

# A bal kamrai globális myocardialis munka echokardiográfias vizsgálata

Nemes Attila dr. ■ Kormányos Árpád dr.

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

A bal kamra funkciójának megítélésére számos echokardiográfias paraméter alkalmas. Bár a bal kamrai ejekciós frakció és a globális longitudinális strain széleskörűen alkalmazott paraméterek, használatuk során limitáló tényezők változatlanul fennállnak. A globális myocardialis munka noninvaszív meghatározása ma már elérhető klinikai lehetőség, mely kombinálja a speckle-tracking echokardiográfias strainanalízist a brachialis artériában mandzsettával systolében mért vérnyomásértékkel. Az így számítható paraméterek töltéstől független lehetőséget nyújtanak a bal kamra funkciójának jellemzésére. A jelen összefoglaló mű célja ennek az új módszernek a rövid bemutatása a korai eredmények ismeretése mellett, irodalmi adatok alapján.

Orv Hetil. 2022; 163(13): 495–499

**Kulcsszavak:** globális myocardialis munka, speckle-tracking echokardiográfia, nyomás-strain görbe analízis

## Echocardiographic evaluation of the left ventricular global myocardial work

Several echocardiographic parameters are suitable for the evaluation of left ventricular function. Although left ventricular ejection fraction and global longitudinal strain are widely used parameters, limitations are still persisting. Non-invasive estimation of global myocardial work has become a new clinical opportunity, which combines speckle-tracking echocardiography-derived strain analysis with systolic blood pressure measured by brachial cuff. Calculated parameters make a load-independent choice for featuring left ventricular function. The present review aimed a short demonstration of this methodology together with early results based on literature.

**Keywords:** global myocardial work, speckle-tracking echocardiography, pressure-strain loop analysis

Nemes A, Kormányos Á. [Echocardiographic evaluation of the left ventricular global myocardial work]. Orv Hetil. 2022; 163(13): 495–499.

(Beérkezett: 2021. szeptember 13.; elfogadva: 2021. október 6.)

### Rövidítések

EKG = elektrokardiográfia; GCW = (global constructive work) globális konstruktív munka; GLS = globális longitudinális strain; GWE = (global work efficiency) globális munkahatékonyság; GWI = (global myocardial work index) a globális myocardialis munka indexe; GWW = (global wasted work) globális elpazarolt munka; MACE = (major adverse cardiovascular event) nagy adverz cardiovascularis esemény; STE = speckle-tracking echokardiográfia

### A bal kamra funkciójának echokardiográfias megítélése

A bal kamra funkciójának megítélésére számos echokardiográfias paraméter alkalmas. A legszélesebbkörűen alkalmazott paraméter a bal kamrai ejekciós frakció, mely

