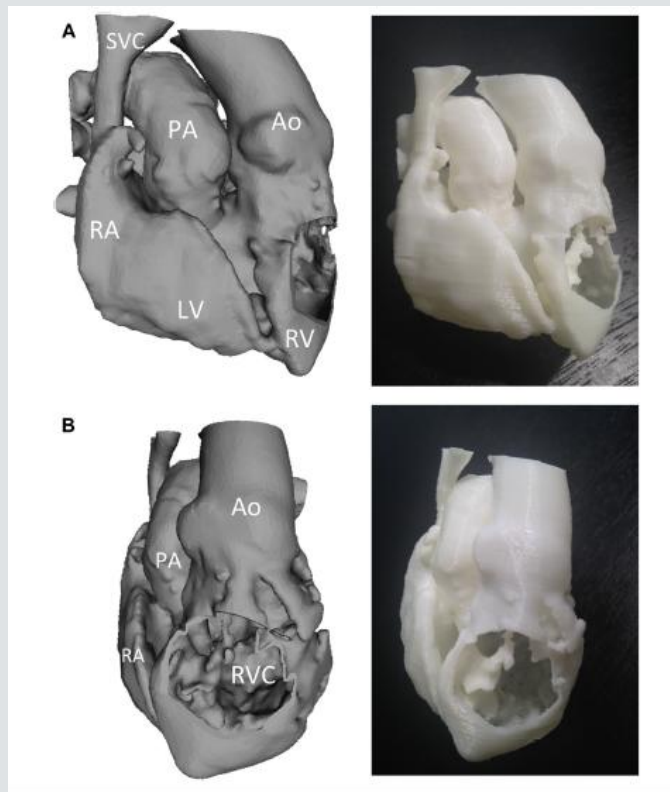
**CKTCH**

Centrum kardiovaskulární  
a transplantační chirurgie Brno



# CT a 3D printing

- Vytvoření 3D modelu repliky srdce pacienta na podkladě 3D CT
- Umožňuje precizní pochopení anatomie komplexních vad před operací (implantace VAD)



ccTGA

Kanwal MF et al. JACC 2016

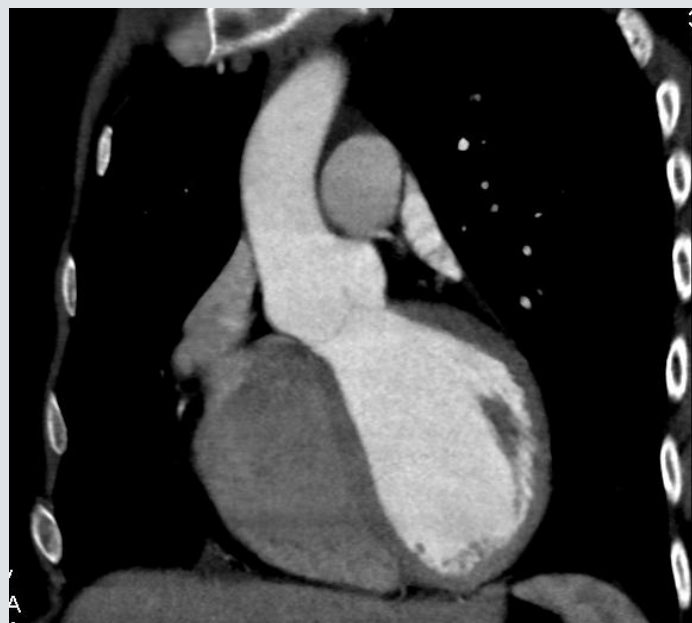
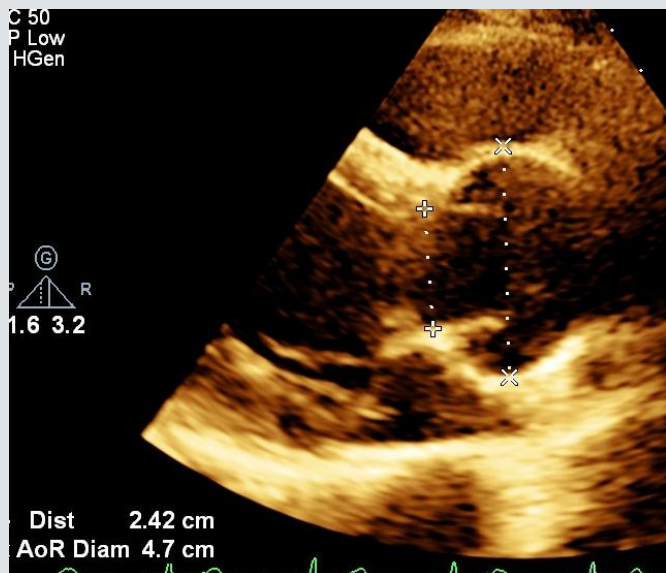


**CKTCH**

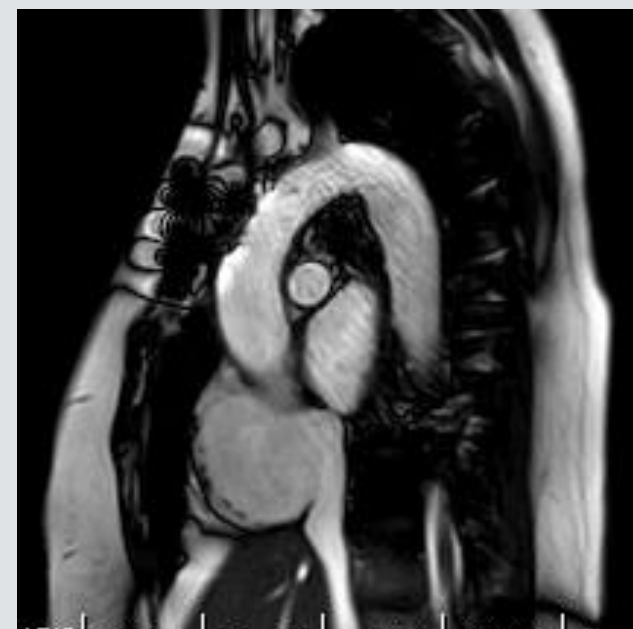
Centrum kardiovaskulární  
a transplantační chirurgie Brno

# 3D printing - ExoVasc

- ExoVasc – externí aortální síťka ke zpevnění kořene a ascendentní aorty
- 3D CT → 3D tisk modelu aorty → výroba síťky unikátní pro každého pacienta
- Žena 31 let s Marfanovým syndromem a dilatací kořene aorty, který byl stabilizován implantací extraaortální síťky



CT před implantací (kořen 47 mm)



MR po implantaci (kořen 43 mm)

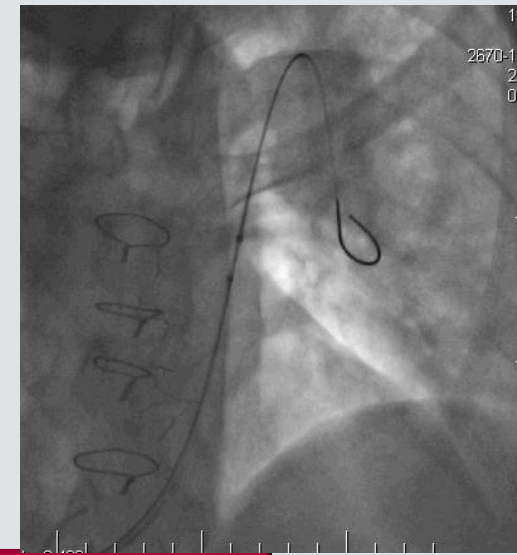


**CKTCH**

Centrum kardiovaskulární  
a transplantační chirurgie Brno

# Katetrizace

- Posun od diagnostiky k terapeutickým intervencím
- Zlatý standard v hodnocení hemodynamiky (měření tlaků v jednotlivých srdečních oddílech, srdečního výdeje, kvantifikace zkratů)
- Kvantifikace plicní hypertenze, PVR, před OTS
- Zobrazení koronárních tepen
- Indikována při nevytěžnosti neinvazivních zobrazovacích metod
- Hybridní MR – katetrizace ( snížení radiace hl. u komplexních vad, budoucnost)





**ESC**

European Society  
of Cardiology

European Heart Journal - Cardiovascular Imaging (2018) **19**, 1077–1098

doi:10.1093/ehjci/jey102

**EACVI POSITION PAPER**

# Imaging the adult with congenital heart disease: a multimodality imaging approach—position paper from the EACVI

Multimodalitní zobrazení u vybraných VSV :

- Fallotova tetralogie po radikální korekci
- Transpozice velkých tepen (dTGA)
- Koarktace aorty
- Vrozeně korigovaná transpozice velkých tepen (ccTGA)
- Univentrikulární cirkulace



