

Význam echokardiografie ve stanovení prognózy a výskytu komplikací u pacientů po prodělané akutní plicní embolii

David Vindiš¹, Martin Hutýra¹, Jan Přeček¹, Daniel Šaňák², Michal Král², Simona Littnerová³, Miloš Táborský¹

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

²Neurologická klinika, Komplexní cerebrovaskulární centrum, Lékařská fakulta Univerzity Palackého a Fakultní nemocnice Olomouc

³Institut biostatistiky a analýz, Lékařská fakulta, Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita, Brno

Cíl: Určit praktický význam echokardiografie ve stanovení prognózy a výskytu komplikací u pacientů po prodělané akutní plicní embolii (PE).

Soubor a metodika: U 88 pacientů s PE s dobou sledování 18 měsíců byly hodnoceny vztahy mezi echokardiografickými a laboratorními parametry ve vztahu k riziku mortality, cévní mozkové příhody (CMP) a vývoji plicní hypertenze (PH). Byly porovnány skupiny podle rizika a léčebné strategie PE (vysoce riziková vs. středně/nízce riziková skupina).

Výsledky: Vstupní hodnoty troponinu T (cTnT) byly 0.11/0.02(0.00; 0.33) µg/l, (průměr/medián/5-95 percentil) a N-terminální frakce mozkeho natriuretického peptidu (NT-proBNP) 2744.3/1276.0(63.9; 10144.0) ng/l. Rozměry pravé komory (PK) (mm) byly následující: RVd 30.9/31.0(22.0;41.0), RV1 41.3/41.0(31.0;53.0), RV2 32.7/32.5(23.0;45.0), RV3 69.8/69.0(54.0;84.0). Odhadovaný systolický tlak v plicnici (PASP) vstupně byl 40.3/35.0(16.0;85.0) mmHg, TAPSE 24.1/24.0(15.0;32.0) mm a S' 15.6/15.0(10.0;22.0) cm/s. Při kontrolním vyšetření byly normální hodnoty rozměrů PK, TAPSE a S' měřeny u >80% vyšetřených. PASP jevil tendenci ke zlepšení 29.3/28.0(17.0;45.0). Ve skupině s vysoce rizikovou PE (n=11) byly signifikantně vyšší hodnoty cTnT (0.18/0.07(0.01;1.09) vs. 0.10/0.02(0.00;0.33), p=0.008). Skupina se vstupním PASP ≤35 mmHg měla významně nižší dlouhodobou mortalitu. NT-proBNP >2473 ng/L predikoval následný výskyt CMP (n=8) se senzitivitou 83%, specificitou 80%, area under curve (AUC) 0.833. NT-proBNP >1276 ng/L predikoval pravděpodobnou PH (n=12) se senzitivitou 71%, specificitou 67%, AUC 0.756.

Závěr: Řada echokardiografických parametrů dobře koreluje s PASP i NT-proBNP, který predikuje výskyt CMP resp. pravděpodobné PH v průběhu sledování a cTnT, který diskriminuje skupinu pacientů s rizikovou formou PE.

Klíčová slova: plicní embolie, echokardiografie, pravá komora, srdeční troponin T, natriuretické peptidy, ischemická cévní mozková příhoda, mortalita, plicní hypertenze.

The role of echocardiography in prognosis and clinical complication risk prediction in patients with acute pulmonary embolism

Objective: To identify practical significance of echocardiography in determining prognosis and incidence of complications in patients with acute pulmonary embolism.

Patient and methods: Relations between echocardiographic and laboratory parameters related to the risk of mortality, ischemic stroke and the development of pulmonary hypertension (PH) were assessed in 88 patients with PE and 18 months follow-up. The groups were compared according to the risk and treatment strategies of PE (high-risk vs. moderate / low-risk group).

Results: Baseline levels of cardiac troponin T (cTnT) were 0.11/0.02 (0.00; 0.33) µg/l, (mean/median/5-95th percentile) and N-terminal brain natriuretic peptide (NT-proBNP) 2744.3/1276.0 (63.9; 10144.0) ng/l. Right ventricular (RV) diameters (mm) were: RVd 30.9/31.0 (22.0;41.0), RV1 41.3/41.0(31.0;53.0), RV2 32.7/32.5(23.0;45.0), RV3 69.8/69.0(54.0;84.0). Baseline pulmonary systolic pressure (PASP)

KORESPONDENČNÍ ADRESA AUTORA:

doc. MUDr. Martin Hutýra, Ph.D., martinhutyra@seznam.cz

1. interní klinika – kardiologická, Fakultní nemocnice Olomouc, I. P. Pavlova 6, 77900 Olomouc

Cit. zkr: Interv Akut Kardiolog 2016; 15(1): 8–16

Článek přijat redakcí: 30. 7. 2015

Článek přijat k publikaci: 20. 11. 2015

was 40.3/35.0 (16.0;85.0) mmHg, TAPSE 24.1/24.0(15.0;32.0) mm and tricuspid annular peak systolic velocity (S') 15.6/15.0 (10.0;22.0) cm/s. Normal follow-up RV diameters, TAPSE a S' were obtained in >80% patients. There was a trend toward normalization in PASP 29.3/28.0 (17.0;45.0). In high-risk PE group were significantly higher levels of cTnT (0.18/0.07 (0.01;1.09) vs. 0.10/0.02(0.00;0.33), p=0.008). Patients with PASP ≤35 mmHg were in lower risk of long-term mortality. NT-proBNP >2473 ng/L was significant predictor of stroke (n=8) (sensitivity of 83%, specificity of 80%, area under curve – AUC 0.833). NT-proBNP >1276 ng/L was predictor of PH (n=12) (sensitivity of 71%, specificity of 67%, AUC 0.756).

Conclusion: Many echocardiographic parameters are well correlated with both PASP and NT-proBNP, which predicts the occurrence of stroke and also occurrence of probable PH during follow-up and with cTnT, which is the parameter able to identify the group of patients with high-risk PE.

Key words: pulmonary embolism, echocardiography, right ventricle, troponin T, natriuretic peptides, ischemic stroke, pulmonary hypertension.

Úvod

Žilní tromboembolie je třetím nejčastějším kardiiovaskulárním onemocněním s velmi závažnou prognózou, zejména v případě absence adekvátní léčby onemocnění. Akutní plicní embolie (PE) je nejzávažnější klinickou entitou žilního tromboembolismu s odhadovanou roční incidencí 60–200/100 000 obyvatel (1, 2). Její klinické projevy mohou být velmi heterogenní: od klinicky němých forem až po nejzávažnější formy oběhového selhání včetně náhlé smrti. V rámci diferenciální diagnostiky dušnosti nebo hypotenze patří k velmi často (ale stále ne dostatečně) vylučovaným onemocněním na interních ambulancích (3). Echokardiografie je zde metodou pomocnou, která nevyloučí PE, ale její úloha spočívá zejména v posouzení velikosti a funkce pravostranných oddílů, tíži plicní hypertenze (4–8), ev. detekuje přítomnost tranzitních trombů v pravostranných oddílech nebo potvrdí patentní foramen ovale resp. jinou zkratovou vadu s rizikem paradoxní embolie (7), a vyloučí jiné akutní onemocnění. V neposlední řadě echokardiografie přináší i prognostickou informaci a to v krátkodobém i delším časovém horizontu (9–13).

Cílem práce bylo ověření reálné využitelnosti echokardiografie v predikci krátkodobé a dlouhodobé prognózy pacientů s akutní plicní embolií. Dále byl u daného spektra pacientů hodnocen význam echokardiografie ve stanovení rizika vývoje plicní hypertenze resp. ischemické cévní mozkové příhody s možným mechanismem paradoxní embolie.

