

Hodnocení chlopenních vad u hemodialyzovaných pacientů

Jan Malík

Kardionefrologické centrum

VFN a 1. LF UK

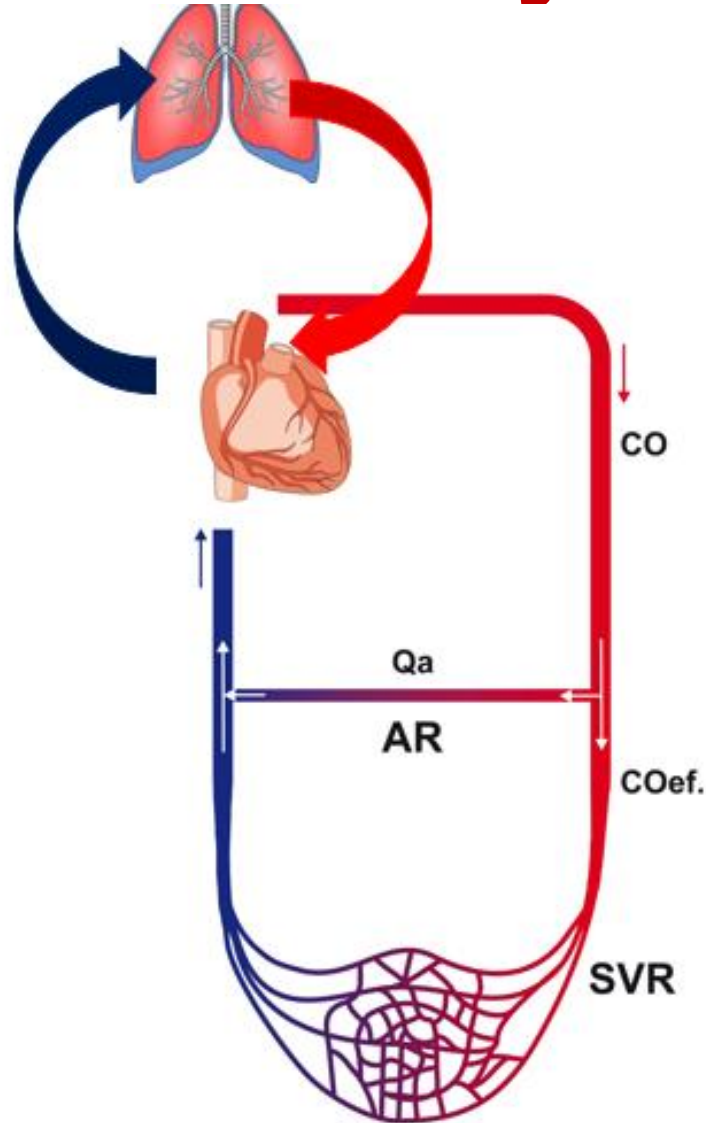
Praha



Chlopenní vady u HD pacientů: mechanismy

- **Endokrinně-metabolické:**
 - Sekundární hyperparathyreóza, FGF-23 → kalcifikace, hy LK
 - Aktivace RAAS → hypertenze, hypertrofie LK
 - ↑ Asymetrický dimethylarginin: inhibice NO-syntázy
 - Častý diabetes mellitus
 - Systémová onemocnění, SLE
- **Bilance tekutin** –objemové přetížení
- **Cévní přístup**

Srdeční výdej (CO) u pacientů s AVF

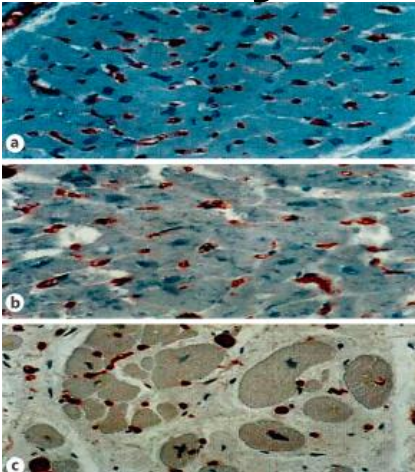


**Efektivní srdeční výdej:
 $CO_{\text{ef}} = CO - Q_a$**

**„Systemový steal“
odpovídá většinou
15-30% CO**

Hypertrofie LK u HD pacientů: odlišnosti

- Výraznější myocytokapilární mismatch
- Akcelerovaná tvorba kolagenu vlivem:
 - uremické toxiny indoxylsulfát a p-cresol → ↑ syntéza TGFβ, TIMP-1 a α1kolagenu
- Infiltrace myokardu makrofágy
- Vliv zvýšených hladin FGF-23



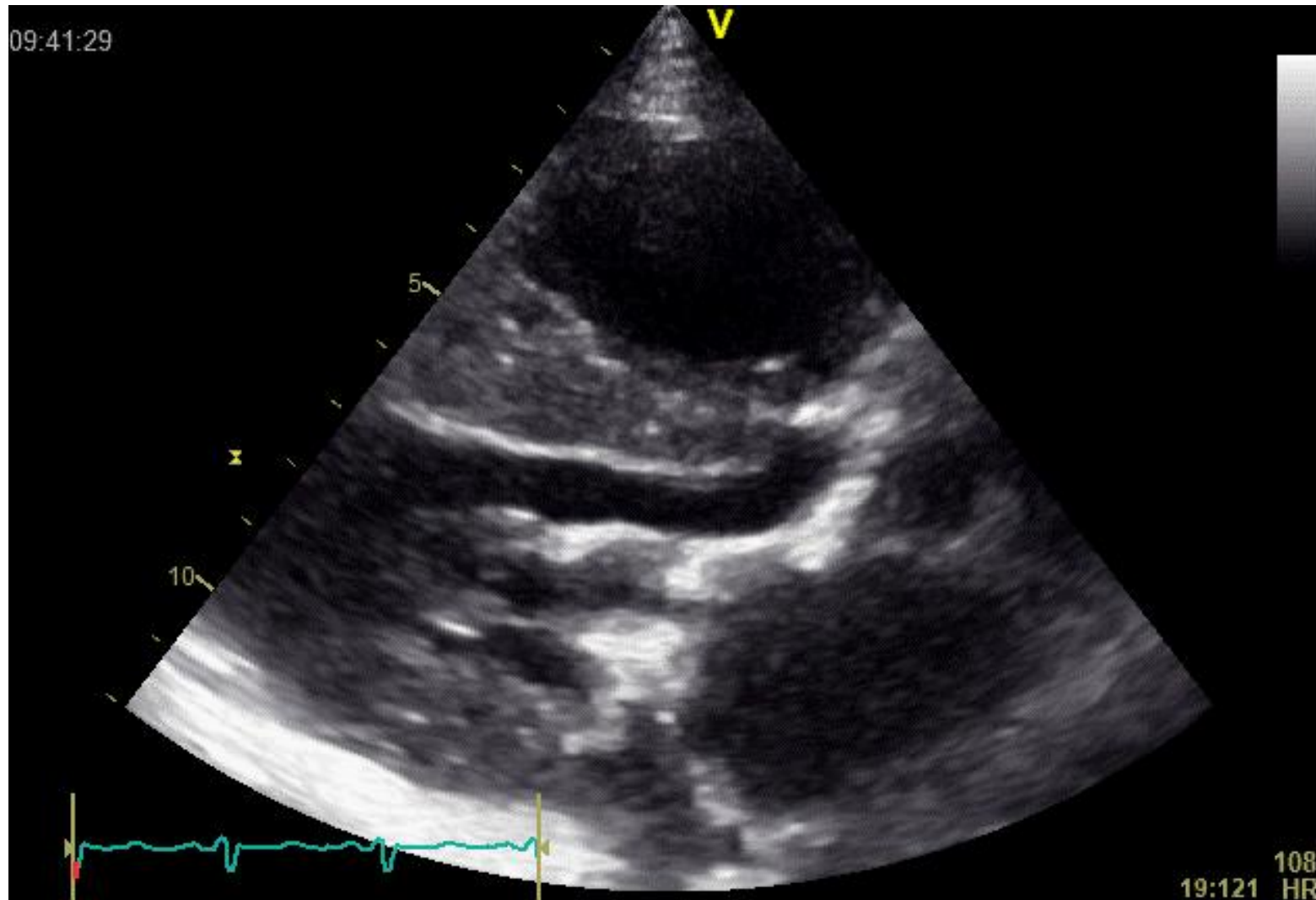
Zdravý jedinec

Hypertrofie u hypertonika

Hypertrofie u CKD

Tumlin et al. Contrib Nephrol 2013, Mall G. NDT 1990

Příklad těžké difúzní kalcifikace chlopní

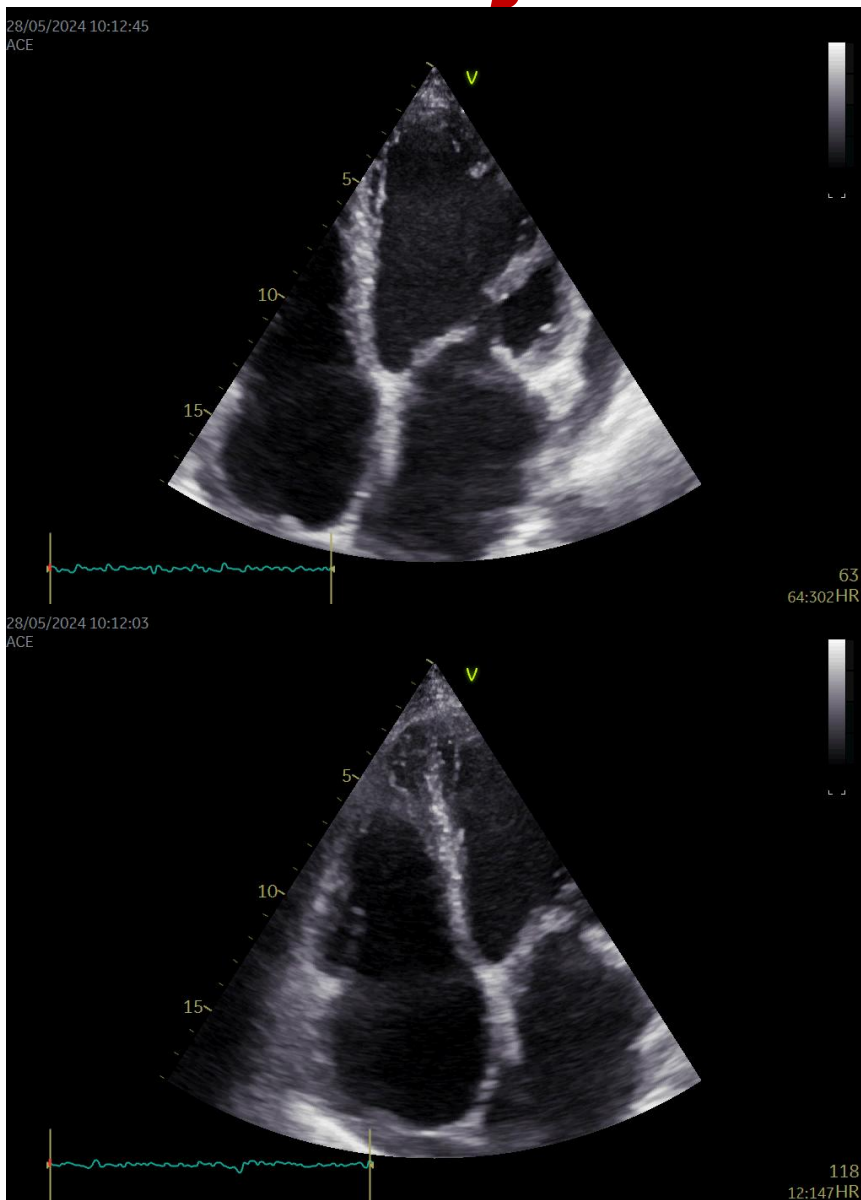


Suchá váha a tekutinová compliance

- Zásadní faktory pro hodnocení nejen chlopenních vad
- Suchá váha je obvykle stanovena klinicky, popř. podle bioimpedance
- Echo vyšetření má být ideálně 24 h od poslední HD
- Podobné účinky jako hyperhydratace má **vysoký průtok dialyzačním zkratem**



