

Strokovni prispevek/Professional article

# OCENA POLNILNEGA TLAKA LEVEGA PREKATA S TKIVNO DOPLERSKO EHOKARDIOGRAFIJO

ASSESSMENT OF LEFT VENTRICULAR FILLING PRESSURE USING TISSUE DOPPLER ECHOCARDIOGRAPHY

*Martin Tretjak*

Oddelek za interno medicino, Splošna bolnišnica Slovenj Gradec, Gosposvetska 1, 2380 Slovenj Gradec

Prispelo 2006-06-06, sprejeto 2006-08-17; ZDRAV VESTN 2006; 75: 783–6

**Ključne besede** *ehokardiografija – metode; tkivna doplerska ehokardiografija; polnilni tlak levega prekata*

## Izvleček

**Izhodišča** *Ocena polnilnega tlaka levega prekata (LP) je pogosto potrebna pri klinični obravnavi hemodinamsko nestabilnih bolnikov. Ehokardiografija omogoča neinvazivno oceno številnih hemodinamskih parametrov v srcu, vendar šele uporaba tkivno doplerske ehokardiografije (TDE) omogoča tudi zanesljivejšo neinvazivno oceno polnilnega tlaka LP. Razmerje med zgodnjo diastolično hitrostjo na mitralni zaklopki (E) in zgodnjo diastolično tkivno doplersko hitrostjo mitralnega obroča ( $E_m$ ) je dobro povezano z invazivno izmerjenim zagozditvenim tlakom v pljučni arteriji. V naši raziskavi smo poskušali opredeliti pomen razmerja  $E/E_m$  pri bolnikih s srčnim popuščanjem.*

**Metode** *V raziskavo smo vključili 50 bolnikov s srčnim popuščanjem in 30 zdravih preiskovancev. Pri vseh smo ob standardni ehokardiografski preiskavi opravili tudi pulzno TDE na septalnem robu mitralnega obroča z merjenjem hitrosti  $E_m$ . Za vse preiskovance smo izračunali razmerje  $E/E_m$  in primerjali vrednosti med obema skupinama ter določili mejne vrednosti. Pri zdravih preiskovancih smo ocenili povezavo med razmerjem  $E/E_m$  in starostjo.*

**Rezultati** *Razmerje  $E/E_m$  je bilo pri bolnikih s srčnim popuščanjem statistično značilno večje kot pri zdravih preiskovancih. Mejna vrednost 11 je s 85-odstotno občutljivostjo in 93-odstotno specifičnostjo potrdila diagnozo srčnega popuščanja. Statistično značilne povezave med razmerjem  $E/E_m$  in starostjo nismo potrdili.*

**Zaključki** *Tudi pri bolnikih s srčnim popuščanjem lahko s tkivno doplersko ehokardiografijo in razmerjem  $E/E_m$  potrdimo prisotnost povišanega polnilnega tlaka levega prekata.*

**Key words** *echocardiography – methods; tissue Doppler; left ventricular filling pressure*

## Abstract

**Background** *Assessment of left ventricular (LV) filling pressure is often necessary in clinical practice, especially in hemodynamically unstable patients. Echocardiography enables non-invasive assessment of many hemodynamical parameters and with the use of tissue Doppler echocardiography (TDE) also LV filling pressure. The ratio between mitral valve early diastolic velocity (E) and tissue Doppler mitral annular early diastolic velocity ( $E_m$ ) is in very good correlation with pulmonary artery wedge pressure. In our study we tried to evaluate the  $E/E_m$  ratio in unselected population of patients with heart failure.*

**Methods** *50 patients with heart failure and 30 healthy individuals were included in the study. Standard echocardiographic exam and pulsed wave tissue Doppler was performed of septal*

border of mitral annulus were performed in all participants. The  $E/E_m$  ratio was calculated and values compared between both groups. The correlation between  $E/E_m$  ratio and age was assessed in healthy subjects.

