

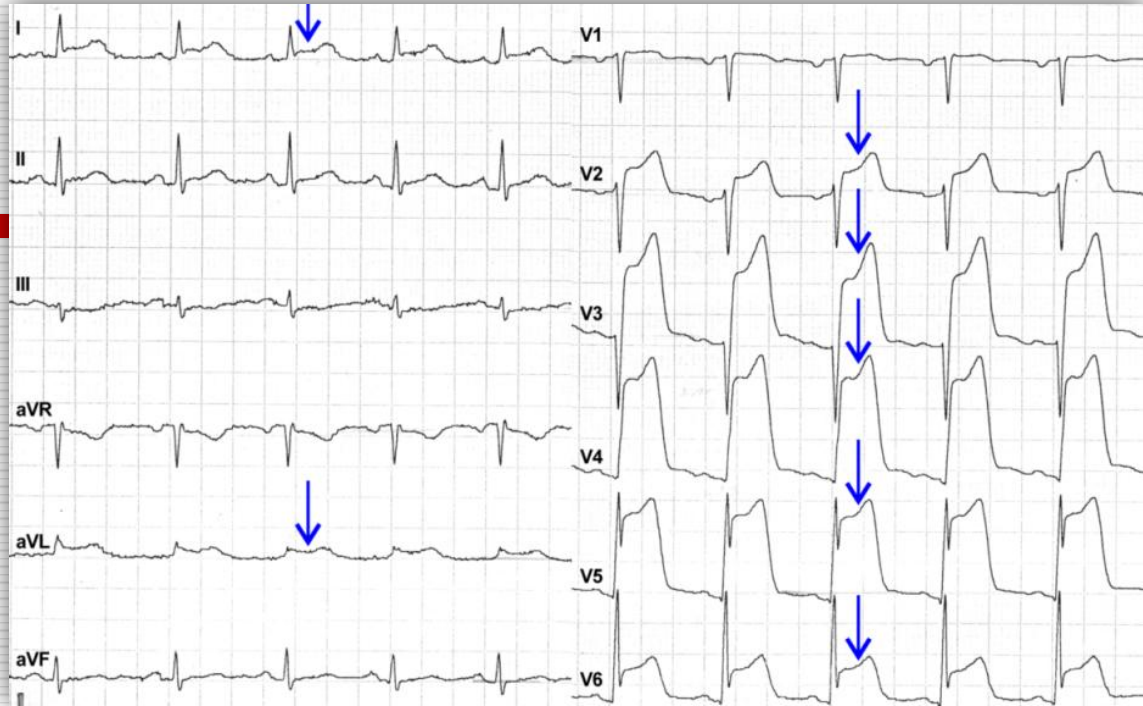
---

# Echokardiografie v intenzivní péči

Martin Hutyra

1. interní klinika – kardiologická, Lékařská fakulta Univerzity Palackého a Fakultní nemocnice Olomouc



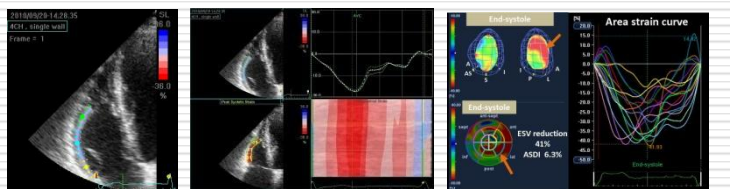
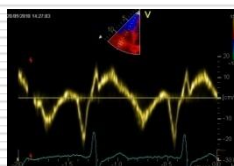
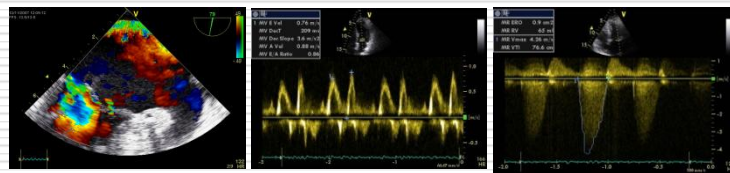
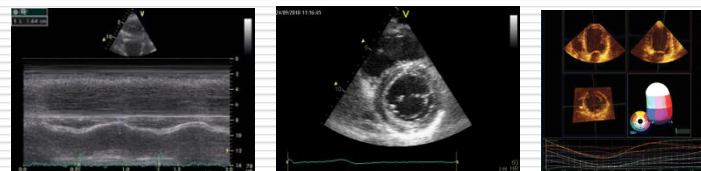


- Echokardiografie je jednou z nejužitečnějších diagnostických zobrazovacích metod, kterou může lékař v moderních podmínkách emergentní/intenzivní péče využít.
- Tímto vyšetřením získané informace mají zásadní vliv na volbu dalšího managementu péče o nemocné s akutním kardiovaskulárním onemocněním.



# TTE/TEE/cévní UZ/ICE

- **MM/2DE/RT 3DE**
- **CEE**
- **Doppler (CFM, PWD, CWD)**
- **Tissue Doppler imaging**
- **2D/3D strain**



## Využití echokardiografie v akutní kardiovaskulární péči.

Souhrn dokumentu připravený Českou kardiologickou společností

(The use of echocardiography in acute cardiovascular care.

Summary of the document prepared by the Czech Society of Cardiology)

Martin Hutyra<sup>a</sup>, Tomáš Paleček<sup>b</sup>, Milan Hromádka<sup>c</sup>

- Echokardiografie je jednou z **nejvýběžnějších diagnostických zobrazovacích metod**, kterou může lékař v moderních podmínkách emergentní/intenzivní péče využít. Tímto vyšetřením získané informace mají **zásadní vliv na volbu dalšího managementu** péče o nemocné s akutním kardiovaskulárním onemocněním.
- V rámci péče o kriticky nemocné pacienty lze použít echokardiografii k měření/monitoraci srdečního výdeje a ke stanovení abnormalit srdeční funkce a koronární perfuze, stejně tak poskytuje **anatomickou informaci o morfologii srdce** vztahující se k základní diagnóze.
- Echokardiografie se stala hlavní zobrazovací modalitou pro **diagnostiku a monitorace u lůžka** pacientů s akutními kardiovaskulárními onemocněními.
- Je **neinvazivní**, poskytuje rychlé a přesné **posouzení srdeční morfologie a hemodynamiky** v zátěžových situacích a je praktickou kontrolní zobrazovací metodou při různých terapeutických výkonech.
- Bezpečnost echokardiografie umožňuje provádět vyšetření **opakovaně**, což je velmi užitečné, zvláště při péči o kriticky nemocné pacienty.

# Kdy, komu a proč?



## Hospitalizace - přijetí

- dimise ...

## 40. den od vzniku IM

	At presentation	Within 48 h	Before or after discharge
Echo at rest	If required for diagnosis	For LV function and presence of thrombus	For LV function, heart failure, shock, or new murmur
Stress ECG			For ischaemia
Stress perfusion SPECT			For viability and ischaemia, infarct size
Stress echo			For viability and ischaemia
PET (rest)			For viability
MRI (rest, stress, contrast-enhanced)			For LV function, infarct size, viability, and ischaemia

Recommendations	Class <sup>a</sup>	Level <sup>b</sup>
<b>At presentation</b>		
In the acute phase, when diagnosis is uncertain, emergency echocardiography may be useful. However, if inconclusive or unavailable and persistent doubt, emergency angiography should be considered.	I	C
<b>After the acute phase</b>		
All patients should have an echocardiography for assessment of infarct size and resting LV function.	I	B
If echocardiography is not feasible, MRI may be used as an alternative.	IIb	C
<b>Before or after discharge</b>		
For patients with multivessel disease, or in whom revascularization of other vessels is considered, stress testing or imaging (e.g. using stress myocardial perfusion scintigraphy, stress echocardiography, positron emission tomography or MRI) for ischaemia and viability is indicated.	I	A
Computed tomography angiography has no role in the routine management of STEMI patients.	III	C

Van de Werf F. et al. Acute Myocardial Infarction in patients presenting with ST-segment elevation. EHJ 2008;29:2909-2945

# Okolnosti ovlivňující echokardiografické nálezy a jejich interpretace u kriticky nemocných pacientů

---

Umělá plicní ventilace s pozitivním přetlakem (intubace/ventilace, různé ventilační režimy, odpojování/odvykání od ventilátoru)

Stav intravaskulární náplně

Inotropní podpora

Metabolické okolnosti

Efekt analgosedace a funkce myokardu

Hodnoty  $pO_2/pCO_2$

Mimotělní podpora oběhu

Mimotělní podpora respirace

Různé účinky na pravé a levé srdce

Interventrikulární dependence v kontextu na respirační podpory

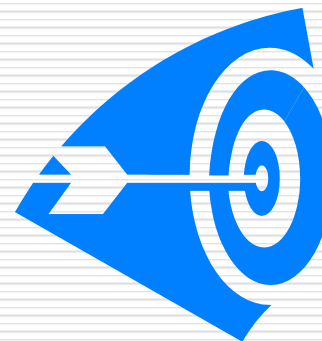
Definice normálních mezí v kritické péči

