



FAKULTNÍ NEMOCNICE®
OLOMOUC



Lékařská
fakulta

Univerzita Palackého
v Olomouci



KOMPLEXNÍ
KARDIOVASKULÁRNÍ CENTRUM
FAKULTNÍ NEMOCNICE OLOMOUC

Ultrazvuk a další zobrazovací metody v intenzivní péči -

Diagnostika akutních stavů

Jan Přeček

Workshop ČAAK – Intenzivní péče v kardiologii

30. 5. 2023, Praha

Přínos zobrazovacích metod v prostředí IP/ER

- Stanovení **diagnózy** s možností volby *kauzální* **terapie**
- Predikce krátkodobé i dlouhodobé **prognózy**
- *Optimalizace* **terapie**
 - Hemodynamika
 - Zajištění invazivních vstupů (žilní, arteriální...)
 - Guiding punkčních výkonů (perikard, pleura...)



ELSEVIER

Available online at www.sciencedirect.com

ScienceDirect

journal homepage: 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 Hutýra^a, Tomáš Paleček^b, Milan Hromádka^c

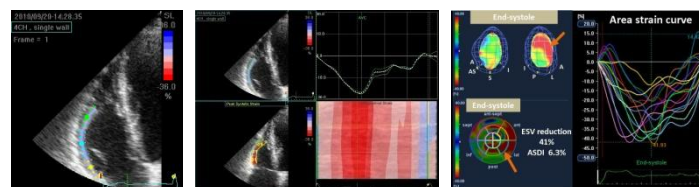
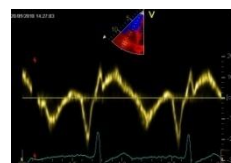
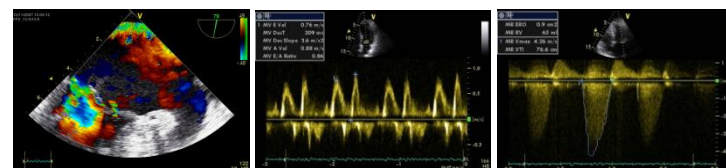
^a*I. interní klinika – kardiologická, Lékařská fakulta Univerzity Palackého a Fakultní nemocnice Olomouc, Olomouc, Česká republika*

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

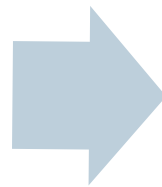
^c*Kardiologické oddělení, Centrum vysoce specializované komplexní kardiovaskulární péče, Fakultní nemocnice Plzeň a Lékařská fakulta v Plzni, Univerzita Karlova, Česká republika*

TTE/TEE/ICE a způsoby zobrazení

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

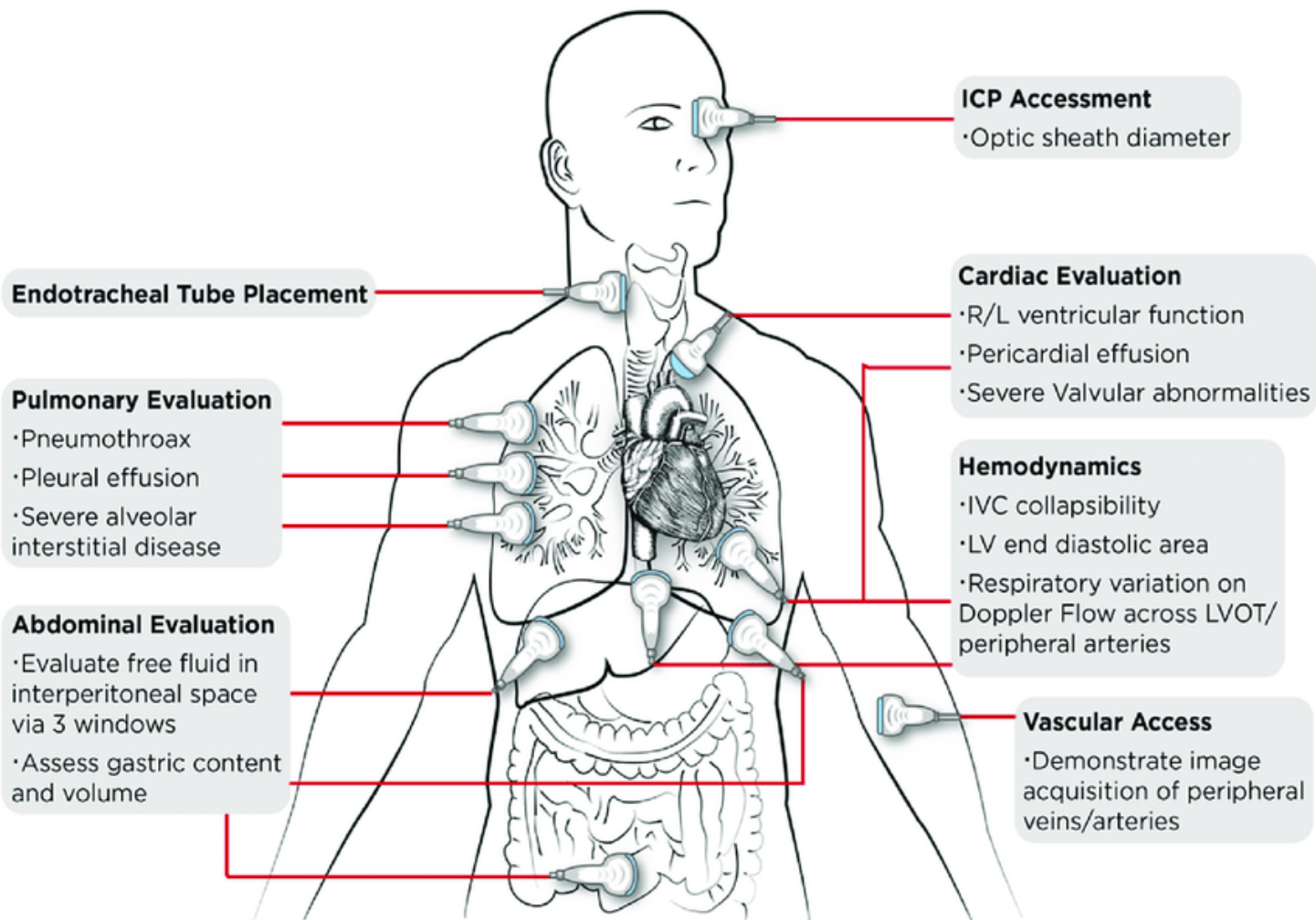


Organ-
based



Problem-
based

Komplexní US vyšetření v akutní medicíně



Diagnostic capability of a next-generation, ultra-miniaturized ultrasound system in patients with cardiopulmonary compromise assessed using basic critical care echocardiography

Marine Goudelet^{1,2}, Bruno Evrard^{1,2}, François Dalmay³, Ana Hernandez Padilla^{1,4}, Céline Gonzalez^{1,2}, Thomas Lafon^{2,4,5}, Thomas Daix^{1,4}, Anne-Laure Fedou^{1,4}, Bruno François^{1,4} and Philippe Vignon^{1,2,4} 

Table 1 Binary clinical questions addressed using the full-feature imaging system (C×50) and the ultra-miniaturized system (Lumify)

Clinical questions	Cases identified by C×50 (n)	Questions not addressed by Lumify/C×50 (n) ¹	Discrepant positive results by Lumify (n) ¹	Discrepant negative results by Lumify (n) ¹	Kappa values for addressed clinical questions ^k
LV systolic dysfunction ^a	50	0/0	0	2	0.90 ± 0.07 (0.83–0.97)
LV contraction heterogeneity ^b	32	0/0	0	1	0.98 ± 0.02 (0.93–1.0)
LV dilatation ^c	18	2/2	3	6	0.67 ± 0.10 (0.48–0.87)
RV dilatation ^d	22	7/5	1	3	0.88 ± 0.06 (0.76–0.99)
RV systolic dysfunction ^e	7	7/5	1	1	0.85 ± 0.11 (0.64–1.0)
Pericardial effusion	5	0/0	0	0	1.0 (1.0–1.0)
Tamponade	4	0/0	0	0	1.0 (1.0–1.0)
IVC dilatation ^f	23	10/9	5	3	0.77 ± 0.08 (0.62–0.92)
IVC inspiratory collapse (spontaneous breathing) ^g	12	4/4	0	0	1.0 ± 0.0 (1.0–1.0)
Massive acute valvular regurgitation ^h	5	0/0	0	0	1.0 ± 0.0 (1.0–1.0)

LV left ventricle. RV right ventricle. IVC inferior vena cava

This is the first study validating a next-generation UmUS for the basic hemodynamic assessment of ICU patients with cardiopulmonary compromise. Accordingly, this novel device may be used alternatively to a full-feature system to perform basic CCE, with unparalleled ease of use and portability.



UZ v akutní péči – klinické situace

- Srdeční zástava
- Akutní bolest na hrudi
 - Akutní koronární syndromy
 - Myokarditida
 - Stresová kardiomyopatie
 - Akutní aortální syndromy – disekce aorty
 - Perikarditida
- Akutní dušnost
 - Srdeční selhání
 - Plicní embolie
 - Pneumotorax
 - Interakce srdce-plíce, UPV
- Hemodynamická nestabilita a šok
- Nově vzniklý srdeční šelest
- Poranění srdce a aorty
- Komplikace intervenčních výkonů

8:30-10:00 **Ultrazvuk a další zobrazovací metody
v intenzivní péči**

Předsedající: M. Hutýra, V. Pechman (Olomouc, Plzeň)

- 8:30** **1. DIAGNOSTIKA AKUTNÍCH STAVŮ**
J. Přeček (Olomouc)
- 8:45** **2. POSOUZENÍ HEMODYNAMIKY**
V. Pechman (Plzeň)
- 9:00** **3. VYŠETŘENÍ PLIC**
M. Hromádka (Plzeň)
- 9:15** **4. VYŠETŘENÍ A KANYLACE CÉV**
J. Ulman (Praha)
- 9:30** **5. AKUTNÍ CT, MR, PET (U KOHO A KDY)**
M. Hutýra (Olomouc)
- 9:45** **Diskuze**

Oběhová zástava



Česká asociace
akutní kardiologie

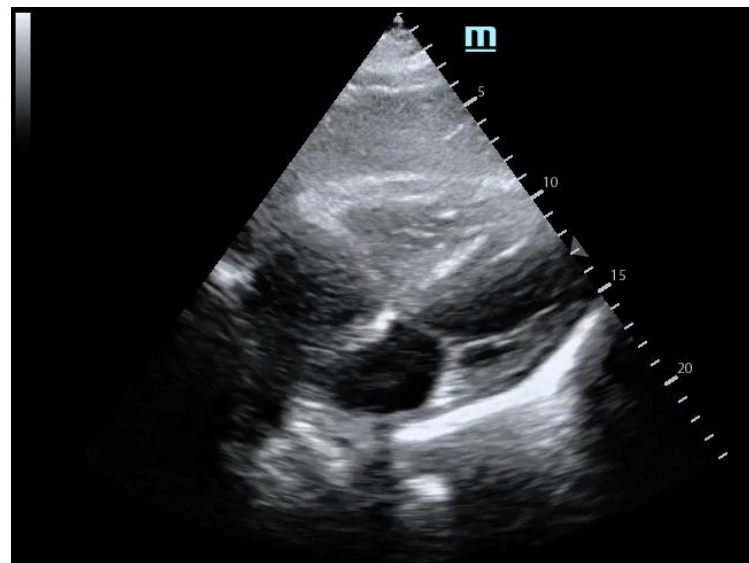
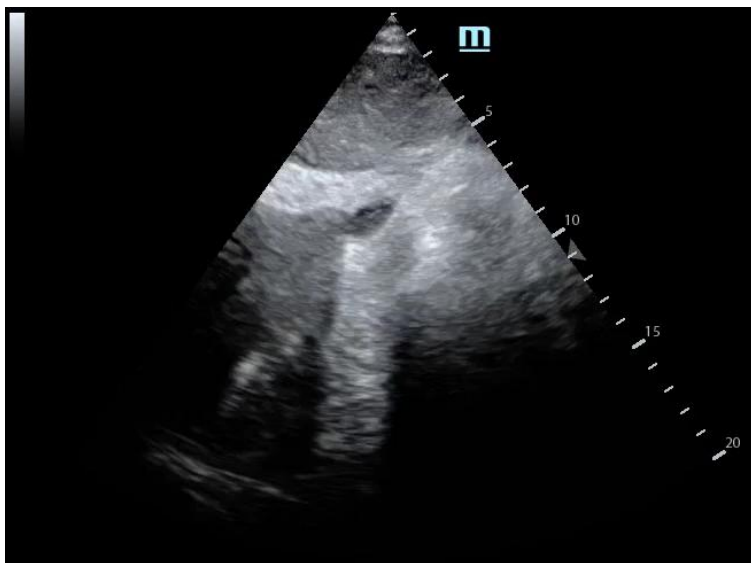
Diagnostika oběhové zástavy

- **vizualizace myokardiální aktivity**

- přítomnost myokardiální aktivity během KPR (organizovaná, neorganizovaná)
 - asystolie: 10-35 %; PEA: 30-65 %
 - je spojena s vyšší šancí na ROSC, přijetí do nemocnice i propuštění z hospitalizace a příznivý neurologický výsledek
- absence detekovatelné myokardiální aktivity - nižší šance na ROSC a celkové přežití

- PEA/pseudo-PEA/asystolie/VF

- detekce ROSC (zobrazení myokardu, hemodynamika, vizualizace pulzace tepen)



Diagnostika – příčina oběhové zástavy

Table 1 5H's and 5 T's" checklist [8]

	H's	T's
Cardiac arrest	Hypovolemia ^{US} Hypothermia Hypoxia Hypo or hyperkalemia Hydrogen ion (acidosis)	-Cardiac tamponade ^{US} -Toxins -Tension pneumothorax ^{US} - Pulmonary thrombosis ^{US} Thrombosis coronary

US ultrasound

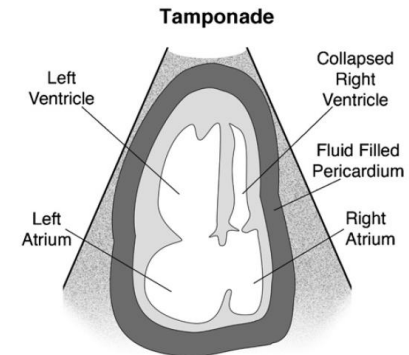
Diagnostika – příčina oběhové zástavy

Table 2 Ultrasound signs for reversible causes

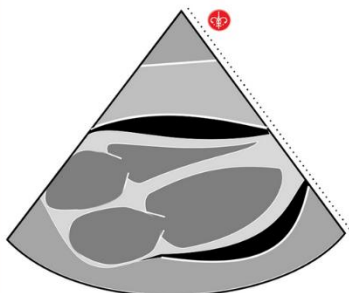
	View	Arrest signs	Peri-Arrest signs
Cardiac Tamponade	Subxiphoid View Apical 4 chambers Subcostal IVC Parasternal Long View*	Pericardial effusion Plethoric IVC	Pericardial effusion Plethoric IVC Systolic collapse of the right atrium Collapse of the right ventricle in diastole
Hypovolemia	Subxiphoid View Apical 4 chambers Subcostal IVC Parasternal views*	Obliteration of ventricles Inferior vena cava diameter < 2 cm	Hyperdynamic Obliteration of ventricles Kiss sign "Empty tank" inferior vena cava (IVC diameter < 2 cm collapse > 50% during inspiration)
Pulmonary Embolism	Subxiphoid View Apical 4 chambers Subcostal IVC Parasternal views* Lower limb compression ultrasound*	Right heart thrombus Right ventricular dilation D sign of left ventricle Deep vein thrombosis	Pulmonary Hypertension Deep vein thrombosis Paradoxical septal systolic movement Septal flattening in diastole McConnell sign D sign of left ventricle
Tension pneumothorax	4th–5th intercostal space with midclavicular line	Absence lung sliding (during artificial ventilation) Stratosphere /barcode sign	Absence lung sliding Stratosphere /barcode sign Absence B lines Absence pulmonary pulse Lung point