**Results** *The  $E/E_m$  ratio was significantly higher in patients with heart failure than in healthy subjects. The cut-off value 11 had 85 % sensitivity and 93 % specificity in diagnosing heart failure. There was no statistically significant correlation between  $E/E_m$  ratio and age.*

**Conclusions** *By using TDE and  $E/E_m$  ratio, we can confirm the presence of elevated LV filling pressure in patients with heart failure.*

## Uvod

Pri obravnavi kritično bolnih je pogosto potreben hemodinamski nadzor z ocenitvijo polnilnega tlaka levega prekata (LP), ki nas vodi pri nadomeščanju tekočin pri teh bolnikih. Standardna preiskava za merjenje polnilnega tlaka LP je desnostranska srčna kateeterizacija s Swan-Ganzovim katetrom in merjenjem zagozditvenega tlaka v pljučni arteriji. Metoda je ob pravilni izvedbi zanesljiva, vendar je invazivna in bolnike izpostavlja dodatnemu tveganju. Že dalj časa so znane tudi ehokardiografske metode za oceno polnilnega tlaka LP, ki so neinvazivne, opravimo jih lahko hitro in ob bolnikovi postelji. V različnih raziskavah so tako ocenjevali deceleracijski čas zgodnje diastolične polnitve na mitralni zaklopki ( $DT_E$ ) in časovno razliko med trajanjem vala kasne polnitve na mitralni zaklopki (A) in reverznim A valom v pretoku pljučnih ven (1). Zanesljivost obeh parametrov je majhna,  $DT_E$  je povezan s polnilnim tlakom LP le pri bolnikih z oslABLjeno sistolično funkcijo (2). Razliko trajanja A valov je pri slabi preglednosti težko izmeriti, pri bolnikih z atrijsko fibrilacijo pa je zaradi odsotnosti vala A ne moremo uporabiti.

Pulzna tkivna doplerska ehokardiografija (TDE) omogoča natančno merjenje hitrosti opazovanega dela srčne mišice (3). Znano je, da je zgodnja diastolična tkivna doplerska hitrost, izmerjena na mitralnem obroču ( $E_m$ ), kazalec relaksacije LP. Je sorazmerno neodvisna od polnilnega tlaka LP in je verjetno najboljši doplerski označevalec diastolične funkcije levega prekata (4-7) tudi pri bolnikih z atrijsko fibrilacijo (8) in pomembno mitralno regurgitacijo (9).

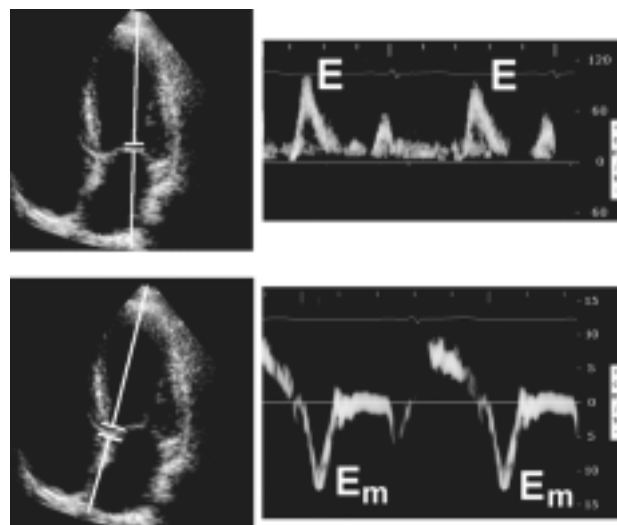
Hitrost zgodnje diastolične polnitve na mitralni zaklopki (E) je odvisna od polnilnega tlaka levega prekata in njegove diastolične funkcije. Razmerje  $E/E_m$  tako izniči vpliv diastolične funkcije LP in je neposredno povezano s polnilnim tlakom LV, kar so potrdile številne raziskave (10-14).

Namen raziskave je bil potrditi pomen razmerja  $E/E_m$  in že objavljenih mejnih vrednosti na širokem vzorcu bolnikov s srčnim popuščanjem in vrednosti razmerja  $E/E_m$  primerjati z vrednostmi pri zdravih preiskovancih.

## Metode

V raziskavo smo vključili 50 bolnikov (starih med 29 in 84 let), ki so bili napoteni na ehokardiografsko preiskavo s kliničnimi znaki srčnega popuščanja ne

glede na osnovno srčno bolezen, ritem in prisotnost mitralne regurgitacije. V kontrolno skupino smo vključili 30 preiskovancev (starih med 29 in 85 let) brez kliničnih, elektrokardiografskih in ehokardiografskih znakov srčne bolezni. Z ultrazvočnim aparatom ATL HDI 5000 in široko frekvenčno sondo (P4-2) smo preiskovancem opravili standardno ehokardiografsko preiskavo po priporočilih, vključno z merjenjem hitrosti zgodnje diastolične polnitve na mitralni zaklopki (E) (15). Opravili smo pulzno TDE mitralnega obroča na septalnem robu iz apikalne projekcije »štirikotnih votlin« tako, da je bil kot med vzdolžnim gibanjem prekata in ultrazvočnim snopom čim manjši. Velikost izbirnega volumna je bila 5 mm. V pulznem doplerskem zapisu smo izmerili hitrost zgodnjega diastoličnega signala ( $E_m$ ), ki je določen kot prvi negativni signal po valu T v sočasnem elektrokardiografskem zapisu (meritev prikazuje Sl. 1). Meritev