Vyloučení většiny pacientů z randomizovaných/kontrolovaných studií

# Jakou informací očekáváme?

## Diagnostickou

Odhalení potenciálně reverzibilních kauzálních příčin oběhové zástavy (hypovolémie, pneumotorax, plicní embolie, srdeční tamponáda, srdeční infarkt a komplikace)



## Prognostickou





## Diagnostické aspekty



# Echokardiografické známky indikující příčinu akutního stavu v kardiologii

Systolické srdeční selhání	Srdeční selhání se zachovalou ejekční frakcí levé komory	Plicní embolie	Tamponáda <sup>e</sup>
<p>(1) LVEF &lt; 45-50%</p> <p>(2) LVEDD &gt; 55 mm a/nebo &gt; 32 mm/m<sup>2</sup></p> <p>(3) LVESD &gt; 45 mm<sup>a</sup> a/nebo &gt; 25 mm/m<sup>2</sup></p> <p>(4) LVEDV &gt; 97 ml/m<sup>2</sup></p> <p>(5) LVESV &gt; 43 ml/m<sup>2</sup></p> <p>(6) Abnormální kinetika</p> <p>(7) Funkční MR a/nebo TR</p> <p>(8) Vrcholová rychlost TR &gt; 3 m/s</p> <p>(9) Aortální časově-rychlostní integrál &lt; 15<sup>a</sup></p> <p>(10) Diastolická dysfunkce (E/A ≥ 2 + DT &lt; 150ms indikují zvýšené plnicí tlaky LK)<sup>b</sup></p> <p>(11) Ultrazvukové plicní komety<sup>c</sup></p>	<p>(1) LVEF ≥ 50%</p> <p>(2) LVEDV &lt; 97 ml/m<sup>2</sup></p> <p>(3) LVESV &lt; 43 ml/m<sup>2a</sup></p> <p>(4) E-e' ≥ 13<sup>b</sup></p> <p>(5) Ar-A ≥ 30ms</p> <p>(6) Objem levé síně ≥ 34 ml/m<sup>2</sup></p> <p>(7) Vrcholová rychlost TR &gt; 3 m/s</p> <p>(8) Ultrazvukové plicní komety<sup>c</sup> + známky a symptomy srdečního selhání</p>	<p>(1) Trombus v pravostranných srdečních oddělech</p> <p>(2) Abnormální pohyb septa komor</p> <p>(3) Dilatace pravé síně, pravé komory (poměr end-diastolických rozměrů, resp. ploch pravé a levé komory &gt; 0,6, resp. &gt; 1,0)</p> <p>(4) Globální hypokineza pravé komory</p> <p>(5) McConnellovo znamení hyperkinezy hrotu pravé komory<sup>d</sup></p> <p>(6) Lehká až těžká TR</p> <p>(7) Plicní hypertenze cca 40-50 mmHg (&gt; 60 mmHg v případě preexistující plicní hypertenze)</p>	<p>(1) Obvykle velký perikardiální výpotek</p> <p>(2) Obraz „swingujícího“ srdce</p> <p>(3) Kolaps pravé síně (zřídka levé síně)</p> <p>(4) Diastolický kolaps volné stěny pravé komory (zřídka levé komory)</p> <p>(5) Dilatace IVC (bez kolapsu v inspiriu)</p> <p>(6) Nárůst transtrikuspid. toku a pokles transmitrálního toku v průběhu inspira (opačný děj v expiriu)</p> <p>(7) Redukce systolických a diastolických toků v systémových žilách a nárůst revezního toku při pravosíňové kontrakci během expira</p>

<sup>a</sup> Může být výrazně ovlivněno léčbou vasoaktivními látkami.

<sup>b</sup> Může být ovlivněno aktuální náplní oběhu a léčbou vasoaktivními látkami.

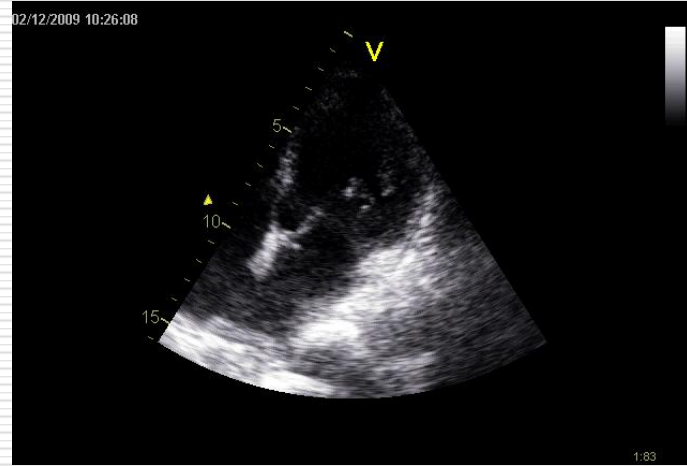
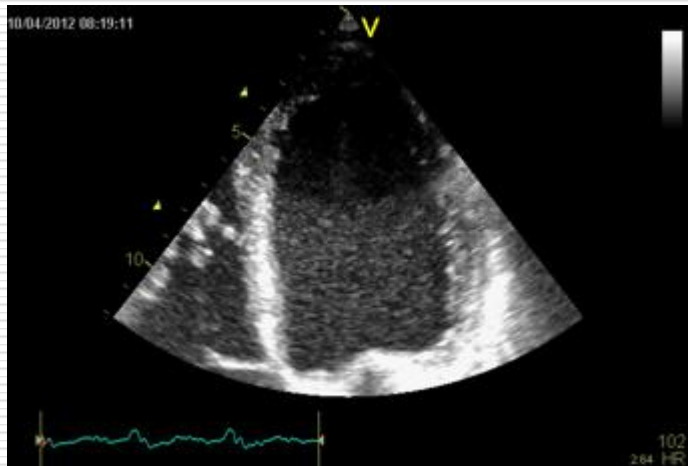
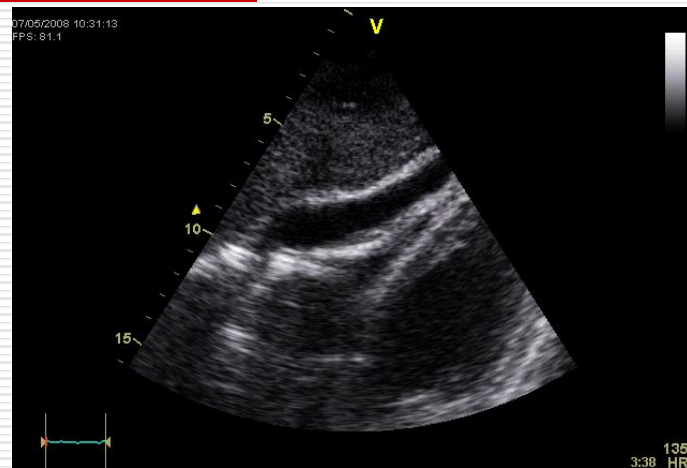
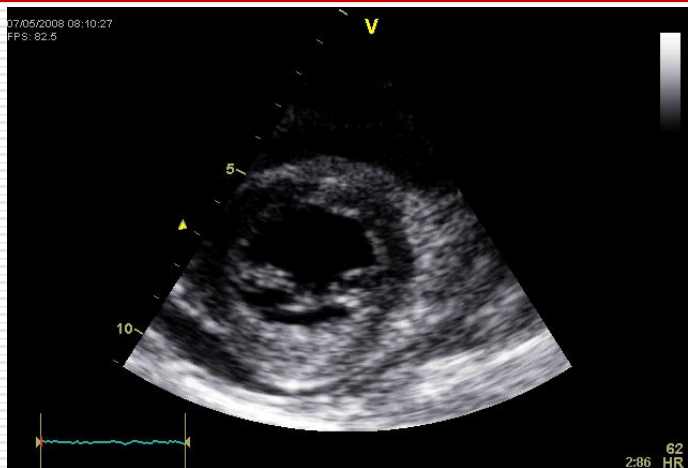
<sup>c</sup> Není specifické pro srdeční selhání, pouze odráží přítomnost intersticiálního edému.

<sup>d</sup> Specifická je více a více zpochybňována.

<sup>e</sup> Všechny echokardiografické známky musí být interpretovány v klinickém kontextu, s přihlédnutím k výši kardiorespirační podpory. U nemocných po recentní kardiologické operaci mohou tyto známky chybět. Známky závislé na respiraci se chovají opačně při ventilaci pozitivním přetlakem.