**CKTCH**

Centrum kardiovaskulární  
a transplantační chirurgie Brno

# Fallotova tetralogie v dospělosti (ToF)

- **Reziduální nálezy po radikální korekci v dětství:**

  - Pulmonální regurgitace

  - Reziduální RVOTO

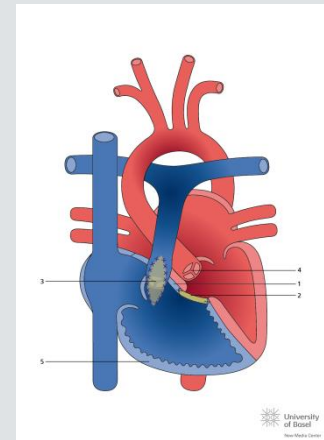
  - Stenózy větví plicnice

  - Dilatace kořene aorty

- **Zobrazovací metody nezbytné v plánování reoperací či intervencí**

  - 46,6 % pacientů po 20ti letech je bez reintervence

Park CS Eur J Cardiothorac Surg 2010



## GUIDELINES AND STANDARDS

Multimodality Imaging Guidelines for Patients with Repaired Tetralogy of Fallot: A Report from the American Society of Echocardiography  
Developed in Collaboration with the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance and the Society for Pediatric Radiology

Anne Marie Valente, MD, FASE, Co-Chair, Stephen Cook, MD, Pierluigi Festa, MD, H. Helen Ko, BS, RDMS, RDCS, FASE, Rajesh Krishnamurthy, MD, Andrew M. Taylor, MD, Carole A. Warnes, MD, Jacqueline Kreutzer, MD, and Tal Geva, MD, FASE, Co-Chair, *Boston, Massachusetts; Pittsburgh, Pennsylvania; Massa, Italy; New York, New York; Houston, Texas; London, United Kingdom; Rochester, Minnesota*

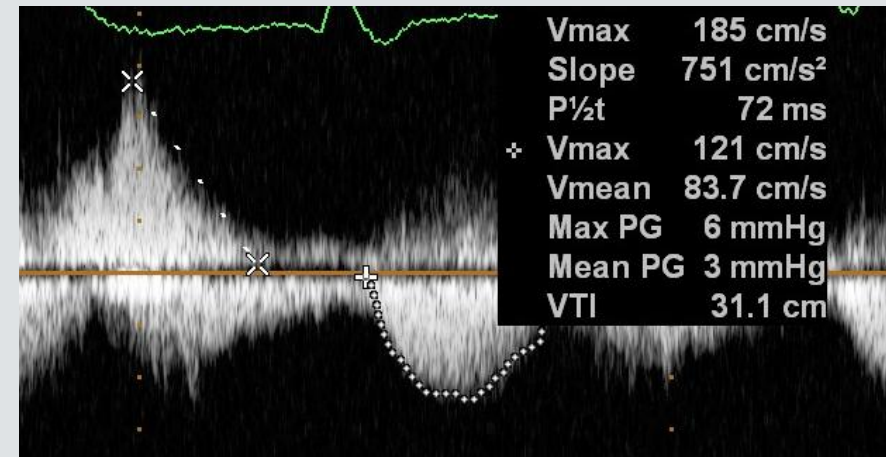
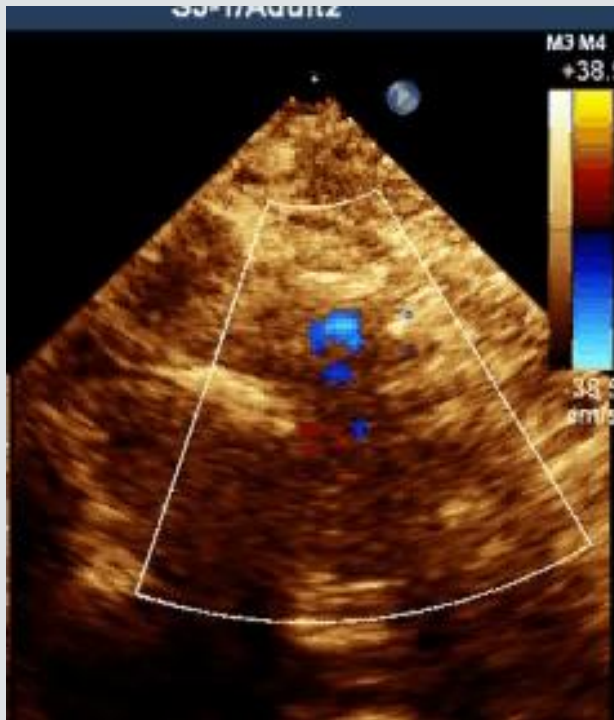
(J Am Soc Echocardiogr 2014;27:111-41.)

# Doporučené zobrazovací metody u ToF

- ECHO** hodnocení velikosti a funkce PK – FAC, TAPSE, TDI, LK (2D strain ), reziduálních zkratů, pulmonální a trikuspidální regurgitace  
limitace - podhodnocení PuR, obtížně zobrazitelné RVOT ( aneuryzma, RVOTO) a větve plicnic  
provádění 3D TTE volumetrie a GLS v centrech se zkušenostmi
- MR** indikována při dilataci pravé komory  
**zlatý standard v hodnocení funkce PK a kvantifikace regurgitací (PuR, TR)**  
opakování 1x za 3 roky, 1x ročně při dilataci a dysfunkce PK (RVEDI  $\geq$  150ml/m<sup>2</sup>, RVESi  $\geq$  80ml/m<sup>2</sup>)
- CT** zobrazení větví plicnic, kořene a asc.aorty, aorto-pumonálních kolaterál, koronárních tepen  
plánování intervencí  
při nevytěžitosti ECHO a kontraindikaci MR
- Katetrizace** plánování intervencí

# ToF – ECHO

- Žena 42 let po 3 operacích (BT spojka vlevo, radikální korekce, reoperace pro rekanaliz. VSD)
- **ECHO** – dilatace PK, objemová zátěž ( diastolický D-shape), free PuR , LPA grad. 7mmHg  
nevalidně : RVOT, LPA diametr , nelze kvantifikovat PuR a volumy PK



SAX – PW tok v plicnici

PuR - SAX

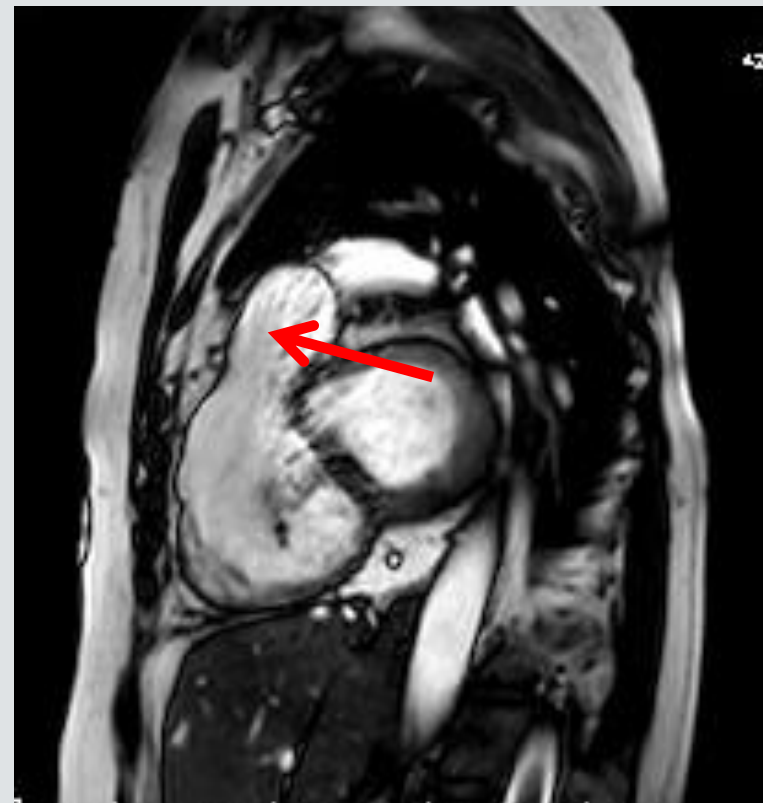
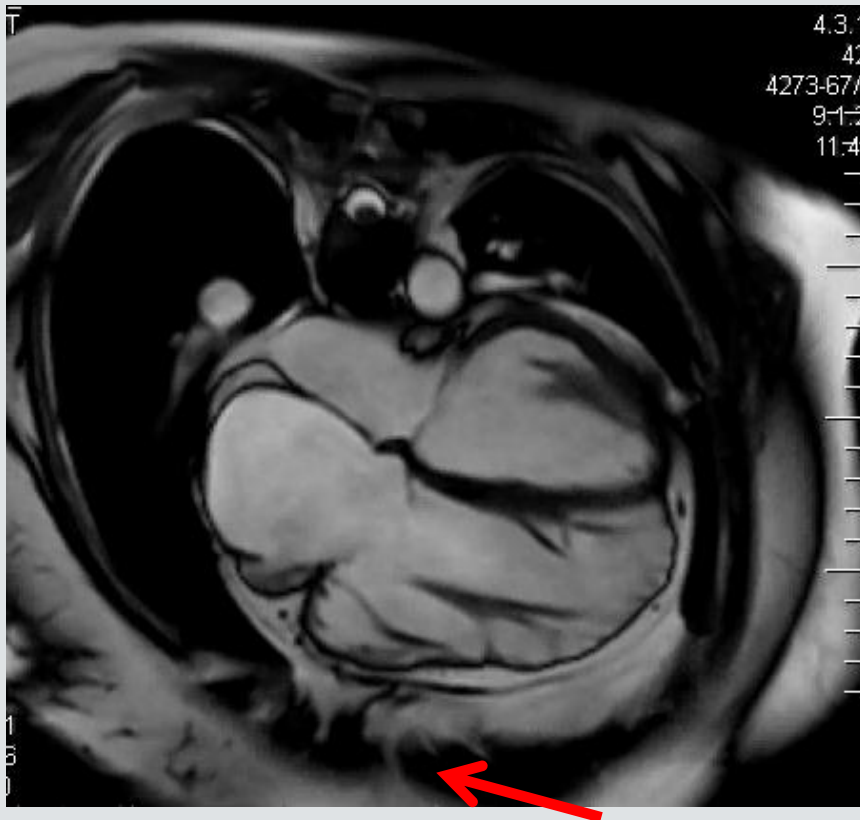