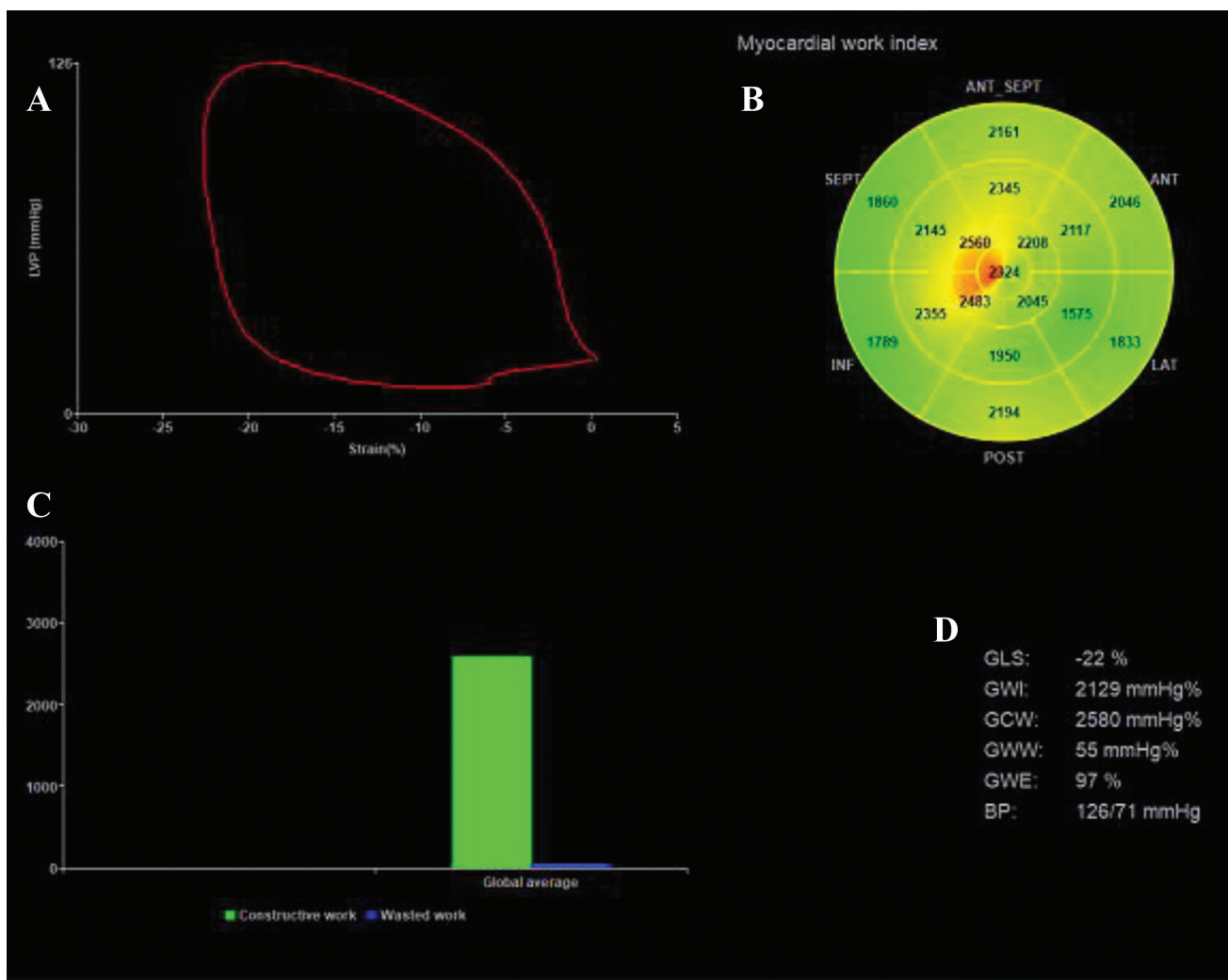
könnyen számítható számos echokardiográfias módszerrel, alkalmas a bal kamra systolés funkciójának jellemzésére, és erős prognosztikus jelentőséggel is bír [1]. Nem alkalmas azonban a regionális eltérések és a bal kamrai diastolés funkció jellemzésére. Az elmúlt évtizedekben elterjedőben levő „speckle-tracking” echokardiográfia (STE) során számított bal kamrai straineinek számítása. A rutinban alkalmazott szubjektív vizuális becsléssel ellentétben a straineinek olyan paraméterek, melyek objektív módon, számszerűsített értékek segítségével alkalmasak a szívüregnek, például a bal kamra egészét jellemző, ún. globális értékeken túl annak különböző szegmentumai és régiói kontraktilitásának kvantitatív jellemzésére és az esetleges szubklinikai eltérések detektálására (például megtartott bal kamrai ejekciós frakció mellett). A straineiket egy adott falrészlet egy adott irányban végbemenő

hosszváltozásának és az eredeti hosszának az arányaként számítjuk. A fentiek tényeknek köszönhetően a strainek alkalmasnak tűnnek a bal kamrai ejekciós frakció hiányosságainak kiküszöbölésére. A módszer azonban töltésfüggő, és nem teljes mértékben reprezentálja a fali kontraktilitást [1]. A bal kamra funkciójának töltéstől független, ideális jellemzésére a végdiastolében és vég-systolében meghatározott nyomás-térfogat összefüggések meghatározása lenne alkalmas, ez ráadásul jól tükrözi a myocardialis oxigénfelhasználást is [2, 3]. A regionális myocardialis munka jellemzésére alkalmasnak bizonyult az invazív módon meghatározott bal kamrai nyomás és a Doppler-echokardiográfia során mért strain paramétereknek a kombinálása [4]. Innen már csak egy lépésre volt a myocardialis munka egyszerű, noninvazív, STE-alapú meghatározása [2, 5, 6].

