

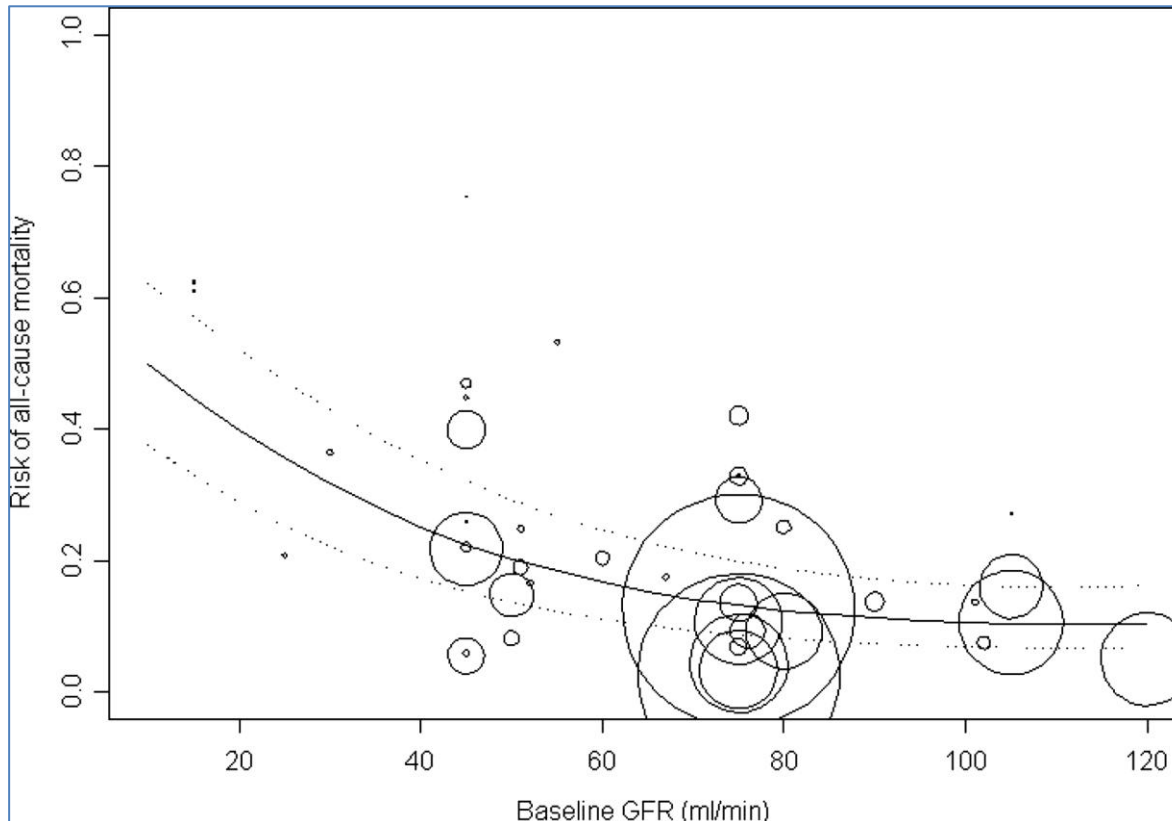
Echokardiografie a nefrologie

Jan Malík

Echolaboratoř 3. interní kliniky
Kardionefrologická ambulance



Celková mortalita a glomerulární filtrace



Tonelli M. et al. JASN 2006

Mortalita ESRD je cca 10x větší než u stejně staré non-ESRD populace (Foley RN et al. JASN 2007)

Dialyzační ročenka ČNS 2016

Příčiny úmrtí: (% z celkového počtu pac., údaje reportovány z 101 DS)

	HDP (n=1507)	PDP (n=41)
Kardiovaskulární	43 %	39 %
Infekční	17 %	7 %
Malignita	8 %	10 %
Ostatní	32 %	44 %

Srdeční selhání u pacientů s CKD

Metabolické změny (fosfáty, ADMA, FGF-23, osmolalita...)

Endokrinní změny (aktivace RAAS, sympatiku, parathormon...)

Tlakové přetížení (arteriální hypertenze)

Objemové přetížení (retence natria, tekutin)

- ICHS
- Hypertrofie levé komory
- Diastolická dysfunkce LK
- Systolická dysfunkce LK
- Chlopenní vady
- Postižení PK
- Arytmie
- Onemocnění perikardu
- Plicní hypertenze

Srdeční selhání u pacientů s CKD

Metabolické změny (fosfáty, ADMA, FGF-23, osmolalita...)

Endokrinní změny (aktivace RAAS, sympatiku, parathormon...)

Tlakové přetížení (arteriální hypertenze)

Objemové přetížení (retence natria, tekutin)

- ICHS
- Hypertrofie levé komory
- Diastolická dysfunkce LK
- Systolická dysfunkce LK
- Chlopenní vady
- Postižení PK
- Arytmie
- Onemocnění perikardu
- Plicní hypertenze

Problém pro echokardiografistu č.1

Objemové přetížení

- CKD → porucha exkrece $\text{Na} + \text{H}_2\text{O}$
- Retence tekutin mezi dialýzami (doprovázená vzestupem TK)
- Anemie (obvykle cca 100g/l)
- Dialyzační cévní zkrat (průtok 500-1500ml/min)

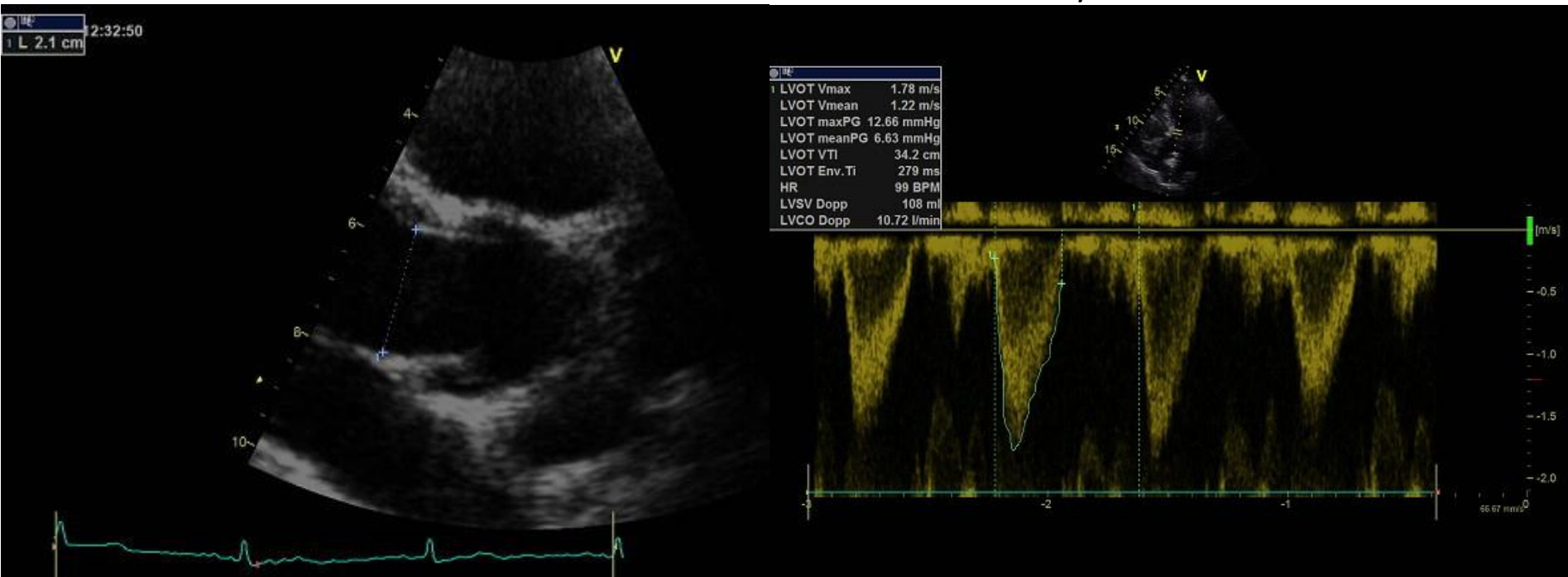


Vzestup srdečního výdeje
Přechodně „luxusní“ perfúze tkání

Srdeční výdej - kalkulace

- Kalkulace z LVOT, popř. RVOT
- Planimetrický výpočet tepového objemu

PW/LVOT



Efektivní srdeční výdej

$CO_{ef.} = CO - \text{průtok zkratem}$

$CI_{ef.} = CO / BSA$



Problém pro echokardiografistu č.2

Výrazné kolísání hydratace u chronicky dialyzovaných pacientů



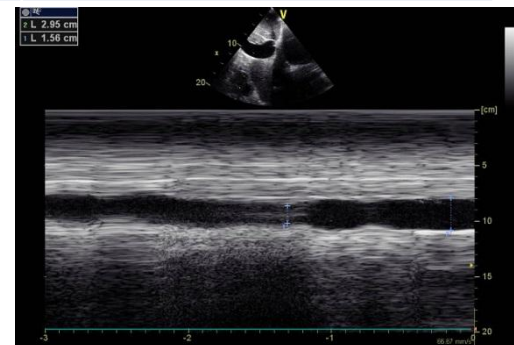
*Přečerpávací elektrárna Dlouhé stráně
Zdroj: ČEZ*

Problém pro echokardiografistu č.3

Správnost stanovení suché hmotnosti –
spolupráce s dialyzačním střediskem

Odhad centrálního žilního tlaku

Diametr (mm)	Kolapsibilita	Centrální žilní tlak (mmHg)
<15 mm	Kolabovaná	0-5
15-25	>50%	6-10
15-25	<50%	11-15
>25	<50%	16-20
>25	Nekolabující	>25



Klinický problém: u pacientů s ESRD je obtížné odlišit prostou hyperhydrataci od srdečního selhání



Kritéria srdečního selhání u nefrol. pac.:

- Dušnost při absenci plicního onemocnění
- Ústup kongesce ultrafiltrací
- Průkaz strukturálního onemocnění srdce

Strukturální onemocnění srdce

Frekvence jednotlivých abnormit
dle Acute Dialysis Quality Initiative XI workgroup

Kritérium	Výskyt
Hypertrofie LK	49% u g/m^2 resp. 71% $g/m^{2.7}$ podhodnoceno!!!
↑ objem LK	72%
RWMA/dysfunkce LK	50%
Systolická dysfunkce PK	34%
Dilatace LS	81%
Diastolická dysfunkce LK	78%
Vada mitrální chlopně	13%
Vada aortální chlopně	3%

Alespoň 1 abnormita u 87% pac.