**CKTCH**

Centrum kardiovaskulární  
a transplantační chirurgie Brno

# ToF - MR

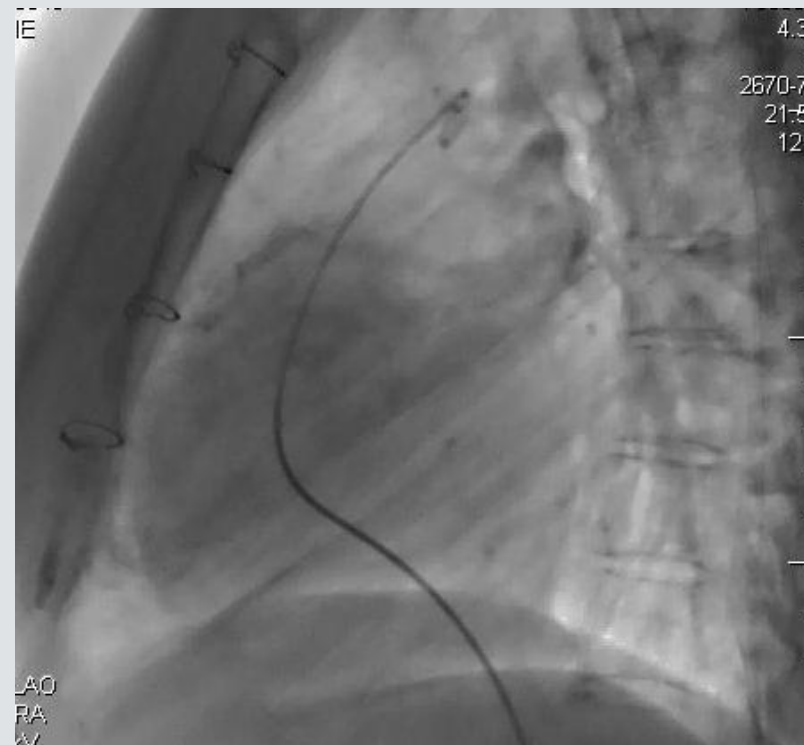
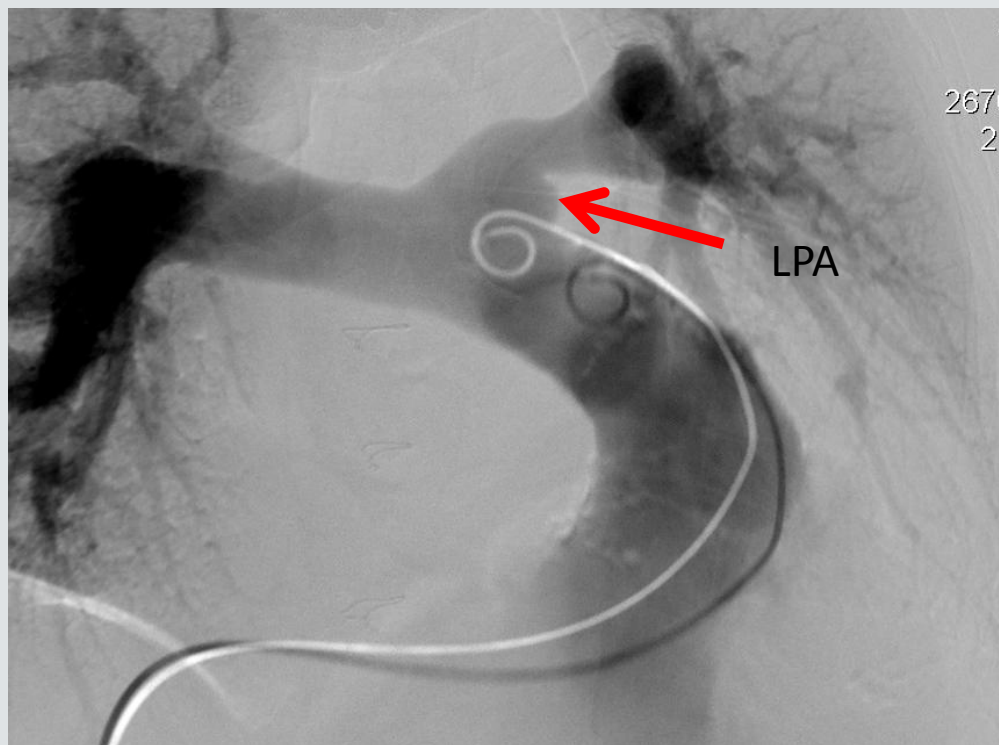
**MR** – volumetrie PK – EDVi 190ml/m<sup>2</sup>, ESVi 114 ml/m<sup>2</sup>, EF 40%  
dilatace RVOT, srůsty v perikardu po 3 sternotomiích





# ToF – angiografie

- Významná PuR, LPA - diametr 10x17mm, bez gradientu
- Dlouhý tubulární kmen plicnice diametru 26-27mm vhodný ke katetrizační implantaci chlopně Edw Sapien do kmene plicnice po předchozí prestentingu



# Koarktace aorty v dospělosti ( CoA)

- Většina pacientů po operaci v dětství, vzácně diagnostikována v dospělosti
- Reziduální nálezy závislé na typu primoooperace
  - Rekoarktace - po anastomoze end-to-end
  - Pseudoaneuryzma - po operaci záplatou dle Vosschultheho



## ECHO

**suprasternální projekce** – morfologie aorty, měření korigovaného gradientu

**subxifoidální projekce** – PW toky abdominální aortou, pulsatilita, tail

**významná CoA = korigovaný Gr  $\geq 20$ mmHg, diastolic tail a narušení**

**toků abdominální aorty**

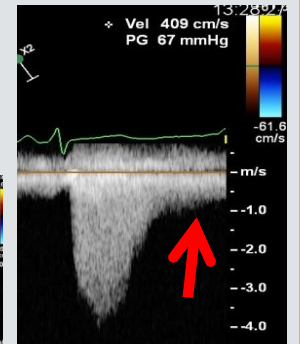
aneuryzma nemusí být zobrazitelné

zhodnocení aortální chlopně ( BAV)

systolické i diastolické funkce LK, hypertrofie LK



Abdomin.ao



Suprasternálně

## MR

preferováno pro pravidelný follow-up aorty (hl. ženy fertilního věku )

