

A határérték bal kamrai ejekciós frakció együtt jár a mitralis anulus méretének és funkciójának eltéréseivel

Eredmények a háromdimenziós speckle-tracking echokardiográfiás MAGYAR-Healthy Tanulmányból

Kovács Zsolt dr.¹ ■ Kormányos Árpád dr.² ■ Domsik Péter dr.²
Kalapos Anita dr.² ■ Lengyel Csaba dr.³ ■ Ajtay Zénó dr.^{4, 5}
Forster Tamás dr.² ■ Nemes Attila dr.²

¹Szent Rókus Kórház, Kardiológiai Osztály, Baja

Szegedi Tudományegyetem, Általános Orvostudományi Kar, Szent-Györgyi Albert Klinikai Központ,

²II. Belgyógyászati Klinika és Kardiológiai Központ, ³I. Belgyógyászati Klinika, Szeged

⁴Zsigmond Vilmos Gyógyfürdőkórház, Harkány

⁵Pécsi Tudományegyetem, Általános Orvostudományi Kar, Szívgyógyászati Klinika, Pécs

Bevezetés: A mitralis anulus (MA) morfológiája és funkciója számos valvularis (például mitralis regurgitációban) és nem valvularis betegségben (például bizonyos cardiomyopathiákban, cardialis amyloidosisban) eltéréseket mutathat. **Célkitűzés:** A jelen vizsgálat célja az MA morfológiai és funkcionális jellemzői és a háromdimenziós speckle-tracking echokardiográfiával (3DSTE) számított bal kamrai (BK) ejekciós frakció (EF) összefüggéseinek vizsgálata volt normális és határérték-BK-EF-fel bíró esetekben.

Módszer: A jelen vizsgálatba 146 olyan önkéntes eredményeit válogattuk be (átlagos életkor $32,0 \pm 11,4$ év; 74 férfi), akiknél teljes körű kétdimenziós Doppler-echokardiográfiás vizsgálat történt negatív eredménnyel, melyet 3DSTE-vel egészítettünk ki. A vizsgált populációt két további alcsoportra bontottuk a 3DSTE-vel számított BK-EF-nek megfelelően (határérték 50–54% *versus* $\geq 55\%$).

Eredmények: A határérték-BK-EF-fel bíró esetekben magasabb BK-i végszisztolés térfogatot és alacsonyabb BK-i longitudinális strain lehetett mérni. A végszisztolés és végdiasztolés MA-átmérő-, -area- és -kerület-értékek nagyobbak bizonyultak a határérték-BK-EF-fel bíró esetekben, ekkor az MA funkcionális paraméterek is kisebbek voltak. A fenti összefüggések ellenére a BK-EF nem mutatott korrelációt sem a végszisztolés és végdiasztolés MA-méretekkel, sem az MA funkcionális paraméterekkel.

Következtetések: A 3DSTE-vel meghatározott határérték-BK-EF együtt jár az MA tágulásával és funkciójának romlásával.

Orv Hetil. 2018; 159(50): 2129–2135.

Kulcsszavak: bal kamra, ejekciós frakció, mitralis anulus, háromdimenziós echokardiográfia, speckle-tracking

Borderline left ventricular ejection fraction is associated with alterations in mitral annular size and function

Results from the three-dimensional speckle-tracking echocardiographic MAGYAR-Healthy Study

Introduction: Morphology and function of the mitral annulus (MA) shows alterations in different valvular (for instance in mitral regurgitation) and non-valvular disorders (for instance in certain cardiomyopathies, cardiac amyloidosis).

Aim: The aim of the present study was to examine the relationship between MA morphologic and functional properties and three-dimensional speckle-tracking echocardiography- (3DSTE) derived left ventricular (LV) ejection fraction (EF) in subjects with normal *versus* borderline LV-EF.

Method: The present study comprised 146 volunteers (mean age: 32.0 ± 11.4 years; 74 males) in whom complete two-dimensional Doppler echocardiography was performed with a negative result extended with 3DSTE. The population was further divided into two groups according to their 3DSTE-derived LV-EF (borderline 50–54% versus $\geq 55\%$).

Results: In cases with borderline LV-EF, higher LV end-systolic LV volumes and lower LV longitudinal strain could be measured. All end-systolic and end-diastolic MA diameter, area and perimeter data proved to be higher in cases with borderline LV-EF. In these subjects, MA functional parameters proved to be lower as well. In contrast, LV-EF showed correlations neither with end-systolic and end-diastolic MA dimensions nor with MA functional parameters.

Conclusions: 3DSTE-derived borderline LV-EF is associated with MA dilatation and functional impairment.

Keywords: left ventricle, ejection fraction, mitral annulus, three-dimensional echocardiography, speckle-tracking

Kovács Zs, Kormányos Á, Domsik P, Kalapos A, Lengyel Cs, Ajtay Z, Forster T, Nemes A. [Borderline left ventricular ejection fraction is associated with alterations in mitral annular size and function. Results from the three-dimensional speckle-tracking echocardiographic MAGYAR-Healthy Study]. *Orv Hetil.* 2018; 159(50): 2129–2135.