*Optional

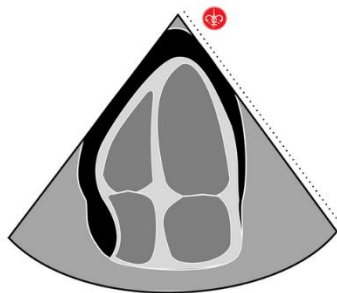
Srdeční tamponáda



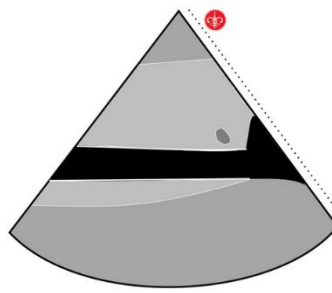
PERICARDIAL EFFUSION



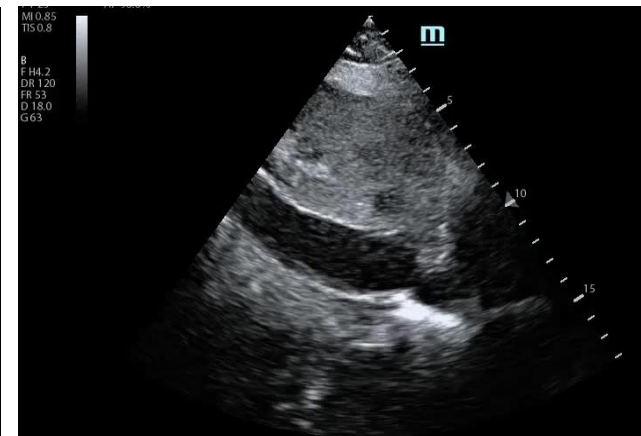
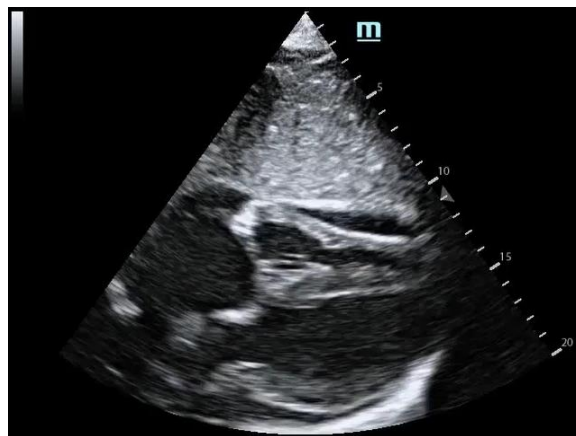
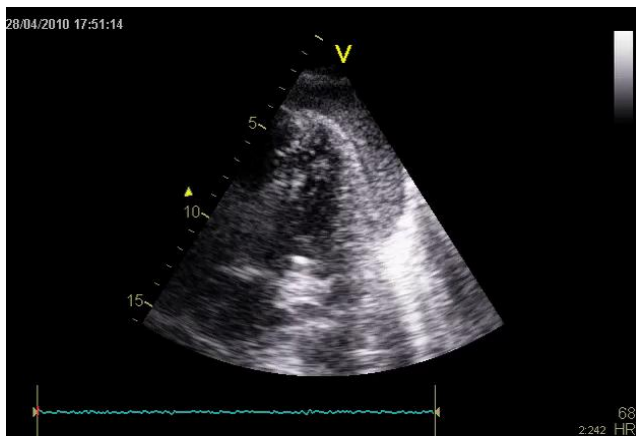
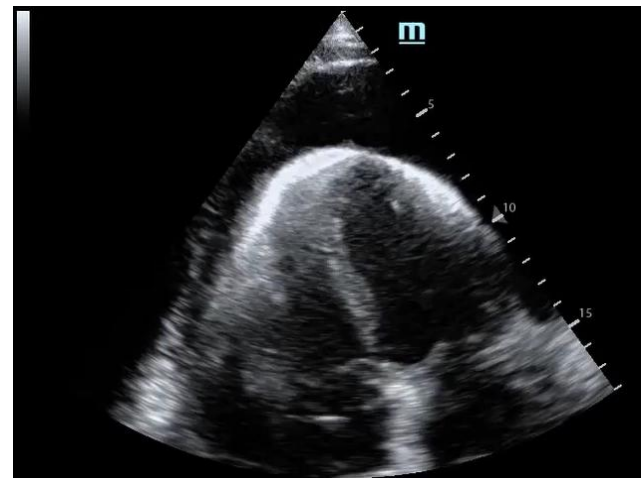
Subxiphoid/subcostal (SUBX)



Apical 4 chambers (A4C)



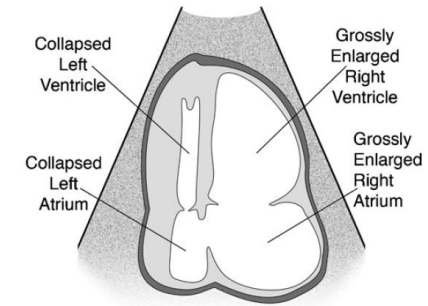
Subcostal - Inferior Cava Vein (ICV)



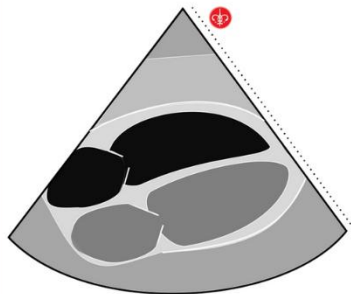
Ávila-Reyes et al. *The Ultrasound Journal* (2021) 13:46;
Hernandez C et al. *Resuscitation* (2008) 76, 198—206

Plicní embolie

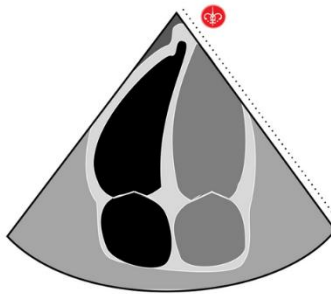
Pulmonary Embolus



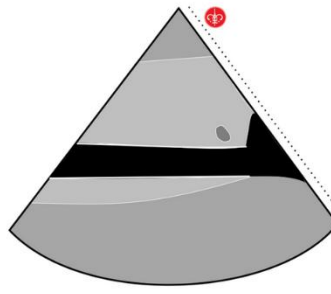
PULMONARY EMBOLISM



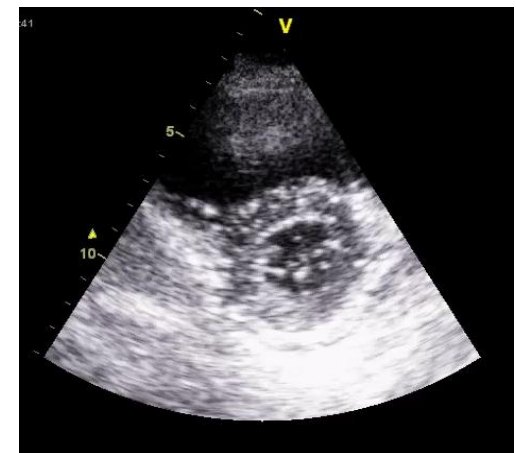
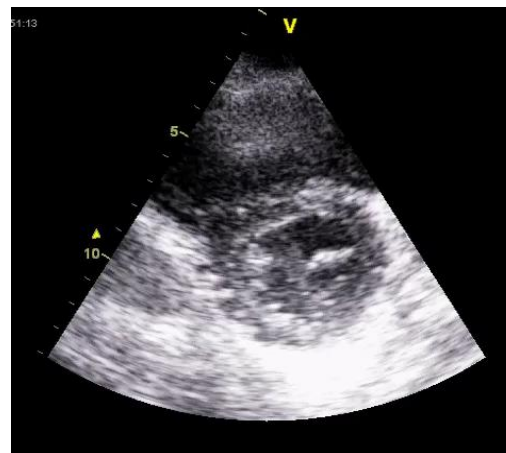
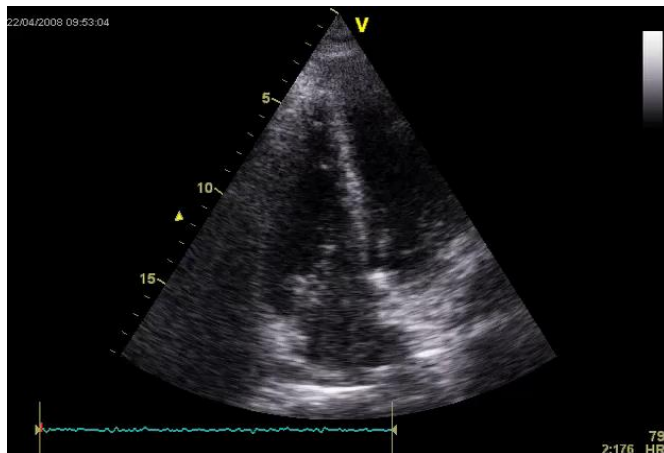
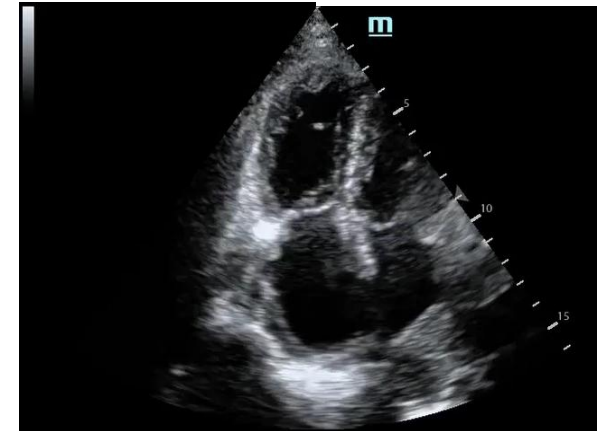
Subxiphoid/subcostal (SUBX)



Apical 4 chambers (A4C)

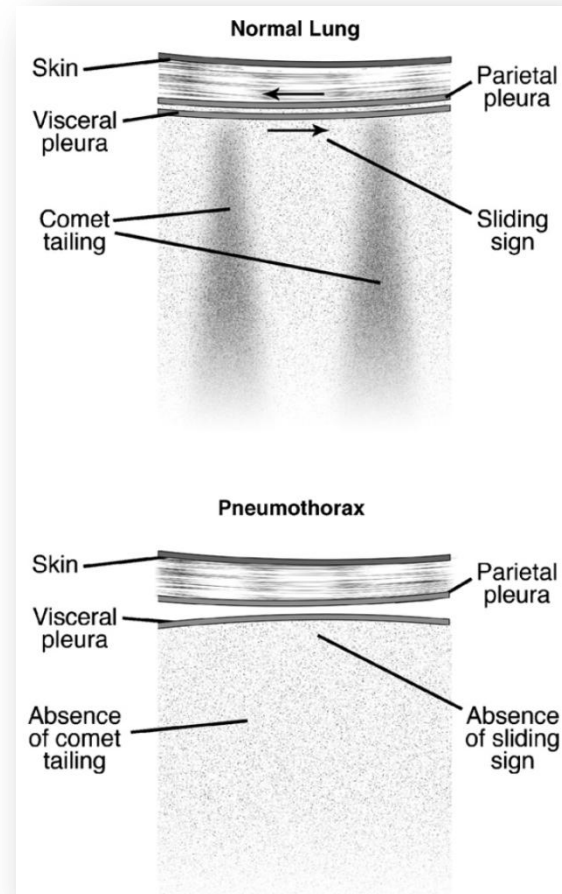
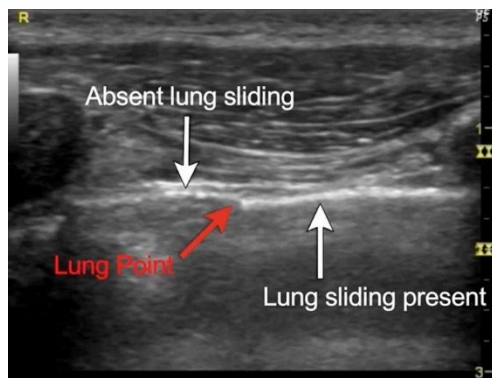
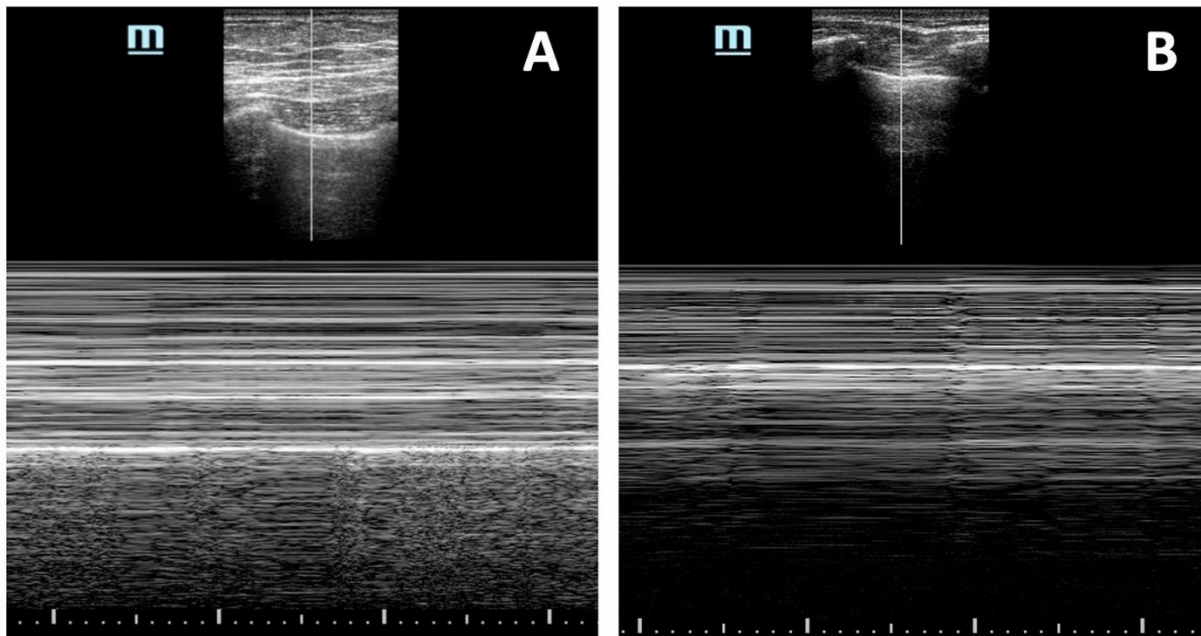


