



Cardiologia Hungarica

A Magyar Kardiológusok Társasága tudományos folyóirata
Scientific Journal of the Hungarian Society of Cardiology

2026. 56. évfolyam, 2. szám / 2026, Volume 56, Issue 2

cardiologia.hungarica.eu

79

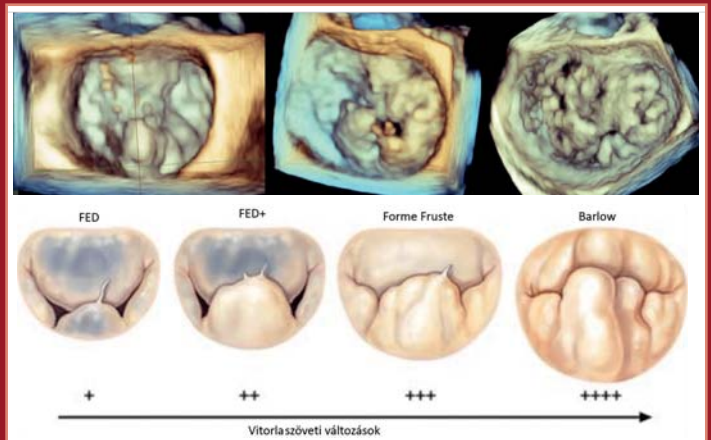
The year in Hungarian cardiology 2025: cardiac imaging
A magyar kardiológia eredményei 2025-ben: kardiológiai képalkotás

85

Esophageal perforation and other procedural complications of transesophageal echocardiography: A comprehensive systematic review and meta-analysis (2000–2025)

91

A szív és az érrendszer biológiai öregedésének nyomon követése noninvazív képalkotó technikákkal
Monitoring the biological aging of the cardiovascular system using non-invasive imaging techniques



Alapította/Founded by: *Ghyczy Kálmán dr.*
Főszerkesztő/Editor-in-Chief: *Kiss Róbert Gábor prof. dr. PhD, med. habil. FESC, FACC* (Észak-pesti Centrumkórház, Honvédkórház, Budapest)
Főszerkesztő-helyettes/Deputy Editor: *Papp Zoltán prof. dr. PhD, DSc* (DE ÁOK, Debrecen),
Vámos Máté dr. PhD, med. habil. (Szegedi Tudományegyetem, Belgyógyászati Klinika, Kardiológiai Centrum, Szeged)
Szerkesztőségi titkár/Editorial secretary: *Kupó Péter dr. PhD* (Pécsi Tudományegyetem, Szívgyógyászati Klinika, Elektrofiziológiai munkacsoport, Pécs)
Szerkesztőség címe/Address: Promenade Medical Communications, 1037 Budapest, Montevideo u. 7. cardhung.editor@promenade.hu

