

Indications for speckle tracking echocardiography in routine practice

Indikácie speckle tracking echokardiografie v rutinnej praxi

Dúbrava J

Oddelenie neinvazívnej kardiológie, Univerzitná nemocnica Bratislava, Slovenská republika

Dubrava J. **Indications for speckle tracking echocardiography in routine practice.** Cardiology Lett. 2022;31(2):112–119

Abstract. The potential of speckle tracking echocardiography (STE) is not sufficiently exploited in practice. One of the reasons is the limited awareness of its indications and benefits. The overview publication lists the STE indications according to the official documents of the European Society of Cardiology (ESC), published in 2010–2021 (ESC Guidelines and Consensus and Position papers, published by ESC Councils, ESC Working Groups, European Association of Cardiovascular Imaging, Heart Failure Association). STE has the most significant benefit in diagnosing heart failure with preserved left ventricular ejection fraction, cardiotoxicity in patients undergoing cancer therapy, and cardiac amyloidosis. In addition, practical aspects of STE use in acute heart failure, aortic stenosis, arterial hypertension, left ventricular dyssynchrony, atrial fibrillation, hypertrophic cardiomyopathy, Chagas disease, coronary syndromes, right ventricular pathologies, restrictive cardiomyopathy, athlete's heart, and cardiac transplantation are reported. Fig. 3, Tab. 2, Ref. 28, on-line full text (Free, PDF) www.cardiologyletters.sk
Key words: speckle tracking echocardiography – global longitudinal strain – heart failure with preserved ejection fraction – cardiotoxicity – cardiac amyloidosis

Dúbrava J. **Indikácie speckle tracking echokardiografie v rutinnej praxi.** Cardiology Lett. 2022;31(2):112–119

Abstrakt. Potenciál speckle tracking echokardiografie (STE) v praxi nie je dostatočne využitý. Jednou z príčin je slabé povedomie o jej indikáciách a prínose. V prehľadovej publikácii sa uvádzajú indikácie STE podľa oficiálnych dokumentov European Society of Cardiology (ESC), publikovaných v rokoch 2010 – 2021 („Guidelines“ ESC, „Consensus and Position papers“, publikované ESC Councils, ESC Working Groups, European Association of Cardiovascular Imaging, Heart Failure Association a iné). STE má najväčší praktický prínos pri diagnostike srdcového zlyhávania so zachovanou ejekčnou frakciou ľavej komory, chemoterapiou indukovanej kardiotoxicity a amyloidózy srdca. Okrem toho sa uvádzajú praktické aspekty použitia STE pri akútnom srdcovom zlyhavaní, aortálnej stenóze, artériovej hypertenzii, dyssynchronii ľavej komory, fibrilácii predsiení, hypertrofickej kardiomyopatii, Chagasovej chorobe, koronárnych syndrómov, patológiách pravej komory, reštriktívnej kardiomyopatii, športovom srdci, takotsubo kardiomyopatii a transplantácii srdca. Obr. 3, Tab. 2, Lit. 28, on-line full text (Free, PDF) www.cardiologyletters.sk

Kľúčové slová: speckle tracking echokardiografia – globálny longitudinálny strain – srdcové zlyhávanie so zachovanou ejekčnou frakciou – kardiotoxicita – amyloidóza srdca

Speckle tracking echokardiografia (STE) je súčasťou kardiologickej zobrazovacej diagnostiky už vyše 10 rokov. European Association of Echocardiography a American Society of Echo-

cardiography (ASE) iniciovali v roku 2010 vytvorenie prvého spoločného dokumentu o tejto metodike. Výsledkom bol prvý konsenzus European Association of Cardiovascular Imaging

Z Oddelenia neinvazívnej kardiológie, Univerzitná nemocnica Bratislava, Slovenská republika

Do redakcie došlo dňa 21. februára 2022; prijaté dňa 14. marca 2022

Adresa pre korešpondenciu: MUDr. Juraj Dúbrava, PhD., FESC, Oddelenie neinvazívnej kardiológie, Nemocnica sv. Cyrila a Metoda, Univerzitná nemocnica Bratislava, Antolská 11, 851 07 Bratislava, Slovenská republika, e-mail: dubrava@pe.unb.sk

(EACVI) a ASE, publikovaný roku 2015, ako štandardizovať dvojdimenzionálnu (2D) deformačnú analýzu (1).

Napriek tomu sa STE používa v rutinej praxi na Slovensku len sporadicky a jej potenciál nie je dostatočne využitý. Príčin je viacero: 1. limitovaná dostupnosť prístrojovej techniky a softwaru, 2. absencia kódu na vykazovanie diagnostického výkonu STE do zdravotných poisťovní, 3. relatívne vyššia prácnosť, 4. slabé povedomie o indikáciách a prínose STE.

Cieľom publikácie je sumarizovať aktuálne indikácie STE podľa oficiálnych dokumentov Európskej kardiologickej spoločnosti (ESC).

Metodika

Predmetom textovej analýzy boli všetky relevantné oficiálne materiály ESC, dostupné v plnom znení na stránke www.escardio.org. Cieľom analýzy bolo identifikovať odporúčania pre STE, strain, global longitudinal strain (GLS) v „Guidelines“ ESC (n = 32, 2010 – 2021), respektíve „Consensus and Position papers“: 1. ESC Councils (n = 17, 2011 – 2021), 2. ESC Working Groups (n = 79, 2011 – 2021), 3. EACVI (n = 66, 2011 – 2021), 4. Heart Failure Association (HFA) (n = 46, 2012 – 2021), 5. Imaging – Echocardiography (n = 40, 2010 – 2019), 6. Valvular, Myocardial, Pericardial, Pulmonary diseases (n = 45, 2010 – 2021).

