

The role of rotation assessed by 3D speckle tracking echocardiography in determination of origin of heart failure

Úloha rotácie získanej 3D speckle tracking echokardiografiou v určení etiológie srdcového zlyhávania

Vachalcová M, Valočik G, Kurečko M, Dvorožňáková M, Jankajová M

Klinika kardiológie, Východoslovenský ústav srdcových a cievnych chorôb, a.s. a LF UPJŠ, Košice, Slovenská republika

Vachalcova M, Valocik G, Kurecko M, Dvoroznakova M, Jankajova M. **The role of rotation assessed by 3D speckle tracking echocardiography in determination of origin of heart failure.** Cardiology Lett. 2016;25(1):16–21

Abstract. *Aim:* It is known that the apical rotation assessed by speckle tracking echocardiography (STE) is an effective non-invasive parameter reflecting the global contractility of the left ventricle (LV). The change of its direction and loss of left ventricular torsion is associated with significant left ventricular remodeling, advanced electrical dyssynchrony, reduction of systolic function, increased filling pressures and indicates the development of heart failure. The aim of this study was to investigate the main parameters assessed by three-dimensional (3D) STE to distinguish between ischemic and nonischemic etiology of heart failure (HF).

Methods: 38 patients with moderate to severe systolic LV dysfunction were included into this study. 19 patients (age 64.6 ± 9.1 years, EF $27.7 \pm 11.3\%$) had history of myocardial infarction (IM), revascularization or $\geq 75\%$ occlusion of one or multiple epicardial arteries assessed by selective coronarography. 19 patients (age 67.6 ± 10.0 years, EF $27.3 \pm 7.7\%$) had no significant coronary disease. All patients have undergone two-dimensional (2D) and 3D transthoracic echocardiography (TTE). In addition to standard echocardiographic parameters, using 3D STE, we assessed global longitudinal strain (GLS) and rotational parameters of LV

Results: There were no differences in standard TTE and STE parameters including GLS (-8.1 ± 4.6 vs. $-8.3 \pm 3.0\%$, $p = 0.42$) between the two groups of patients. Significant differences were detected only in the LV apical rotation (5.0 ± 3.6 degrees vs. 2.3 ± 2.4 degrees, $p < 0.004$). The cut-off value to distinguish between ischemic and non-ischemic HF etiology was 3.16° (AUC 0.77; 95% CI, 0.61 to 0.89; $p < 0.0009$).

Conclusion: According to our results, the apical rotation assessed by 3D STE is significantly lower in patients with nonischemic etiology of HF. This finding could serve for noninvasive differentiation of HF related to dilated cardiomyopathy and CAD. Fig. 3, Tab. 2, Ref. 9, Online full text (Free, PDF) www.cardiology.sk

Key words: apical rotation – speckle tracking echocardiography – heart failure – coronary artery disease – dilated cardiomyopathy

Vachalcová M, Valočik G, Kurečko M, Dvorožňáková M, Jankajová M. **Úloha rotácie získanej 3D speckle tracking echokardiografiou v určení etiológie srdcového zlyhávania.** Cardiology Lett. 2016;25(1):16–21

Abstrakt. *Ciele:* Známe je, že apikálna rotácia získaná metódou speckle tracking echocardiography (STE) je efektívnym neinvazívnym parametrom odrážajúcim globálnu kontraktilitu ľavej komory (LK). Zmena smeru apikálnej rotácie a strata torzie LK súvisia s významnou remodeláciou LK, zvýšenou elektrickou dyssynchroniou, redukciou systolickej funkcie, zvýšenými plniacimi tlakmi a indikujú pokročilosť srdcového zlyhávania. Cieľom našej práce bolo určiť determinujúce rotačné parametre pomocou trojrozmernej (3D) STE, ktoré umožňujú odlíšiť ischemickú od neischemickej etiológie srdcového zlyhávania (SZ).

Metódy: Do štúdie bolo zahrnutých 38 pacientov so stredne závažnou až závažnou systolickou dysfunkciou ĽK. 19 pacientov (vek $64,6 \pm 9,1$ rokov, EF $27,7 \pm 11,3$ %) malo anamnézu prekonaného infarktu myokardu (IM), revaskularizácie alebo koronarograficky dokumentovaných ≥ 75 % stenózu jednej alebo viacerých veľkých epikardiálnych artérií. 19 pacientov (vek $67,6 \pm 10,0$ rokov, EF $27,3 \pm 7,7$ %) bolo bez signifikantného koronárneho postihnutia. Všetci pacienti boli vyšetrení dvojrozmernou (2D) a 3D transtorakálnou echokardiografiou (TTE). Okrem štandardných echokardiografických parametrov sme pomocou 3D STE hodnotili aj globálnu longitudinálnu deformáciu (GLS) a rotačné parametre ĽK.