Soubor a metodika

Studie byla vedena jako prospektivní observační registr. Od června roku 2010 do června roku 2013 bylo do souboru zahrnuto celkem 88 konsekutivních pacientů (z toho 80 jedinců s 1.

dokumentovanou a 8 jedinců s rekurentní symptomatickou akutní plicní embolií), bez předchozí antikoagulační terapie, potvrzenou pozitivním nálezem (vysoká pravděpodobnost) CT angiografie plicnice nebo ventilačně-perfuze scintigrafií plic. U sledovaných pacientů byl zaznamenán typ iniciační léčby PE (antikoagulace/trombolýza), typ léčby ve 12. a 18. měsíci od stanovení diagnózy (antikoagulace/antiagregace/bez léčby).

Dále byly srovnány 2 skupiny pacientů s nerizikovou a středně rizikovou formou akutní PE (léčení antikoagulací) se skupinou jedinců s vysoce rizikovou formou PE léčenou systémovou trombolýzou v parametrech morfologie a funkce pravé komory. Byl také sledován výskyt hospi-

talizační/pozdní mortality, cévních mozkových příhod a pravděpodobné plicní hypertenze se záměrem identifikovat pacienty s chronickou tromboembolickou plicní hypertenzí v celém souboru. Rovněž byla hodnocena časná a pozdní mortalita. Riziková stratifikace pacientů a terapie akutní fáze onemocnění byly realizovány na základě doporučení Evropské kardiologické společnosti pro diagnostiku a léčbu plicní embolie z roku 2008. Z 11 pacientů s akutní plicní embolií léčených systémovou trombolýzou při absenci absolutních kontraindikací 6 pacientů vstupně splňovalo hemodynamickou definici akutní plicní embolie (pokles systémového systolického tlaku ≤90 mmHg a/nebo o ≥40 mmHg po dobu 15 mi-

Tab. 1. Echokardiografie – použité zkratky a rozhodovací meze pro jednotlivé vyšetřené parametry (podle referencí 14, 15)

Parametr		Rozhodovací mez
End-diastolický rozměr pravé komory	RV d (mm)	32
End-expirační rozměr dolní duté žíly	VCI ex (mm)	21
End-inspirační rozměr dolní duté žíly	VCI in (mm)	50 % диаметru VCI ex
Odhadovaný tlak v pravé síni	RAP (mmHg)	5
Vrcholový gradient trikuspidální regurgitace	PPG tr (mmHg)	30
Odhadovaný systolický tlak v plicnici	PASP (mmHg)	35
Tricuspid annular plane systolic excursion	TAPSE (mm)	17
Vrcholová systolická rychlost trikuspidálního anulu	S (cm/s)	10
Časná diastolická rychlost trikuspidálního anulu	Em tr (cm/s)	7.8
Pozdní diastolická rychlost trikuspidálního anulu	Am tr (cm/s)	7
End-diastolická plocha pravé komory	RVA d (cm ²)	25
End-systolická plocha pravé komory	RVA s (cm ²)	14
End-diastolický rozměr levé komory	LV d (mm)	62
Poměr rozměrů pravé a levé komory v enddiastole	RV d/LV d	0,6
Frakční změna plochy pravé komory	FAC (%)	35
Rozměr pravé komory – bazální segment A4C ¹	RV1 (mm)	42
Rozměr pravé komory – střední segment A4C ¹	RV2 (mm)	35
Rozměr pravé komory – longitudinální osa A4C ¹	RV3 (mm)	83
McConnelovo znamení	McConnel	absence
Longitudinální strain pravé komory – bazální segment	LS baz (%)	-18
Longitudinální strain pravé komory – střední segment	LS mid (%)	-20
Longitudinální strain pravé komory – apikální segment	LS ap (%)	-19
Longitudinální strain pravé komory – globální	LS glob (%)	-20

¹ apical four chamber view – apikální čtyřdutinová projekce

Tab. 2. Základní charakteristiky pacientů (n=88)

Charakteristiky	Popisná statistika ¹
Základní charakteristika	
Muži (n)	39 (44.3 %)
Věk (roky)	62.7/ 66.0 (33.0; 81.0)
Výška (cm)	169.7/ 168.0 (158.0; 184.0)
Váha (kg)	84.7/ 84.0 (55.0; 110.0)
Body-mass index (BMI)	29.3/ 29.4 (19.7; 37.1)
Komorbidity v anamnéze	
Arteriální hypertenze (n)	55 (62.5 %)
Fibrilace síní (permanentní/paroxysmální) (n)	10 (11.4 %)
Cévní mozková příhoda/TIA ² (n)	8 (9.0 %)
Ischemická choroba srdeční (n)	13 (14.7 %)
Diabetes mellitus 2. typu (n)	15 (17.0 %)
Hluboká flebotrombóza (n)	15 (17.0 %)
Plicní embolie (n)	8 (9.1 %)
Malignita (n)	13 (14.7 %)
Pokročilé plicní onemocnění ³ (n)	4 (4.5 %)
Chronické renální selhání (n)	3 (3.4 %)
Léčba	
Nízkomolekulární heparin (LMWH)	7 (8.0 %)
LMWH ⁴ + warfarin	65 (74.7 %)
Trombolýza (rt-PA ⁵)	11 (12.6 %)
Edoxaban/warfarin	4 (4.6 %)
Biochemie	
NT-proBNP (ng/L)	2 744.3/ 1 276.0 (63.9; 10 144.0)
Troponin T (ng/L)	0.11/ 0.02 (0.00; 0.33)
Klinické endpointy	
Mortalita hospitalizační (n)	4 (4.5 %)
Mortalita během sledování (n)	9 (10.2 %)
Ischemická cévní mozková příhoda za hospitalizace (n)	5 (5.7 %)
Ischemická cévní mozková příhoda během sledování (n)	8 (9.1 %)
Plicní hypertenze pravděpodobná (n)	12 (13.6 %)

¹ absolutní a relativní četnost kategorií pro kategoriální proměnné; průměr/medián (5–95percentilový rozsah) pro spojité proměnné

² TIA – tranzitorní ischemická ataka

³ chronická obstrukční plicní nemoc (n = 3, FEV1 <60 % náležitých hodnot), intersticiální plicní nemoc (n=1, TLC <70 % náležitých hodnot)

⁴ LMWH – low molecular weight heparin

⁵ rt-PA – recombinant tissue Plasminogen activator

nut, u 2 pacientů byl diagnostikován tranzientní trombus v pravostranných srdečních oddílech a 3 vstupně hemodynamicky stabilní pacienti jeví následně známky progresu dušnosti, hypoxémie a hemodynamické deteriorace s nutností eskalace léčby. Tato skupina 11 pacientů (12,5 %) byla definována jako vysoce riziková, ostatní pacienti (n=77) byli definováni jako středně nebo nízké riziková skupina (87,5 %).

Projekt byl schválen etickou komisí Fakultní nemocnice Olomouc a všichni pacienti poskytli informovaný souhlas s účastí ve studii.