V nasledujúcom texte sú uvedené len indikácie s najvyššou medicínou dôkazov, odporúčané v najdôležitejších mienkotvorných kapitolách „key points“, „recommendations“ a „essential concepts“. V texte úmyselne nie sú uvedené ostatné potenciálne indikácie podľa jednotlivých časopiseckých referencií.

EACVI publikovala v roku 2017 konsenzuálny dokument o štandardizácii transtorakálnej echokardiografie (ECHOKG) (2). GLS má v ňom silnú pozíciu – má sa vyšetriť a uviesť v ECHOKG náleze, kedykoľvek je to možné. GLS adekvátne kvantifikuje longitudinálnu funkciu ľavej komory (LK). Je to vysoko spoľahlivá a reprodukovateľná metodika, poskytujúca dodatočnú prediktívnu hodnotu nad rámec ejekčnej frakcie ľavej komory (EFLK). GLS deteguje subklinické zmeny longitudinálnej funkcie LK ešte pred redukciou EFLK. EACVI odporúča paušálne vyšetrovať GLS pri srdcovom zlyhavaní a kardiomyopatiách. Pri koronárnej chorobe srdca odporúča vyšetrovať nielen GLS, ale aj regionálny longitudinálny strain LK. Možno ich vyšetrovať v 2D- alebo 3D- (trojdimenzionálnom) zobrazení. GLS je najrobustnejší parameter deformačnej analýzy v zmysle medicíny dôkazov. Je senzitivnejší na detekciu včasných štádií srdcovej dysfunkcie ako EFLK v rôznych klinických situáciách (3). V neselektovanej populácii je GLS lepší prediktor celkovej mortality ako EFLK (4). Normálne hodnoty 2D-GLS sú -20 až -23 %, 2D-GCS (globálny cirkumferenciálny strain) -20 až -24 %, 2D-GRS

(globálny radiálny strain) +39 až +54 % (5). Normálne hodnoty 3D-GLS sú -17 až -21 %, 3D-GCS -17 až -20 %, 3D-GRS 47 až 59 %, 3D-GAS (globálny area strain) -31 až -36 % (5). V rôznych citáciách možno nájsť aj parciálne odlišné normy, pretože 2D- aj 3D-parametre STE významne závisia od veku, pohlavia, výrobcov ECHOKG prístrojov a softwaru (5). EACVI uvádza ako normu GLS voľnej stený pravej komory < -23 % (2).

Podľa nášho názoru doposiaľ publikované oficiálne materiály ESC prezentujú najväčší praktický prínos STE pri diagnostike srdcového zlyhávania so zachovanou ejekčnou frakciou ľavej komory (HFpEF), chemoterapiou indukovanej kardiotoxicity a amyloidózy srdca. Tieto indikácie uvádzame detailnejšie.

Za limitáciu možno považovať skutočnosť, že až na výnimky sa „key points“, „recommendations“ a „essential concepts“ pre klinickú aplikáciu STE týkajú takmer len GLS. Predpokladáme, že nárastom medicíny dôkazov sa odporúčania rozšíria aj pre ďalšie parametre STE: GCS, GRS, GAS, torziu a twist.

STE v diagnostike srdcového zlyhávania so zachovanou ejekčnou frakciou ľavej komory

Pacienti s HFpEF predstavujú v súčasnosti väčšinový podiel pacientov so srdcovým zlyhavaním. Diagnostika pacientov so srdcovým zlyhavaním s redukovanou EFLK (HFrEF) je rýchla a jednoduchá. Na rozdiel od toho diagnostika HFpEF je v rutinej praxi často problematická, nezriedka suo modo až non lege artis.

V tejto situácii je veľkým prínosom HFA-PEFF algoritmus, ktorý publikovala HFA roku 2019 (6). Algoritmus sa využíva na diagnostiku HFpEF v štyroch krokoch: 1. krok = pretestové hodnotenie, 2. krok = echokardiografia a nátriuretické peptidy → stanovenie HFA-PEFF skóre, 3. krok = funkčné hodnotenie, 4. krok = stanovenie finálnej etiológie. Najdôležitejšou časťou je 2. krok, v ktorom figuruje aj GLS. V tomto kroku sa stanovuje HFA-PEFF skóre pomocou troch domén: 1. funkčné ECHOKG parametre, 2. morfológické ECHOKG parametre, 3. nátriuretické peptidy. Pre každú doménu sa hodnotia veľké a malé kritériá (**tabuľka 1**). Veľké kritériá sa hodnotia dvoma bodmi, malé kritériá jedným bodom. Každá doména prispieva do celkového skóre maximálne dvoma bodmi, čiže body za veľké a malé kritériá sa v rámci domény nespočítavajú. Ak sú v rámci jednej domény splnené viaceré veľké kritériá, prispieva táto doména do celkového skóre len dvoma bodmi. Rovnako, ak sú v rámci jednej domény splnené viaceré malé kritériá, potom aj táto doména prispieva do sumárneho skóre len jedným bodom. HFA-PEFF skóre je súčet bodov za všetky domény. Rozsah skóre je 0 – 6 bodov. Skóre ≥ 5 bodov svedčí pre HFpEF. Pri skóre 0 – 1 bod je HFpEF vysoko nepravdepodobné. Skóre 2 – 4 je nediagnostické a je potrebná dodatočná