Strukturální onemocnění srdce

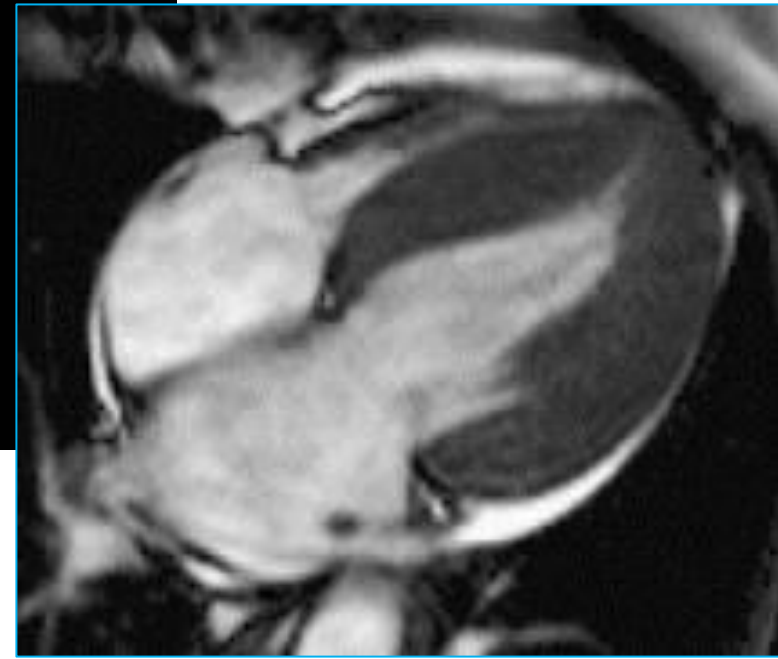
Frekvence jednotlivých abnormit

Kritérium	Výskyt
Co ve studii chybělo	
Hypertrofie LK	49% u g/m ² resp. 71% g/m ^{2.7}
• ICHS, postižení tepen: výskyt 50-80%	
↑ objem LK	72%
• Plicní hypertenze: výskyt 50-60%	
RWMA/dysfunkce LK	50%
• Kalcifikace myokardu	34%
• Onemocnění perikardu	81%
Diastolická dysfunkce LK	78%
Vada mitrální chlopně	Volodarskiy A et al. Am J Med 2016
Vada aortální chlopně	Agarwal R. Nephrol Dial Transplant 2012

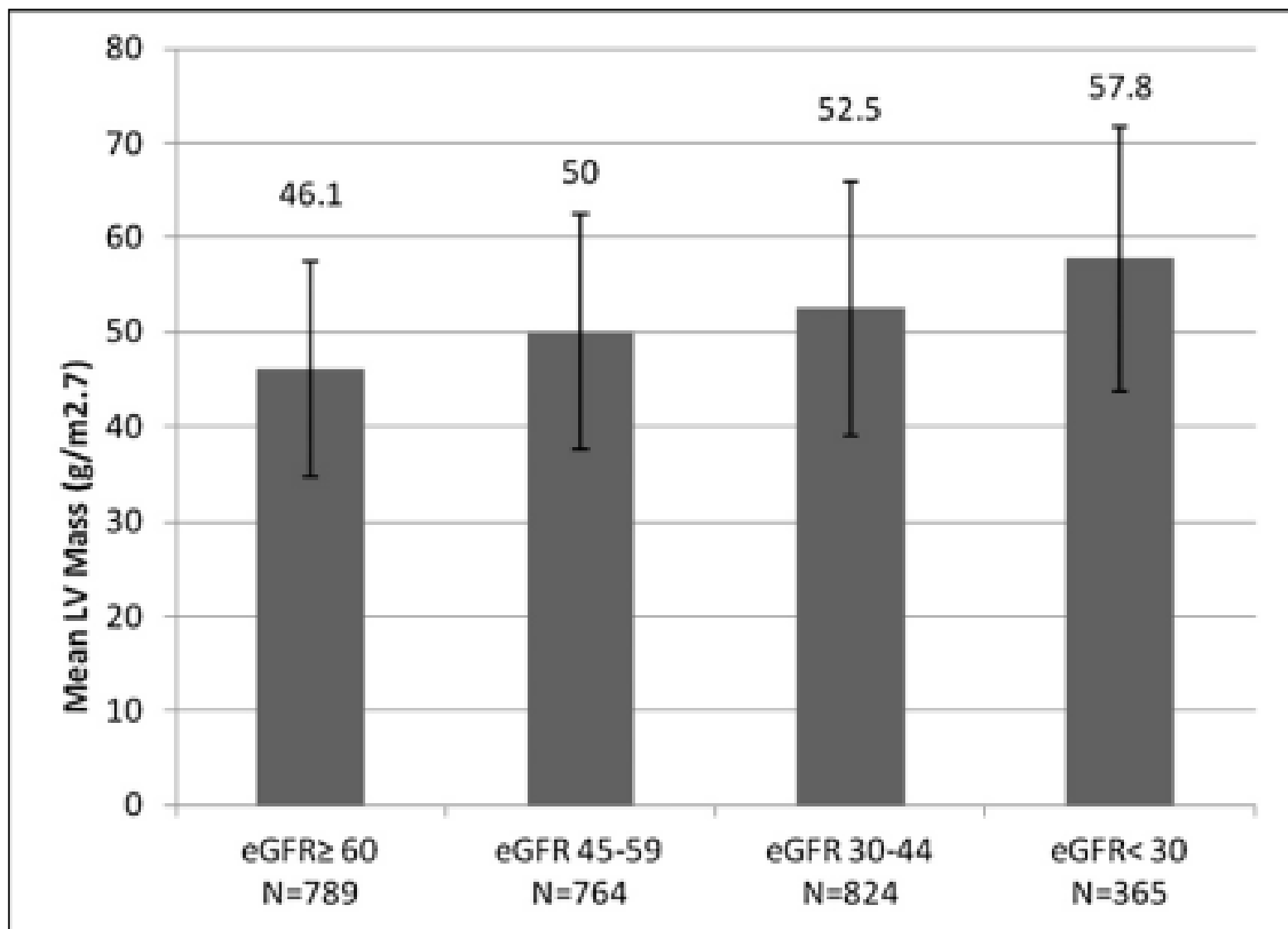
Alespon 1 abnormita u 87% pac.

Hickson LJ et al. JACC 2016

Hypertrofie levé komory



Vztah hypertrofie LK a glom. filtrace



Hypertrofie LK

Výskyt

- Cca 20% pacientů s CKD 1-3
- Až 80% pacientů zahajujících hemodialyzační terapii

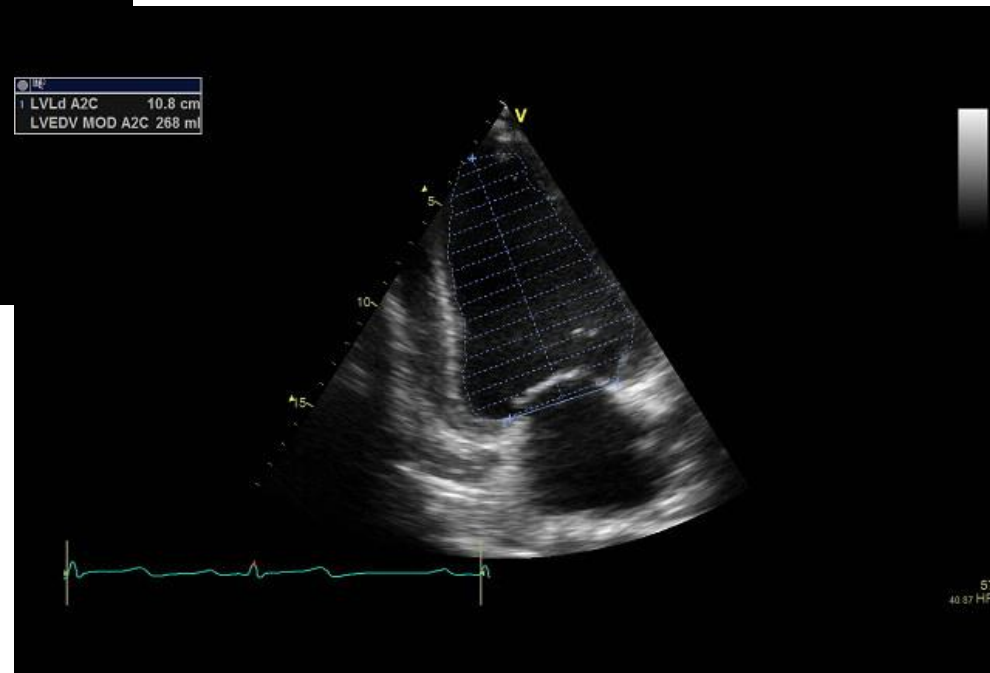
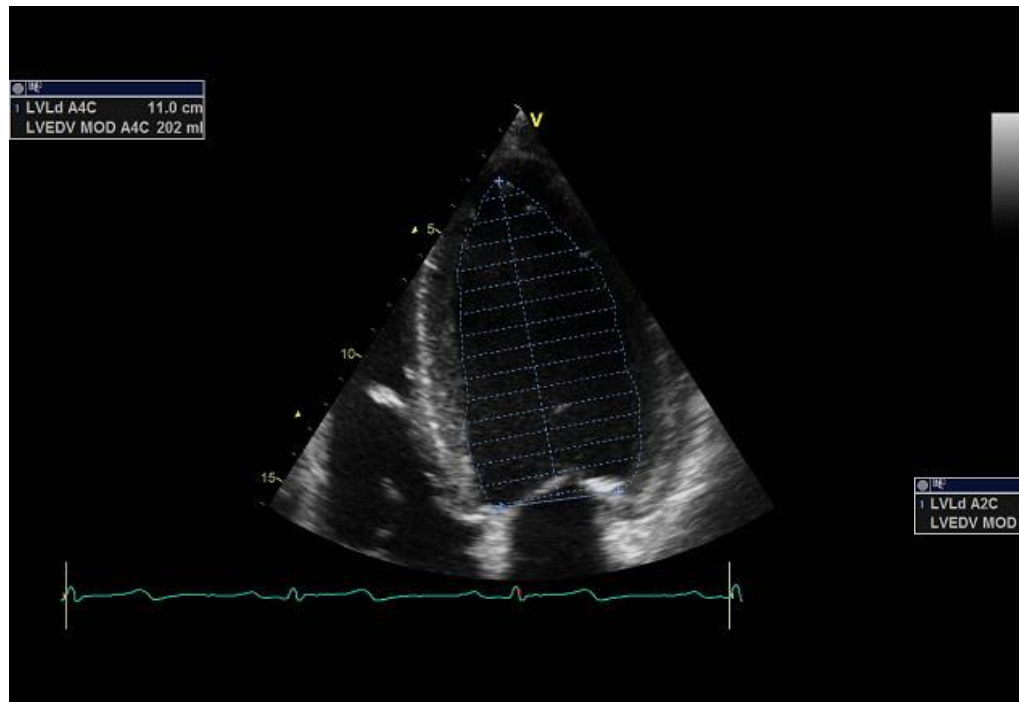
Riziko