Výsledky: Medzi pacientmi s ischemickou a neischemickou etiológiou SZ sa nepozorovali rozdiely v štandardných TTE a STE parametroch, vrátane GLS ($-8,1 \pm 4,6$ vs $-8,3 \pm 3,0$ %, $p = 0,42$). Významné rozdiely sa zistili iba v apikálnej rotácii ĽK ($5,0 \pm 3,6$ stupňov vs. $2,3 \pm 2,4$ stupňov, $p < 0,004$). Hraničná hodnota rozlišujúca medzi ischemickou a neischemickou etiológiou bola $3,16^\circ$ (AUC 0,77; 95 % CI, 0,61-0,89; $p < 0,0009$).

Záver: Podľa výsledkov našej práce je apikálna rotácia získaná 3D STE signifikantne nižšia pri SZ neischemického pôvodu v porovnaní s ischemickým. Táto skutočnosť poslúži na neinvazívne odlíšenie ischemickej a neischemickej etiológie SZ. Obr. 3, Tab. 2, Lit. 9, Online full text (Free, PDF) www.cardiology.sk

Kľúčové slová: apikálna rotácia – speckle tracking echokardiografia – srdcové zlyhávanie – ischemická choroba srdca – dilatčná kardiomyopatia

Echokardiografia je najpoužívanejšia zobrazovacia metóda pri diagnostike srdcového zlyhávania (SZ) a sledovaní efektu liečby. Technologické pokroky umožnili sledovať deformáciu myokardu a tým posúdiť jeho globálnu a regionálnu funkciu. Analýza myokardiálnej deformácie sa postupne vyvíjala od tkanivovej Dopplerovskej metódy cez dvojrozmernú (2D) až k najnovšej trojrozmernej (3D) speckle tracking echokardiografii (STE).

Epidemiologické prieskumy a rozsiahle klinické štúdie preukázali horšiu prognózu pacientov s ischemickou etiológiou SZ ako u pacientov s neischemickým SZ. Pojem neischemické SZ zahŕňa rôzne podskupiny, ako sú napríklad cor hypertonicum, myokarditída, alkoholová a tachykardiou indukovaná kardiomyopatia (1). Vzhľadom na prognózu a odlišné terapeutické prístupy by príčina SZ mala byť odhalená u každého pacienta. Pokiaľ je nám známe, doteraz nebol stanovený žiadny echokardiografický parameter, ktorý by odlíšil ischemické SZ od neischemického.

Preto sme sa v našej práci zamerali na determinovanie základných 3D echokardiografických ukazovateľov, ktoré by umožnili rozhodnúť medzi ischemickou a neischemickou etiológiou SZ. Použili sme 3D transtorakálnu echokardiografiu (TTE) a 3D STE na analýzu dvoch skupín pacientov so SZ. Skupinu s dokázanou ischemickou chorobou srdca alebo významnou stenózou v koronárnom riečisku a skupinu bez signifikantného koronárneho postihnutia.