Tabuľka 1 Skórovací systém HFA-PEFF na diagnostiku srdcového zlyhávania so zachovanou ejekčnou frakciou (HFpEF) (6)

	FUNKČNÉ ECHOKG PARAMETRE	MORFOLOGICKÉ ECHOKG PARAMETRE	BIOMARKERY (sínusový rytmus)	BIOMARKERY (fibrilácia predsieni)
VEĽKÉ KRITÉRIÁ	• e' (sept.) < 7 cm/s alebo • e' (lat.) < 10 cm/s alebo • E/e' (priemerné) ≥ 15 alebo • $v_{\max}$ TR > 2,8 m/s (sPAP > 35 mmHg)	• LAVI > 34 ml/m² alebo • LVMI $\geq 149/122$ g/m² (muži/ženy) a RH > 0,42	• NTproBNP > 220 pg/ml alebo • BNP > 80 pg/ml	• NTproBNP > 660 pg/ml alebo • BNP > 240 pg/ml
MAĽÉ KRITÉRIÁ	• E/e' (priemerné) 9 – 14 alebo • absolútna hodnota GLS < 16 %	• LAVI 29 – 34 ml/m² alebo • LVMI > 115/95 g/m² (muži/ženy) alebo • RH > 0,42 alebo • hrúbka stien EK ≥ 12 mm	• NTproBNP 125 – 220 pg/ml alebo • BNP 35 – 80 pg/ml	• NTproBNP 365 – 660 pg/ml alebo • BNP 105 – 240 pg/ml

Veľké kritériá: 2 body

 ≥ 5 bodov: HFpEF

Malé kritériá: 1 bod

2 – 4 body: potrebný diastolický záťažový test alebo invazívna hemodynamika

ECHOKG – echokardiografické, GLS – globálny longitudinálny strain, lat. – laterálne, LAVI – index objemu ľavej predsieni, LVMI – index hmotnosti ľavej komory, LK – ľavá komora, RH – relatívna hrúbka stien ľavej komory, sept. – septálne, sPAP – systolický tlak v a. pulmonalis, TR – trikuspidálna regurgitácia

diagnostika (diastolická záťažová ECHOKG alebo invazívna hemodynamika).

GLS patrí medzi malé funkčné ECHOKG kritériá. Absolútna hodnota GLS < 16 % znamená jeden bod (6).

Treba zdôrazniť, že GLS treba používať na diagnostiku HFpEF ako súčasť diagnostického „puzzle“, ktoré sa skladá zo všetkých parametrov, zahrnutých v HFA-PEFF skóre (tabuľka 1). Asi polovica pacientov s HFpEF má v pokoji normálny GLS (7).

GLS by sa mal hodnotiť paušálne u všetkých pacientov, vyšetrovaných pre suspekciu na HFpEF (7).

STE v diagnostike chemoterapiou indukovanej kardiotoxicity

Kardiotoxicita onkologickej liečby je definovaná ako kongestívne srdcové zlyhávania alebo subklinická dysfunkcia myokardu. Ide o najdôležitejšiu kardiovaskulárnu komplikáciu onkologickej chemoterapie, ktorá má zásadný prognostický význam. „Cancer therapeutics related cardiac dysfunction“ (CTRCD) je podľa ASE a EACVI definovaná ako pokles 2D-EFLK o vyše 10 % pod hodnotu 53 % (8). Za významný pokles 3D-EFLK sa považuje redukcia > 5 % oproti vstupnému vyšetreniu (9). Definícia je jasná a v praxi ľahko použiteľná. Kardiotoxicitu však nemožno simplifikovať len na hodnotu EFLK, lebo je málo senzitívna. EFLK nie je optimálny parameter, lebo kardiotoxicita môže byť prítomná aj napriek normálnej EFLK. Keď sa stanoví počas alebo po chemoterapii nízka hodnota EFLK, môže byť už neskoro, aby sa zabránilo ireverzibilnému poškodeniu srdca. Platí to najmä pre antracyklíny. Preto treba pátrať počasnej detekcii subklinického poškodenia myokardu. Podľa ASE a EACVI je GLS optimálny deformačný parameter na včasnú detekciu sub-

klinickej dysfunkcie LK (8, 9). Ide o senzitivnejší parameter na diagnostiku kardiotoxicity ako EFLK. Longitudinálna funkcia LK sa redukuje pri kardiotoxicite ako prvá, a preto sa GLS signifikantne zhoršuje ešte pred poklesom EFLK (9). Preto, ak je STE dostupná, odporúča sa monitoring GLS počas a po terapii potenciálne kardiotoxickou látkou u každého pacienta.