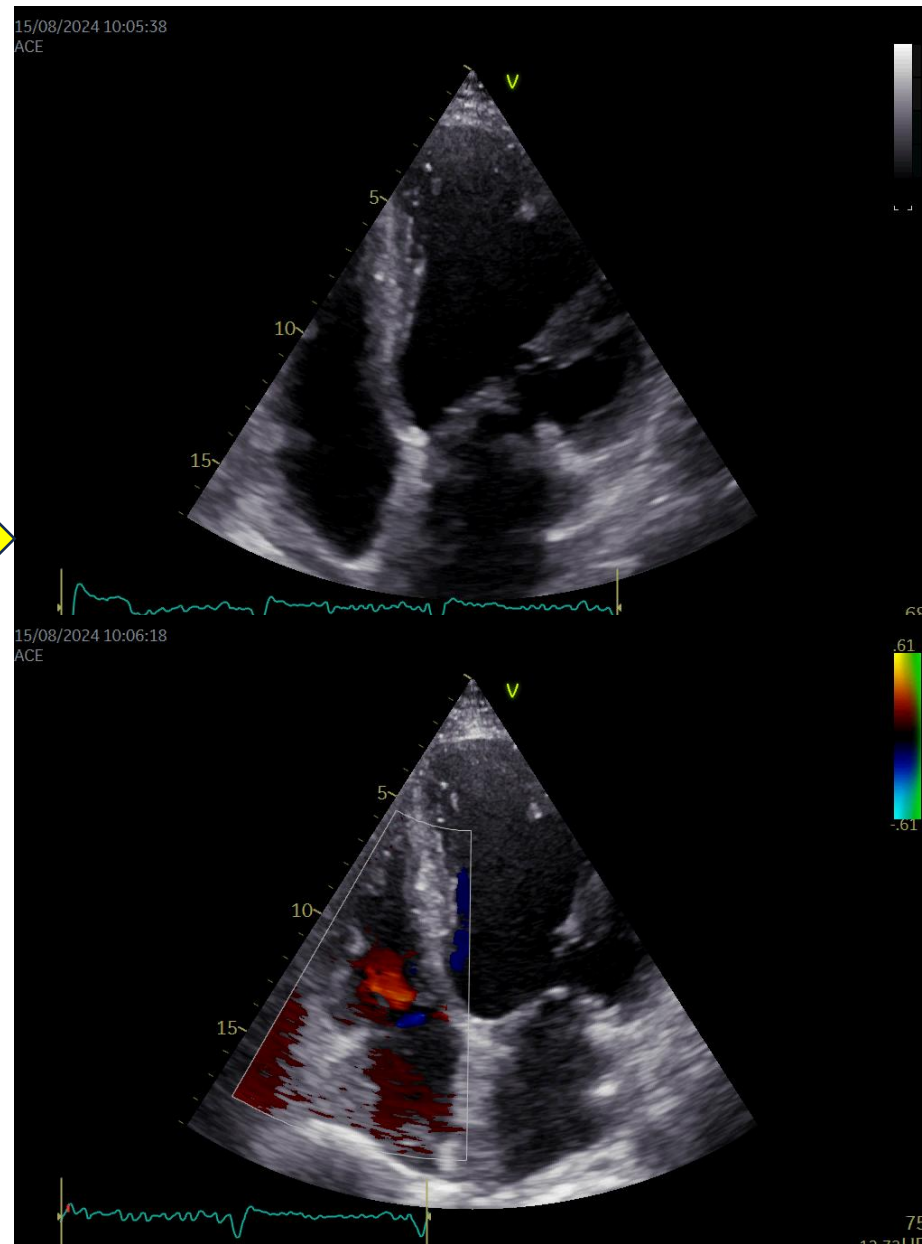
Vliv objemového přetížení



LVEF 15%

Dysfunkce PK

-7kg of H₂O

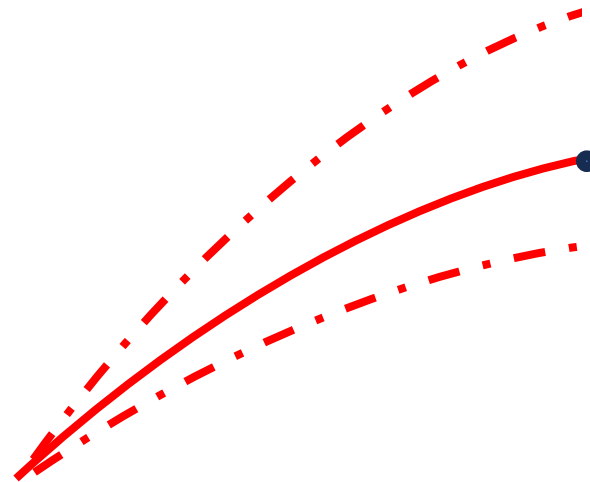


LVEF 44%

Dobrá funkce PK

Frank-Starlingův zákon levé komory

Tepový objem



Zvýšená kontraktilita

Normální kontraktilita

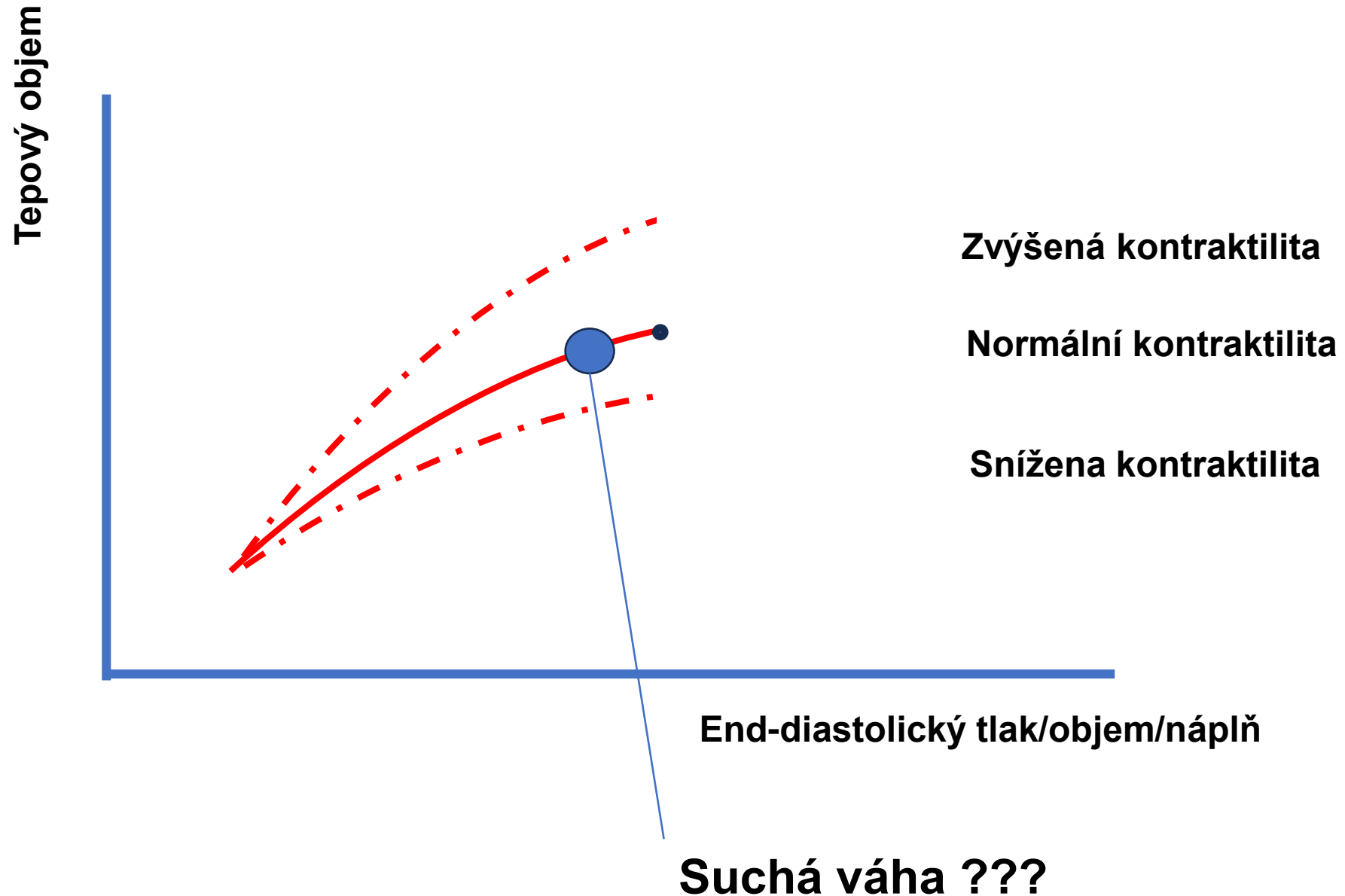
Snížená kontraktilita

Otto Frank & Ernest Starling

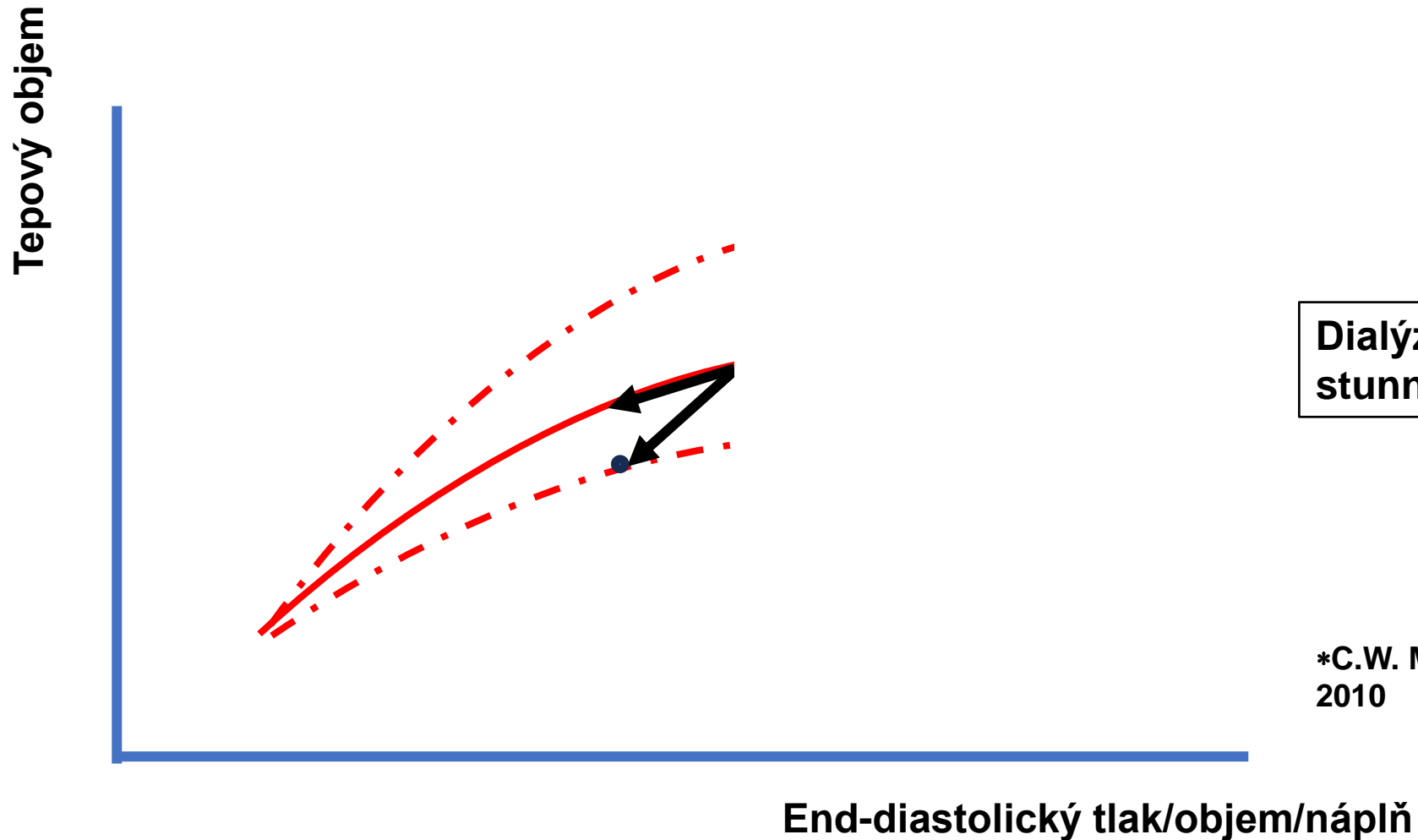


