

Predikce plicních tlaků levé komory srdeční pomocí tkáňové dopplerovské echokardiografie v intenzivní péči

Martin Hutýra, Tomáš Skála, Jiří Ostránský, Dan Marek,
Vladimíra Baslerová, Hana Grofková

I. interní klinika, Fakultní nemocnice Olomouc
a Lékařská fakulta Univerzity Palackého, Olomouc, Česká republika

Hutýra M, Skála T, Ostránský J, Marek D, Baslerová V, Grofková H (I. interní klinika, Fakultní nemocnice Olomouc a Lékařská fakulta Univerzity Palackého, Olomouc, Česká republika). **Predikce plicních tlaků levé komory srdeční pomocí tkáňové dopplerovské echokardiografie v intenzivní péči.** *Cor Vasa* 2006;48(5):180–185.

Úvod: Na základě publikovaných výsledků metaanalýz velkých studií není hemodynamické monitorování pomocí plicního katetru spojeno se zlepšením prognózy takto léčených pacientů pro různé kritické stavy na resuscitačních odděleních a jednotkách intenzivní péče (JIP). Toto vyšetření je navíc invazivní a může být provázeno některými specifickými komplikacemi. Proto se od této metody v poslední době upouští a je snaha nalézt jiné alternativní semiinvazivní nebo neinvazivní přístupy hemodynamického monitorování pacientů v kritickém stavu.

Cíl: Srovnání vyšetřených echokardiografických parametrů E/Em, τ a (E/Em)/log τ v predikci PCWP (pulmonary capillary wedge pressure – zaklíněný tlak v plicních kapilárách).

Soubor a metody: Hodnoceno bylo celkem 29 pacientů, kteří v období od ledna 2005 do října 2005 z různých indikací podstoupili rutinní pravostrannou srdeční katetrizaci se zavedením Swanova-Ganzova katetru a současně echokardiografické vyšetření. Následně byl celkový soubor ke statistické analýze rozdělen podle hodnot PCWP na skupinu 1 (PCWP \leq 15 mm Hg, $n = 11$) a skupinu 2 (PCWP $>$ 15 mm Hg, $n = 18$). Pravostranné srdeční katetrizace se zavedením Swanova-Ganzova katetru (Corodyn TD Braun) a současně echokardiografické vyšetření (Vivid 7 GE) byly prováděny na JIP a na katetrizačním sále I. interní kliniky.

Výsledky: Při analýze výsledků celého souboru byly nalezeny statisticky významné korelace PCWP s parametry E/Em ($r = 0,888$; $p \leq 0,01$), τ ($r = 0,581$; $p < 0,01$), (E/Em)/log τ ($r = 0,875$; $p \leq 0,01$). Při srovnání skupin 1 a 2 byly nalezeny signifikantní rozdíly v hodnotách E/Em ($8,13 \pm 2,92$ vs. $23,67 \pm 6,49$, $p < 0,0001$), τ ($51,98 \pm 15,02$ vs. $31,46 \pm 12,93$, $p = 0,001$) a (E/Em)/log τ ($4,82 \pm 1,83$ vs. $16,63 \pm 5,71$, $p < 0,0001$). Pomocí lineární regresní analýzy byl nalezen regresní model k predikci PCWP = $6,17 + 0,801 \cdot \text{E/Em}$, který vysvětluje 78,9 % variability invazivně měřeného parametru PCWP. Hodnota E/Em $>$ 15 má v uvedeném modelu 100% senzitivitu a 100% specifitu v predikci PCWP nad 15 mm Hg.

Závěry: Tkáňová dopplerovská echokardiografie může na základě výsledků této pilotní studie s relativně velkou přesností predikovat kazuální invazivně měřené plicní tlaky levé komory. Jako nejprínosnější se jeví stanovení zejména poměru E/Em a kompozitního parametru (E/Em)/log τ . Echokardiografie by měla být vzhledem ke komplexnosti získaných informací rutinně dostupným vyšetřením na pracovištích intenzivní péče.

Klíčová slova: Hemodynamické monitorování – Plicní tlaky levé komory srdeční – Tkáňová dopplerovská echokardiografie – Intenzivní péče

Hutýra M, Skála T, Ostránský J, Marek D, Baslerová V, Grofková H (Internal Department I, Olomouc University Hospital, Olomouc, Czech Republic). **Predicting left ventricular filling pressure by tissue Doppler echocardiography in intensive care.** *Cor Vasa* 2006;48(5):180–185.

Background: Based on published results of meta-analyses of large studies, hemodynamic monitoring using pulmonary artery catheters is not associated with improved prognosis of critically ill patients treated this way at resuscitation departments and intensive care units (ICU). Moreover, this examination is invasive and may be associated with some specific complications. This method is therefore recently being abandoned and there has been an effort to develop some other semi-invasive and non-invasive techniques of hemodynamic monitoring of critically ill patients.

Aim: The aim of this study was to compare the examined echocardiographic parameters E/Em, τ , (E/Em)/log τ in predicting pulmonary capillary wedge pressure (PCWP).