(Beérkezett: 2018. március 28.; elfogadva: 2018. július 17.)

Rövidítések

2D = (two-dimensional) kétdimenziós; 3D = (three-dimensional) háromdimenziós; 3DSTE = (three-dimensional speckle-tracking echocardiography) háromdimenziós speckle-tracking echokardiográfia; ÁOK = Általános Orvostudományi Kar; AP2CH = (apical 2-chamber view) csúcsi 2 üregi nézet; AP4CH = (apical 4-chamber view) csúcsi 4 üregi nézet; BK = bal kamra; BP = bal pitvar; EF = ejekciós frakció; LS = longitudinális strain; MA = mitralis anulus; MAA = MA-area; MAD = (MA diameter) MA-átmérő; MAFAC = (MA fractional area change) az MA frakcionális area változása; MAFS = (MA fractional shortening) MA frakcionális rövidülés; **MAGYAR-Healthy Tanulmány** = **M**otion **A**nalysis of the heart and **G**reat vessels **b**y three-dimension**A**l speckle-t**R**acking echocardiography in **H**ealthy subjects; MRI = (magnetic resonance imaging) mágnesesrezonancia-vizsgálat; RT3DE = (real-time three-dimensional echocardiography) valós idejű 3D-echokardiográfia; STE = speckle-tracking echokardiográfia

A mitralis billentyű a bal pitvar (BP) és a bal kamra (BK) között elhelyezkedő nyereg alakú, komplex szerkezetű, háromdimenziós (3D-) struktúra, melynek szerepe többek között a vér egyirányú áramlásának biztosítása [1, 2]. Fontos alkotóelemei a mitralis anulus (MA), a billentyűlemezek, a papillaris izom és az ínhúrok [1, 2]. Amellett, hogy a billentyűlemezek az MA-hoz rögzülnek, annak szerepe van a BP és a BK telődésének és ürülésének támogatásában is [3]. Ismert tény, hogy az MA morfológiája és funkciója számos valvularis kórképben (például mitralis prolapsusban, mitralis regurgitatio esetén) és nem valvularis betegségben (például bizonyos cardiomyopathiákban, cardialis amyloidosisban) eltéréseket mutathat [4–7]. A fentieknek megfelelően az MA méretének és funkciójának eltérései fontos paraméterek lehetnek a BK méretének és funkciójának változásával járó kórállapotok fennállása esetén azok megítélésében.

A háromdimenziós speckle-tracking echokardiográfia (3DSTE) olyan új noninvasív képalkotó eljárás, mely alkalmas nemcsak bizonyos szívüregék (például a BK, BP)

egyidejű volumetrikus és strainalapú funkcionális megítélésére, hanem egyazon 3D virtuális modellt felhasználva egyszerűen lemérhetők az MA szívciklusnak megfelelő méretei is [8]. A jelen vizsgálat célja az MA morfológiai és funkcionális jellemzői és a BK szisztolés pumpafunkcióját jellemző, 3DSTE-vel számított ejekciós frakció (EF) összefüggéseinek vizsgálata volt normális és határérték-BK-EF-fel bíró esetekben.

Betegek és módszer

A vizsgált betegcsoport

A jelen vizsgálatba 146 olyan önkéntest válogattunk be (átlagos életkor $32,0 \pm 11,4$ év; 74 férfi), akiknél negatív eredményű teljes körű kétdimenziós (2D) Doppler-echokardiográfias vizsgálat történt. Valamennyi esetben a rutin echokardiográfias vizsgálatot 3DSTE-vel egészítettük ki. A betegek a vizsgálatok idején panaszmentesek voltak, nem volt ismert cardiovascularis betegségük vagy rizikófaktoruk, gyógyszert nem szedtek. A betegek csoportját két további alcsoportra bontottuk annak megfelelően, hogy a 3DSTE-vel számított BK-EF a teljesen normális tartományba esett-e (BK-EF $\geq 55\%$), vagy határértékűnek bizonyult (BK-EF = 50–54%). A jelen vizsgálat a része a Szegedi Tudományegyetem, ÁOK, II. Belgyógyászati Klinika és Kardiológiai Központban megszervezett **MAGYAR-Healthy Tanulmány**nak (**M**otion **A**nalysis of the heart and **G**reat vessels **b**y three-dimension**A**l speckle-t**R**acking echocardiography in **H**ealthy subjects), melynek célja többek között a 3DSTE-vel mért paraméterek normálértékeinek meghatározása mellett fiziológiás összefüggések feltárása egészségesekben. Valamennyi esetben a vizsgálatban részt vevők aláírták a beleegyező nyilatkozatot, a vizsgálati protokoll megfelelt az 1975-ös Helsinki Nyilatkozatban foglaltaknak, és a helyi intézeti etikai bizottság is elfogadta.