## CT

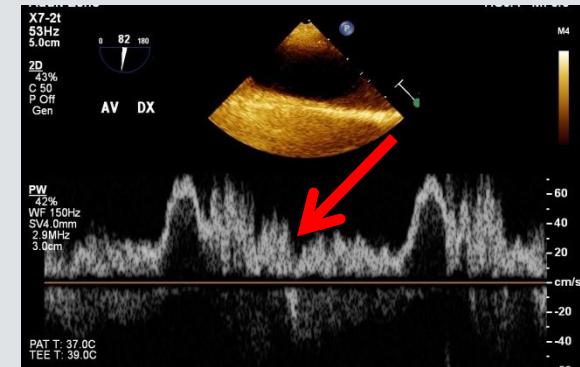
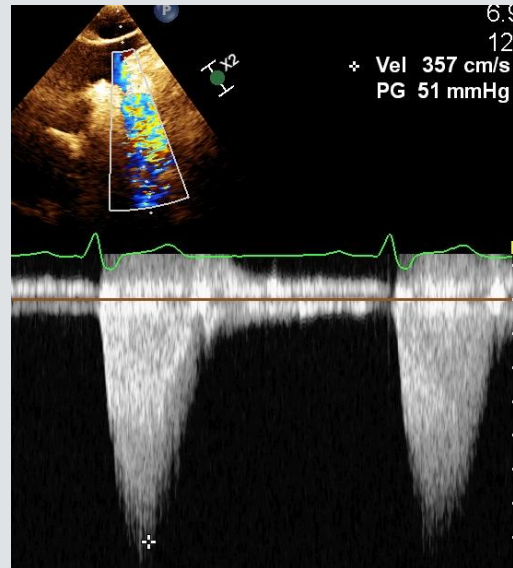
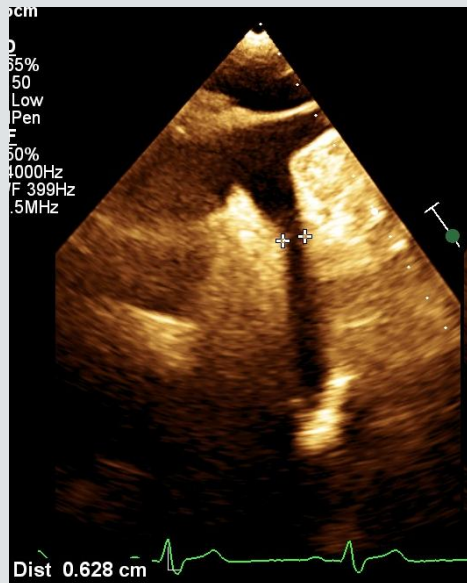
pozice SG, kolaterály

## Katetrizace

měření gradientů v jednotlivých etážích ( hypoplazie, kaskády stenóz...)

# Koarktace – ECHO

- Pacient po 30 let, v 15ti letech operace CoA ( resekce + anastomoza end to end)
- Proběhlá CMP, vertebrální steal vlevo, vertigo
- **TTE suprasternálně** - descendentní aorta 7mm, Gr. korig. 40 mmHg, **subxiofoidálně** nevalidní
- **TEE** holodiastolický antegrádní tok (tail) v descendentní aortě  
v oblouku aorty naměřen korig. Gr 33mmHg



TEE –descendentní aorta

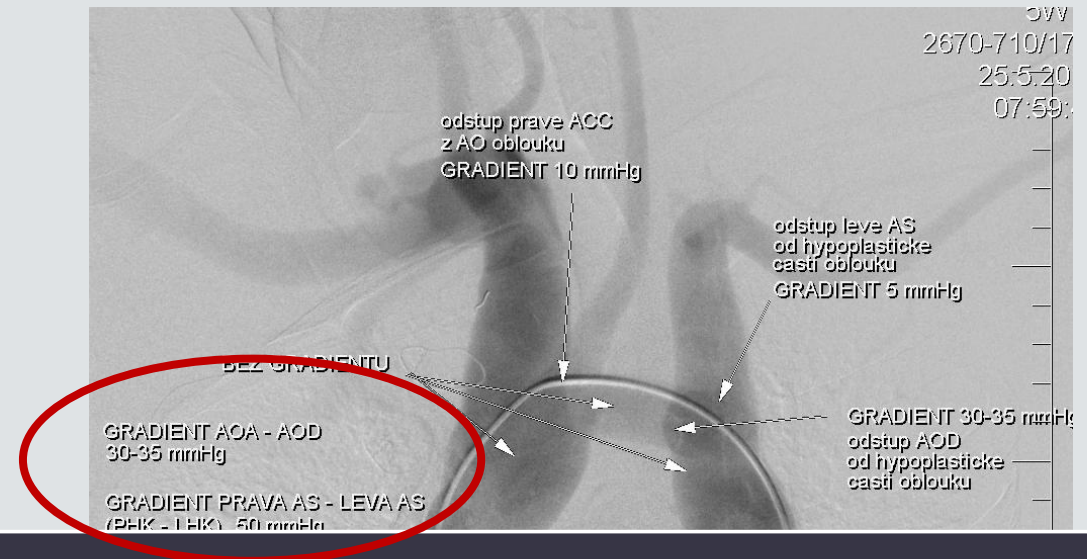
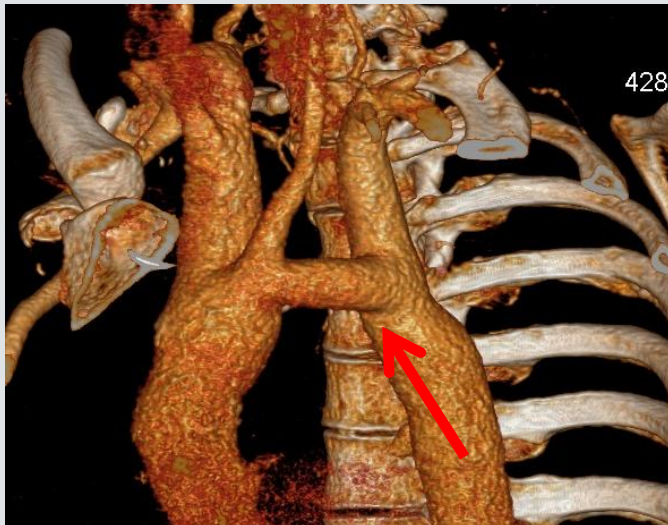


CKTCH

Centrum kardiovaskulární  
a transplantační chirurgie Brno

# Hypoplazie oblouku –CT, katetrizace

- CT – hypoplazie oblouku aorty ( oblouk 9-14mm, descendntní aorta 30mm)
- **Katetrizace** - měření gradientů v jednotlivých etážích aorty  
Gr. ascendentní-descendentní aorta 35mmHg, obrácený tok v levé AV



Operace - extraanatomický bypass ascendentní-descendentní aorta

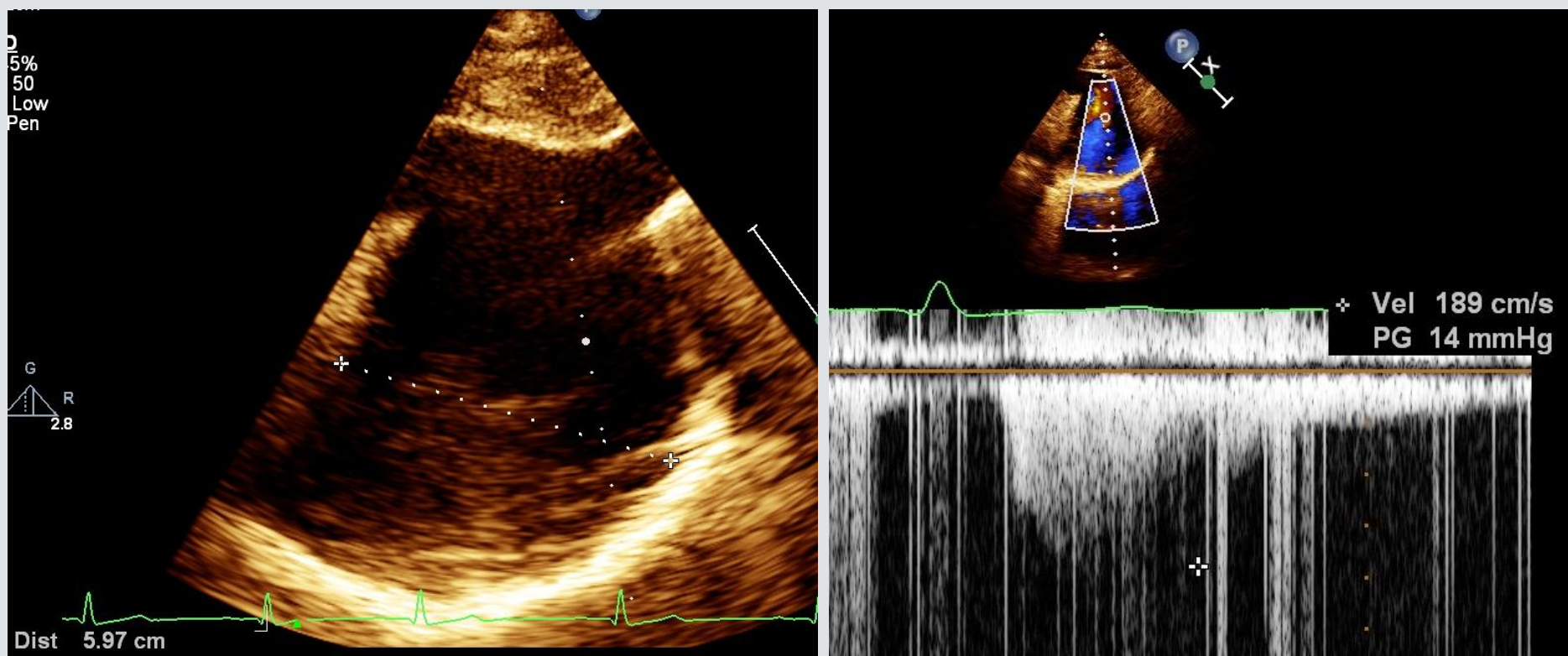


**CKTCH**

Centrum kardiovaskulární  
a transplantační chirurgie Brno

# Pseudoaneuryzma - ECHO

- Muž 50 let, 6 let – operace CoA záplatou dle Vosschultheho
- **ECHO suprasternálně** – aneurymatická dilatace descendentní aorty 59 mm, bez význ. gradientu