Patients, methods and results: Throughout 1/2005–10/2005, a total of 29 patients with various indications underwent routine right heart catheterization using a Swan-Ganz catheter combined with transthoracic echocardiography. The patients were subsequently divided, according to PCWP, for statistical analysis into Group 1 (PCWP \leq 15 mm Hg, $n = 11$) and Group 2 (PCWP $>$ 15 mm Hg, $n = 18$). Right heart catheterization with the Swan-Ganz catheter (Corodyn TD Braun) and simultaneous transthoracic echocardiography (Vivid 7 GE) were performed at the department's ICU and cath lab. Analysis of patients' data demonstrated significant correlations of PCWP with E/Em ($r = 0,888$; $p \leq 0,01$), τ ($r = 0,581$; $p < 0,01$), and (E/Em)/log τ ($r = 0,875$; $p \leq 0,01$). Significant differences were found in E/Em ($8,13 \pm 2,92$ vs. $23,67 \pm 6,49$, $p < 0,0001$), τ ($51,98 \pm 15,02$ vs. $31,46 \pm 12,93$, $p = 0,001$) and (E/Em)/log τ ($4,82 \pm 1,83$ vs. $16,63 \pm 5,71$, $p < 0,0001$) when comparing

Groups 1 and 2. Linear regression analysis resulted in a regression model for predicting PCWP = $6.17 + 0.801 \cdot E/Em$, explaining 78.9% of the variability of invasively measured PCWP. In this model, $E/Em > 15$ showed 100% sensitivity and 100% specificity in predicting PCWP > 15 mm Hg.

Conclusions: Based on results of this pilot study, tissue Doppler echocardiography is capable of predicting, with a relatively high degree of accuracy, invasively measured left ventricular filling pressures. The E/Em ratio and the composite parameter $(E/Em)/\log$ seem to be the most useful parameters. Given the comprehensive nature of acquired data, echocardiography should be a procedure routinely available at intensive care units.

Key words: Hemodynamic monitoring – Left ventricle filling pressures – Tissue Doppler echocardiography – Intensive care

Adresa: MUDr. Martin Hutýra, Ph.D., I. interní klinika, FN Olomouc a LF UP, I. P. Pavlova 6, 775 20 Olomouc, Česká republika, e-mail: martinhutýra@seznam.cz

ÚVOD

Tkáňová dopplerovská echokardiografie (TDE) je relativně nová ultrazvuková aplikace umožňující kvantifikaci a přesné zobrazení pohybu srdečních tkání. K zobrazení pohybu tkání je použitý speciální „high-pass filter“, jež umožňuje zaznamenávat signál pohybu srdečních stěn, je charakterizovaný nízkou rychlostí a vysokou amplitudou. Vzhledem k vysokému časovému rozlišení je možné s touto metodou studovat a kvantifikovat děje, které dosud dostupné zobrazovací techniky nedokázaly kvantitativně a reprodukovatelně popsat. Parametry získané z analýzy TDE poskytují další důležité přídavné informace k nálezům konvenční echokardiografie. V posledních letech se jednotlivé modalitativy TDE uplatňují zejména v diagnostice ischemické choroby srdeční a kvantifikaci asynchronie levé komory srdeční.⁽¹⁾ Rutinně se některé parametry (zejména rychlostní) používají v rámci komplexního echokardiografického hodnocení systolické a diastolické funkce obou srdečních komor.^(2,3)

Diagnostické pravostranné srdeční katetrizace a hemodynamické monitorování pomocí plicnicového katetru se používají na pracovištích intenzivní péče od roku 1970.⁽⁴⁾ Před rozvojem echokardiografických aplikací se tato metoda široce uplatňovala v diferenciální diagnostice systémové hypotenze, šokových stavů, plicní hypertenze, srdečního selhání, dalších závažných onemocnění a také ve vedení vazoaktivní a volumové terapie kriticky nemocných. V poslední době je v intenzivistických kruzích patrný odklon od rutinně prováděné pravostranné srdeční katetrizace v rámci hemodynamického monitorování u kriticky nemocných, je snaha nahradit tuto metodu jinými minimálně invazivními monitorovacími systémy hemodynamiky (PiCCO, LiDCO),^(5,6) nebo zcela neinvazivními například echokardiografickými přístupy.^(7,8)

Cílem této pilotní práce je stanovení možnosti neinvazivní predikce plicních tlaků levé komory srdeční pomocí jednotlivých echokardiografických přístupů využívajících TDE, srovnání přesnosti těchto neinvazivních prediktorů tlaku v zaklínění plicnice a zhodnocení perspektiv využití echokardiografických hemodynamických parametrů v intenzivní péči.

SOUBOR

Do studie bylo zařazeno celkem 29 jedinců průměrného věku $66,7 \pm 13,6$ let (13 mužů, 16 žen), kteří byli vyšetřeni na I. interní klinice FN Olomouc a LF UP, kteří podstoupili v období leden 2005 až září 2005 simultánní vyšetření hemodynamiky se zavedením Swanova-Ganzova katetru a echokardiografické vy-

šetření podle daného vyšetřovacího protokolu, včetně registrace jednotlivých parametrů TDE. Obě vyšetření byla provedena v bezprostřední časové návaznosti tak, aby nedošlo k případnému ovlivnění výsledků srovnávací studie v důsledku časové prodlevy. Vylučovacím kritériem byla nemožnost současného provedení obou vyšetřovacích metod v bezprostřední návaznosti. Indikace k provedení pravostranné srdeční katetrizace byla stanovena na základě klinického stavu pacienta podle rozhodnutí ošetřujícího lékaře.