Szerkesztőbizottság/Editorial Board

Ablonczy László dr. (Gottsegen György Országos Kardiovaszkuláris Intézet, Budapest)
Andrássy Péter dr. PhD (Bajcsy-Zsilinszky Endre Kórház, Budapest)
Apor Astrid dr. PhD (SE, VSZÉK, Budapest)
Aradi Dániel dr. PhD, med. habil. (SE, VSZÉK, Budapest)
Ágoston Gergely dr. PhD, med. habil. (SZTE Családorvosi Intézet, Belgyógyászati Klinika, Kardiológiai Centrum, Szeged)
Barta Judit dr. PhD, med. habil. (DE Klinikai Központ, Debrecen)
Babik Barna prof. dr. PhD (SZTE, Aneszteziológiai és Intenzív Terápiás Intézet, Szeged)
Becker Dávid prof. dr. PhD, med. habil., FESC (SE, VSZÉK, Budapest)
Benczúr Béla dr. (Tolna Megyei Balassa János Oktatókórház, Szekszárd)
Bencsik Péter dr. PhD, med. habil. (SZTE, Farmakológiai és Farmakoterápiás Int., Szeged)
Clemens Marcell dr. PhD (DE Klinikai Központ, Debrecen)
Csanádi Zoltán prof. dr. PhD, med. habil., DSc, FESC, FACC (DE Klinikai Központ, Debrecen)
Dézsi Csaba prof. dr. PhD, FESC (Petz Aladár Megyei Oktató Kórház, Győr)
Édes István prof. dr. PhD, DSc, FESC (DE Klinikai Központ, Debrecen)
Faludi Réka dr. PhD, med. habil. (PTE ÁOK, Szívgyógyászati Klinika, Pécs)
Ferdinandy Péter prof. dr. PhD, DSc, FESC (SE, Farmakológiai és Farmakoterápiás Intézet, Budapest)
Forster Tamás prof. dr. DSc, FESC, FACC, FAHA (SZTE, Belgyógyászati Klinika, Kardiológiai Centrum, Szeged)
Gellér László prof. dr. PhD, med. habil., FESC, FEHRA (SE, VSZÉK, Budapest)
Habon Tamás dr. PhD, med. habil., FESC, FHFA (PTE, Klinikai Központ, I. sz. Belgyógyászati Klinika, Pécs)
Jambrik Zoltán dr. PhD (SZTE, Belgyógyászati Klinika, Invazív Kardiológiai Részleg, Szeged)
Kancz Sándor dr. (Gottsegen György Országos Kardiovaszkuláris Intézet, Budapest)
Kerkovits András dr. (Szt. Imre Egyetemi Oktatókórház, Budapest)
Kohári Mária dr. PhD (SZTE, Belgyógyászati Klinika, Szeged)
Komócsi András prof. dr. PhD, med. habil., DSc (PTE ÁOK, Szívgyógyászati Klinika, Pécs)
Kőszegi Zsolt dr. PhD, med. habil., FESC (DE Klinikai Központ, Debrecen)
Lupkovich Géza dr. PhD (Zala Megyei Szt. Rafael Kórház, Zalaegerszeg)
Maurovich-Horvat Pál dr. PhD, DSc, MPH, FSCCT, FESC (SE, Orvosi Képző Kórház, Budapest)
Merkely Béla prof. dr. PhD, med. habil., DSc, FESC, FACC (SE, VSZÉK, Budapest)
Müller Gábor dr. (SE, Belgyógyászati és Hematológiai Klinika, Budapest)
Nagy Lajos prof. dr. PhD (Markusovszky Oktatókórház, Szombathely)
Nyolczas Noémi prof. dr. PhD, med. habil., FESC (Észak-pesti Centrumkórház, Honvédkórház, Budapest)
Pálkás Attila dr. PhD, med. habil. (Csongrád M. Ellátó Központ, Hódmezővásárhely)
Pap Róbert dr. PhD, med. habil. (SZTE, Belgyógyászati Klinika, Kardiológiai Centrum, Szeged)
Radovits Tamás prof. dr. PhD, med. habil., FESC (SE, VSZÉK, Budapest)
Ruzsa Zoltán dr. PhD, med. habil., FESC (SZTE, Belgyógyászati Klinika, Kardiológiai Centrum, Szeged)
Sághy László dr. PhD, med. habil. (SZTE, Belgyógyászati Klinika, Kardiológiai Centrum, Szeged)
Szabados Eszter prof. dr. PhD, med. habil. (PTE, Klinikai Központ, I. sz. Belgyógyászati Klinika, Kardiológiai Prevenációs és Rehabilitációs osztály, Pécs)
Szili-Török Tamás prof. dr. PhD, med. habil. (SZTE Belgyógyászati Klinika, Kardiológiai Centrum, Szeged)
Székely László dr. PhD, MSc (Észak-pesti Centrumkórház, Szív-, Ér-, és Mellkassebészeti Osztály, Szívsebészet, Honvédkórház, Budapest)
Szűcsboros Tamás dr. (SZTE, Belgyógyászati Klinika, Kardiológiai Centrum, Szeged)
Tomcsányi János prof. dr. PhD (Budai Irgalmasrendi Kórház, Budapest)
Tóth Kálmán prof. dr. PhD, DSc, FACC, FESC (PTE, Klinikai Központ, I. sz. Belgyógyászati Klinika, Pécs)
Varga Albert prof. dr. PhD, med. habil., FESC (SZTE, Belgyógyászati Klinika, Kardiológiai Centrum, Szeged)
Vágó Hajnalka prof. dr. PhD, med. habil., FESC (SE, VSZÉK, Budapest)
Varó András prof. dr. PhD, DSc (SZTE, Farmakológiai és Farmakoterápiás Intézet, Szeged)
Vértés András dr., FESC (Szt. István Kórház, Budapest)
Zima Endre prof. dr. PhD, FESC, FEHRA, FACC (SE, VSZÉK, Budapest)

Nemzetközi Tanácsadó Testület/ International Advisory Board

Anastazija Stojšić-Milosavljević prof. MD, PhD (Újvidék, Szerbia), *Benedek Teodóra prof. MD, PhD* (Marosvásárhely, Románia), *Benedek Imre prof. MD, PhD, med. habil.* (Marosvásárhely, Románia), *Kutyifa Valentina prof. MD, PhD, FHRS, FESC, FACC* (University of Rochester, USA), *Eugenio Picano prof. MD, PhD* (Pisa, Olaszország), *George J. Klein prof. MD, FRCPC, FCAHS* (London, Kanada), *László Littmann MD* (Charlotte, USA), *Miklós Rohla MD* (Krems, Austria), *Paul Dorlan MD, MSc, FRCPC* (Toronto, Kanada)

A Magyar Kardiológusok Társaságának Elnöksége/Presidium of the Hungarian Society of Cardiology

