

# Az interventrikuláris szeptum mérése echokardiográfiával – Mérési különbségek és klinikai következményeik

**Domokos Éva,  
Kardos László,  
Bednársky Ildikó,  
Bene Orsolya,  
Bódi Annamária,  
Daragó Andrea,  
Fülöp Tibor,  
Homoródi Nóra,  
Péter Andrea,  
Rácz Ildikó,  
Hegedűs Ida,  
Kertész Attila Béla**

Debreceni Egyetem, Orvos- és  
Egészségtudományi Centrum,  
Kardiológiai Intézet, Debrecen

Levelezési cím:

Dr. Kertész Attila Béla  
4028 Debrecen, Vas Gereben u. 10. 3/1  
Tel.: +36-30-399-6248  
Fax: +36-52-255-928  
E-mail: [dr.kertesz.attila@gmail.com](mailto:dr.kertesz.attila@gmail.com)

## **Kulcsszavak:**

echokardiográfia, balkamra-  
hipertrofia, mérési bizonytalanság

## **Keywords:**

echocardiography, left ventricular  
hypertrophy, measurement variability

**Háttér:** A balkamra-hipertrofia jelentős kardiovaszkuláris rizikófaktor; növeli az angina pectoris, a miokardiális iszkémia és infarktus, a pangásos szívelégtelenség, a hirtelen szívhalál és a stroke kockázatát. A hipertrofia diagnosztizálható EKG, echokardiográfia, CT, MRI segítségével. Az irodalom szerint az interventrikuláris szeptum vastagsága 12 mm alatt fiziológiás, magasabb érték esetén hipertrofiáról beszélünk.

**Célkitűzések:** Az interventrikuláris szeptum vastagságának M-mód mérési pontosságát vizsgáltuk a DEOEC Kardiológiai Intézet echokardiográfias laborjában mérései alapján.

**Módszerek:** A DEOEC Kardiológiai Intézet echokardiográfias laborjában 2008 márciusában megjelent 48 férfi és 43 nőbeteg adatait elemeztük retrospektív módon. A kiválasztott betegek szívultrahangos vizsgálatai között maximum egy hónap telt el, amely idő alatt sem klinikai jelentőséggel bíró beavatkozás, sem állapotváltozás nem történt. A 91 adatpár elemzése során varianciaanalízissel határoztuk meg az egy betegen belüli mérések variabilitását.

**Eredmények:** A 12 mm-es cutoff-érték közelében a mérési bizonytalanság nem csökkent, értéke olyan, mint a nagyobb valószínűséggel hipertrofiás, illetve nem hipertrofiás esetekben. A mérési eredménynek a 12 mm-es cutofftól  $\pm 1$  mm-es eltérése esetén 82%-os bizonyosság adódott arra vonatkozóan, hogy a szeptum tényleges vastagsága a cutofftól a vélelmezett irányban tér el.

**Konklúzió:** A cutofférték közelében hasznosabb lenne a mérési pontosság növelése, amelyre lehetőséget adhat az M-mód mérés kapcsán a Resolution funkció használata, illetve a parasternalis hossz- és keresztmetszeti képen is elvégzett mérés. A balkamra-hipertrofia diagnózisát segítheti a bal kamra tömegének számítása, valamint az ultrahang és EKG-jelek együttes értékelése.

## **Echocardiographic measurement of the interventricular septum. Measurement inaccuracy and its clinical consequences.**

**Background:** Left ventricular hypertrophy is a major cardiovascular risk factor; it increases the risk of angina pectoris, myocardial ischemia, myocardial infarction, congestive heart failure, sudden cardiac death, and stroke. Left ventricular hypertrophy can be diagnosed by ECG, echocardiography, CT and MRI. Normal left ventricular septal thickness is  $\leq 12$ mm, above which left ventricular hypertrophy is considered.

**Aims:** The authors analysed the accuracy of left ventricular septal thickness M-mode measurements using data from the Echocardiographic Laboratory of the Institute of Cardiology, University of Debrecen.

**Patients and Methods:** Echocardiographic examination data of 48 men and 43 women recorded during March 2008 were analysed retrospectively. The interval between repeated examinations was no longer than 1 month, and no clinically relevant intervention or change in cardiovascular status occurred within that time. Data from 91 patients were studied using analysis of variance to estimate within-patient measurement variability.