### A noninvazív nyomás-strain görbék meghatározása

A globális myocardialis munka noninvazív meghatározása ma már elérhető klinikai lehetőség, mely kombinálja az STE-alapú strainanalízist a felkaron mandzsettával systolében mért brachialis vérnyomásértékkel. Ez utóbbi a bal kamrai csúcshajlást helyettesítőjeként szolgál. A módszertannal mért paraméterek szoros korrelációt mutatnak a katéteralapú invazív mérésekkel és a fluoro-dezoxi-glükóz-pozitronemissziós tomográfiával mértetekhez képest [5, 6].

A vizsgálat során apicalis 2, 3 és 4 üregi nézetekben, kétdimenziós mozgóképeken meghatározzuk a bal kamrai globális longitudinális strain (GLS) értékét hasonló szívfrekvencia, mélység és 38–80 kép/s

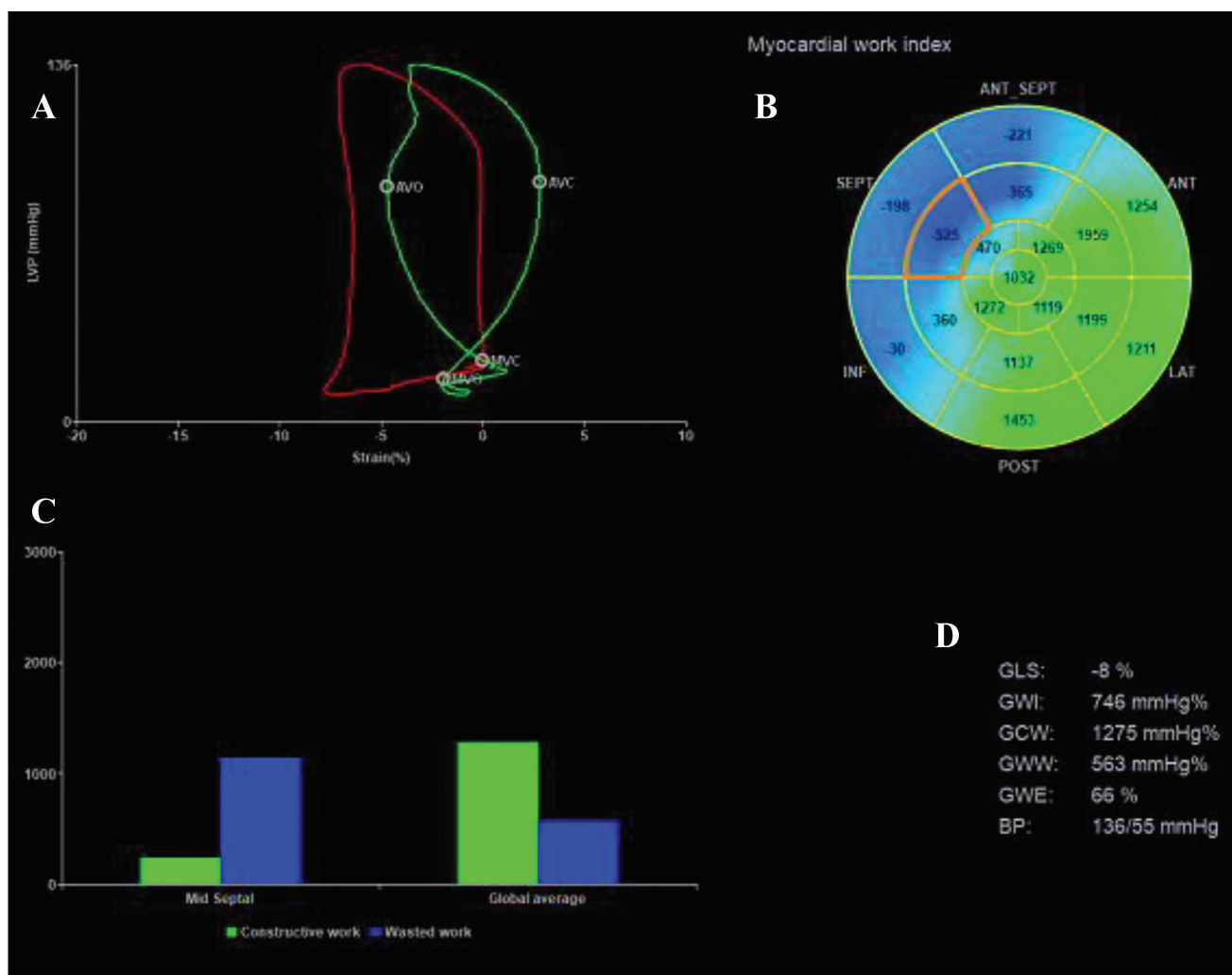


1. ábra Nyomás-strain görbe elemzése egy egészséges egyén esetén (A). A bal kamrai nyomás-strain görbe analízise a szív ciklus során (B). A myocardialis munka-index szegmentális értékei, ahol a „bull’s eye” analízis során a külső részek a basalis, a középső részek a midventricularis, a belső részek az apicalis szegmentumokat jelölik (C). A globális átlagos konstruktív és elvesztett munka aránya oszlopdiagramon (D). A számított paraméterek értékei  
BP = vérnyomás; GCW = globális konstruktív munka; GLS = globális longitudinális strain; GWE = globális munkahatékonyság; GWI = a globális myocardialis munka indexe; GWW = globális elpazarolt munka

mozgóképesség mellett speciális szoftver segítségével. A módszer újdonsága, hogy a noninvaszív módon meghatározott bal kamrai nyomást integráljuk a modellbe oly módon, hogy annak helyettesítőjeként a systolében a felkaron mért vérnyomásértéket használjuk. Betegspecifikus bal kamrai nyomásgörbék létrehozásához az aktuális valvularis események (nyitódás-záródás) definiálása szükséges, amihez EKG-triggerelést vagy pulzushullámú Doppler-echokardiográfiát használunk. A myocardialis munkát a mitralis billentyű záródásától annak nyitódásáig számítjuk. A szegmentális myocardialis munka megítéléséhez a 17 szegmentumos modell használata javasolt. A myocardialis munka globális