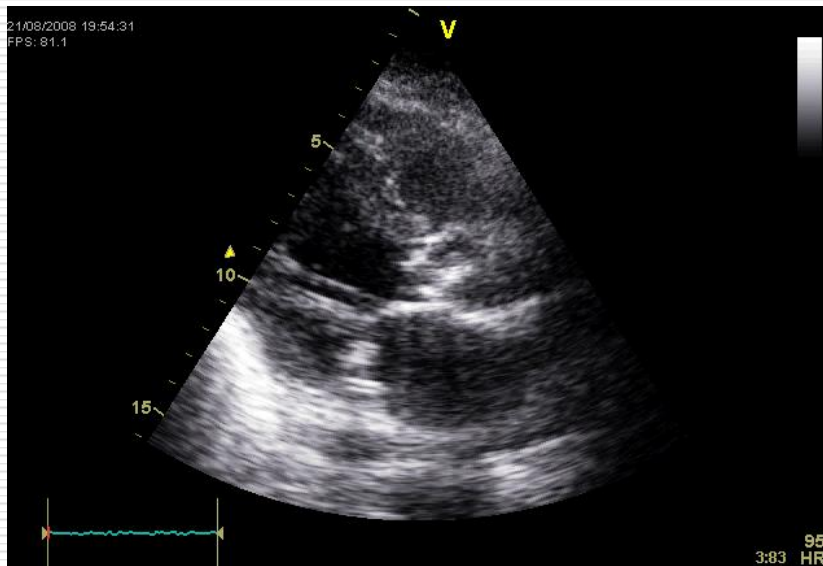
LVEF: ejekční frakce levé komory; E; maximální rychlost časné diastolické vlny transmitrálního toku; e', maximální rychlost časné diastolické rychlosti mitrálního anulu; A. doba trvání vlny A transmitrálního toku; Ar: doba trvání reverzního toku při síňové kontrakci v plicních žilách; LVEDD: end-diastolický rozměr levé komory; LVESD: end-systolický rozměr levé komory; LVEDV: end-diastolický objem levé komory; LVESV: end-systolický objem levé komory; DT: decelerační čas vlny E; IVC: dolní dutá žíla; TR: trikuspidální regurgitace.

# Srdeční selhání



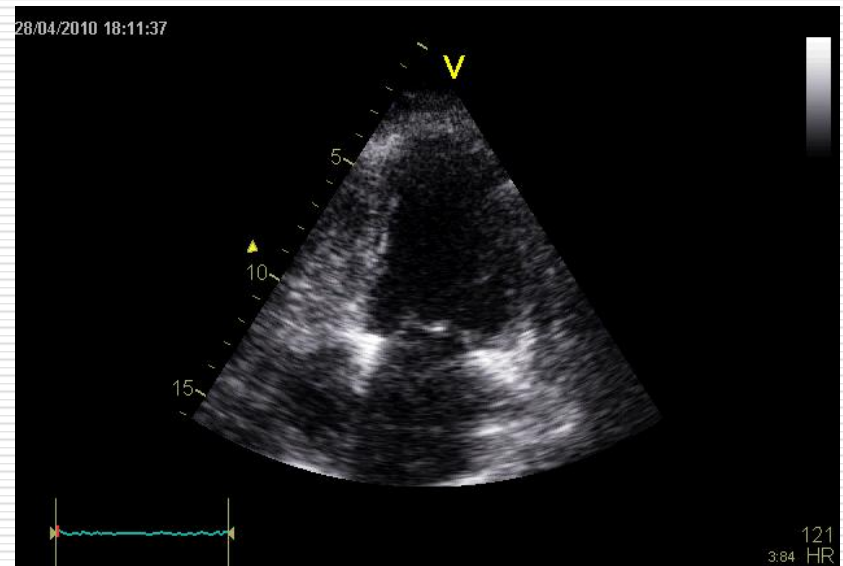
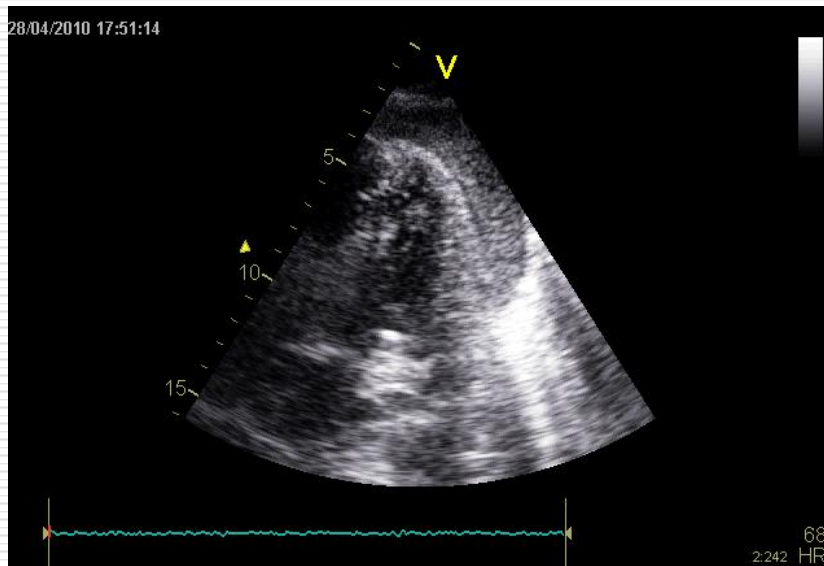
# Akutní aortální regurgitace, destrukce chlopně infekční endokarditidou