End-diastolický tlak/objem/náplň

Frank-Starlingův zákon levé komory



Efekt hemodialýzy/ultrafiltrace

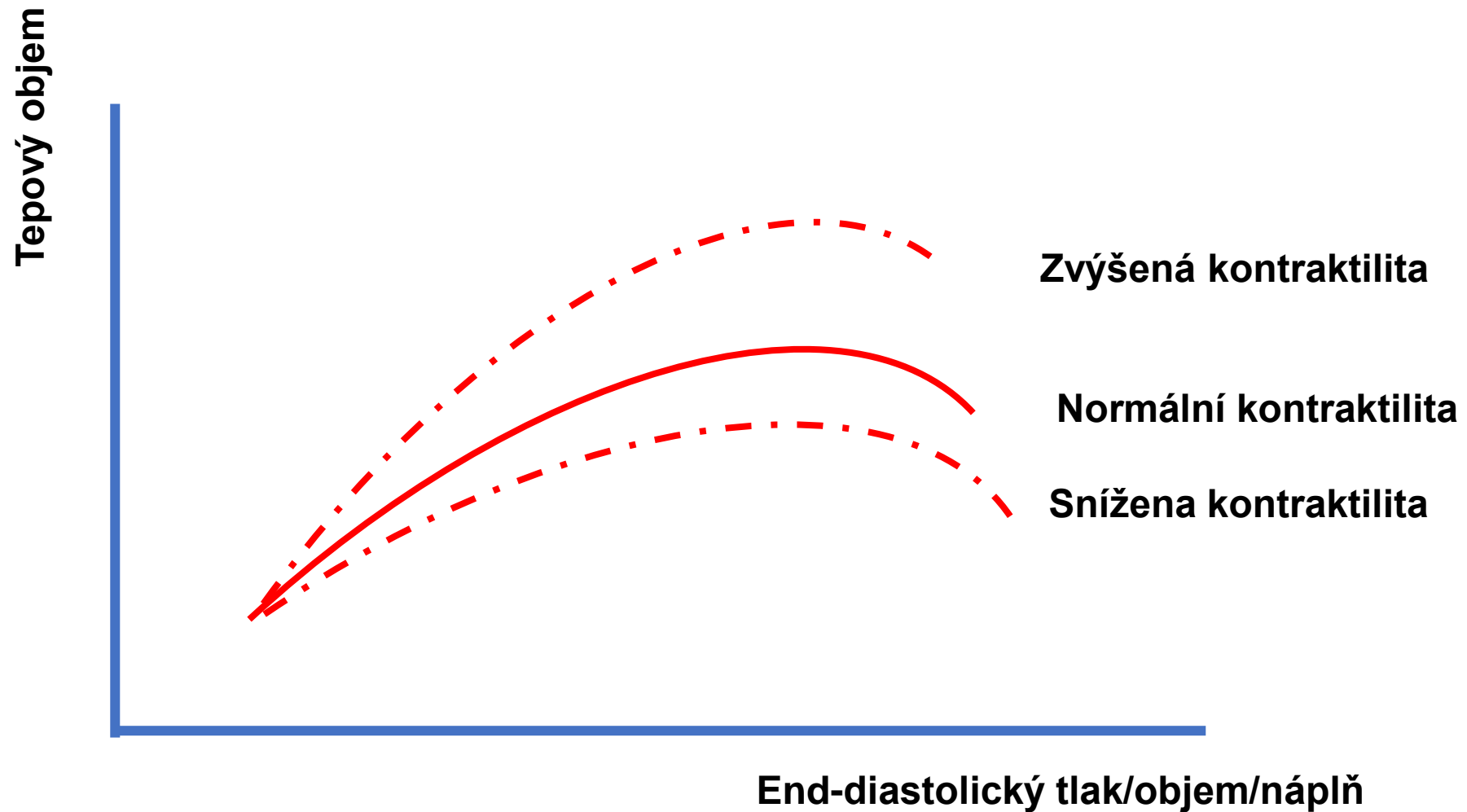


Dialýzou indukovaný
stunning levé komory*

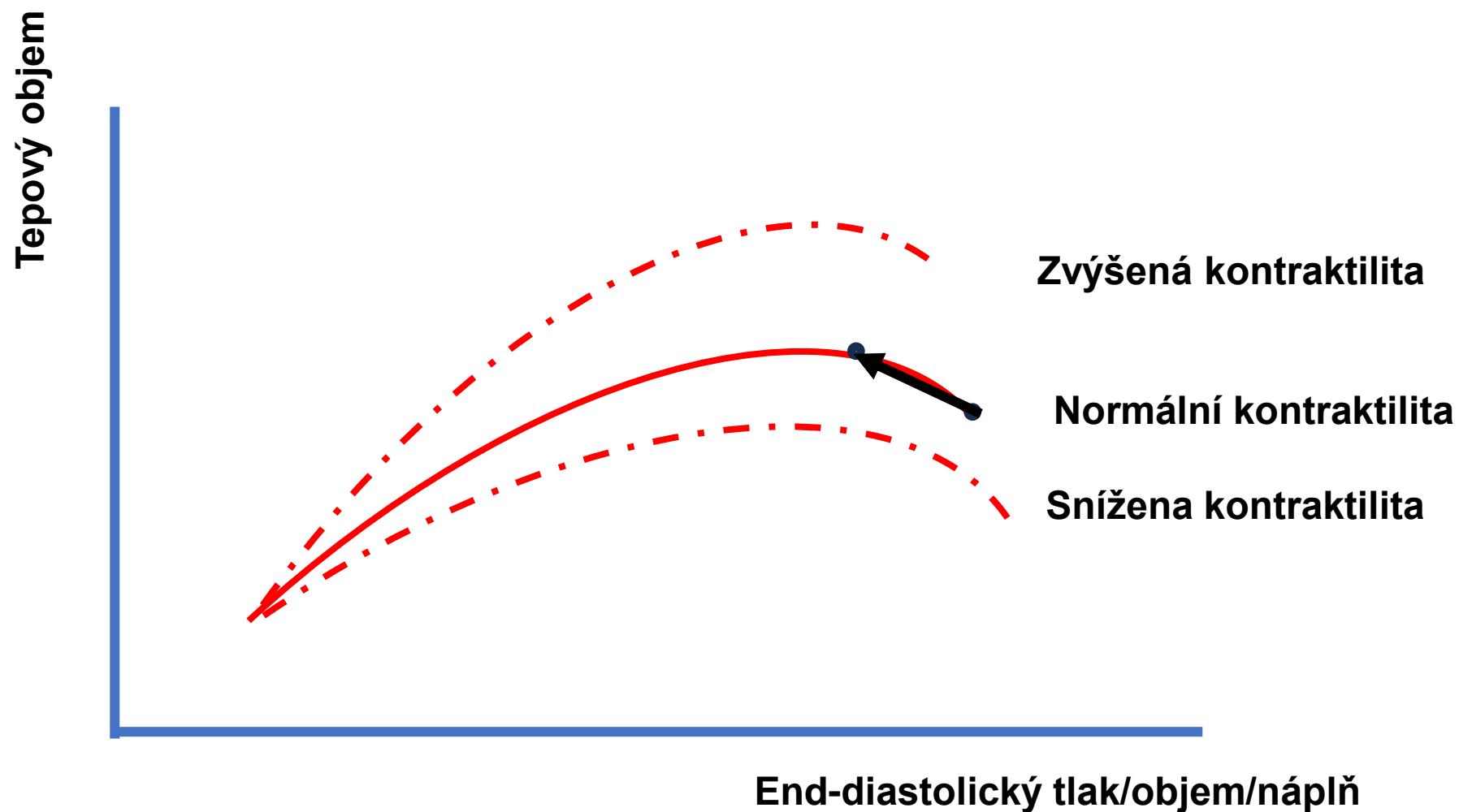
*C.W. McIntyre, Blod Purif
2010

Cca 24 hodin trvá refill tekutin z intersticia do cév

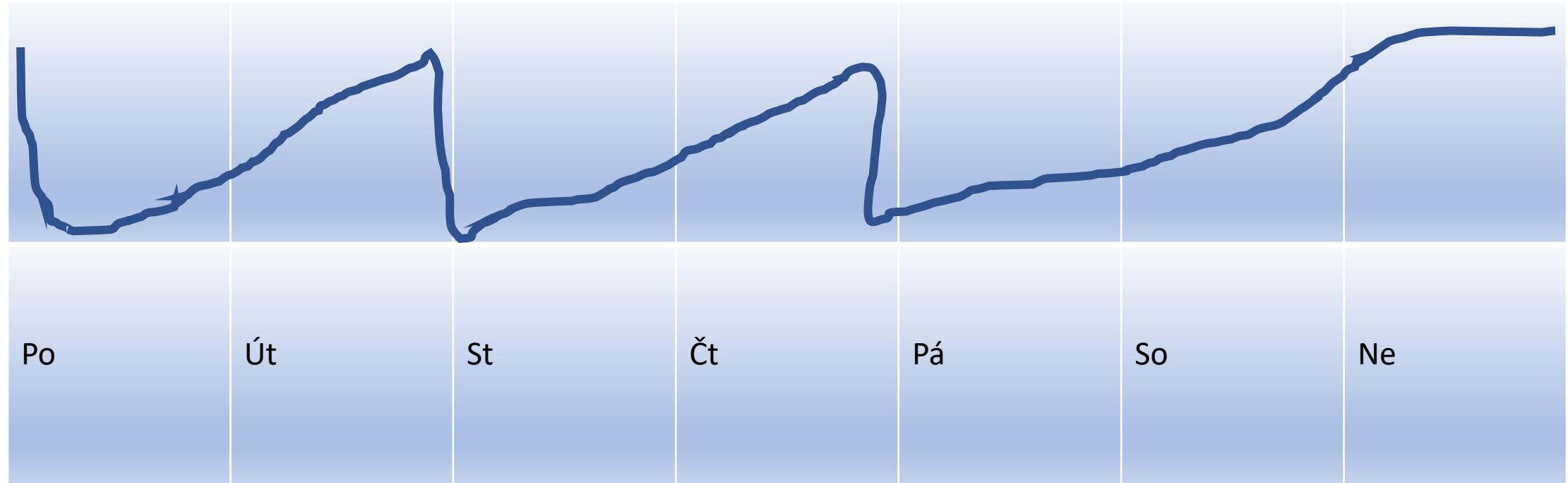
Frank-Starlingův zákon levé komory: celá křivka