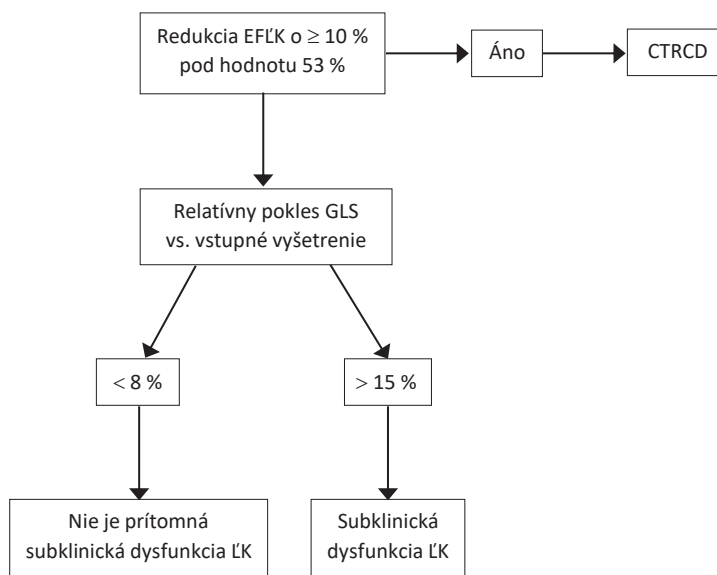
Na **obrázku 1** sú diagnostické kritériá CTRCD a subklinickej dysfunkcie LK podľa ASE a EACVI (8). Ak po chemoterapii poklesne EFLK aspoň o 10 % pod hodnotu 53 %, ide o CTRCD. V opačnom prípade treba posúdiť relatívnu zmenu GLS po chemoterapii oproti vstupnej hodnote. Relatívne zhoršenie GLS < 8 % je nesignifikantné. Relatívny pokles GLS o 8 – 15 % je hraničný. Relatívne zhoršenie GLS ≥ 15 % je abnormálne a znamená subklinickú dysfunkciu LK (8). Na definitívny záver o subklinickej dysfunkcii LK nestačí jednorazové abnormálne vyšetrenie GLS, ale abnormálnu hodnotu treba potvrdiť opakovaným vyšetrením o 2 – 3 týždne.

Za významnú redukciu 2D/3D-GCS sa považuje pokles > 10 – 15 % oproti vstupnému vyšetreniu, so súčasným poklesom pod normu (9).

STE v diagnostike amyloidózy srdca

Charakteristické vzory regionálneho longitudinálneho strainu sú užitočné pri diferenciálnej diagnostike hypertrofie LK (4).

ECHOKG je jednou zo základných diagnostických metód, ktorá môže vysloviť suspekciu na amyloidózu srdca (tzv. „red flag“). Pracovná skupina ESC pre ochorenia myokardu a perikardu publikovala v roku 2021 „Position statement“, v ktorom sú uvedené ECHOKG kritériá diagnostiky amyloidózy srdca u pacientov s nevysvetlenou hrúbkou steny LK ≥ 12 mm a histologickým dôkazom amyloidu v extrakardiálnej biopsii



Obrázok 1 Echokardiografická diagnostika CTRCD (cancer therapeutics related cardiac dysfunction) a subklinickej dysfunkcie ľavej komory (LK) počas a po chemoterapii (8)

EFLK – ejekčná frakcia ľavej komory, GLS – globálny longitudinálny strain

(10). Jedným z ECHOKG kritérií je redukovaná absolútna hodnota GLS a relatívne zachovaný longitudinálny strain hrotu LK oproti báze LK. Ide o tzv. apical sparing pattern, ktorý je definovaný pomerom systolického longitudinálneho strainu hrot/báza > 2,9 (tabuľka 2).

Treba však uviesť, že kritériá v tabuľke 2 neboli externe validované. ECHOKG (vrátane znakov STE) je preto najmä v pozícii „red flag“. Ak sa podľa ECHOKG vysloví podozrenie na amyloidózu srdca, treba ho potvrdiť/vylúčiť ďalšou diagnostikou: scintigrafia srdca a skeletu, hematologické testy (kvantifikácia voľných ľahkých reťazcov v sére a ich imunofi-

xícia v sére a moči), prípadne MR srdca a/alebo kardiálna/nekardiálna biopsia (10).

Na **obrázku 2** demonštrujeme typický nález 2D-GLS pri amyloidóze srdca. Na **obrázku 3** sú parametre 3D-STE u rovnakej pacientky.

GLS je prínosný aj pri diagnostike Andersonovej-Fabryho choroby, pri ktorej sú typicky postihnuté najmä bazálne a stredné segmenty inferolaterálnej steny LK. V týchto segmentoch je nápadne redukovaný regionálny longitudinálny strain s posunom deformácie do postsystolickej fázy (4).

Výrazná redukcia longitudinálneho strainu bazálnych segmentov LK je prítomná aj pri Löfflerovej endokarditíde (= fibroblastická endokarditída, eozinofilná endomyokardiálna choroba) (11).

Tabuľka 2 Echokardiografické kritériá pre neinvazívnu diagnostiku amyloidózy srdca u pacientov s histologickým dôkazom amyloidu z extrakardiálnej biopsie (10)

Nevysvetlená hrúbka steny LK ≥ 12 mm + pozitívita 1 alebo 2:

1. Charakteristické echokardiografické nálezy (aspoň 2 body sub a, b, c):
 - a) diastolická dysfunkcia LK 2. alebo 3. stupňa
 - b) redukované rýchlosti vln s' , e' a a' pri tkanivovom Doppleri (< 5 cm/s)
 - c) redukovaný GLS LK (absolútna hodnota < 15 %)
2. Multiparametrické echokardiografické skóre ≥ 8 bodov:

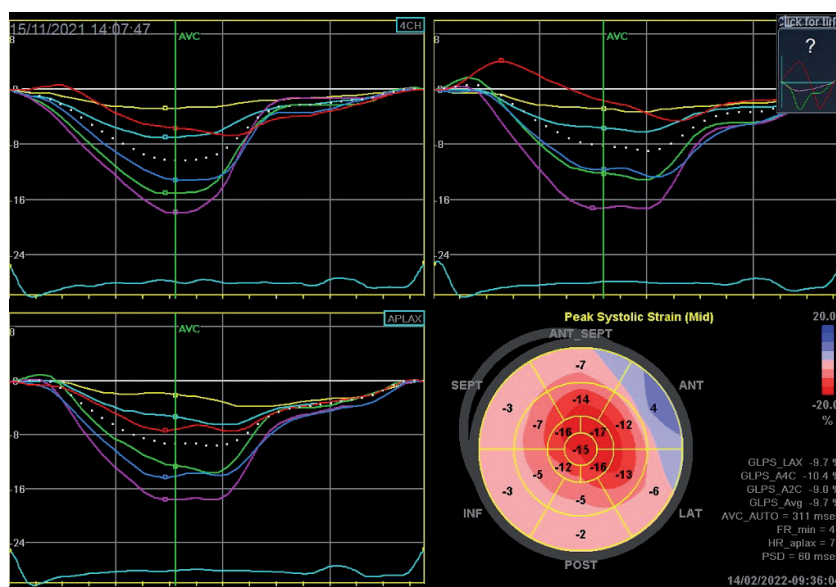
a) relatívna hrúbka steny LK = $(IVS_d + ZS_d)/LK_d > 0,6$	3 body
b) pomer rýchlostí vln $E/e' > 11$	1 bod
c) TAPSE ≤ 19 mm	2 body
d) absolútna hodnota GLS LK ≤ 13 %	1 bod
e) pomer longitudinálneho systolického strainu hrot/báza $> 2,9$	3 body

GLS – globálny longitudinálny strain, IVS_d – komorové septum v enddiastole, LK – ľavá komora, LK_d – priemer ľavej komory v enddiastole, TAPSE – tricuspid annular plane systolic excursion, ZS_d – zadná stena ľavej komory v enddiastole

STE v diagnostike iných ochorení srdca (v abecednom poradí)

Akútne srdcové zlyhávanie (ASZ)

EACVI považuje GLS za základné a odporúčané ECHOKG vyšetrenie u všetkých pacientov s ASZ. STE má význam najmä pri ASZ so zachovanou EFLK. U pacientov so srdcovým zlyhávaním s redukovanou EFLK (HFrEF) sú redukované všetky komponenty strainu (longitudinálny, radiálny, cirkumferenciálny) aj twist LK. Pri HFpEF je situácia odlišná – longitudinálny strain je významne redukovaný, radiálny strain je len relatívne redukovaný, ale cirkumferenciálny strain je zachovaný a twist je normálny až supranormálny, aby sa



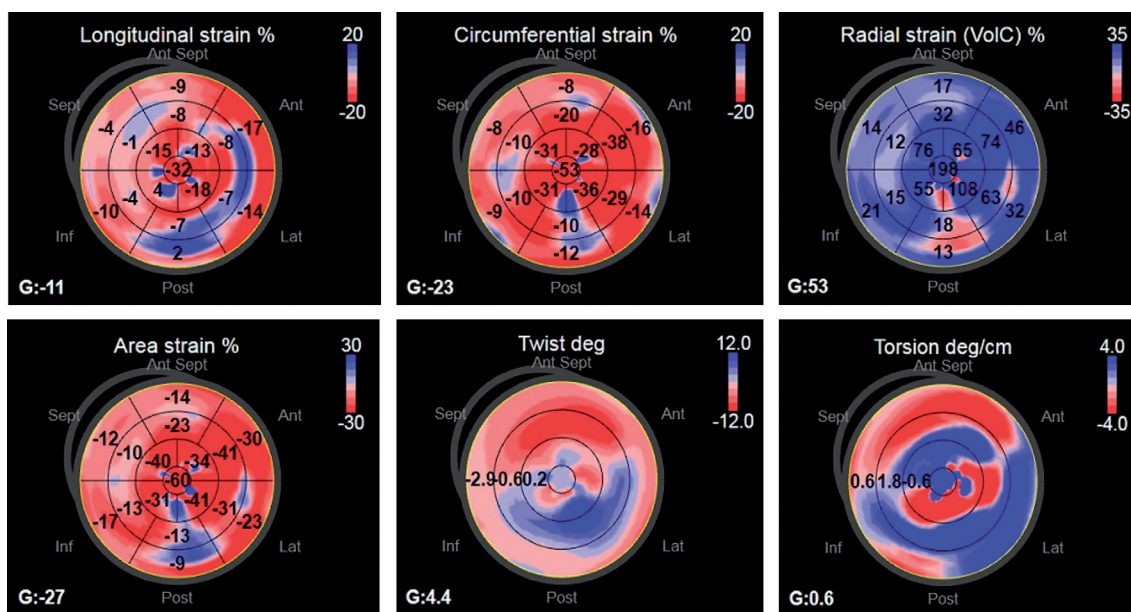
Obrázok 2 62-ročná pacientka s verifikovanou AL amyloidózou srdca pri malígnom myelóme

Výrazná redukcia 2D-GLS (global longitudinal strain) (-9,7 %). V pravom dolnom kvadrante („bull’s eye“ zobrazenie) je typický nález „apical sparing pattern“ (zachovaný regionálny longitudinálny strain hrotu). Vysoko patognomický pomer systolického longitudinálneho strainu apex/báza = 4,5.

zachovala normálna EFLK. Pre ľahkú, respektíve ťažkú dysfunkciu EK svedčí absolútna hodnota GLS ≤ 16 %, respektíve ≤ 10 %. Tieto normy neplatia pre pacientov na inotropikách a mechanickej podpore obehu (11).