Elnök/President: *Gellér László prof. dr. PhD, med. habil., FESC, FEHRA*
Örökös tiszteletbeli elnök/Honorary Life President: *Papp Gyula prof. dr., az MTA rendes tagja*
Tiszteletbeli elnök/Honorary President: *Merkely Béla prof. dr. PhD, med. habil., DSc, FESC, FACC*
Leendő elnök/President Elect: *Járai Zoltán prof. dr. PhD, FESC*
Előző elnök/Past President: *Becker Dávid prof. dr. PhD, med. habil., FESC, FACC*
Főtítkár/Secretary General: *Habon Tamás dr. PhD, med. habil., FESC, FHFA*
Alelnökök/Vice Presidents: *Barta Judit dr. PhD, med. habil.* (belügyi), *Vágó Hajnalka prof. dr. PhD, med. habil. FESC* (külsügyi)
Titkár/Secretary (Budapest): *Édes István Ferenc dr. PhD, FESC*
Titkár/Secretary (vidék/country): *Ruzsa Zoltán dr. PhD, med. habil., FESC*
Jegyző/Notary: *Zima Endre prof. dr. PhD, FESC, FEHRA, FACC*
Ellenőr/Controller: *Duray Gábor prof. dr. PhD, med. habil. DSc, MSc, FESC*
Az MKT Ifjúsági Bizottság elnöke/President of Youth Committee: *Kiss Boldizsár dr.*
Határon Túli Magyar Kardiológusok Szekciójá/ Section of Cross-border Hungarian Cardiologists: *Szabó Erzsébet dr.*
A Gyermekkardiológiai Szekció elnöke/President of Pediatric Cardiology Section: *Kovács Tamás dr.*
A Magyar Szívsebészeti Társaság elnöke/President of Hungarian Cardiac Surgery: *Szolnoky Jenő dr.*
A Cardiologia Hungarica főszerkesztője/Editor-in-Chief: *Kiss Róbert Gábor prof. dr. PhD, med. habil., FESC, FACC*
A KIEMELT MUNKACSOPORTOK VEZETŐI/LEADERS OF PRIORITY WORKING GROUPS
Aritmia és Pacemaker Munkacsoport/Arrhythmia and Pacemaker Working Group: *Szili-Török Tamás prof. dr. PhD, med. habil.*
Intervenció Kardiológia Munkacsoport/Interventional Cardiology Working Group: *Piróth Zsolt dr. PhD, med. habil*
Kardiovaszkuláris Képző Munkacsoport/Cardiovascular Imaging Working Group: *Ágoston Gergely dr. PhD, med. habil.*
Kardiovaszkuláris Prevenációs és Rehabilitációs Munkacsoport/Working Group on Cardiovascular Prevention and Rehabilitation: *Szabados Eszter prof. dr. PhD, med. habil.*
Szívelégtelenség és Szívizombetegségek Munkacsoport/Working Group on Heart Failure and Myocardial Disease: *Sax Balázs dr. PhD*
Transzlációs Kardiovaszkuláris Kutatások Munkacsoport/ Translational Cardiovascular Research Working Group: *Tóth Attila prof. dr., PhD, med. habil.*

Tudományos Bizottság/ Scientific Committee

Halmosi Róbert prof. dr., PhD, med. habil., Radovits Tamás prof. dr. PhD, med. habil., FESC, Aradi Dániel dr. PhD, med. habil., Borbély Attila dr. PhD, med. habil., Gellér László prof. dr. PhD, med. habil., FESC, FEHRA (ex officio), *Habon Tamás dr. PhD, med. habil., FESC, FHFA* (ex officio), *Járai Zoltán prof. dr. PhD, FESC, az MKT leendő elnöke* (ex officio), *Kiss Róbert Gábor prof. dr. PhD, med. habil., FESC, FACC, a CH főszerkesztője* (ex officio), *Kosztin Annamária dr., PhD, Nagy Anikó Ilona dr. PhD, Nyolczas Noémi prof. dr. PhD, med. habil., FESC, Papp Zoltán prof. dr. PhD, DSc, Sepp Róbert prof. dr. PhD, med. habil., DSc, Szegedi Nándor dr. PhD*

Kiadó/Publisher

Kiadó/Publisher: Rosegger Kft.
a Promenade Kiadói Csoport tagja.
Lapigazgató/General manager: *Veress Pálma*
1037 Budapest, Montevideo u. 7.
Postacím/Post address: 1300 Budapest, Pf. 176
E-mail: recepcao@promenade.hu
Salesmanager: *Jenován Zsuzsanna*,
jenovan.zsuzsanna@promenade.hu, +36-70 600-0821
Tördelőszerkesztő/Layout editor: *Kónya Erika*, konya.erika@promenade.hu
Nyomás/Press: Conint-Print Kft.
Felelős vezető/Publisher: *Váradai Attila*
Megjelenés: kéthavonta, 3000 példányban.
Terjesztés/Published: a Magyar Kardiológusok Társasága tagjai címlista alapján, az érdeklődő belgyógyászok, ér- és szívsebészek, háziorvosok ingyenes regisztrációt követően postai úton megkapják.
Előfizetési díj/Individual subscription fee: 22 575 Ft/év
Frequency: four regular issues per year. Circulation: 3000.
Free for members of the Hungarian Society of Cardiology, and after free registration for interested Hungarian internists, cardiac surgeons, general practitioners.
A szerkesztőség és a kiadó csak a számozott oldalak tartalmáért vállal felelősséget. / Editorial and Publishing office bear the responsibility of the contents only of the numbered pages.
©2026 Rosegger Kft. Minden jog fenntartva. All rights reserved.
HU ISSN 0133-5596