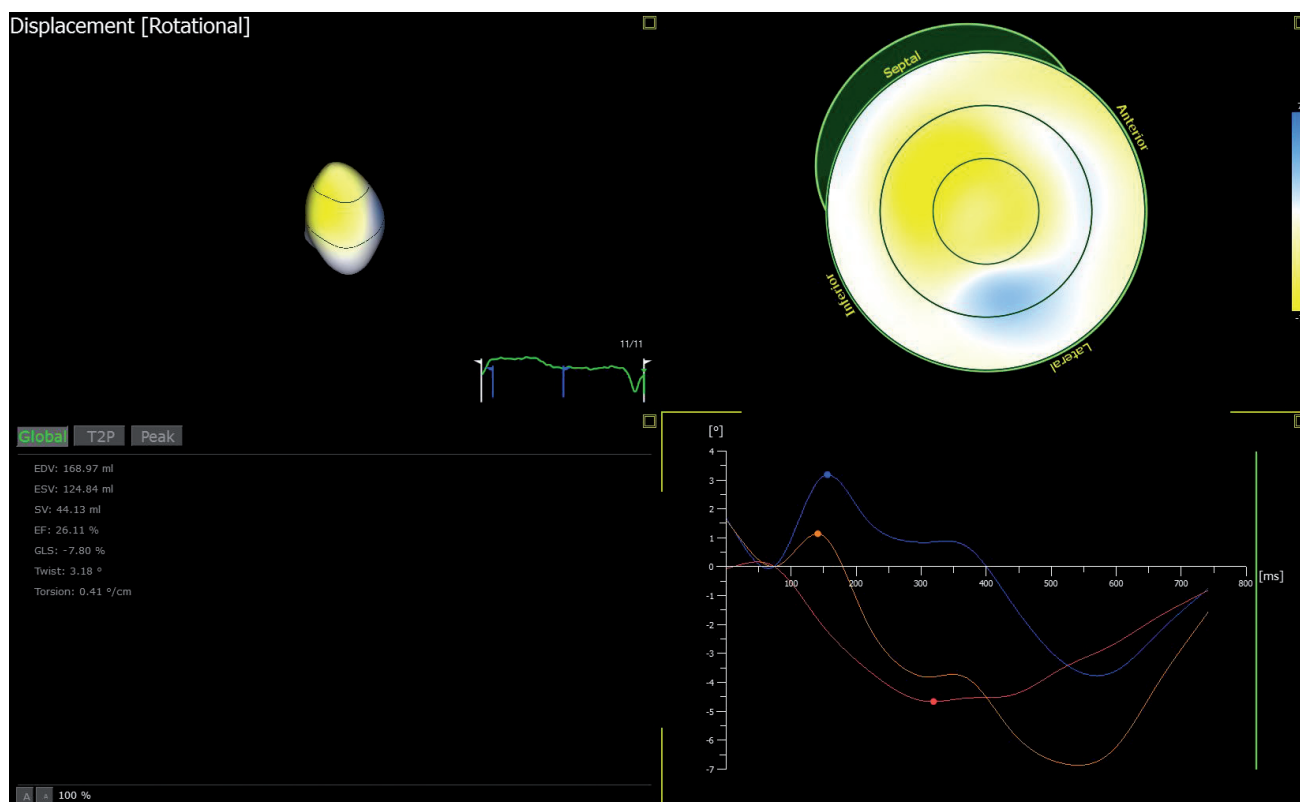
Materiál a metódy

Do sledovania boli zahrnutí pacienti hospitalizovaní na Klinike kardiológie Východoslovenského ústavu srdcových a cievnych chorôb v období od marca 2012 do júna 2014. Každý pacient absolvoval 2D a 3D TTE vyšetrenie použitím echokardiografického prístroja Siemens SC2000

s 2,5-3,75 MHz sondou 4Z1c (Siemens Medical Solutions, Inc., Mountain View v Kalifornii USA). Všetci pacienti boli vyšetrení selektívnou koronarografiou. Medzi inklúzne kritériá patrili ejekčná frakcia (EF) nižšia ako 45 %, absencia infarktu myokardu v posledných troch mesiacoch a dobrá kvalita echokardiografických nahrávok. Vybrali sme 19 pacientov s neischemickým SZ a 19 pacientov s anamnézou prekonaného IM, revaskularizácie alebo dokázanou ≥ 75 % stenózou aspoň jednej z veľkých epikardiálnych artérií.

Zostavili sme zoznam hlavných echokardiografických parametrov hodnotiacich systolickú a diastolickú funkciu ľavej komory (ĽK). Použitím 3D STE sme analyzovali globálnu longitudinálnu deformáciu (GLS) a rotačné parametre. Echokardiografické hodnotenie dodržiavalo odporúčania American Society of Echocardiography. Echokardiografické premenné boli analyzované off-line použitím Image Arena Workstation (TomTec, Mnichov, Nemecko). Merania uskutočnil skúsený echokardiografista, bez prístupu ku klinickým údajom a diagnostickým výsledkom počas hodnotenia. Ejekčná frakcia ľavej komory, objem ĽK na konci diastoly (EDV) a systoly (ESV) boli získané modifikovaným Simpsonovým pravidlom. Masu ĽK a jej indexovanú hodnotu (indexovaná na plochu povrchu tela v m^2) sme vypočítali použitím vzorca podľa Devereux et al.

Diastolická funkcia ĽK bola určená prostredníctvom pulzného dopplerovského vyšetrenia prietoku cez mitrálnu chlopuňu. Merala sa vrcholová rýchlosť vlny E (vlna skorého plnenia), deceleračný čas vlny E a vrcholová rýchlosť vlny A (vlna neskorého plnenia daná predsieňovou kontrakciou). Rýchlosť myokardu v oblasti septálneho okraja mitrálneho anulu v systole (S_m) a diastole (E_m) bola určená prostredníctvom pulzného dopplerovského tkanivového vyšetrenia. Ako ukazovateľ plniaceho tlaku ĽK bol vypočítaný pomer E/E_m . Objem ľavej predsieň sa získal použitím metódy podľa Simpsona, v apikálnej štvordutinovej a dvojduťinovej



Obrázok 1 3D echokardiografické hodnotenie rotačných parametrov ľavej komory u pacienta s ischemickým srdcovým zlyháváním
Figure 1 3D echocardiographic assessment of left ventricular rotational parameters in ischemic heart failure

projekcii a následne indexovaný na povrch tela (LAVI). Počas dopplerovského vyšetrenia boli spriemerované hodnoty z troch srdcových cyklov pri sínusovom rytme a z piatich cyklov v prípade fibrilácie predsiení.