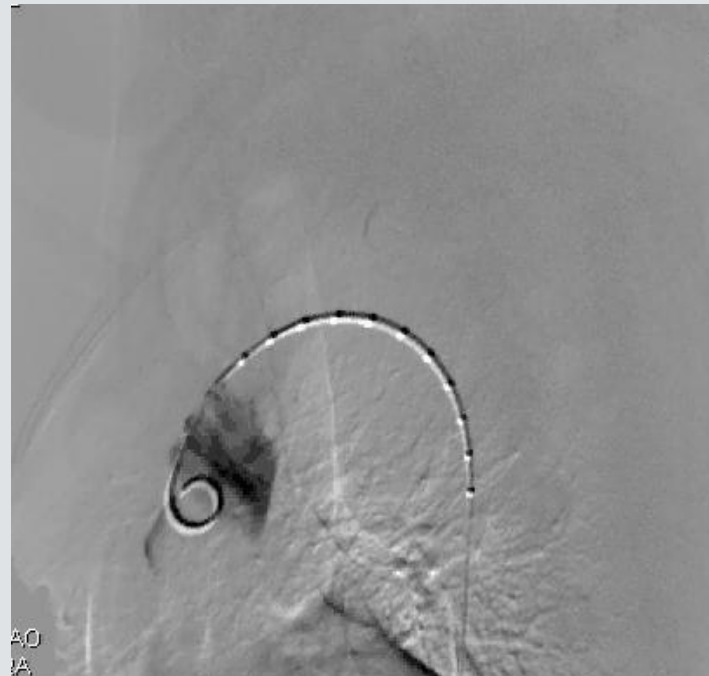


**CKTCH**

Centrum kardiovaskulární  
a transplantační chirurgie Brno

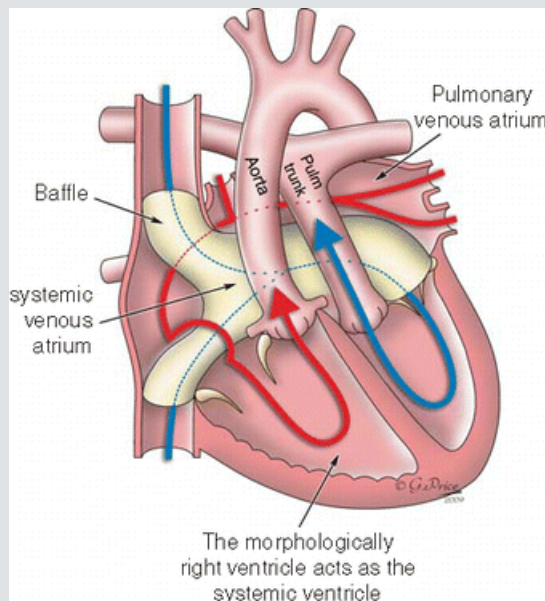
# Pseudoaneuryzma – CT

- **CT** - aneuryzma descendentní aorty 65x57x80mm začínající v úrovni odstupu levé podklíčkové tepny
- **Angiografie** – aneuryzma bez trombu, zobrazení karotid a vertebrálních tepen před intervencí
- **Hybridní přístup** – EVAR + implantace 2 hrudních stentgraftů + aorto-karotický bypass na levou karotidu, reinzerce levé podklíčkové tepny do levé společné karotidy

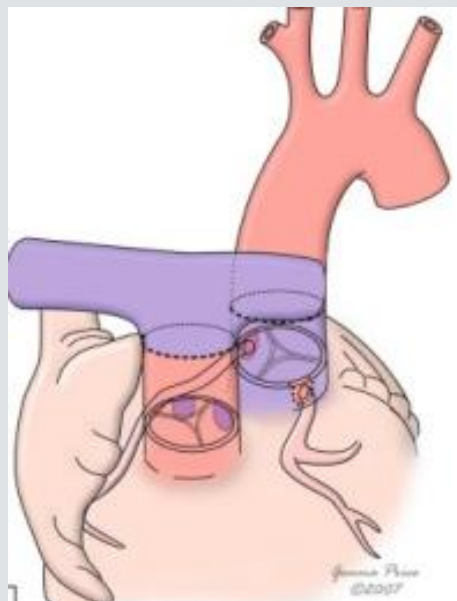


# Transpozice velkých tepen (dTGA)

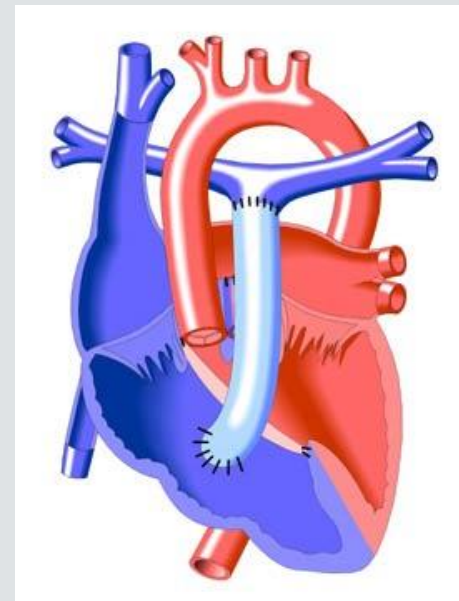
- **Zásadní je podrobná znalost typu provedené operace a reziduálních nálezů**
  - **Atrial switch** - redirekce na úrovni síní dle Mustarda nebo Senninga
  - **Atrial switch** - switch na úrovni velkých tepen (Jatene)
  - **Rastelliho korekce** – napojení PK na plicnici pomocí konduitu přes komorový defekt



Atrial switch



Arterial switch

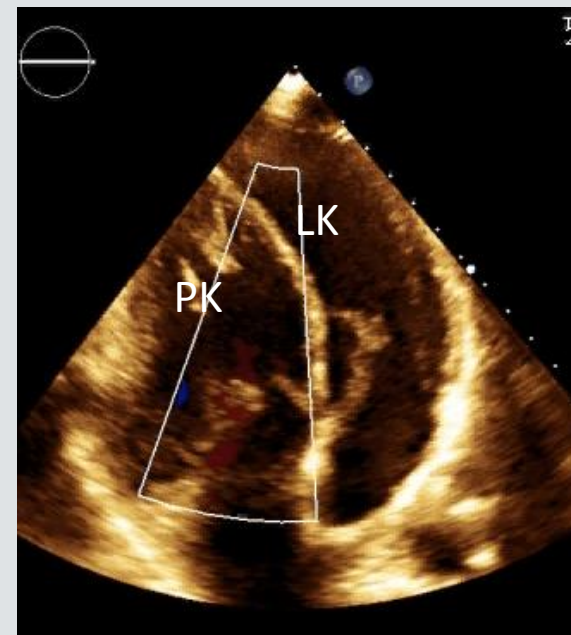


Rastelli



# dTGA - atrial switch (Senning, Mustard)

- Pravá komora v systémové pozici
- Dysfunkce systémové pravé komory
- Regurgitace systémové AV chlopně
- Stenózy tunelů plicních/systémových žil
- Leak mezi redirekčními tunely (baffly)



<b>ECHO</b>	hodnocení PK a regurgitace systémové AV chlopně, redirekční tunely (ne vždy validně) <u>TEE, 3D, kontrastní ECHO</u> – odhalí stenózy tunelů či leaky mezi tunely, anatomii AV chlopně
<b>MR</b>	<b>zlatý standard v hodnocení funkce PK a kvantifikace regurgitace systémové AV chlopně</b> zobrazení redirekčních tunelů, kvantifikace leaků či reziduálního VSD
<b>CT</b>	při selhání echo a MR
<b>Katetrizace</b>	před intervencí (stenózy tunelů) či OTS