- KV onemocnění vč. náhlé smrti
- Rychlejší progrese renální insuficience²⁾
- Koncentrická hypertrofie nebezpečnější než excentrická
- Diastolická dysfunkce LK

1) Park M et al. J Am Soc Nephrol 2012

2) Mostovaya IM et al. PloS One 2014

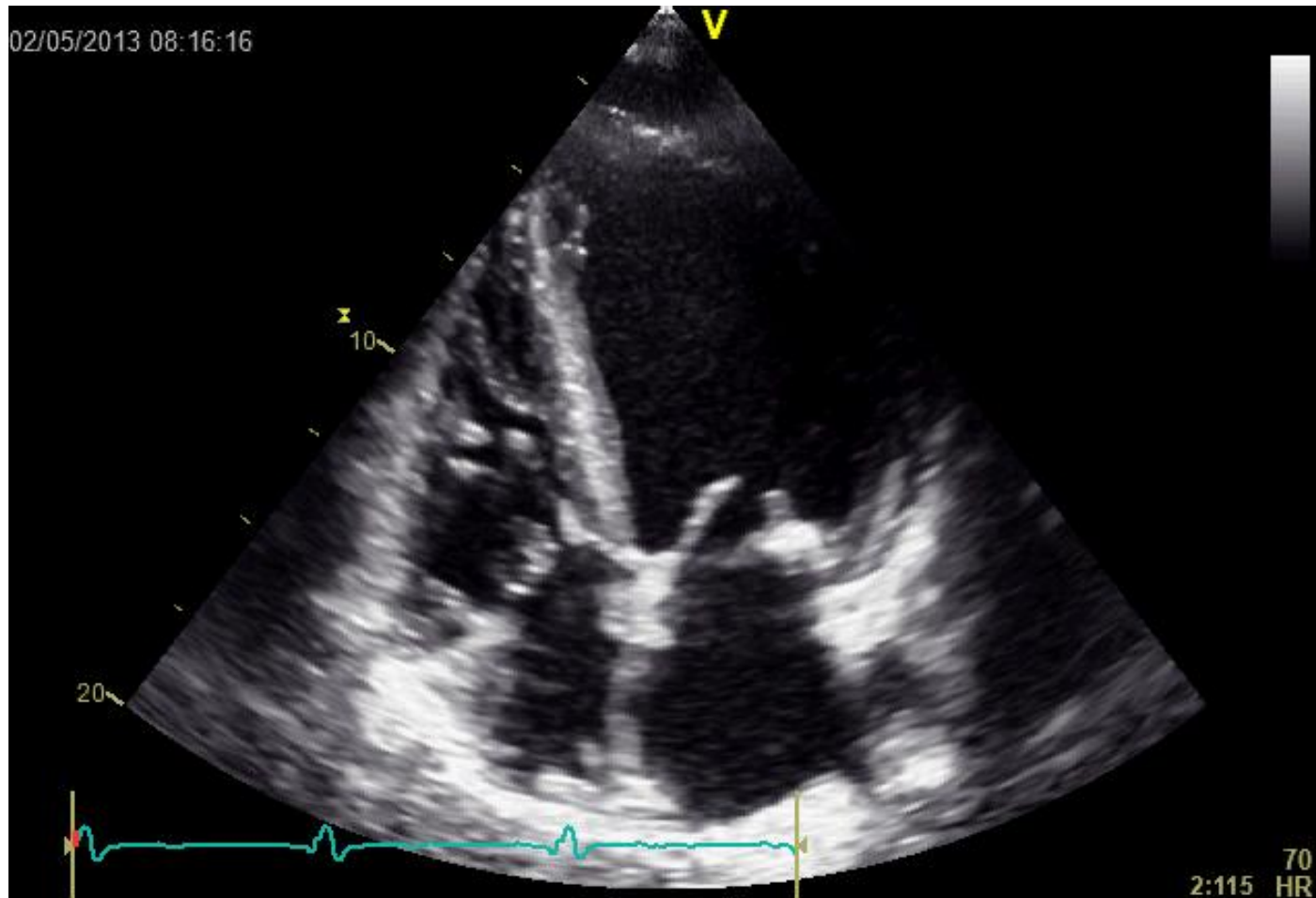
Dilatace levé komory



Zvětšení objemu levé komory

- Kritéria*: LVEDVi > 74 ml/m² (muži)
 > 61 ml/m² (ženy)
- Hlavní mechanismy: tlakové a objemové přetížení.
Výrazná volum-dependence!
- Další:
 - hyperkinetická cirkulace (anemie, cévní zkrat)
 - terminální fáze různých srdečních onemocnění
 - řada reverzibilních stavů !!!