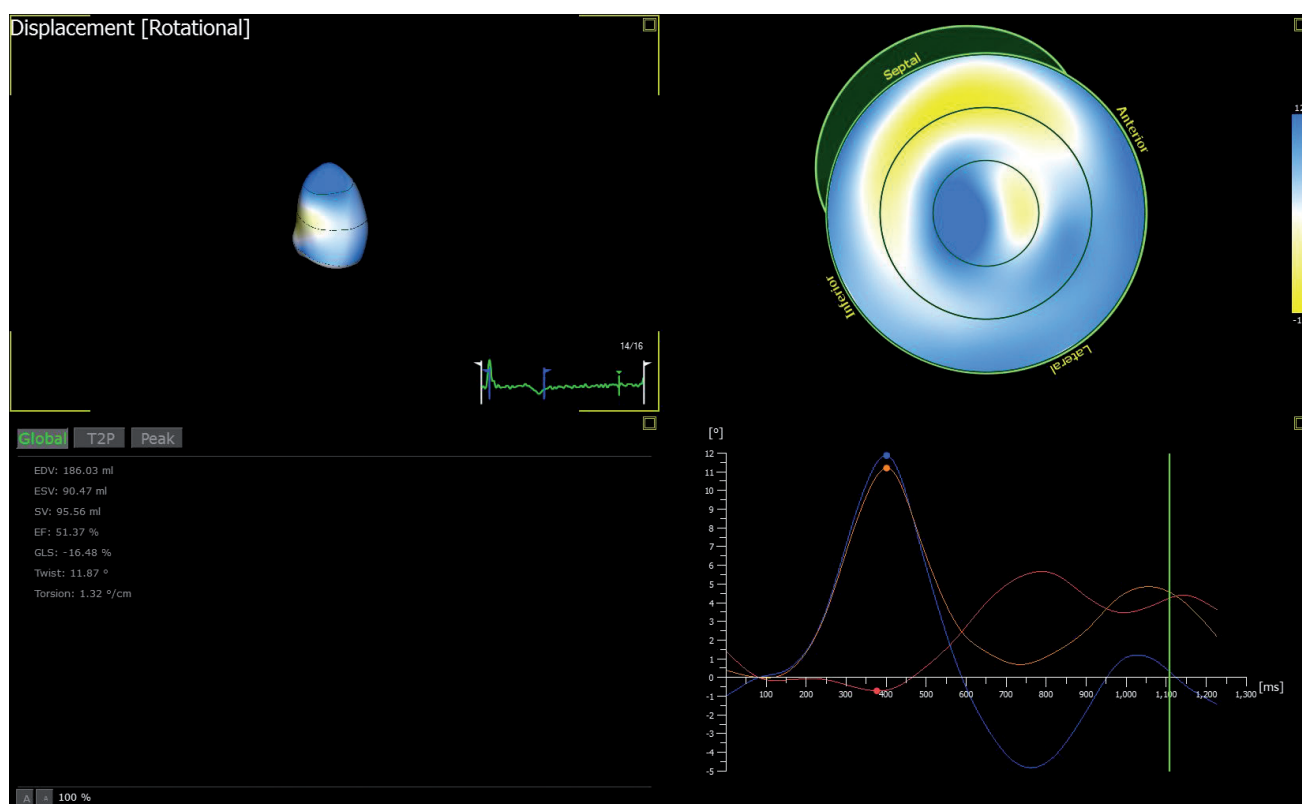
Apikálnu štvordutinovú, dvojduťtinovú projekciu a tri projekcie na krátku os (na úrovni bázy, papilárnych svalov a hrotu) sme použili na obkreslenie endokardu a epikardu v trojrozmernom zobrazení. Endokard a epikard LK sa automaticky obkreslil 3D softvérom. V prípade nepresností sme uskutočnili manuálne úpravy. Podľa definície American Society of Echocardiography sa použil 16 segmentový model LK. Sledovanie pohybu steny 3D softvérom umožňuje súčasne stanovenie globálnej longitudinálnej, cirkumferenciálnej a radiálnej systolickej deformácie, ako aj rotácie všetkých 16 segmentov LK. Software následne vypočíta priemerný rozmer otáčania šiestich bazálnych (septálny, inferiórny, posteriórny, laterálny, anteriórny a anteroseptálny) a štyroch apikálnych (septálny, inferiórny, laterálny a anteriórny) segmentov. Twist LK je definovaný ako rozdiel rotácie apikálnych segmentov oproti bazálnym. Delením twist LK vzdialenosťou medzi apikálnymi a bazálnymi segmentmi získame torziu. **Obrázky 1 a 2** zobrazujú hodnotenie rotačných parametrov ľavej komory 3D STE u pacienta s ischemickým a neischemickým SZ.