Celkem čtyři pravostranné srdeční katetrizace byly provedeny elektivně v rámci kvantifikace plicní hypertenze a levo-pravého zkratu u pacientů s vrozenou srdeční vadou (tři jedinci s defektem síňového septa typu secundum, jeden pacient s vrozeným defektem komorového septa); 25 pravostranných srdečních katetrizací bylo provedeno u hemodynamicky nestabilních pacientů hospitalizovaných na JIP I. interní kliniky v souladu s doporučeními Evropské kardiologické společnosti pro diagnostiku a terapii akutního srdečního selhání (2005).⁽⁹⁾

Celkem 23 jedinců mělo klinickou diagnózu akutního srdečního selhání, z toho 9 kardiogenní šok/low-cardiac output syndrom (5 chlopenní vada, 4 akutní infarkt myokardu), 8 akutní dekompenzaci chronického levostranného srdečního selhání (4 dilatační kardiomyopatie, 4 ischemická kardiomyopatie), 3 těžký kardiogenní šok (akutní infarkt myokardu), 3 akutní pravostranné srdeční selhání při cor pulmonale. Z jiné indikace byly provedeny 2 pravostranné srdeční katetrizace u pacientů se septickým šokem a bronchopneumonií.

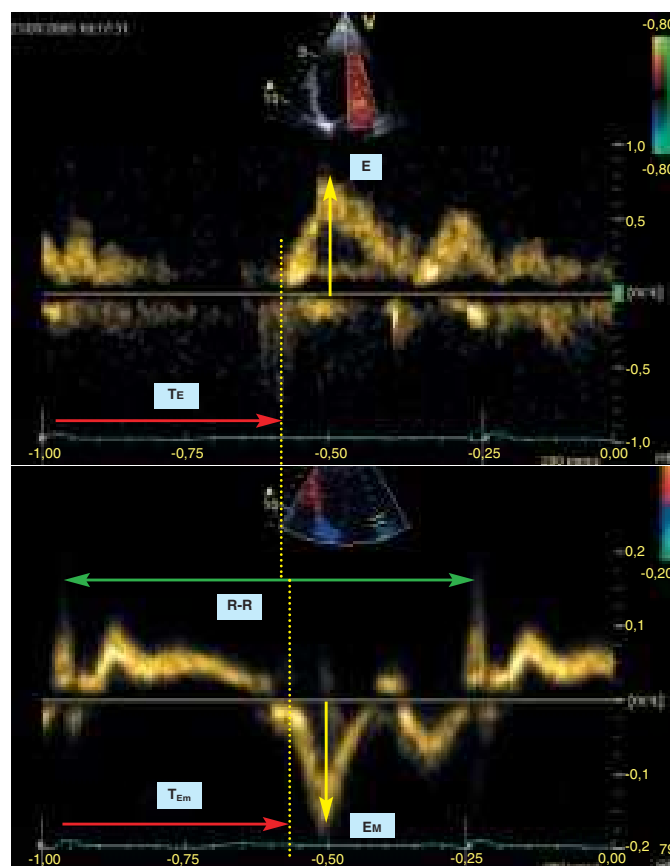
METODY

Pravostranné srdeční katetrizace byly prováděny na JIP a na katetrizačním sále I. interní interní kliniky FN Olomouc. Swanův-Ganzův katetr (Corodyn TD Braun, B. Braun Melsungen AG, Melsungen, Germany) byl před zavedením standardně propláchnutý fyziologickým roztokem, byl zaveden podle tlakových křivek z jednotlivých srdečních oddílů do arteria pulmonalis. Následně podle charakteristického poklesu a vyrovnání tlaku v distální pozici arteria pulmonalis byly změřeny hodnoty tlaku v zaklínění arteria pulmonalis – pulmonary capillary wedge pressure (PCWP). Zevně umístěný manometr byl kalibrován v předem definované flebostatické rovině dané 2/3 boční výšky hrudníku vyšetřovaného pacienta. Hodnoty PCWP (mm Hg) byly získány při klidné vyrovnané respiraci pacienta a zprůměrováním hodnot z minimálně 10 respiračních cyklů a 5 konsekutivních zprůměrovaných měření.