---

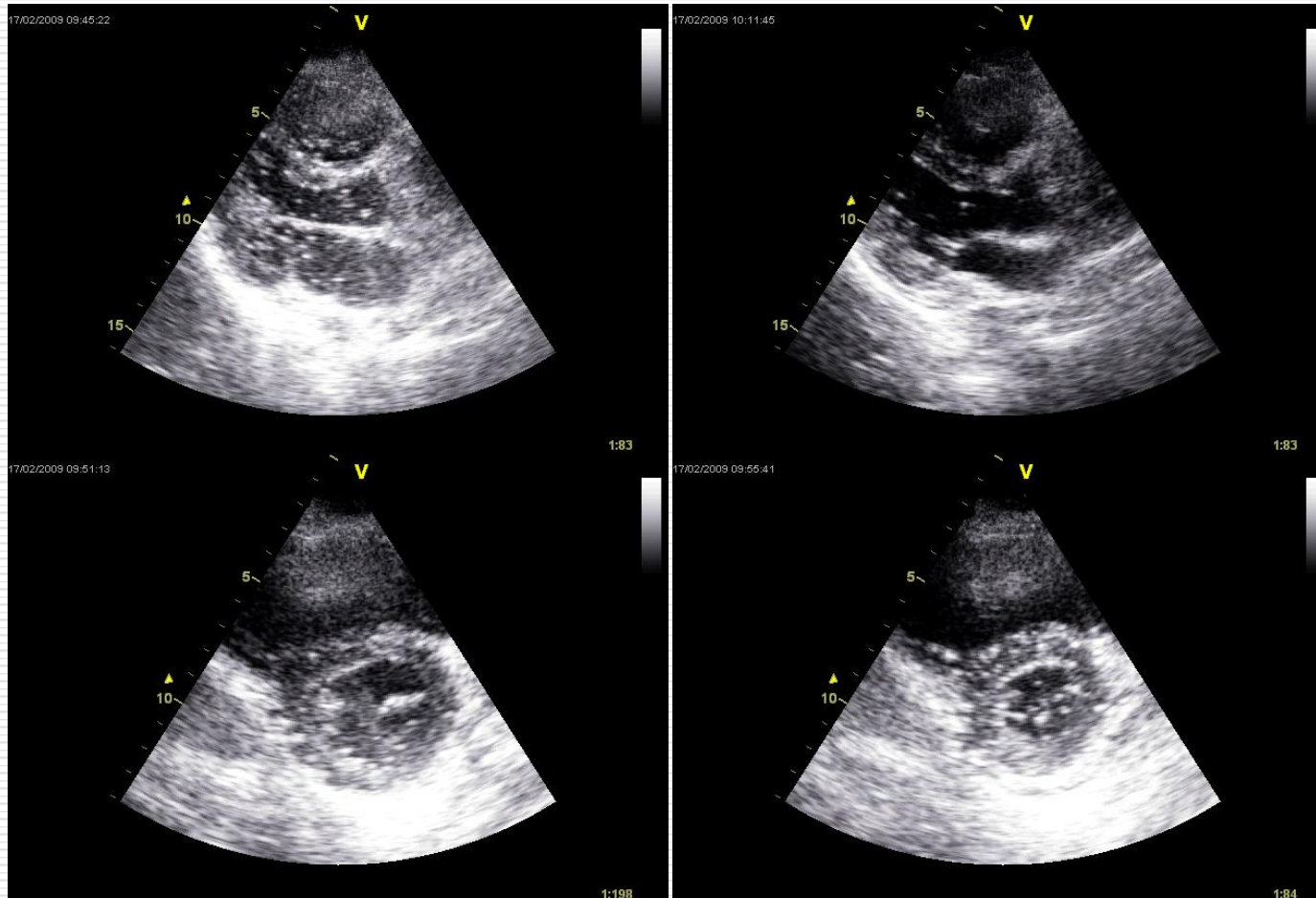


# Srdeční tamponáda

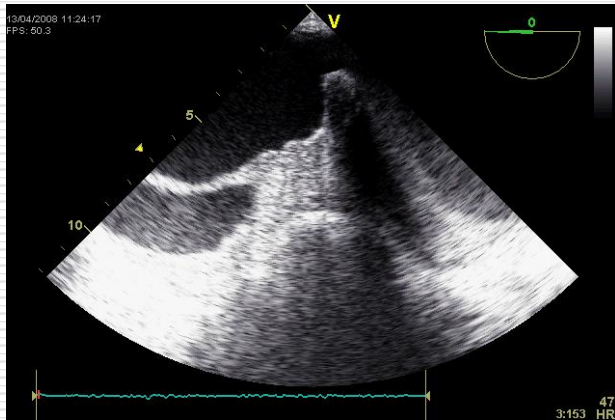
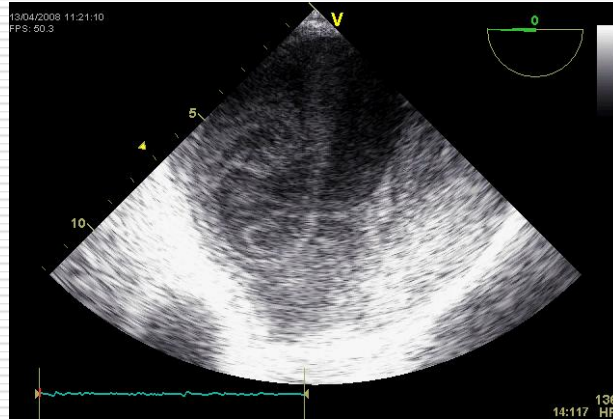
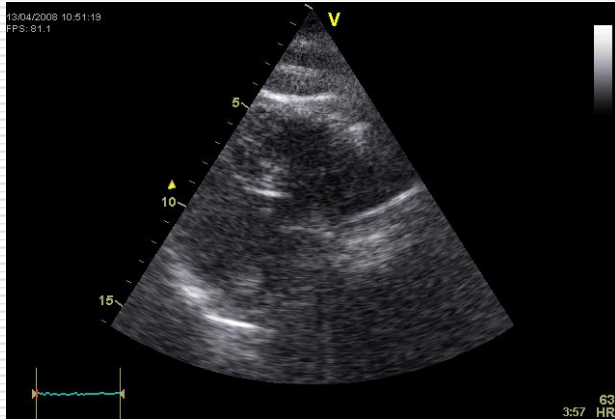
---



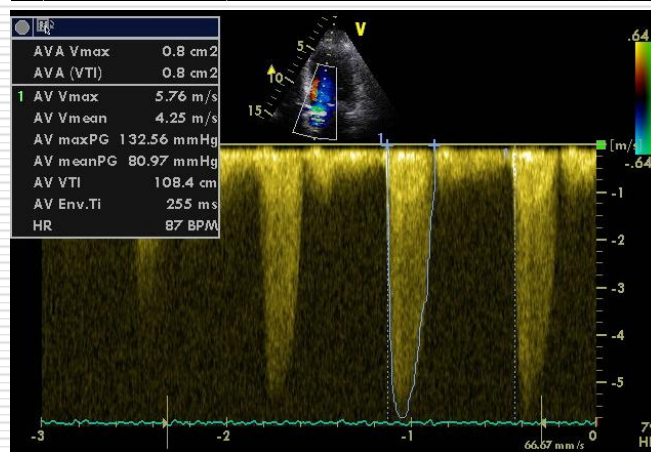
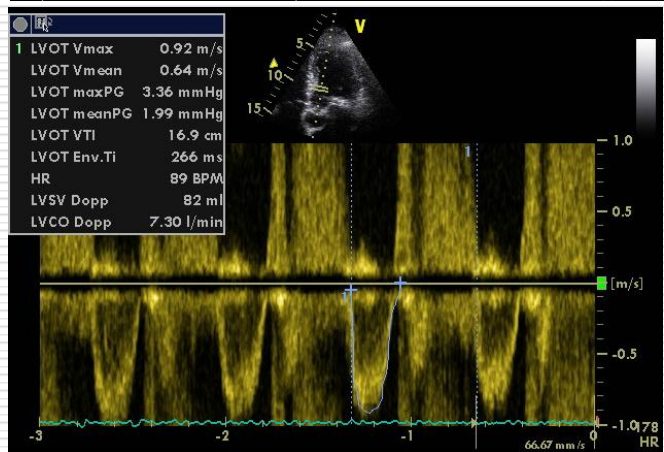
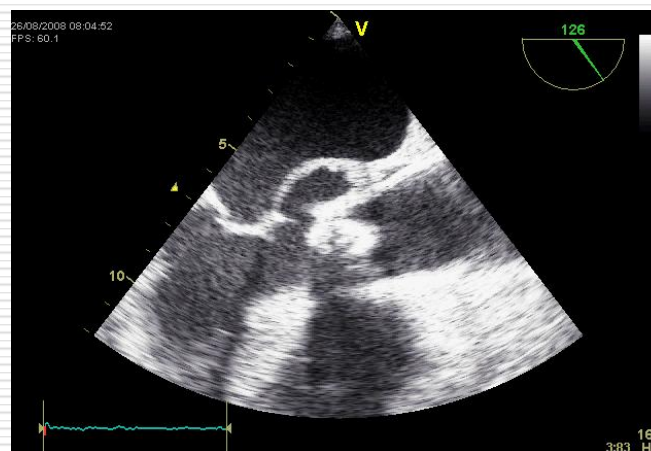
# Plicní embolie



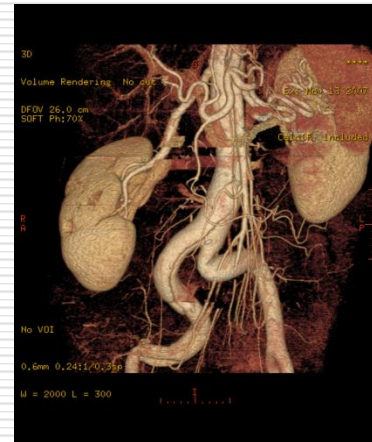
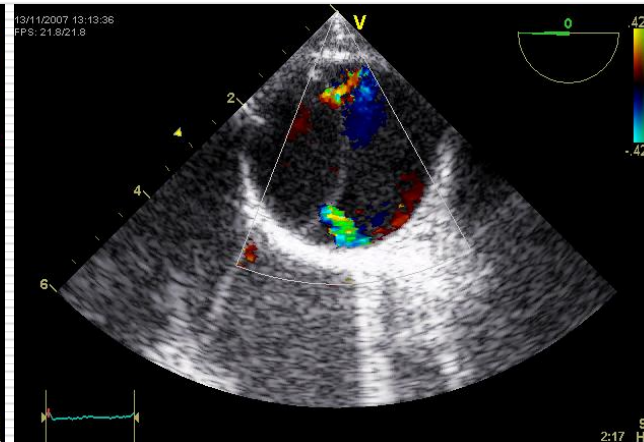
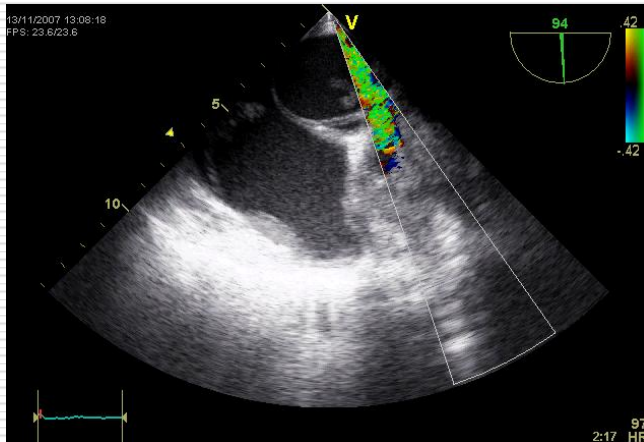
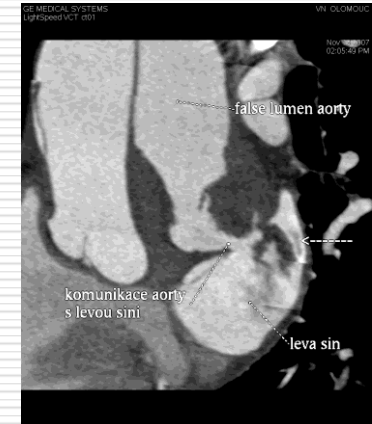
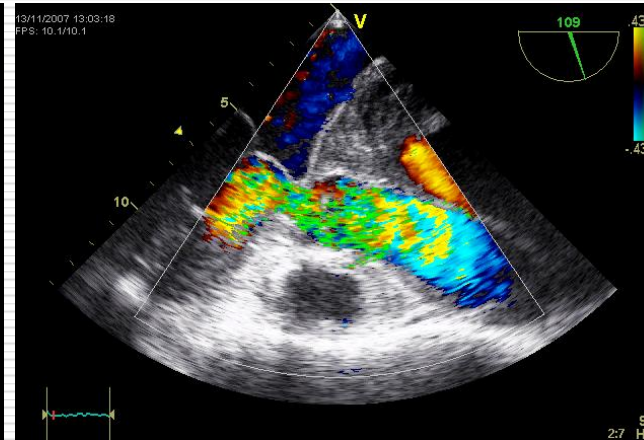
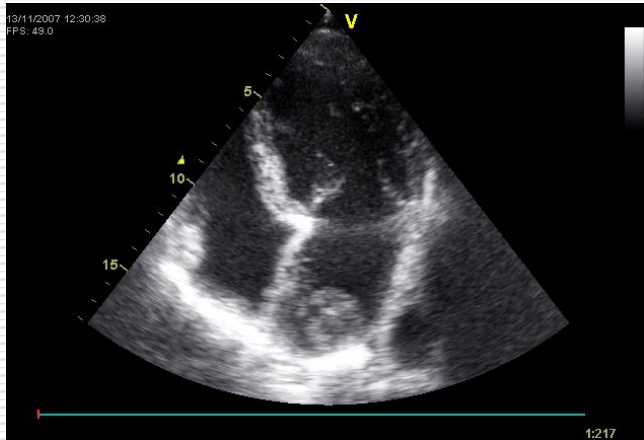
# Hypovolémie/hemoragie