**Results:** Measurement uncertainty showed no tendency to decrease around the 12mm cut-off point and was similar to that in evident hypertrophic and non-hypertrophic patients. For measured values 1mm above or below the 12 mm cut-off

point, the certainty of the patient being hypertrophic or non-hypertrophic, respectively, was estimated to be 82%.

**Conclusion:** Measurement accuracy should be increased around the cut-off point, which can be achieved by taking advantage of the Resolution function during M-mode examination, and by measuring septal thickness in both long and short axis parasternal views. Calculation of left ventricular myocardial mass and simultaneous analysis of ECG and echocardiographic results could help diagnosing left ventricular hypertrophy.

**A** balkamra-hipertrófia (LVH) a kardio- és cerebrovaszkuláris morbiditás és mortalitás önálló rizikófaktora, fokozódása csaknem lineárisan emeli a kardiovaszkuláris rizikót (1, 2, 3). Önálló rizikófaktorként; növeli az angina pectoris, a miokardiális iszkémia és infarktus, a szívritmuszavarok (4), a pangásos szívelégtelenség, a hirtelen szívhalál (5) és a stroke (6) kockázatát. Mindezek alapján a balkamra-hipertrófia jelenlétének ismerete fontos, hiszen jelentős mértékben befolyásolja a terápiás teendőket, és a betegkövetést is. A balkamra-hipertrófia leggyakoribb oka a hipertónia, de okozhatja szívbillentyűhiba, szívizomelhalás (7), neurohumorális zavarok, sarcomerfehérje mutációk.

Az LVH prevalenciája függ a vizsgálómódszertől. Megbízható adatokkal erről a Framingham-vizsgálatból rendelkezünk. Gyakorisága EKG-val vizsgálva a teljes populációban 2,1% (férfiak: 2,9%, nők: 1,5%) (11). Echokardiográfiával mérve prevalenciája szorosan életkorfüggő: 30 éves kor körül átlagosan 8%, 70 év felett 33% (1). Az LVH gyakorisága növekszik tehát az életkorral, de megjelenése szorosan összefügg a vérnyomással, testtömeggel, koronáriabetegséggel, vitiumokkal, illetve ezek kombinációival. Az echokardiográfiás vizsgálatok alapján a hipertóniások kb. 50%-ában mutatható ki LVH. A bal kamra tömegének minden 50 g/m<sup>2</sup>-es növekedése a kardiovaszkuláris betegségek felépésének 4 éves rizikóját férfiakban 1,49-szeresre, nőkben 1,57-szorosra emeli (1).

Napjainkban echokardiográfiával határozzuk meg a szív morfológiai és funkcionális jellemzőit. E módszerrel egyszerűen mérhető a falvastagság, és ki lehet számolni a bal kamra tömegét is, azonban adódnak egyéb vizsgálómódszerek is, amelyek segítik az LVH diagnózist.

A szokásos vizsgálómódszerek közül a kardiológiai röntgenvizsgálat önmagában nem alkalmas az LVH felismerésére (13).

Az EKG-görbe elemzésével lehetőség nyílik balkamra-hipertrófia diagnózisára. A legelterjedtebb a Sokolov-index, amely szerint, ha az S (V1) és az R (V5/6) összege meghaladja a 35 mm-t, LVH-ról beszélünk (14). A módszerek érzékenysége (szenzitivitása) meglehetősen alacsony, viszont a fajlagosságuk (specifitás) elég nagy, vagyis valódi LVH-ban túl sok az álnegatív lelet.

MRI-vel nagyon pontosan meg lehet mérni a bal kamra tömegét. A modern kardiológiában az MRI-vel történő meghatározás az aranystandard, ehhez lehet hasonlítani a többi módszerrel mért értékeket. Sokkal kisebb a tévesztés lehetősége, több irányból, különböző vastagságú szeleteket lehet készíteni. Jobb a kontúrfelismerés, mert a felvétel elkészülése után beállítható a myocardiumra jellemző szövetspecifikus denzitás, nincs szükség extrapolációra, minden leképezési szeletben elvégezhető a mérés, ezért az eredmények jobban reprodukálhatók (15). Az MRI azonban még a leggaz-

dagabb országokban is csak korlátozottan hozzáférhető, ezért elsősorban tudományos indíttatású vizsgálatokban használják, a mindennapi feladatokra marad az EKG és az echokardiográfia.