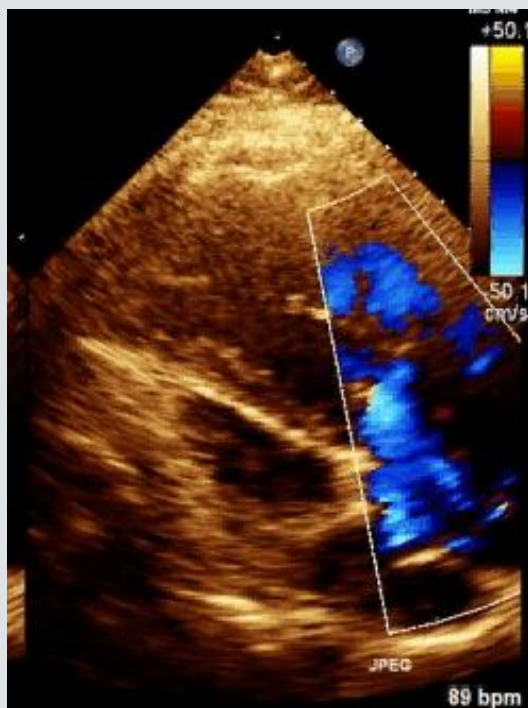
**CKTCH**

Centrum kardiovaskulární  
a transplantační chirurgie Brno



# dTGA –atrial switch

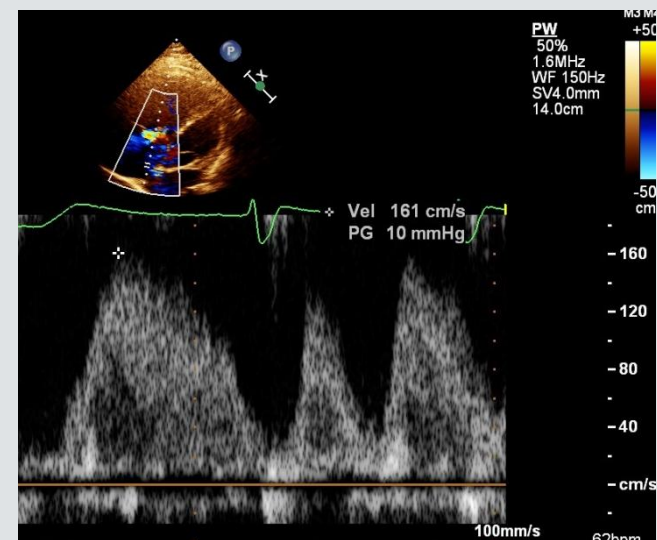
- Žena 45 let po Mustardově korekci na úrovni síní
- TTE - dysfunkce systémové pravé komory, EF 40%, mírná akcelerace toku v tunelu plicních žil (PW, CFM), regurgitace na systémovém AV ústí



Regurgitace na AV ústí



CFM – tunel plicních žil



PW – tunel plicních žil

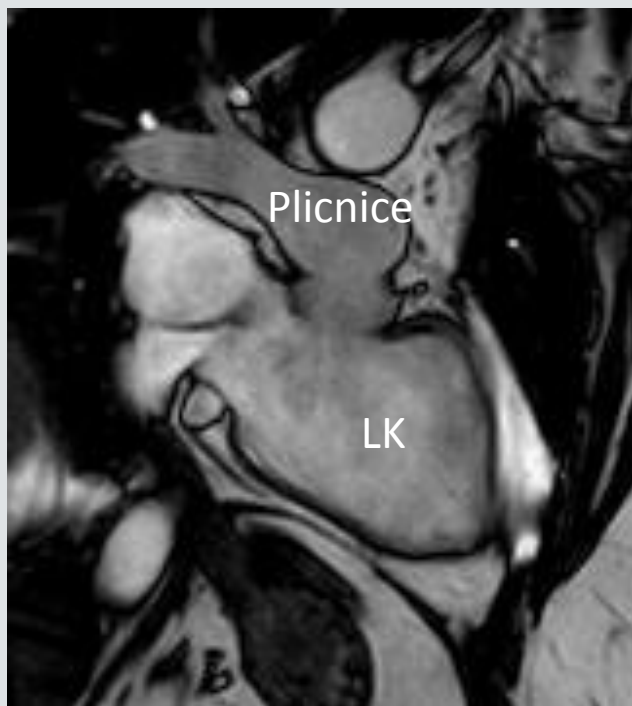


**CKTCH**

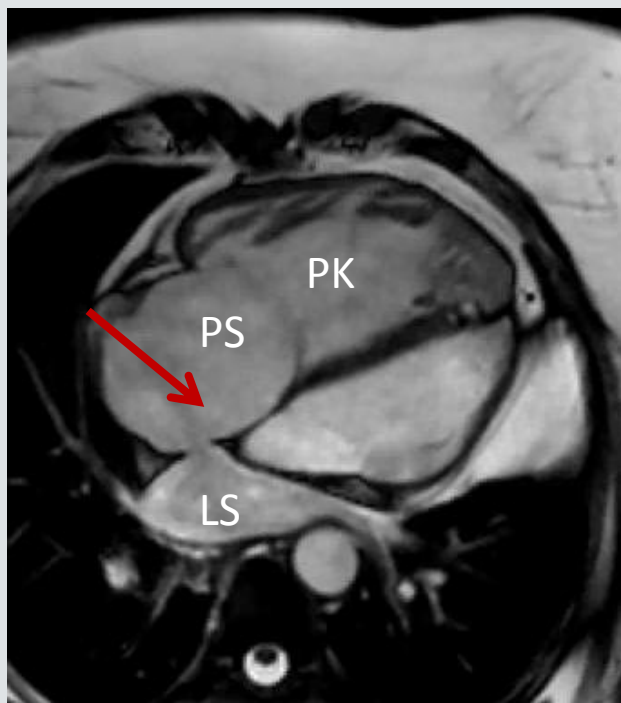
Centrum kardiovaskulární  
a transplantační chirurgie Brno

# dTGA –atrial switch – MR

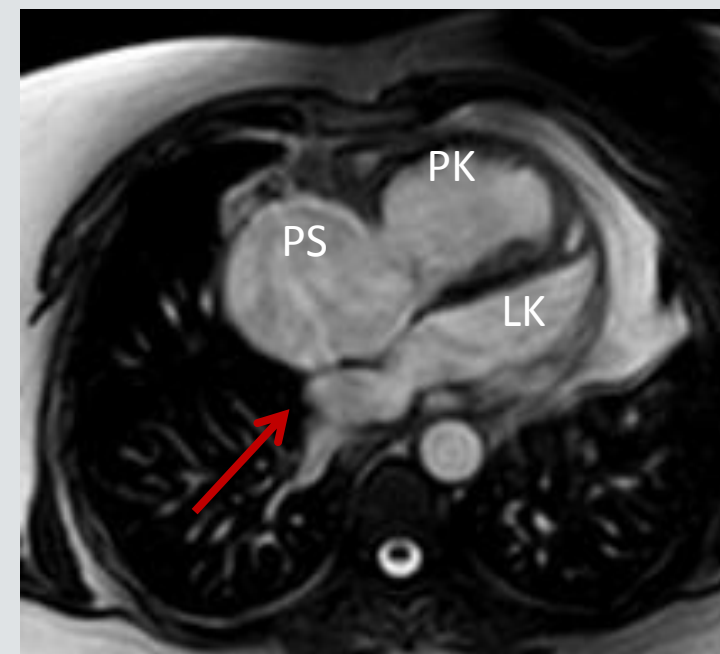
- MR – hodnocení funkce systémové pravé komory, EF PK 44%, kvantifikace regurgitace na systémovém AV ústí , zobrazení redirekčních tunelů



LK - plicnice



Tunel plicních žil (12mm)



Tunel systémových žil z DDŽ

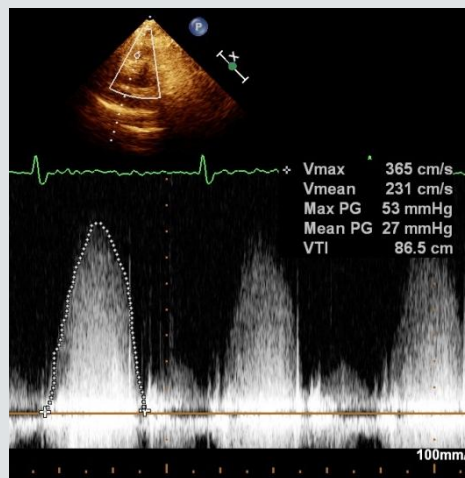


**CKTCH**

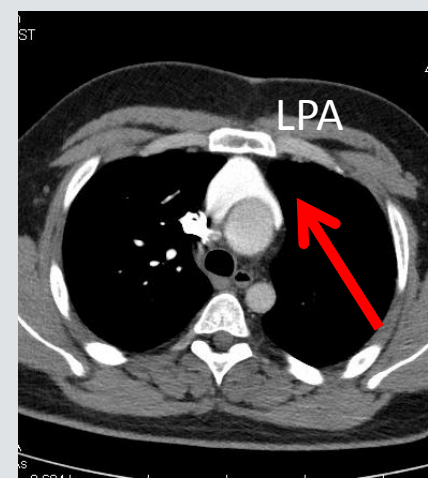
Centrum kardiovaskulární  
a transplantační chirurgie Brno