Subcostal Inferior Vena Cava (IVC)



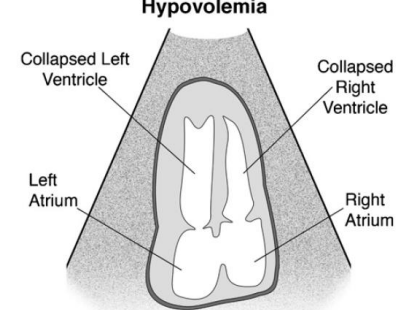
Ávila-Reyes et al. *The Ultrasound Journal* (2021) 13:46;
Hernandez C et al. *Resuscitation* (2008) 76, 198—206

Tenzní pneumotorax

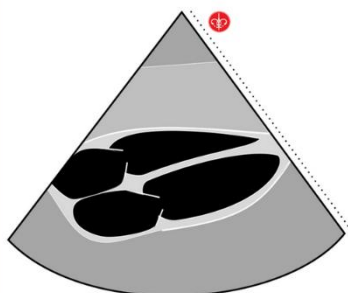


Ávila-Reyes et al. *The Ultrasound Journal* (2021) 13:46;
Hernandez C et al. *Resuscitation* (2008) 76, 198—206

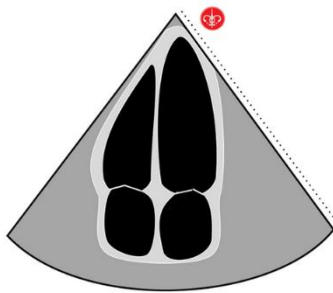
Hypovolémie / hemoragie



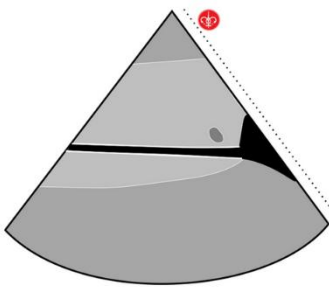
HYPOVOLEMIA



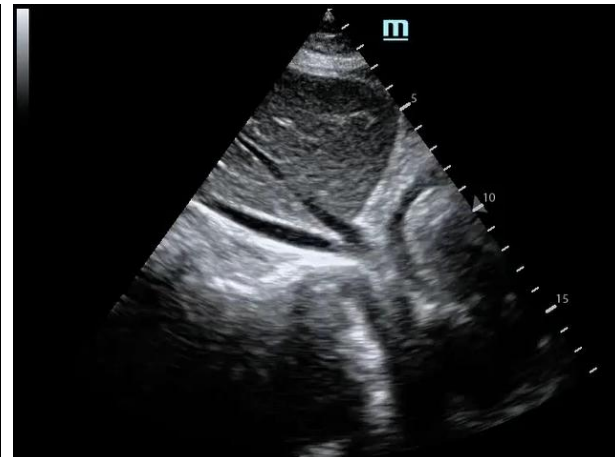
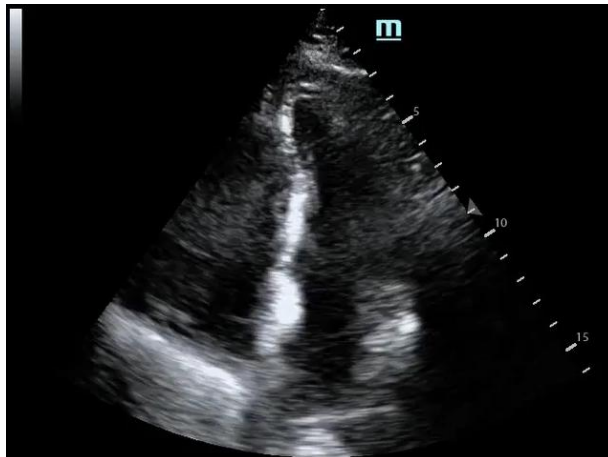
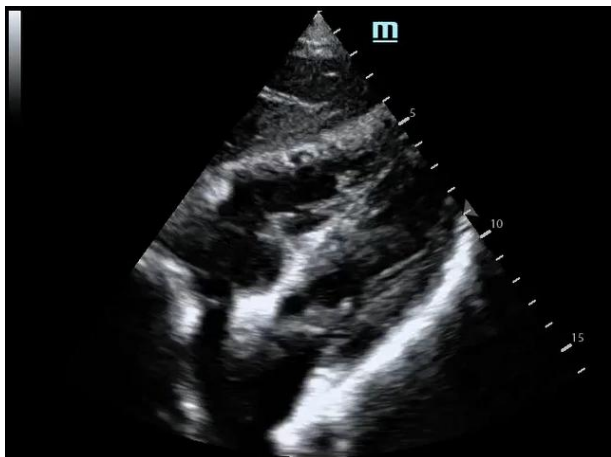
Subxiphoid/subcostal (SUBX)



Apical 4 chambers (A4C)



Subcostal Inferior Vena Cava (IVC)



Ávila-Reyes et al. *The Ultrasound Journal* (2021) 13:46;
Hernandez C et al. *Resuscitation* (2008) 76, 198—206

E-FAST is a limited trauma ultrasound that only aims to detect:

1. Intra abdominal free fluid
2. Pericardial effusion
3. Major haemothorax
4. Pneumothorax

A normal E-FAST does not exclude significant intra abdominal injury

Patient details

Mechanism of Trauma	Pulse	BP	RR	Sats
Examination Findings				

Probe Position	Views	Notes	Findings			Optional Information	
	1 RUQ	<p>RUQ Fluid collects in Morison's Pouch Look above diaphragm for HTX 5° head down tilt will increase RUQ fluid</p>	Right Upper Quadrant	Normal	Inadequate	Positive	< 2mm maximal depth
							> 10 mm maximal depth
	2 LUQ	<p>LUQ Fluid can collect around the entire spleen Look above the diaphragm for HTX</p>	Right Haemothorax	Normal	Inadequate	Positive	
	3 Subcostal	<p>Subcostal Tamponade is a clinical diagnosis Look for fluid in the pericardial space Intra-abdominal fluid above the liver can simulate fluid in front of the right ventricle - although it is on the other side of the diaphragm Pericardial fat pads may give the appearance of pericardial fluid Fluid must have a depth of >5mm; traces of pericardial fluid are normal</p>	Left Upper Quadrant	Normal	Inadequate	Positive	< 2mm maximal depth
							2 - 10mm maximal depth
							> 10 mm maximal depth
4 Female Pelvis LS	<p>Pelvis Look for free fluid behind and above the bladder In the female, fluid collects initially in the Pouch of Douglas A small amount of pelvis free fluid is normal in women</p>	Left Haemothorax	Normal	Inadequate	Positive		
5 Male Pelvis TS		Subcostal	Normal	Inadequate	Positive	Maximal depth ____mm	
		Pelvis	Normal	Inadequate	Positive	< 2mm maximal depth	
						2-10mm maximal depth	
						> 10 mm maximal depth	
6 & 7 Lung LS	<p>Lung Sliding sign and comet tail artefact are normal; loss of these indicate PTX Pleuradhesion, large bullae, COPD and non-ventilation (eg endobronchial intubation) can simulate PTX</p>	Right Lung Pneumothorax	Normal	Inadequate	Positive	Detected anteriorly	
						Anteriorly and laterally	
			Left Lung Pneumothorax	Normal	Inadequate	Positive	Detected anteriorly
						Anteriorly and laterally	

Copyright Rippey and Erclve 2009

UZ a jeho rizika během KPR

- **riziko snížení efektivity KPR – neadekvátní přerušení kompresí hrudníku**

> [Resuscitation](#). 2017 Oct;119:95-98. doi: 10.1016/j.resuscitation.2017.07.021. Epub 2017 Jul 25.

Ultrasound use during cardiopulmonary resuscitation is associated with delays in chest compressions

Maite A Huis In 't Veld ¹, Michael G Allison ², David S Bostick ¹, Kiandra R Fisher ³,
Olga G Goloubeva ⁴, Michael D Witting ⁵, Michael E Winters ⁶

- mean duration of pulse checks with POCUS was 21.0s (95% CI, 18-24) compared with 13.0s (95% CI, 12-15) for those without POCUS

> [Resuscitation](#). 2018 Jan;122:65-68. doi: 10.1016/j.resuscitation.2017.11.056. Epub 2017 Nov 23.

Point-of-care ultrasound use in patients with cardiac arrest is associated prolonged cardiopulmonary resuscitation pauses: A prospective cohort study

Eben J Clattenburg ¹, Peter Wroe ², Stephen Brown ³, Kevin Gardner ², Lia Losonczy ²,
Amandeep Singh ², Arun Nagdev ⁴

- median CPR pause with POCUS performed lasted 17s (IQR 13 - 22.5) versus 11s (IQR 7 - 16) without POCUS
- ultrasound fellowship trained faculty trended towards shorter CPR pauses

→ **UZ provádí nejzkušenější člen týmu**

→ **protokol vyšetření, trénink, kontrola času leaderem KPR**

Praktické aspekty – protokoly pro periresuscitační UZ

2004. Jensen et al. [31]	FATE	<ol style="list-style-type: none">1. Subcostal view2. Apical view3. Parasternal view4. Pleural view
2005. Niendorff et al. [32]	Rapid Cardiac Ultrasound	<ol style="list-style-type: none">1. Subcostal view
2007. Breitzkreutz et al. [33]	FEER (FEEL)	<ol style="list-style-type: none">1. Subcostal view2. Parasternal view3. Apical view
2008 Hernandez. [35]	CAUSE	<ol style="list-style-type: none">1. Subcostal view or apical view or parasternal view2. Lung view
2010 Prosen et al. [34]	Modified FEER	<ol style="list-style-type: none">1. Subcostal view2. Parasternal view3. Apical view
2010 Testa et al. [36]	PEA	<ol style="list-style-type: none">1. Epigastric scan2. Pulmonary scan3. Abdominal scan
2015. Lichtenstein. [37]	SESAME	<ol style="list-style-type: none">1. Pulmonary view2. Cardiac view3. DVT detection at the V-point
2017 Arkinson et al. [38]	CORE	Consensus on the use of point of care ultrasound for undifferentiated hypotension and during cardiac arrest
2019 Arkinson et al. [56]	SHoc-ED	Sonography in Hypotension and Cardiac Arrest in the Emergency Department
2021. Ávila, Acevedo et al	POCUS-CA	<ol style="list-style-type: none">1. Subcostal view2. Apical view3. Parasternal view4. Pleural and pulmonar view5. FAST-E

Focused Transesophageal Echocardiography During Cardiac Arrest Resuscitation



JACC Review Topic of the Week

Felipe Teran, MD, MSCE,^a Michael I. Prats, MD,^b Bret P. Nelson, MD,^c Ross Kessler, MD,^d Michael Blaivas, MD,^e Mary Ann Peberdy, MD,^f Sasha K. Shillcutt, MD,^g Robert T. Arntfield, MD,^h David Bahner, MD^b

TABLE 2 Summary of Clinical Studies on the Use of TEE in Cardiac Arrest

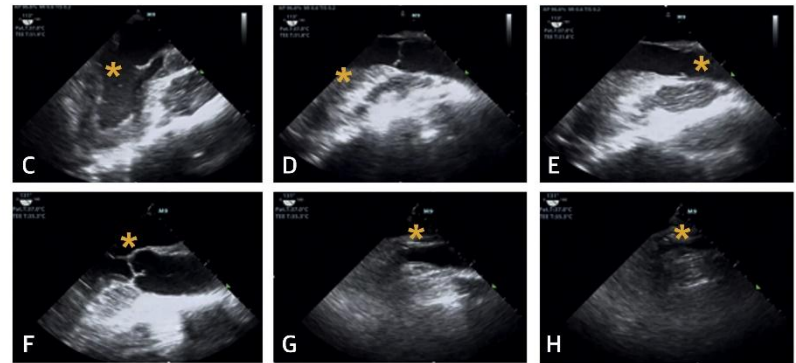
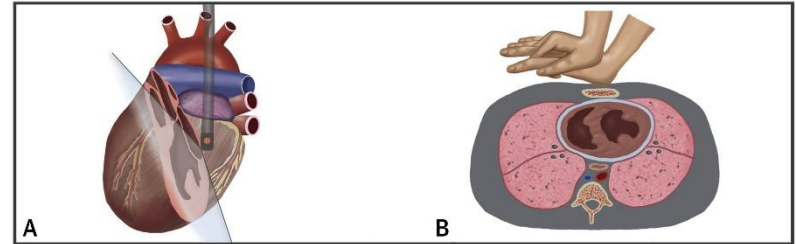
TAB	First Author, Year (Ref. #)	N, Setting, Study Design	Key Findings
FT	Redberg et al., 1993 (32)	20 ED Prospective observational	Feasibility and usefulness of intra-arrest TEE. Established cardiac pump theory as predominant physiological mechanism in CPR.
ME4	Van Der Wouw et al., 1997 (30)	48 ED, wards Prospective observational	Diagnostic accuracy of TEE during resuscitation. TEE can reliably establish cause of circulatory arrest during resuscitation.
MEL	Lin et al., 2006 (33)	10 OR Prospective observational	TEE found impactful identifying or excluding cause of arrest and guiding management during noncardiac surgery.
TGS	Memtsoudis et al., 2006 (29)	22 OR Retrospective observational	TEE found useful providing diagnostic information and guiding resuscitation therapies during noncardiac surgery.
Bica	Arntfield et al., 2016 (14)	37 ED Retrospective observational	TEE found clinically impactful to establish etiology of arrest and guiding therapy during resuscitation in the ED.
DTA	Teran et al., 2019 (13)	33 ED Prospective observational	TEE found feasible and clinically impactful identifying treatable pathologies and optimizing quality of CPR.
AMC LAX cava; axis; vent	Fair et al., 2019 (16)	12 ED Retrospective observational	TEE-guided pulse checks found to be shorter compared to TTE-guided pulse checks.
	Catena et al., 2019 (25)	19 ED Retrospective observational	Association between LVOT opening during intra-arrest TEE and successful resuscitation (ROSC).
	Fair et al., 2019 (39)	25 ED Retrospective observational	Intra-arrest TEE feasible and useful for guidance of vascular cannula placement during ECLS.

CPR = cardiopulmonary resuscitation; ECLS = extracorporeal life support; ED = emergency department; LVOT = left ventricular outflow; OR = operating room; ROSC = return of spontaneous circulation; TEE = transesophageal echocardiography.