Sl. 1. Prikaz meritve zgodnje diastolične hitrosti na mitralni zaklopki (E) in zgodnje diastolične tkivno doplerske hitrosti mitralnega obroča na septalnem robu ( $E_m$ ) iz apikalnega položaja štirikotnih votlin pri zdravem preiskovancu:  $E = 98$  cm/s,  $E_m = 14,1$  cm/s, razmerje  $E/E_m = 6,9$ .

Figure 1. Measurement of early diastolic mitral valve velocity (E) and tissue Doppler early diastolic mitral annular velocity at septal border ( $E_m$ ) from apical four chamber view in a healthy subject:  $E = 98$  cm/s,  $E_m = 14.1$  cm/s,  $E/E_m$  ratio = 6.9.

smo pri bolnikih v sinusnem ritmu ponovili trikrat, pri bolnikih v atrijski fibrilaciji petkrat in izračunali povprečno vrednost.

Za statistično analizo smo uporabili program SPSS ver 13.0 (SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA). Hitrost  $E_m$  in razmerje  $E/E_m$  med obema skupinama smo primerjali z dvosmernim Studentovim t-testom. Z linearno regresijo smo ocenili povezavo med starostjo in razmerjem  $E/E_m$ . Ocenili smo specifičnost in občutljivost razmerja  $E/E_m$  za potrditev povišanega polnilnega tlaka LV pri različnih že objavljenih mejnih vrednostih in s pomočjo krivulje ROC (angl. »receiver-operating characteristic«) ocenili optimalno mejno vrednost za diagnozo srčnega popuščanja. Rezultati so statistično značilni pri  $p$ -vrednosti  $< 0,05$ .

## Rezultati

Pri vseh vključenih bolnikih smo brez tehničnih težav izmerili opazovane parametre, ki so prikazani v Razpredelnici 1. Pri zdravih preiskovancih sta bila hitrost  $E$  in razmerje  $E/E_m$  statistično značilno manjša kot pri bolnikih s srčnim popuščanjem, hitrost  $E_m$  je bila pri zdravih preiskovancih statistično značilno večja. Specifičnost in občutljivost posameznih vrednosti razmerja  $E/E_m$  za diagnozo srčnega popuščanja prikazuje Razpredelnica 2. Vrednost razmerja z največjo občutljivostjo in specifičnostjo je bila pri naših preiskovancih 11. Med starostjo in razmerjem  $E/E_m$  pri zdravih preiskovancih nismo ugotovili statistično značilne povezave ( $r = 0,32$ ,  $p = 0,08$ ).

## Razpravljanje

Ehokardiografija omogoča neinvazivno oceno številnih hemodinamskih parametrov v srcu, z uporabo modernejših metod tudi polnilnega tlaka levega prekata. Opravljena raziskava potrjuje, da pri bolnikih s srčnim popuščanjem z merjenjem razmerja  $E/E_m$  lahko potrdimo prisotnost povišanega polnilnega tlaka LP.

Nagueh s sodelavci je prvi ugotovil, da je razmerje  $E/E_m$  zelo dobro povezano s polnilnim tlakom levega prekata, ocenjenim z desnostransko srčno kateterizacijo in merjenjem zagoditvenega tlaka v pljučni arteriji (10). Povezava je bila zelo dobra tudi pri bolnikih s sinusno tahikardijo (11) in pri bolnikih z atrijsko fibrilacijo (8). Kasneje je Ommen s sodelavci povezoval med razmerjem  $E/E_m$  in polnilnim tlakom levega tlaka potrdil na velikem številu neizbranih preiskovancev, napotenih na srčno kateterizacijo (12). Ob merjenju tkivno doplernih hitrosti na septalnem robu mitralnega obroča so ugotovili, da je pri razmerju  $E/E_m > 15$  polnilni tlak LP zelo verjetno povišan (srednji diastolični tlak v LP  $> 12$  mm Hg), pri razmerju  $E/E_m < 8$  pa je polnilni tlak LP verjetno normalen. V vmesnem območju so priporočali uporabo dopolnilnih parametrov, kot sta razlika med trajanjem A vala na mitralni zaklopki in reverznega A vala v pljučnih venah ter spremembo razmerja  $E/A$  na mitralni zaklopki ob Valsalvinem manevru. V celostni oceni polnil-