Aortálna stenóza

Kvantifikácia závažnosti aortálnej stenózy má zásadný terapeutický dopad, ale nie je vždy jednoduchá. Problémom môžu byť pacienti s low-flow, low-gradient aortálnou stenó-



Obrázok 3 Pacientka ako na obrázku 2. Speckle tracking echokardiografia v 3D-zobrazení

Výrazne redukovaný 3D-GLS (global longitudinal strain). Redukovaný 3D-global area strain (GAS). Zachovaná cirkumferenciálna a radiálna kontrakcia EK (global circumferential strain; GCS, resp. global radial strain; GRS). „Bull’s eye“ zobrazenie.

zou, s plochou aortálneho ústia (AVA) $\leq 1,0 \text{ cm}^2$, stredným gradientom $< 40 \text{ mmHg}$ a zachovanou EFLK $\geq 50 \%$ s indexom vývrhového objemu LK (SVI) $\leq 35 \text{ ml/m}^2$. Typicky sa zisťuje u starších hypertonikov s malou LK a pokročilou hypertrofiou LK, respektíve pri stavoch s malým vývrhovým objemom LK (stredne ťažká/ťažká mitrálna regurgitácia, ťažká mitrálna stenóza, ťažká trikuspidálna regurgitácia, veľký defekt komorového septa s ťažkou dysfunkciou pravej komory) (12). U nich sa v praxi obvykle riadime hodnotou kalciového skóre pri multi-slice počítačovej tomografii (MSCT). EACVI a ASE odporúčajú v danej indikácii s rovnakou mierou výpovednosti redukovanú longitudinálnu funkciu LK bez iného vysvetlenia (13). Redukovaný GLS u týchto pacientov zvyšuje pravdepodobnosť, že ide o závažnú aortálnu stenózu (13). GLS LK má prognostický význam aj pri asymptomatickej aortálnej stenóze (14).

Artériová hypertenzia

GLS sa odporúča na detekciu asymptomatickej subklinickej dysfunkcie LK u hypertonikov (15). Abnormálna hodnota GLS (absolútna hodnota $< 20 \%$) sa zaraďuje medzi prejavy cieľového orgánového postihnutia pri hypertenzii (15). GLS má prognostický význam u pacientov s „near-normal“ EFLK. Prognostický význam EFLK je u týchto pacientov menej prínosný (16).

Dyssynchronia LK

Súčasná odporúčania definujú indikáciu na resynchronizačnú liečbu (CRT) podľa klinických symptómov (sympmatológia NYHA II-IV), EFLK $\leq 35 \%$ a trvania komplexu QRS $\geq 120 \text{ ms}$. Avšak len asi 70 % pacientov sú responderi CRT podľa takto definovaných kritérií (17). Preto je potrebná efektívnejšia selekcia kandidátov CRT. Jednou z potenciálnych metód je kvantifikácia dyssynchronie pomocou STE. Časový interval medzi dosiahnutím vrcholového peaku anteroseptálneho radiálneho strainu a posterioálneho (alebo inferolaterálneho) radiálneho strainu $> 130 \text{ ms}$ predikuje odpoveď na CRT. Iný parameter je smerodajná odchýlka (SD) času do dosiahnutia vrcholového longitudinálneho strainu, hodnotená v 12 bazálnych a stredných segmentoch LK. SD $> 60 \text{ ms}$ predikuje responderov CRT (18). V súčasnosti však nie je zhoda, ktoré z mnohých parametrov a indexov dyssynchronie sa majú používať na predikciu odpovede CRT (17).

Fibrilácia predsieni

Pri fibrilácii predsieni má špecifický význam strain ľavej predsieni (LP). Možno ho použiť ako najlepšiu diagnostickú náhradu na hodnotenie fibrózy steny LP oproti magnetickej rezonancii. Strain LP nie je ovplyvnený inými srdcovými dutinami. Systolický strain LP $< 30 \%$ indikuje významnú alteráciu rezervoárovej funkcie LK a je negatívnym prognostickým prediktorom (19).

Hypertrofická kardiomyopatia (H-KMP)

Strain LK je podľa EACVI jedným zo 7 kritérií na odlišenie H-KMP a cor hypertonicum. Pri H-KMP je typicky redukovaný longitudinálny strain a normálny až supranormálny cirkumferenciálny a radiálny strain a asynchronia kontrakcie LK. Pre H-KMP je charakteristická regionálna heterogenita longitudinálneho strainu, s najvýraznejším postihnutím bazálnych a stredných segmentov septa. Tieto zmeny sa typicky nenachádzajú pri hypertrofii LK na podklade artériovej hypertenzie (17, 20).

Hodnotenie longitudinálneho strainu sa má uvádzať u pacientov s H-KMP pri hodnotení systolickej funkcie LK spolu s konvenčnými parametrami. Na rozdiel od toho hodnotenie radiálneho strainu, cirkumferenciálneho strainu, torzia a twist sa neodporúčajú na klinické hodnotenie (20).

Chagasova choroba

Spoločný konsenzus EACVI a Brazilian Cardiovascular Imaging Department odporúča longitudinálny strain ako presnú a reprodučibilnú metódu na hodnotenie systolickej funkcie LK pri Chagasovej chorobe. Odporúča ho používať vždy, ak je táto metodika dostupná (21).