Štatistická analýza

Hodnoty boli vyjadrované ako priemerná hodnota $\pm$ SD. Porovnania klinických a echokardiografických premenných medzi pacientmi s ischemickou a neischemickou príčinou SZ sa uskutočnili párovým a nepárovým t testom pre parametrické údaje a χ^2 testom pre neparametrické údaje. Premenné s hladinou významnosti $p < 0,05$ sme považovali za signifikantné. ROC analýza (receiver-operating characteristic curves) bola použitá na hodnotenie senzitivity, špecificity a hraničnej hodnoty štatisticky významnej premennej. Všetky štatistické analýzy boli uskutočnené použitím SPSS Statistics 20 (IBM, Chicago, IL, USA).

Výsledky

Do štúdie bolo spolu zahrnutých 38 pacientov (19 s ischemickou a 19 s neischemickou etiológiou SZ). Priemerný vek celej kohorty bol $66,1 \pm 9,6$ rokov. Z 38 pacientov, 81,6 % (31/38) bolo mužského pohlavia. Medzi pacientmi s ischemickou a neischemickou etiológiou SZ sa nezistili rozdiely v štandardných TTE a STE parametroch vrátane GLS ($-8,1 \pm$



Obrázok 2 3D echokardiografické hodnotenie rotačných parametrov ľavej komory u pacienta s neischemickým srdcovým zlyhávaním
Figure 2 3D echocardiographic assessment of left ventricular rotational parameters in nonischemic heart failure
 EDV – objem na konci diastoly (end-diastolic volume), ESV – objem na konci systoly (end-systolic volume), SV – vývrhový objem (stroke volume), EF – ejekčná frakcia (ejection fraction), GLS – globálna longitudinálna deformácia (global longitudinal strain)

4,6 vs. $-8,3 \pm 3,0$ %, $p = 0,42$). Významné rozdiely sme zistili iba v apikálnej rotácii LK ($5,0 \pm 3,6$ stupňov vs. $2,3 \pm 2,4$ stupňov, $p = 0,004$). Základné klinické a echokardiografické premenné oboch podskupín sú prezentované v **tabuľkách 1 a 2**.

Na základe ROC analýzy hodnota apikálnej rotácie 3,16 mala 78,9 % senzitivitu a 73,7 % špecifickosť na posúdenie pôvodu SZ (AUC 0,77; 95 % CI, 0,61-0,89; $p < 0,0009$) (**obrázok 3**).

Tabuľka 1 Klinické údaje

Table 1 Baseline characteristics

	ICHS	DKMP	p
Vek (Age)	64,58 $\pm$ 9,15	67,63 $\pm$ 9,98	$p = 0,17$
sTK (mmHg)	134,89 $\pm$ 21,63	124,74 $\pm$ 15,5	$p = 0,08$
dTK (mmHg)	80,79 $\pm$ 13,57	77,37 $\pm$ 16,36	$p = 0,22$
DM (n)	9 (19)	6 (19)	$p = 0,16$
Hypercholesterolémia (n)	8 (19)	3 (19)	$p = 0,04$

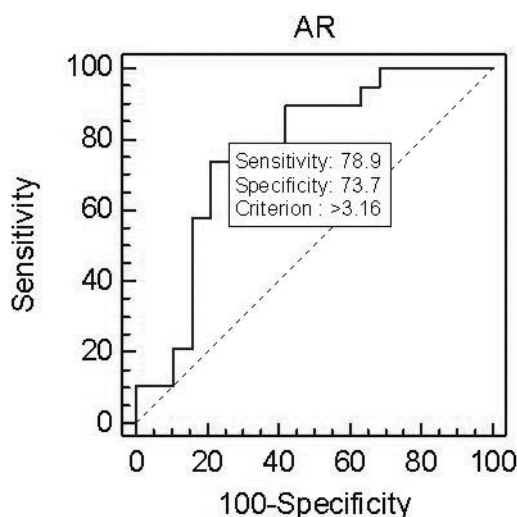
sTK – systolický tlak krvi (systolic blood pressure), dTK – diastolický tlak krvi (diastolic blood pressure), DM – Diabetes mellitus, hypercholesterolémia (hypercholesterolaemia), ICHS – ischemická choroba srdca (coronary artery disease), DKMP – dilatčná kardiomyopatia (dilated cardiomyopathy)