# dTGA – arterial switch (Jatene)

- Levá komora v systémové pozici
- Supravalvární stenóza aorty/plicnice
- Stenózy koronárních tepen, ischemie
- Dilatace neo-aorty
- Regurgitace neo-aortální chlopně



Supravalvulární stenóza plicnice



Stenóza levé plicnice

**ECHO** funkce LK, supravalvární stenózy plicnice /aorty, dilatace kořene neo-aorty, AoR  
limitace akustickým oknem (Le Comptův manévř - plicnice těsně pod sternem, obtížně zobrazitelná)

**MR** kvalitní zobrazení plicnice a aorty vč. supravalvárních stenóz, stenózy větví plicnice  
**MR (LGE) – detekce defektů myokardiální perfuze a jizev**

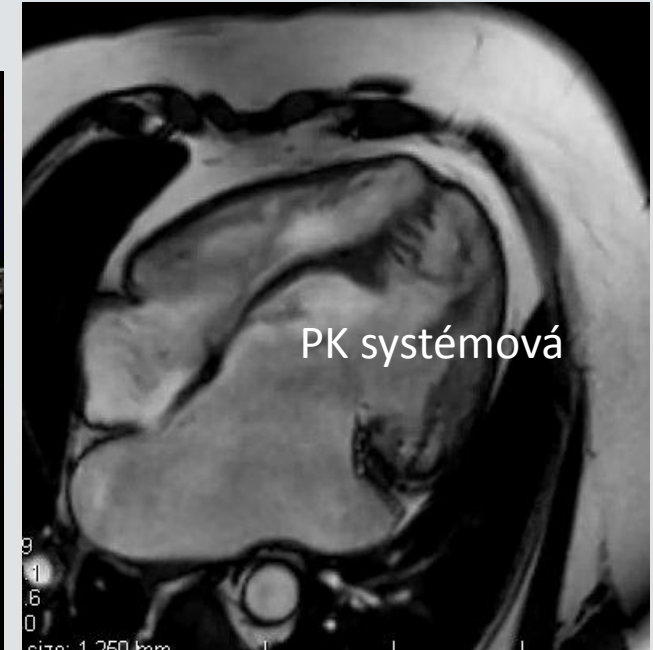
**CT** zobrazení koronárních arterií – doporučeno alespoň 1x v dospělosti

**SPECT** selektivní perfúze levé a pravé plíce (stenózy plicnic), perfúze myokardu

**Katetrizace** před intervencí (dilatace větví plicnic, PCI stenóz koronárních tepen)

# Vrozeně korigovaná transpozice velkých tepen (ccTGA)

- Systémová pravá komora uložena vlevo
- Přidružené léze  
VSD, PuS, Ebsteinoidní deformita systémové AV chlopně

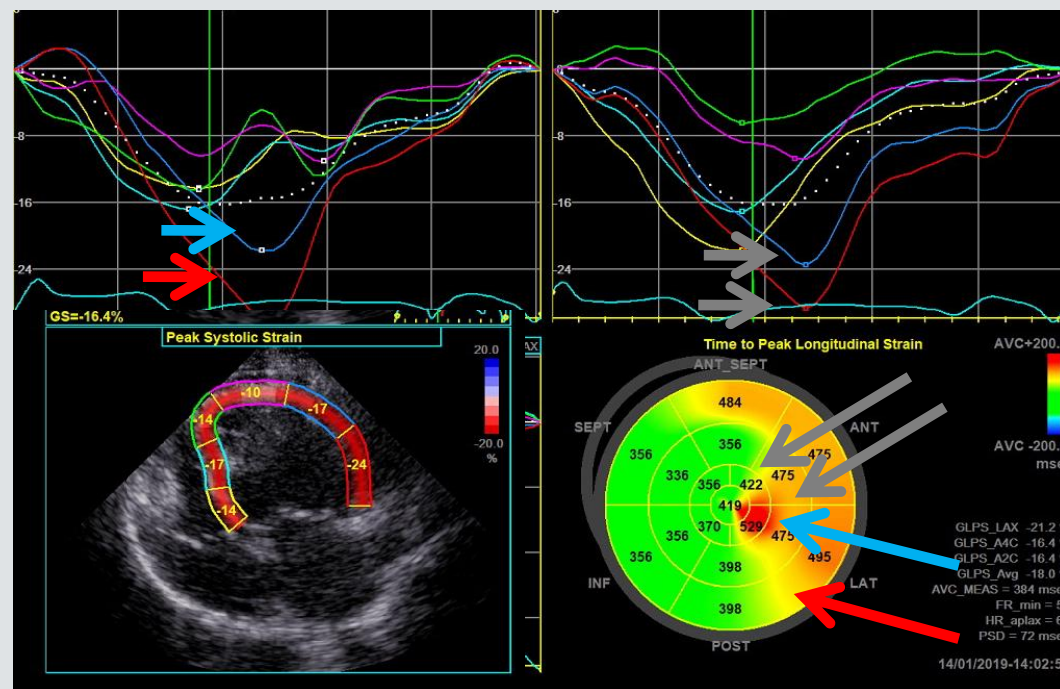
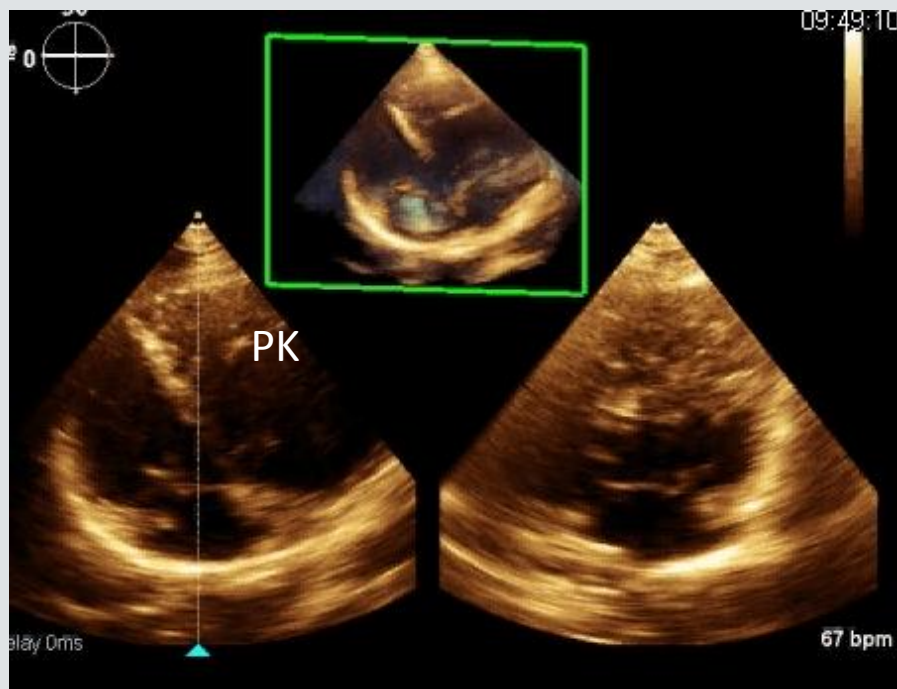


- ECHO** základní metoda pro pravidelné monitorování funkce systémové pravé komory  
často obtížná vyšetřitelnost – (dextrokardie, mesocardie...)  
**FAC a 2D strain koreluje s MR** ( GLS < 16,3 % koreluje s MR EF ≥ 45% se senz. 77%)
- MR** **zlatý** standard v hodnocení funkce systémové PK a kvantifikace AV regurgitace
- CT** není rutinně využíváno, při kontraindikaci MR (často přítomnost PM)
- Katetrizace** před OTS ( EDP, PVR)



# 2D strain v hodnocení dyssynchronie systémové PK

- Žena 39 let, ccTGA , dextrokardie
- Po implantanci PM DDDR došlo k rozšíření QRS ze 100ms na 170ms
- TTE – EF LK 40%, opticky dyssynchronie
- Pomocí 2D strainu definována optimální poloha pro implantaci resynchronizační elektrody (zpoždění laterální stěny oproti bazi o 139ms)