A klinikumban az echokardiográfiás vizsgálat nagyon elterjedt, a mindennapok szerves része. Parasternalis hosszmetzeti képen vezetett M-mód méréssel mm-ben megadható diasztolében a szeptum és hátsó fal vastagsága. A pontos méréshez az M-mód kurzorának a szeptum falára merőlegesen kell futnia. Gondosan ellenőrizendő a 2D-képen, hogy a szeptumhoz nem adódik-e hozzá jobb kamrai struktúra, illetve ínhúrok vagy papilláris izmok a hátsó fal vastagságához. A falvastagság természetesen a 2D-képen is lemérhető. A módszerben nehézség leggyakrabban meredek állású szív, rossz echoablak és szegmentális falmozgászavar esetén adódik.

A 3D-echokardiográfia és a kontraszt-echo kombinálása kiküszöbölheti a bal kamra alakjából fakadó számlási gondokat. Az ezzel a módszerrel mért értékeknek kisebb a szórása, valamint az intraobszerver és interobszerver variabilitása is kedvezőbb, mint a hagyományos kétdimenziós méréseknek. Az MR-rel kapott eredményeket így lehet legjobban megközelíteni, de a műszer és a technika, egyelőre nem terjedt el széles körben.

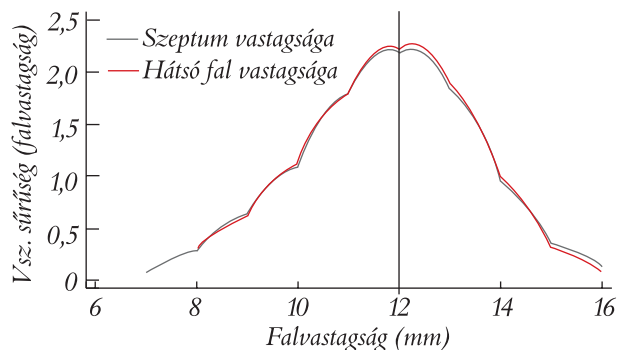
### Célkitűzések

Gyakorlati szempontból tehát a LVH ismerete nagyon fontos, hiszen befolyásolja a terápiás teendőket és a betegkövetést is. Vizsgálatunk célja az volt, hogy meghatározzuk az interventrikuláris szeptum vastagságának M-móddal végzett mérési pontosságát a DEOEC Kardiológiai Intézet echokardiográfiás laborjának adatai alapján. A kapott eredmények értékeléséhez a következő kérdésekre kerestük a választ.

- × A laborban vizsgált betegek falvastagság tekintetében milyen eloszlást mutatnak?
- × Milyen a mérés pontossága?
- × A szeptum mérési pontossága függ-e a tényleges falvastagságtól?
- × Egy echokardiográfiás leletben szereplő falvastagság érték mennyire pontos paraméter a balkamra-hipertrófia diagnózisához?

### Betegek és módszerek

Munkánk során áttekintésre kerültek a szívultrahanglaborban 2008 márciusában megjelent betegek vizsgálati eredményei a MedSolution adatbázis segítségével. Olyan betegek adatai feldolgozását végeztük, akik szívultrahangos vizsgálati között maximum egy hónap telt el, és ez idő alatt sem klinikai jelentőséggel bíró beavatkozás, sem állapotváltozás nem történt. A vizsgálatokat 10, echokardiográfiás vizsgálat végzésében



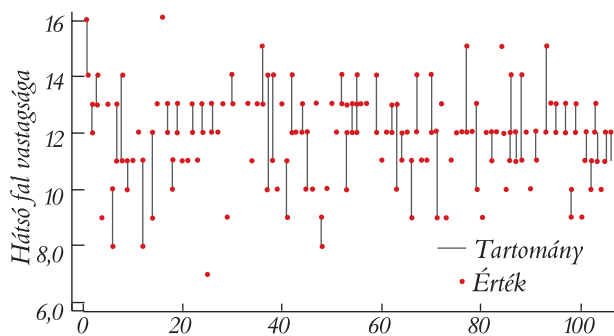
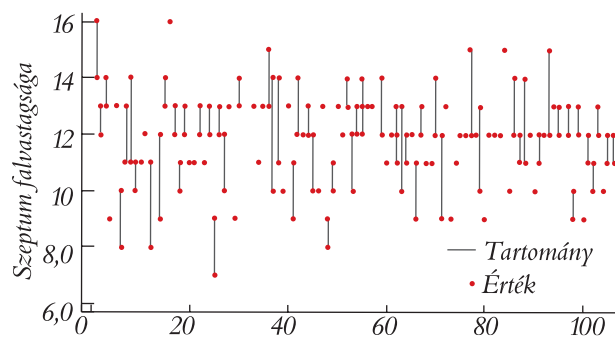
1. ábra. Tapasztalati sűrűségfüggvény. A falvastagság függvényében ábrázoltuk a vizsgált mintában az előfordulás értékét