Echokardiografie

Echokardiografická vyšetření byla provedena na přístroji Vivid 7 (GE Healthcare Technologies, Waukesha, Wisconsin, USA) vybaveného M3 sondou (3,5 MHz). Pacienti podstoupili echo-

kardiografické vyšetření vstupně se zaměřením na kvantifikaci morfologie, globální longitudinální systolické funkce a deformace pravé komory v rámci hospitalizace pro akutní plicní embolii (1. den hospitalizace v rámci časné rizikové stratifikace pacienta) a s odstupem 18 měsíců. Pacienti byli v rámci protokolu vyšetření vyšetřováni v poloze na levém boku při klidné respiraci, přičemž registrované sekvence k následnému hodnocení byly získány v klidném výdechu k minimalizaci translačních pohybů srdce. Obligatorně podle intervalu srdečního cyklu dle QRS komplexu na EKG svodu byly získány 3x 1cyklové záznamy v optimalizovaném nastavení ultrazvukového přístroje ve dvourozměrném zobrazení pro speckle tracking echokardiography analýzu. K nastavení adekvátního časování začátku a konce ejekční fáze systoly byl registrován tok ve výtokovém

traktu levé komory srdeční s následným označením začátku ejekční fáze LK (aortic valve opening – AVO) a jejího ukončení (aortic valve closure – AVC). Z výše uvedených projekcí byly registrovány B-mode sekvence s optimalizovaným nastavením snímkovací frekvence – frame rate (FR) pro danou metodu (průměrný FR 70 s-1, rozmezí 40–100 s-1) v apikální 4dutinové projekci (A4C) s cílem optimální obrazové akvizice jak pro hodnocení morfologických parametrů, tak pro konvenční a deformační parametry funkce pravé komory. Cílem vyšetření byla snaha o získání co nejvyššího množství echokardiografických parametrů zaměřených zejména na velikost a funkci pravostranných oddílů. Měření i hodnocení bylo prováděno dle doporučených postupů pro hodnocení pravostranných oddílů u dospělých American Society of Echocardiography (ASE), European Association of Echocardiography, Canadian Society of Echocardiography z roku 2010 a aktualizovaných doporučení pro echokardiografickou kvantifikaci srdečních dutin u dospělých ASE a EACVI z roku 2015 (14, 15). Vyšetřené parametry jsou včetně rozhodovacích mezí normálových hodnot uvedeny v tabulce 1. Rozměry pravé (RV d) a levé komory (LV d) byly získány z parasternální projekce na dlouhou osu v diastole a dále z apikální čtyřdutinové projekce v diastole – rozměr bazální (RV1), midventrikulární (RV2) a apikobazální (RV3). V téže projekci byly měřeny plochy pravé komory v diastole (RVA d) a v systole (RVA s) a z nich pak dle vzorce (RVA d-RVA s)/RVA d x 100 hodnota fractional area change (FAC). Pomocí pulzního dopplerovského měření (kurzor proložený tryskou regurgitace na trikuspidální chlopní) byl stanoven tlakový gradient (PPG tr). Ze subxifoidální projekce jsme získali rozměry dolní duté žíly v expiriu (VCI ex) a inspiriu (VCI in). Odhad hodnoty tlaku v pravé síni (RAP) byl prováděn dle následujícího algoritmu: VCI ex ≤ 21 mm a její kolaps nad 50 % rozměru dolní duté žíly v nádechu: RAP=0 mmHg, VCI ex ≤ 21 mm a kolaps v inspiriu pod 50 % diameteru: RAP=5 mmHg, VCI ex > 21 mm a kolabování v inspiriu nad 50 % diameteru: RAP=10 mmHg a VCI ex > 21 mm a kolabování v inspiriu pod 50 %: RAP=15 mmHg. Odhad systolického tlaku v plicnici (PASP) byl vypočten součtem PPG tr + RAP. Pacienti byli z hlediska suspekce na plicní hypertenzi kategorizováni na základě arbitrárních kritérií založených na měření vrcholové rychlosti trikuspidální regurgitace (TR) a odhadu systo-

Tab. 3. Popisná statistika¹ echokardiografických parametrů získaných za vstupní hospitalizace (n=88) a za 18 měsíců sledování (n=65)

Charakteristika	Vstupní (n=88)	Sledování (n=65)
RV d (mm)	30.9/31.0(22.0;41.0)	27.3/27.0(20.0;35.0)
VCI ex (mm)	15.5/15.0(9.0;24.0)	13.8/13.0(10.0;20.0)
VCI in (mm)	9.24/9.00(4.00;16.00)	7.22/7.00(3.00;10.00)
RAP (mmHg)	3.62/5.00(0.00;10.00)	2.40/0.00(0.00;5.00)
PPG tr (mmHg)	36.3/30.0(14.0;75.0)	27.3/27.0(15.0;40.0)
PASP (mmHg)	40.3/35.0(16.0;85.0)	29.3/28.0(17.0;45.0)
TAPSE (mm)	24.1/24.0(15.0;32.0)	25.2/25.0(18.0;34.0)
S (cm/s)	15.4/15.0(9.0;22.0)	15.6/15.0(10.0;22.0)
Em tr (cm/s)	11.7/11.0(6.0;19.0)	14.0/14.0(7.0;22.0)
Am tr (cm/s)	18.4/18.0(10.0;25.0)	17.5/16.0(10.0;29.0)
RVA d (cm ²)	23.1/22.9(14.7;31.8)	21.2/21.2(14.0;31.3)
RVA s (cm ²)	15.1/14.8(8.9;22.9)	13.4/13.5(7.2;20.4)
LV d (mm)	46.8/47.0(39.0;55.0)	48.0/48.0(43.0;55.0)
RV d/LV d	0.67/0.65(0.46;1.00)	0.57/0.56(0.43;0.73)
FAC (%)	34.6/35.5(14.0;51.0)	36.8/37.0(16.0;53.0)
RV1 (mm)	41.3/41.0(31.0;53.0)	38.9/38.0(30.0;50.0)
RV2 (mm)	32.7/32.5(23.0;45.0)	31.6/31.0(21.0;42.0)
RV3 (mm)	69.8/69.0(54.0;84.0)	67.7/67.5(53.0;85.0)
Mc Connel	n=5 (6.8%)	n=2 (3.4%)
LS baz (%)	-20.4/-20.0(-39.0;-3.0)	-23.5/-24.0(-36.0;-3.0)
LS mid (%)	-20.2/-21.0(-32.0;-7.0)	-20.8/-21.0(-32.0;-6.0)
LS ap (%)	-20.2/-21.0(-37.0;-5.0)	-22.2/-24.0(-38.0;-5.0)
LS glob (%)	-20.0/-20.5(-30.0;-7.0)	-21.5/-22.0(-33.0;-6.0)
RVd ≤ 32 mm	n=54 (62.8%)	n=53 (82.8%)
LVd ≤ 62 mm	n=81 (98.8%)	n=63 (98.4%)
RV1 ≤ 42 mm	n=45 (59.2%)	n=47 (81.0%)
RV2 ≤ 35 mm	n=53 (69.7%)	n=46 (79.3%)
RV3 ≤ 83 mm	n=74 (97.4%)	n=57 (98.3%)
TAPSE ≥ 16 mm	n=68 (93.2%)	n=57 (98.3%)
FAC ≥ 35 %	n=37 (51.4%)	n=31 (53.4%)
S' ≥ 10 cm/s	n=65 (94.2%)	n=58 (98.3%)
PASP < 35 mmHg	n=34 (47.9%)	n=42 (75.0%)
LS baz ≤ -18 %	n=16 (59.3%)	n=9 (81.8%)
LS mid ≤ -20 %	n=14 (51.9%)	n=7 (63.6%)
LS ap ≤ -19 %	n=15 (55.6%)	n=7 (63.6%)
LS glob ≤ -20 %	n=47 (64.4%)	n=44 (75.9%)
RVA s ≤ 14 cm ²	n=30 (41.1%)	n=34 (58.6%)
PU typ		
1	n=33 (58.9%)	n=47 (81.0%)
2	n=15 (26.8%)	n=11 (19.0%)
3	n=8 (14.3%)	