Szerkesztői előszó Editorial	78	Sok szeretettel üdvözlöm az olvasókat! Ágoston Gergely	
Current opinion Szakmai álláspont	79	The year in Hungarian cardiology 2025: cardiac imaging A magyar kardiológia eredményei 2025-ben: kardiológiai képalkotás Máté Hajdu, Bálint Szilveszter, Attila Kovács, Anikó Ilona Nagy, Gergely Ágoston, Réka Faludi	
Meta-analysis Metaanalízis	85	Esophageal perforation and other procedural complications of transesophageal echocardiography: A comprehensive systematic review and meta-analysis (2000–2025) Haytham Emara, Nadia Emara, Aigerim Sadykova, Ali Hammoud, Shady Emara	
Összefoglaló közlemények Reviews	91	A szív és az érrendszer biológiai öregedésének nyomon követése noninvazív képalkotó technikákkal Monitoring the biological aging of the cardiovascular system using non-invasive imaging techniques Meskó Csongor, Balla Dorottya, Vattay Borbála, Fábíán Alexandra, Vecsey-Nagy Milán, Kerepesi Csaba, Benczúr András, Kovács Attila, Szilveszter Bálint, Vágó Hajnalka, Szabó Liliána	
	100	Szívbeteg anyák képalkotó vizsgálatai terhesség alatt Cardiovascular imaging in pregnant women with heart disease Szabó Balázs, Bálint Olga Hajnalka	
	109	A jobbkamra-funkció prognosztikus szerepe billentyűbetegségek szívsebészeti műtétje és strukturális intervenciója esetén The prognostic role of right ventricular function in cardiac surgery and structural intervention of valvular heart disease Párkányi Veronika, Pál Eszter, Turschl Tímea Katalin, Fábíán Alexandra, Ferencz Andrea, Tokodi Márton, Tolvaj Máté, Nagy Andrea, Kovács Attila, Merkely Béla, Lakatos Bálint Károly, Ladányi Zsuzsanna	
	117	Degeneratív mitrálisbillentyű-betegségek – a diagnosztikától a terápiáig Degenerative mitral valve diseases – from diagnosis to treatment Sándor-Menyhárt Orsolya, Nagy Anikó Ilona, Apor Astrid	
	125	A multimodális képalkotás szerepe a diszkordáns aorta stenosis diagnosztikájában The role of multimodality imaging in the diagnosis of discordant aortic stenosis Szedlacsek Zsolt, Vértesaljai Márton, Dénes Mónika	
	134	A fókuszált echokardiográfia helye és szerepe az alapellátásban The place and role of focused echocardiography in primary care Kiss-Kovács Róbert, Morvai-Illés Blanka, Mahmoud Saddik Jdid, Sággy László, Varga Albert, Ágoston Gergely	
	142	Az ultrahang-kontrasztanyag szerepe az intramiokardiális haematoma diagnózisában The role of ultrasound contrast agents in the diagnosis of intramyocardial hematoma Solymossi Balázs, Vértesaljai Márton, Dénes Mónika	
Eset-ismertetés Case report	149	Hibrid TAVI beavatkozás olyan betegnél, akinél extrém magas a koronáriaokklúzió rizikója Hybrid TAVI procedure in a patient with extremely high risk of coronary occlusion Nagy Zsolt, Bálint Hajnalka, Dénes Mónika, Fontos Géza, Szolnoki Jenő, Vértesaljai Márton, Andréka Péter	
Összefoglaló közlemény Review	153	A két nagy rizikófaktor, a magas vérnyomás és a magas koleszterinszint hosszú távú együttes kezelésének kardiovaszkuláris nyeresége Cardiovascular benefits of long-term combined treatment of the two major risk factors, high blood pressure and high cholesterol Márk László, Paragh György	
Eset-ismertetés Case report	159	Pitvarfibrilláló beteg antikoaguláns-terápiájának vezetése évtizedeken át: gyakorlati buktatók Managing anticoagulant therapy in patients with atrial fibrillation over decades: practical pitfalls Szilágyi Attila	
In memoriam	166	In memoriam prof. dr. Kékes Ede (1932–2026)	
Beszámoló / Reports			167
Akkreditált továbbképző tanfolyam / Accredited continuing education course			184

Sok szeretettel üdvözlöm az olvasókat!