Tabuľka 2 Echokardiografické parametre

Table 2 Echocardiographic parameters

	ICHS	DKMP	p
AR (st.)	4,97 $\pm$ 3,56	2,32 $\pm$ 2,42	$p = 0,004$
BR (st.)	-2,17 $\pm$ 2,5	-2,84 $\pm$ 1,75	$p = 0,17$
Twist (st.)	5,28 $\pm$ 4,64	3,58 $\pm$ 3,37	$p = 0,09$
Torzia (st./cm)	0,64 $\pm$ 0,61	0,44 $\pm$ 0,39	$p = 0,11$
GLS (%)	-8,09 $\pm$ 4,59	-8,33 $\pm$ 2,99	$p = 0,42$
EF (%)	27,69 $\pm$ 11,25	27,26 $\pm$ 7,72	$p = 0,45$
EDV (ml)	163,61 $\pm$ 50,24	163,5 $\pm$ 54,63	$p = 0,5$
ESV (ml)	118,37 $\pm$ 47,97	121,29 $\pm$ 51,46	$p = 0,42$
LAV (ml)	77,28 $\pm$ 47,08	65,63 $\pm$ 29,58	$p = 0,09$
SDI (%)	7,99 $\pm$ 4,19	10,21 $\pm$ 5,33	$p = 0,15$
DTE (ms)	162,82 $\pm$ 71,15	216,26 $\pm$ 117,88	$p = 0,06$
E/A	1,68 $\pm$ 1,5	1,28 $\pm$ 1,2	$p = 0,24$
E/E'	15,39 $\pm$ 9,21	12,97 $\pm$ 5,14	$p = 0,17$

AR – apikálna rotácia (apical rotation), BR – bazálna rotácia (basal rotation), GLS – globálna longitudinálna deformácia (global longitudinal strain), EF – ejekčná frakcia (ejection fraction), EDV – end-diastolický objem (enddiastolic volume), ESV – endsystolický objem (endsystolic volume), LAV – objem ľavej predsene (left atrial volume), SDI – index systolickej dyssynchronie (systolic dyssynchrony index), DTE – deceleračný čas vlny E (E wave deceleration time), E' – včasná diastolická rýchlosť myokardu v oblasti bazálneho septa (tissue doppler early diastolic myocardial velocity of the basal septum)



Obrázok 3 ROC krivka apikálnej rotácie pre ischemické a neischemické srdcové zlyhávajúce

Figure 3 Receiver-operating characteristic curve for the apical rotation
AR – apikálna rotácia (apical rotation)

Diskusia

Naša štúdia dokazuje, že apikálna rotácia (AR), získaná 3D STE, je hlavným echokardiografickým parametrom, pomocou ktorého dokážeme odlišiť ischemickú a neischemickú etiológiu SZ.

Apikálna rotácia predstavovala jedinou štatisticky významnú premennú. Na základe ROC analýzy bola stanovená jej hraničná hodnota 3,16°, ktorá umožňuje rozlíšiť ischemický a neischemický pôvod SZ. V rámci ostatných echokardiografických parametrov, vrátane EF, twist a GLS, nebola preukázaná štatistická významnosť.

Selektívna koronarografia je štandardnou metódou na diagnostiku koronárnej choroby srdca. Napriek jej rutinnému používaniu v klinickej praxi je časovo náročná, spojená s radiačnou záťažou a mnohými komplikáciami. Pacienti bez nálezu signifikantnej stenózy v koronárnom riečisku a bez odhalenia inej príčiny poklesu EF LK majú často stanovenú diagnózu dilatácie kardiomyopatie (DKMP) (2).

McCrohon et al. (2) dokázali, že magnetická rezonancia srdca (CMR) s použitím gadolína je perspektívnou neinvazívnou metódou na odlíšenie medzi DKMP a dysfunkciou LK spôsobenou ischemickou chorobou srdca (ICHS). Všetci pacienti s ICHS mali v subendokardiálnej alebo transmuralnej oblasti fibrózu, ktorá sa zobrazila prejasnením s vychytním gadolína. Pacienti s DKMP boli rozdelení do troch podskupín, bez vychytnia gadolína, so subendokardiálnym a transmuralným zvýraznením (podobne ako v skupine s ICHS) a s nerovnomerným vychytním, bez vzťahu k povodiu koronárnych artérií. Podskupina bez vychytnia gadolína zreteľne odlišila

pacientov bez ICHS. V podskupine s rovnakým rutinným echokardiografickým nálezom a obrazom ako u pacientov s koronárnou chorobou, ale bez preukázateľných obštrukčných koronárnych lézií, subendokardiálne a transmuralne zvýraznenie silno indikovalo prekonaný infarkt myokardu. U týchto pacientov bola dokumentovaná rekanalizácia alebo embolicky podmienená oklúzia koronárnej artérie. Autori zdôrazňujú, že klinická diagnóza v druhej podskupine pacientov, liečených ako neischemická DKMP, bola nesprávna a CMR je vhodnou metódou odlíšenia SZ spôsobeného ICHS alebo DKMP.