¹ absolutní a relativní četnost kategorií pro kategoriální proměnné; průměr/medián (5–95percentilový rozsah) pro spojitě proměnné

lického tlaku v plicnici (PASP) a na přítomnosti dalších morfologických a funkčních parametrů (8) (obrázek 1). Longitudinální pohyb trikuspidálního anulu v systole vyjadřuje TAPSE (tricuspid annular plane excursion), který byl získán M-módem z apikální čtyřdutinové projekce proložením kurzoru do úrovně laterálního trikuspidálního anulu a změřením výchylky pohybu anulu v systole. Longitudinální rychlost trikuspidálního anulu (S') byla získána z apikální čtyřdutinové projekce proložením kurzoru TDI (Tissue Doppler Imaging) a změřením vrcholové rychlosti, analogicky byly

získány parametry vlny Em tr a při sinusovém rytmu i Am tr. Off-line analýzou v systému EchoPAC byl hodnocen metodou speckle-tracking longitudinální strain pravé komory – globální (LS glob), bazálního (LS baz), středního (LS mid) a apikálního (LS ap) segmentu volné stěny PK. Pulzní dopplerovskou echokardiografií proložením kurzoru a vzorkovacího objemu do pulmonálního ústí byly získány křivky, které byly dle tvaru rozděleny do třech typů: 1–3. Detailní hodnocení byla provedena v prostředí archivačního programu EchoPac 7 Option (verze BT 10.0.0) 2 nezávislými

hodnotiteli. Při off-line analýze byl v jednotlivých projekcích identifikován endokardiální povrch pravé komory srdeční s vyhledáním oblasti zájmu – region of interest (ROI) s jeho následnou adjustací pro zobrazenou pravou komoru v 4AC projekci. Softwarově bylo provedeno rozdělení pravé na jednotlivé segmenty pro danou projekci a semiautomatická kvantitativní spektrální analýza s možností manuální korekce. V případě neadekvátní kvality zobrazení nebo nízkého dosaženého frame rate nebylo v hodnocení funkce PK pomocí speckle tracking echokardiografie pokračováno. Dále byla longitudinální systolická funkce pravé komory kvantifikována pomocí tradičních parametrů získaných z apikální čtyřdutinové projekce pomocí M-mode a pulzní tkáňové Dopplerovské echokardiografie: tricuspid annular plane systolic excursion (amplituda TAPSE vyjádřená v mm) a vrcholová systolická rychlost trikuspidálního anulu (vrcholová rychlost trikuspidálního anulu S' vyjádřená v cm/s) (obrázek 2). Získatelnost těchto parametrů byla statisticky signifikantně vyšší v porovnání s deformační analýzou pomocí speckle tracking echokardiografie. Deformační analýza volné stěny pravé komory metodou speckle tracking echokardiografie byla na základě kvality zobrazení v B-mode možná u 27 pacientů (31 % celku).

Laboratorní vyšetření

Vstupně byly stanoveny sérové hladiny aminoterminální frakce natriuretického peptidu (NT-proBNP) měřeného elektrochemiluminescentní imunoanalytickou metodou (Elecys proBNP gen 2, Cobas 8000 e602, Roche Diagnostics, Mannheim, Germany). Dolní detekční limit stanovení pro danou metodu je 5 ng/l, intraassay variační koeficient (CV) <1.8% resp. interassay CV <3.1%. Dále byl vstupně stanoven srdeční tropoin T pomocí vysoce senzitivní elektrochemiluminescentní imunoanalytické metody (Elecys Troponin T, Cobas 8000 e602, Roche Diagnostics, Mannheim, Germany). Dolní detekční limit stanovení pro danou metodu je 5 ng/l, CV 13 ng/L 10%, intraassay CV <4.8%, interassay CV <5.2%. Horní referenční limit je 14 ng/L.

Statistická analýza

Pro popis dat bylo použito standardní popisné statistiky, absolutní a relativní četnost kategorií pro kategoriální proměnné a průměr spolu s mediánem doplněným o 5–95percentilový rozsah pro

Tab. 4. Srovnání výskytu komorbidit a výsledků parametrů morfologie a funkce pravé komory mezi skupinami pacientů podle rizikovosti plicní embolie a léčby trombolýzou

	Vysoce riziková plicní embolie léčená systémovou trombolýzou		p ¹
	- (n=77)	+ (n=11)	
Troponin T (ng/L)	0.10/0.02(0.00;0.33)	0.18/0.07(0.01;1.09)	0.008
NT-proBNP (ng/L)	2 683.6/919.6(63.9;10 144.0)	3 061.4/3 005.0(276.4;5 558.0)	0.066
RVd (mm)	30.6/30.0(22.0;41.0)	32.9/35.0(21.0;44.0)	0.245
RVAd (cm ²)	23.1/22.5(14.7;31.8)	23.1/24.1(15.7;29.7)	0.974
RVA _s (cm ²)	14.9/14.7(9.0;22.8)	16.5/16.8(8.9;22.9)	0.282
RVd/LVd	0.66/0.64(0.46;1.00)	0.75/0.77(0.45;1.00)	0.069
FAC (%)	35.5/36.5(18.0;51.0)	28.8/29.5(5.0;46.0)	0.154
RV1 (mm)	41.2/41.0(31.0;52.0)	42.1/41.5(29.0;60.0)	0.866
RV2 (mm)	32.2/32.0(23.0;45.0)	36.1/37.5(27.0;44.0)	0.113
RV3 (mm)	70.4/70.0(56.0;84.0)	66.2/66.5(49.0;80.0)	0.150
TAPSE (mm)	24.1/23.5(15.0;32.0)	23.4/24.0(14.0;31.0)	0.918
S' (cm/s)	15.5/15.0(10.0;22.0)	14.1/14.5(8.0;17.0)	0.504
Em tr (cm/s)	11.9/12.0(6.0;19.0)	9.2/11.0(6.0;12.0)	0.144
Am tr (cm/s)	18.5/18.5(10.0;25.0)	16.6/16.0(12.0;21.0)	0.306
LS baz (%)	-19.7/-20.0(-37.0;-3.0)	-23.8/-18.0(-39.0;-10.0)	0.453
LS med (%)	-20.7/-22.0(-32.0;-7.0)	-18.2/-12.0(-30.0;-9.0)	0.511
LS ap (%)	-20.9/-21.0(-37.0;-5.0)	-17.0/-17.0(-26.0;-8.0)	0.332
LS glob (%)	-20.2/-21.0(-30.0;-7.0)	-19.0/-18.0(-25.0;-13.0)	0.602
VCI ex (mm)	15.6/15.0(9.0;23.0)	14.9/12.5(9.0;26.0)	0.412
VCI in (mm)	8.92/9.00(4.00;16.00)	12.3/11.0(6.0;21.0)	0.240
RAP (mmHg)	3.62/5.00(0.00;10.00)	3.50/2.50(0.00;10.00)	0.879
PPG Tr (mmHg)	35.5/28.0(15.0;73.5)	44.9/38.0(24.0;78.0)	0.099
PASP (mmHg)	39.4/34.0(16.0;82.0)	49.7/39.0(24.0;88.0)	0.106
PU typ průtoku			
1	n=31 (59.6 %)	n=2 (50.0 %)	0.377
2	n=13 (25.0 %)	n=2 (50.0 %)	
3	n=8 (15.4 %)	n=0 (0.0 %)	
Komorbidity v anamnéze			
Arteriální hypertenze	49 (63.6 %)	6 (54.5 %)	0.56
Fibrilace síní	9 (11.6 %)	1 (9.1 %)	0.84
Cévní mozková příhoda/transizorní ischemická ataka	7 (9.1 %)	1 (9.1 %)	1
Ischemická choroba srdeční	11 (14.3 %)	2 (18.1 %)	0.73
Diabetes mellitus 2. typu	13 (16.8 %)	2 (18.1 %)	0.63
Hluboká flebotrombóza	13 (16.8 %)	2 (18.1 %)	0.91
Plicní embolie	7 (9.1 %)	1 (9.1 %)	1
Malignita	10 (13.0 %)	3 (27.2 %)	0.21
Plicní onemocnění ²	3 (3.8 %)	1 (9.1 %)	0.43
Chron. renální selhání	3 (3.8 %)	0 (0.0 %)	0.5

¹ Mann-Whitney U test / chi-kvadrát test maximální věrohodnosti

² chronická obstrukční plicní nemoc (n = 3, FEV1 <60% náležitých hodnot), intersticiální plicní nemoc (n=1, TLC <70 % náležitých hodnot)

spojité proměnné. Srovnání kategorií pacientů bylo provedeno pomocí χ^2 -kvadrát testu maximální věrohodnosti pro kategoriální proměnné a Mann-Whitney U testu pro spojité proměnné. Vzájemný vztah spojených parametrů byl popsán Spearmanovým korelačním koeficientem. Rizikové faktory pro časné komplikace byly stanoveny pomocí poměru šancí (OR) odvozeným z logistické regrese a doplněným o 95% interval spolehlivosti. Pro vícerozměrný predikční model byly použity statisticky významné proměnné z univariálního modelu. Křivky kumulativní mortality byly vyhodnoceny pomocí Kaplanova-Meierova odhadu funkce pře-