tapasztalt orvos végezte. Az adatok értékelésében az egyes vizsgálatokat végző orvosok személyét nem vettük figyelembe. Összesen 48 férfi és 43 nőbeteg adatai feleltek meg célunknak. Végül a 91 betegnél összesen 106 adatcsoport retrospektív elemzését végeztük. A betegeknek parasternalis hosszmetsetből vezetett M-mód méréssel adták meg a diasztolés falvastagságot. A Stata-programmal végeztünk varianciaanalízist, így határoztuk meg az egy betegen belüli mérések variabilitását, amit mérési véletlen hibaként vettünk figyelembe a döntési bizonyosság (annak a bizonyossága, hogy a 12 mm-es hipertrófiás cutofft vélt oldalán van a valós érték) kiszámítása során.

## Eredmények

Annak vizsgálatára, hogy a laborban vizsgált betegek falvastagság tekintetében milyen eloszlást mutatnak,

2. ábra. A szeptumvastagság mérési eredményei a vizsgált betegekben. Az egyes betegek mérési eredményeit külön-külön ábrázoltuk. Az ábrán a betegek egy véletlenszerű azonosító számmal szerepelnek, a pontok jelzik az aktuális értéket. Amennyiben egy betegen belül, a két mérés között különbség volt, a két mérési eredményt kék vonallal kötöttük össze. Az ábrán az összes vizsgálat eredménye látható



3. ábra. A mérések eredményei a vizsgált betegekben a hátsó fal esetében

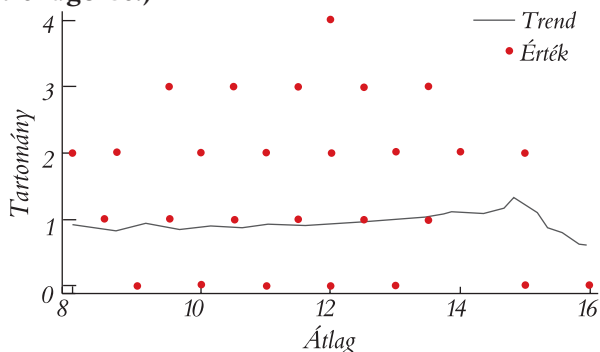
sűrűségfüggvényen ábrázoltuk a mért falvastagságokat (1. ábra). A leggyakrabban mért érték 12 mm volt, ettől közel egyenlő arányban fordult elő vastagabb és vékonyabb falvastagság.

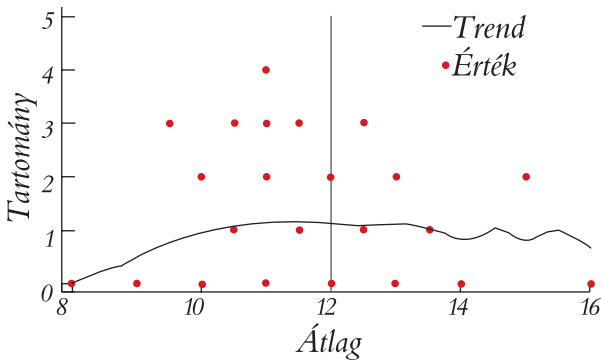
A mérés pontosságának meghatározására külön diagramon ábrázoltuk a mérések eredményeit az egyes betegekben (2. ábra). 34 esetben egyforma volt a két mérés eredménye, 31 esetben 1 mm volt a különbség, 15 esetben 2 mm, 10 esetben 3 mm különbség volt a két mérés között. A leggyakrabban egyforma volt a két mérés eredménye vagy mindössze 1 mm volt a mérési különbség (71%-ban), a két mérés között 4 mm-es eltérés csak egyszer fordult elő. Az átlagos mérési különbség 1 mm-nek adódott.