értékeinek megítéléséhez valamennyi szegmentum myocardialismunka-indexének átlaga szolgál. Az alábbi paraméterek számítása lehetséges [5, 6]:

- Global myocardial work index (GWI, a globális myocardialis munka indexe): a teljes munka a bal kamrai nyomás-strain görbe alatt.
- Global constructive work (GCW, globális konstruktív munka): pozitív szegmentális munka myocardialis rövidülés során systolében és negatív szegmentális munka hosszabbodás során izovolumetrikus relaxáció idején.
- Global wasted work (GWW, globális elpazarolt munka): negatív szegmentális munka hosszabbodás során



2. ábra

Nyomás-strain görbe elemzése egy csökkent bal kamrai funkcióval járó, biventricularis pacemakerbeültetésre váró, súlyos szívelégtelen beteg esetén (A). A bal kamrai nyomás-strain görbe analízise a szív ciklus során (B). A myocardialismunka-index szegmentális értékei, ahol a „bull’s eye” analízis során a külső részek a basális, a középső részek a midventricularis, a belső részek az apicalis szegmentumokat jelölik. A basális és midventricularis inferior, septalis és anteroseptalis szegmentumok negatív értékei jelentős elpazarolt/ineffektív munkára utalnak (C). A globális átlagos konstruktív és elvesztett munka aránya oszlopdiagramon jelentős elvesztett munkával. A külön vizsgált midventricularis régióban minimális konstruktív munka mellett jelentős az elvesztett munka aránya (D). A számított paraméterek értékei

ANT = anterior; ANT SEPT = anteroseptalis; AVC = aortabillentyű zárása; AVO = aortabillentyű nyitódása; BP = vérnyomás; GCW = globális konstruktív munka; GLS = globális longitudinális strain; GWE = globális munkahatékonyság; GWI = a globális myocardialis munka indexe; GWW = globális elpazarolt munka; INF = inferior; LAT = laterális; LVP = bal kamrai nyomás; MVC = mitralis billentyű záródása; MVO = mitralis billentyű nyitódása; POST = posterior; SEPT = septalis

systolében és pozitív szegmentális munka myocardialis rövidülés során izovolumetrikus relaxáció idején.

- Global work efficiency (GWE, globális munkahatékonyság):  $GCW / GCW + GWW$ .