Kétdimenziós echokardiográfia

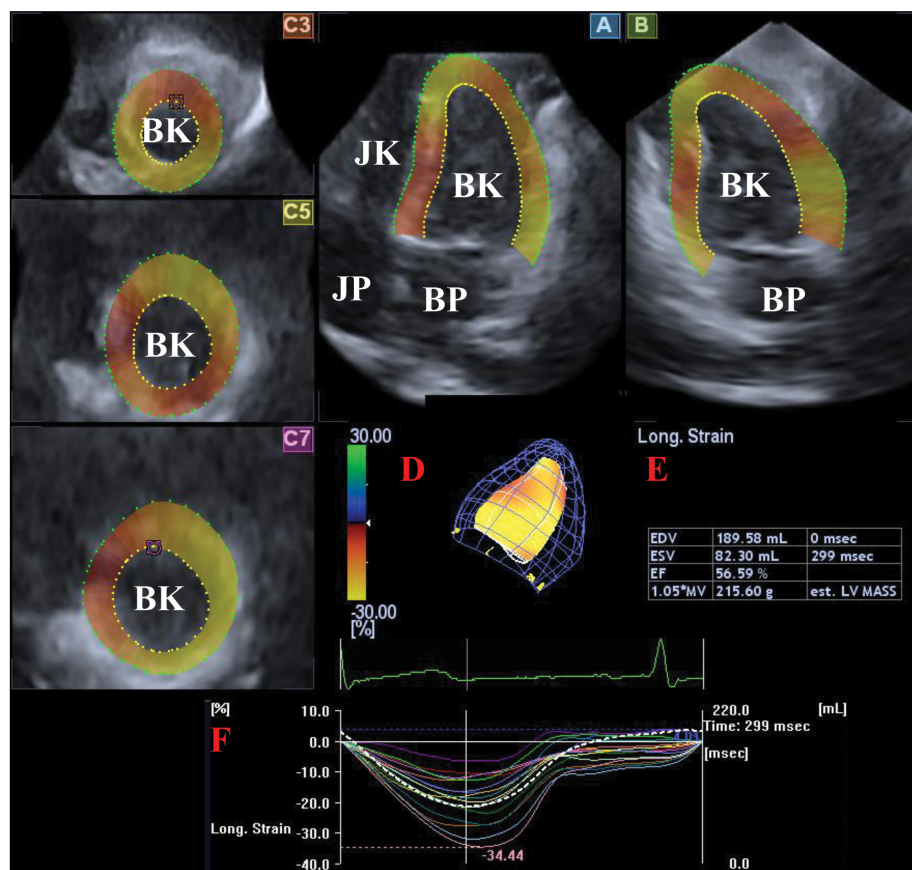
Valamennyi esetben 2D Doppler-echokardiográfias vizsgálat történt, melyhez Toshiba Artida™ echokardiográfias készüléket használtunk (Toshiba Medical Systems, Tokió, Japán) 1–5 MHz-es PST-30SBP phased-array transzducerrel. A nemzetközi szakmai irányelvekkel összhangban lemértük a szív ciklusnak megfelelő BK-i dimenziókat és térfogatértékeket, valamint a BP-i átmérőt [9]. A valvularis regurgitációk kizárására színes Doppler-echokardiográfia és vizuális becslés történt, míg a billentyűgradiensek megítélésére folyamatos hullámú Doppler-technikát alkalmaztunk.

Háromdimenziós speckle-tracking echokardiográfia

A vizsgálatok elvégzéséhez ugyanazt a Toshiba Artida™ echokardiográfias készüléket használtuk 3DSTE során, azonban a 3D echokardiográfias adatbázisok digitális begyűjtéséhez PST-25SX mátrix phased-array transzducert alkalmaztunk apicalis pozícióból (Toshiba Medical

Systems, Tokió, Japán). Az egy lélegzetvételnyi idő és hat szív ciklus alatt begyűjtött 3D-részadatbázisokból a szoftver teljes 3D echokardiográfias adatbázist hozott létre. A vizsgáló az adatok begyűjtése során az optimális képminőség eléréséhez a szükségleteknek megfelelően a mélységet és a szöveget optimalizálta.