Echokardiografická vyšetření byla provedena na přístroji GE Ultrasound Vingmed Vivid 7 PRO (GE Healthcare Technologies, Waukesha, Wisconsin, USA), vybaveného multifrekvenční ultrazvukovou sondou použitelnou pro všechny dopplerovské aplikace včetně možnosti TDE a deformační analýzy. Hodnocení echokardiografických nálezů byla provedena „off-line“ v prostředí archivačního programu EchoPAC 7 Option zaslepeně bez znalosti výsledků pravostranné srdeční katetrizace. Klidové vyšetření za současné registrace jednoho svodu EKG bylo provedeno standardně z parasternálních projekcí na dlouhou a krátkou osu levé komory srdeční a z apikálních dvoudutinových a čtyřdutinových projekcí. Z uvedených apikálních projekcí byly získány hodnoty transmitrálního toku, kde byla hodnocena časná diastolická rychlost E (cm/s), čas do dosažení časné diastolické rychlosti od začátku QRS-komplexu T_E (ms). Z apikální čtyř- a dvoudutinové projekce byly zprůměrováním ze tří měření získány časné diastolické rychlosti mitrálního anulu v septální, laterální, přední a zadní pozici E_m (cm/s) a intervaly do dosažení uvedených rychlostí od začátku QRS-komplexu T_{Em} (ms). Hodnoty všech uvedených parametrů jsou udávány jako průměry ze tří srdečních cyklů. V případě fibrilace síní ($n = 8$) byly jednotlivé parametry získány ze srdečních cyklů s identickými intervaly R-R (rozdíl mezi hodnocenými intervaly R-R < 5 ms). Tkáňové dopplerovské parametry E_m a T_{Em} byly získány s „pulse-wave“ TDE (PW-TDE) spektrálních křivek z jednotlivých anulárních segmentů s adekvátním nastavením nízkého „gain“ a filtru. Rychlostní škála parametrů TDE byla nastavena na hodnoty v rozmezí -15 až 15 cm/s, hodnota horizontálního časového posunu spektrálních dopplerovských křivek (sweep) byla nastavena na minimální použitou rychlost 100 mm/s (optimálně 200 mm/s) k adekvátnímu zobrazení spektrálních křivek PW-TDE a PW transmitrálního toku.

Hodnocené echokardiografické parametry byly následující: E/E_m , $\tau = [32 + 0,7 \cdot (T_{E-Em})]$ (ms),⁽¹⁰⁾ obrázek 1. Vzhledem k abnormálnímu rozložení parametru τ byla provedena logaritmická transformace k statistické analýze a dalším hodnocením rychlostně-časovým parametrem byl $(E/E_m)/\log \tau$ (ms⁻¹).

Statistická analýza byla provedena na Oddělení biometrie Ústavu biofyziky LF UP v Olomouci laskavostí Mgr. Jany Zapletalové, Ph.D., na statistickém softwaru SPSS for Windows 10.0 (SPSS Inc., Chicago, USA) s použitím statistických metod lineární nepara-



Obr. 1 Měření echokardiografické parametry z PWD transmitrálního toku (horní část) a PW-TDE laterálního mitrálního anulu (dolní část)

E – vrcholová rychlost časného diastolického transmitrálního průtoku, T_E – čas od začátku komplexu QRS do začátku vlny E, R-R – trvání jednoho srdečního cyklu, T_{Em} – čas od začátku komplexu QRS do začátku vlny E_m , E_m – vrcholová rychlost časného diastolického pohybu mitrálního anulu

metrické korelační analýzy (Spearmanův korelační koeficient), lineární regresní analýzy, dvouvýběrového t -testu a neparametrického Mannova-Whitneyova testu. Hodnoty $p \leq 0,05$ byly považovány za statisticky významné.

VÝSLEDKY

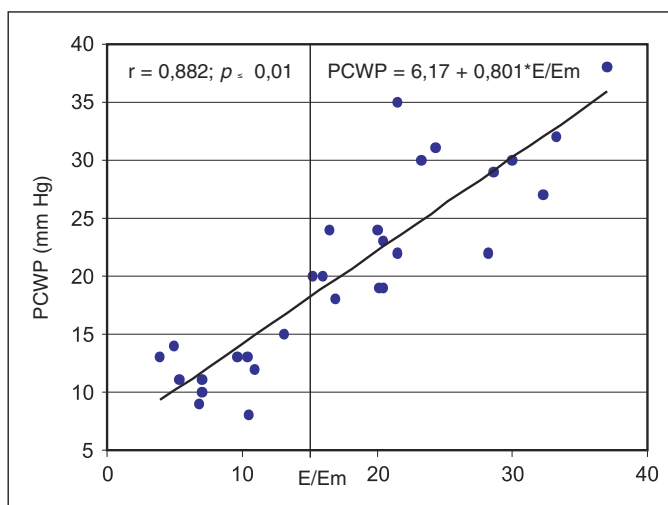
Základní charakteristiky hodnoceného souboru a selektovaných skupin podle PCWP jsou uvedeny v tabulce I; 21 jedinců s celého souboru mělo sinusový

Tabulka I
Základní charakteristiky celkového souboru a selektovaných skupin podle hodnot PCWP