A Cardiologia Hungarica jelenlegi tematikus száma a hazai kardiovaszkuláris képalkotás tudományos eredményeit és aktualitásait mutatja be. Néhány kiemelt témát szeretnénk az olvasó figyelmébe ajánlani. A *The year in Hungarian cardiology 2025: cardiac imaging* című közlemény a 2025-ös év hazai képalkotásának technológiai paradigmaváltását elemzi, kiemelve a fotonszámoló detektoros CT precíziós plakkkarakterizálását és a mélytanuláson alapuló algoritmusok biventricularis funkcióbecslésben betöltött szerepét. Központi jelentőséget tulajdonít a strukturális szívbetegségek kifinomult diagnosztikájának, különös tekintettel a jobbkamra-geometria 3D-s és strainalapú analízisére billentyűbetegségekben, valamint a diszkordáns aortastenosis multimodális megközelítésében. Az összefoglaló közlemények útmutatást nyújtanak a speciális

klinikai szituációk menedzseléséhez, rendszerezve a várandósság alatti biztonságos képalkotó protokollokat és a degeneratív mitrálisbillentyű-betegségek fenotipizálását. Az alapellátás diagnosztikus lehetőségeinek megerősítéseként jelenik meg a fókuszált echokardiográfia potenciális integrálása, amely standardizált protokollok révén növelheti a diagnosztikai hatékonyságot, és optimalizálhatja a betegutakat. Külön kiemelandó a szív kronológiai életkorától eltérő „biológiai szívéletkor” multimodális képalkotással történő meghatározásának lehetőségét kifejtő közlemény, amely a későbbiekben a CH Live stúdióbeszélgetés alkalmával is diszkutálásra kerül.

Köszönjük a szerzőknek a magas színvonalú közleményeket, az olvasóknak pedig tartalmas szakmai feltöltődést kívánunk!



Dr. Ágoston Gergely PhD, med. habil.
az MKT Kardiovaszkuláris Képalkotó
Munkacsoportjának elnöke

Edoxaban

SANDOZ

30, 60 mg filmtabletta

Védelem
sérülékeny*
betegek számára



**NAPONTA EGYSZER
A STROKE ELLENI
EGÉSZ NAPOS
VÉDELEMÉRT!**

Készítmény megnevezése Érvényes ár 2026. február 1-jétől	Termelői ár (Ft)	Bruttó Fogyasztói ár (Ft)	Emelt támogatási összeg (Ft)	Térítési díj emelt támogatás esetén (Ft)	Eü pontok	KGY#
Edoxaban Sandoz® 30 mg filmtabletta (edoxaban)	7 039	8 756	5 688	3 068	EÜ 26, EÜ 28	✓
Edoxaban Sandoz® 60 mg filmtabletta (edoxaban)	7 038	8 755	5 687	3 068	EÜ 26, EÜ 28	✓

1. Edoxaban Sandoz®. Alkalmazási előírás, www.ogyei.gov.hu Megtekintve: 2025. december 2. Giugliano RP, Ruff CT, Braunwald E, et al. N Engl J Med. 2013;369(22):2093-104. 3. Wilkinson C, Wu J, Searle SD, et al. BMC Med. 2020;18(1):401. 4. Steffel J, Giugliano RP, Braunwald E, et al. J Am Coll Cardiol. 2016;68(11):1169-78.

Az aktuális árak tekintetében kérjük, ellenőrizze a www.neak.gov.hu honlapon található információkat! Elérési útvonal: <http://www.neak.gov.hu>; szakmának; gyógyszer/gyse/gyógyfürdő; egészségügyi szakembereknek; publikus gyógyszerforgalmazás; végleges; Publikus gyógyszerforgalmazás – lakossági tájékoztató

* Az esések kockázatának kitett fragilis³ felnőttek⁴, akiknek kórtörténetében szív- és érrendszeri események szerepelnek mérsékelt vérzési kockázattal.^{2,5} Az ENGAGE AF-TIMI 48 vizsgálatban olyan betegek vettek részt, akiknél a CHADS2 pontszám ≥ 2 volt, valamint vérzési rizikóval rendelkeztek mint például ≥ 75 éves életkor, korábbi stroke vagy tranzienis ischaemiás attack, kezelést igénylő magasvérnyomás-betegség.²

Bővebb információért kérjük olvassa el a **gyógyszerek alkalmazási előírásait!** A hatályos alkalmazási előírások teljes szövegét megtalálja a Nemzeti Népegészségügyi és Gyógyszerészeti Központ (www.ogyei.gov.hu/gyogyszeradatbazis/) honlapon. Elérési útvonal: www.ogyei.gov.hu; Adatbázisok, nyilvántartások; Gyógyszer-adatbázis; Gyógyszer neve: Edoxaban Sandoz®; Keresés indítása; ikon vagy **Alkalmazási előírás** hiperlink.