CENTRAL ILLUSTRATION: Use of Focused Transesophageal Echocardiography During Cardiac Arrest Resuscitation

Enhancing Quality of CPR

- Minimize interruptions of CPR
- Allow real-time feedback of quality of chest compressions (i.e., obstruction of LVOT/Ao)



Diagnostic Role/Procedural Guidance

- Identification of potentially treatable pathologies (i.e., cardiac tamponade)
- Intra- or peri-arrest procedural guidance (i.e., ECMO)

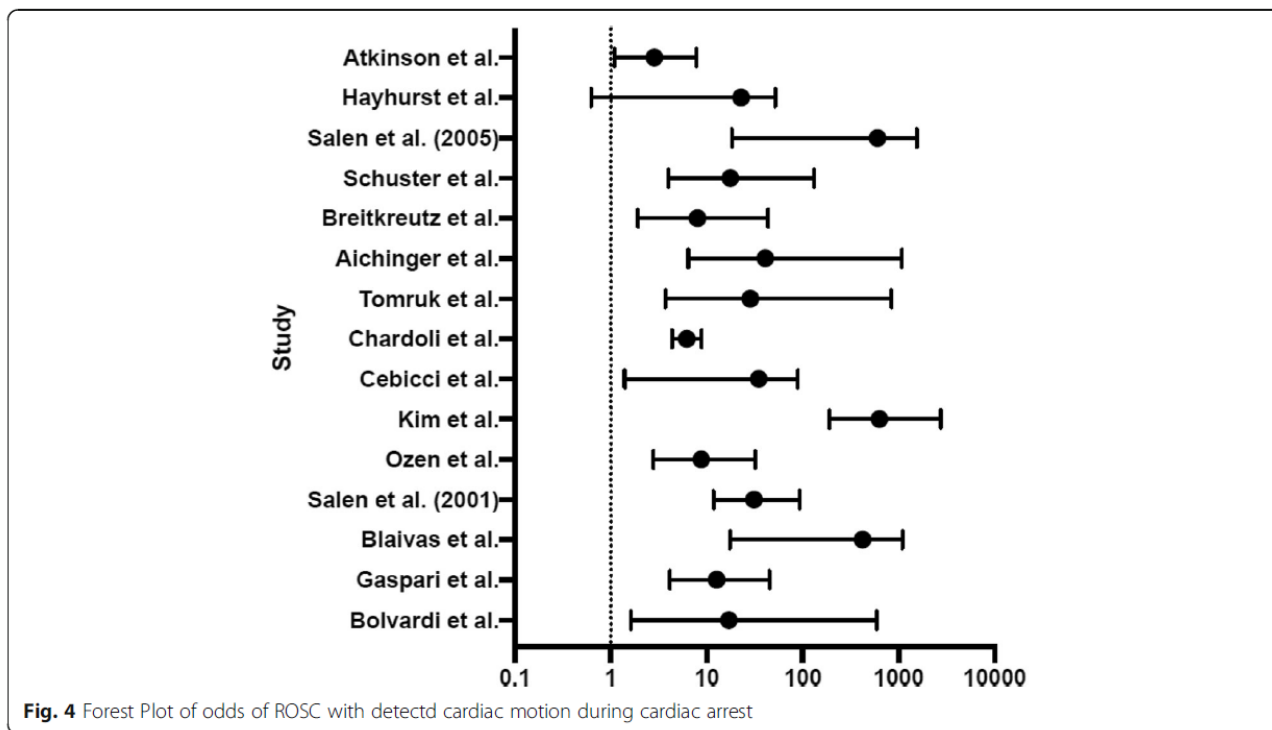


Prognostic Role

- Characterization of myocardial activity (i.e., cardiac standstill, organized vs. disorganized contractions)
- Continuous imaging of cardiac function

Prognostický význam periresuscitačního UZ

- Primární cíl – predikce výsledku KPR periresuscitačně s dostatečnou jistotou a přesností
 - šance na dobrý výsledku → pokračování/prolongace resuscitace
 - identifikace nepříznivého stavu → terminace KPR



Prognostický význam periresuscitačního UZ

- **evidence** pro použití UZ jako prognostického nástroje periresuscitačně **je nízká**
- vysoké riziko *bias*, absence adjustace na *dalších faktory ovlivňující prognózu*
- **neexistuje izolovaný echokardiografický nálezn, který s dostatečnou mírou jistoty predikuje nepříznivý výsledek a umožňuje terminaci resuscitace jako izolované kritérium**
- nejednotná terminologie v charakteristice nálezů
- riziko prolongace přerušení kompresí hrudníku s nepříznivým prognostickým vlivem během provádění UZ
 - pořízení záznamu během přerušení kompresí pro kontrolu pulzu/rytmu
 - použití TEE

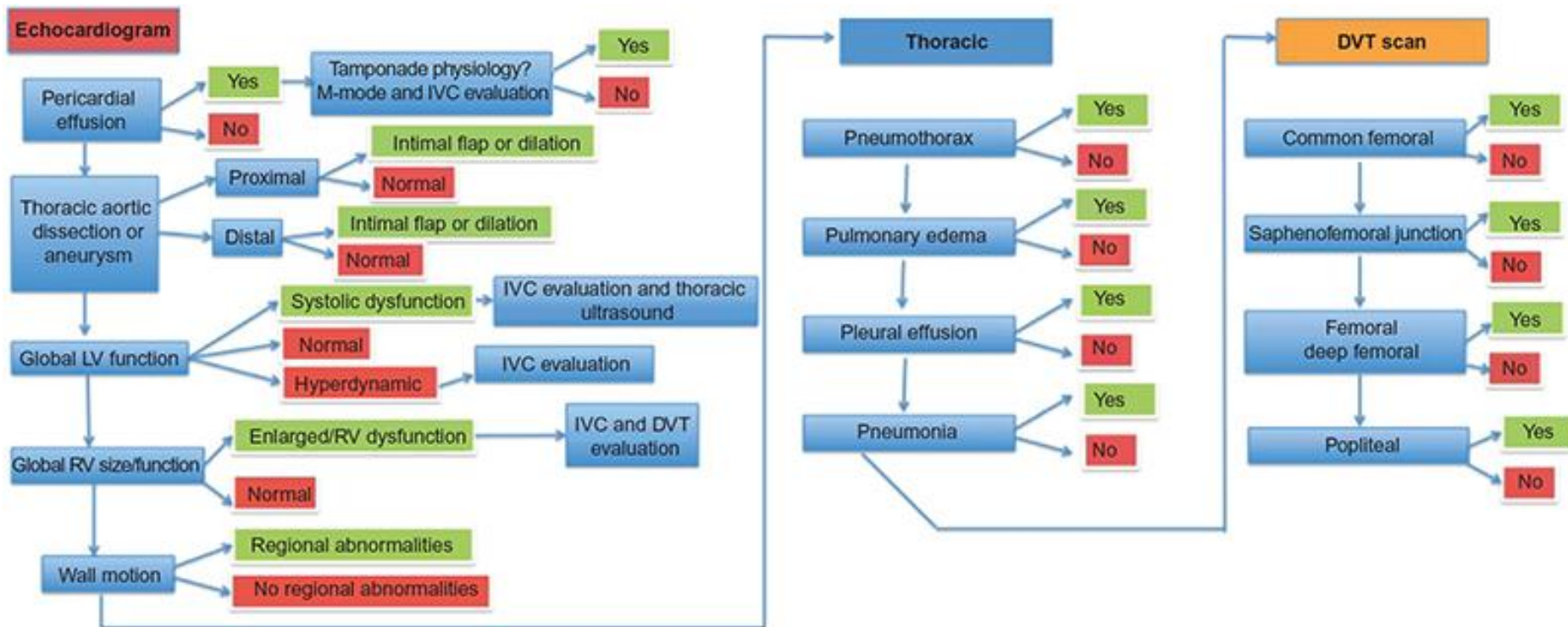
Bolesti na hrudi



Česká asociace
akutní kardiologie

Protokol vyšetření

Bedside echo for chest pain: an algorithm for education and assessment





Lékařská
fakulta

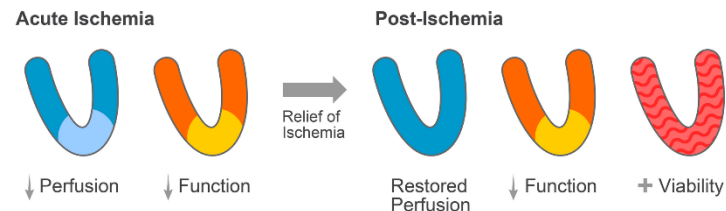
Univerzita Palackého
v Olomouci



Poruchy kinetiky

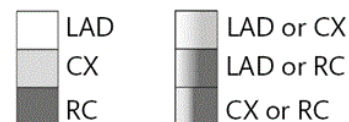
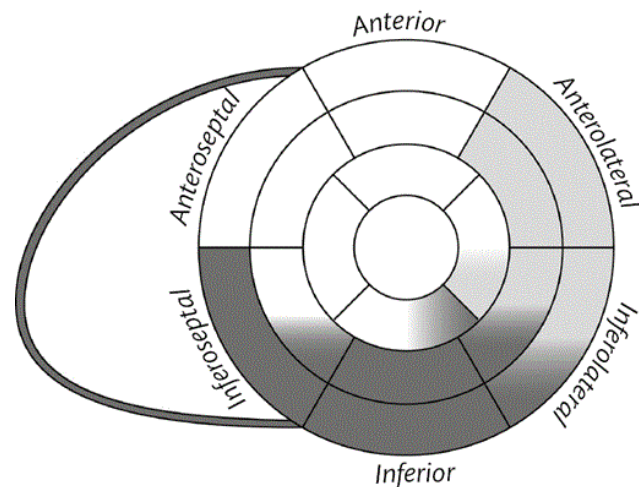
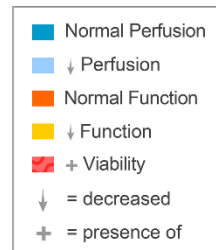
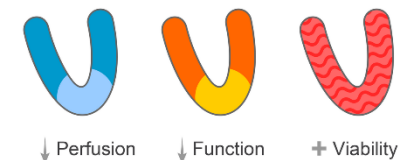
- zhodnocení **přítomnosti a rozsahu** regionálních poruch kinetiky - projev *různých typů myokardiálního postižení* (ischemie, omráčení, hibernace či nekróza)
- pomocí echokardiografie **nelze odlišit** ischemii a infarkt
- **nepřítomnost regionálních poruch kinetiky u trvajících** (event. prolongované) **bolesti** na hrudi svědčí **proti závažnější ischemii** myokardu
- normální echokardiografie (zjm. u pacientů s krátkými epizodami bolestí na hrudi) **nemůže definitivně vyloučit přechodnou** epizodu ischemie
- segmentární poruchy kinetiky mohou **jinou příčinu**, než myokardiální ischemii v důsledku AKS:
 - myokarditida
 - tlakové či objemové přetížení pravé komory
 - preexcitace levé komory
 - tako-tsubo kardiomyopatie,
 - blokáda levého Tawarova raménka
 - kardiostimulace
 - ...

Stunned Myocardium



Hibernating Myocardium

Chronic Condition



Kardiogenní šok u akutního IM

Hochman JS et al. J Am Coll Cardiol. 2000
Sep;36(3 Suppl A):1063-70

Monitorace hemodynamiky

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

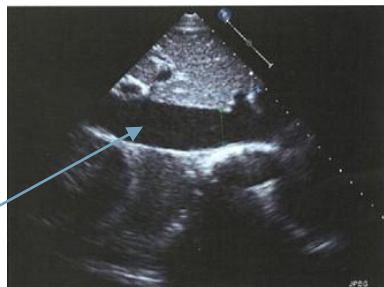
Dolní dutá žíla (**IVC**) , její rozměr a stupeň inspiračního kolapsu predikují tlak v pravé síni (**RAP resp. CVT**):
 IVC <1.2 cm a kolaps 100% = RAP 0 mmHg

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

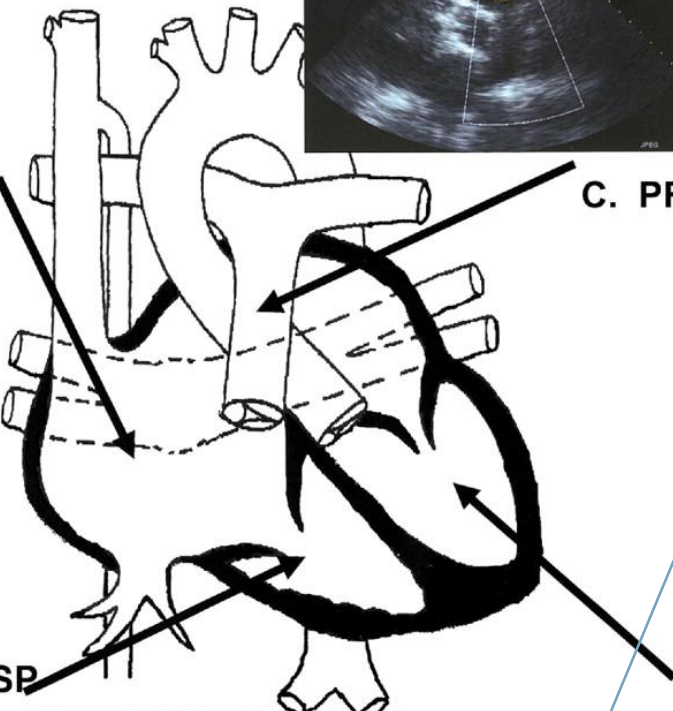
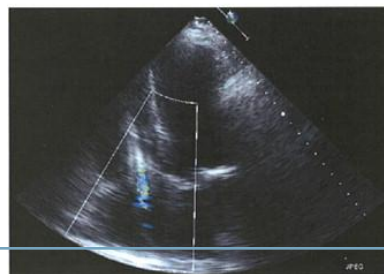
IVC >1.7 cm s >50% kolapsem = RAP 6-10 mmHg; <50% kolapsem = RAP 10-15 mmHg

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

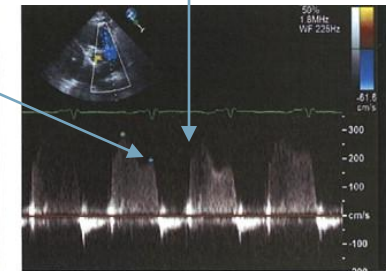
Vrcholová systolická rychlost jetu trikuspidální regurgitace (**TR**) predikuje systolický tlak v plicnici (**SAP**):