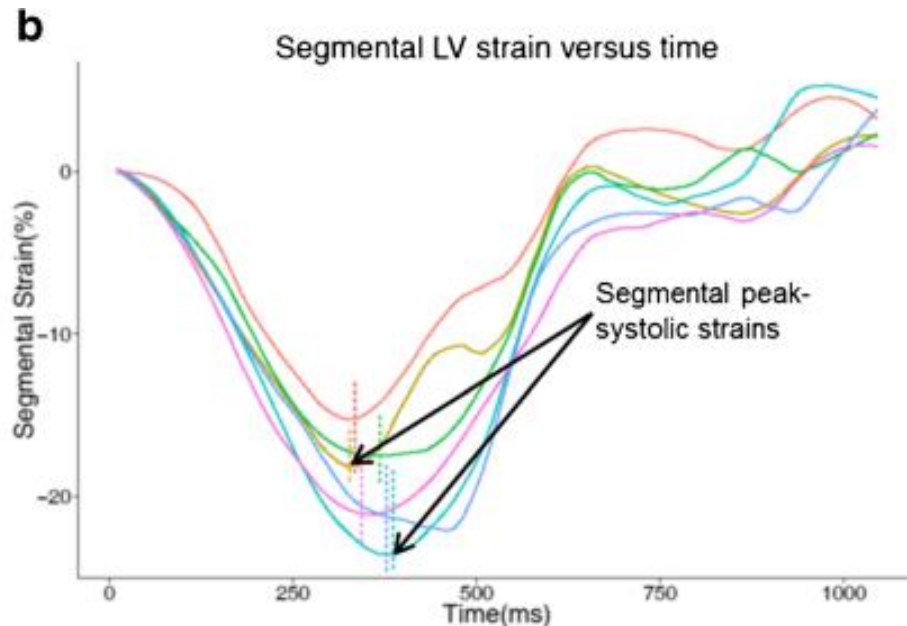
Systolická dysfunkce levé komory



Systolická dysfunkce

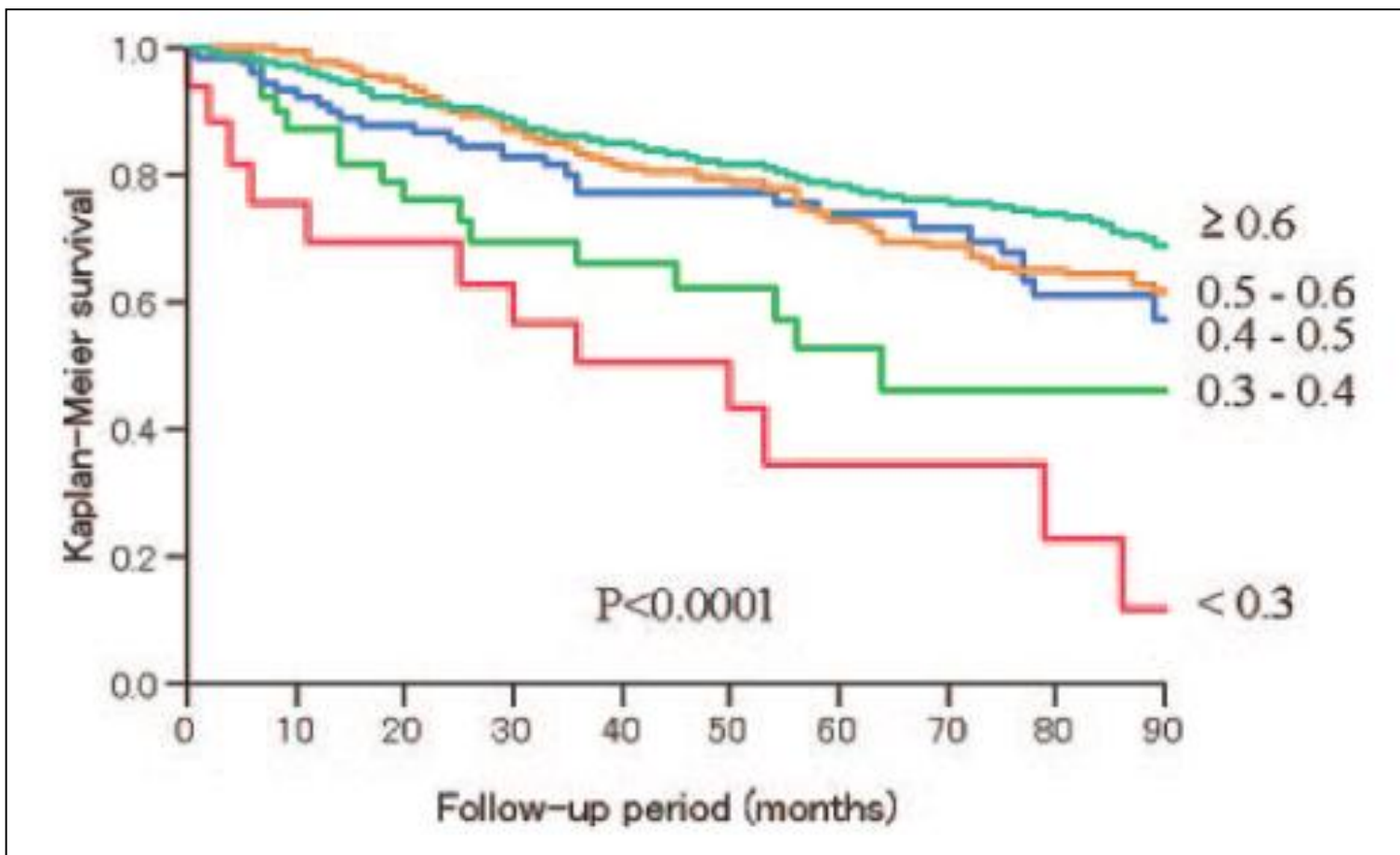
(EF \leq 45%)

- Pokles plnicích tlaků (po HD- *Frank-Starling*)
- Dyssynchronie (prokázaná i u koncentrické remodelace)*)



*) Odudu A. et al. Eur Radiol 2016

Systolická dysfunkce levé komory: vliv na celkovou mortalitu

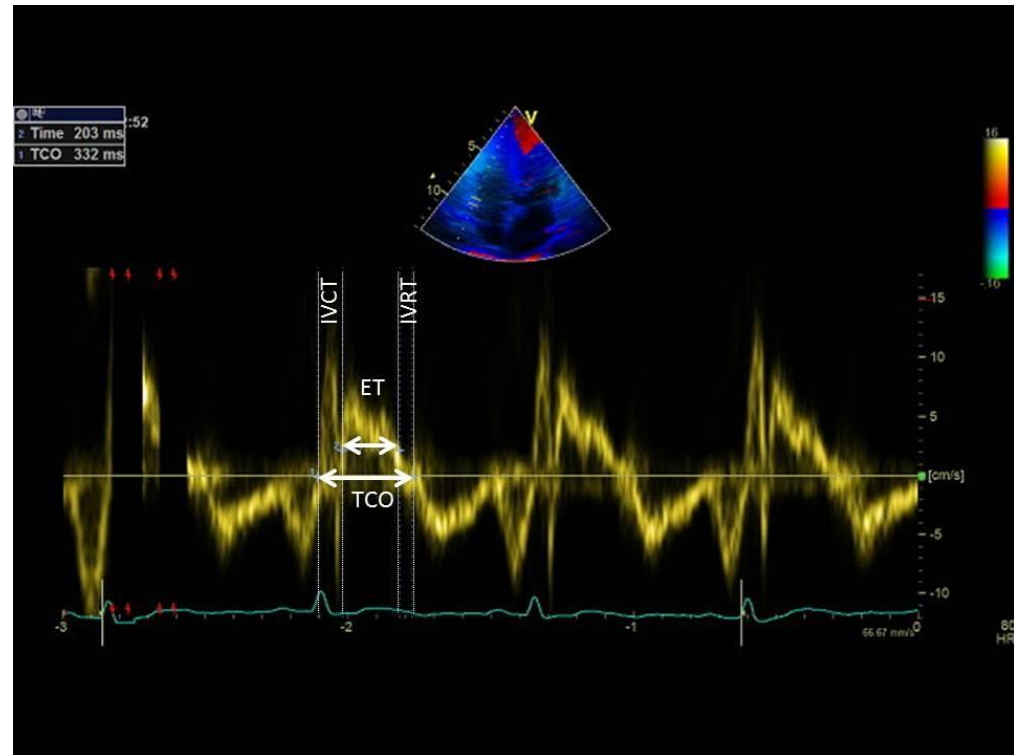
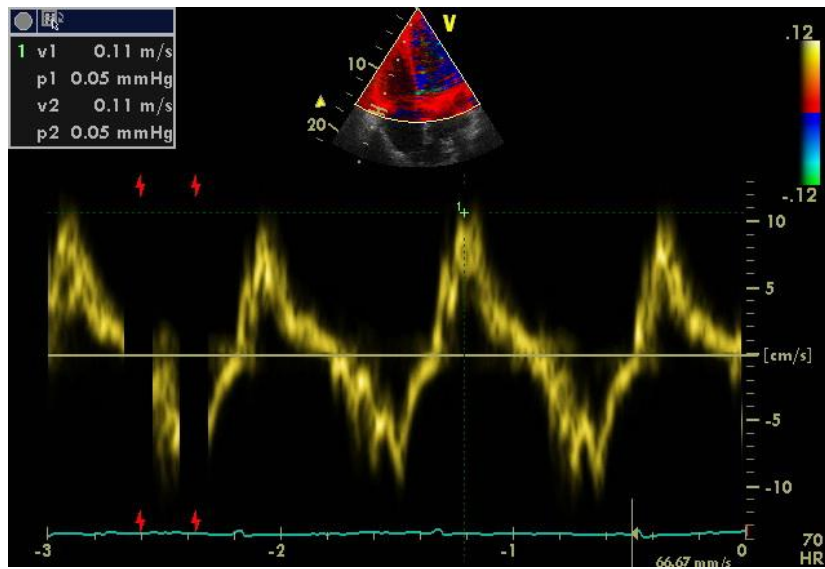


Regionální porucha kontraktility po hemodialýze (RWMA)

- Dočasná porucha charakteru stunningu vzniklá po HD, trvající několik hodin
- Regionální hypokineza až akineza
- Souvislost s intradialytickou hypotenzí
- Příznivý vliv nižší teploty dialyzačního roztoku

Dysfunkce pravé komory

$S'_{\text{lat_tricuspid}} < 9.5 \text{ cm/s}$
TAPSE $< 18 \text{ mm}$, FAC $< 35\%$



RIMP/Tei index PK:
 $RIMP = (IVRT + IVCT) / ET$
Patol. $< 0,54$

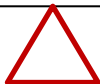
Dysfunkce pravé komory

Mechanismy

- Objemové přetížení
- Hyperkinetická cirkulace (anemie, zkrat)
- Plicní hypertenze



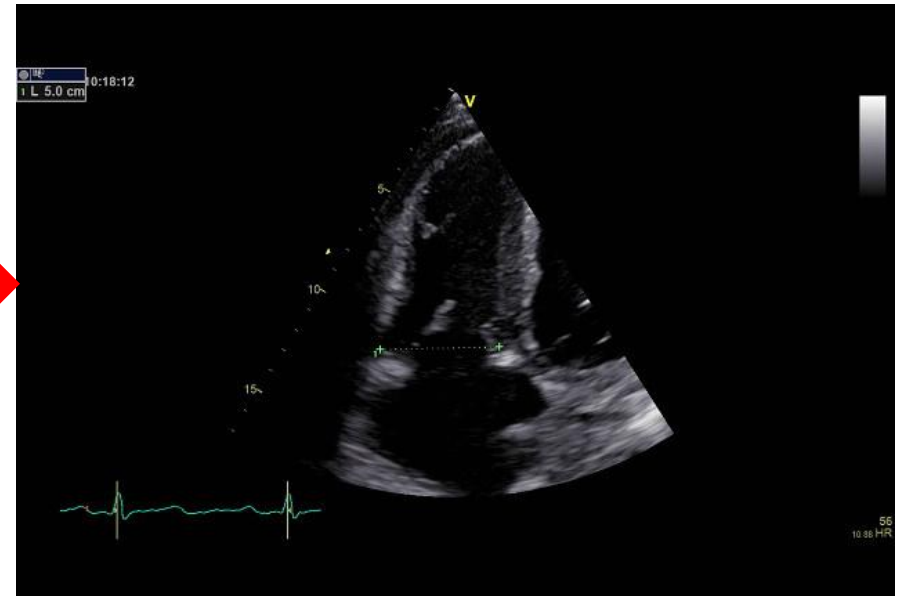
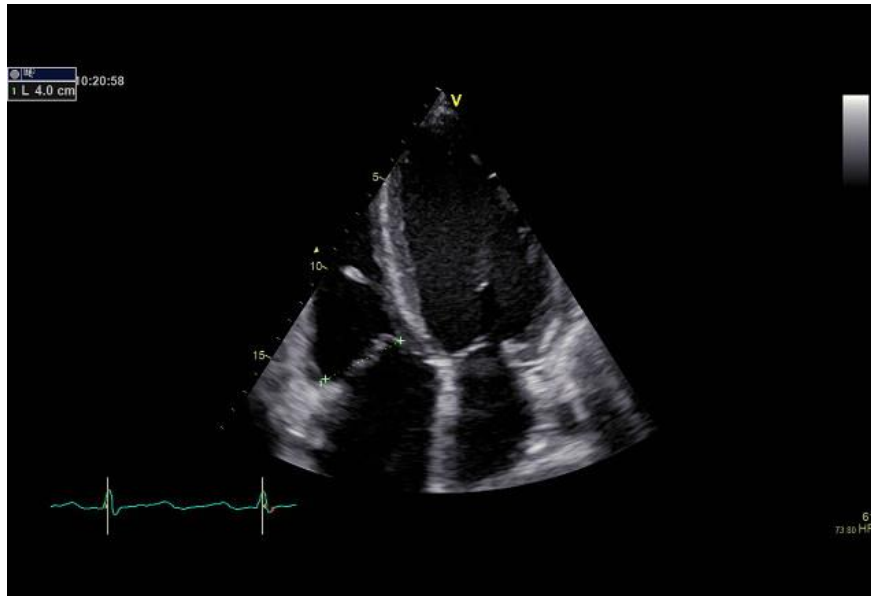
Dysfunkce levé komory
(interdependence)