žití, jednotlivé křivky byly srovnány log rank testem. K identifikaci optimálních cut-off rozhodovacích mezí byla použita receiver operating curve (ROC) analýza. Výsledky ROC analýzy jsou popisovány kvantitativně parametrem plocha pod křivkou – area under curve (AUC), 95% konfidenčním intervalem a kalkulovanými senzitivitami respektive specifitami pro ROC derivované optimální cut-off hodnoty. Tyto cut-off hodnoty byly následně použity k další analýze klinicky definovaných endpontů. Hodnota p=0.05 byla použita jako hranice statistické významnosti ve všech testech. Analýza byla provedena v software IBM SPSS Statistics 22

for Windows (Release 22.0.0, © IBM Corporation 2013) a v software R (R version 2.15.0 (2015-03-23), Copyright © 2011 The R Foundation for Statistical Computing) za využití balíčku Thomas Lumley (2011). survival: Survival analysis, including penalised likelihood.

Výsledky

Základní charakteristiky

Základní charakteristiky souboru jsou přehledně uvedeny v tabulce 2. Průměrná hodnota věku celého souboru byla 62.7/66.5 let (průměr/medián),

Tab. 5. Korelace mezi echokardiograficky predikovaným systolickým tlakem v a. pulmonalis (PASP) a morfologickým parametry pravé komory

Korelace ¹	RV d	RVA d	RVA s	RV d/LV d	RV1	RV2	RV3
PASP	rs=0.327 p=0.006	rs=0.170 p=0.188	rs=0.251 p=0.049	rs=0.351 p=0.004	rs=0.257 p=0.040	rs=0.164 p=0.196	rs=-0.075 p=0.557
RV d		rs=0.546 p<0.001	rs=0.583 p<0.001	rs=0.869 p<0.001	rs=0.404 p<0.001	rs=0.454 p<0.001	rs=0.200 p=0.087
RVA d			rs=0.796 p<0.001	rs=0.367 p=0.002	rs=0.753 p<0.001	rs=0.738 p<0.001	rs=0.525 p<0.001
RVA s				rs=0.402 p<0.001	rs=0.745 p<0.001	rs=0.692 p<0.001	rs=0.328 p=0.005
RV d/LV d					rs=0.285 p=0.016	rs=0.339 p=0.004	rs=0.094 p=0.435
RV1						rs=0.763 p<0.001	rs=0.119 p=0.306
RV2							rs=-0.026 p=0.823

¹ Spearmanova korelace a její statistická významnost

Tab. 6. Korelace mezi echokardiograficky predikovaným systolickým tlakem v a. pulmonalis (PASP) a parametry funkce pravé komory

Korelace ¹	NT-proBNP	TAPSE	S'	Em tr	Am tr	FAC	LS baz	LS med	LS ap	LS glob
PASP	rs=0.549 p<0.001	rs=-0.553 p<0.001	rs=-0.217 p=0.115	rs=-0.433 p=0.002	rs=0.071 p=0.632	rs=-0.173 p=0.183	rs=0.099 p=0.644	rs=0.113 p=0.599	rs=0.020 p=0.925	rs=0.062 p=0.779
NT-proBNP		rs=-0.359 p=0.012	rs=-0.432 p=0.003	rs=-0.507 p=0.002	rs=-0.190 p=0.267	rs=-0.046 p=0.759	rs=0.653 p=0.005	rs=0.213 p=0.412	rs=-0.187 p=0.472	rs=0.411 p=0.114
TAPSE			rs=0.555 p<0.001	rs=0.545 p<0.001	rs=0.430 p<0.001	rs=0.203 p=0.120	rs=-0.367 p=0.093	rs=-0.235 p=0.292	rs=0.065 p=0.774	rs=-0.150 p=0.516
S'				rs=0.347 p=0.008	rs=0.397 p=0.002	rs=0.079 p=0.557	rs=-0.203 p=0.364	rs=-0.329 p=0.135	rs=-0.035 p=0.877	rs=-0.214 p=0.351
Em tr					rs=0.186 p=0.159	rs=0.131 p=0.368	rs=-0.472 p=0.076	rs=-0.449 p=0.094	rs=-0.107 p=0.703	rs=-0.443 p=0.098
Am tr						rs=0.128 p=0.380	rs=0.200 p=0.475	rs=0.033 p=0.908	rs=0.550 p=0.034	rs=0.297 p=0.283
FAC							rs=-0.097 p=0.630	rs=0.019 p=0.924	rs=0.303 p=0.124	rs=0.097 p=0.638
LS baz								rs=0.597 p=0.001	rs=0.055 p=0.786	rs=0.815 p<0.001
LS med									rs=0.261 p=0.188	rs=0.794 p<0.001
LS ap										rs=0.549 p=0.004

¹ Spearmanova korelace a její statistická významnost

BMI 29.8/29.7 kg/m² a mužů zařazených v souboru bylo celkem 39 (44.3%). Nízkomolekulárním heparinem (LMWH) s následným převedením na warfarin bylo léčeno 65 pacientů (73.9%). Pouze LMWH aplikovaným dlouhodobě s důvodu nemožnosti podávání warfarinu bylo léčeno 7 pacientů (8%) a systémová trombolýza byla aplikována u 11 pacientů (12.5%). 4 pacienti (4.5%) v souboru byli léčeni studijní medikací se zaslepeným podáním warfarinu nebo edoxabanu. Hodnota srdečního tropoinu T u celého souboru pacientů činila 0.11/0.02 µg/l (0.00; 0.33), (průměr/medián/5–95 percentil) a NT-proBNP 2744.3/1276.0 ng/l (63.9; 10144.0).

Echokardiografické parametry morfologie/funkce pravé komory a plicní hypertenze

Hodnoty jednotlivých parametrů velikosti a funkce pravé komory stanovených vstupně

a po 18 měsících sledování jsou přehledně uvedeny v tabulce 3. Výsledky průměrů a mediánů všech rozměrů PK nebyly průkazné pro výraznější dilataci pravé komory. Průměry/mediány/5–95percentilové rozmezí parametrů RvD byly 30.9/31.0 mm (22.0;41.0), RV1 41.3/41.0 mm (31.0;53.0), RV2 32.7/32.5 mm (23.0;45.0), RV3 69.8/69.0 mm (54.0;84.0). Distribuce normálních hodnot v souboru je uvedena ve druhé části tabulky 3. Ačkoliv při kontrolním vyšetření jeví parametry morfologie/funkce pravé komory a odhadované tenze v plicnici evidentní tendenci ke zlepšení, tak nebyl prokázán statisticky významný rozdíl v longitudinálním hodnocení těchto parametrů. Průměr/medián odhadované PASP vstupně byl 40.3/35.0 mmHg (16.0;85.0), TAPSE 24.1/24.0 mm (15.0;32.0) a S' 15.6/15.0 cm/s (10.0;22.0). Při kontrolním vyšetření v 18 měsících (tabulka 3) byly verifikovány normální

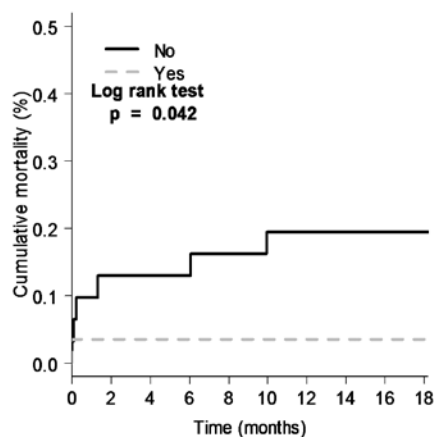
rozměry pravé komory u více než 80 % vyšetřených pacientů, parametr PASP jeví tendenci ke zlepšení 29.3/28.0 mmHg (17.0;45.0) a nadále byla v souboru evidentní normální systolická funkce pravé komory hodnocená parametry TAPSE 25.2/25.0 mm (18.0;34.0), resp. S' 15.6/15.0 cm/s (10.0;22.0).