Na posúdenie koronárnych artérií sa v súčasnosti používa aj MR a CT koronarografia. Tieto vyšetровacie metódy si vyžadujú prípravu pacienta, sú finančne a časovo náročné, čo sťažuje ich rutinné využitie.

Pokiaľ je nám známe, doposiaľ nebola publikovaná žiadna štúdia, ktorá by stanovila echokardiografický parameter, rozhodujúci medzi ischemickou a neischemickou etiológiou SZ.

Ľavá komora sa skladá zo šikmo prebiehajúcich svalových vlákien, ktoré sú subendokardiálne pravotočivé, v strednej vrstve myokardu smerujú prevažne cirkulárne a v subepikardiálnej oblasti pokračujú ľavotočivo. Funkčným dôsledkom tejto trojrozmernej skrutkovitej štruktúry je cyklické systolické skrútenie (twist), vyplývajúce z otáčania bázy LK v smere hodinových ručičiek a rotácie jej hrotu proti smeru hodinových ručičiek (keď sa pozeráme z oblasti srdcového hrotu) (3).

Rotácia zodpovedá otáčaniu myokardu v jednotlivých rovinách na krátku os okolo pozdĺžnej osi LK a je vyjadrená v stupňoch alebo radiánoch. Podľa dohody je otáčaniu proti smeru hodinových ručičiek pridelená pozitívna hodnota, kým hodnota rotácie v smere hodinových ručičiek je záporná. Inicialne, počas fázy izovolumickej kontrakcie, prebieha globálna rotácia LK proti smeru hodinových ručičiek, pri pohľade zo srdcového hrotu. V priebehu ejekčnej fázy pokračuje hrot v rotácii proti smeru hodinových ručičiek, kým sa báza otáča v smere hodinových ručičiek. Vo fáze izovolumickej relaxácie sa hrot rýchlo odvracia a rotuje v smere hodinových ručičiek, aby umožnil aktívne diastolické plnenie LK. Rozskrútenie (untwisting) LK je dokončené na začiatku diastoly.

Twist je definovaný ako celkový rozdiel rotácie medzi hrotom a bázou a je taktiež vyjadrený v stupňoch alebo radiánoch. Twist LK je riadený subepikardiálnymi vláknami, ktoré majú väčšiu silu a polomer rotácie. Delením twist LK vzdialenosťou medzi hrotovými a bazálnymi segmentmi získame torziu v stupňoch alebo radiánoch na cm (4).

Twist má kľúčovú úlohu vo využití mechanickej energie srdca, pretože umožňuje, aby len 15 % skrátenie svalových vlákien viedlo až ku 60 % redukcii objemu LK (5).

U pacientov s ICHS strata pôsobenia subendokardiálnych vlákien myokardu umožní subepikardiálnym vláknám udržať smer apikálnej rotácie. Kroeker et al. (6) pomocou zariadenia pripojeného k hrotu LK u 16 psov dokázali pokles otáčania hrotu pri ischémii spôsobenej

oklúziou ramus interventricularis anterior (RIA) a ramus circumflexus (RCX). Počas prvých desiatich sekúnd oklúzie došlo k paradoxnému zvýšeniu AR, ktorá bola spôsobená izolovanou subendokardiálnou ischémiou vedúcou k strate jej protismerného pôsobenia. V doteraz uverejnených štúdiách je zhoda v tom, že AR je znížená pri IM, ale iba v prípade ovplyvnenia systolickej funkcie LK ischémiou. Priemerná hodnota vrcholovej systolickej AR u pacientov po prekonanom IM bola $4,1^\circ$ (7). Nami získaná hodnota 5° je porovnateľná s doterajšími štúdiami.

V protiklade s ICHS, u pacientov s neischemickou DKMP je poškodená subendokardiálna aj subepikardiálna vrstva myokardu. Vedie to k strate dynamickej interakcie medzi protismerne vinutými vláknami myokardu a k poklesu otáčania hrotu až zmene smeru jeho rotácie. Hodnota AR je preto nižšia v porovnaní s ICHS. Potvrďuje to aj nedávno publikovaná štúdia Haghighi et al. (8). Autori v nej dokázali, že systolická torzia pri neischemickej DKMP s dysfunkčnou LK bola charakterizovaná prerušením hrotovej rotácie proti smeru hodinových ručičiek ešte pred ukončením systoly. Veľkosť a tvar LK sa postupne s jej remodeláciou menia a tým dochádza aj k zmene rotačných parametrov. Priemerná uverejnená hodnota vrcholovej systolickej AR u pacientov s DKMP bola $0,1^\circ$ (7). V našom sledovaní bola táto hodnota 2° .