	Celý soubor (n = 29)	PCWP ≤ 15 (n = 11)	PCWP > 15 (n = 18)
Věk (roky)	66,72 \pm 13,63	67,91 \pm 16,40	66,00 \pm 13,63
PCWP (mm Hg)	20,41 \pm 8,44	11,73 \pm 2,15	25,72 \pm 5,99*
Tep. frekvence (min ⁻¹)	96,89 \pm 17,30	82,72 \pm 8,79	105 \pm 15,43***
EF LK (%)	40,48 \pm 15,67	52,72 \pm 6,84	33,18 \pm 14,86*
E/ E_m	17,77 \pm 9,35	8,13 \pm 2,91	23,67 \pm 6,49*
τ (ms)	39,24 \pm 16,87	51,98 \pm 15,01	31,46 \pm 12,93**
$(E/E_m)/\log \tau$ (ms ⁻¹)	12,15 \pm 7,42	4,82 \pm 1,83	16,63 \pm 5,71*

* $p = 0,001$, ** $p = 0,01$, *** $p = 0,05$

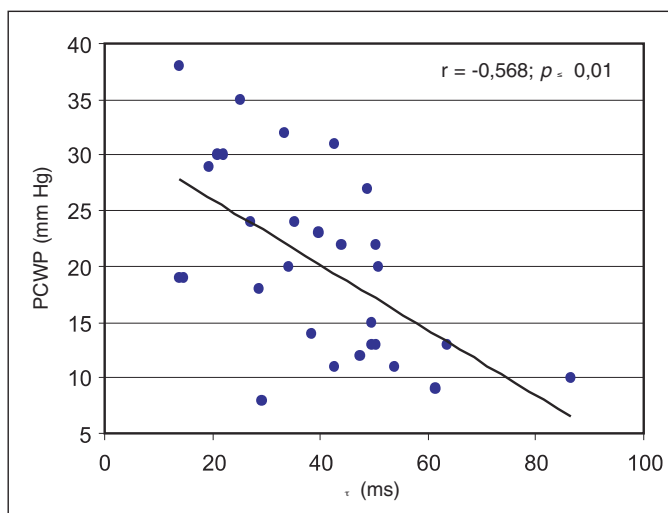
PCWP – pulmonary capillary wedge pressure (zaklíněný tlak v plicních kapilárách), EF LK – ejekční frakce levé komory, E/E_m – vrcholová rychlost časného diastolického transmitrálního průtoku/vrcholová rychlost časného diastolického pohybu mitrálního anulu



Obr. 2 Korelace hodnot invazivně měřeného PCWP s parametrem E/Em

Hodnota E/Em 15 separuje skupiny s PCWP nad 15 mm Hg a pod 15 mm Hg se 100% senzitivitou a 100% specificitou

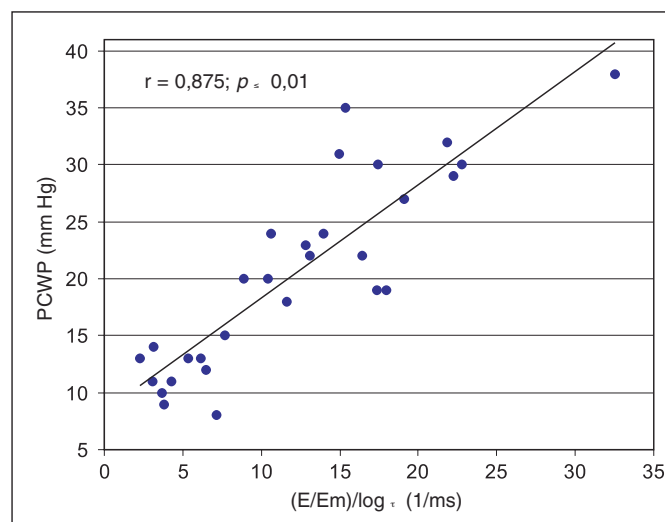
PCWP – pulmonary capillary wedge pressure (zaklíněný tlak v plicních kapilárách)



Obr. 3 Korelace hodnot invazivně měřeného PCWP s parametrem τ

PCWP – pulmonary capillary wedge pressure (zaklíněný tlak v plicních kapilárách)

rytmus, u 8 pacientů byla přítomna fibrilace síní (3 ve skupině s PCWP \leq 15 mm Hg, 5 ve skupině PCWP > 15 mm Hg). Při lineární korelační analýze výsledků celého souboru byly nalezeny statisticky významné korelace PCWP s parametry E/Em ($r = 0,888$; $p = 0,01$) *obrázek 2*, τ ($r = 0,581$; $p < 0,01$), *obrázek 3*. Vzhledem k výše uvedenému abnormálnímu rozložení hodnot parametru T_{E-Em} a z něj odvozeného τ byly provedeny logaritmické transformace uvedených hodnot v hodnoceném souboru s cílem normalizace jejich distribuce. Dále, vzhledem k nálezu vysoce signifikantní přímo úměrné korelace PCWP a E/Em a nepřímo úměrné korelace PCWP s hodnotami τ , byla provedena modelace s návrhem kompozitního parametru složeného z časových a rychlostních charakteristik časné vlny E transmitrálního toku a průměrného Em časného diastolického pohybu mitrálního anulu. Korelace hodnot PCWP pro $(E/Em)/\log \tau$ byly ($r = 0,875$;



Obr. 4 Korelace hodnot invazivně měřeného PCWP s parametrem $(E/Em)/\log \tau$

PCWP – pulmonary capillary wedge pressure (zaklíněný tlak v plicních kapilárách)