Korelace mezi PASP s NT-proBNP a jednotlivými parametry morfologie a funkce PK jsou přehledně shrnuty v tabulkách 5 a 6. Statisticky významně koreluje s hodnotami TAPSE a Em tr a také hodnotami NT-proBNP. Hodnoty TAPSE významně korelují se všemi parametry tkáňové dopplerovské echokardiografie (S', Em tr a Am tr).

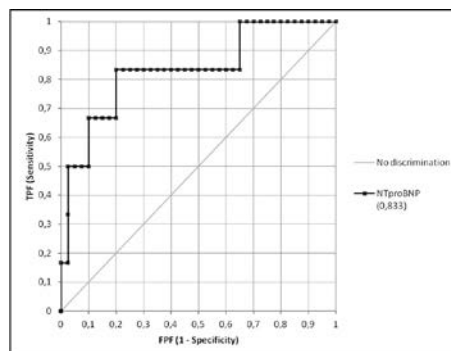
Srovnání skupiny pacientů podle typu léčby a rizikové stratifikace

Dále byly porovnány 2 skupiny pacientů se středně a nízké rizikovou formou akutní PE (lé-

Graf 1. Predikovaná mortalita pomocí odhadu systolického tlaku v plicnici (rozhodovací mez 35 mmHg, $p=0,042$)



Graf 2. Area under curve (AUC) v receiver operating curve (ROC) analýze hodnotící parametr NT-proBNP v predikci výskytu cévních mozkových příhod ($n=8$) v průběhu sledování pro (AUC 0,833, 95%CI 0,627-1, SE = 0,105, Z = 3,17, $p=0,008$)



čení antikoagulací se skupinou jedinců s vysoce rizikovou formou PE ($n=11$, 12,5 % souboru, popis viz soubor pacientů) léčených systémovou trombolýzou. Nebyl nalezen signifikantní rozdíl v přítomnosti komorbidit, rozměrech, systolické funkci PK. V souboru pacientů léčených trombolýzou byla evidentní tendence k vyšším hodnotám NT-proBNP a vyšší tenzi v plicnici, ale statisticky významný rozdíl byl prokázán pouze pro parametr srdečního troponinu T (0.18/0.07(0.01;1.09) vs. 0.10/0.02(0.00;0.33 $\mu\text{g/l}$, $p=0.008$).

Predikce klinicky relevantních komplikací

Ačkoliv studie nebyla navržena jako mortalitní, tak byl nalezen prediktivní význam hodnoty PASP na dlouhodobou mortalitu v souboru. Skupina pacientů se vstupní hodnotou PASP méně než 35 mmHg měla statisticky významně nižší mortalitu než skupina s hodnotou s pravděpodobnou plicní hypertenzí.

Dále vstupně vyšetřený parametr NT-proBNP statisticky významně predikoval riziko

výskytu cévní mozkové příhody ($n=8$) a pravděpodobné plicní hypertenze ($n=12$) v průběhu sledování. Na základě výsledku ROC analýzy byla stanovena cut-off hodnota NT-proBNP 2473 ng/l, která predikuje výskyt cévní mozkové příhody se senzitivitou 83 %, specifitou 80 %, odds ratio (OR) 20. Plocha pod křivkou – area under curve (AUC) uvedené ROC analýzy dosáhla hodnoty 0.833. Cut-off hodnota NT-proBNP 1276 ng/l predikovala pravděpodobnou plicní hypertenzi po 18 měsících sledování se senzitivitou 71 %, specifitou 67 % (OR 5, AUC 0.756, $p=0.004$).

Diskuze

Pravá komora je díky svým anatomickým zvláštnostem (výrazná trabekularizace, obtížnější přístupnost z echokardiografických projekcí) problematictější vyšetřitelná než komora levá (13–16). Proto se při měření velikosti nebo funkce pravé komory setkáme s řadou chyb danou například špatnou delineací kontur endokardu komory, což v konečném důsledku vede k menší robustnosti takto získaných parametrů (17, 18). Tento fakt se nejvíce projevuje při hodnocení funkce pravé komory pomocí metody speckle tracking – deformační analýzy myokardu pravé komory, kde je nezbytné kvalitní zobrazení v základním dvojrozměrném zobrazení volné stěny PK, jinak není vyšetření touto metodou v klinické praxi použitelné. Speckle tracking longitudinální strain má podle dostupné literatury potenciál pro sledování pacientů s plicní hypertenzí (19) a relativně dobře koreluje s konvenčními parametry systolické funkce pravé komory (20). V našem souboru bylo vstupně hodnotitelných pouze 27 pacientů (30.7 % z celku), což je významně méně než vyšetřitelnost tohoto deformačního parametru v souboru pacientů s infarktem myokardu pravé komory (21). Tento fakt je vysvětlitelný hyperventilací pacientů s akutní plicní embolií, která vede k negativnímu ovlivnění kvality získaných ultrazvukových obrazů. Problémy s nekvalitním zobrazením volné stěny pravé komory v end-diastole resp. end-systole (72 hodnotitelných nálezů, 81.8 %). Navíc oba parametry nekorelovaly s hodnotou PASP a dalšími ukazateli systolické funkce pravé

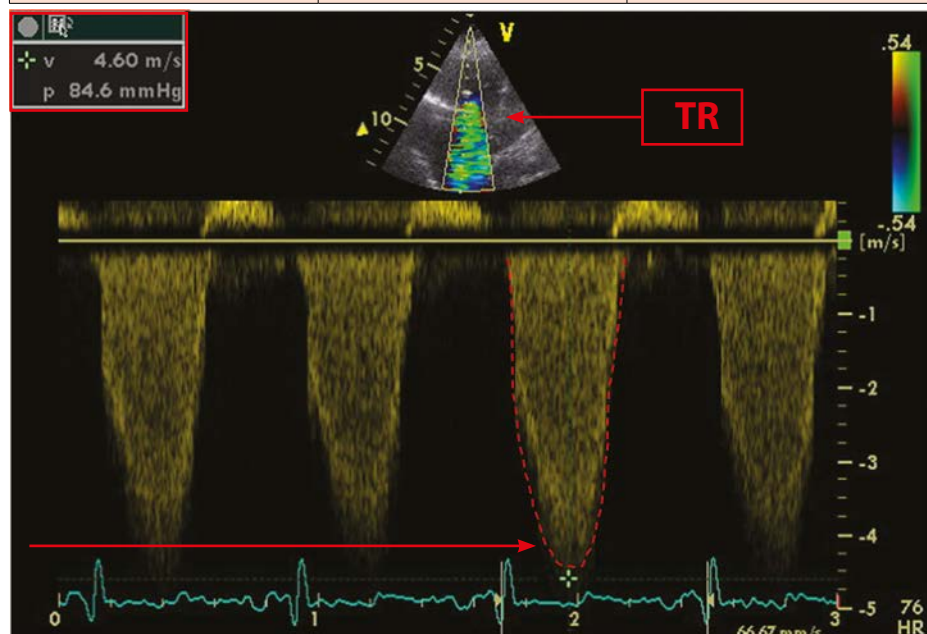
komory, proto v klinickém kontextu akutní plicní embolie nejsou prakticky využitelné.