Frank-Starlingův zákon levé komory: celá křivka



Hydratace u (anurických) hemodialyzovaných

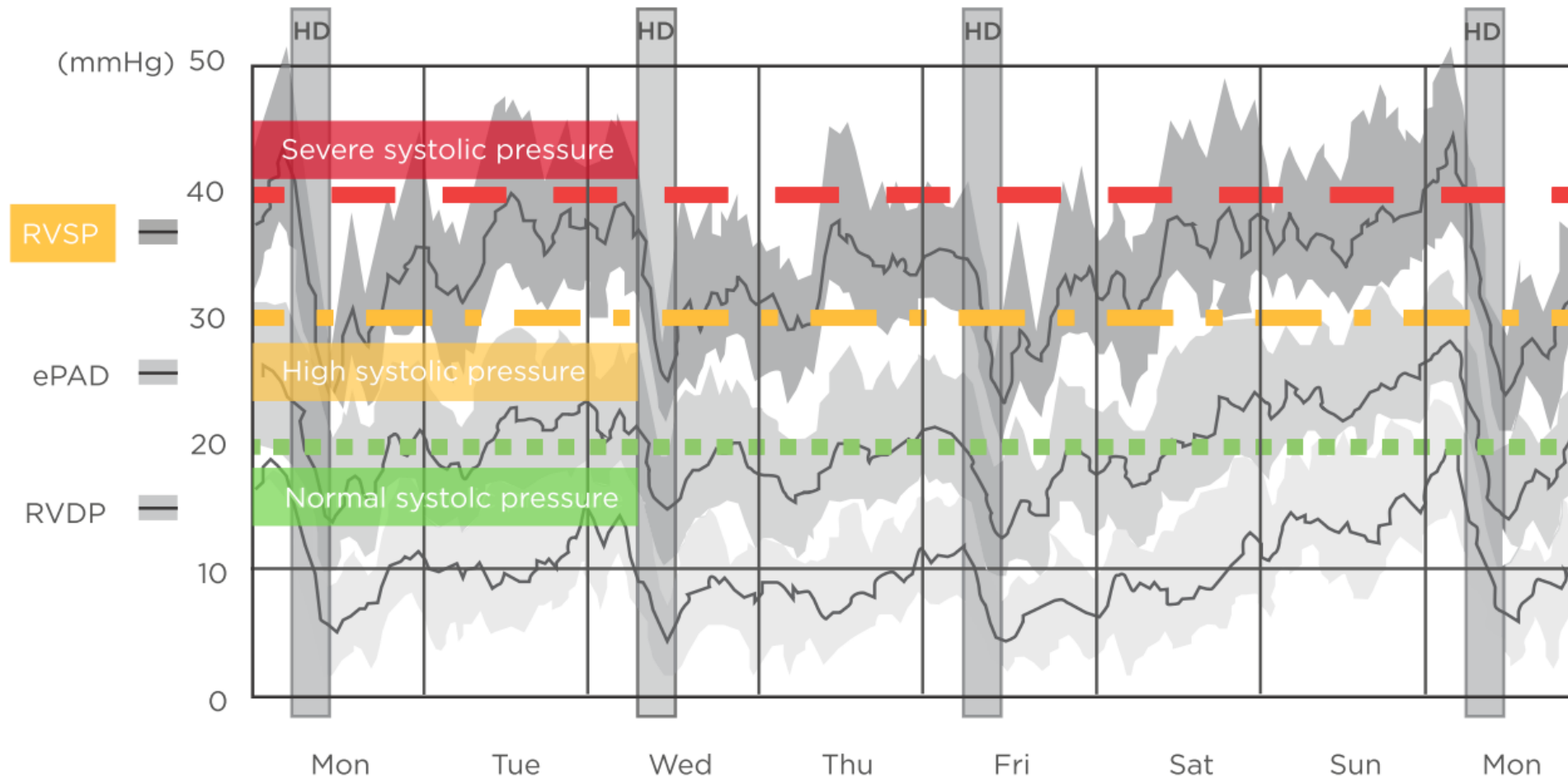


Krátký cyklus (2dny)

Krátký cyklus (2dny)

Dlouhý cyklus (3dny)

Tlak v P komoře dle hemodynamického implantabilního monitoru



Vliv jednotlivé hemodialýzy zhoršení echo vyšetřitelnosti

Cca 90%

- Zmenšení velikosti srdečních oddílů
- Zmenšení významnosti regurgitačních vad
- Pokles tlaku v plicnici
- Pokles CO i Qa

Cca 5-10%

- Zmenšení velikosti srdečních oddílů
- Regurgitační vady stejné nebo větší
- Vzestup tlaku v plicnici
- Vzestup Co i Qa

- Dialýzou indukované RWMA

Přílišné převodnění

Nejčastější chlopenní vady u HD pacientů

- **Stenóza aortální chlopně**
- **Mitrální regurgitace**
- **Trikuspidální regurgitace**
- **Ostatní vady, včetně mitrální stenózy**

CHLOPNĚ

Doporučení pro... | Guidelines

Doporučení ESC/EACTS pro léčbu chlopenních vad 2021.

Souhrn dokumentu vypracovaný Pracovní skupinou pro chlopenní a vrozené srdeční vady v dospělosti České kardiologické společnosti a Českou společností kardiovaskulární chirurgie ČLS JEP

(2021 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. Summary of the document prepared by the Working Group Valvular and Congenital Heart Defects in Adulthood of the Czech Society of Cardiology and the Czech Society of Cardiovascular Surgery of ČLS JEP)

**Martin Mates^a, Petr Němec^b, Dan Marek^c, Jana Rubáčková Popelová^d,
Hana Línková^e, Jan Janoušek^f, Tomáš Paleček^g, Tomáš Zatočil^h**

Aortální stenóza u pacientů s ESKD

- **Stoupající prevalence AoS u hemodialyzovaných** (Kim J., Clin Med 2025)
- **Rychlejší progrese vady** (Kim D., Am J Cardiol 2016)
- **Přítomnost AoS je spojena s vyšší mortalitou než u pacientů se stejně závažnou vadou, ale bez CKD** (Ngiam JN, Singapore Med J 2024; Perkovic V., Nephrol 2003)

Hemodynamické typy aortální stenózy

- Aortální stenóza s vysokým gradientem
- AoS s nízkým gradientem u systolické dysfunkce levé komory, mitrální regurgitace:
 - Dle guidelines EF<50%, Svi<35 ml/m²
- Průkaz kontraktilní rezervy v případě těžší systolické dysfunkce levé komory (dobutamin)

Hodnocení aortální stenózy (AoS)

- Pacienti s CKD G5 mají velmi často hyperkinetickou cirkulaci (anemie, subklinický zánět, arteriovenózní zkrat)



- Hodnocení AoS nesmí být založeno pouze na hodnocení gradientů!!
- Vždy je nutné kalkulovat AVA (AVA_i), zohlednit aktuální hemodynamickou situaci

Circulation



AHA SCIENTIFIC STATEMENT

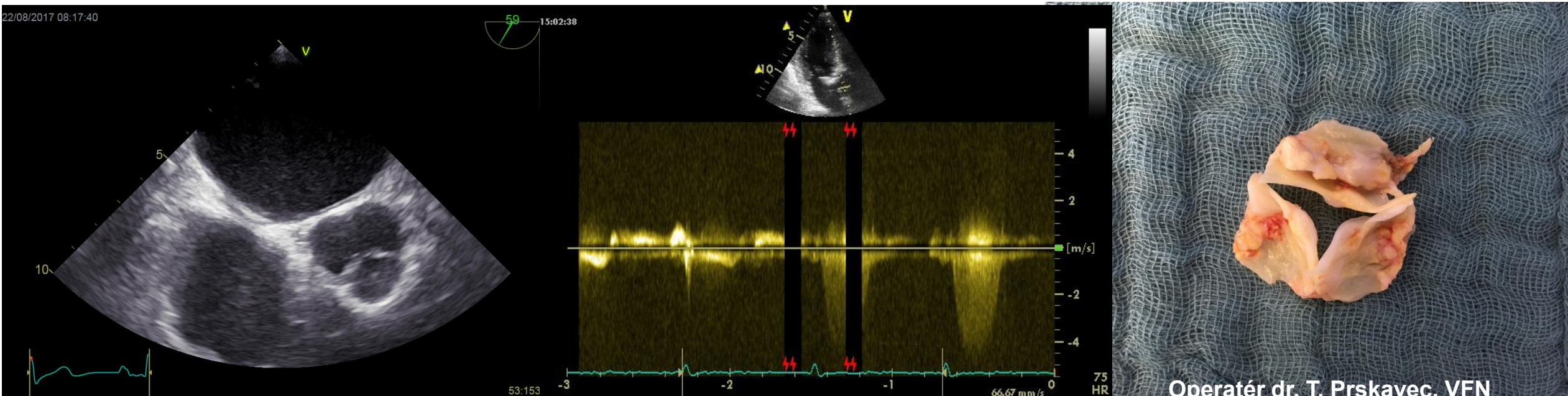
Evaluation and Management of Aortic Stenosis in Chronic Kidney Disease