Naša štúdia dokazuje dôležitosť apikálnej rotácie, získanej 3D STE, ako vhodného parametra na posúdenie ischemickej a neischemickej etiológie SZ a súčasne primeraného manažmentu pacientov so SZ.

Štúdia má svoje limitácie. Relatívne nízke priestorové rozlíšenie trojrozmerného pohybu steny môže mať vplyv na vymedzenie endokardiálnej a epikardiálnej plochy myokardu, a tým na presnosť obkreslenia LK.

Koronárnu chorobu považujeme za príčinu SZ, ak je prítomná anamnéza IM, revaskularizácie (chirurgickej alebo perkutánnej), alebo je prítomná stenóza $\geq 75\%$ hlavného kmeňa (HK), respektíve proximálneho ramus interventricularis anterior (RIA), alebo ak sú prítomné stenózy $\geq 75\%$ aspoň dvoch veľkých epikardiálnych tepien (9). V našej štúdii sme za príčinu ischemickej etiológie SZ u pacientov bez anamnézy IM alebo revaskularizácie považovali aj $\geq 75\%$ stenózu aspoň jednej veľkej epikardiálnej tepny.

Ako už bolo spomenuté, CMR je perspektívna neinvazívna metóda odlišujúca medzi ischemickým a neischemickým SZ. Jej použitie ako zlatého štandardu na porovnanie voči 3D STE by bolo prínosné pre validáciu doterajších výsledkov.

Za vhodné považujeme aj rozšírenie počtu sledovaných pacientov na posúdenie ďalších štatisticky významných pre-

menných a upresnenie hraničnej hodnoty rozlišujúcej medzi ischemickým a neischemickým SZ.

Záver

Naša štúdia dokazuje, že AR je perspektívnym echokardiografickým parametrom hodnotenia etiológie systolickej dysfunkcie LK. Jej hraničná hodnota $3,16^\circ$ umožňuje rozlišovať medzi ischemickým a neischemickým pôvodom SZ. Tento parameter získaný 3D STE by mohol byť využitý v klinickej praxi na hodnotenie pôvodu, riziková stratifikáciu a nastolenie adekvátnej liečby pacientov so SZ. Za veľkú výhodu 3D STE považujeme jej relatívne dobrú dostupnosť, nižšie finančné náklady, úsporu času a využívanie ultrazvukových vln namiesto ionizačného žiarenia.

Literatúra

1. Follath F. Ischemic versus non-ischemic heart failure: should the etiology be determined? *Heart Fail Monit* 2001;1(4):122-125.
2. McCrohon JA, Moon JC, Prasad SK, et al. Differentiation of heart failure related to dilated cardiomyopathy and coronary artery disease using gadolinium-enhanced cardiovascular magnetic resonance. *Circulation* 2003;108(1):54-59.
3. Tavakoli V, Sahba N. Assessment of age-related changes in left ventricular twist by 3-dimensional speckle-tracking echocardiography. *J Ultrasound Med* 2013;32(8):1435-1441.
4. Cheung YF. The role of 3D wall motion tracking in heart failure. *Nat Rev Cardiol* 2012;9(11):644-657.
5. Dalen VM, Geleijnse ML. Left ventricular twist in cardiomyopathy. (online). 12.6.2013 (cit. 1.8.2015). Dostupné z: <<http://www.intechopen.com/books/cardiomyopathies/left-ventricular-twist-in-cardiomyopathy>>.
6. Kroeker CA, Tyberg JV, Beyar R. Effects of ischemia on left ventricular apex rotation. An experimental study in anesthetized dogs. *Circulation* 1995;92(12):3539-3548.
7. Phillips AA, Cote AT, Bredin SS, et al. Heart disease and left ventricular rotation – a systematic review and quantitative summary. *BMC Cardiovasc Disord.* (online). 24.6.2012 (cit. 1.8.2015). Dostupné z: <<http://www.biomedcentral.com/1471-2261/12/46>>.
8. Haghighi ZO, Alizadehasl A, Moladoust H, et al. Left ventricular torsional parameters in patients with non-ischemic dilated cardiomyopathy. *Arch Cardiovasc Imaging* 2015;3(1):e26751.
9. Felker GM, Shaw LK, O'Connor CHM. A standardized Definition of Ischemic Cardiomyopathy for Use in Clinical Research. *J Am Coll Cardiol* 2002;39(2):210-218.