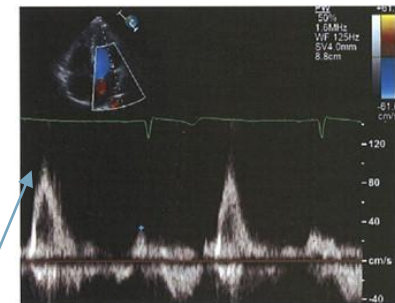
A. IVCCI--RAP



B. TR Vel.--RVSP



C. PR Vel.--PAPm, PAPd

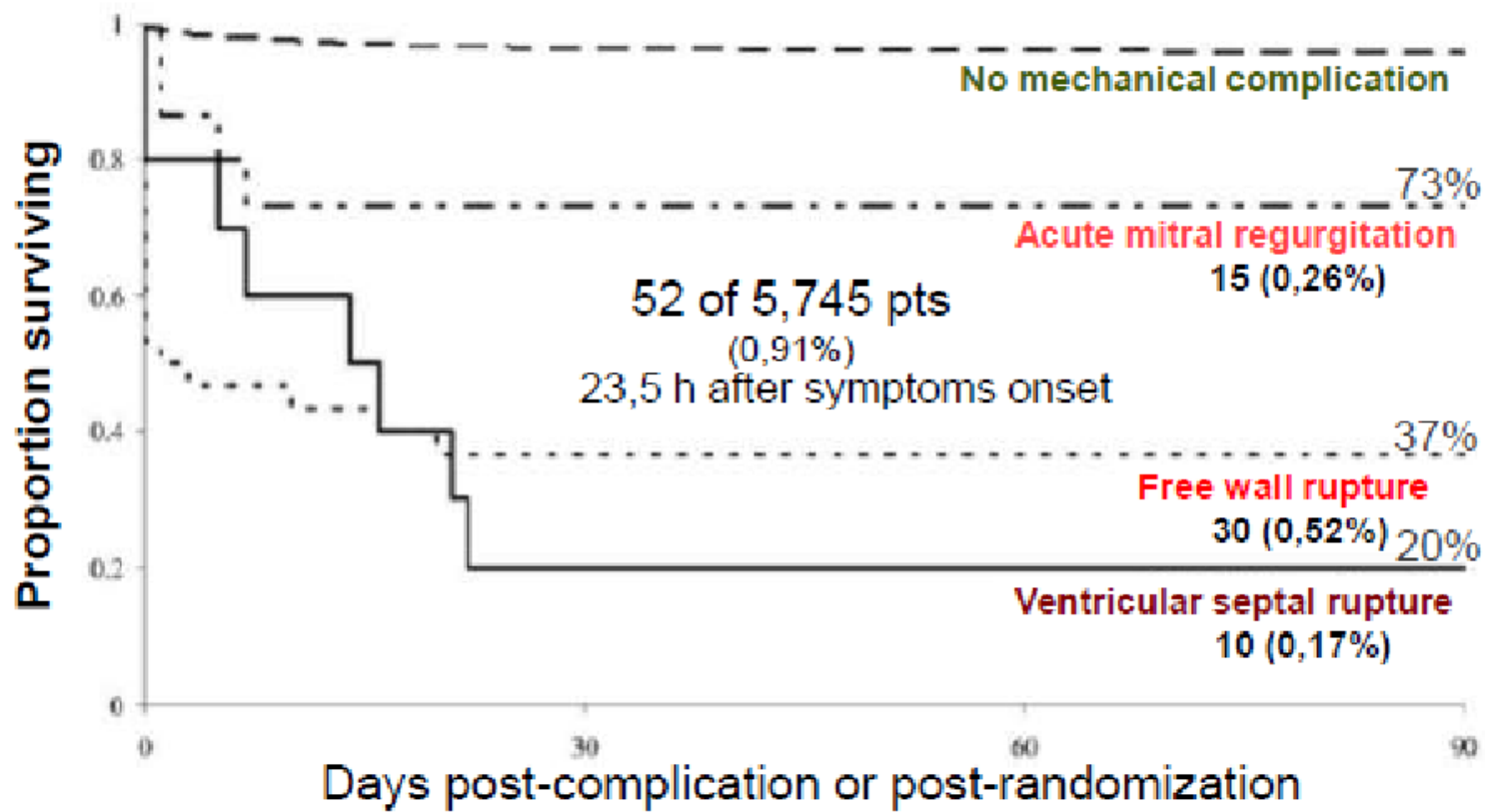


D. E/E'--PCWP

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

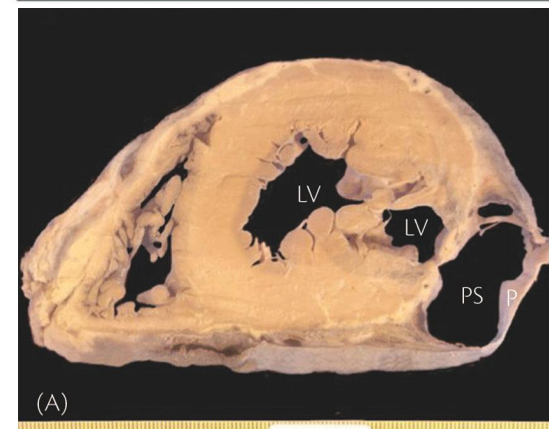
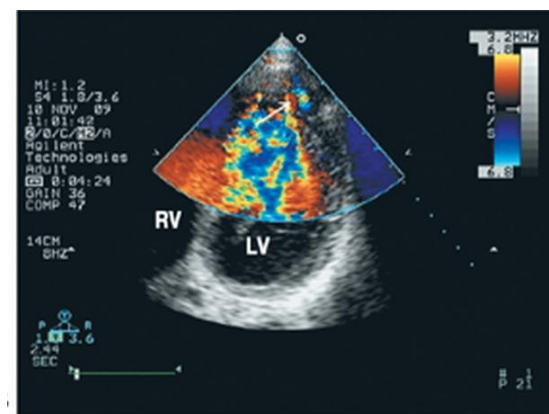
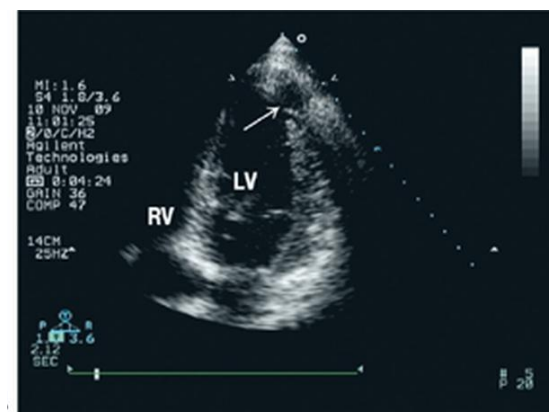
Mechanické komplikace IM

Survival after mechanical complication



Ruptura volné stěny

- **incidence:** 1970s – 1980s: 6 %; v současnosti: **0,5 - 2 %**
- **doba vzniku** - výskyt ve 2 vrcholech
 - časná ruptura – prvních 24-48 hod
 - pozdní ruptura – 5-7 den od vzniku IM, dominantně v TL éře
- **akutní ruptura**
 - masivní hemorrhagie do perikardu → tamponáda srdeční → elektromechanická disociace
- **subakutní ruptura**
 - postupné prosakování krve přes nekritické ložisko
 - postupné narůstání hemoperikardu s trombem
 - postupné zhoršování klinického stavu, perikardiální bolest, postupně známky tamponády, kardiogenní šok
- **„chronická“ ruptura – tvorba pseudoaneurysmatu**
 - velmi pozvolné krvácení, které je kontrolováno tlakem z okolí
 - adheze perikardu s epikardem brání dalšímu šíření trhliny a krvácení
 - často asymptomatické, event. projevy městnavého srdečního selhání

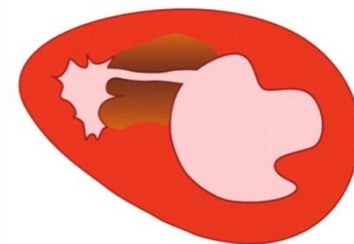


Ruptura komorového septa

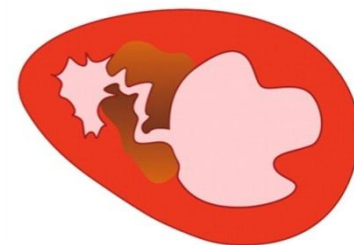
- **incidence:** před-reperfuze éra: 1-3 %; trombolytická éra: 0,2-0,6 %; revaskularizace - PCI: 0,2%
- **dvojvrcholová distribuce**
 - 1. den (reperfuze; disekce intramurální hematomu, hemorgaie do ischemického myokardu)
 - 3.-5. den (bez reperfuze; subakutní ruptura)
- **místo ruptury**
 - přední IM – apikální septum
 - spodní IM – base septa
 - ruptura vzniká na předělu nekrotické myokardu a myokardu nepostiženého nekrózou
- **jednoduchá ruptura** - přímý defekt v septu – otvor mezi LK a PK ve stejné úrovni
- **komplexní ruptura** - nepravidelný defekt v nekrotické tkáni vstup a výstup není ve stejné úrovni
- **hemodynamika**
 - významný levo-pravý zkrat → pokles CO → KG šok
 - přetížení PK → pravostranné srdeční selhání
 - plicní edém není typický

Ventricular Septal Rupture

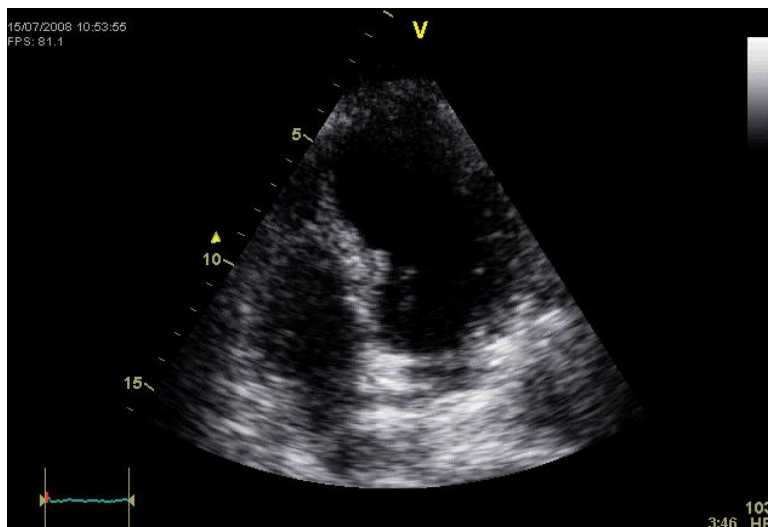
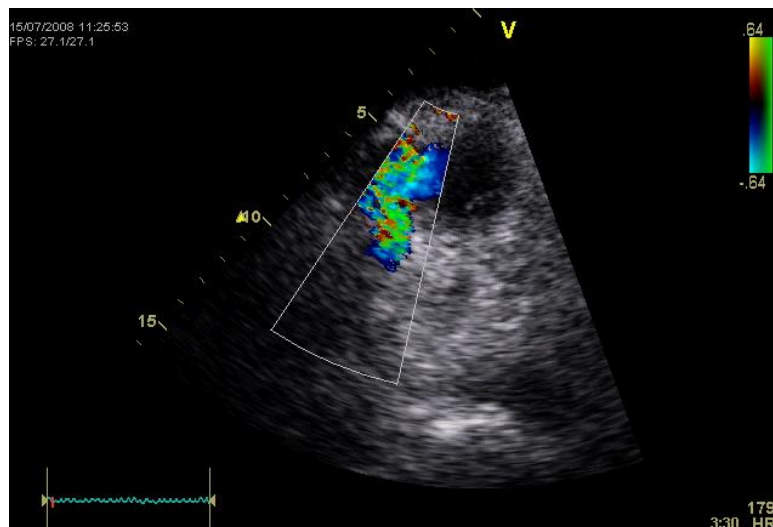
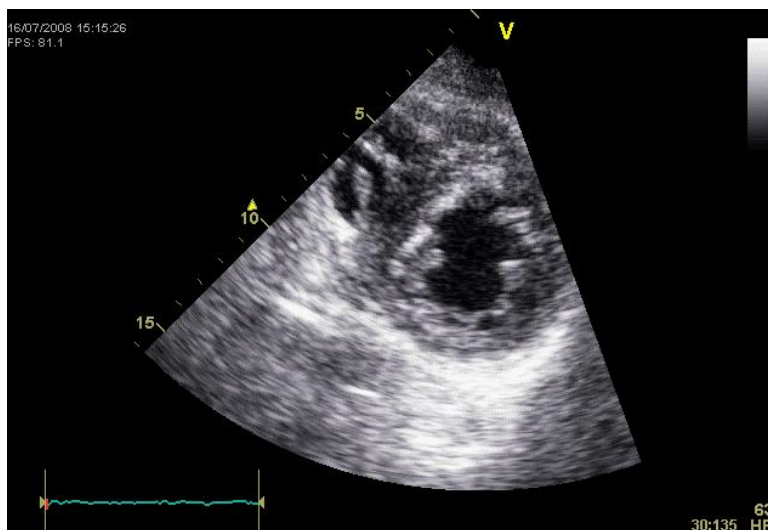
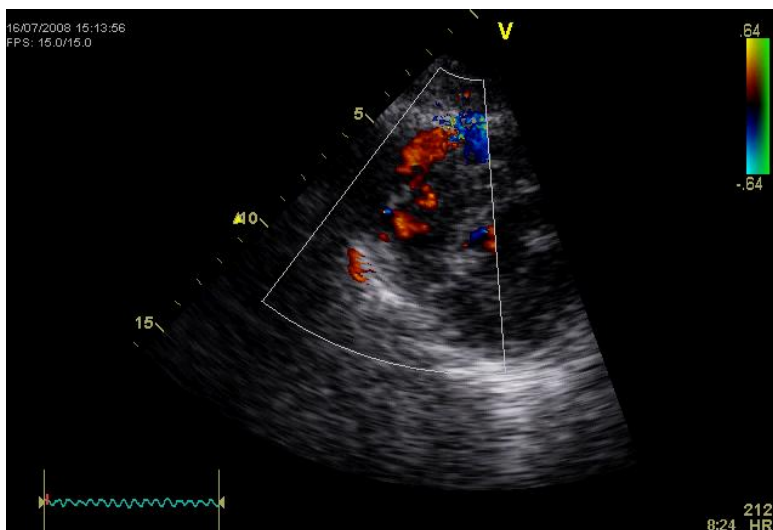
Simple