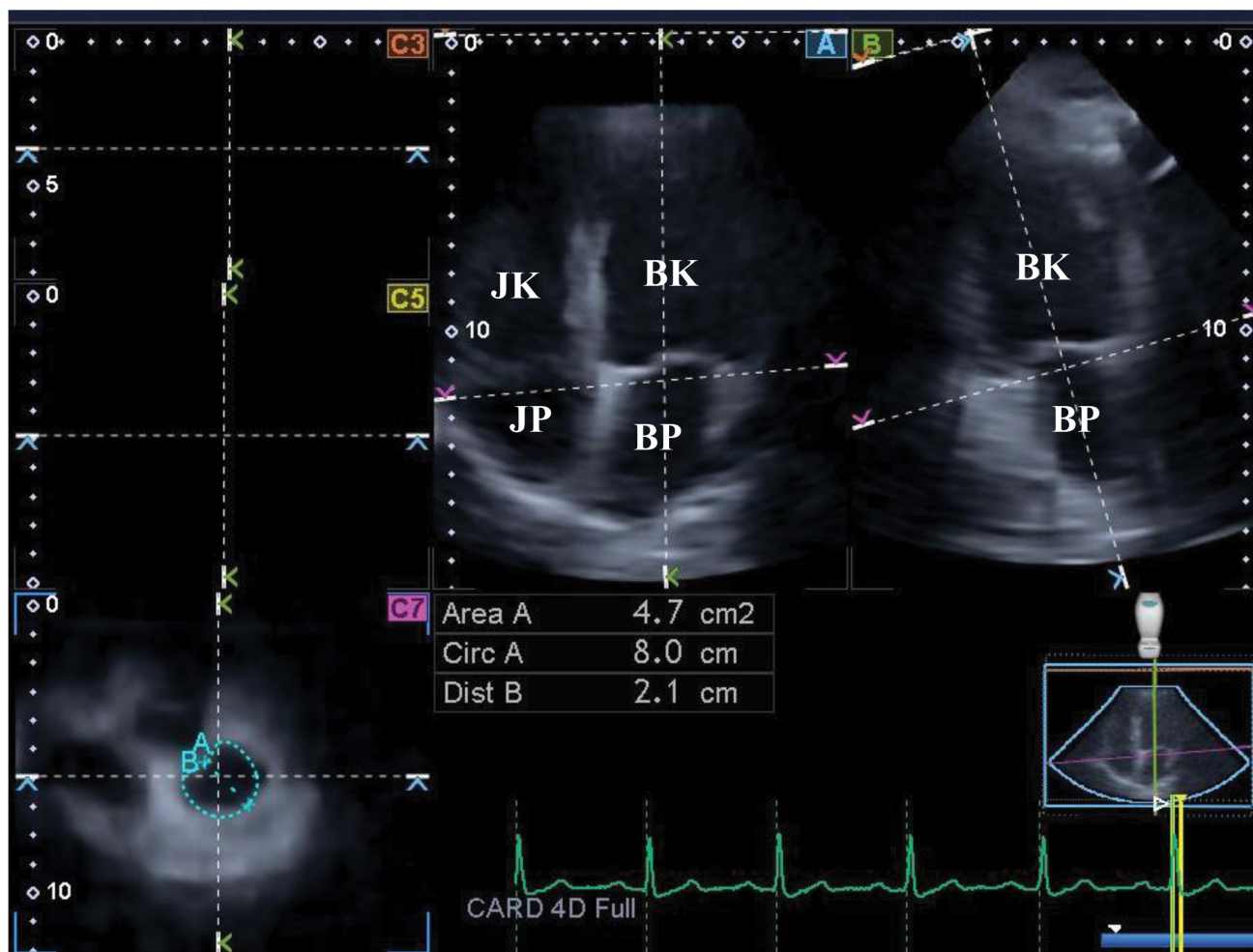
Az offline kvantitatív analízishez a 3D Wall Motion Tracking szoftver 2.7 verzióját használtuk (Toshiba Artida™; Toshiba Medical Systems, Tokió, Japán) [8, 10]. A szoftver a begyűjtött 3D echokardiográfias adatbázisok felhasználásával automatikusan a BK különböző szintjeiben három keresztmetszeti képet, valamint apicalis 2 üregi (apical 2-chamber view, AP2CH) és 4 üregi (AP4CH) hossztenyelyi nézeteket hozott létre. A virtuális BK-i 3D-modellalkotáshoz szükség van az endocardialis felszín detektálására, amihez a vizsgáló AP2CH- és AP4CH-nézetben definiálta az MA végpontjait és a BK csúcsát. Ezután a szoftver az endocardiumot automatikusan felismerte, majd rekonstruálta a szív ciklusnak megfelelően. Vizsgálataink során a BK-i modell segítségével a volumetrikus adatokon túl a globális és átlagos szegmentális BK-i longitudinális strain (LS) paramétereket is kiszámítottuk (1. ábra).



1. ábra

Háromdimenziós (3D) speckle-tracking echokardiográfia során begyűjtött 3D-adatbázis felhasználásával a speciális szoftver segítségével a bal kamra (BK) apicalis négyüregi (A) és kétüregi (B), valamint három különböző síkban elkészített keresztmetszeti nézete (C3, C5, C7) ábrázolható. A módszer lehetővé teszi a BK 3D-s modelljének (piros D), volumetrikus adatainak (piros E) és a modell felhasználásával készített idő-BK-i térfogatnak (szaggatott vonal) és idő-BK-i szegmentális (longitudinális) strain görbéknek (színes vonalak) az egyidejű ábrázolását (piros F)