# Septický šok (infekční endokarditida)



# Aortální disekce prox.





Maximální gradient regurgitace na pulmonální chlopní (PR) predikuje střední tlak v plicnici (**MAP**) .  
 Endiastolický gradient pulmonální regurgitace predikuje diastolický tlak v plicnici (**DAP**) .

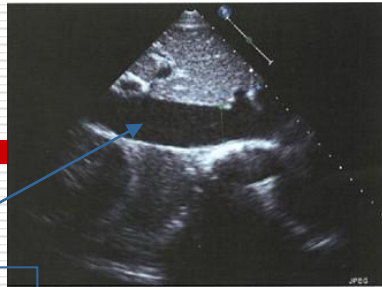
Dolní dutá žíla (**IVC**) , její rozměr a stupeň inspiračního kolapsu predikují tlak v pravé síni (**RAP resp. CVT**):  
 IVC <1.2 cm a kolaps 100% = RAP 0 mmHg

IVC 1.2-1.7 cm s >50% kolapsem = RAP 0-5 mmHg

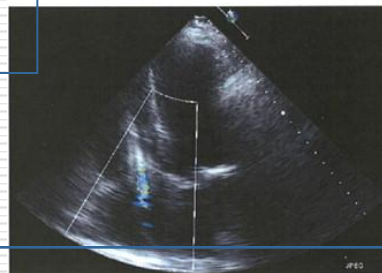
IVC >1.7 cm s >50% kolapsem = RAP 6-10 mmHg; <50% kolapsem = RAP 10-15 mmHg

IVC >1.7 cm s 0% kolapsem = RAP >15 mmHg

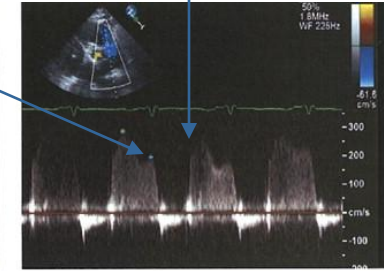
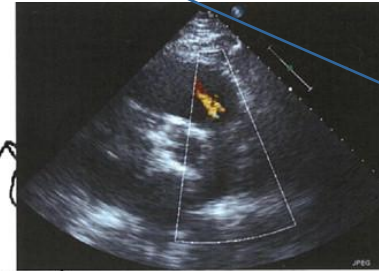
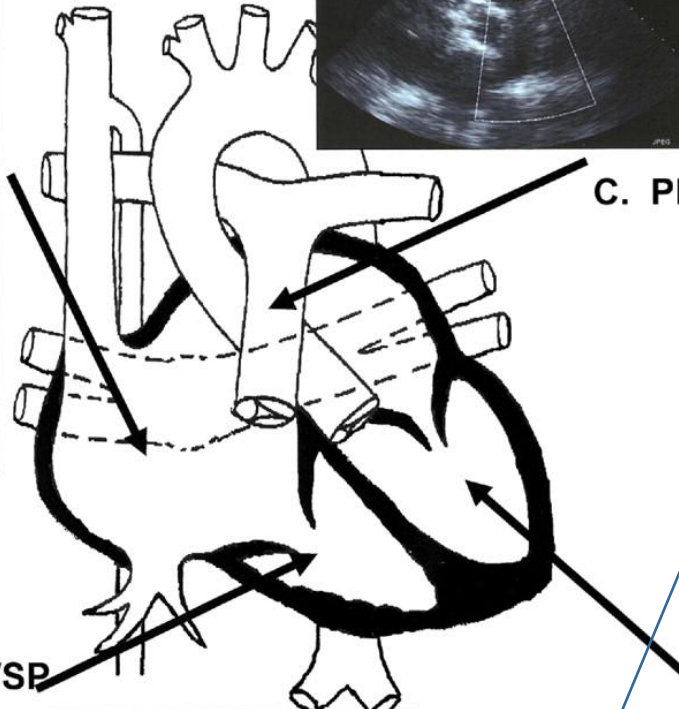
Vrcholová systolická rychlost jetu trikuspidální regurgitace (**TR**) predikuje systolický tlak v plicnici (**SAP**):



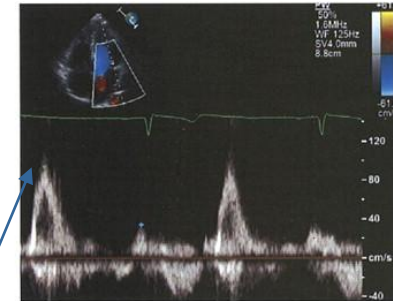
**A. IVCCI--RAP**



**B. TR Vel.--RVSP**



**C. PR Vel.--PAPm, PAPd**



**D. E/E'--PCWP**

Poměr vrcholové systolické rychlosti časného mitrálního toku (E)/časná diastolická rychlost mitrálního toku (**E/Em**) <8 nebo >15 přesně predikuje **PCWP** <15 mmHg resp. >15 mm Hg.