V souboru jsme nezjistili výraznější vstupně diagnostikovanou dilataci pravé komory (v průměru i mediánu), měřením jak z parasternální projekce na dlouhou osu, tak i z apikální 4dutinové projekce, více než polovina pacientů měla zcela normální rozměry PK. Plicní hypertenze u celkového souboru byla typicky lehká, normální hodnotu odhadovaného systolického tlaku v plicnici mělo 47.9 % pacientů, při 18měsíční kontrole byly již hodnoty charakteristické pro normální tenzi v plicnici přítomny u 75 % pacientů a normální rozměry pravé komory mělo více než 80 % vyšetřených probandů. Tato skutečnost byla pravděpodobně dána menším zastoupením pacientů s rizikovými formami plicní embolie v našem souboru (iniciálně diagnostikovaná vysoce riziková forma nebo následná hemodynamická deteriorace pacientů se vstupně stratifikovanou středně rizikovou formou) v porovnání s mezinárodními registry, u nichž byla indikována léčba systémovou trombolýzou (12.5 %).

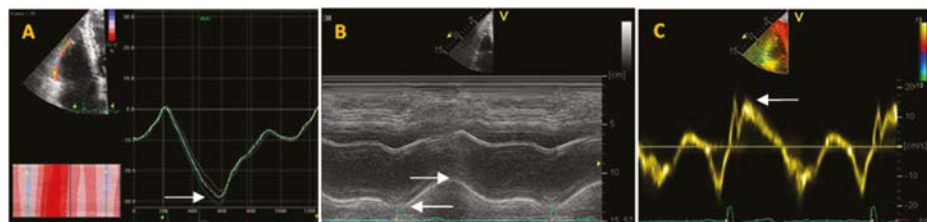
Při srovnání skupin pacientů léčených trombolýzou (vysoce riziková skupina) se skupinou indikovanou k antikoagulační terapii (středně a níže riziková skupina) byl nalezen pouze statisticky hraniční trend k průkazu horší systolické funkce pravé komory, dilataci PK, vyšším hodnotám odhadovaného systolického tlaku v plicnici a mírně vyšší hodnoty natriuretického peptidu NT-proBNP. Nízké hodnoty predikují podle Kuchera a spol. nekomplikovaný průběh PE (22), a naopak zvýšená hodnota spolu se známkami systolické dysfunkce pravé komory predikovala průběh komplikovaný (23). Statisticky významně se obě skupiny lišily pouze v hodnotě srdečního troponinu T, což odpovídá literárním údajům, které rovněž prokázaly prognostický význam elevace troponinu u pacientů s vysoce rizikovou formou plicní embolie a známkami dysfunkce pravé komory (24, 25). Z 11 pacientů léčených trombolýzou mělo 7 pacientů paradoxní pohyb mezikomorového septa, 1 pacientka utrpěla ischemickou CMP, u 6 pacientů bylo zjištěno aneuryzma mezišifové přepážky, u 1 pacienta byly prokázány tranzitní tromby v pravostranných oddílech, 2 pacienti zemřeli za hospitalizaci na masivní PE, 1 pacientka zemřela následně na karcinom plic. Podání trombolýzy bylo ne-signifikantním prediktorem mortality ($p=0.067$).

Obr. 1. Echokardiografie. Kategorizace pacientů na základě arbitrárních kritérií založených na měření vrcholové rychlosti trikuspidální regurgitace (TR) a odhadu systolického tlaku v plicnici (PASP) a na přítomnosti dalších morfologických a funkčních parametrů pravé komory (podle reference 8)

Trikuspidální regurgitace – vrcholová rychlost (m/s)	Echokardiografické známky plicní hypertenze	Pravděpodobnost plicní hypertenze
≤ 2,8 m/s nebo nehodnotitelná	Ne	NÍZKÁ
≤ 2,8 m/s nebo nehodnotitelná	Ano	STŘEDNÍ
2,9–3,4 m/s	Ne	
2,9–3,4 m/s	Ano	VYSOKÁ
> 3,4 m/s	Není požadováno	



Obr. 2. Echokardiografie – funkce pravé komory. A) 2D strain: normální longitudinální deformace volné stěny pravé komory v apikální 4dutinové (A4C) projekci (%); B) M-mode: tricuspid annular plane systolic excursion (amplituda pohybu TAPSE vyjádřená v mm); C) Tkáňová Dopplerovská echokardiografie: systolická, časná a pozdní diastolická rychlost trikuspidálního anulu (S' , Em tr, Am tr) vyjádřené v cm/s



Hospitalizační mortalita v celém souboru dosáhla 4,5% a koresponduje s prognostickou závažností léčených forem akutní plicní embolie. Relativně nižší hodnota mortality v porovnání s očekávanou je vysvětlitelná selekcí souboru na pacienty schopné podpisu informovaného souhlasu a následných vyšetření v rámci protokolu. 4 zařazení pacienti zemřeli v průběhu hospitalizace na výsoce rizikovou plicní embolii, v dalším sledování zemřelo 5 pacientů (1 na recidivu plicní embolie, 2 na následně diagnostikované maligní onemocnění a 2 na cévní mozkovou příhodu). V dostupné literatuře existuje poměrně rozsáhlá evidence o prognostickém významu celé řady echokardiografických parametrů (9–12, 26). Jediným statisticky signifikantním prediktorem mortality

v našem souboru byla hodnota odhadovaného systolického tlaku v plicnici >35 mmHg ($r=0.042$).

Chronická tromboembolická plicní hypertenze (CTEPH) je závažnou klinicky relevantní komplikací po prodělané akutní plicní embolii (2, 8, 27). Hodnoty PASP v době diagnózy akutní plicní embolie >50 mmHg mohou podle publikovaných literárních údajů predikovat následný rozvoj CTEPH (28). V našem souboru mělo v době diagnózy akutní plicní embolie celkem 21 pacientů (24%) odhadovaný PASP >50 mmHg a echokardiograficky pravděpodobná plicní hypertenze byla následně po 18 měsících sledování přítomna u 12 jedinců souboru (13,6% z celku). Kritéria pravděpodobnosti plicní hypertenze v rámci screenigového vyšetření se zaměřením

na detekci plicní hypertenze byla kategorizována podle doporučení ESC (8). Přetrvávající závažná, symptomatická a katetrizačně verifikovaná prekapilární plicní hypertenze byla potvrzena pouze u 2 pacientů (2,2% z celku, 3,1% ze souboru s ukončeným sledováním). U jednoho pacienta (1,5% ze souboru s ukončeným sledováním) byla diagnostikována chronická tromboembolická plicní hypertenze (CTEPH), následně řešená endarterektomií plicnice. U druhého nemocného jsme potvrdili idiopatickou plicní arteriální hypertenzi s následným nasazením specifické léčby plicní hypertenze.

Relativně vysoký počet ischemických cévních mozkových příhod během hospitalizace ($n=5$) si vysvětlujeme jednak koincidencí akutní plicní embolie a defektu síňového septa, která pravděpodobně vedla k fatálnímu iktu u 2 hospitalizovaných pacientů. Další 2 jedinci zařazení do studie měli následně diagnostikovanou malignitu s recentním ischemickým iktem. U 1 pacienta byla diagnostikována ischemická cévní mozková příhoda během hospitalizace jako důsledek pravděpodobné paradoxní embolie (patentní foramen ovale, plicní hypertenze v důsledku akutní plicní embolie). Zajímavým nálezem je predikce výskytu ischemické cévní mozkové příhody během doby sledování ($n=8$) pomocí laboratorního parametru NT-proBNP (senzitivita 83%, specifita 80%). I proto by měla být identifikace možných levo-pravých intrakardiálních zkratů standardní součástí časné echokardiografické rizikové stratifikace pacientů s akutní plicní embolií.

Hlavními limitacemi práce byl relativně nízký počet selektovaných pacientů v souboru a zejména menší výtěžnost některých echokardiografických parametrů, které neumožňovaly spolehlivou predikci klinických komplikací a prognózy pacientů po prodělané plicní embolii.