Velikost pravé komory

- End-diastolická plocha v A4C (EDA)
- End-systolická plocha v A4C (ESA)
- Příčné rozměry

Adjustovaná A4C projekce



Kalcifikace srdce

Mechanismy:

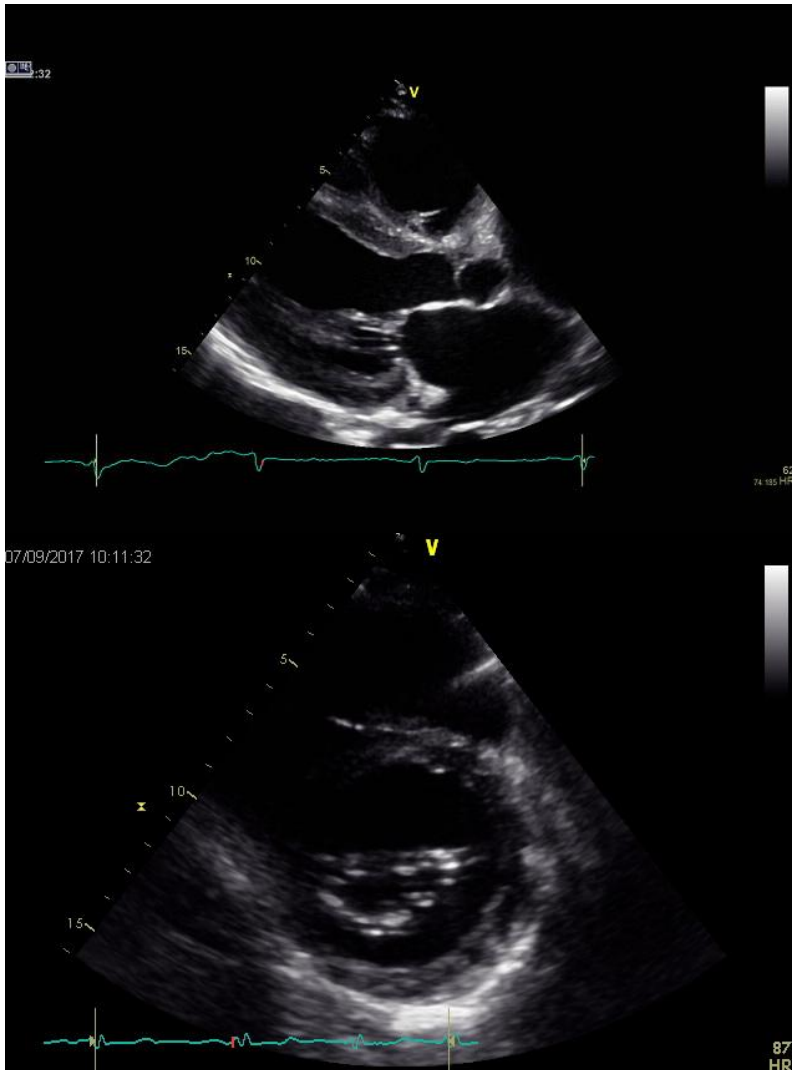
- Sekundární hyperparathyreóza v důsledku nedostatečné exkrece fosfátů
- FGF-23, fetuin-A, parathormon, warfarin...

Důsledky:

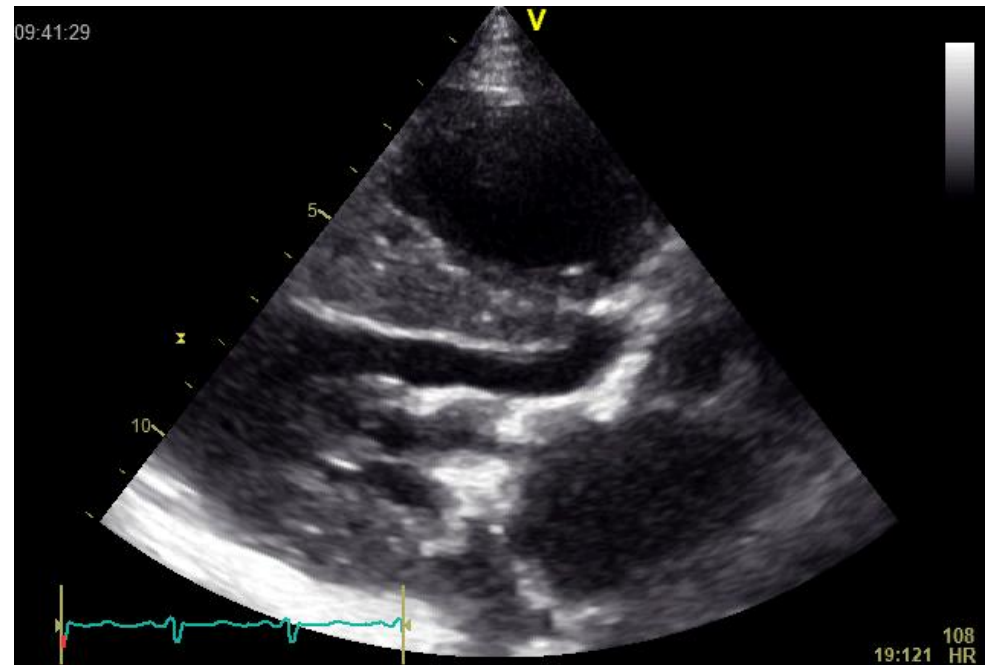
- Chlopenní dysfunkce
- Lokální omezení diastolické i systolické funkce myokardu

Kalcifikace srdce: MiS+AoS

Lehká – Mi anulus



Těžká – Mi +Ao anulus,
cípy, závěsný aparát,
endokard, myokard



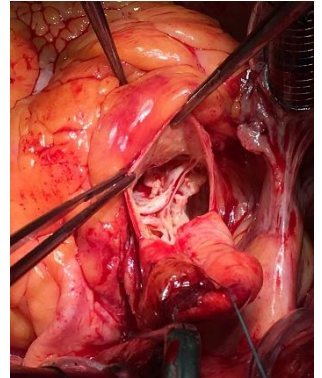
Aortální stenóza



Operatér dr. T.Prskevec, VFN

Hodnocení aortální stenózy

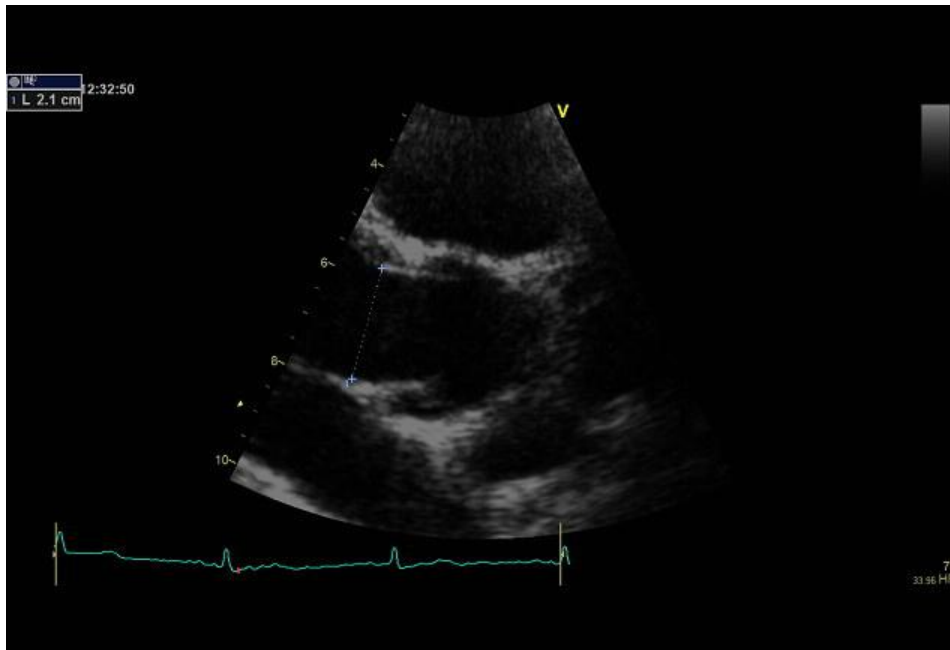
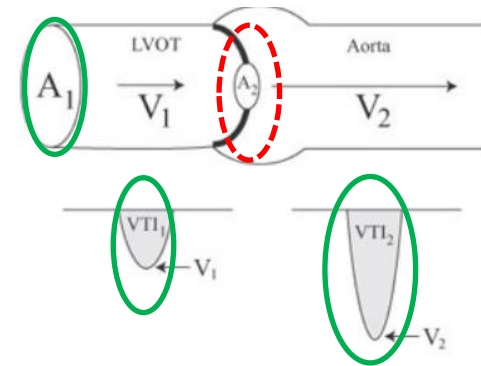
- Hodnocení podle gradientů je zcela nespolehlivé!!!
 - Nahodnocení při (často) vysokém CO
 - Podhodnocení při dysfunkci LK, mitrální regurgitaci
- Hodnotit podle rovnice kontinuity a zohlednit aktuální srdeční výdej



