

Szegedi Tudományegyetem, Általános Orvostudományi Kar,  
Szent-Györgyi Albert Klinikai Központ,  
II. számú Belgyógyászati Klinika és Kardiológiai Központ

---

**Fókuszban a pitvari funkció:  
a három-dimenziós speckle-tracking echokardiográfia  
előnyei**

**Dr. Piros Györgyike Ágnes**

**PhD tézis**

**Témavezető:**

**Prof. Dr. Nemes Attila PhD, DSc**

**2016**

### Cikkek

- I. Piros GÁ, Domsik P, Kalapos A, Lengyel C, Orosz A, Forster T, Nemes A. Relationships between right atrial and left ventricular size and function in healthy subjects - Results from the three-dimensional speckle tracking echocardiographic MAGYAR-Healthy Study. *Orv Hetil* 2015; 156: 972-978.
- II. Piros GÁ, Domsik P, Kalapos A, Lengyel C, Orosz A, Forster T, Nemes A. Left atrial ejection force correlates with left atrial strain and volume-based functional properties as assessed by three-dimensional speckle-tracking echocardiography (from the MAGYAR-Healthy Study). *Rev Port Cardiol* 2016; 35: 83-91. (Impakt faktor: 0,454)
- III. Nemes A, Piros GÁ, Domsik P, Kalapos A, Lengyel C, Orosz A, Forster T. Correlations between three-dimensional speckle-tracking echocardiography-derived left atrial functional parameters and aortic stiffness in healthy subjects – Results from the MAGYAR-Healthy Study. *Acta Physiol Hung* 2015; 102: 197-205. (Impakt faktor: 0,734)
- IV. Nemes A, Piros GÁ, Lengyel C, Domsik P, Kalapos A, Várkonyi TT, Orosz A, Forster T. Complex evaluation of left atrial dysfunction in patients with type 1 diabetes mellitus by three-dimensional speckle tracking echocardiography: results from the MAGYAR-Path Study. *Anatol J Cardiol* 2016 (in press) (Impakt faktor: 0,927)
- V. Nemes A, Piros GÁ, Domsik P, Kalapos A, Forster T. Left atrial volumetric and strain analysis by three-dimensional speckle-tracking echocardiography in noncompaction cardiomyopathy – Results from the MAGYAR-Path Study. *Hellenic J Cardiol* 2016; 57: 23-29. (Impakt faktor: 1,229)

### Absztrakt

- I. Nemes A, Domsik P, Piros GÁ, Kalapos A, Lengyel C, Orosz A, Forster T. A három-dimenziós speckle-tracking echokardiográfia során számított bal pitvari funkcionális paraméterek és az aorta merevségének összefüggései egészségesekben – Eredmények a MAGYAR-Healthy Tanulmányból. *Cardiol Hung* 2015; 45(Suppl D): D80.

A szív ciklus részét képező szisztolé és diasztolé során a szívüregek összetett mozgást végeznek. Míg szisztolében a jobb (JK) és bal kamra (BK) a semilunáris pulmonális (PB) és aorta billentyűkön (AB) keresztül kiürül, addig a zárt mitrális (MB) és tricuspidalis (TrB) billentyűk mellett a jobb (JP) és bal pitvar (BP) rezervoárként viselkedik, vagyis üregük megnő és a vénák előtt feltelődnek. Koradiasztolében az MB és TrB megnyílását követően a pitvarokban tárolt vér a kamrákba áramlik zárt PB és AB mellett, ilyenkor a pitvarok „conduit-ként” (csatorna) viselkednek. Késő diasztolében a pitvarok kontraktilis üreggé válnak segítvén a kamrák teljes feltelődését.

A fent bemutatott komplex mozgás vizsgálatára számos képalkotási lehetőségünk van, a legkönnyebben kivitelezhető non-invazív megoldás a szív ultrahangos vizsgálata, az echokardiográfia. Míg a BK-i méretek és ejekciós frakció (EF) meghatározása a rutin M-mód és két-dimenziós (2D) echokardiográfia része és elfogadott módszertan, addig figyelembe véve a komplex szív ciklusos pitvari mozgásokat, a pitvari dimenziók, térfogatok és funkcionális paraméterek korrekt jellemzése nehezebb kérdés (2,3). Ebben szerepet játszhat a pitvarok kisebb mérete, betegségekkel együtt járó deformitása, a fülcsék és vénák jelenléte, stb. Az utóbbi években bemutatott strain alapú három-dimenziós (3D) speckle tracking echokardiográfia (3DSTE) új lehetőségeket tud biztosítani számunkra a pitvarok méretének és funkciójának pontosabb jellemzésére (4). A 3DSTE lényege, hogy a JP-t és/vagy BP-t is magába foglaló 3D adatbázis digitális rögzítését követően speciális szoftverek alkalmazása segítségével virtuális 3D modellt hozunk létre az adott szívüregről, melyben volumetrikus és a falmozgást kvantitatívan jellemző strain méréseket tudunk egy időben elvégezni (3,4).