A hátsó fal esetében a mérési különbségek hasonló eredményt adtak (3. ábra).

Vizsgáltuk, hogy a szeptum mérési pontossága függ-e a tényleges falvastagságtól. Ehhez ábrázoltuk az átlagolt falvastagságnál a mérési különbségeket (4. ábra). A

4. ábra. A mérési bizonytalanság az aktuális falvastagság függvényében. Az x-tengelyen az egyes adatpárok átlagai vannak feltüntetve, az y-tengelyen pedig az ezekhez tartozó mérési különbségek. A trend görbe (kék vonal) az adott falvastagságnál meghatározott átlagos mérési különbséget jelzi. Lefutása a falvastagság spektrum egészén közel vízszintes és az 1 mm-es tartomány közelében mozog. (Az ábrán egy pont több esetet is jelölhet, a várt ellenére ezért helyezkedik el itt a trendgörbe.)



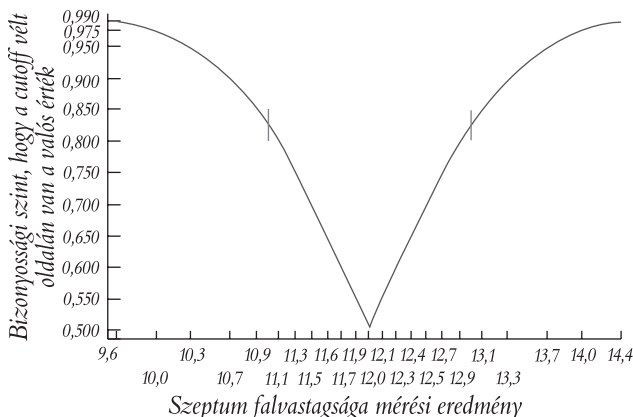


5. ábra. A 12 mm-es cutoff-érték közelében a bizonytalanság nem csökkent a hátsó fal esetében

mérési bizonytalanság falvastagságtól függetlenül 1 mm körüli volt, az a tényleges falvastagságtól nem függött. A 12 mm-es cutoff-érték közelében a bizonytalanság nem csökkent, értéke olyan, mint a nagyobb valószínűséggel hipertrófiás, illetve nem hipertrófiás esetekben. A hátsó fal esetén is hasonló eredményt, egy közel vízszintes trendgörbét kaptunk (5. ábra).

A kapott adatok alapján statisztikai módszerrel vizsgáltuk, hogy a laborban végzett echokardiográfiás leletben szereplő falvastagság-érték mennyire pontos paraméter a balkamra-hipertrófia diagnózisában. A kérdés megválaszolására felhasználtuk a falvastagság függvényében meghatározott mérési bizonytalanság adatait. Ábrázoltuk annak a bizonyosságát, hogy a cutoff vélt oldalán van a valós érték, azaz ha 12 mm feletti a vizsgált egyén szeptumának vastagsága, az a mérési módszerben lévő bizonytalanságot figyelembe véve mekkora bizonyossággal jelent ténylegesen 12 mm-nél vastagabb septu-

6. ábra. Bizonyossági érték. A szeptum vastagságának függvényében meghatározott azon bizonyossági érték, hogy a valós érték a cutoff vélt oldalán van, azaz ha 12 mm-nél nagyobb, valódi balkamra-hipertrófia áll fenn. A mérés 12 mm-es cutofftól  $\pm 1$  mm-es eltérése esetén 82%-os bizonyosság adódott arra vonatkozóan, hogy a szeptum ténylegesen hipertrófiás vagy nem az



mot (6. ábra). A mérési eredménynek a 12 mm-es cutofftól  $\pm 1$  mm-es eltérése esetén 82%-os bizonyosság adódott arra vonatkozóan, hogy a szeptum tényleges vastagsága a cutofftól a vélelmezett irányban tér el.

## Megbeszélés

Adataink alapján megállapíthatjuk, hogy a szeptum falvastagság mérése alacsony mérési különbséggel reprodukálható paraméter, amely a bal kamra-hipertrófia meglétében erős diagnosztikus értékkel bír.