BP = bal pitvar; BK = bal kamra; JP = jobb pitvar; JK = jobb kamra



2. ábra

Háromdimenziós speckle-tracking echokardiográfia során létrehozott ábra: apicalis négyüregi nézet (A), apicalis kétüregi nézet (B) és keresztmetszeti nézet a mitralis anulus (MA) szintjében (C7), melyet az apicalis négyüregi és kétüregi nézetekben optimalizáltunk. A kétdimenziós síkba projektált nézeten az MA átmérője, területe és kerülete végdiasztolében és végszisztolében is lemérhető, majd a kapott paraméterekből az MA funkcióját jellemző értékek számíthatók

Area = MA-terület; Circ = MA-kerület; Dist = MA-átmérő; MA = mitralis anulus; BP = bal pitvar; BK = bal kamra; JP = jobb pitvar; JK = jobb kamra

Az MA vizsgálata során a C7-es keresztmetszeti képen ábrázoltuk az MA-t végdiasztolében és végszisztolében úgy, hogy közben az AP4CH- és AP2CH-metszetek segítségével igyekeztünk megtalálni az MA optimális keresztmetszeti képét is. A módszer segítségével létrehozott 2D projekciós MA keresztmetszeti képen lemértük a valós MA-átmérőt, -területét és -kerületét végdiasztolében és végdiasztolében, majd kiszámítottuk az MA funkcióját jellemző paramétereket (2. ábra).

MA morfológiai paraméterek:

- MA-átmérő (MAD), melyet végszisztolében (a mitralis billentyű nyitódása előtt) és végdiasztolében (a mitralis billentyű záródása előtt) mértünk;
- MA-terület (MAA), melyet planimetria során mértünk végszisztolében és végdiasztolében;
- MA-kerület (MAK), melyet szintén planimetria során mértünk végszisztolében és végdiasztolében.

Az MA-funkció jellemzésére számított paraméterek:

- MA frakcionális rövidülés (MAFS) = $(\text{végdiasztolés MAD} - \text{végszisztolés MAD}) / (\text{végdiasztolés MAD} \times 100)$
- MA frakcionális területváltozás (MAFAC) = $(\text{végdiasztolés MAA} - \text{végszisztolés MAA}) / (\text{végdiasztolés MAA} \times 100)$

Statisztikai analízis

Valamennyi értéket átlag ± standard deviáció, vagy szám és százalék alakban tüntettük fel. A csoportok összehasonlítása során kétmintás t-próbát használtunk, míg a dichotom értékek összehasonlítására X-négyzet-próbát és Fisher-féle egzakt tesztet alkalmaztunk. Pearson-féle koefficiens számítottunk a korreláció jellemzésére. A p kisebb, mint 0,05-öt tekintettük statisztikailag szignifikánsnak. A statisztikai analízisek során MedCalc szoftvert használtunk (MedCalc, Mariakerke, Belgium).

Eredmények

Kétdimenziós Doppler-echokardiográfiás adatok

2D echokardiográfia során normális cardialis méretek voltak mérhetőek (bal pitvar: $39,5 \pm 2,2$ mm, BK-i végdiasztolés átmérő: $47,8 \pm 2,3$ mm, BK-i végszisztolés átmérő: $33,1 \pm 2,2$ mm, interventricularis septum: $9,1 \pm 0,8$ mm, BK-i hátsó fal: $9,0 \pm 0,7$ mm, BK-EF: $64,5 \pm 2,2\%$). Egyik egészséges egyénnél sem volt igazolható egyes stádiumnál nagyobb mértékű valvularis regurgitatio vagy szignifikáns mértékű valvularis stenosis.

Háromdimenziós speckle-tracking echokardiográfiás adatok

A 3DSTE-vel mért BK-i volumetrikus, BK-LS- és MA-adatokat az 1. táblázatban tüntettük fel. A határérték-BK-EF-fel bíró esetekben nagyobb BK-i végszisztolés térfogatot és kisebb BK-LS-t lehetett mérni. A végszisztolés és végdiasztolés MA-átmérő-, -area- és -kerület-értékek nagyobbak bizonyultak a határérték- (50–54%) BK-EF-fel bíró betegekben a $\geq 55\%$ BK-EF-fel bíró esetekhez képest. Ezekben az egyéneknél az MA funkcionális paraméterek is kisebbnek bizonyultak.

Korrelációk

A teljes populációt vizsgálva a BK-EF nem mutatott korrelációt sem a végszisztolés és végdiasztolés MA-méretekkel, sem az MAFAC-cal ($r = 0,21$, $p = 0,24$) és az MAFS-sal ($r = 0,19$, $p = 0,31$). Hasonlóan nem volt korreláció igazolható az alcsoportok analízise során sem.

Megbeszélés

Az echokardiográfus vizsgálatok egyik legfontosabb indikációja a BK szisztolés pumpafunkciójának megítélése, melyre a leggyakrabban alkalmazott paraméter a BK-EF [10]. Ennek oka abban keresendő, hogy számos klinikai vizsgálat igazolta a BK-EF prognosztikus szerepét különböző betegcsoportokban [11]. A BK-EF számos echokardiográfiás módszer segítségével mérhető, beleértve az M-módot, 2D-, 2D speckle-tracking (STE), volumetrikus 3D-echokardiográfiás (RT3DE-) és 3DSTE-eljárásokat [10]. A szakmai irányelvek szerint a jelenleg ajánlott 2D-echokardiográfiás módszer a BK-EF mérésére a módosított Simpson szerinti és az úgynevezett arealength módszerek [9, 10]. Ugyanez a szakmai irányelv azt is megemlíti, hogy a RT3DE-alapú BK-EF-mérés pontos és reprodukálható, és amennyiben elérhető lehetőség, akkor használható [9].