A Scientific Statement From the American Heart Association

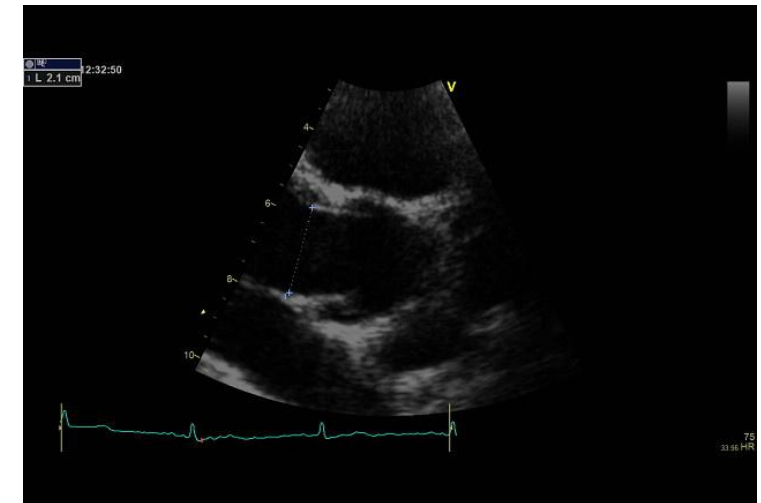
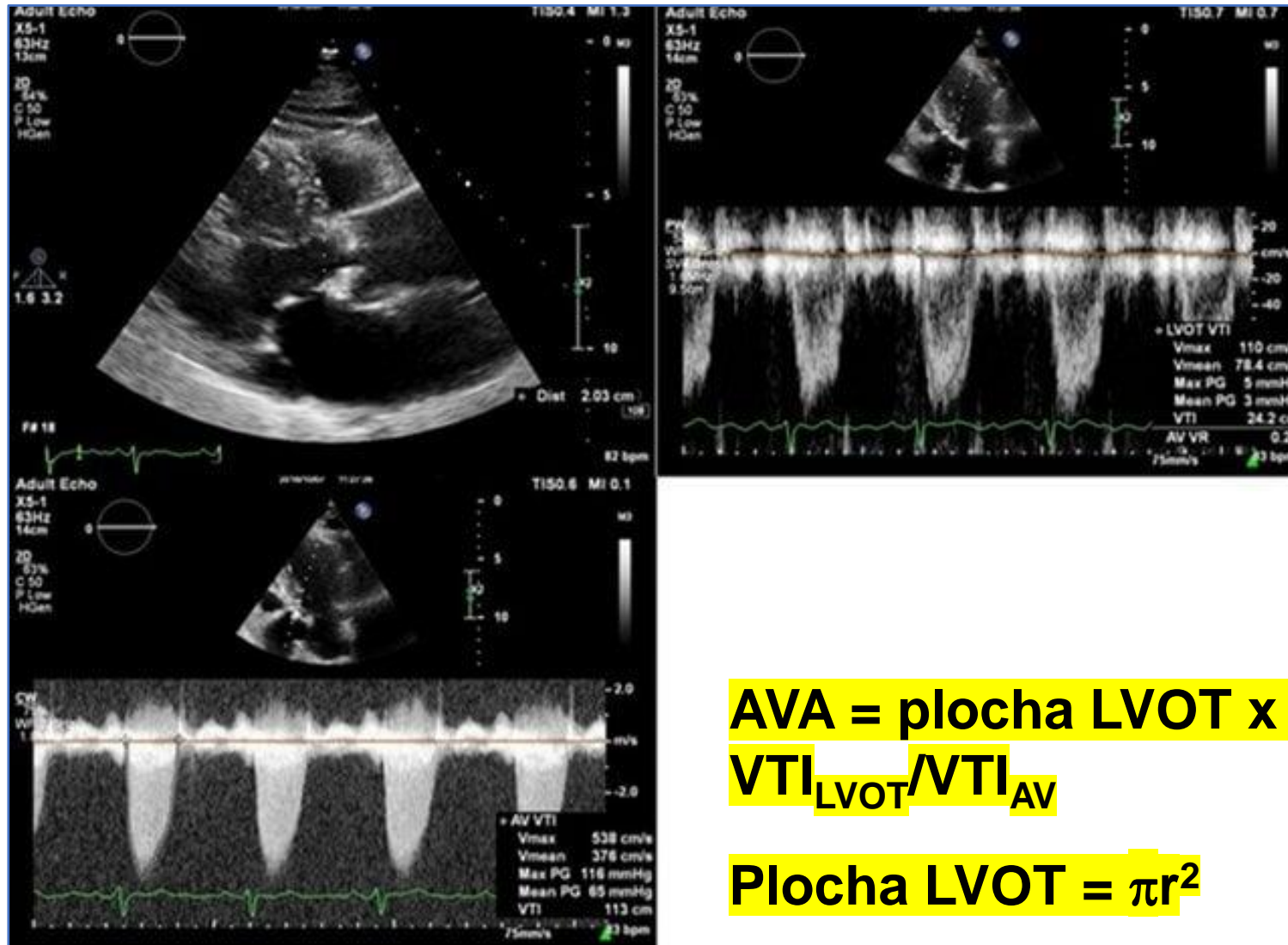
Gautam R. Shroff, MB, BS, Chair; Sripal Bangalore, MD, MHA; Nicole M. Bhave, MD; Tara I. Chang, MD, MS; Santiago Garcia, MD; Roy O. Mathew, MD; Janani Rangaswami, MD; Julien Ternacle, MD, PhD; Vinod H. Thourani, MD; Philippe Pibarot, DVM, PhD, Vice Chair; on behalf of the American Heart Association Council on the Kidney in Cardiovascular Disease and Stroke Council

Kritéria významnosti aortální stenózy

- Dopředný střední gradient >40 mmHg
- Vrcholová dopředná rychlost nad 4 m/s
- **Plocha aortálního ústí $<1,0$ cm²**
- **Indexovaná plocha aortálního ústí <0.6 cm²/m²**



Echokg výpočet plochy aortálního ústí



Výsledek ovlivňuje:

- Správné změření diametru LVOT!
- Správná hloubka vzorkovacího objemu PWD

Echokg výpočet plochy aortálního ústí

- $AVA = \text{plocha LVOT} \times VTI_{LVOT} / VTI_{AV}$
- $\text{Plocha LVOT} \times VTI_{LVOT} = \text{stroke volume (SV)}$
- **Low flow/low gradient AoS podle guidelines: $PG_{mean} < 40$ mmHg, $AVA \leq 1 \text{ cm}^2$, $EF_{LK} < 50 \%$, $SV_i \leq 35 \text{ ml/m}^2$) $SV_i < 35 \text{ ml/m}^2 \sim$ low flow/low gradient aortální stenóza**

Echokg výpočet plochy aortálního ústí

- $AVA = \text{plocha LVOT} \times VTI_{LVOT} / VTI_{AV}$
- $\text{Plocha LVOT} \times VTI_{LVOT} \times \text{srdeční frekvence} = \text{srdeční výdej (CO)}$
(platí v nepřítomnosti aortální regurgitace)
- Normální hodnota CO je 4-6 l/min
- CO nízký v případě low flow/low gradient AoS
- CO vysoký – častý u HD, pokud $> \sim 8$ l/min → Kardionef.centrum

Mitrální regurgitace

- **Primární**

- Fibroelastické postižení
- Revmatická choroba srdeční
- Systémový lupus erytematodes spolu s CKD
- Infekční endokarditida

- **Sekundární**

- Dilatace a systolická dysfunkce levé komory
- Atriální mitrální regurgitace
- Dyssynchronie levé komory



Kritéria závažné MiR dle Doporučení ČKS

	Primární mitrální regurgitace	Sekundární mitrální regurgitace
Kvalitativní		
Morfologie mitrální chlopně	Vlající cíp („flail leaflet“), ruptura papilárního svalu, významná retrakce, velká perforace	Normální cípy, ale těžký tenting, špatná koaptace
Zóna barevného jetu	Velký centrální jet (> 50 % LS) nebo excentrický jet narážející na stěnu variabilní velikosti	Velký centrální jet (> 50 % LS) nebo excentrický jet narážející na stěnu variabilní velikosti
Konvergenční zóna	Velká během celé systoly	Velká během celé systoly
CW (kontinuální) dopplerovský jet	Holosystolický/denzní/triangulární	Holosystolický/denzní/triangulární
Semikvantitativní		
Šířka vena contracta (mm)	≥ 7 (≥ 8 pro měření ze dvou rovin)	≥ 7 (≥ 8 pro měření ze dvou rovin)
Tok v plicní žíle	Reverzní systolický tok	Reverzní systolický tok
Mitrální průtok	Dominantní E (> 1,2 m/s)	Dominantní E (> 1,2 m/s)
Mitrální TVI/aortální TVI	> 1,4	> 1,4
Kvantitativní		
EROA (2D PISA, mm ²)	≥ 40 mm ²	≥ 40 mm ² (může být ≥ 30 mm ² , pokud je regurgitační ústí eliptické)
Regurgitační objem (ml/tep)	≥ 60 ml	≥ 60 ml (může být ≥ 40 ml v případě nízkého průtoku)
Regurgitační frakce (%)	≥ 50 %	≥ 50 %
Strukturální		
Levá komora	Dilatovaná (ESD ≥ 40 mm)	Dilatovaná
Levá síň	Dilatovaná (průměr ≥ 50 mm nebo objem ≥ 60 ml/m ²)	Dilatovaná

Mitrální regurgitace – dynamická vada

Významnost stoupá

- **Hyperhydratace, kongesce, de-komp. HF**
- **Dekorigovaná hypertenze**
- **Bradykardie**
- **Ischémie myokardu, dyssynchronie**
- **Vyšší průtok dialyzačním zkratem**

Významnost klesá

- **Dehydratace, komp. HF**
- **Hypotenze**
- **Tachykardie**
- **Revaskularizace, CRT**