Complex



Ruptura komorového septa



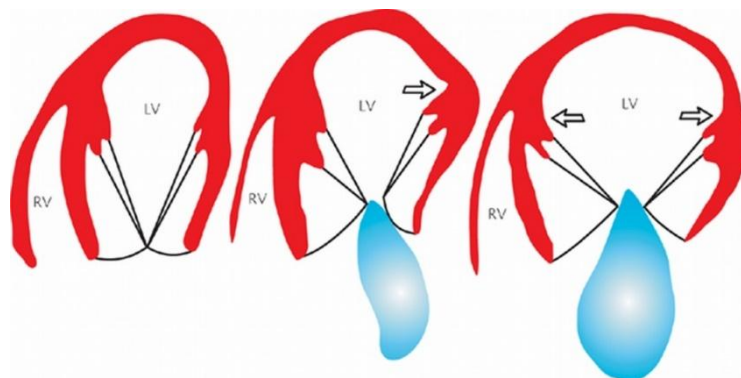
Akutní mitrální regurgitace

- **epidemiologie**

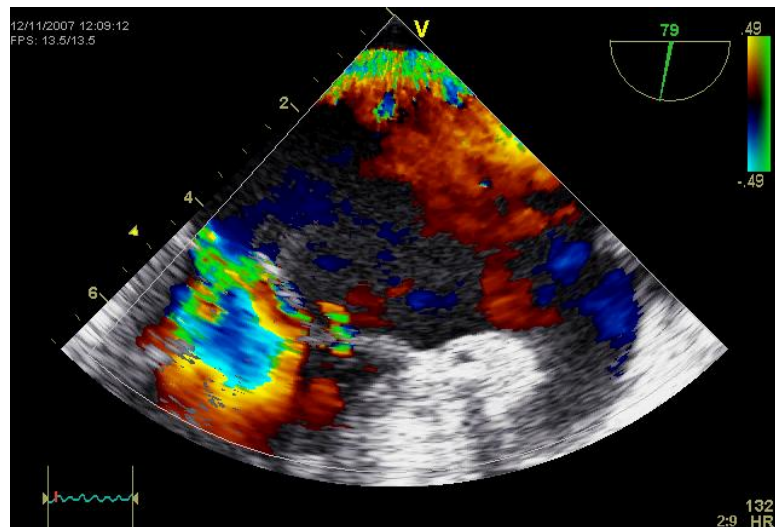
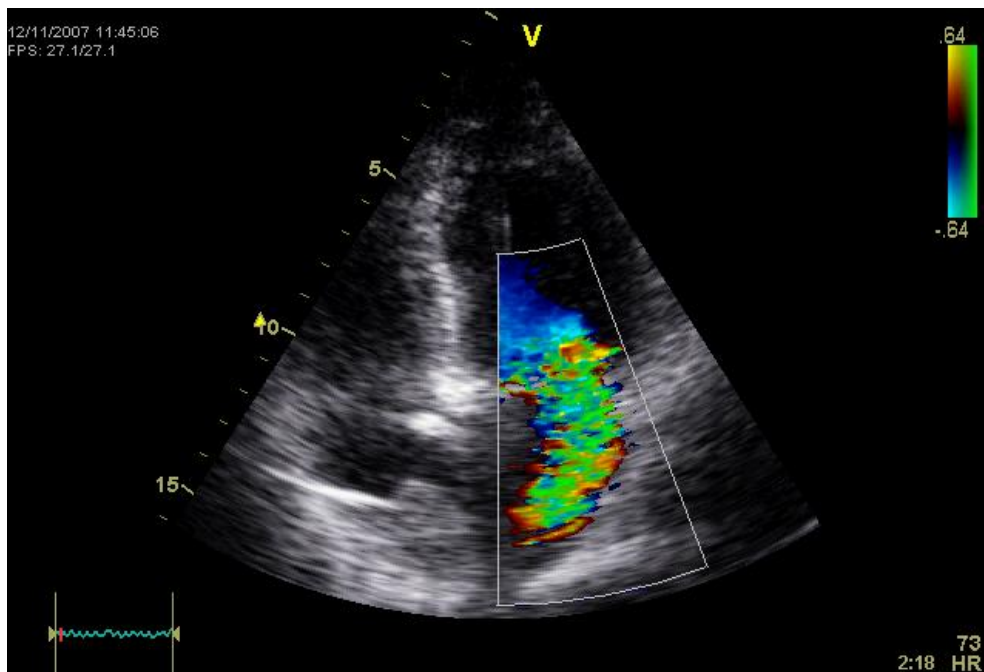
- jakákoliv MR u 40 – 50 % pacientů po IM
- těžká mitrální regurgitace u cca 3 % pacientů s AIM (*Chevalier, EJCTS, 2004*)
- 10 % s kardiogenním šokem (*Thompson et al., SHOCK, JACC, 2000*)

- **mechanismus**

- ruptura papilárního svalu
- funkční postižení mitrální chlopně
 - lokální poruchy kinetiky LK – chybné posunutí papilárních svalů (typicky posteromediální)
 - globální dysfunkce LK zvyšuje závažnost MR – nekompletní uzavření chlopně, dilatace mitrálního anulu

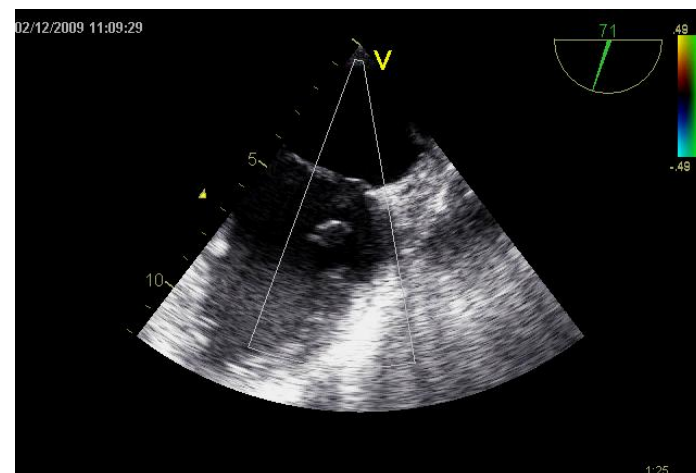
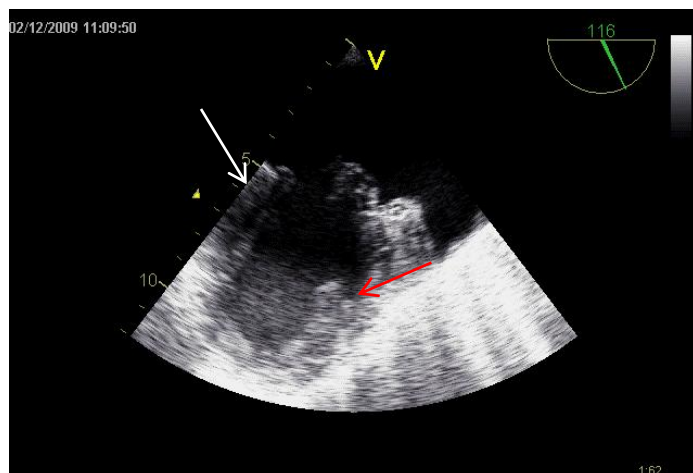
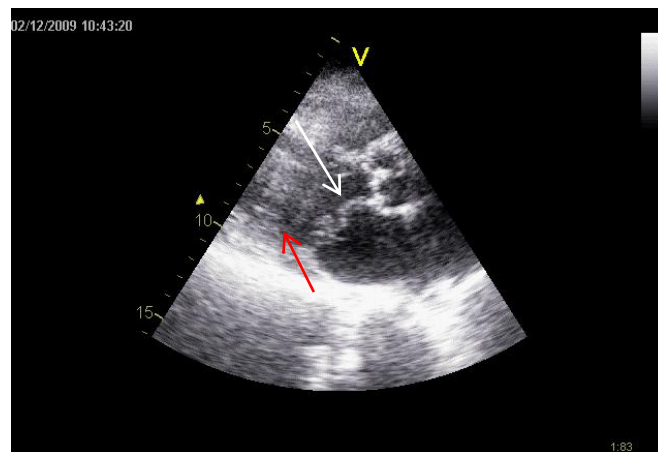


Akutní ischemická mitrální regurgitace



Ruptura papilárního svalu

- cca 75% PMR vniká mezi 1.-5. den AIM
- posteromediální papilární sval
 - postižen 6-12x častěji než anterolaterální
 - (krevní zásobení pouze z RIP z pravé koronární arterie)
- anterolaterální papilární sval
 - dvojí krevní zásobení (RIA, RCx)

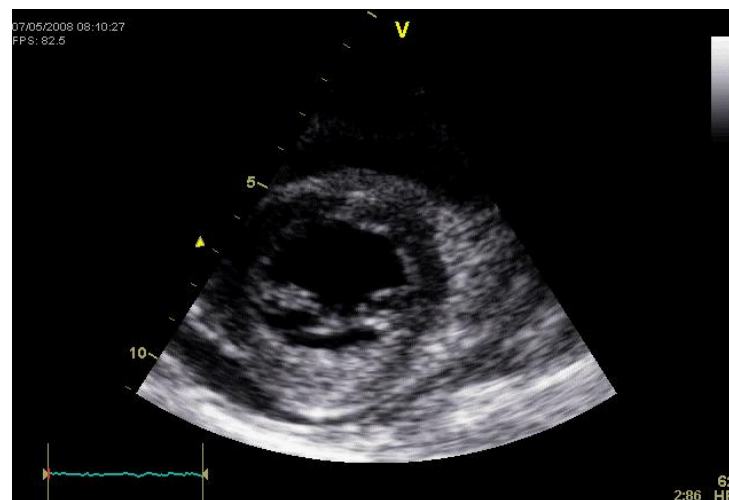
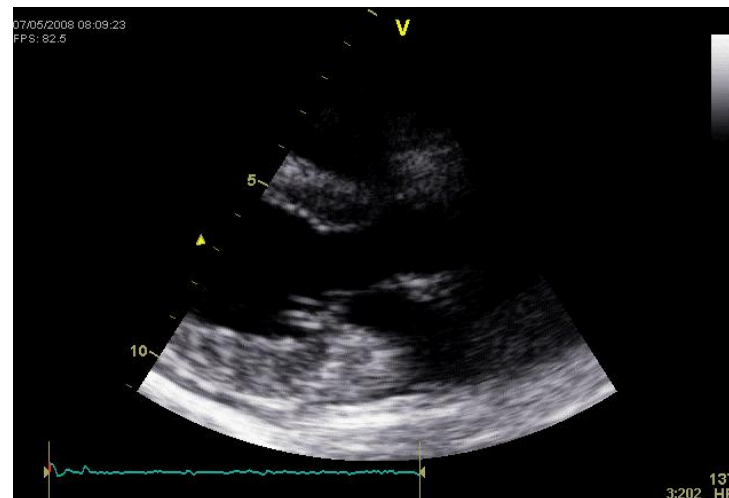


TTE a TEE: kompletní transekce na rozhraní střední a distální třetiny anterolaterálního papilárního svalu (bílá šipka) a parciální ruptura 1 hlavy posteromediálního papilárního svalu (červená šipka)

(Figueras et al., AJC, 1997, Nishimura et al., JACC, 1983, Barbour et al., JACC, 1986)

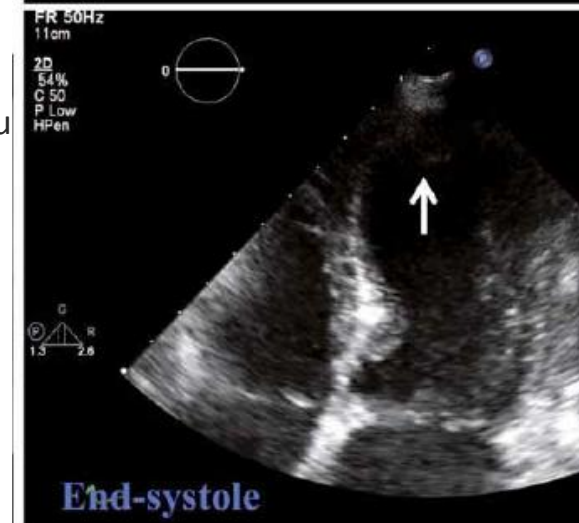
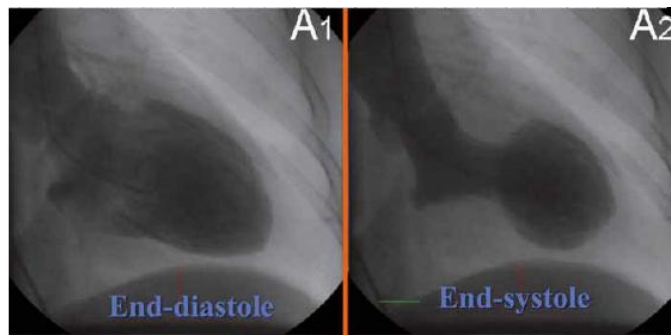
Akutní myokarditida

- různorodá manifestace a klinický průběh
- nespecifické echokardiografické nálezy (limitované zvláště u méně těžkých forem)
 - systolická a diastolická dysfunkce LK
 - regionální nebo globální poruchy kinetiky
 - nespecifické změny echogenity myokardu
 - přítomnost intrakardiálních trombů
 - sekundární mitrální a/nebo trikuspidální regurgitace
 - současné postižení perikardu
 - zesílení stěn komor v důsledku intersticiálního edému myokardu (echokardiograficky nelze odlišit edém a hypertrofii myokardu)



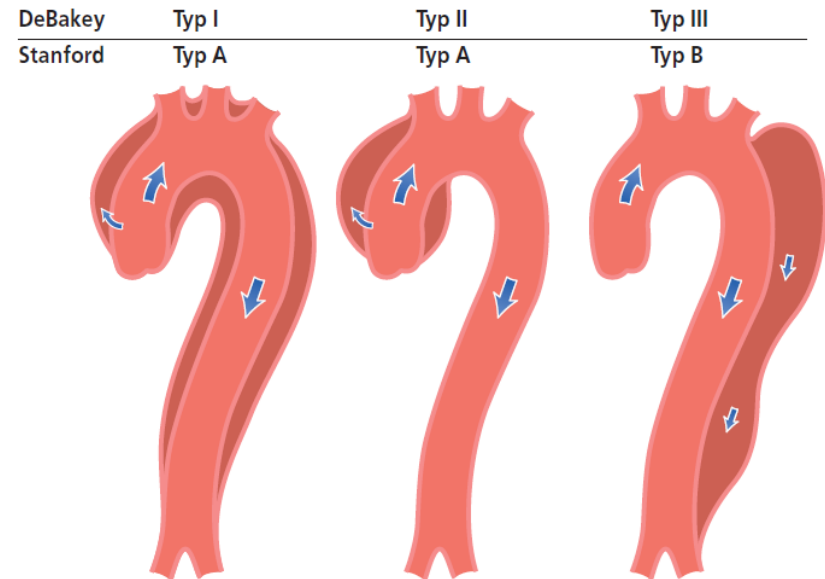
Stresová (tako-tsubo) kardiomyopatie

- klinický průběh napodobuje AKS (stenokardie, EKG změny), ale není přítomna angiografická evidence AKS
- **reverzibilní dysfunkce** LK s regionálními **poruchami kinetiky**, které nekorespondují s typickými perfuzními teritorii koronárních tepen
- kompletní **obnovení funkce** LK během několika dnů až mnoha týdnů
- typicky akinéza a vyklenutí hrotu LK
 - projevy ale více heterogenní - akinéza midventrikulárně, na bazi levé komory a na stěně pravé komory
 - biventrikulární postižení u 25 %, postižení midventrikulárních segmentů u 40 % případů...