Ismert tény, hogy a 2D-echokardiográfia alulbecsüli a valós MA-átmérőt, amennyiben azt az általunk bemutatott módszertanhoz hasonló, RT3DE és mágnesesrezonancia-vizsgálat (magnetic resonance imaging, MRI)

1. táblázat | A háromdimenziós speckle-tracking echokardiográfia során mért bal kamrai volumetrikus és longitudinális strain, valamint mitralis anulus paraméterek összefüggései

	Összes adat	BK-EF 50–54%	BK-EF $\geq 55\%$
n	146	33	113
Kor (évek)	$32,0 \pm 11,4$	$28,6 \pm 9,0^*$	$33,0 \pm 11,9$
Férfinem (%)	74 (51)	23 (70)*	51 (45)
3DSTE-vel mért BK-i volumetrikus adatok			
BK-i végdiasztolés térfogat (ml)	$87,0 \pm 23,9$	$84,1 \pm 26,6$	$87,8 \pm 23,1$
BK-i végszisztolés térfogat (ml)	$36,4 \pm 10,8$	$40,9 \pm 10,6^*$	$35,1 \pm 10,5$
BK-i ejekciós frakció (%)	$58,5 \pm 5,3$	$52,6 \pm 1,3^*$	$60,3 \pm 4,8$
3DSTE-vel mért BK-i strainadatok			
BK-i globális longitudinális strain (%)	$-16,0 \pm 2,5$	$-15,0 \pm 2,3^*$	$-16,3 \pm 2,4$
BK-i átlagos szegmális longitudinális strain (%)	$-16,8 \pm 2,4$	$-15,9 \pm 2,1^*$	$-17,1 \pm 2,4$
3DSTE-vel mért MA-adatok			
MA végdiasztolés átmérő (cm)	$2,44 \pm 0,43$	$2,55 \pm 0,45^\dagger$	$2,40 \pm 0,42$
MA végdiasztolés area (cm ²)	$7,31 \pm 2,21$	$7,90 \pm 2,61^\dagger$	$7,13 \pm 2,06$
MA végdiasztolés kerület (cm)	$10,2 \pm 1,5$	$10,6 \pm 1,7^\dagger$	$10,1 \pm 1,4$
MA végszisztolés átmérő (cm)	$1,60 \pm 0,39$	$1,79 \pm 0,40^*$	$1,54 \pm 0,37$
MA végszisztolés area (cm ²)	$3,45 \pm 1,27$	$4,21 \pm 1,34^*$	$3,23 \pm 1,16$
MA végszisztolés kerület (cm)	$7,06 \pm 1,23$	$7,82 \pm 1,25^*$	$6,84 \pm 1,14$
MA frakcionális area változása (%)	$51,5 \pm 15,5$	$44,7 \pm 14,8^*$	$53,6 \pm 15,1$
MA frakcionális rövidülés (%)	$34,0 \pm 15,1$	$29,7 \pm 12,2^*$	$35,2 \pm 15,6$

* $p < 0,05$ versus BK-EF $\geq 55\%$

$^\dagger p = 0,06$ versus BK-EF $\geq 55\%$

3DSTE = háromdimenziós speckle-tracking echokardiográfia; BK = bal kamra; EF = ejekciós frakció; MA = mitralis anulus

szórán mért értékekhez hasonlítjuk [12, 13]. A 3D-echokardiográfias módszer pontosnak tekinthető, és jól korrelál az MRI-vel mérhető értékekkel [13]. Mivel az MA nem igazi kör alakú képlet, inkább D betűhöz hasonlít, és bizonyos betegségekben torzul, 'gömbölyödik', az MA-átmérőből származtatott paraméterek további torzulást mutathatnak (MA-area, -kerület). Ezen tények ráirányíthatják a figyelmet az echokardiográfias 3D-képzéskészítés fontosságára még akkor is, ha a bemutatott módszertan nem veszi számításba az MA 3D-s nyereg alakját, csak annak 2D-be projektált képét.