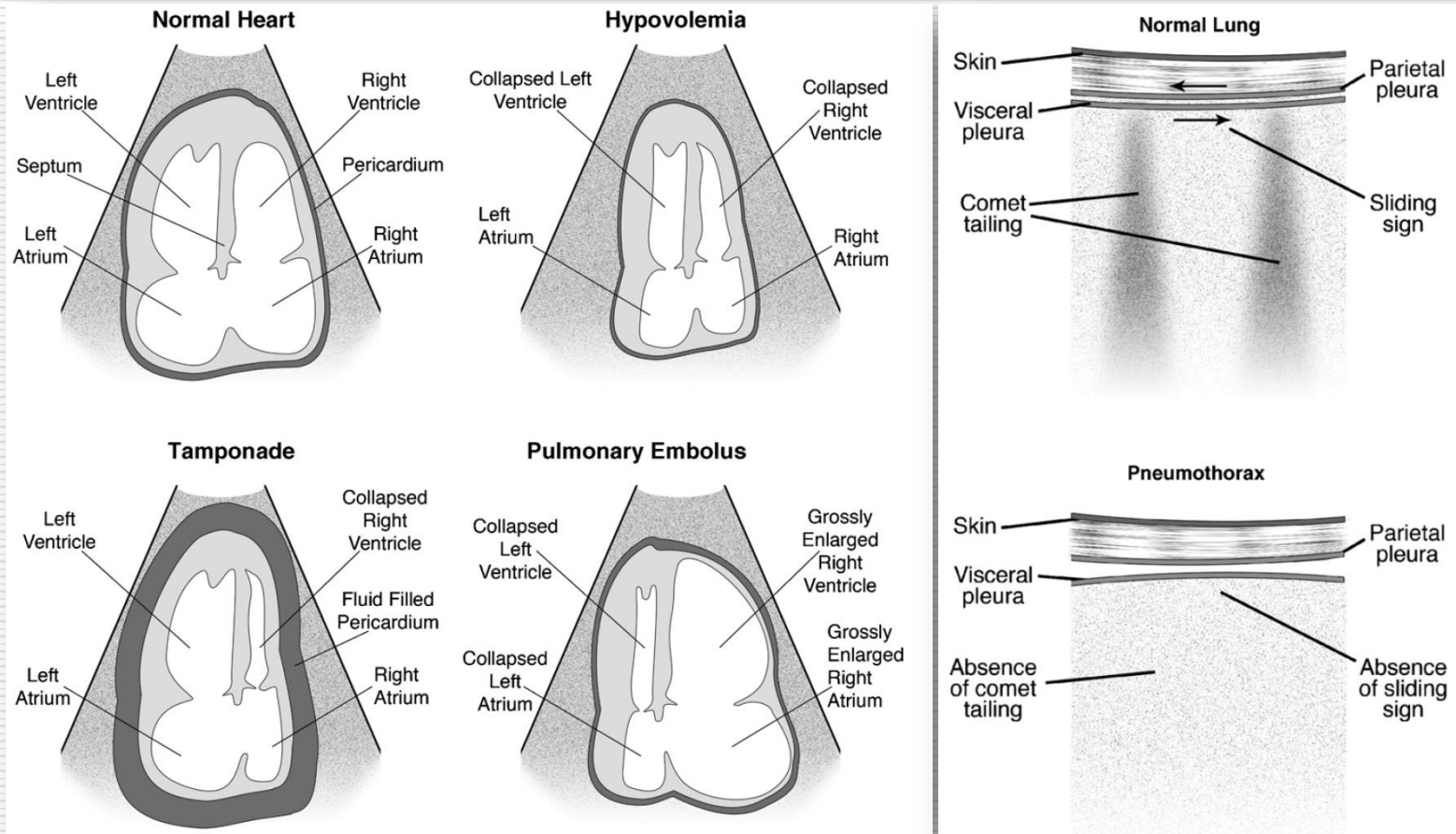


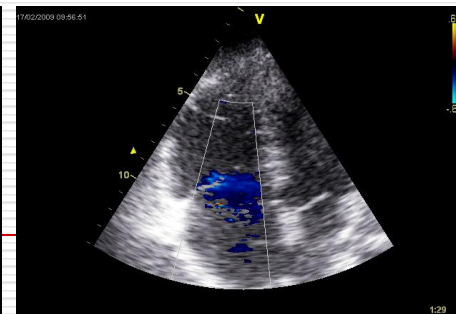
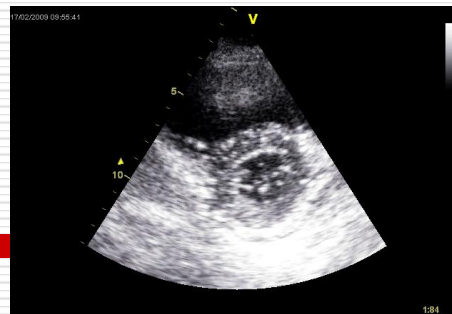
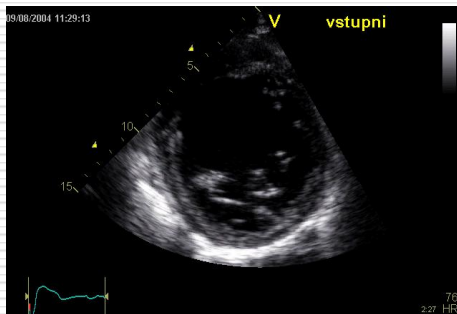
## Praktické aspekty

---

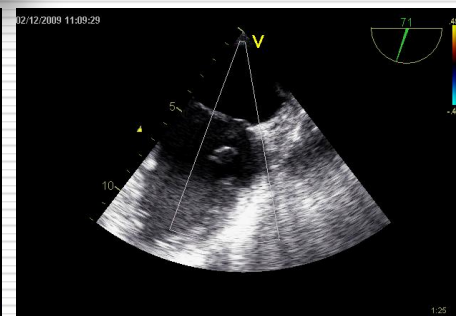
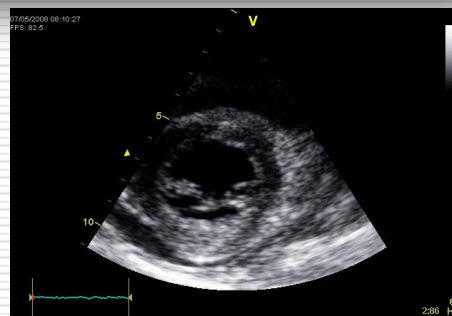
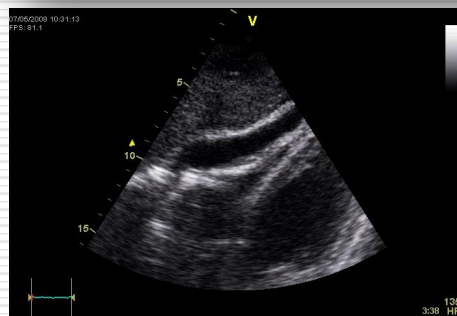
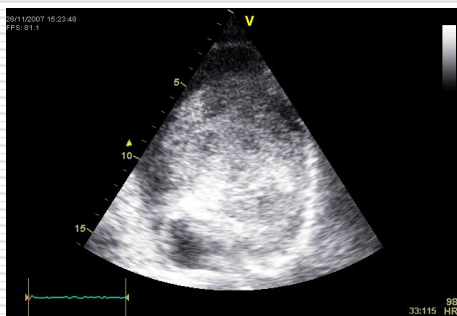
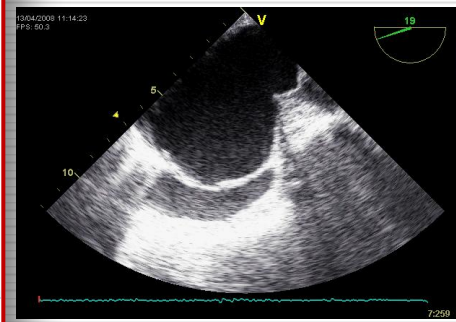
# C.A.U.S.E.: Cardiac arrest ultra-sound exam— A better approach to managing patients in primary non-arrhythmogenic cardiac arrest<sup>☆</sup>

Caleb Hernandez<sup>a</sup>, Klaus Shuler<sup>a</sup>, Hashibul Hannan<sup>a</sup>, Chionesu Sonyika<sup>a</sup>,  
Antonios Likourezos<sup>a,\*</sup>, John Marshall<sup>a,b</sup>

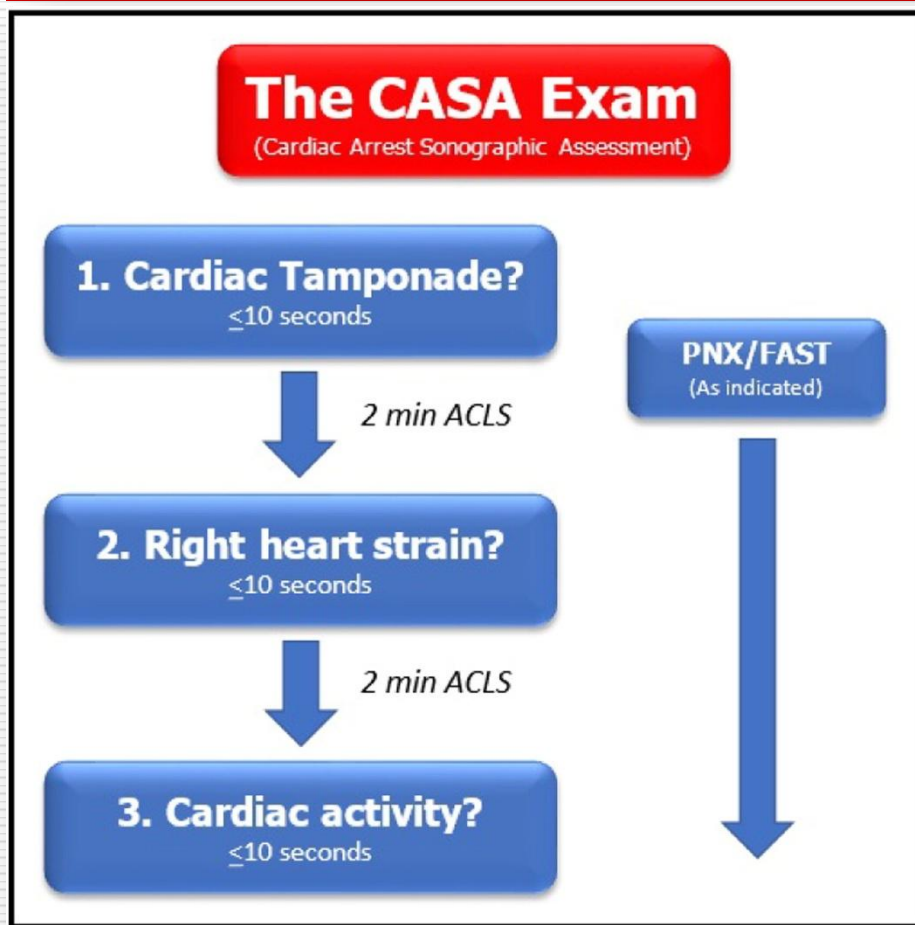




Possible Echocardiographic Findings	(Qualitative) Diagnoses
Wall movement	Circulation present
No wall movement in asystole, pulselessness, PEA, other rhythms	Proven cardiac standstill
Limited pump function	Myocardial insufficiency
Severely limited	
Moderately limited	
Wall motion, pulselessness, regular rhythm	Pseudo-PEA
No wall motion, pulselessness, regular rhythm	True PEA
Hypercontractile ventricular walls, underfilled right ventricle and atrium, hypotension, tachycardia, "kissing" trabecular muscles	Hypovolemia
Enlarged right ventricular cavum, "D-sign"	Suspected pulmonary artery embolism
Pericardial effusion (small or massive) and pericardial tamponade	Pericardial effusion (small or massive), with or without functional relevance, tamponade
No conclusive finding	No diagnosis