Mitrální regurgitace – dynamická vada

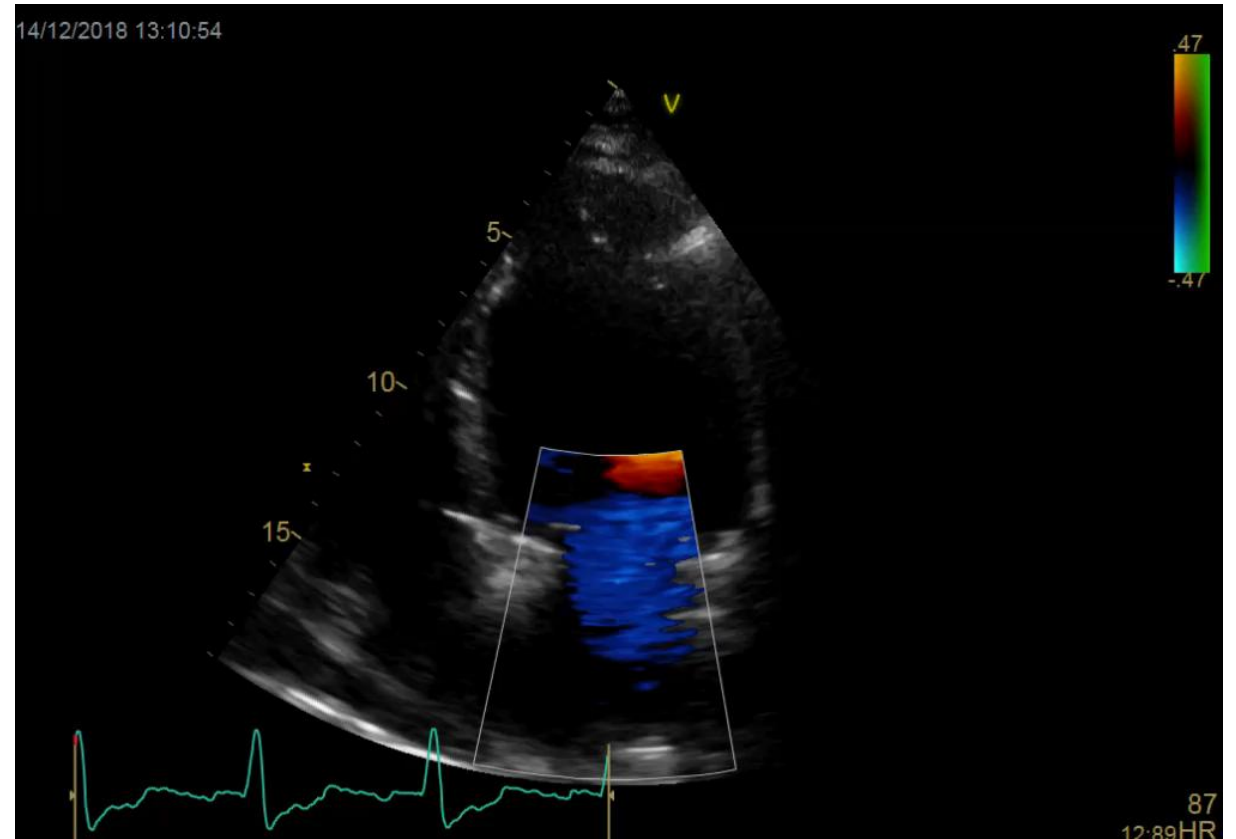
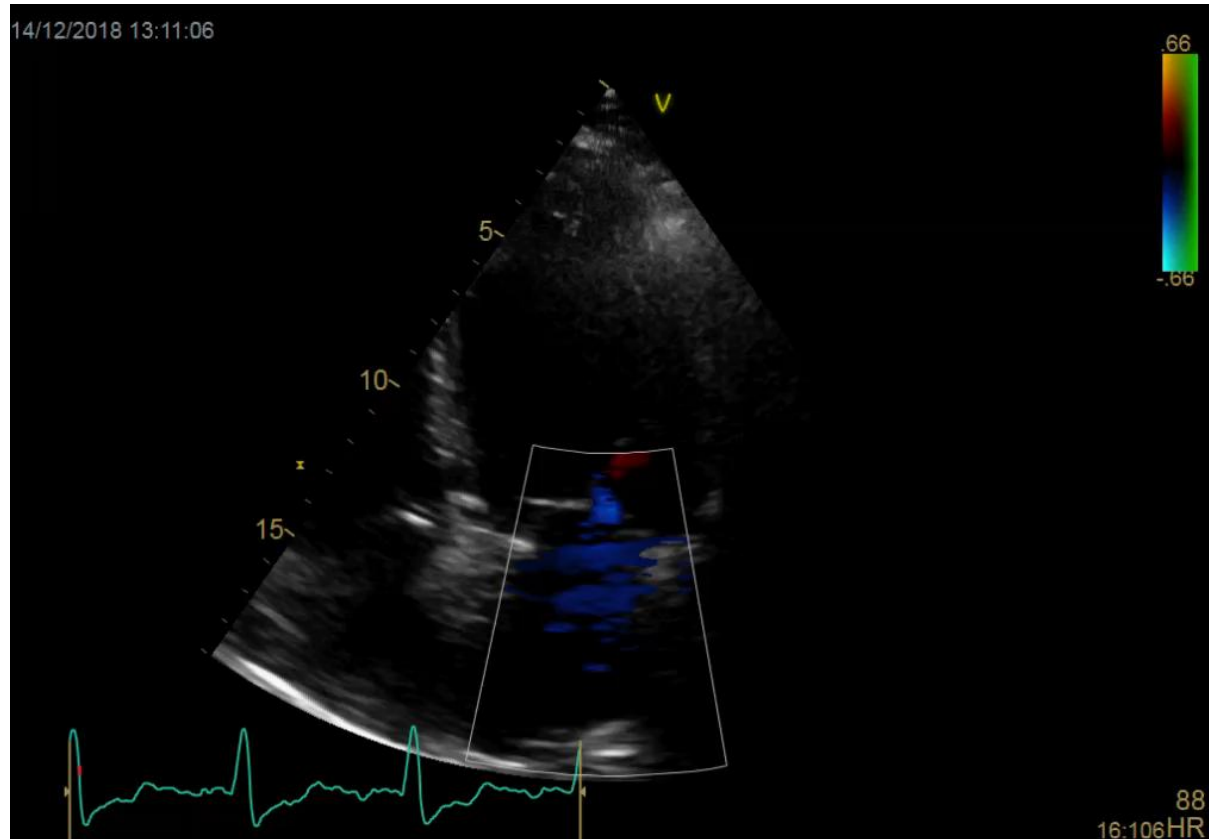
Významnost stoupá

- **Hyperhydratace**, kongesce, de-komp. HF
- Dekorigovaná hypertenze
- Bradykardie
- Ischémie myokardu, dyssynchronie
- **Vyšší průtok dialyzačním zkratem**

Významnost klesá

- Dehydratace, komp. HF
- Hypotenze
- Tachykardie
- Revaskularizace, CRT

Orientační hodnocení MiR



Semikvantitativní hodnocení:

délka jetu

šíře jetu

plocha jetu vs. plocha LS

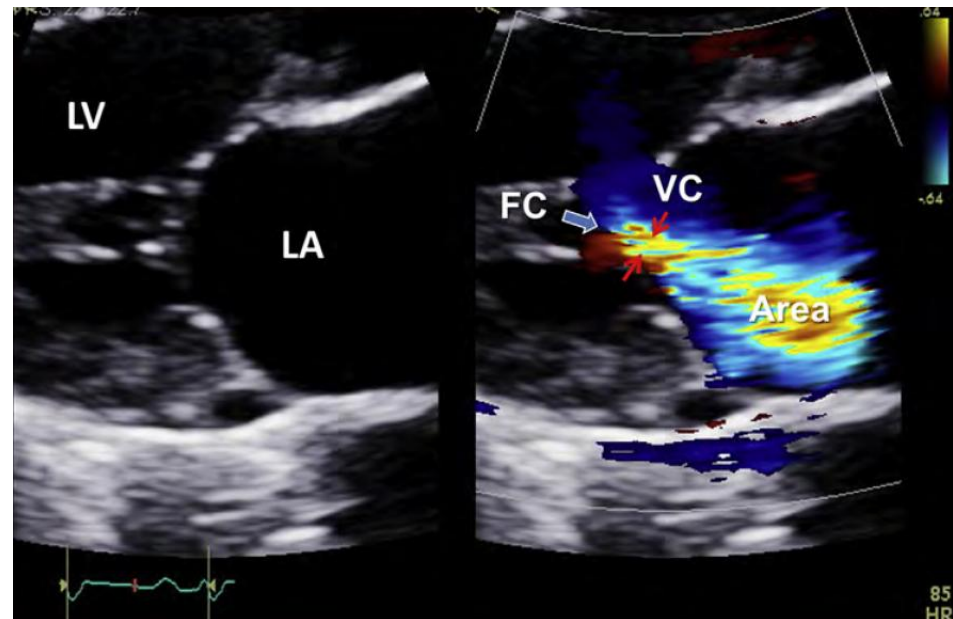
POZOR na:

Gain

Škálu

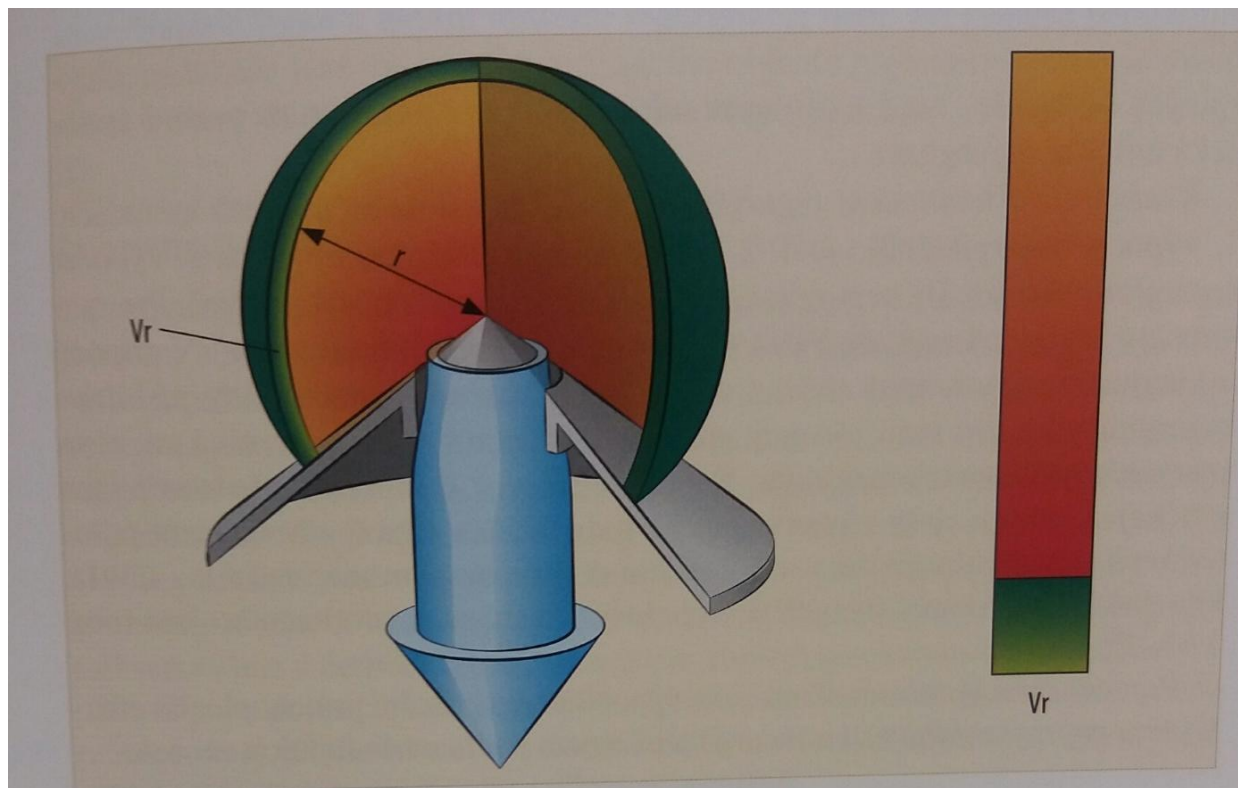
Vena contracta (VC)

- Její diametr je funkcí EROA
- Musí být vidět FC+VC+area
- Měla by být měřena tam, kde je směr regurgitace kolmý na směr USG signálu: ideálně PLAx, nikoli A4C
- Vždy zoom
- Hranicí významnosti pro MiR je ≥ 7 mm (při průměrování z A2C a A4C projekce ≥ 8 mm)



EROA = effective regurgitation orifice area
FC = flow convergence

PISA: proximal isovelocity surface area



Obr. 17.3 Schéma metody PISA

r – poloměr izorychlostní zóny, měřeno od vena contracta, Vr – rychlost, při které dochází k rozvoji aliasingu. Praktické provedení viz obr. 17.2.