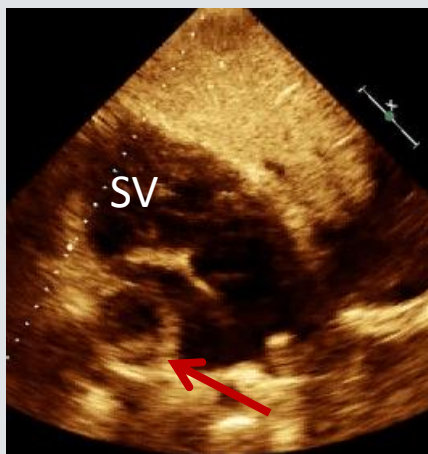
CKTCH

Centrum kardiovaskulární  
a transplantační chirurgie Brno

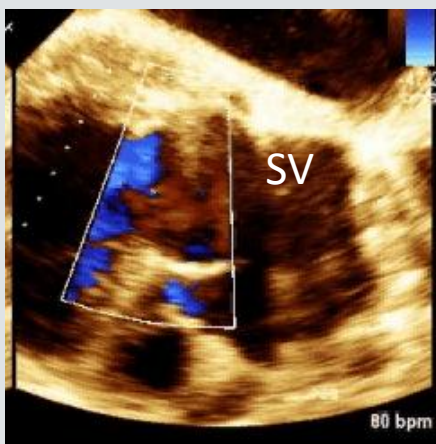
# Fontanovská cirkulace (TCPC)

- Jedna funkční komora jako systémová pumpa, systémový žilní návrat derivován do plicnice pomocí tunelu či konduitu ( intraatriální, intraatriální laterální, extrakardiální konduitu)

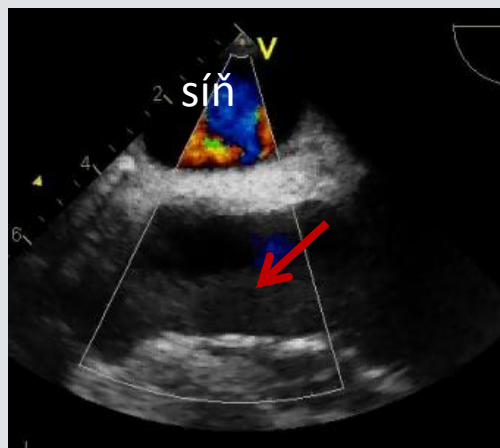
**ECHO** často omezená zobrazitelnost , využití atypických projekcí (komplexita vad, malpozice)  
**TTE** – morfologie a funkce dominantní komory (Simpson – LK, FAC- PK), regurgitace AV chlopně, gradient v tunelu a na fenestraci často obtížně, diastolická funkce (DT vlny E, reverzní A PŽ)  
**horní a dolní dutá žíla** (charakteru toků, respirační variabilita)  
**hepatální žíly** (dilatace při obstrukci tunelu)  
**TEE + 3D** – tromby v síních nebo konduitu, fenestrace vč. měření gradientu  
**Kontrastní ECHO** - zobrazení veno-atriálních kolaterál



Tunel v pravé síni



AV regurgitace



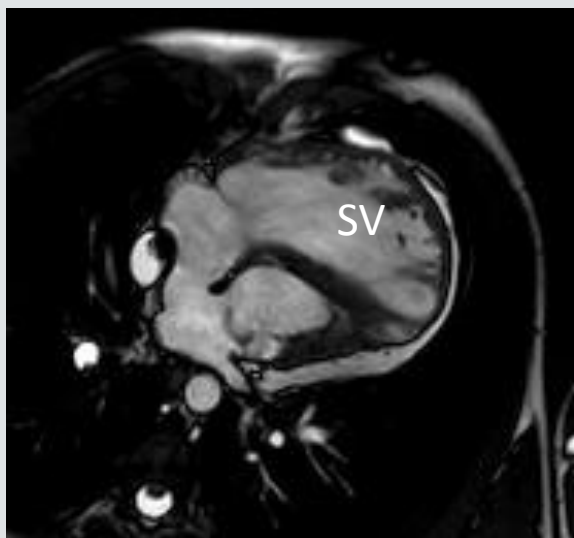
TEE – trombus v tunelu



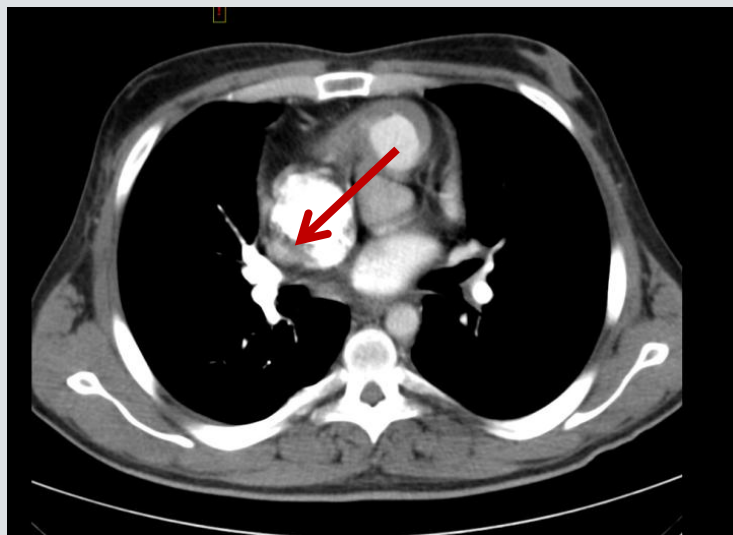
HDŽ fyziologický tok

# Multimodalitní zobrazení u TCPC

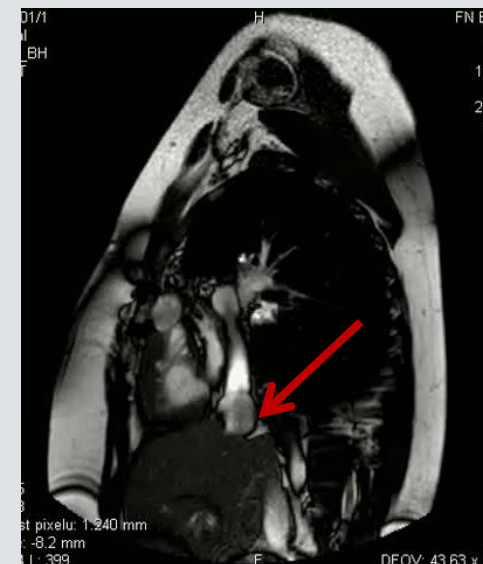
- MR** **suverenní metoda** v hodnocení funkce systémové komory, kvantifikace regurgitace na systémovém AV ústí, stenózy tunelu, nástěnných trombů v síních a tunelu, stenóz větví plicnice a plicních žil, aorto-pulmonálních a veno-venozních kolaterál distribuce perfuze pravé a levé plíce, LGE – myokardiální fibróza
- CT** embolizace do plicnice, před intervencí
- Katetrizace** při progresi cyanózy (veno-venozní kolaterály, AV malformace), při zhoršení stavu, invazivní měření CVP, PAP a PVR
- UZ, MR jater** elastografie, vyloučení fibrózy, cirhózy, hepatocelulárního karcinomu



MR - společná komora morfol. pravá



CT - tromboza tunelu



MR – laterální tunel



**CKTCH**

Centrum kardiovaskulární  
a transplantační chirurgie Brno

# Závěry

- Volba zobrazovacích metod u VSV v dospělosti vychází ze znalosti vady a reziduálních nálezů po operaci či intervenci, zkušenosti vyšetřujícího a výhod a limitací dané zobrazovací metody
- Existence specifických protokolů pro zobrazování jednotlivých
- Vyvarovat se zbytečné radiační zátěže pacienta, preference MR před CT
- K docílení co nejpřesnější diagnózy a volby správné terapie u pacientů s VSV je optimální výběr kombinace zobrazovacích metod zkušeným týmem ve specializovaném centru pro VSV v dospělosti





# Centrum komplexní péče o VSV v dospělosti Brno



## CKTCH Ambulance VSV

MUDr. Daniela Žáková a MUDr. Renata Šreflová

Pekařská 53, 656 91, +420 5 4318 2491 [daniela.zakova@cktch.cz](mailto:daniela.zakova@cktch.cz)

## FN BRNO Ambulance VSV v dospělosti

MUDr. Tomáš Zatočil, Doc. MUDr. Anna Nečasová, CSc., MUDr. Lumír Koc, MUDr. Tomáš Brychta

Interní kardiologická klinika FN Brno, Jihlavská 20, 625 00, +420 5 3223 2909, [ambulancevsv@centrum.cz](mailto:ambulancevsv@centrum.cz)



Centrum kardiovaskulární  
a transplantační chirurgie Brno