Koronárne syndrómy

Ischemický myokard má redukovaný až chýbajúci longitudinálny, cirkumferenciálny a radiálny strain. Pri akútnej ischémii je časté postsystolické skrátenie po uzávere aortálnej chlopne (17). Hodnotenie GLS poskytuje dodatočnú informáciu k EFLK. Možno ho zväziť u pacientov s chronickými koronárnymi syndrómami a EFLK $> 35 \%$ (trieda odporúčaní IIb, úroveň dôkazov B) (22). Vyšetrenie myokardiálneho strainu v pokoji môže byť prínosné, ak je vizuálne hodnotenie funkcie LK (t. j. EFLK) neisté (23). U pacientov s akútnymi koronárnymi syndrómami sa pred prepustením z nemocnice paušálne odporúča okrem EFLK aj GLS (23).

Pravá komora (PK)

Na hodnotenie systolickej funkcie PK sa bežne používajú jednoduché parametre TAPSE, FAC (fractional area change), vlna S' (dopredný pohyb trikuspidálneho anulu). Tieto metodiky majú svoje limitácie. TAPSE a S' môžu byť falošne nadhodnotené pri hyperdynamickej LK v dôsledku tzv. „tethering“ (ťahového) efektu LK. Longitudinálny strain voľnej steny PK je menej ovplyvnený týmto efektom. Redukovaný longitudinálny strain voľnej steny PK má prognostický význam pri HFpEF (24). Pri arytmogénnej kardiomyopatii PK je typická včasná redukcia longitudinálneho strainu voľnej steny PK a zvýšená mechanická disperzia (17).

Reštriktívna kardiomyopatia (R-KMP)

Diferenciálna diagnostika R-KMP a konstriktívnej perikarditídy je „tradičným“ problémom v kardiológii. STE významne napomáha pri odlišení oboch entít. Pri R-KMP je

typicky redukovaný GLS, normálny GCS a normálna torzia. Na rozdiel od toho pri konstriktívnej perikarditíde je normálny GLS, redukovaný GCS a twist (17, 25).

Športové srdce

European Association of Preventive Cardiology a EACVI odporúčajú STE na identifikáciu preklinických anomálií, ktorá môže byť užitočná na diferenciálnu diagnostiku športového srdca a včasného štádia dilatačnej KMP, respektíve športového srdca a včasného štádia H-KMP (26). Pri dilatačnej KMP je obvyklá redukcia strainu vo všetkých smeroch (GLS, GCS, GRS) a redukovaný twist (17).

Takotsubo kardiomyopatia

STE možno použiť na detekciu perzistujúcich subtlých abnormalít myokardu LK napriek normalizácii EFEK a porúch kinetiky (27). Konkrétny dopad týchto abnormalít pre prax sa však neuvádza. Strain PK môže byť užitočný na hodnotenie rozsahu súčasného postihnutia PK (27).

Transplantácia srdca

GLS je vhodný parameter na diagnostiku subklinickej dysfunkcie allograftu, nezávisle od etiológie. Odporúča sa sledovať zmeny GLS počas sériového sledovania. Hodnotenie GLS sa odporúča spolu s endomyokardiálnou biopsiou na charakteristiku a monitoring akútnej rejekcie štepu alebo epizódu dysfunkcie (28). GLS sa má vyšetrovať a uvádzať v náleze každého ECHOKG vyšetrenia u pacienta po transplantácii srdca ako povinný parameter (28).

Grant: Práca nebola podporená žiadnym grantom

Vyhlasenie: Autor práce vyhlasuje, že nemá žiadny konflikt záujmov vo vzťahu k danej publikácii.

Literatúra

- Voigt JU, Pedrizzetti G, Lysyansky P, et al. Definitions for a common standard for 2D speckle tracking echocardiography: consensus document of the EACVI/ASE/Industry Task Force to standardize deformation imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2015;16:1-11.
- Galderisi M, Cosyns B, Edvardsen T, et al. Standardization of adult transthoracic echocardiography reporting in agreement with recent chamber quantification, diastolic function, and heart valve disease recommendations: an expert consensus document of the European Association of Cardiovascular Imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2017;18:1301-1310.
- Popescu BA, Stefanidis A, Fox KF, et al. Training, competence, and quality improvement in echocardiography: the European Association of Cardiovascular Imaging Recommendations: update 2020. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2020;21:1305-1319.
- Čelutkienė J, Plymen CM, Flachskampf FA, et al. Innovative imaging methods in heart failure: a shifting paradigm in cardiac assessment. Position statement on behalf of the Heart Failure Association of the European Society of Cardiology. *Eur J Heart Fail*. 2018;20:1615-1633.
- Muraru D, Cucchini U, Mihăilă S, et al. Left ventricular myocardial strain by three-dimensional speckle-tracking echocardiography in healthy subjects: reference values and analysis of their physiologic and technical determinants. *J Am Soc Echocardiogr*. 2014;27:858-871.e1.
- Pieske B, Tschöpe C, de Boer RA, et al. How to diagnose heart failure with preserved ejection fraction: the HFA-PEFF diagnostic algorithm: a consensus recommendation from the Heart Failure Association (HFA) of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J*. 2019;40:3297-3317.
- Smiseth OA, Morris DA, Cardim N, et al. Multimodality imaging in patients with heart failure and preserved ejection fraction: an expert consensus document of the European Association of Cardiovascular Imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2021;jeab154. Online ahead of print.
- Plana JC, Galderisi M, Barac A, et al. Expert consensus for multimodality imaging evaluation of adult patients during and after cancer therapy: a report from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J Am Soc Echocardiogr*. 2014;27:911-939.
- Čelutkienė J, Pudil R, López-Fernández T, et al. Role of cardiovascular imaging in cancer patients receiving cardiotoxic therapies: a position statement on behalf of the Heart Failure Association (HFA), the European Association of Cardiovascular Imaging (EACVI) and the Cardio-Oncology Council of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur J Heart Fail*. 2020;22:1504-1524.
- Garcia-Pavia P, Rapezzi C, Adler Y, et al. Diagnosis and treatment of cardiac amyloidosis: a position statement of the ESC Working Group on Myocardial and Pericardial Diseases. *Eur Heart J*. 2021;42:1554-1568.
- Lancellotti P, Price S, Edvardsen T, et al. The use of echocardiography in acute cardiovascular care: recommendations of the European Association of Cardiovascular Imaging and the Acute Cardiovascular Care Association. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2015;16:119-146.
- Vahanian A, Beyersdorf F, Praz F, et al. 2021 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. *Eur Heart J*. 2021;ehab395. Online ahead of print.
- Baumgartner H, Hung J, Bermejo J, et al. Recommendations on the echocardiographic assessment of aortic valve stenosis: a focused update from the European Association of Cardiovascular Imaging and the American Society of Echocardiography. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2017;18:254-275.
- Ikonomidis I, Aboyans V, Blacher J, et al. The role of ventricular-arterial coupling in cardiac disease and heart failure: assessment, clinical implications and therapeutic interventions. A consensus document of the European Society of Cardiology Working Group on Aorta & Peripheral Vascular Diseases, European Association of Cardiovascular Imaging, and Heart Failure Association. *Eur J Heart Fail*. 2019;21:402-424.
- Perrone-Filardi P, Coca A, Galderisi M, et al. Non-invasive cardiovascular imaging for evaluating subclinical target organ damage in hypertensive patients: A consensus paper from the