$p = 0,01$), *obrázek 4*. Při srovnání dvou selektovaných skupin podle hodnot PCWP (skupina 1 s PCWP \leq 15 mm Hg, skupina 2 s PCWP > 15 mm Hg) byly nalezeny signifikantní rozdíly v hodnotách E/Em ($8,13 \pm 2,92$ vs. $23,67 \pm 6,49$, $p < 0,0001$), τ ($51,98 \pm 15,02$ vs. $31,46 \pm 12,93$, $p = 0,001$) a $(E/Em)/\log \tau$ ($4,82 \pm 1,83$ vs. $16,63 \pm 5,71$, $p < 0,0001$). Pomocí lineární regresní analýzy byl nalezen matematický model k echokardiografické predikci PCWP = $6,17 + 0,801 * E/Em$, který vysvětluje 78,9 % variability parametru PCWP získaného invazivním vyšetřením. Hodnota E/Em > 15 má v uvedeném modelu 100% senzitivitu a 100% specificitu v predikci PCWP nad 15 mm Hg.

DISKUSE

Monitorování hemodynamiky pomocí plicnicového katetru u kriticky nemocných v nejrůznějších indikacích, vedení jejich terapie podle výsledků srdečního výdeje a dalších měřených parametrů, bylo na pracovištích intenzivní péče do nedávné doby relativně široce používanou metodou. I přes více než 35leté zkušenosti s touto léčebnou strategií se však bohužel neprokázal skutečný prospěch na zlepšení prognózy pacientů v kritickém stavu. Naopak výsledky metaanalýz a randomizovaných studií na srovnatelných skupinách pacientů, u kterých bylo použito invazivního monitorování a neinvazivní strategie kontroly terapie ukazují, že použití Swanova-Ganzova katetru nesnižuje mortalitu, nezkracuje dobu hospitalizace a je spojeno s vyšším počtem komplikací v porovnání s kontrolními skupinami. Tyto nepříznivé výsledky klinické neutrality použití plicnicového katetru byly prokázány jak pro nemocné po rozsáhlých chirurgických výkonech, v šokovém stavu, se syndromem multiorgánového selhání (MODS), „adult respiratory distress syndromem“ (ARDS),^(11–13) tak i pro specifickou skupinu pacientů s akutním srdečním selháním (studie ESCAPE).⁽¹⁴⁾ Ze závěrů některých retrospektivních analýz navíc vyplývá, že použití invazivního hemodynamického monitorování může

být dokonce spojeno s horší prognózou takto léčených pacientů.

Vzhledem k absenci jednoznačné evidence klinického prospěchu a také k relativně vysoké ekonomické náročnosti (cost/benefit) se jeví použití Swanova-Ganzova katetru v intenzivní péči jako problematické. Od této metody se proto v posledních letech upouští a hledají se nové semiinvasivní a neinvazivní strategie hemodynamického monitorování, které by měly vliv na zlepšení prognózy pacientů. Slibné výsledky naznačují některé randomizované studie s konceptem tzv. „goal-directed therapy“ (GDT) na menších počtech pacientů s použitím hemodynamických monitorovacích systémů (LiDCO, PiCCO), které se však v našich podmínkách využívají spíše na anesteziologicko-resuscitačních odděleních.⁽⁵⁾

Jako nejpřesnější prediktor PCWP se na základě výsledků naší práce jeví stanovení poměru E/Em. Tento jednoduchý, reprodukovatelný a snadno vyšetřitelný parametr vykázal silnou korelaci s hodnotami PCWP. Ke stejným závěrům dospěli také Dokainish a spol., kteří našli podobnou korelaci mezi hodnotami PCWP a E/Em, navíc také prokázali, že hodnota tohoto poměru nad 15 je daleko specifitější prediktorem zvýšení PCWP více než 15 mm Hg než izolované stanovení BNP > 300 pg/ml.⁽¹⁹⁾ Parametr E/Em se i v jiných pracích jeví jako velmi silný, specifický a senzitivní prediktor plicních tlaků levé komory (LK) u nejrozličnějších základních klinických stavů, relativně nezávislý na základním rytmu, tepové frekvenci, preloadu LK, ejekční frakci levé komory (EF LK) a má lepší prediktivní hodnotu než další echokardiografické dopplerovské parametry (transmitrální tok, průtok plicními žilami). Nicméně výsledky některých jiných studií jsou k výše uvedeným faktům kontroverzní a prokazují závislost zejména parametru E na preloadu LK. Absolutní rychlost časného diastolického plnění (E) je závislá na stavu relaxace LK a dále je určena tlakovým gradientem mezi levou síní a komorou. Je evidentní, že významná mitrální regurgitace z celé řady patofyziologických důvodů může zkreslovat odhad plicních tlaků LK pomocí poměru E/Em.