Tekintettel arra, hogy jelenleg még széleskörű információ nem érhető el a 3DSTE-vel vizsgált JP és a rutin 2D echokardiográfiával tanulmányozott BK közötti fiziológiás kapcsolatról, vizsgálatunk célja arra irányult, vajon milyen összefüggések mutathatók ki a JP-i és BK-i volumetrikus és funkcionális paraméterek között egészségesekben.

A vizsgálat célja részletes összefüggések keresése volt a JP-i és BK-i szív ciklusnak megfelelő térfogatértékek és funkcionális paraméterek között egészségesekben. Eredményeink alapján megállapíthatjuk, hogy a BK funkcióját jellemző BK-EF mind a szisztolés, mind a diasztolés JP-i térfogatértékekkel összefüggést mutat. Míg a BK-EF a JP-i funkciót jellemző stroke volume és ürülési frakció értékekkel nem korrelált, addig a diasztolében mérhető, a JP-i aktív kontrakciót jellemző area strainnel összefüggést mutatott. A szív ciklusnak megfelelő JP-i térfogatértékek csak a BK-i végszisztolés átmérővel és térfogatértékkel korreláltak, hasonló összefüggést a végdiasztolés paraméterekkel kimutatni

nem tudunk. Összefüggéseket találtunk a BK-i végszisztolés átmérő és térfogat, valamint bizonyos diasztolében mérhető JP-i aktív kontrakciót jellemző paraméterek között. Hasonlóan összefüggést mutatott a BK-i végdiasztolés átmérő mind szisztolés, mind diasztolés JP-i strain paraméterekkel.

A JP vizsgálatán túl 3DSTE segítségével a BP is széleskörűen vizsgálható. 3DSTE során lehetőség nyílik számos, a BP valamennyi funkcióját jellemző funkcionális paraméter számítására: a volumetrikus és strain méréseken túl a BP-i ejekciós erő is számítható. Míg a BP-i strain és térfogat-alapú funkcionális paraméterek ugyanabból a BP-i 3D modell segítségével számíthatók, addig a bal pitvari ejekciós erő méréséhez szükség van a mitralis annulus dimenzióinak és a Dopplerrel mérhető mitrális beáramlási sebességek értékére is. Korábban azonban ezeknek a paramétereknek az összefüggéseit nem vizsgálták.

Mind az átmérő, mind az area alapú bal pitvari ejekciós erő korrelált a pitvari kontrakció idején mérhető globális 3D strainnel. De korreláció volt kimutatható az aktív pitvari ürülési frakció értékével is. Annak ellenére, hogy a bal pitvari ejekciós erő a diasztolés BP-i kontrakciót jellemzi, korrelációt mutatott a BP-i rezervoár funkciót jellemző térfogat-alapú és strain paraméterekkel is (globális csúcs straineik, teljes pitvari stroke volume és ürülési frakció). Korreláció azonban nem volt igazolható a bal pitvari ejekciós erő és a bal pitvari 'conduit' funkciót jellemző passzív pitvari stroke volume és ürülési frakció értékek között. Vizsgálataink igazolták a mitrális anulus diameter és area 3DSTE-vel történő mérésének reprodukálhatóságát is.

Ismert tény, hogy szoros összefüggés és együttműködés figyelhető meg a vaszkuláris és a BK-i mechanika között. A BK-i remodelling a BP-t erősen befolyásoló tényező, ennek megfelelően az artériás merevség is összefüggéseket mutathat a BP-i dimenziókkal és funkcióval. Korábbi közleményekből ismert, hogy különböző kórképek fennállása esetén az artériás merevség összefüggéseket mutat a BP-i méretekkel. Sajnos azonban limitált információ áll rendelkezésünkre, vajon milyen interakciók állnak fenn a BP-i és vaszkuláris funkciók között már egészségesekben.