Operatér dr.T.Prsavec, VFN

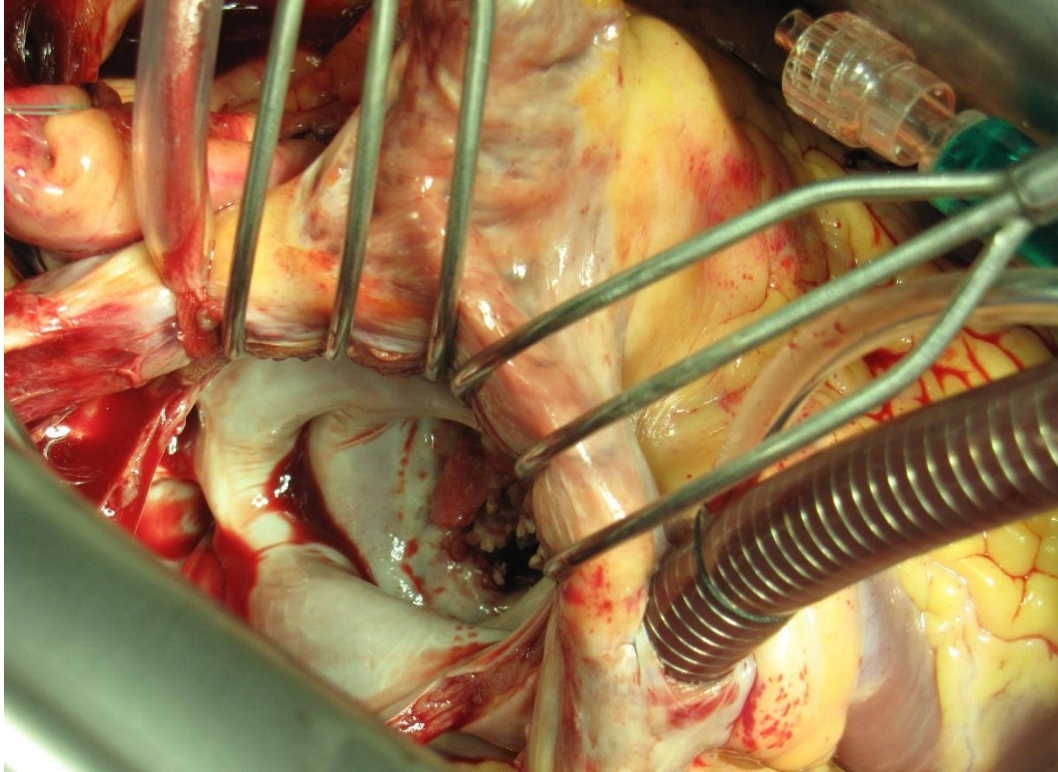
Důležitost správného změření LVOT

- LVOT se většinou podhodnocuje
- Obvyklý diam. muži 20-24mm, ženy 18-22mm
- Plocha LVOT = $\pi \cdot r_{LVOT}^2$



PLAx projekce
zoom
pod cípy Ao chlopně
„ověřit“ v apikální projekci

Mitrální stenóza



Kalcifikovaná mitrální stenóza
Pohled operátéra



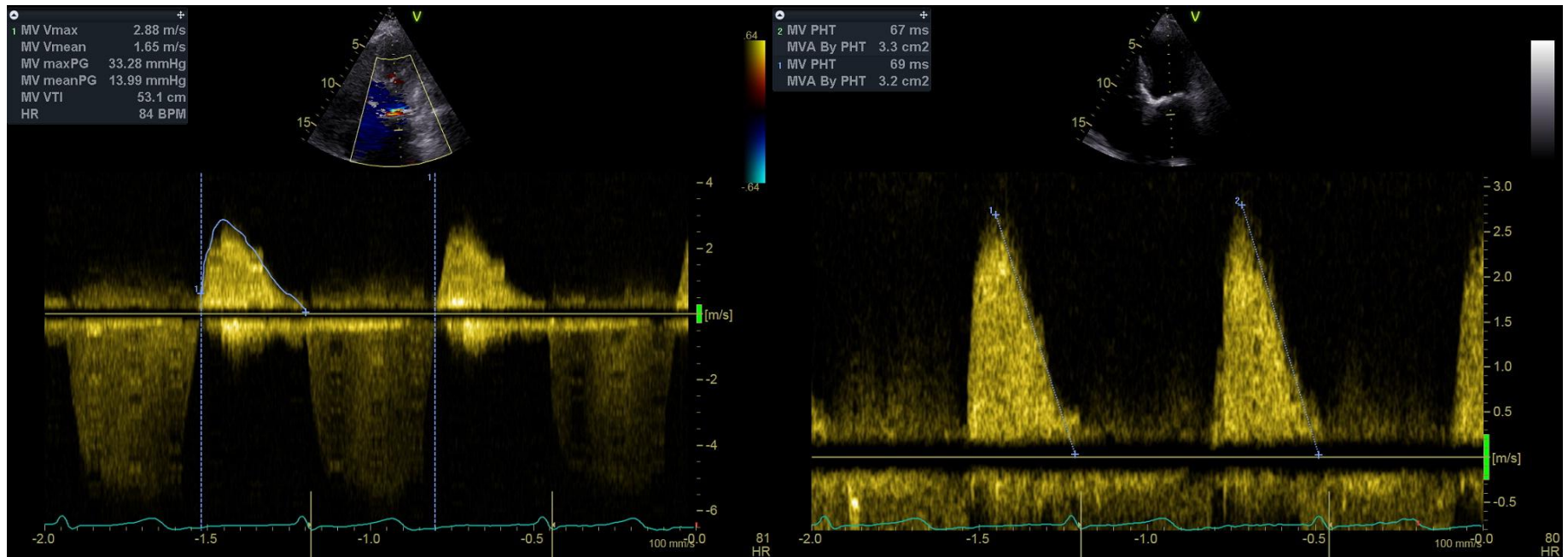
Vytnutý přední cíp – pohled
z komorové strany

Operatér prof. MUDr. J. Lindner, CSc., VFN

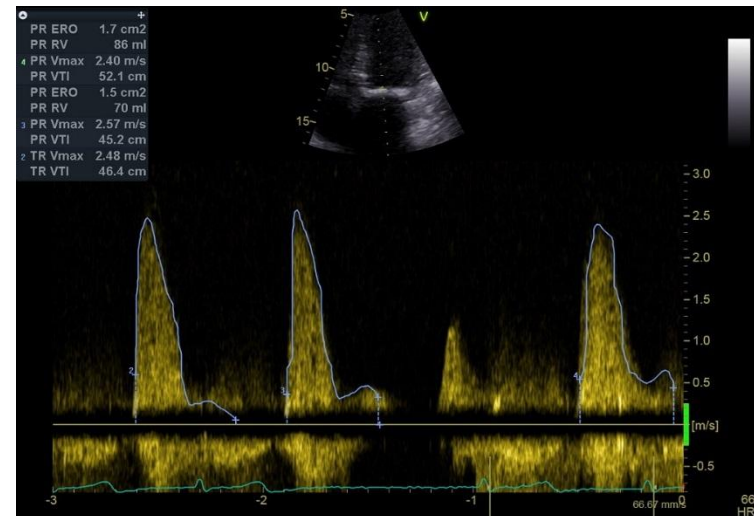
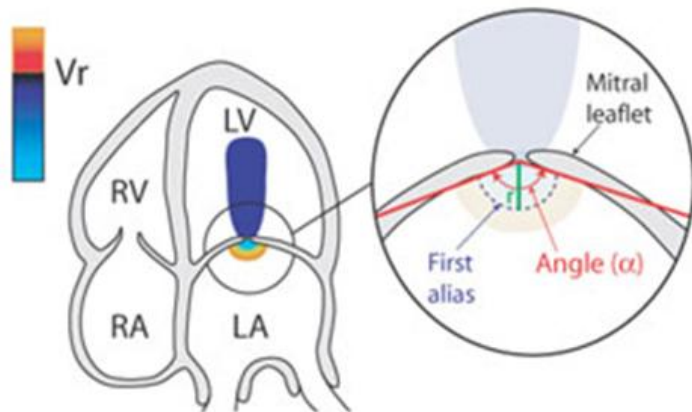
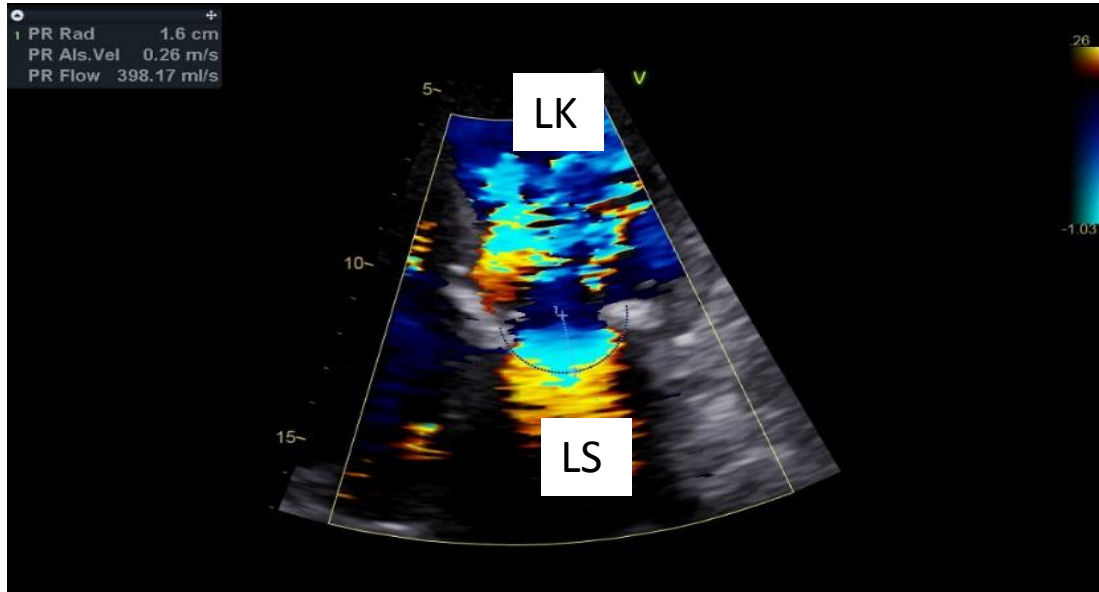
Hodnocení mitrální stenózy

Významná vada:

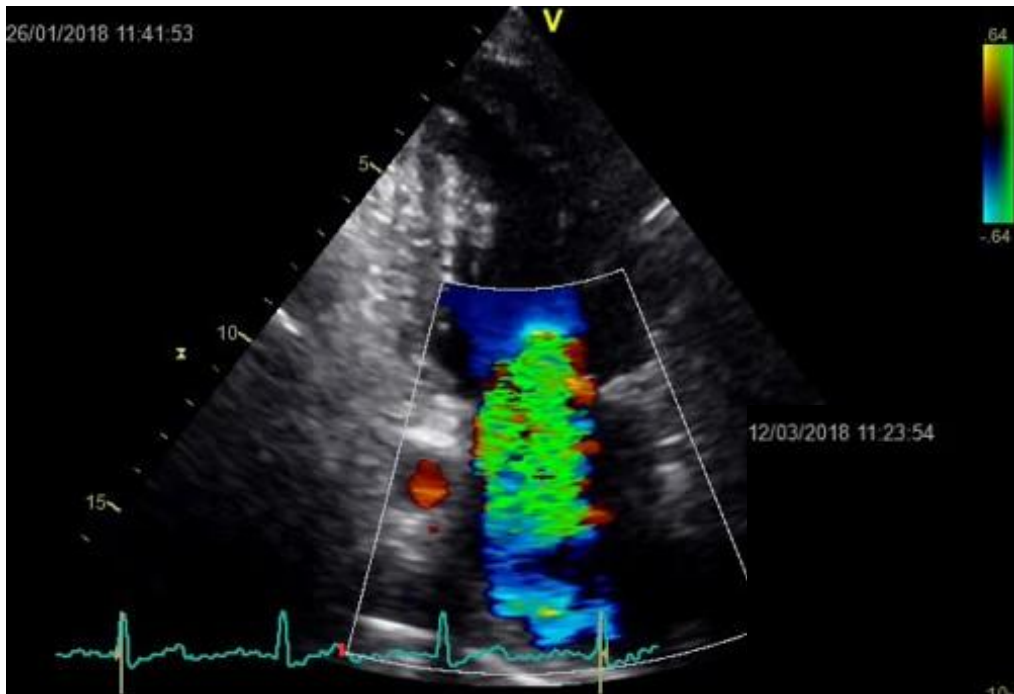
Střední gradient	>10 mm Hg
PHT	≥ 150 ms
Plocha mitrálního ústí	< 1,5 cm ²



Hodnocení mitrální stenózy-PISA



Mitrální a trikuspidální regurgitace



Regurgitační vady mitrální a trikuspidální chlopně

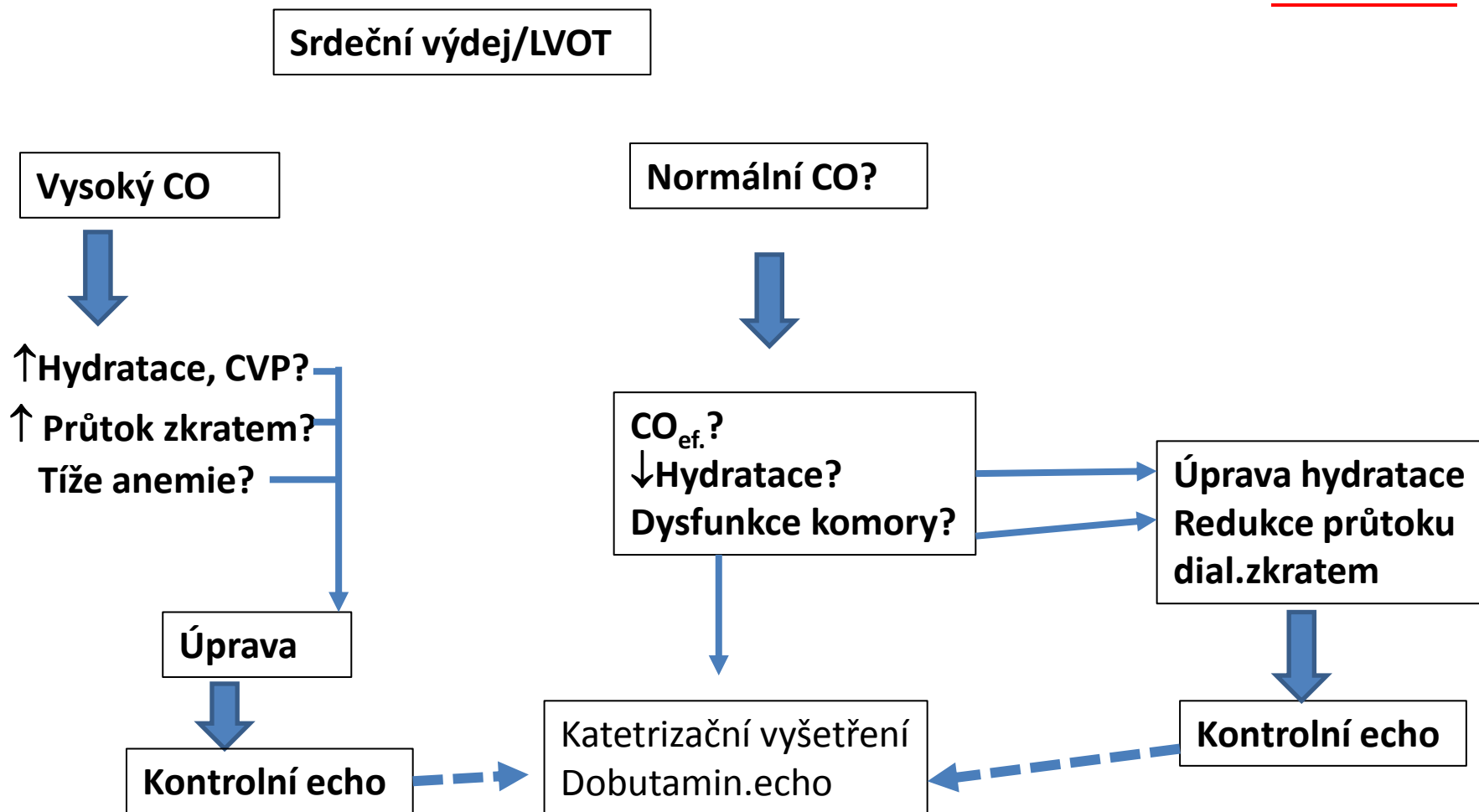
- Výrazně volum-dependentní
- Závislost na aktuální hodnotě TK
- Progredují s hyperkinetickou cirkulací
- Dynamické vady u ICHS, ale i u dialýzou indukované RWMA

- Indikační kritéria k invazivní léčbě jako v obecné populaci, ale nutná adjustace na↑

Regurgitační vady mitrální a trikuspidální chlopně

Doporučení při záchytu významnější vady

Primární vs. sekundární



Hyperkinetické srdeční selhání (High-output heart failure)

Definováno:

- symptomy neustupující po snížení suché hmotnosti
- ↑↑ BNP
- Srdeční index $> 3,5-3,9$ l/min/m²

Relativně vzácné i u dialyzovaných.

Většinou vysoký průtok dialyzačním zkratem → chirurg. redukce

Hyperkinetické srdeční selhání (High-output heart failure)

ECHO:

- Normo-až hyperkontraktilní komory
- Obvykle tachykardie

Většinou „velký“ dial. zkrat z a. brachialis

Pozdní stádium: pokles systolické funkce komor, a-v regurgitace

Plicní hypertenze

30-58% pacientů léčených HD+)