V práci Brucha a spol. byl tento teoretický koncept potvrzen u skupiny pacientů s primární mitrální regurgitací, přičemž sekundární etiologie těžké mitrální insuficience výpovědní hodnotu E/Em neovlivnila.⁽¹⁸⁾ V naší pilotní studii na vysoce selektovaném souboru jedinců s výše uvedenými diagnózami se vyskytoval pouze jediný pacient s nadnormální systolickou funkcí LK a významnou primární mitrální regurgitací a akutním srdečním selháním. Je evidentní, že tento jediný případ nemohl ovlivnit výsledky predikce PCWP u celého souboru pomocí poměru E/Em. Konvenční echokardiografické vyšetření se stanovením EF LK a etiologie mitrální regurgitace tedy umožní selektovat skupinu pacientů, u kterých nebude odhad PCWP na základě stanovení poměru E/Em dostatečně přesný.

Zpoždění časného anulárního pohybu Em za začátkem diastolického plnění levé komory srdeční T_{Em} bylo poprvé popsáno Garciou a spol. u pacientů s restriktivní kardiomyopatií.⁽¹⁵⁾ V další experimentální práci Hasegawy a spol. byl nalezen vztah mezi intervalem T_{E-Em} a časovou konstantou diastolické relaxace LK τ .⁽¹⁶⁾ V modelech Rivase-Gotze a spol.

s navozením akutní ischemie podvázáním arteria circumflexus u psů byl proveden průkaz prodloužení parametru T_{E-Em} v souvislosti se zhoršením diastolické funkce a zvýšením plicních tlaků LK při ischemii myokardu.⁽¹⁰⁾ V souladu s výsledky Diwana a spol. jsme v naší práci našli signifikantní inverzní korelaci mezi hodnotami invazivně měřeného PCWP a časovým intervalem T_{E-Em} , popř. z tohoto parametru odvozené časové konstanty diastolické relaxace LK τ .⁽¹⁷⁾

Druhým parametrem s nejsilnější korelací ve vztahu k predikci PCWP, porovnatelnou s výsledky E/Em, byl v naší práci tzv. kompozitní rychlostně-časový poměr (E/Em)/log τ . Ke složení tohoto vzorce nás vedly nálezy silné přímo úměrné korelace PCWP s E/Em, nepřímou úměrnou korelací PCWP s τ a předpoklad, že tento parametr má tedy komplexní patofyziologické zdůvodnění ve vztahu k hodnotě plicních tlaků LK. V dostupné literatuře není v současné době k dispozici práce, která by hodnotila takto složený nebo podobný parametr. Lze ale předpokládat, že „patofyziologická komplexnost“ takto složeného parametru bude minimálně velmi znevážena některými nedostatky (potenciální chyby z mnoha numerických vstupů, logaritmická transformace abnormálního rozložení údajů výsledků τ , pracnost a časová náročnost). Případné využití a perspektivu tohoto parametru ukáže budoucnost.

TDE může tedy na základě výsledků této pilotní studie s relativně velkou přesností predikovat kazuální invazivně měřený PCWP. Jako přínosné se jeví stanovení parametrů τ , kompozitního (E/Em)/log τ a především poměru E/Em.

Jaké jsou tedy perspektivy použití plicnicového katetru v intenzivní péči? Vzhledem k jednoznačné evidenci o absenci přínosu invazivního hemodynamického monitorování pomocí Swanova-Ganzova katetru na mortalitu pacientů v intenzivní péči, by se mělo od zavedení plicnicového katetru v této indikaci prakticky upustit. Tento trend je navíc v souladu s doporučeními Evropské kardiologické společnosti z roku 2005 pro diagnostiku a léčbu akutního srdečního selhání, ve kterých je zavedení plicnicového katetru doporučováno ve třídě IIb a úrovni evidence C pouze pro pacienty v kritickém stavu a s neuspokojivou odpovědí na zavedenou iniciační léčbu k její následné optimalizaci. Nicméně je nutné podotknout, že zavedení plicnicového katetru z diagnostických důvodů by mělo být zváženo u hemodynamicky nestabilních pacientů, u kterých klinické vyšetření, výsledky dalších zobrazovacích metod a především echokardiografie neposkytují jednoznačné vysvětlení příčiny oběhové nestability a nadále trvá diskrepance mezi klinickým stavem pacienta, výsledky jednotlivých zobrazovacích metod a laboratorních vyšetření.

Vzhledem ke komplexnosti získaných informací o morfologii a funkci jednotlivých srdečních oddílů by ale echokardiografie měla být rutinně dostupným vyšetřením první volby na pracovištích intenzivní péče, které by mělo nahradit rutinní invazivní hemodynamické monitorování. Tkáňová dopplerovská echokardiografie má tedy nejlepší předpoklady stát se „neinvazivním Swanovým-Ganzovým katetrem“. Další neméně důležitou otázkou navazující na předchozí téma je, jaká je tedy perspektiva jakéhokoliv hemodynamického monitorování v intenzivní péči? Kon-

cept o prostém snížení plicních tlaků LK, jako jednoho z cílů terapie akutního srdečního selhání, je z mnoha důvodů přinejmenším nedostačující. Nicméně nelze na tento hemodynamický aspekt zcela rezignovat. Nabízí se ale možnost využití dalších modalit TDE, především deformační analýzy („strain“, „strain rate“) v zajištění individuální optimalizace afterloadu a preloadu LK, s dosažením maximální možné kontraktility LK bez zvýšení energetické spotřeby a O_2 v myokardu. Do jaké míry tento nový hemodynamický přístup ovlivní zejména prognózu pacientů v kritickém stavu, ukáže budoucnost.