A 3DSTE egy új, noninvazív diagnosztikus eljárás, mely egyesíti a volumetrikus 3D echokardiográfia és az

STE előnyeit. Egy szívüregről (jelen esetben BK-ról) kreált virtuális 3D-modell segítségével a szív ciklusnak megfelelően a BK volumetrikus és strainparaméterei egyidejűleg számíthatók [8]. *Kleijn és mtsai* szerint habár a 3DSTE-vel mért BK-i térfogatok kisebbek az MRI során mértékhez képest, a BK-EF tökéletes egyezést mutat [14]. Igazolást nyert az is, hogy a BK-i térfogatok és a BK-EF mérésében a 3DSTE megbízható [15], és a mért adatok a RT3DE-vel számítottal kicserélhetők [16]. A nemzetközi ajánlások alapján a 2D-echokardiográfia során meghatározott BK-EF határértéke $\geq 55\%$ [9], míg irodalmi adatok alapján 3D-echokardiográfiával mérve a határérték 47–55% körüli, életkori és nembeli függést is mutat [17]. Irodalmi adatok alapján az is elmondható, hogy az 50% alatti BK-EF csökkentnek tekinthető. A fenti tények figyelembevételével a 3DSTE-vel meghatározott 50–54%-os BK-EF-et borderline, határterületi értéknek tarthatjuk.

A jelen vizsgálatban a BK-EF és az MA morfológiájának és funkciójának összefüggéseit vizsgáltuk. Ebből a célból két populációt hoztunk létre, az elsőben határérték 50–54%-os BK-EF volt mérhető 3DSTE segítségével, míg a másodikban a BK-EF nagyobb-egyenlő volt 55%-nál. Eredményeink azt igazolták, hogy a határérték-BK-EF-fel bíró esetekben a szív ciklustól függetlenül az MA tágabb, és funkciója rosszabb a 3DSTE-vel mérve normális tartományba eső BK-EF-fel bíró esetekhez képest. Ez az eredmény rávilágít arra a tényre, hogy a BK-funkció normalitásának határán mozgó esetekben már korán megfigyelhető az MA remodelációja. Ennek oka a a szívüregi volumetrikus változások mellett a BK, és feltételezhetően a BP funkcionális eltéréseiben is keresendő, ahogy ezt a szubklinikusan alacsonyabb BK-i globális LS csökkenése is jelzi. Saját anyagunkban a határérték-BK-EF-et mutató betegekben további vizsgálatok elvégzését tartottuk szükségesnek az esetleges szubklinikus eltérések okának felderítése céljából. A fentieknek megfelelően további vizsgálatok szükségesek a fenti fiziológiai tények még komplexebb megértéséhez.

A vizsgálat korlátai

Vizsgálatunk elvégzésekor számos limitációs tényező merült fel, melyek közül az alábbiakat tartjuk a legfontosabbnak:

- A 3DSTE olyan új klinikai eljárás, mely jelenleg még széles körben nem terjedt el. A jelenleg rendelkezésre álló eszközök mellett a 2D-echokardiográfiához képest csökkent térbeli és időbeli felbontóképességgel rendelkezik, ami eredményeinket befolyásolhatta [8, 10].
- A jelen vizsgálat nem tekintette céljának a 3DSTE-vel mért BK-i volumetrikus adatok és BK-EF-mérés validálását [10, 18]. Fontos tudni, hogy direkt validációs vizsgálat eddig még nem történt, mely a 2D-echokardiográfiával (például Teichholz- vagy Simpson-módszerrel) számított BK-i volumeneket és EF-et a

3DSTE-vel számítottéhoz hasonlította volna. Eddig validációs vizsgálatok cardialis MRI-vel [14] és RT3DE-vel [16] szemben történtek.

- Saját tapasztalataink alapján a jelenleg elérhető 3DSTE-rendszerrel átlagosan 6–8%-kal alacsonyabb BK-EF mérhető a 2D-echokardiográfias Teichholz-féle módszerrel számítottéhoz képest. Ennek megfelelően a 3DSTE-vel mért 50–54%-os BK-EF-csoportba sorolt eseteink 2D-echokardiográfiával mért BK-EF-je valamennyi esetben 55% felett volt.
- 3DSTE segítségével nemcsak a BK, de a pitvarok volumetrikus és strainadatai is korrekt módon mérhetők a szív ciklusnak megfelelően, ezek analízisét azonban ebben a tudományos műben nem vizsgáltuk [18].
- Az alcsoportok analízise során különbségeket találtunk az életkor és a nembeli eloszlásban, melyek eredményeinket befolyásolhatták.

Következtetések

A 3DSTE-vel meghatározott határérték-BK-EF együtt jár az MA tágulásával és funkciójának romlásával.

Anyagi támogatás: A közlemény megírása anyagi támogatásban nem részesült.

Szerzői munkamegosztás: K. Zs., K. Á.: A hipotézisek kidolgozása, vizsgálat lefolytatása, statisztikai elemzések, a kézirat megszövegezése. D. P., K. A.: A vizsgálatok lefolytatása. L. Cs., A. Z., F. T.: A kézirat megszövegezése. N. A.: A hipotézisek kidolgozása, a kézirat megszövegezése. A cikk végleges változatát valamennyi szerző elolvasta és jóváhagyta.

Érdekltségek: A szerzőknek nincsenek érdekltségeik.