A balkamra-hipertrófia megléte fontos tényező, amely a cerebrovaszkuláris rizikóstratifikáció fontos paramétere, jelentős mértékben befolyásolja a terápiás teendőket, és a betegkövetést. Egy 2005-ös ajánlás alapján a balkamra-falvastagság referenciatartományát egészséges nők esetén 6–9 mm között, férfiaknál 6–10 mm között határozták meg. Ebben az ajánlásban három súlyossági fokot különböztetnek meg az echokardiográfiával mérhető paraméterekre. Falvastagság alapján enyhe, (nők: 10–12 mm, férfiak: 11–13 mm) közepesen súlyos (nők: 13–15 mm, férfiak: 14–16 mm) és súlyos (nők:  $\geq 16$  mm, férfiak:  $\geq 17$  mm) hipertrófiáról beszélhetünk (16). Hasonló eredményeket kaptak referenciatartományként egy nagy populáción végzett brazil tanulmányban is (17).

A vizsgálatunkban kapott falvastagság eloszlása nem felelt meg a fent említett populációs vizsgálatok eredményeinek, a leggyakoribb falvastagság a 12 mm volt, amely értéket 58%-ban lehetett látni. A különbözőség oka az lehet, hogy nem egy egészséges populációt vizsgáltunk, hanem a DEOEC Kardiológiai Intézet Echokardiográfiás Laborjában megjelent szívbetegeket.

A mérés bizonytalansága 1 mm-nek adódott, amely bizonytalanság a falvastagságtól független volt.

A gyakorlatban az echokardiográfiás vizsgálatok során a normál és kóros érték között éles határt szabnak: 12 mm fölött beszélünk hipertrófiáról. A meghatározott 1 mm-es mérési bizonytalanság alapján azonban felmerül a kérdés, hogy egy echokardiográfiás leletben leírt falvastagság-érték ténylegesen mekkora bizonyossággal jelez 12 mm feletti, valódi balkamra-hipertrófiát. A 12 mm esetén definíció szerint 50%-os a balkamra-hipertrófia meglétének vagy meg nem létének bizonyossága. Adataink alapján a cutofftól 1 mm-re 82%-os bizonyossági szintet, illetve 18%-os téves osztályozási/besorolási/klasszifikációs hányadot kaptunk, ami megfelel az irodalomban olvasottaknak. Ez azt jelenti, hogyha az echokardiográfiás leletben 11 mm szerepel, akkor 82% a valószínűsége annak, hogy a betegnek nincs LVH-ja, illetve, ha 13 mm-t mér a vizsgáló, akkor 82% a valószínűsége annak, hogy a betegnek valóban LVH-ja van. 10 és 14 mm-es értékeknél ez a bizonyosság 97,5%-nak adódott. Egy korai ajánlás (18) is hasonló bizonytalanságot mért, amennyiben a vizsgálók a QRS-

komplexum kezdetén mérték a falvastagságot (19,5%), míg a QRS csúcán mérve valamivel nagyobb volt a bizonytalanság (23,8%). A leggyakoribb hibának a szeptum vastagságának mérésénél jobb kamrai struktúrának a falhoz adását nevezték, ami magasabb falvastagságot eredményez.

A vizsgálat alapján megállapítható, hogy a szeptum falvastagsága könnyen mérhető, a módszer jól reprodukálható, azonban még így is van egy nem elhanyagolható mérési bizonytalanság. A balkamra-hipertrófia diagnózisának pontosításában ezért a cutoff-érték közelében hasznosabb lenne a mérési pontosság növelése, amellyel a tévedések esélyét a lehető legkisebbre lehetne csökkenteni.

Erre több lehetőség adódik:

× M-módban is lehetőség van a kép kinagyítására a Resolution-funkció használatával, amely alkalmazásával két pont közötti távolság nagyobb lesz, így a mérés is pontosabb. (2D-képen a bal kamra kiáramlási pályára mérésére hasonló okok miatt kötelezően

javasolt módszer).

× El lehet végezni a mérést parasternalis hosszszetszeti és keresztmetszeti képen. Az így kapott két értéket összehasonlítva szintén biztosabb eredményt kaphatunk.

A balkamra-hipertrófia diagnózisát segíthetik egyéb paraméterek:

× az EKG-jelek nagyon specifikusak, az ultrahang-képpel összevetve értékelésük szintén segíti a diagnózist.

× A bal kamra izomtömegének meghatározása, mely M-módban és 2D-képből is viszonylag könnyen számolható, egy viszonylag egyszerű képlet alapján.