LITERATURA

- Knebel F, Reibis RK, Bondke HJ, et al. Tissue Doppler echocardiography and biventricular pacing in heart failure: patient selection, procedural guidance, follow-up, quantification of success. *Cardiovasc Ultrasound* 2004; 15:2:17.
- Meluzin J, Panovský R., Kincl V. The role of strain and strain rate imaging in the assessment of regional myocardial function. *Cor Vasa* 2005;47:51–5.
- Sutherland GR, Hatle L, Rademakers FE, et al. Doppler Myocardial Imaging. A Textbook. Leuven: Leuven University Press, 2005:1–224.
- Swan HJC, Ganz W, Forrester J, Marcus H, et al. Catheterization of the heart in man with use of a flow-directed balloon-tipped catheter. *N Engl J Med* 1970; 283:447–51.
- Pearse R, Dawson D, Fawcett J, et al. Early goal-directed therapy after major surgery reduces complications and duration of hospital stay. A randomised, controlled trial [SRCTN38797445] *Critical Care* 2005;9:R687–R693.
- Goedje O, Höke K, Goetz AE, et al. Reliability of a new algorithm for continuous cardiac output determination by pulse-contour analysis during hemodynamic instability. *Crit Care Med* 2002;30:52–8.
- Wakeling HG, McFall MR, Jenkins CS, et al. Intraoperative oesophageal Doppler guided fluid management shortens postoperative hospital stay after major bowel surgery. *Br J Anaesth* 2005;95:634–42.
- Oh JK. Echocardiography as a noninvasive Swan-Ganz catheter. *Circulation*. 2005;111:3192–4.
- Nieminen MS, Bohm M, Cowie MR, et al. Executive summary of the guidelines on the diagnosis and treatment of acute heart failure: the Task Force on Acute Heart Failure of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J* 2005;26:384–416.
- Rivas-Gotz C, Khoury DS, Manolios M, et al. Time interval between onset of mitral inflow and onset of early diastolic velocity by tissue Doppler: a novel index of left ventricular relaxation: experimental studies and clinical application. *J Am Coll Cardiol* 2003;42:1463–70.
- Shah MR, Haselblad V, Stevenson LW, et al. Impact of the pulmonary artery catheter in critically ill patients: meta-analysis of randomized clinical trials. *JAMA* 2005; 294:1664–70.
- Harvey S, Harrison DA, Singer M, et al. Assessment of the clinical effectiveness of pulmonary artery catheters in management of patients in intensive care (PAC-Man): a randomised controlled trial. *Lancet* 2005;366:472–7.
- Sadham JD, Hull RD, Brant RF. A randomized, controlled trial of the use of pulmonary-artery catheters in high-risk surgical patients. *New Engl J Med* 2003; 348:5–14.
- Binanay C, Califf RM, Haselblad V, et al. Evaluation study of congestive heart failure and pulmonary artery catheterization effectiveness: the ESCAPE trial. *JAMA* 2005;294:1625–33.
- Garcia MJ, Rodriguez L, Ares M, Griffin BP, Thomas JD, Klein AL. Differentiation of constrictive pericarditis from restrictive cardiomyopathy: assessment of left ventricular diastolic velocities in longitudinal axis by Doppler tissue imaging. *J Am Coll Cardiol* 1996;27:108–14.
- Hasegawa H, Little W, Ohno M, et al. Diastolic mitral annular velocity during the development of heart failure. *J Am Coll Cardiol* 2003;41:1590–7.
- Diwan A, McCulloch M, Lawrie GM, et al. Doppler estimation of left ventricular filling pressures in patients with mitral valve disease. *Circulation* 2005;111: 3281–9.
- Bruch C, Stypmann J, Gradaus R, et al. Usefulness of tissue Doppler imaging for estimation of filling pressures in patients with primary or secondary pure mitral regurgitation. *Am J Cardiol* 2004;93:324–8.
- Dokainish H, Zoghbi WA, Lakkis NM, et al. Optimal noninvasive assessment of left ventricular filling pressures a comparison of tissue Doppler echocardiography and B-type natriuretic peptide in patients with pulmonary artery catheters. *Circulation* 2004;109:2432–9.
- Nagueh SF, Lakkis NM, Middleton KJ, et al. Doppler estimation of left ventricular filling pressures in patients with hypertrophic cardiomyopathy. *Circulation* 2004; 109:2432–9.
- Omen SR, Nishimura RA, Appleton CP, et al. Clinical utility of Doppler echocardiography and tissue Doppler imaging in the estimation of left ventricular filling pressures. *Circulation* 2000;102:1788–94.
- Nagueh SF, Mikati I, Kopelen HA, et al. Doppler estimation of left ventricular filling pressure in sinus tachycardia. A new application of tissue Doppler imaging. *Circulation* 1998;98:1644–50.

Došlo do redakce 5. 1. 2006

Přijato po úpravách 29. 3. 2006