Vizsgálataink azt mutatták, hogy a pitvari térfogatok nem korrelálnak az echokardiográfiás aorta elaszticitási paraméterekkel. Az aktív pitvari stroke volume korrelál az aorta stiffness index-szel, míg a passzív pitvari stroke volume korrelációs tendenciát mutatott vele. Egyik térfogat-alapú BP-i funkcionális paraméter sem korrelált azonban egyik aorta elaszticitási paraméterrel. A globális, csúcs 3D strain korrelált az aorta strainnel, míg a

globális, pitvari kontrakció idején mért radialis strain tendenciózus összefüggéseket mutatott az aorta stiffness index-szel és az aorta strainnel. Hasonló korreláció volt igazolható a csúcs átlagos szegmentális longitudinális strain és az aortic strain között. A pitvari kontrakció idején mért globális radiális strain korrelált az aortic stiffness index-szel, az aortic strainnel és tendenciózus összefüggéseket mutatott az aortic distensibility-vel.

A fent részletezett fiziológiás összefüggéseken túl 3DSTE-vel vizsgált betegség-specifikus BP-i morfológiai és funkcionális eltérések feltételezhetőek. Ennek megfelelően több betegcsoportban vizsgáltuk értéküket. Az *I. típusú diabetes mellitus* (T1DM) a pancreas béta sejtjeinek apoptosis következtében létrejövő progresszív destrukciója révén alakul ki, melyet egy irreverzibilis autoimmun folyamat indít el. A BK-i dszfunkció T1DM fennállása esetén ismert jelenség, melyet a szív kisereinek diabeteses microangiopathiája, progresszív fibrosis és kardiális autonom neuropathia magyaráz. A diasztolés diszfunkció már korán, 6 éven belül jelentkezik, míg a szisztolés diszfunkció később, átlagosan 18 év alatt alakul ki. Sajnos jelenleg még kevés információ áll rendelkezésre a fejlettebb echokardiográfiás eljárásokkal vizsgált BP-i diszfunkció mértékéről T1DM-ben.

Szignifikánsan emelkedettebb maximális, minimális és pitvari kontrakció előtti BP-i térfogatok mérhetők T1DM fennállása esetén a kontrollokhöz képest. A teljes pitvari stroke volume emelkedettebbnek, míg az átlagos szegmentális circumferentialis csúcs strain csökkentebbnek bizonyult T1DM-ben. A szegmentális basalis longitudinális és area strain emelkedett, míg a szegmentális superior circumferentialis és area strain, valamint a midatriális 3D strain csökkent volt T1DM-ben. Vizsgálataink során megfelelő intra- és interobserver egyetértést találtunk a BP-i térfogatok és strain paraméterek mérésekor.

A *BK-i myocardium nem-kompaktálódása* egy ritka kongenitális cardiomyopathia, melyet a myocardium kétrétegű szerkezete jellemez köszönhetően a hypertrabekularizációnak és a mély intertrabekuláris recesszusoknak. A betegség gyakran kamrai diszfunkció, thrombemboliás események és aritmiák képében jelentkezik először. Sajnos jelenleg még kevés az elérhető információ a BP viselkedéséről noncompaction cardiomyopathiában (NCCM).

A 3DSTE során mért maximális, minimális és a pitvari kontrakció előtt mért BP-i térfogatok emelkedettek voltak NCCM-ben. A teljes, passzív és aktív BP-i ürülési frakciók és a csúcs globális és átlagolt szegmentális BP-i strain paraméterek szignifikánsan csökkentek voltak NCCM fennállása esetén a kontrollokhöz képest. A nem-kompaktált szegmentumok

száma (a nem-kompaktáció kiterjedése) nem korrelált a BP-i funkcionális paraméterek értékével.

### **Következtetések (új megállapítások)**

---

- Összefüggések igazolhatók a három-dimenziós speckle-tracking echokardiográfia során mért jobb pitvari és a kétdimenziós echokardiográfiával meghatározott bal kamrai volumetrikus és funkcionális paraméterek között egészségesekben.
- A három-dimenziós speckle-tracking echokardiográfia lehetővé teszi a bal pitvar komplex funkcionális vizsgálatát. A bal pitvari ejekciós erő korrelációt mutat bizonyos BP-i térfogat-alapú és strain funkcionális paraméterekkel.
- Korreláció igazolható a három-dimenziós speckle-tracking echokardiográfiával meghatározott bal pitvari funkcionális paraméterek és az echokardiográfia során számított, az aorta elaszticitását jellemző paraméterek között egészségesekben.
- A három-dimenziós speckle-tracking echokardiográfiával meghatározott BP-i volumetrikus és strain analízis eltéréseket igazolt fiatal 1. típusú diabetes mellitusos betegekben, mely a bal pitvar korai remodelációjára utal ezekben a betegekben, mielőtt az egyéb kardiovaszkuláris eltérések kialakulnak.
- Szignifikánsan emelkedett bal pitvari térfogatok és csökkent bal pitvari funkció igazolható noncompaction cardiomyopathiában három-dimenziós speckle-tracking echokardiográfia segítségével.