r – poloměr izorychlostní zóny/flow convergence

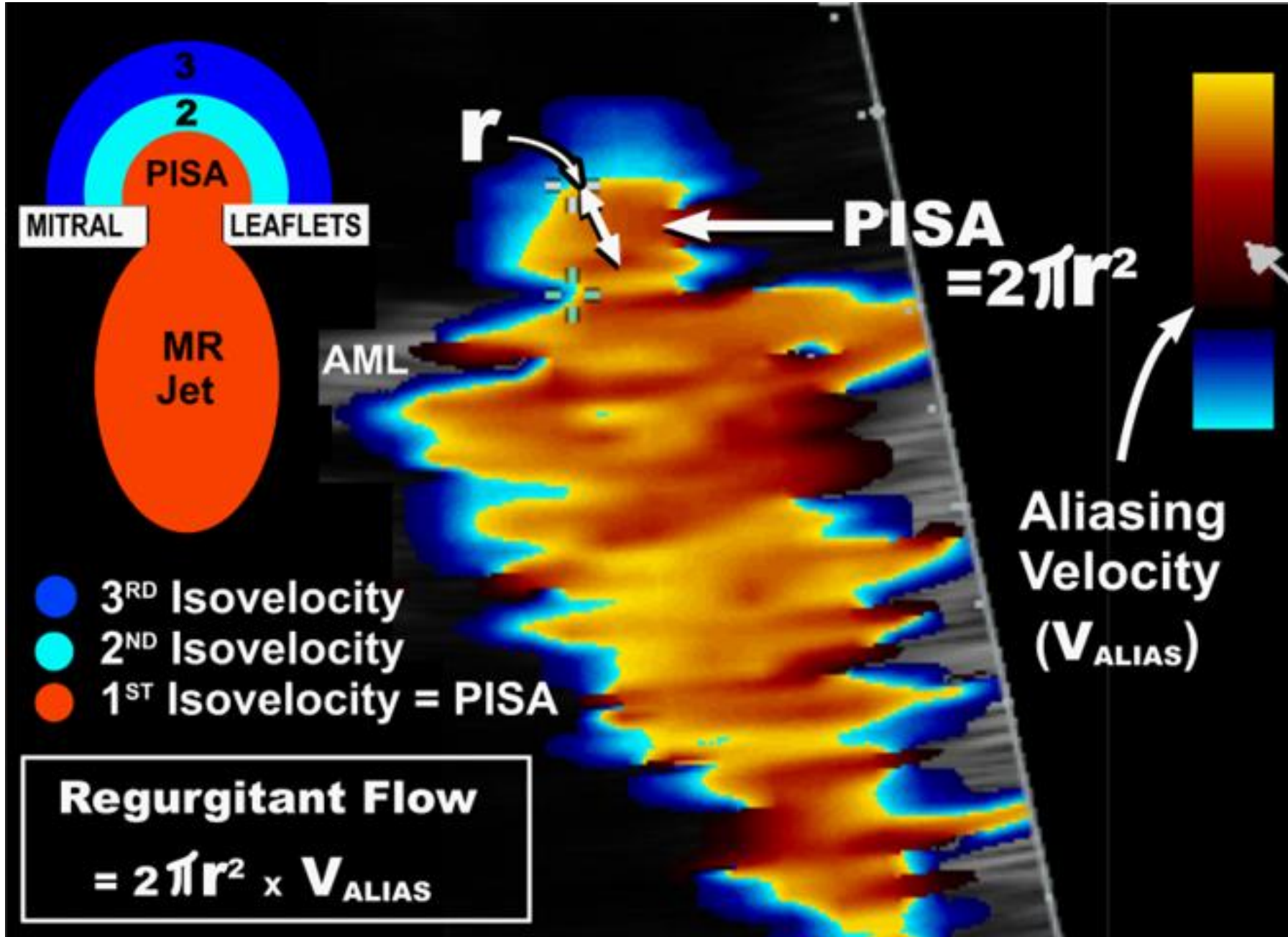
Vr – rychlost, při které dochází k rozvoji aliasingu

$$Q = 2\pi r^2 \times V_r$$

takže

$$2\pi r^2 = \text{EROA} = Q/V_{\text{reg max}}$$

$$\text{RV} = \text{EROA} \times \text{VTI}_{\text{reg}}$$



Sekundární mitrální regurgitace

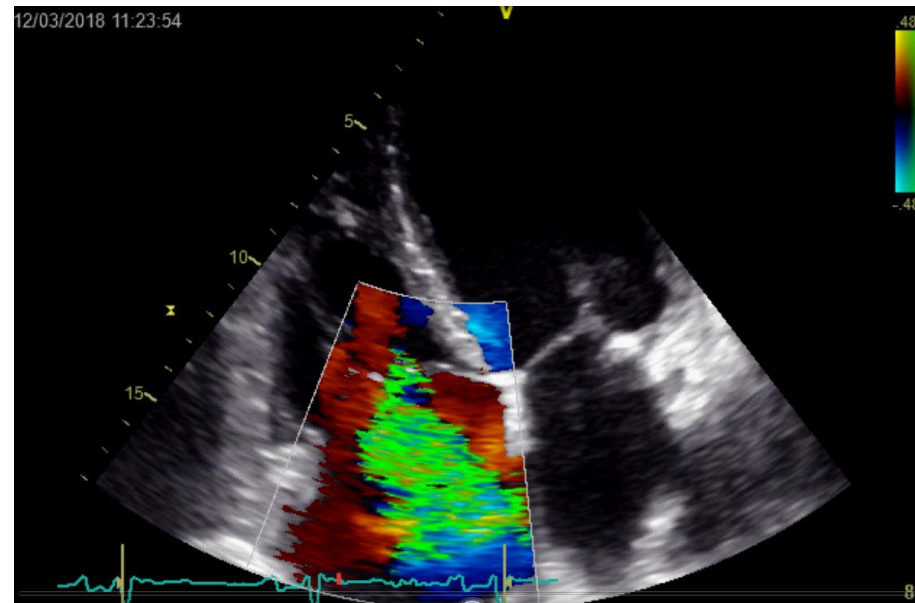
Vyšetření v kardionefrologickém centru před indikací k invazivnímu výkonu!



Zhodnocení/řešení nastavení suché váhy, průtoku zkratem, přítomnosti ICHS, dyssynchronie atd.

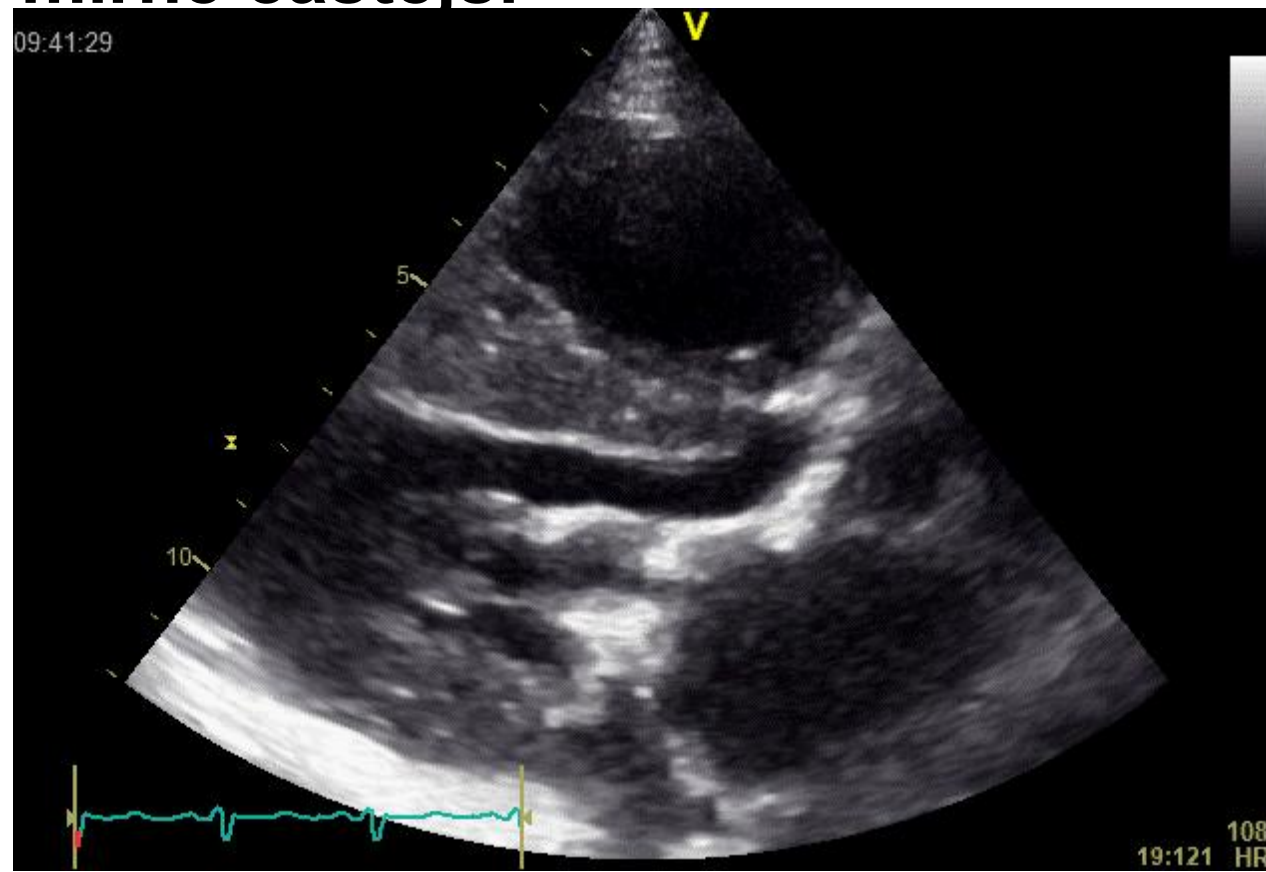
Trikuspidální regurgitace

- Vady primární a sekundární – analogie mitrální regurgitace
- Sekundární výrazně častější
- Závislá na plicní hypertenzi
- Platí všechna omezení jako u mitrální regurgitace – závislost na hydrataci, průtoku zkratem, srdeční frekvenci atd.



Mitrální stenóza

- V běžné populaci s výjimkou rozvojových zemí je stále vzácnější
- U pacientů s ESKD je mírně častější



Kritéria významné mitrální stenózy

Střední gradient	10 mmHg
PHT	≥ 150 ms
Plocha mitrálního ústí	$< 1,5$ cm ²

Gradient nadhodnocuje při:

- tachykardii
- vysokém srdečním výdeji (hyperhydratace, a-v zkrat)!!!