Razpr. 1. Starost, zgodnja diastolična hitrost na mitralni zaklopki ( $E$ ), tkivno doplerna zgodnja diastolična hitrost mitralnega obroča ( $E_m$ ) in razmerje  $E/E_m$  pri obeh skupinah preiskovancev (podatki so podani kot povprečna vrednost  $\pm$  standardna deviacija; \* dvosmerni Studentov t-test neparnih vzorcev).

Table 1. Age, early mitral valve diastolic velocity, tissue Doppler early diastolic mitral annular velocity ( $E_m$ ) and  $E/E_m$  ratio in both groups of participants (data are presented as mean  $\pm$  standard deviation; \* two tailed Student unpaired t test).

	Zdravi preiskovanci Healthy participants (n = 30)	Bolniki s srčnim popuščanjem Heart failure patients (n = 30)	$p^*$
Starost (leta) Age (years)	63 $\pm$ 12	67 $\pm$ 10	0,08
Hitrost $E$ (cm/s) E velocity (cm/s)	59 $\pm$ 11	85 $\pm$ 35	$< 0,001$
Hitrost $E_m$ (cm/s) $E_m$ velocity (cm/s)	7,7 $\pm$ 1,5	4,5 $\pm$ 1,2	$< 0,001$
Razmerje $E/E_m$ $E/E_m$ ratio	7,9 $\pm$ 1,9	19,7 $\pm$ 9,1	$< 0,001$

Razpr. 2. Občutljivost in specifičnost posameznih vrednosti razmerja med zgodnjo diastolično hitrostjo na mitralni zaklopki in zgodnjo tkivno doplerno hitrostjo mitralnega obroča ( $E/E_m$ ) pri potrditvi diagnoze srčnega popuščanja.

Table 2. Sensitivity and specificity of different cut-off values of ratio between early mitral valve diastolic velocity and tissue Doppler early diastolic mitral annular velocity ( $E/E_m$ ) in diagnosing heart failure.

Razmerje $E/E_m$ $E/E_m$ ratio	Občutljivost Sensitivity	Specifičnost Specificity
8	100 %	60 %
11	85 %	93 %
15	62 %	100 %

nega tlaka LP je imelo razmerje  $E/E_m$  največjo napovedno vrednost.

V našo raziskavo smo vključili bolnike s kliničnimi znaki zastojnega srčnega popuščanja, pri katerih pričakujemo povišan polnilni tlak LP. Razmerje  $E/E_m$  je bilo nad 15 pri 62 % bolnikov s srčnim popuščanjem, pri vseh pa je bilo razmerje  $E/E_m$  večje kot 8. Pri zdravih preiskovancih je bilo razmerje  $E/E_m$  pri 60 % manjše kot 8, pri vseh pa manjše kot 15. Rezultati so skladni z rezultati prej omenjene raziskave (12).

Pri zdravih preiskovancih so v nedavni raziskavi ugotovili povečanje razmerja  $E/E_m$  s staranjem, kar naj bi bilo posledica povišanega polnilnega tlaka ob diastolični disfunkciji LP v starosti (16). Sami smo v že objavljeni raziskavi potrdili znižanje hitrosti  $E_m$  v starosti, verjetno kot posledica slabšanje diastolične funkcije (7). V sedANJI raziskavi statistično značilne povezave med staranjem in povečanjem razmerja  $E/E_m$  nismo potrdili, a se povezava med obema parametroma nakazuje. Za dodatno razjasnitev neskladja med rezultati načrtujemo nadaljnje raziskave na večjem številu zdravih starostnikov.

## Omejitve raziskave

V raziskavi polnilnega tlaka LP nismo ocenjevali z invazivnimi meritvami. Ocena polnilnega tlaka je temeljila na domnevi, da je pri simptomatskih bolnikih s srčnim popuščanjem polnilni tlak povišan, pri asimptomatskih zdravih preiskovancih pa normalen.