- European Association of Cardiovascular Imaging (EACVI), the European Society of Cardiology Council on Hypertension, and the European Society of Hypertension (ESH). *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2017;18:945-960.
16. Marwick TH, Gillebert TC, Aurigemma G, et al. Recommendations on the use of echocardiography in adult hypertension: a report from the European Association of Cardiovascular Imaging (EACVI) and the American Society of Echocardiography (ASE). *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2015;16:577-605.
17. Clinical applications – speckle tracking. EACVI 3D Echocardiography Box. <https://www.escardio.org/Education/Practice-Tools/EACVI-toolboxes/3D-Echo/clinical-applications-speckle-tracking>.
18. Mor-Avi V, Lang RM, Badano LP, et al. Current and evolving echocardiographic techniques for the quantitative evaluation of cardiac mechanics: ASE/EAE consensus statement on methodology and indications endorsed by the Japanese Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2011;24:277-313.
19. Donal E, Lip GYH, Galderisi M, et al. EACVI/EHRA Expert Consensus Document on the role of multi-modality imaging for the evaluation of patients with atrial fibrillation. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2016;17:355-383.
20. Cardim N, Galderisi M, Edvardsen T, et al. Role of multimodality cardiac imaging in the management of patients with hypertrophic cardiomyopathy: an expert consensus of the European Association of Cardiovascular Imaging Endorsed by the Saudi Heart Association. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2015;16:280.
21. Nunes MCP, Badano LP, Marin-Neto JA, et al. Multimodality imaging evaluation of Chagas disease: an expert consensus of Brazilian Cardiovascular Imaging Department (DIC) and the European Association of Cardiovascular Imaging (EACVI). *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2018;19:459-460.
22. Knuuti J, Wijns W, Saraste A, et al. 2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of chronic coronary syndromes. *Eur Heart J*. 2020;41:407-477.
23. Edvardsen T, Asch FM, Davidson B, et al. Non-invasive Imaging in Coronary Syndromes – Recommendations of the European Association of Cardiovascular Imaging and the American Society of Echocardiography, in Collaboration with the American Society of Nuclear Cardiology, Society of Cardiovascular Computed Tomography and Society for Cardiovascular Magnetic Resonance. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2021;jeab244.
24. Gorter TM, van Veldhuisen DJ, Bauersachs J, et al. Right heart dysfunction and failure in heart failure with preserved ejection fraction: mechanisms and management. Position statement on behalf of the Heart Failure Association of the European Society of Cardiology. *Eur J Heart Fail*. 2018;20:16-37.
25. Habib G, Bucciarelli-Ducci C, Caforio ALP, et al. Multimodality Imaging in Restrictive Cardiomyopathies: An EACVI expert consensus document In collaboration with the “Working Group on myocardial and pericardial diseases” of the European Society of Cardiology Endorsed by The Indian Academy of Echocardiography. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2017;18:1090-1121.
26. Pelliccia A, Caselli S, Sharma S, et al. European Association of Preventive Cardiology (EAPC) and European Association of Cardiovascular Imaging (EACVI) joint position statement: recommendations for the indication and interpretation of cardiovascular imaging in the evaluation of the athlete’s heart. *Eur Heart J*. 2018;39:1949-1969.
27. Citro R, Okura H, Ghadri JR, et al. Multimodality imaging in takotsubo syndrome: a joint consensus document of the European Association of Cardiovascular Imaging (EACVI) and the Japanese Society of Echocardiography (JSE). *J Echocardiogr*. 2020;18:199-224.
28. Badano LP, Miglioranza MH, Edvardsen T, et al. European Association of Cardiovascular Imaging/Cardiovascular Imaging Department of the Brazilian Society of Cardiology recommendations for the use of cardiac imaging to assess and follow patients after heart transplantation. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2015;16:919-948.