# CASA - Cardiac Arrest Sonographic Assessment exam



Perikardiální výpotek vedoucí k **srdeční tamponádě** je příčinou zástavy oběhu u 4-15% případů KPR. Pacienti po evakuaci tamponády přežívají signifikantně více než ostatní s PEA (15.4% vs. 1.3%)

**Plicní embolie** je příčinou zástavy oběhu u 4-7.6% případů KPR. Pacienti po úspěšném залéčení PE přežívají signifikantně více než ostatní s PEA (6.7% vs. 1.3%)

Pacienti s PEA a obrazem „**stojícího srdce**“ přežívají signifikantně méně než s pseudo-PEA (0-0.6%)

American Journal of Emergency Medicine 36 (2018) 715–732

Gaspari R, et al. Emergency department point-of-care ultrasound in out-of-hospital and in-ED cardiac arrest. Resuscitation Dec 2016;109:33–9.

Tayal VS. Emergency echocardiography to detect pericardial effusion in patients in PEA and near-PEA states. Resuscitation 2003 Dec;59(3):315–8.

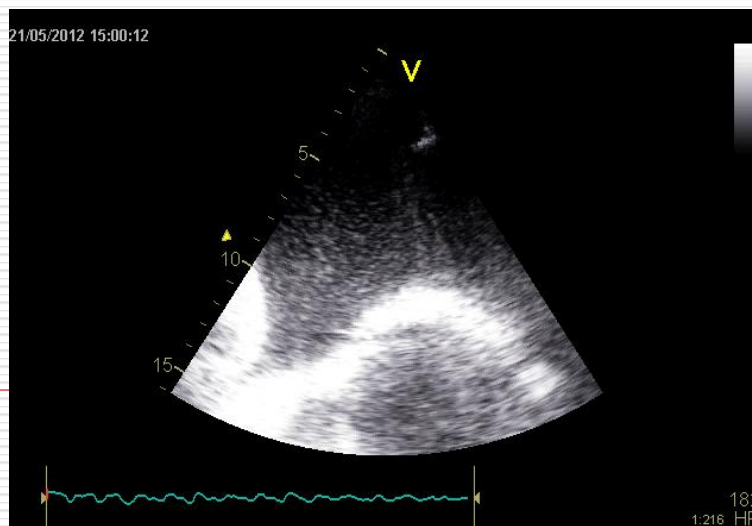
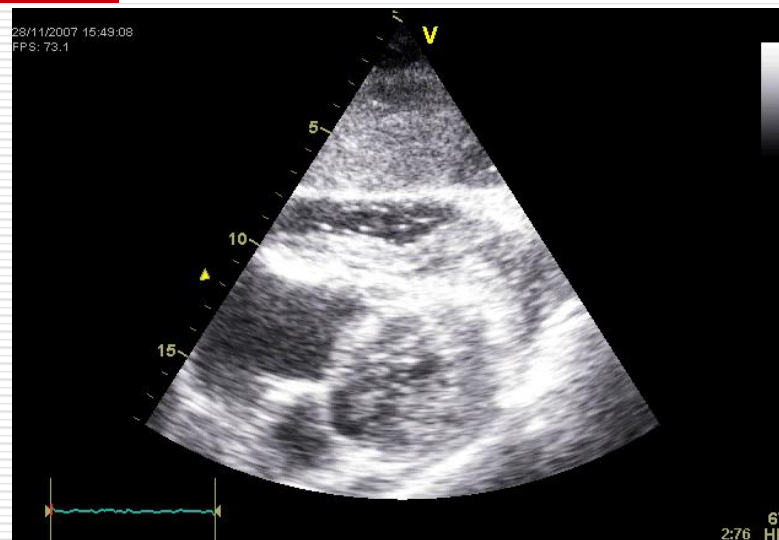
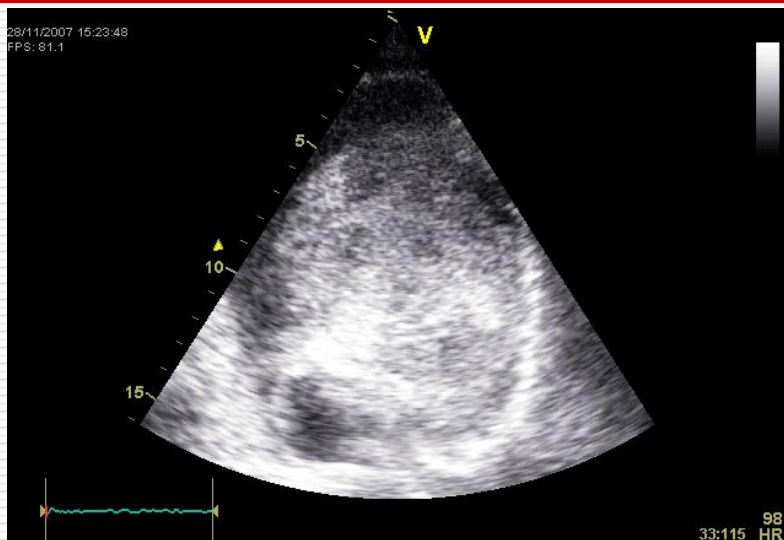
Breitkreutz R, et al. Focused echocardiographic evaluation in life support and peri-resuscitation of emergency patients: a prospective trial.

Resuscitation Nov 2010;81(11):1527–33.



**Podpora terapie** - guiding perikardiální/pleurální punkce, kontrola pozice endotracheální kanyly, podpora kanylace centrální žíly (pokud je to nutné)

# Guiding perikardiální/pleurální punkce



# Tracheální ultrasonografie

Tracheální ultrasonografie v reálném čase je přesná metoda **identifikace správné polohy endotracheální kanyly během KPR** bez nutnosti přerušení komprese hrudníku.

Z 89 zahrnutých pacientů bylo 7 (7,8%) intubováno do jícnu.

**Senzitivita**, specificita, pozitivní prediktivní hodnota a **negativní prediktivní hodnota** tracheální ultrasonografie byly **100%** (95% interval spolehlivosti [CI]: 94,4-100%), 85,7% (95% CI: 42,0-99,2%), 98,8% (95% CI: 92,5-99,0%) a **100%** (95% CI: 54,7-100%).

Summary of tracheal and esophageal intubation by tracheal ultrasonography.

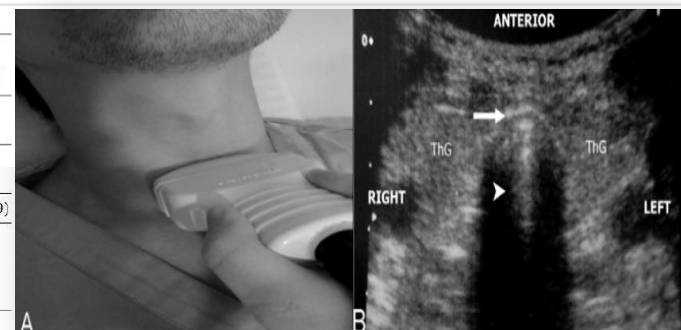
	Total (n=89)		Sonographer 1 (n=37)		Sonographer 2 (n=23)		Sonographer 3 (n=29)	
	US tracheal	US esophageal	US tracheal	US esophageal	US tracheal	US esophageal	US tracheal	US esophageal
Tracheal intubation, n	82	0	33	0	22	0	27	0
Esophageal intubation, n	1	6	1	3	0	1	0	2

US, ultrasound.

Test characteristics for tracheal intubation by sonographers.