## Zaključki

Z raziskavo smo potrdili, da lahko z uporabo TDE in razmerja  $E/E_m$  tudi pri bolnikih s srčnim popuščanjem potrdimo povišan polnilni tlak levega prekata. Razmerje  $E/E_m$  nam je tako lahko v diagnostično pomoč pri obravnavi bolnikov, pri katerih diagnoza srčnega popuščanja na osnovi klinične slike in klasičnih ehokardiografskih parametrov ni povsem jasna. Spremljanje razmerja  $E/E_m$  pri posameznem bolniku omogoča neinvazivno oceno dinamike polnilnega tlaka LP in bi lahko bila v pomoč pri oceni ustreznosti medikamentnega zdravljenja.

## Literatura

- Nishimura RA, Abel MD, Hatle LK, et al. Relation of pulmonary vein to mitral flow velocities by transesophageal Doppler echocardiography: effect of different loading conditions. *Circulation* 1990; 81: 1488-97.
- Nishimura R, Tajik A. Evaluation of diastolic filling of left ventricle in health and disease: Doppler echocardiography is the clinician's Rosetta Stone. *J Am Coll Cardiol* 1997; 30: 8-18.
- Tasič J, Ružič-Medvešček N. Tkivna doplerska ehokardiografija. *Med Razgl* 1999; 38 Suppl 6: 20-5.
- Sohn DW, Chai IH, Lee DJ, Kim HC, Kim HS, Oh BH, et al. Assessment of mitral annulus velocity by Doppler tissue imaging in the evaluation of left ventricular diastolic function. *J Am Coll Cardiol* 1997; 30: 474-80.
- Garcia MJ, Thomas JD, Klein AL. New Doppler echocardiographic applications for the study of diastolic function. *J Am Coll Cardiol* 1998; 32: 865-75.
- Oki T, Tabata T, Yamada H, Wakatsuki T, Mishiro Y, Abe M, et al. Left ventricular diastolic properties of hypertensive patients measured by pulsed tissue Doppler imaging. *J Am Soc Echocardiogr* 1998; 11: 1106-12.
- Tretjak M, Koželj M. Ocena funkcije levega prekata s tkivno doplersko ehokardiografijo. *Zdrav Vestn* 2004; 73: 663-7.
- Sohn DW, Song JM, Zo JH, Chai IH, Kim HS, Chun HG, Kim HC. Mitral annulus velocity in the evaluation of left ventricular diastolic function in atrial fibrillation. *J Am Soc Echocardiogr* 1999; 12: 927-31.
- Alam M, Wardell J, Andersson E, Nordlander R, Samad B. Assessment of left ventricular function using mitral annular velocities in patients with congestive heart failure with or without the presence of significant mitral regurgitation. *J Am Soc Echocardiogr* 2003; 16: 240-5.
- Nagueh SF, Middleton KJ, Kopelen HA, Zoghbi WA, Quinones A. Doppler tissue imaging: a non-invasive technique for evaluation of left ventricular relaxation and estimation of filling pressures. *J Am Coll Cardiol* 1997; 30: 1527-33.
- Nagueh S, Mikari I, Kopelen H, Middleton K, Quinones M, Zoghbi W. Doppler estimation of left ventricular filling pressure in sinus tachycardia. A new application of tissue Doppler imaging. *Circulation* 1998; 98: 1644-50.
- Ommen S, Nishimura R, Appleton C, Miller F, Oh J, Redfield M, Tajik A. Clinical utility of Doppler echocardiography and tissue Doppler imaging in the estimation of left ventricular filling pressures. *Circulation* 2000; 102: 1788-94.
- Dokainish H, Zoghbi W, Lakkis N, Al-Bakshy F, Dhir M, Quinones M, Nagueh S. 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.
- Oh JK. Echocardiography as a noninvasive Swan-Ganz Catheter. *Circulation* 2005; 111: 3192-4.
- Cheitlin MD, Armstrong WF, Aurigemma GP, Beller GA, Bierman FZ, Davis JL, et al. ACC/AHA/ASE 2003 guideline update for the clinical application of echocardiography: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (ACC/AHA/ASE Committee to Update the 1997 Guidelines for the Clinical Application of Echocardiography). 2003.
- De Sutter J, De Backer J, Van de Veire N, Velghe A, De Buyzere M, Gillebert TC. Effects of age, gender, and left ventricular mass on septal mitral annulus velocity (E') and the ratio of transmitral early peak velocity to E' (E/E'). *Am J Cardiol* 2005; 95: 1020-3.