Irodalom

- [1] Dal-Bianco JP, Levine RA. Anatomy of the mitral valve apparatus – role of 2D and 3D echocardiography. *Cardiol Clin.* 2013; 31: 151–164.
- [2] Nemes A, Geleijnse ML, Soliman OI, et al. Evaluation of the mitral valve by transthoracic real-time three-dimensional echocardiography. [A mitralis billentyű vizsgálata transthoracalis real-time háromdimenziós echokardiográfiával.] *Orv Hetil.* 2010; 151: 854–863. [Hungarian]
- [3] Silbiger JJ. Anatomy, mechanics, and pathophysiology of the mitral annulus. *Am Heart J.* 2012; 164: 163–176.
- [4] Apor A, Nagy AI, Kovács A, et al. Three-dimensional dynamic morphology of the mitral valve in different forms of mitral valve prolapse – potential implications for annuloplasty ring selection. *Cardiovasc Ultrasound* 2016; 14: 32.
- [5] Antoine C, Mantovani F, Benfari G, et al. Pathophysiology of degenerative mitral regurgitation: new 3-dimensional imaging insights. *Circ Cardiovasc Imaging* 2018; 11: e005971.
- [6] Nemes A, Anwar AM, Caliskan K, et al. Non-compaction cardiomyopathy is associated with mitral annulus enlargement and functional impairment: a real-time three-dimensional echocardiographic study. *J Heart Valve Dis.* 2008; 17: 31–35.

- [7] Nemes A, Földeák D, Kormányos Á, et al. Cardiac amyloidosis associated with enlargement and functional impairment of the mitral annulus: insights from the three-dimensional speckle tracking echocardiographic MAGYAR-Path Study. *J Heart Valve Dis.* 2017; 26: 304–308.
- [8] Nemes A, Kalapos A, Domsik P, et al. Three-dimensional speckle-tracking echocardiography – a further step in non-invasive three-dimensional cardiac imaging. [Háromdimenziós speckle-tracking echokardiográfia – egy újabb lépés a noninvazív háromdimenziós kardiális képalkotásban.] *Orv Hetil.* 2012; 153: 1570–1577. [Hungarian]
- [9] Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Cardiology and European Association of Cardiovascular Imaging. *J Am Soc Echocardiogr.* 2015; 28: 1–39.e14.
- [10] Nemes A, Forster T. Recent echocardiographic examination of the left ventricle – from M-mode to 3D speckle-tracking imaging. [A bal kamra korszerű echokardiográfias vizsgálata – az M-módtól a 3D speckle-tracking képalkotásig.] *Orv Hetil.* 2015; 156: 1723–1740. [Hungarian]
- [11] Prastaro M, Pirozzi E, Gaibazzi N, et al. Expert review on the prognostic role of echocardiography after acute myocardial infarction. *J Am Soc Echocardiogr.* 2017; 30: 431–443.e2.
- [12] Anwar AM, Soliman OI, ten Cate FJ, et al. True mitral annulus diameter is underestimated by two-dimensional echocardiography as evidenced by real-time three-dimensional echocardiography and magnetic resonance imaging. *Int J Cardiovasc Imaging* 2007; 23: 541–547.
- [13] Anwar AM, Soliman OI, Nemes A, et al. Assessment of mitral annulus size and function by real-time 3-dimensional echocardiography in cardiomyopathy: comparison with magnetic resonance imaging. *J Am Soc Echocardiogr.* 2007; 20: 941–948.
- [14] Kleijn SA, Brouwer WP, Aly MF, et al. Comparison between three-dimensional speckle-tracking echocardiography and cardiac magnetic resonance imaging for quantification of left ventricular volumes and function. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2012; 13: 834–839.
- [15] Kleijn SA, Aly MF, Terwee CB, et al. Reliability of left ventricular volumes and function measurements using three-dimensional speckle tracking echocardiography. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2012; 13: 159–168.
- [16] Kleijn SA, Aly MF, Terwee CB, et al. Comparison between direct volumetric and speckle tracking methodologies for left ventricular and left atrial chamber quantification by three-dimensional echocardiography. *Am J Cardiol.* 2011; 108: 1038–1044.
- [17] Wood PW, Choy JB, Nanda NC, et al. Left ventricular ejection fraction and volumes: it depends on the imaging method. *Echocardiography* 2014; 31: 87–100.
- [18] Piros GÁ, Domsik P, Kalapos A, et al. Relationships between right atrial and left ventricular size and function in healthy subjects. Results from the three-dimensional speckle-tracking echocardiographic MAGYAR-Healthy Study. [A jobb pitvar és a bal kamra méretének és funkciójának összefüggései egészségesekben. Eredmények a háromdimenziós speckle-tracking echokardiográfias MAGYAR-Healthy Tanulmányból.] *Orv Hetil.* 2015; 156: 972–978. [Hungarian]

(Nemes Attila dr.,

Szeged, Semmelweis u. 8., 6725

e-mail: nemes@in2nd.szote.u-szeged.hu)

„A józan ész nem ajándék, hanem büntetés, mert meg kell küzdened azokkal, akik nem rendelkeznek vele.” (Albert Einstein)