	Total (n=89)	Sonographer 1 (n=37)	Sonographer 2 (n=23)	Sonographer 3 (n=29)
Sensitivity, % (95% CI)	100.0 (94.4–100.0)	100.0 (87.0–100.0)	100.0 (81.5–100.0)	100.0 (84.5–100.0)
Specificity, % (95% CI)	85.7 (42.0–99.2)	75.0 (21.9–98.7)	100.0 (5.5–100.0)	100.0 (19.8–100.0)
PPV, % (95% CI)	98.8 (92.5–99.9)	97.1 (82.9–99.8)	100.0 (82.5–100.0)	100.0 (84.5–100.0)
NPV, % (95% CI)	100.0 (54.7–100.0)	100.0 (31.0–100.0)	100.0 (5.5–100.0)	100.0 (19.8–100.0)

PPV, positive predictive value; NPV, negative predictive value; CI, confidence interval.



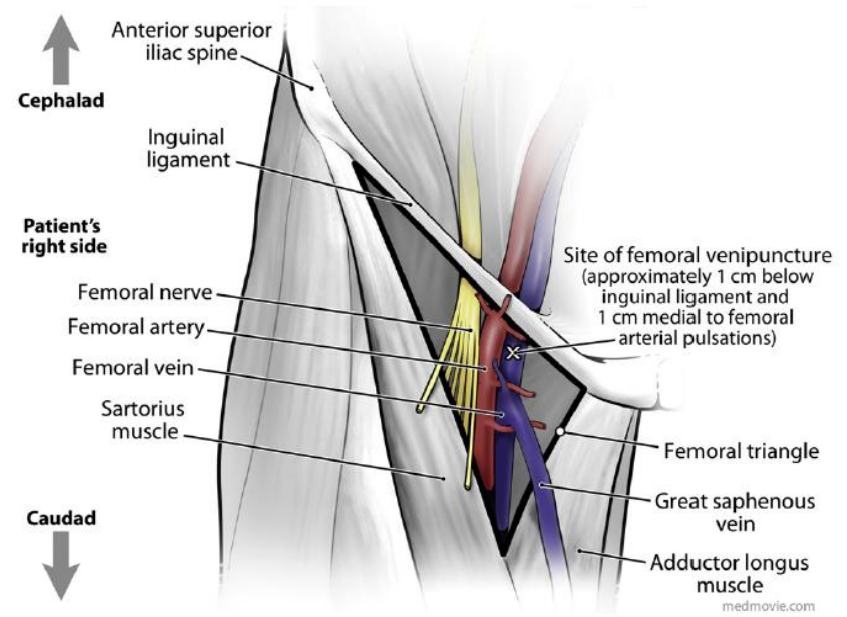
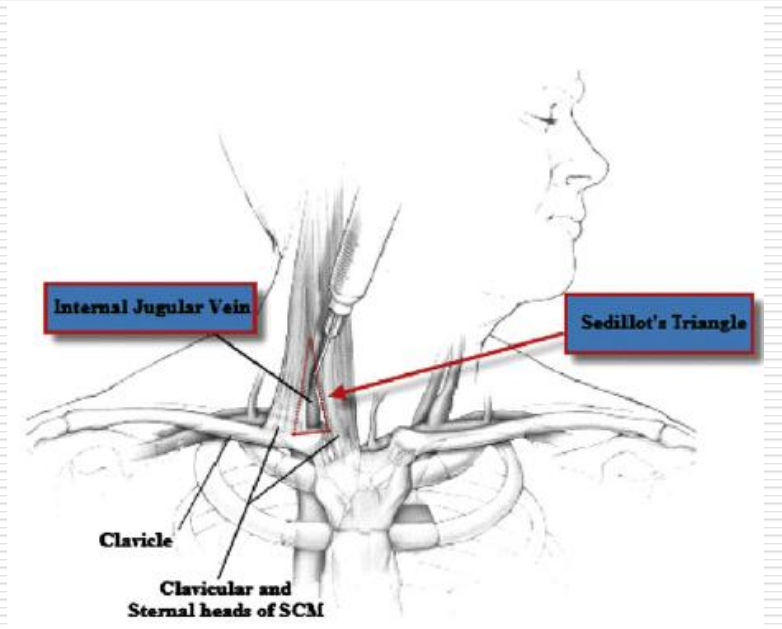
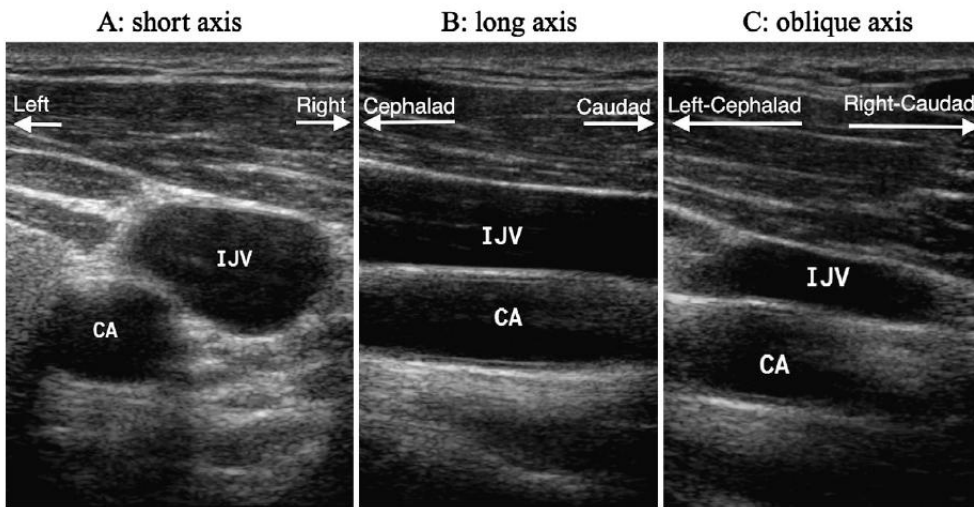


# Guidelines for Performing Ultrasound Guided Vascular Cannulation: Recommendations of the American Society of Echocardiography and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists

Christopher A. Troianos, MD, Gregg S. Hartman, MD, Kathryn E. Glas, MD, MBA, FASE, Nikolaos J. Skubas, MD, FASE, Robert T. Eberhardt, MD, Jennifer D. Walker, MD, and Scott T. Reeves, MD, MBA, FASE, for the Councils on Intraoperative Echocardiography and Vascular Ultrasound of the American Society of Echocardiography, *Pittsburgh, Pennsylvania; Lebanon, New Hampshire; Atlanta, Georgia; New York, New York; Boston, Massachusetts; and Charleston, South Carolina*

(J Am Soc Echocardiogr 2011;24:1291-318.)

**Keywords:** Anatomy, Artery, Cannulation, Femoral, Guidelines, Internal jugular, Pediatric, Peripheral, Subclavian, Ultrasound, Vascular, Venous



# Závěry

---

1. Echokardiografie umožňuje potvrdit či vyloučit některé z **příčin srdeční zástavy**, které nejsou diagnostikovatelné jinou okamžitě dostupnou modalitou (hypovolémie, tamponáda, plicní embolie, těžká dysfunkce levé či pravé komory, infarkt myokardu a tenzní pneumotorax).
2. Echokardiografie poskytuje důležité informace po celou dobu péče o pacienta, bylo prokázáno, že **získaný echokardiografický náleznění terapeutický přístup** u 60-80% pacientů v přednemocniční péči, zlepšuje diagnostickou přesnost a efektivitu péče na odděleních urgentního příjmu.
3. Pokud je prováděna adekvátně vyškoleným lékařem, nemá periresuscitační echokardiografie negativní vliv na kvalitu na kardiopulmonální resuscitace, **může potenciálně zlepšit prognózu** a změnit celý následný management pacienta v akutní kardiologické péči.



ScienceDirect

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/crvasa](http://www.elsevier.com/locate/crvasa)



Přehledový článek | Review article

## Využití echokardiografie v akutní kardiovaskulární péči. Souhrn dokumentu připravený Českou kardiologickou společností

(The use of echocardiography in acute cardiovascular care.  
Summary of the document prepared by the Czech Society of Cardiology)

**Martin Hutyra<sup>a</sup>, Tomáš Paleček<sup>b</sup>, Milan Hromádka<sup>c</sup>**

<sup>a</sup>*I. interní klinika – kardiologická, Lékařská fakulta Univerzity Palackého a Fakultní nemocnice Olomouc, Olomouc, Česká republika*

<sup>b</sup>*II. interní klinika kardiologie a angiologie, 1. lékařská fakulta Univerzity Karlovy a Všeobecná fakultní nemocnice, Praha, Česká republika*

<sup>c</sup>*Kardiologické oddělení, Centrum vysoce specializované komplexní kardiovaskulární péče, Fakultní nemocnice Plzeň a Lékařská fakulta v Plzni, Univerzita Karlova, Česká republika*