Kizárólag egészségügyi szakembereknek szóló kommunikáció.
Kérjük, ne tegyék a fogyasztók részére elérhetővé vagy láthatóvá!

SANDOZ

REDO4790/02.26. • Lezárás dátuma: 2026. 02. 23.

Sandoz Hungária Kft. 1114 Budapest, Bartók Béla út 43-47.
Tel.: +36 1 430 2890 • www.sandoz.hu



The year in Hungarian cardiology 2025: cardiac imaging

Máté Hajdu¹, Bálint Szilveszter², Attila Kovács², Anikó Ilona Nagy²,
Gergely Ágoston³, Réka Faludi¹

¹Heart Institute, University of Pécs, Pécs, Hungary

²Heart and Vascular Center, Semmelweis University, Budapest, Hungary

³University of Szeged, Albert Szent-Györgyi Medical Center, Department of Family Medicine, Szeged, Hungary

Corresponding author:

Máté Hajdu, MD, PhD, Heart Institute, University of Pécs, Pécs, Hungary. E-mail: hajdu.mate@pte.hu

The year 2025 witnessed numerous significant advances in Hungarian cardiology across diverse fields of imaging. Real-world data confirmed that mavacamten effectively reduces left ventricular outflow gradients in obstructive hypertrophic cardiomyopathy. In valvular disease, studies revealed that aortic valve calcium score predicts mortality primarily in high-gradient stenosis, whereas low-gradient patients can benefit from valve intervention regardless of calcium burden. A novel trial of inorganic pyrophosphate (PPi) highlighted that an elevated plasma phosphate/PPi ratio correlates with aortic valve calcification, pointing to PPi homeostasis as a therapeutic target. Innovations in cardiac imaging were prominent: right ventricular shape and function were quantified by new 3D echocardiography metrics, and deep-learning (QUEST-EF) accurately predicted biventricular ejection fractions from a single view. In diastology, replacing left atrial volume with reservoir strain in assessment algorithms markedly improved risk stratification. Coronary CT advances included photon-counting technology yielding more precise plaque measurements and better stenosis detection, which can substantially reduce downstream tests and costs. Personalized therapy was emphasized: statins significantly lower cardiovascular events only in patients with coronary artery disease on CT angiography, especially those with obstructive lesions or high-risk plaques at the follow-up period. Additional reports addressed special scenarios, such as aortic valve annulus dilation in acromegaly, the impact of annular size on normal ventricular mechanics, diagnostic challenges and the results of balloon pulmonary angioplasty in chronic thromboembolic pulmonary hypertension. Rare cases including acute leukemia presenting with myocarditis and post-arterial switch operations' coronary geometry assessed by cardiac CT. The presented publications and case reports are an excellent reflection of the achievements and dedication in the field of cardiac imaging in Hungary.

Keywords: echocardiography, cardiac CT, strain analysis, photon-counting detector, deep learning

A magyar kardiológia eredményei 2025-ben: kardiológiai képalkotás

2025-ben a magyar kardiológia számos jelentős eredményt ért el a képalkotás különböző területein. Az obstruktív hipertrófiás cardiomyopathiában a való életbeli adatok megerősítették, hogy a mavacamten hatékonyan csökkenti a bal kamrai kiáramlási pálya gradiensét. A szívbillentyű-betegségek terén született új eredmények alapján az aortabillentyű-kalciumscore főleg csak a magas gradiensű billentyűszűkület esetén jósolja meg a mortalitást, míg az alacsony gradienssel rendelkező betegek a kalciumscore-tól függetlenül profitálhatnak a billentyűbeavatkozásból. A szervesetlen pirofoszfát (PPi) szérumszintjének vizsgálata rávilágított, hogy a megemelkedett plazma-foszfát/PPi arány korrelál az aortabillentyű meszesedésének mértékével, ami alapján a PPi homeosztázis terápiás célpont is lehet a jövőben. A