Akutní aortální disekce

- rozrušení vrstvy médie vznikající v důsledku **intramurálního krvácení**, které vede k separaci vrstev aortální stěny a následnému vzniku **pravého a falešného lumen** s komunikací mezi oběma lumen nebo bez komunikace
- může vést k **ruptuře aorty** v případě porušení adventicie nebo opětovným vstupem do lumen aorty cestou
- Bolest na hrudníku**
 - nejtypičtějším příznakem je náhle vznikající silná bolest na hrudníku a/nebo v zádech
 - bolest bývá krutá, prudká, ostrá, bodavá nebo trhavá, typicky odlišná od jiných příčin bolesti na hrudníku

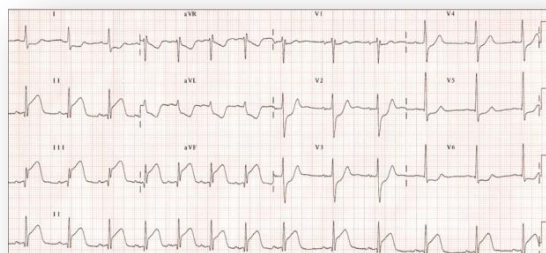
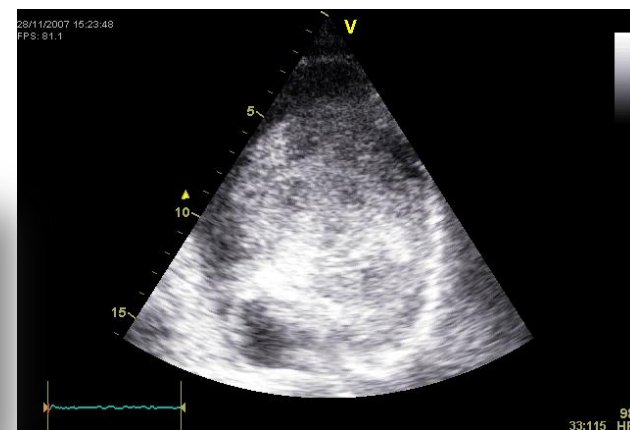
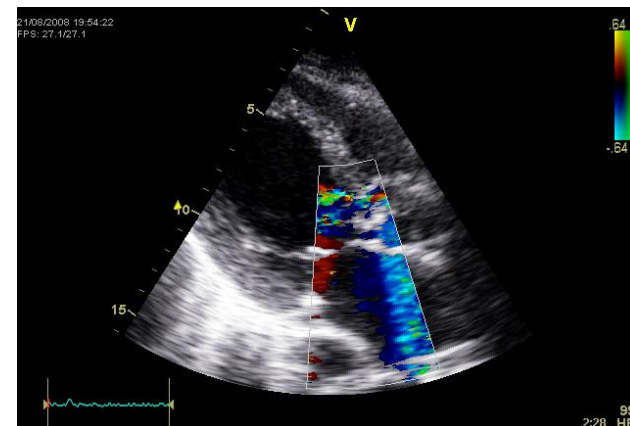


Tabulka 2 – Hlavní klinické příznaky a komplikace pacientů s akutní disekcí aorty

	Typ A	Typ B
Bolest na hrudníku	80 %	70 %
Bolest v zádech	40 %	70 %
Náhlý nástup bolesti	85 %	85 %
Stěhující se bolest	< 15 %	20 %
Aortální regurgitace	40–70 %	N/A
Srdeční tamponáda	< 20 %	N/A
Ischemie nebo infarkt myokardu	10–15 %	10 %
Srdeční selhání	< 10 %	< 5 %
Pleurální výpotek	15 %	20 %
Synkopa	15 %	< 5 %
Velký neurologický deficit (kóma/cévní mozková příhoda)	< 10 %	< 5 %
Poškození míchy	< 1 %	NR
Ischemie v povodí mezenterických tepen	< 5 %	NR
Akutní renální selhání	< 20 %	10 %
Ischemie dolních končetin	< 10 %	< 10 %

Akutní aortální disekce - komplikace

- **Aortální regurgitace**
 - DA vede k dilataci kořene aorty a aortálního anulu, natržení cípů aorty, posunutí jednoho cípu pod rovinu koaptace, ztrátě podpory cípu
- **Ischemie myokardu**
 - ischemie myokardu nebo infarkt myokardu se vykytuje u 10–15 % pacientů s DA
- **Městnavé srdeční selhání**
 - nejčastěji spojeno s aortální regurgitací
- **Srdeční tamponáda**
- **Ruptura aorty**
 - exsanguinace
- **Obturace aorty**
- **Malperfuzní syndromy**
 - proximální a distální

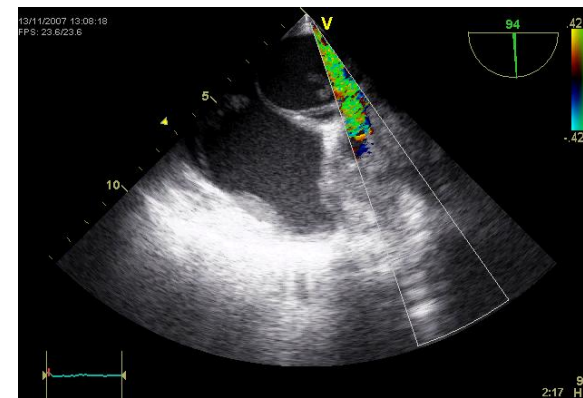
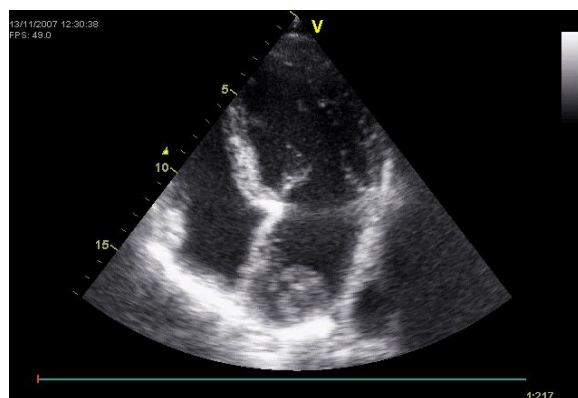
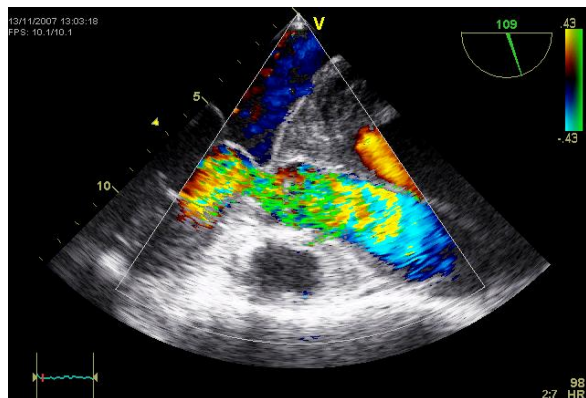
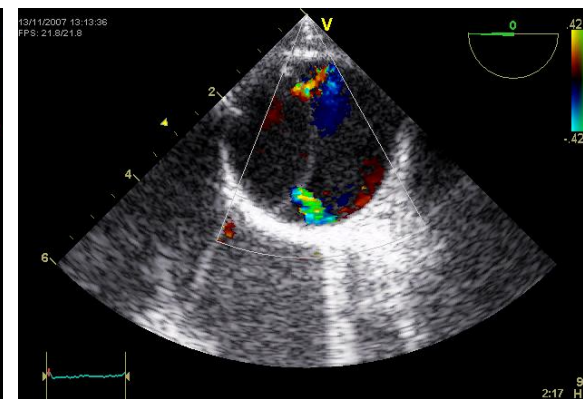
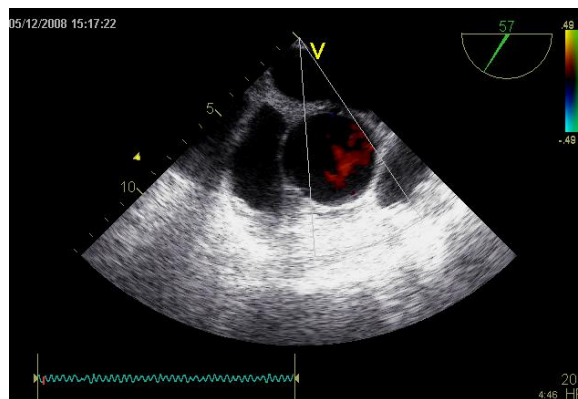
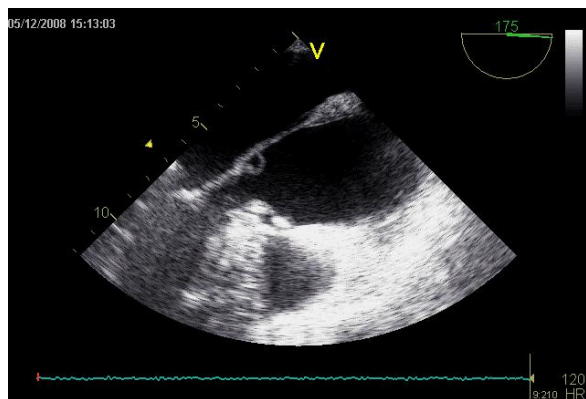


Diagnostický algoritmus

- **diagnostická podmínka** - vizualizace **intimálního flapu** uvnitř aorty oddělujícího **pravé a falešné lumen**
 - **falešné lumen** - systolická komprese, přítomnosti spontánního echoktrastu, reverzní systolický tok, opoždění či absence proudění a vývoj trombotizace
 - **pravé lumen** - systolická expanze a diastolický kolaps lumen, absence či nízká intenzita spontánního echoktrastu, systolická trysky (jety) směřující ven z lumen a dopředný systolický tok
- **transthorakální echokardiografie**
 - normální nález disekci aorty nevyklučuje
 - zobrazí intimální flap **v kořeni aorty a oblouku**
 - **sensitivita 60 % a specificita 83 %** pro diagnózu AoD typ **Stanford A**
 - vizualizuje **komplikace disekce** - akutní aortální regurgitaci, perikardiální výpotek, regionální poruchy kinetiky LK při postižení koronární tepny
 - provedení je ale doporučeno vždy před provedením TEE (vyloučení tamponády apod.)
- **transezofageální echokardiografie**
 - vyšší **senzitivita 94–100 %** pro diagnózu **intimálního flapu**, 77–87 % pro identifikaci místa entry; specificita 77 % - 97 %
 - doporučena vždy, pokud to hemodynamický stav umožňuje
 - zbytečná, resp. potenc. nebezpečná při jasném průkazu aortální disekce a tamponády srdeční při TTE

...

Transesofageální echokardiografie



...

Plicní embolie



Česká asociace
akutní kardiologie

Plicní embolie – riziková stratifikace

Tabulka 8 – Klasifikace pacientů s akutní plicní embolií podle závažnosti a rizika časného (nemocničního nebo 30denního) úmrtí

Riziko časného úmrtí		Parametry rizika			
		Hemodynamická nestabilita ^a	Klinické parametry závažnosti PE a/nebo komorbidity: třída PESI III–V nebo sPESI ≥ 1	Dysfunkce PK na TTE nebo CTPA ^b	Zvýšené hodnoty srdečních troponinů ^c
Vysoké		+	(+) ^d	+	(+)
Střední	Vyšší střední riziko	–	+ ^e	+	+
	Nižší střední riziko	–	+ ^e	Jeden (nebo žádný) pozitivní	
Nízké		–	–	–	Fakultativní vyšetření. Pokud provedeno, tak s negativním výsledkem.

Prognostické aspekty

Supplementary Table 3 Prognostic value and cut-off levels of imaging parameters

Parameter	n	Study design	Cut-off value	Study outcome ^a	OR or HR (95% CI)	Sensitivity (%) (95% CI)	Specificity (%) (95% CI)	NPV (%) (95% CI)	PPV (%) (95% CI)
TTE									
RV dysfunction	1249	Meta-analysis ⁵	Various criteria	All-cause mortality	2.4 (1.3–4.3)	74 (61–84)	54 (51–56)	98 (96–99)	8 (6–10)
RV/LV diameter ratio	782 ^b	Prospective cohort ⁶	≥1.0	All-cause mortality	35.7 (3.4–381.0)	21 (10–39)	83 (80–86)	96 (94–97)	6 (2–11)
				PE-related mortality	8.9 (1.1–74.7)	50 (20–80)	83 (80–86)	99 (98–100)	4 (2–9)
	411 ^b	Prospective cohort ⁷	≥1.0	PE-related mortality or rescue thrombolysis	3.9 (1.5–10.2)	61 (39–84)	73 (68–78)	97 (91–99)	13 (5–20)
TAPSE	782 ^b	Prospective cohort ⁶	≤16 mm	All-cause mortality	2.4 (1.2–4.7)	34 (21–52)	82 (79–85)	96 (95–98)	8 (5–14)
				PE-related mortality	4.4 (1.3–15.3)	50 (24–76)	82 (79–84)	99 (98–100)	3 (1–8)
	411 ^b	Prospective cohort ⁷	<16 mm	PE-related mortality or rescue thrombolysis	27.9 (6.2–124.6)	82 (59–100)	86 (81–90)	99 (98–100)	21 (9–33)
McConnell sign	411 ^b	Prospective cohort ⁷	Present	PE-related mortality or rescue thrombolysis	3.6 (1.5–8.7)	45 (23–67)	82 (78–86)	97 (95–99)	12 (5–19)
Right heart thrombi	15 220	Meta-analysis ⁸	Present	All-cause mortality	3.0 (2.2–4.1)	13 (11–16)	97 (96–97)	96 (95–96)	17 (14–20)
	12 955			PE-related mortality	4.8 (2.0–11.3)	26 (20–33)	97 (96–97)	99 (99–99)	10 (8–13)
CTPA									
RV/LV diameter ratio	4395	Meta-analysis ⁹	≥1.0	All-cause mortality	2.5 (1.8–3.5)	—	—	—	—
	2698			PE-related mortality	5.0 (2.7–9.2)	—	—	—	—
RV/LV volume ratio	260	Prospective cohort ¹⁰	>1.2	All-cause mortality	6.5 (1.8–23.8)	85 (64–95)	45 (39–51)	97 (92–99)	11 (7–18)
RA/LA volume ratio	636	Retrospective cohort ¹¹	>1.2	All-cause mortality	2.1 (1.3–3.4)	64 (54–74)	52 (48–56)	91 (87–93)	17 (13–21)
Contrast reflux into the IVC	1649	Meta-analysis ⁹	Present	All-cause mortality	2.2 (1.5–3.2)	—	—	—	—

Validation of the prognostic value and respective cut-off levels of specific imaging parameters in acute pulmonary embolism.

CI = confidence interval; CTPA = computed tomography pulmonary angiography; HR = hazard ratio; IVC = inferior vena cava; LA = left atrium/atrial; LV = left ventricle/ventricular; NPV = negative predictive value; OR = odds ratio; PE = pulmonary embolism; PPV = positive predictive value; RA = right atrium/atrial; RV = right ventricle/ventricular; TAPSE = tricuspid annulus plane systolic excursion; TTE = transthoracic echocardiography.

^aDuring hospital stay or within the first 30 days after PE diagnosis.

^bNormotensive patients with PE.