Kritéria významné mitrální stenózy

Střední gradient

10 mmHg

PHT

≥ 150 ms

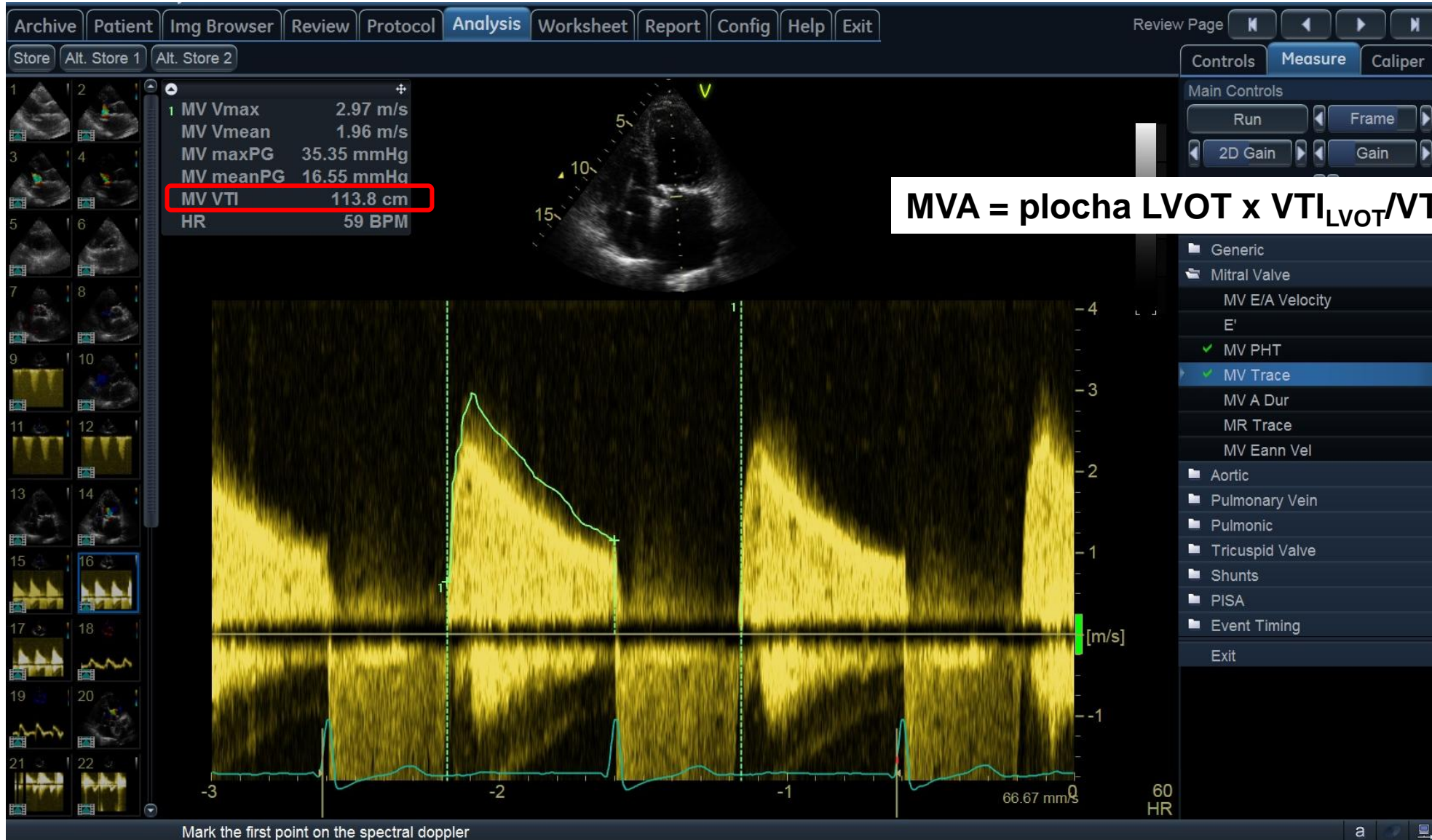
Plocha mitrálního ústí

$< 1,5$ cm²

Výpočet plochy mitrálního ústí dle rovnice kontinuity je analogický výpočtu plochy aortálního ústí

PISA hodnocení mitrální stenózy

Výpočet plochy mitrálního ústí

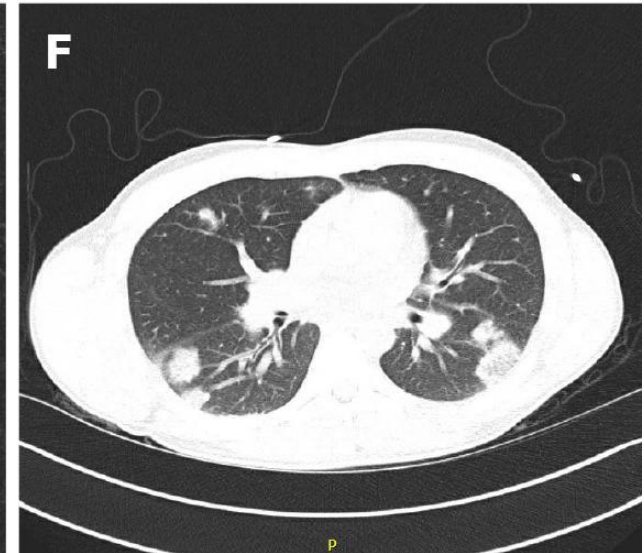
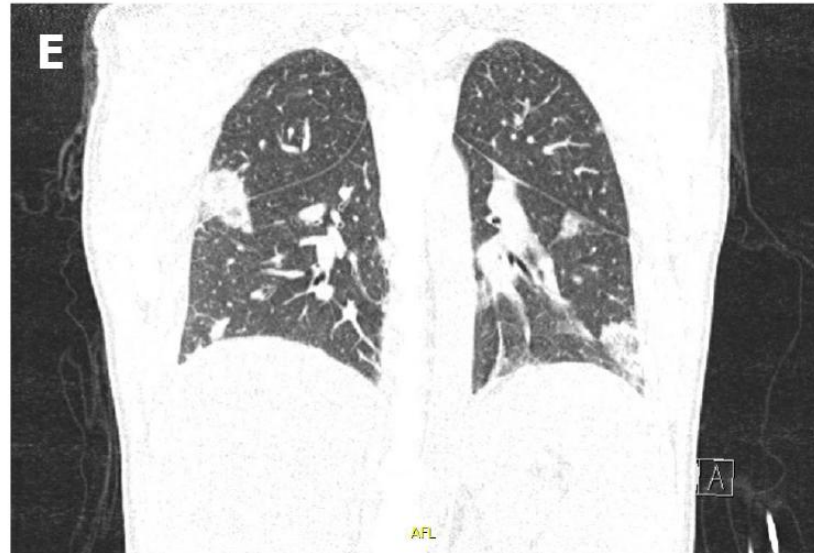
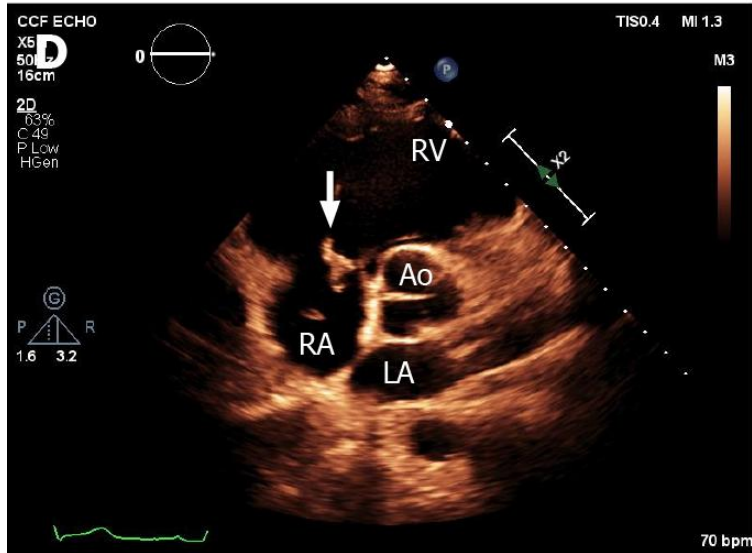
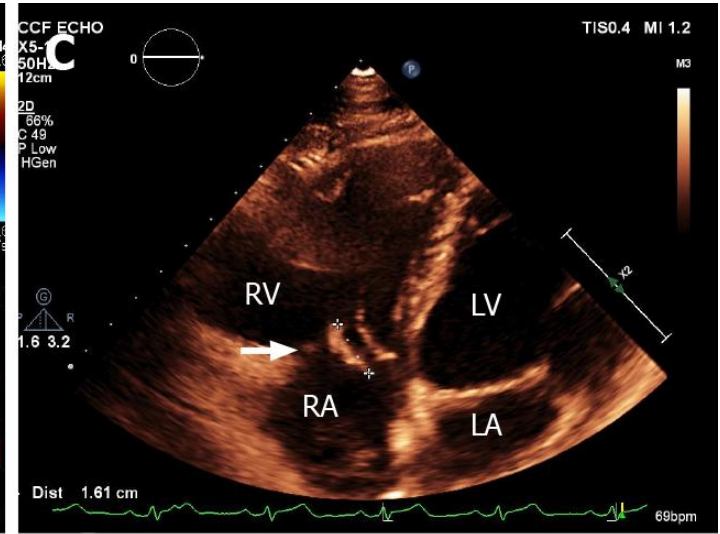
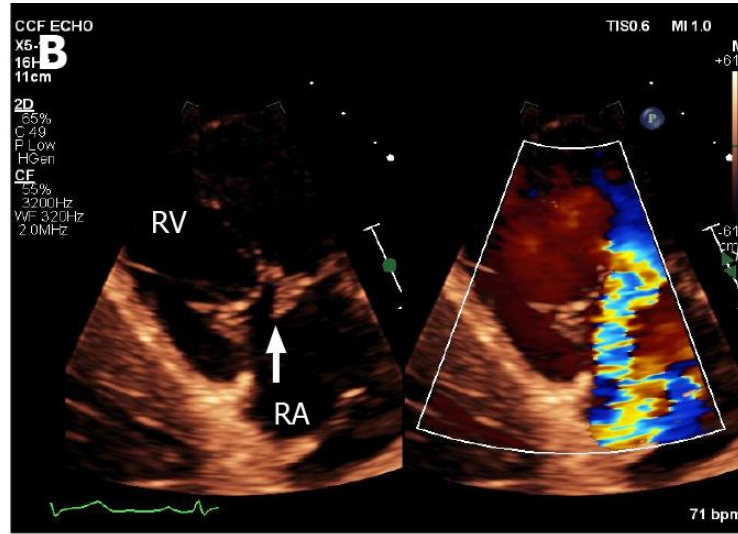
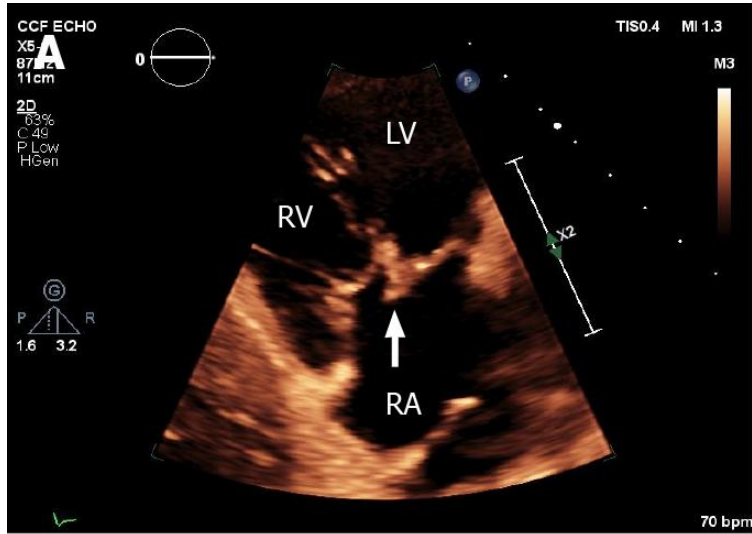


$$MVA = \text{plocha LVOT} \times \frac{VTI_{LVOT}}{VTI_{MV}}$$

Endokarditidy častější včetně pravostranných chlopní



Endokarditida trikuspidální chlopně +septické emboly



Závěry

- **Nejčastější vady u HD pacientů jsou aortální stenóza, mitrální a trikuspidální regurgitace**
- **Aktuální hemodynamická situace, zejména nastavení suché váhy a průtok dialyzačním zkratem zásadně mění významnost vady**
- **Spolehnutí se na gradienty a na velikost regurgitačního jetu vede k významným omylům**
- **Pacienti by ideálně měli být vyšetřeni v kardionefrologickém centru**

Děkuji za pozornost

jan.malik@vfn.cz

Echolaboratoř 3.int. kliniky: tel. 224962949