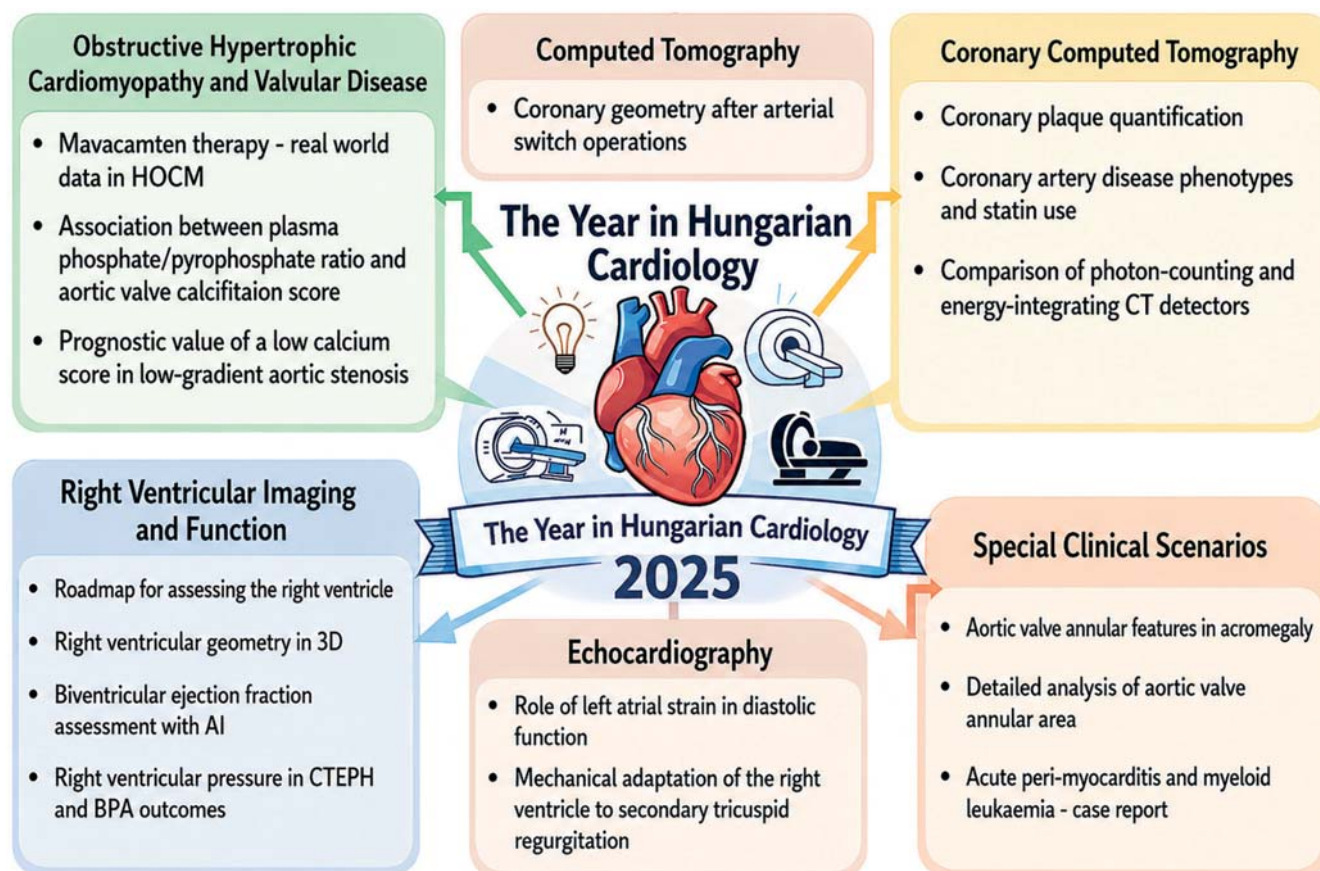
kardiális képalkotás terén jelentős újításokkal jelentkeztek: a jobb kamra alakja és funkciója tekintetében új 3D echokardiográfiai ajánlásokat fogalmaztak meg, és a mesterséges intelligencia segítségével (QUEST-EF) egyetlen felvétel alapján sikerült pontosan megbecsülni mindkét kamra ejekciós frakcióját. A diasztológiában a bal pitvari volumen helyettesítése a reservoir strain méréssel az értékelési algoritmusokban jelentősen javította a kockázatbecslést. A koszorúér-CT során a fotonzámláló technológia alkalmazása jobb plakk-karakterizálást és a szűkületek pontosabb megítélését teszi lehetővé a korábbi módszerrel összehasonlítva, valamint jelentősen csökkentheti a további vizsgálatok számát és költségeit. A személyre szabott terápia felé is tettek lépéseket: a statinok csak a CT-angiográfiával igazolt koszorúér-betegségben szenvedő betegeknél – különösen az obstruktív léziókkal vagy magas kockázatú plakkokkal rendelkező betegeknél – csökkentették jelentősen a kardiovaszkuláris események számát a vizsgált időintervallumban. Továbbá különleges eseteket is bemutatottak: az aortabillentyű-anulus tágassága és a balkamra-funkció összefüggése acromegáliában, diagnosztikus kihívások és a ballonos pulmonális angioplasztika eredményei krónikus tromboembóliás pulmonális hipertóniában. Ritka esetleírások: akut leukémia, amely szívizomgyulladásal szövődött, valamint artériás switch műtét utáni koszorúér-anatómia megítélése CT-vel. A bemutatott közlemények és esetleírások kiválóan tükrözik a hazai kardiális képalkotás területén elért eredményeket és elkötelezettséget.