## Fontosabb eredmények

Bár a módszertannal elérhető eredmények száma limitált, azok biztatónak tűnnek. A nyugalomban mért globális myocardialis munka alkalmasabbnak tűnik a GLS-hez képest a szignifikáns coronariabetegség detektálására olyan betegekben, akiknél regionális falmozgászavar nem detektálható, és a bal kamrai ejekciós frakció megtartott [7]. A csökkent myocardialismunka-index non-ST-elevációs myocardialis infarktussal bíró betegekben jobban jelzi az akut coronariaelzáródást más paraméterekhez képest [8]. A GWE szignifikánsan csökkent myocardialis infarktust követően vagy csökkent bal kamrai ejekciós frakcióval járó szívelégtelenségben [9]. A GCW jobban meghatározza a terhelési kapacitást a GLS-hez képest megtartott bal kamrai ejekciós frakcióval bíró szívelégtelen betegekben [10]. Csökkent bal kamrai ejekciós frakcióval bíró szívelégtelen betegekben a GMW prognosztikus ereje kifejezettebb, mint a bal kamrai ejekciós frakcióé és a GLS-é [11]. A GCW előre jelzi a kimenetelt cardialis reszinkronizációs kezelésre váró betegekben, és a magasabb GCW-vel bíró betegek pozitív választ mutatnak [12, 13]. Cardialis amyloidosisban a GWI és a GWE szignifikánsan csökkent, és a GWI, valamint az apicobasalis szegmentális munka aránya jobb prediktora a nagy adverz cardiovascularis eseményeknek (major adverse cardiovascular events, MACE-k) és a bármilyen okú mortalitásnak, mint más echokardiográfias paraméterek [14, 15]. Hypertrophiás cardiomyopathiás betegekben a GCW szignifikánsan csökkent, és összefüggést mutat a bal kamrai fibrosissal [16]. A GWE csökkent; míg a GWW emelkedett primer hipertóniában és még jobban primer hyperaldosteronismusban, addig a GWI és a GCW hasonló [6]. Sőt ma már a myocardialismunka-indexek normálértékei is elérhetők a NORRE-tanulmány eredményeinek köszönhetően, melyek függetlenek a kortól [17, 18] (1. és 2. ábra).

## Következtetés

A bemutatott új módszertan további lehetőségeket tud nyújtani számunkra a bal kamra funkciójának még részletesebb, töltésfüggetlen jellemzésére. A későbbiekben remélhetőleg igazolást fog nyerni a módszertannal végzett paraméterek esetleges prognosztikus értéke is. További fontos előrelépés lenne, ha a módszertan alapelveit kombinálva a háromdimenziós echokardiográfia előnyeivel (volumetrikus, strain és rotációs jellemzők számítása egyidejűleg háromdimenziós adatbázison) további non-invazív, a valósághoz még közelebb álló paraméterek állnának rendelkezésünkre a szívüregi funkciók jellemzésére.

*Anyagi támogatás:* A közlemény megírása anyagi támogatásban nem részesült.

*Szerzői munkamegosztás:* Mindkét szerző részt vett az irodalomkutatásban, a kézirat megszövegezésében, és a cikk végleges változatát elolvasták és jóváhagyták.

*Érdekeltségek:* A szerzőknek nincsenek érdekeltségeik.

## Irodalom

- [1] 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]
- [2] Abawi D, Rinaldi T, Faragli A, et al. The non-invasive assessment of myocardial work by pressure-strain analysis: clinical applications. *Heart Fail Rev.* 2021 May 26. Doi: 10.1007/s10741-021-10119-4. [Online ahead of print]
- [3] Delhaas T, Arts T, Prinzen FW, et al. Estimates of regional work in the canine left ventricle. *Prog Biophys Mol Biol.* 1998; 69: 273–287.
- [4] Skulstad H, Edvardsen T, Urheim S, et al. Postsystolic shortening in ischemic myocardium: active contraction or passive recoil? *Circulation* 2002; 106: 718–724.
- [5] Russell K, Eriksen M, Aaberge L, et al. A novel clinical method for quantification of regional left ventricular pressure-strain loop area: a non-invasive index of myocardial work. *Eur Heart J.* 2012; 33: 724–733.
- [6] Chen YL, Xu TY, Xu JZ, et al. A non-invasive left ventricular pressure-strain loop study on myocardial work in primary aldosteronism. *Hypertens Res.* 2021; 44: 1462–1470.
- [7] Edwards NFA, Scalia GM, Shiino K, et al. Global myocardial work is superior to global longitudinal strain to predict significant coronary artery disease in patients with normal left ventricular function and wall motion. *J Am Soc Echocardiogr.* 2019; 32: 947–957.
- [8] Boe E, Russell K, Eek C, et al. Non-invasive myocardial work index identifies acute coronary occlusion in patients with non-ST-segment elevation-acute coronary syndrome. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2015; 16: 1247–1255.
- [9] El Mahdoui M, van der Bijl P, Abou R, et al. Global left ventricular myocardial work efficiency in healthy individuals and patients with cardiovascular disease. *J Am Soc Echocardiogr.* 2019; 32: 1120–1127.
- [10] Przewlocka-Kosmala M, Marwick TH, Mysiak A, et al. Usefulness of myocardial work measurement in the assessment of left ventricular systolic reserve response to spironolactone in heart failure with preserved ejection fraction. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2019; 20: 1138–1146.
- [11] Wang CL, Chan YH, Wu VCC, et al. Incremental prognostic value of global myocardial work over ejection fraction and global longitudinal strain in patients with heart failure and reduced ejection fraction. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2021; 22: 348–356.
- [12] Galli E, Leclercq C, Hubert A, et al. Role of myocardial constructive work in the identification of responders to CRT. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2018; 19: 1010–1018.
- [13] Galli E, Hubert A, Le Rolle V, et al. Myocardial constructive work and cardiac mortality in resynchronization therapy candidates. *Am Heart J.* 2019; 212: 53–63.
- [14] Clemmensen TS, Eiskjær H, Mikkelsen F, et al. Left ventricular pressure-strain-derived myocardial work at rest and during exercise in patients with cardiac amyloidosis. *J Am Soc Echocardiogr.* 2020; 33: 573–582.
- [15] Clemmensen TS, Eiskjær H, Ladefoged B, et al. Prognostic implications of left ventricular myocardial work indices in cardiac