### Köszönetnyilvánítás

A cikk Domokos Éva 6. éves orvostanhallgató TDK pályamunkája alapján, Dr. Kardos László és Dr. Kertész Attila Béla témavezetésével készült.

## Irodalom

1. Levy D, Garrison RJ, Savage DD, et al. Prognostic implications of echocardiographically determined left ventricular mass in the Framingham Heart Study. *N Engl J Med* 1990; 322 (22): 1561–6.
2. Schillaci G, Verdecchia P, Porcellati C, et al. Continuous relation between left ventricular mass and cardiovascular risk in essential hypertension. *Hypertension* 2000; 35 (2): 580–6.
3. Verdecchia P, Carini G, Circo A, et al. Left ventricular mass and cardiovascular morbidity in essential hypertension: the MAVI study. *J Am Coll Cardiol* 2001; 38 (7): 1829–35.
4. Okin PM, Devereux RB, Nieminen MS, et al. Electrocardiographic strain pattern and prediction of new-onset congestive heart failure in hypertensive patients: the Losartan Intervention for Endpoint Reduction in Hypertension (LIFE) study. *Circulation* 2006; 113 (1): 67–73.
5. Haider AW, Larson MG, Benjamin EJ, et al. Increased left ventricular mass and hypertrophy are associated with increased risk for sudden death. *J Am Coll Cardiol* 1998; 32 (5): 1454–9.
6. Di Tullio MR, Zwas DR, Sacco RL, et al. Left ventricular mass and geometry and the risk of ischemic stroke. *Stroke* 2003; 34 (10): 2380–4.
7. Jilalawi H, Greaves S, Rouleau JL, et al. Left ventricular hypertrophy and the risk of subsequent left ventricular remodeling following myocardial infarction. *Am J Cardiol* 2003; 91 (6): 723–6.
8. Koren MJ, Devereux RB, Casale PN, et al. Relation of left ventricular mass and geometry to morbidity and mortality in uncomplicated essential hypertension. *Ann Intern Med* 1991; 114 (5): 345–52.
9. Ganau A, Devereux RB, Roman MJ, et al. Patterns of left ventricular hypertrophy and geometric remodeling in essential hypertension. *J Am Coll Cardiol* 1992; 19 (7): 1550–8.
10. Milani RV, Lavie CJ, Mehra MR, et al. Left ventricular geometry and survival in patients with normal left ventricular ejection fraction. *Am J Cardiol* 2006; 97 (7): 959–63.
11. Levy D, Anderson KM, Savage DD, et al. Echocardiographically detected left ventricular hypertrophy: prevalence and risk factors. The Framingham Heart Study. *Ann Intern Med* 1988; 108 (1): 7–13.
12. Nagy V. Left ventricular hypertrophy: pathogenesis, diagnosis and therapy. *Orv Hetil* 2001; 142 (26): 1375–83.
13. Baron MG. Radiological and angiographic examination of the heart, in Heart disease, B. E. Editor. Philadelphia: Saunders Company; 1980. p. 147–197.
14. Sokolow M, Lyon TP. The ventricular complex in left ventricular hypertrophy as obtained by unipolar precordial and limb leads. *Am Heart J* 1949; 37 (2): 161–86.
15. Moriuchi M, Saito S, Kasamaki Y, et al. Three-dimensional analysis of left ventricular geometry using magnetic resonance imaging: feasibility and comparison with echocardiographic analysis. *J Cardiol* 2003; 42 (6): 249–60.
16. Lang RM, Bierig M, Devereux RB, et al. Recommendations for chamber quantification: a report from the American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee and the Chamber Quantification Writing Group, developed in conjunction with the European Association of Echocardiography, a branch of the European Society of Cardiology. *J Am Soc Echocardiogr* 2005; 18 (12): 1440–63.
17. Angelo LC, Vieira ML, Rodrigues SL, et al. Echocardiographic reference values in a sample of asymptomatic adult Brazilian population. *Arq Bras Cardiol* 2007; 89 (3): 168–73, 184–90.
18. Sahn DJ, DeMaria A, Kisslo J, et al. Recommendations regarding quantitation in M-mode echocardiography: results of a survey of echocardiographic measurements. *Circulation* 1978; 58 (6): 1072–83.