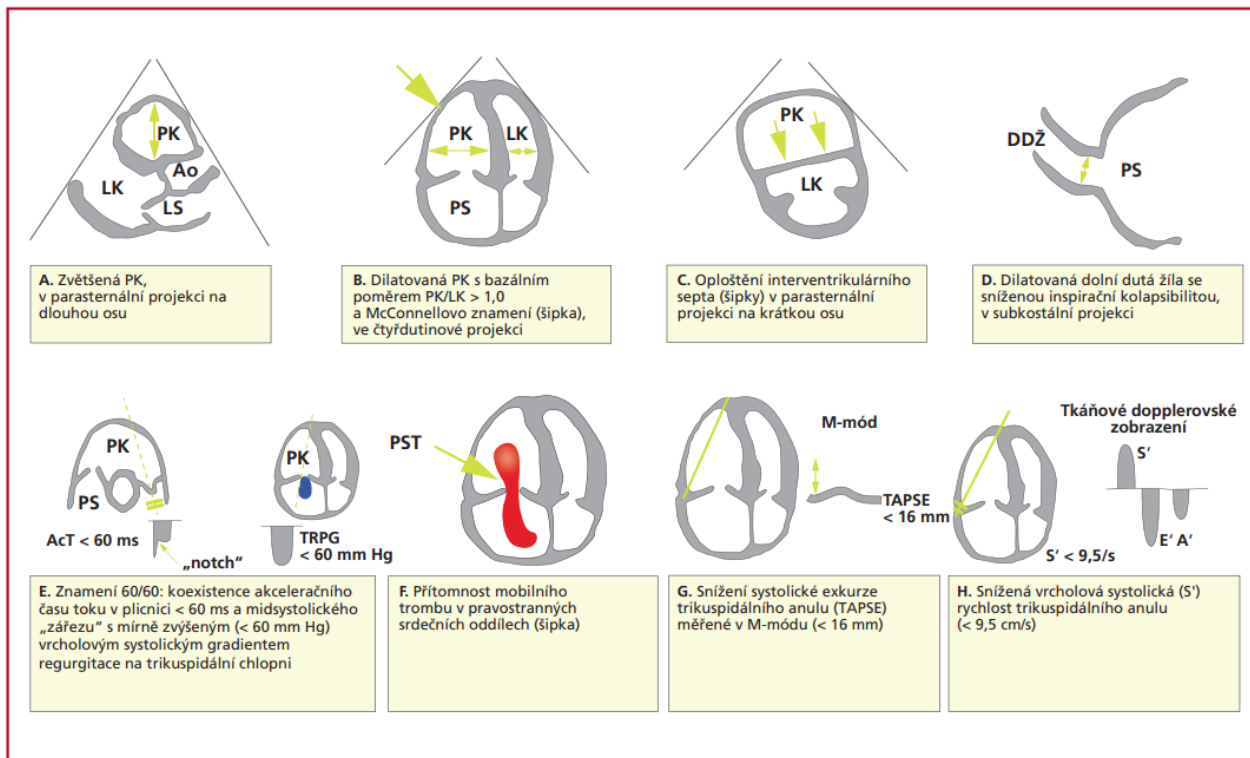
Plicní embolie – riziková stratifikace

Tabulka 8 – Klasifikace pacientů s akutní plicní embolií podle závažnosti a rizika časného (nemocničního nebo 30denního) úmrtí

Riziko časného úmrtí		Parametry rizika			
		Hemodynamická nestabilita ^a	Klinické parametry závažnosti PE a/nebo komorbidity: třída PESI III–V nebo sPESI ≥ 1	Dysfunkce PK na TTE nebo CTPA ^b	Zvýšené hodnoty srdečních troponinů ^c
Vysoké		+	(+) ^d	+	(+)
Střední	Vyšší střední riziko	–	+ ^e	+	+
	Nižší střední riziko	–	+ ^e	Jeden (nebo žádný) pozitivní	
Nízké		–	–	–	Fakultativní vyšetření. Pokud provedeno, tak s negativním výsledkem.

- negativní prediktivní hodnota echokardiografie 40-50 %
- negativní nález na echokardiografii nevylučuje PE!

Plicní embolie



Obr. 3 – Grafické znázornění transtorakálních echokardiografických parametrů při hodnocení tlakového přetížení pravé komory. A0 – vrcholová pozdní diastolická rychlost (během síňové kontrakce) trikuspidálního anulu hodnocená pomocí dopplerovského tkáňového zobrazení; ACT – dopplerovské měření akceleračního času ve výtokovém traktu pravé komory; Ao – aorta; DDŽ – dolní dutá žíla; LK – levá komora srdeční; LS – levá síň; PK – pravá komora srdeční; PS – pravá síň; PST – pravostranný srdeční trombus (tromby); S' – vrcholová systolická rychlost trikuspidálního anulu měřená pomocí dopplerovského tkáňového zobrazení; TAPSE – systolická exkurze trikuspidálního anulu; TRPG – vrcholový systolický gradient na trikuspidální chlopni.

McConnellovo znamení - snížená kontraktilita volné stěny PK v porovnání s hrotem PK

X
Známky chronické PH
 (CTEPH, PAH, jiná etiologie):

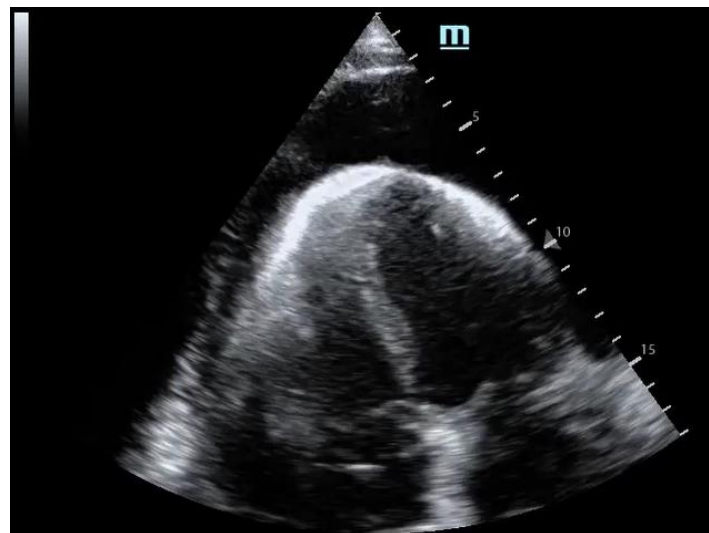
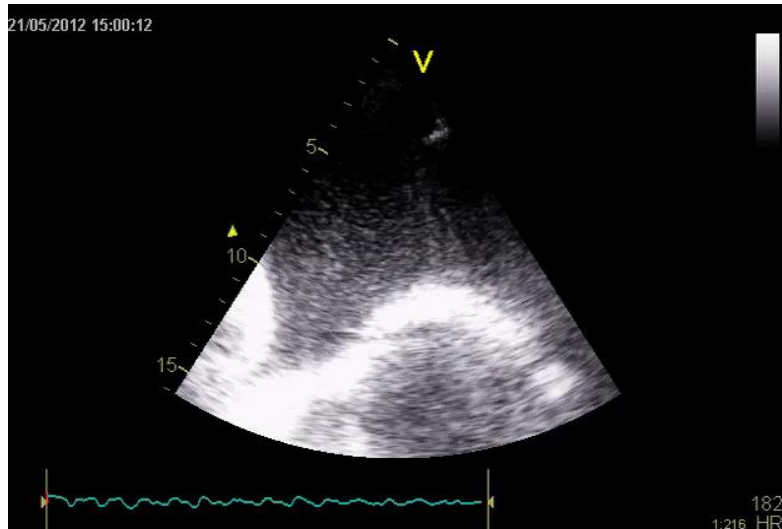
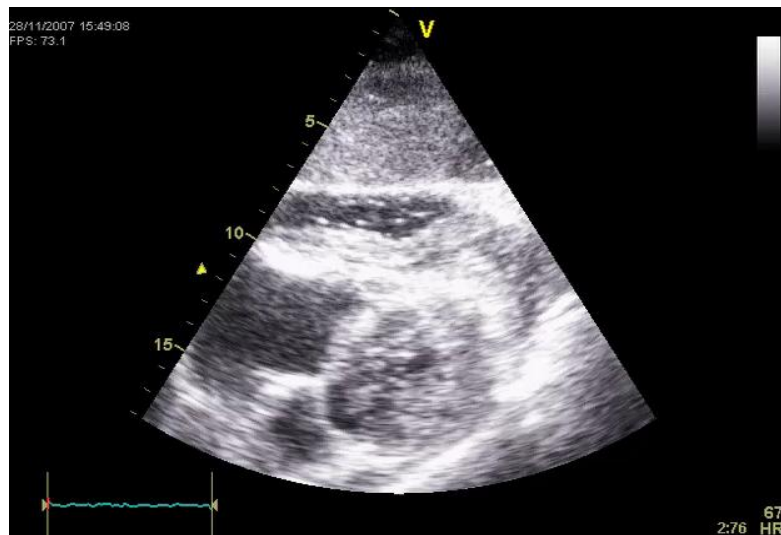
- hypertrofie stěny PK
- vrcholová rychlost trikuspidální regurgitace, která neodpovídá hodnotám při akutním přetížení PK (> 3,8 m/s nebo systolický peak-gradient na trikuspidální chlopni > 60 mm Hg)

Podpora terapeutických intervencí



Česká asociace
akutní kardiologie

Guiding perikardiální/pleurální drenáže



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**, specifická, 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.

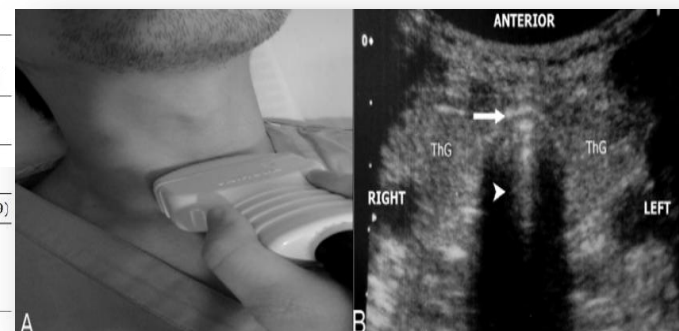
	Total (n=89)		Sonographer 1 (n=37)		Sonographer 2 (n=23)		Sonographer 3 (n=29)	
	US tracheal	US esophageal	US tracheal	US esophageal	US tracheal	US esophageal	US tracheal	US esophageal
Tracheal intubation, n	82	0	33	0	22	0	27	0
Esophageal intubation, n	1	6	1	3	0	1	0	2

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.

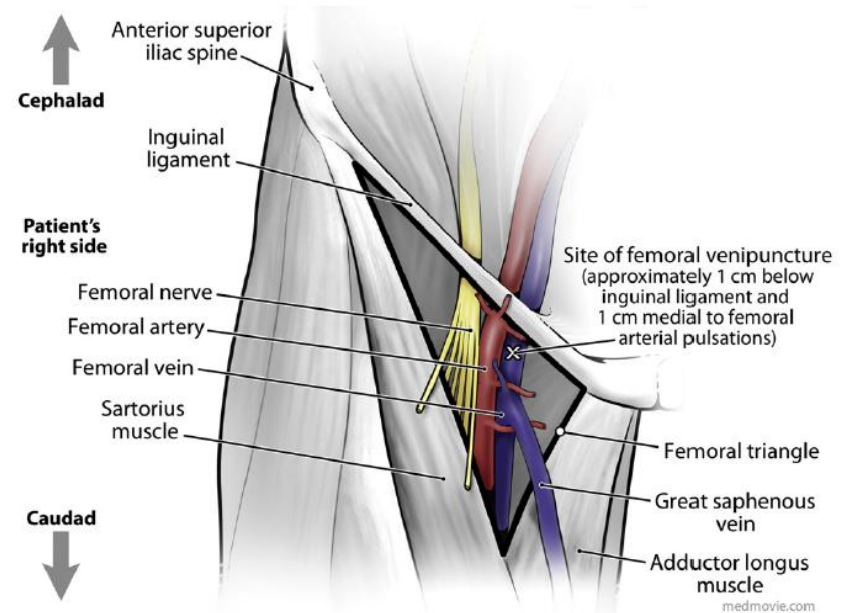
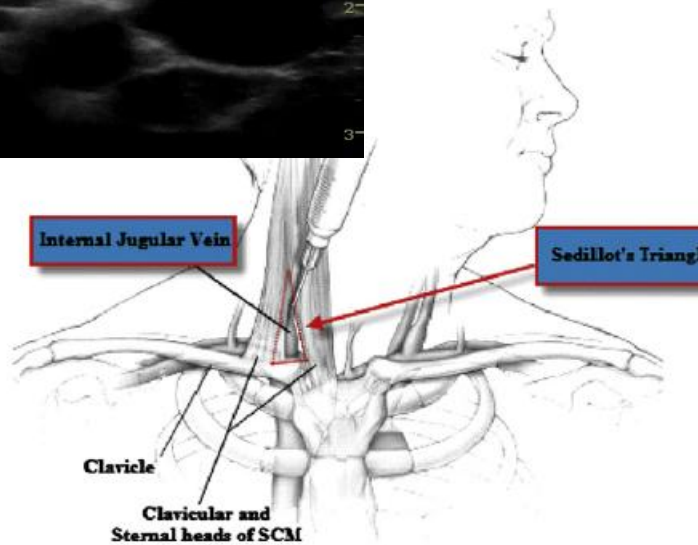
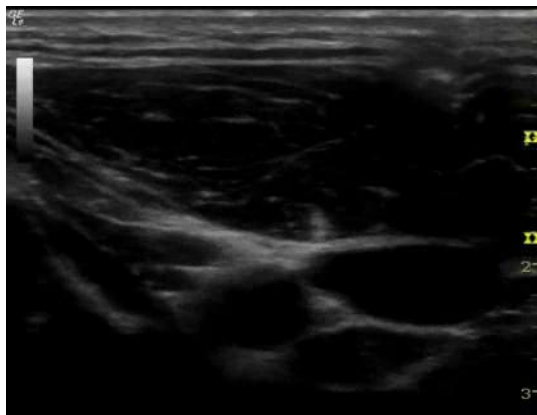
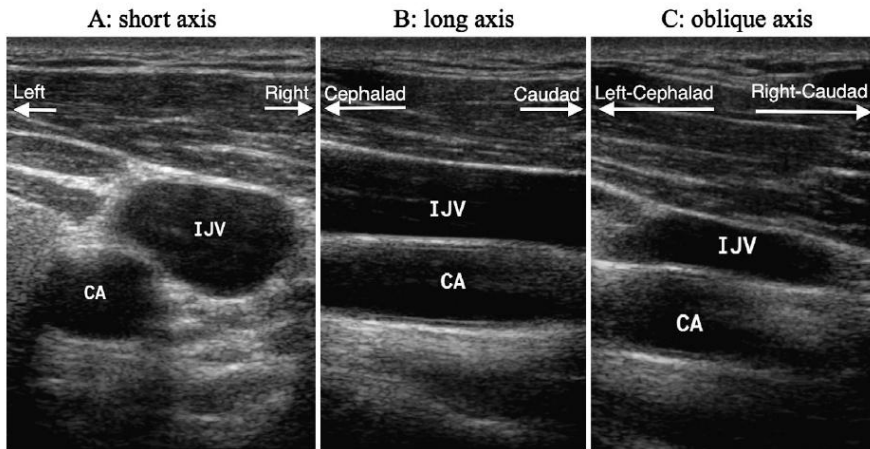


Guidelines for Performing Ultrasound Guided Vascular Cannulation: Recommendations of the American Society of Echocardiography and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists

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



Závěrem

- Echokardiografie/UZ je základním nástrojem pro určení příčiny akutního stavu v intenzivní kardiologické péči a dále pro volbu a monitoraci terapie.
- Dynamické hodnocení
- Multiorgánový přístup
- Nutná integrace s klinickým obrazem a nálezy dalších metod



DĚKUJEME ZA POZORNOST

FAKULTNÍ NEMOCNICE OLOMOUC



KOMPLEXNÍ
KARDIOVASKULÁRNÍ CENTRUM
FAKULTNÍ NEMOCNICE OLOMOUC