- amyloidosis. Eur Heart J Cardiovasc Imaging 2021; 22: 695–704.
- [16] Galli E, Vitel E, Schnell F, et al. Myocardial constructive work is impaired in hypertrophic cardiomyopathy and predicts left ventricular fibrosis. Echocardiography 2019; 36: 74–82.
- [17] Manganaro R, Marchetta S, Dulgheru R, et al. Echocardiographic reference ranges for normal non-invasive myocardial work indices: results from the EACVI NORRE study. Eur Heart J Cardiovasc Imaging 2019; 20: 582–590.
- [18] Galli E, John-Matthews B, Rousseau C, et al. Echocardiographic reference ranges for myocardial work in healthy subjects: a preliminary study. Echocardiography 2019; 36: 1814–1824.

(Nemes Attila dr.,  
Szeged, Semmelweis u. 8., 6725  
e-mail: nemes@in2nd.szote.u-szeged.hu)

## Pályázati felhívás

**Dr. Fehér János** professzornak, a Semmelweis Egyetem II. sz. Belgyógyászati Klinikája volt igazgatójának, az Orvosi Hetilap volt főszerkesztőjének emlékére 2011-ben alapítvány létesült.

A **Dr. Fehér János Emlékére Alapítvány** fő célja a belgyógyászat, különösen a hepatológia szabad gyökös és immunológiai vonatkozású témaköreinek kutatása, fejlesztése, támogatása, illetve ösztönzése oly módon, hogy az alapítvány kamatából fiatal egyetemi oktatók, PhD-hallgatók és orvostanhallgatók részesüljenek.

**A pályázatok benyújtásának határideje: 2022. április 15.**

A dolgozatot „**Dr. Fehér János pályázat**” megjelöléssel kell benyújtani, és a pályázathoz mellékelni kell a pályázó önéletrajzát is.

A dolgozatot és az önéletrajzot e-mail-ben a Dr. Fehér János Emlékére Alapítvány Kuratóriuma elnökének (Dr. Hagymási Krisztina – e-mail cím: hagymasi.krisztina@med.semmelweis-univ.hu) vagy titkárának (Dr. Lengyel Gabriella – e-mail cím: lengyel.gabriella@med.semmelweis-univ.hu) lehet elküldeni.

A díj odaítéléséről a kuratórium dönt. A díj átadására az Orvosi Hetilap Markusovszky-ünnepségén kerül sor, ahol a nyertes pályázó 5 perces előadásban foglalhatja össze az eredményeit.

A cikk a Creative Commons Attribution 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>) feltételei szerint publikált Open Access közlemény, melynek szellemében a cikk bármilyen médiumban szabadon felhasználható, megosztható és újraközölhető, feltéve, hogy az eredeti szerző és a közlés helye, illetve a CC License linkje és az esetlegesen végrehajtott módosítások feltüntetésre kerülnek. (SID\_1)