## Köszönetnyilvánítás

---

A PhD tézisben szereplő közlemények alapját képező tudományos vizsgálatok a Szegedi Tudományegyetem, Általános Orvostudományi Kar, Szent-Györgyi Albert Klinikai Központ, II. számú Belgyógyászati Klinika és Kardiológiai Központjában történtek.

Először is szeretnék köszönetet mondani Prof. Dr. Nemes Attilának, témavezetőmnek azért a folyamatos szakmai és tudományos támogatásért, melyet a tézis és a közlemények elkészítésében nyújtott.

Szeretnék köszönetet mondani Prof. Dr. Forster Tamásnak, a II. számú Belgyógyászati Klinika és Kardiológiai Központ igazgatójának a munkámhoz nyújtott támogatásáért.

Szeretnék továbbá köszönetet mondani valamennyi társ szerzőnek, Dr. Domsik Péternek, Dr. Kalapos Anitának, Dr. Lengyel Csabának, Dr. Orosz Andreának és Dr. Várkonyi T. Tamásnak.

Végül köszönetet mondok valamennyi kollégának, asszisztensnek, nővérnek és az intézet valamennyi munkatársának.

**Szegedi Tudományegyetem, Általános Orvostudományi Kar,  
Szent-Györgyi Albert Klinikai Központ,  
II.számú Belgyógyászati Klinika és Kardiológiai Központ**  
**igazgató : Prof. dr. Forster Tamás**  
6725 Szeged, Semmelweis utca 8.  
telefon: (62)-545-220, 545-819,  
fax: (62)-544-915, 545-801

---



Szeged, 2016. április 4.

## Társszerzői nyilatkozat

Prof. Dr. Nemes Attila igazolom, hogy Dr. Piros Györgyike Ágnes „Focus on atrial function: benefits of three-dimensional speckle tracking echocardiography” című PhD tézisében szereplő alábbi közlemények tudományos anyagának elkészítésében, a vizsgálatok lefolytatásában, a tudományos adatgyűjtésben és az adatok feldolgozásában, a statisztikai elemzésekben és a közlésre bocsátásban Dr. Piros Györgyike Ágnes aktívan és önállóan vett részt:

- Nemes A, Piros GÁ, Domsik P, Kalapos A, Lengyel C, Orosz A, Forster T. Correlations between three-dimensional speckle-tracking echocardiography-derived left atrial functional parameters and aortic stiffness in healthy subjects – Results from the MAGYAR-Healthy Study. *Acta Physiol Hung* 2015; 102: 197-205.
- Nemes A, Piros GÁ, Lengyel C, Domsik P, Kalapos A, Várkonyi TT, Orosz A, Forster T. Complex evaluation of left atrial dysfunction in patients with type 1 diabetes mellitus by three-dimensional speckle tracking echocardiography: results from the MAGYAR-Path Study. *Anatol J Cardiol* 2016 (in press)
- Nemes A, Piros GÁ, Domsik P, Kalapos A, Forster T. Left atrial volumetric and strain analysis by three-dimensional speckle-tracking echocardiography in noncompaction cardiomyopathy – Results from the MAGYAR-Path Study. *Hellenic J Cardiol* 2016; 57: 23-29.
- Nemes A, Domsik P, Piros GÁ, Kalapos A, Lengyel C, Orosz A, Forster T. A háromdimenziós speckle-tracking echokardiográfia során számított bal pitvari funkcionális



paraméterek és az aorta merevségének összefüggései egészségesekben – Eredmények a MAGYAR-Healthy Tanulmányból. *Cardiol Hung* 2015; 45(Suppl D): D80.

-

Igazolom továbbá, hogy a fent megjelölt cikkek kizárólag ennek a PhD tézisnek a részét képezik.

Prof. Dr. Nemes Attila PhD, DSc, FESC  
egyetemi tanár