Závěry

V naší studii se nám podařilo prokázat pouze omezenou využitelnost parametrů velikosti a systolické funkce pravé komory v prognostické stratifikaci akutní plicní embolie. V diagnostice akutní plicní embolie je echokardiografie jen pomocnou metodou. Řada dobře získatelných parametrů morfologie i funkce PK dobře koreluje s PASP i laboratorními hodnotami NT-proBNP, který predikuje výskyt CMP resp. pravděpodobné PH v průběhu sledování a cTnT, který jako jedi-

ný diskriminuje skupinu pacientů a vysoce rizikovou formou plicní embolie. Obtížně získatelným a tedy prakticky nevyužitelným parametrem byl longitudinální strain pravé komory v rámci deformační analýzy myokardu pomocí speckle

tracking echokardiografie volné stěny pravé komory. Prokázali jsme vliv zvýšené hodnoty PASP na mortalitu v souboru. Kontrolní echokardiografické vyšetření má význam ve screeningu chronické tromboembolické plicní hypertenze.

Práce vznikla za podpory grantového projektu Interní grantové agentury Ministerstva zdravotnictví České republiky NT 14288-3/2013 a NT 11046-6/2010 a grantem České kardiologické společnosti.

LITERATURA

1. Konstantinides SV, Torbicki A, Agnelli G, et al. 2014 ESC Guidelines on the diagnosis and management of acute pulmonary embolism. *Eur. Heart J.* 2014; 35: 3033–3080.
2. Rokyta R, Hutrya M, Jansa P. 2014 ESC Guidelines on the diagnosis and management of acute pulmonary embolism. Summary document prepared by the Czech Society of Cardiology. *Cor Vasa* 2015; 57(4): e257–296.
3. Stein PD, Hull RD, Olineo G. Strategy that includes serial noninvasive leg tests for diagnosis of thromboembolic disease in patients with suspected acute pulmonary embolism based on data from PLOPED. Prospective Investigation of Pulmonary Embolism Diagnosis. *Arch Intern Med* 1995; 155: 2101–2104.
4. Kurzyňa M, Torbicki A, Pruszczyk P, et al. Disturbed right ventricular ejection pattern as a new Doppler echocardiographic sign of acute pulmonary embolism. *Am J Cardiol* 2002; 90: 507.
5. Nazeyrollas P, Metz D. Diagnostic accuracy of echocardiography-Doppler in acute pulmonary embolism. *Int J Cardiol* 1995; 47: 273–280.
6. Holley A, Cheatham J, Jackson J, Moores L, Villines T. Novel quantitative echocardiographic parameters in acute pulmonary embolism. *Journal Of Thrombosis And Thrombolysis*. November 2009; 28(4): 506–512.
7. Hutrya M, Vindiš D, Šaňák D, Skála T. Akutní plicní embolie a foramen ovale patens – opomíjená riziková asociace. *Cor Vasa* 2011; 53: 6–7, 348–352.
8. Galiè N, Humbert M, Vachieri JL, Gibbs S, Lang I, Torbicki A, et al. 2015 ESC/ERS Guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension: The Joint Task Force for the Diagnosis and Treatment of Pulmonary Hypertension of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Respiratory Society (ERS): Endorsed by: Association for European Paediatric and Congenital Cardiology (AEPC), International Society for Heart and Lung Transplantation (ISHLT). *Eur Heart J.* 2016; 37(1): 67–119.
9. Kreit JW. The impact of right ventricular dysfunction on the prognosis and therapy of normotensive patients with pulmonary embolism. *Chest* 2004; 125: 1539–1545.
10. Frémont B, Pacouret G, Jacobi D, et al. Prognostic value of echocardiographic right/left ventricular end-diastolic diameter ratio in patients with acute pulmonary embolism: results from a monocenter registry of 1,416 patients. *Chest* 2008; 133: 358.
11. Goldhaber SZ, Visani L, DeRosa M. for ICOPER. Acute pulmonary embolism: clinical outcomes in the International Cooperative Pulmonary Embolism Registry (ICOPER). *Lancet* 1999; 353: 1386–1389.
12. Nazeyrollas P, Metz D. Use of transthoracic doppler echocardiography combined with clinical and electrocardiographic data to predict acute pulmonary embolism. *Eur Heart J.* 1996; 17: 779–786.
13. Kucher N, Rossi E, De Rosa M, Goldhaber SZ. Prognostic role of echocardiography among patients with acute pulmonary embolism and a systolic arterial pressure of 90 mmHg or higher. *Arch Intern Med* 2005; 165: 1777–1781.
14. Rudski LG, Lai WW, Afilalo J, et al. Guidelines for the echocardiographic assessment of the right heart in adults: a report from the American Society of Echocardiography endorsed by the European Association of Echocardiography, a registered branch of the European Society of Cardiology, and the Canadian Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 2010; 23: 685–712.
15. Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J Am Soc Echocardiogr* 2015; 28: 1–53.
16. Haddad F, Hunt SA, Rosenthal DN, Murphy DJ. Right ventricular function in cardiovascular disease, part I: Anatomy, physiology, aging, and functional assessment of the right ventricle. *Circulation* 2008; 117: 1436–1448.
17. Meluzín J, Spínarová L, Bakala J, et al. Pulsed Doppler tissue imaging of the velocity of tricuspid annular systolic motion; a new, rapid, and non-invasive method of evaluating right ventricular systolic function. *Eur Heart J* 2001; 22: 340–348.
18. Pinedo M, Villacorta E, San Román J, et al. Inter- and intra-observer variability in the echocardiographic evaluation of right ventricular function. *Revista Española De Cardiología*. July 2010; 63(7): 802–809.
19. Fukuda Y, Tanaka H, Hirata K, et al. Utility of right ventricular free wall speckle-tracking strain for evaluation of right ventricular performance in patients with pulmonary hypertension. *Journal Of The American Society Of Echocardiography*: October 2011; 24(10): 1101–1108.
20. Lee J, Park J, Seong I, et al. A comparison of different techniques of two-dimensional speckle-tracking strain measurements of right ventricular systolic function in patients with acute pulmonary embolism. *Journal Of Cardiovascular Ultrasound*. June 2014; 22(2): 65–71.
21. Hutrya M, Skála T, Horák D, Köcher M, Tüdös Z, Zapletalová J, Přeček J, Louis A, Smékal A, Táborický M. Echocardiographic assessment of global longitudinal right ventricular function in patients with an acute inferior ST elevation myocardial infarction and proximal right coronary artery occlusion. *Int J Cardiovasc Imaging*. 2015; 31(3): 497–507.
22. Kucher N, Printzen G, Doernhoefer T, et al. Low Pro-Brain Natriuretic Peptide levels predict benign clinical outcome in acute pulmonary embolism. *Circulation* 2003; 107: 1576–1578.
23. Binder L, Pieske B, Olschewski M, et al. N-terminal pro-brain natriuretic peptide or troponin testing followed by echocardiography for risk stratification of acute pulmonary embolism. *Circulation* 2005; 112: 1573–1579.
24. Janata K, Holzer M, Laggner AN, Müllner M. Cardiac troponin T in the severity assessment of patients with pulmonary embolism: cohort study. *Br Med J* 2003; 326: 312–313.
25. Pruszczyk P, Bochowicz A, Torbicki A, et al. Cardiac troponin T monitoring identifies high-risk group of normotensive patients with acute pulmonary embolism. *Chest* 2003; 123: 1947–1952.
26. Grifoni S, Olivetto I, Cecchini P, et al. Short-Term clinical outcome of patients with acute pulmonary embolism, normal blood pressure and echocardiographic right ventricular dysfunction. *Circulation* 2000; 101: 2817–2822.
27. Pengo V, Lensing AW, Prins MH, et al. Incidence of chronic thromboembolic pulmonary hypertension after pulmonary embolism. *N Engl J Med*. 2004; 350: 2257–2264.
28. Ribeiro A, Lindmarker P, Dannfelt AJ et al. Pulmonary embolism. One year follow-up with echocardiography and five-year survival analysis. *Circulation* 1999; 99: 13.