Definice: PAPm > 25mmHg

Echograficky: odhadnutný sTK v PK > 30-35 mmHg

Postkapilární složka

Dysfunkce LK
Hypertenze
Ao+Mi vada

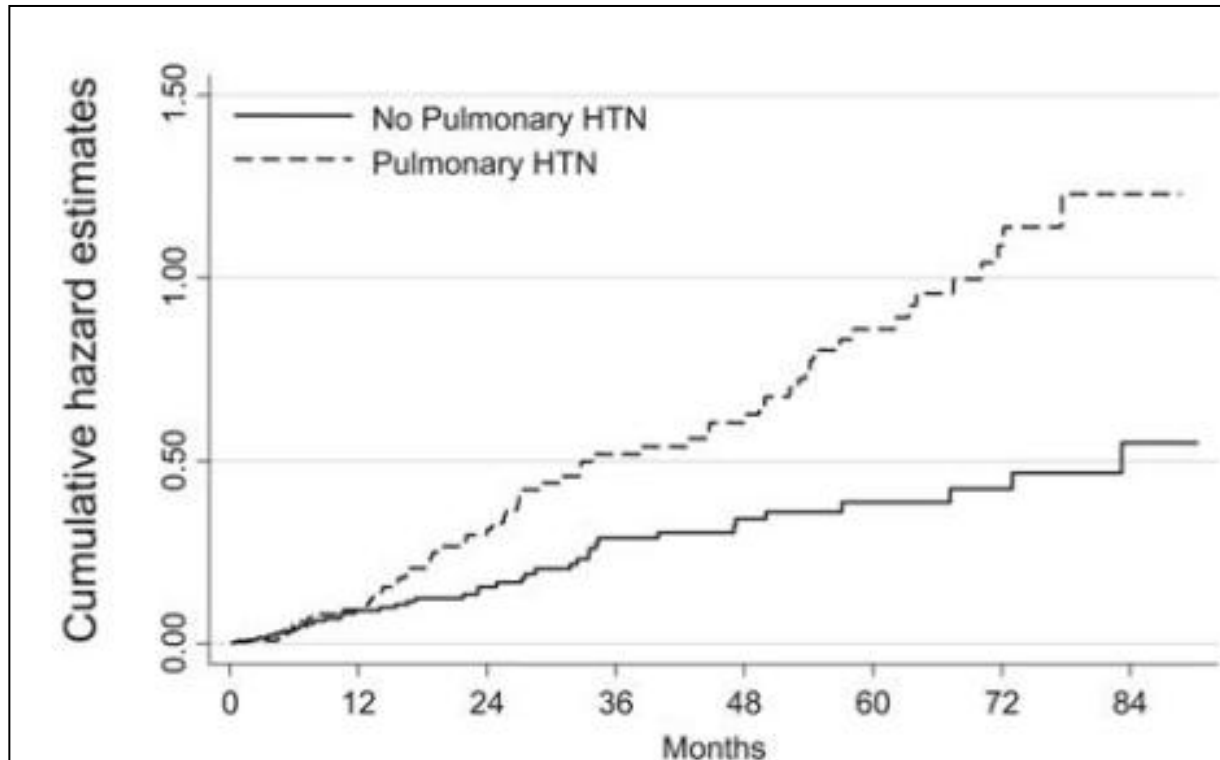
Prekapilární složka

Uremické postižení
plicních tepen
Plicní embolie
Retence tekutin

Dynamická složka

Průtok dial.
zkratem
Anemie

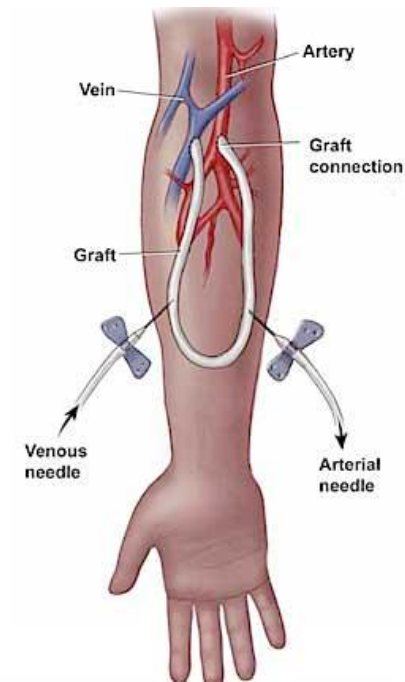
Plicní hypertenze: vliv na mortalitu



Výpočet průtoku zkratem

„Normální Q_a “ 500-1500ml/min

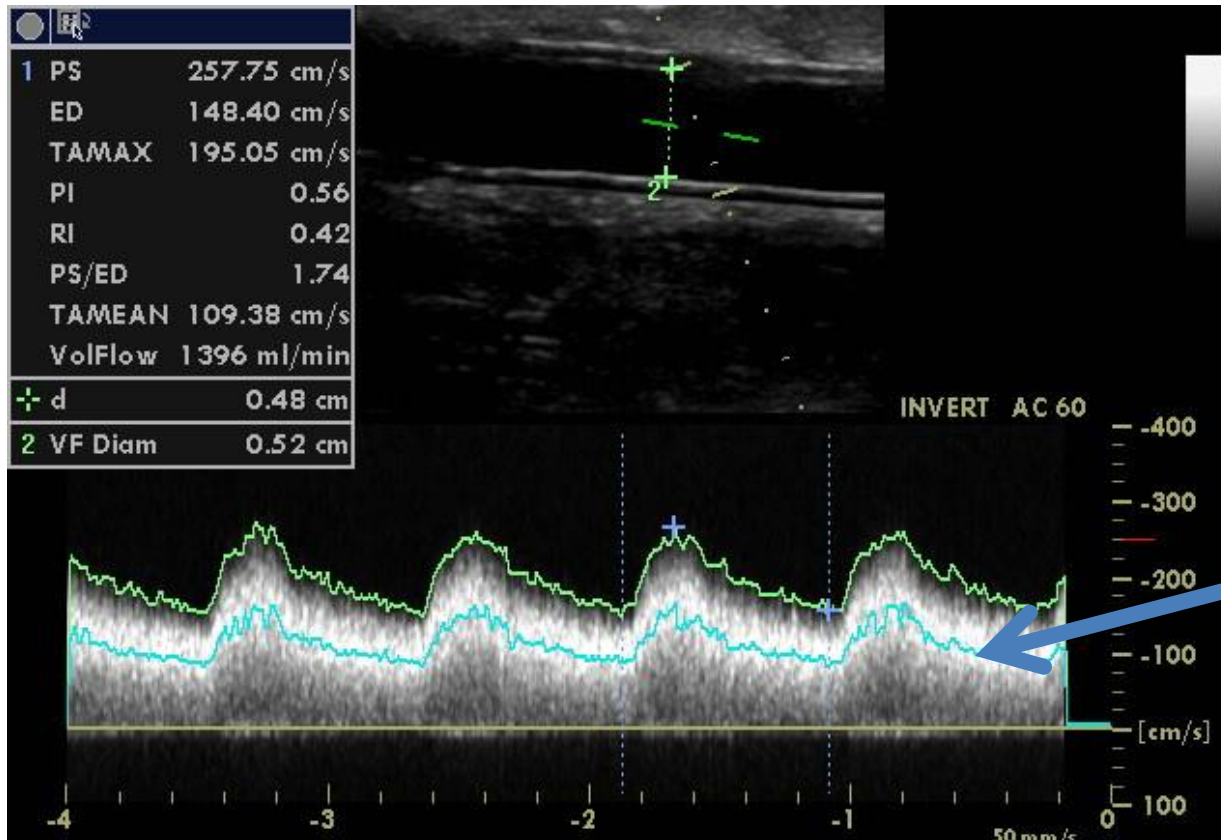
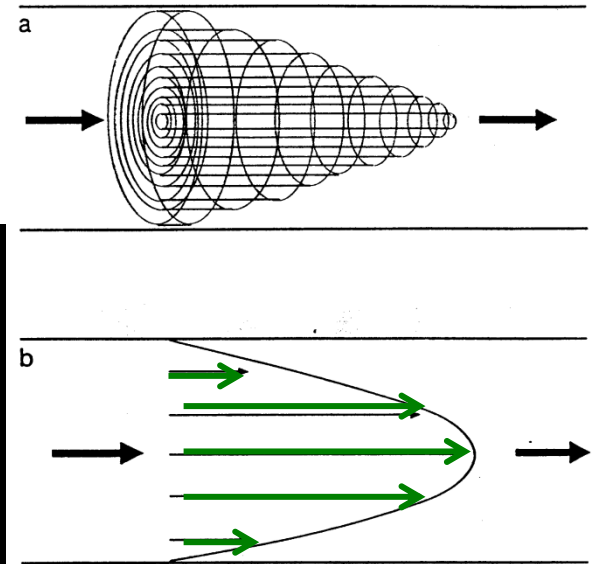
- Diluční metody – během hemodialýzy
- Ultrasonografický výpočet
- ECHO: CO bez a s kompresí zkratu - nepřesné



Výpočet průtoku dialyz. zkratem (Qa)

Lineární vysokofrekvenční sonda

$$Qa = \pi \times r^2 \times TAMEAN$$
$$= \pi \times \text{cm}^2 \times \text{cm/sec} \times 60 = \text{ml/min}$$

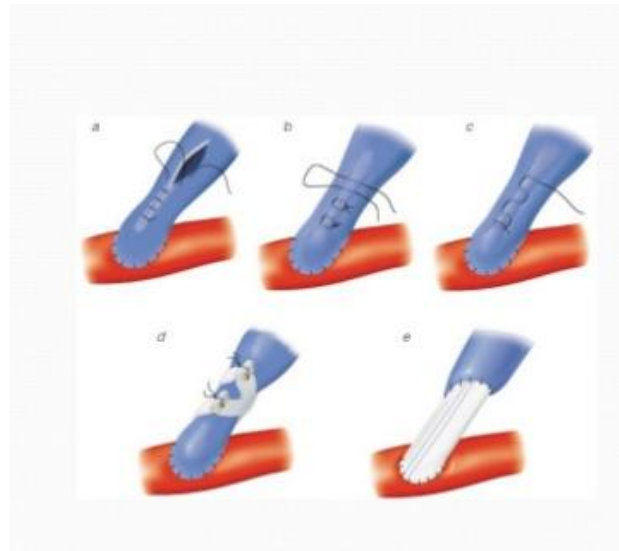
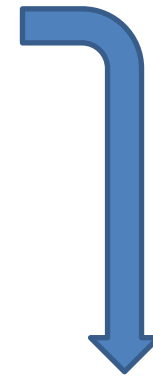


TAMEAN = time-averaged mean velocity

Vysokoprůtokový zkrat

$Q_a > 1500$ ml/min

- Velmi často dobře tolerovaný
- Často dilatace srdečních oddílů
- Často plicní hypertenze



**Chirurgická bandáž
zkratu**

Efekt jednotlivé dialýzy



	Relativní změna po HD
Systolický krevní tlak (mmHg)	-12%
Diastolický krevní tlak (mmHg)	-10%
Srdeční frekvence (min ⁻¹)	+5%
Hmotnost (kg)	-3-5%
CVP (mmHg)	-50%
PAPs (mmHg)*	-10%
LVEDV (ml)	-10%
LVESV (ml)	-3%
LV EF (%)	+1-2%
LVMi (g/m ²)	-4-5%
CO (l/min)	-10-15%
E – rychlost (cm/sec)	-15-20%
A - rychlost (cm/sec)	+1-2%
E/A	-20-30%
ú mediální/laterální	bez změny

Kombinace dat z:
Palecek T. et al.
Echocardiography
2008
Malik J. et al Nephron
2016

Po dialýze

zhoršení vyšetřitelnosti

Cca 90-95%

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

Cca 5%

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

Přílišné převodnění

Závěry (1)

- Pacienti s chronickým onemocněním ledvin mají velmi vysokou mortalitu
- Řada echoparametrů s ní koreluje (nejvíce dysfunkce obou komor, ale i LVH, kalcifikace, plicní hypertenze...)
- Nálezy jsou značně dynamické – s ohledem na aktuální hydrataci, krevní tlak, průtok zkratem

Závěry (2)

V rámci echokg u ESRD pacientů uvádět:

- Odstup od poslední hemodialýzy – preferovat >24 hodin
- Vždy odhad CVP
- Přítomnost kalcifikací
- Povědomí o průtoku dialyzačním zkratem

Děkuji za pozornost

jan.malik@vfn.cz

Kardionefrologická ambulance: tel. 224 966 230

Echolaboratoř 3.int. kliniky: tel. 224962949