Kulcsszavak: echokardiográfia, szív-CT, strainanalízis, fotonzámláló detektor, deep learning

Introduction

This review aims to provide an overview of the most significant publications by Hungarian researchers in

the field of cardiac imaging in 2025, as featured in internationally recognized peer-reviewed journals. Hungarian investigators contributed to a broad spectrum of cardiac imaging research, including advances in



GRAPHICAL ABSTRACT: The topics of Hungarian researchers published in international peer-reviewed journals in 2025 (AI generated image). *Abbreviations:* 3D: three-dimensional; AI: artificial intelligence; BPA: balloon pulmonary angioplasty; CT: computed tomography; CTEPH: chronic thromboembolic pulmonary hypertension; HOCM: hypertrophic obstructive cardiomyopathy

artificial intelligence and three-dimensional echocardiography, state-of-the-art CT imaging, the identification of novel biomarkers, and the refinement of clinical guidelines and therapeutic strategies. By highlighting these achievements, we seek to illustrate the evolving landscape of cardiac imaging and its impact on clinical practice. In the summary below, we have endeavored to include the latest findings from our country's major imaging centers.

Obstructive hypertrophic cardiomyopathy

Obstructive hypertrophic cardiomyopathy (oHCM) presents a significant clinical challenge due to limited effective treatment options. In 2022, FDA approved mavacamten, the first-in-class, targeted, cardiac-specific myosin inhibitor for patients with symptomatic HCM and outflow tract obstruction (1). This therapy has demonstrated significant improvements in cardiac structure and function. In a real-world cohort of symptomatic patients with very high gradients, Nagy *et al.* found that mavacamten dramatically lowered peak left ventricular outflow tract (LVOT) gradients within one week – particularly in those with extreme gradients exceeding 100 mmHg – with continued improvement over follow-up. These findings support mavacamten's potent effect on both hemodynamics and symptoms and are consistent with the EXPLORER-HCM trial results in routine clinical practice (2).

Aortic valve calcification and low-gradient stenosis

Aortic valve calcium score (AVCS) has an established predictive value for patient outcome (3). However, recent reports suggested that the prognostic value of AVCS was weaker among patients with low-gradient aortic stenosis (LGAS) when compared with those with high gradient severe or moderate aortic stenosis (AS). Juhász *et al.* demonstrated that while AVCS was a significant predictor of mortality in high gradient AS, it did not hold the same prognostic value in LGAS. Low AVCS is more prevalent in LGAS patients, but does not correlate with improved prognosis: instead, symptomatic patients with LGAS benefit from aortic valve intervention regardless of their AVCS. In other words, a low AVCS in low-gradient AS should not delay referral for intervention (4).

Juhász *et al.* linked mineral metabolism to valve calcification. The role of pyrophosphate (PPi) in aortic valve calcification (AVC) was not fully understood, although it was known to inhibit soft tissue calcification. This team conducted the first prospective study measuring AVCS via cardiac computed tomography and plasma PPi and phosphate/pyrophosphate (Pi/PPi) ratio with AVC *in*

vivo. They found that while plasma PPi levels did not correlate with AVC, a higher Pi/PPi ratio was positively associated with AVC severity, even after adjusting for traditional risk factors. This study suggests that further research into PPi homeostasis and its role in AS progression is warranted (5).

Right ventricular imaging and function

Although assessment of right ventricular (RV) function is critical for diagnosing and managing various cardiopulmonary diseases, significant gaps remain in the standardization of RV imaging techniques and their clinical application. Kovács *et al.* conducted a comprehensive review of current practices, identified barriers to the adoption of advanced imaging techniques, and proposed expert recommendations for standardizing and integrating RV parameters into clinical practice and trials. This article underscores the importance of international collaboration and highlights the potential role of artificial intelligence in enhancing RV assessment (6).

Fábián *et al.* developed a novel 3D echocardiography-based method to quantify RV shape using hemi-sphericity volume ratio and hemi-conicity angle. They found significant demographic variations in RV shape among healthy subjects and distinct remodelling patterns in patients with different conditions: left-sided cardiac conditions (e.g., mitral regurgitation, HFrEF) tend to result in more spherical RV shapes, while right-sided conditions (pulmonary hypertension, repaired tetralogy of Fallot) lead to conical shapes. These shape metrics are associated with adverse clinical outcomes, indicating their potential relevance for patient assessment (7).

Rapid and accurate assessment of left and right ventricular (LV and RV) systolic function is crucial for patient management. Despite the advantages of three-dimensional echocardiography (3DE), it is still underutilized. Szijártó *et al.* present QUEST-EF, a dual-task deep learning model designed to predict both LV and RV ejection fractions (LVEF and RVEF) from a single apical four-chamber 3DE video. QUEST-EF demonstrated robust performance to predict biventricular ejection fractions, providing a potentially valuable point-of-care ultrasound screening tool for non-cardiologist clinicians, including internal medicine specialists, pulmonologists, cardiac surgeons, intensivists, and emergency physicians. This tool may enhance the accessibility and efficiency of echocardiographic assessments (8).

Despite the importance of RV dysfunction in secondary tricuspid regurgitation (STR), data on how different severities and etiologies of STR affect RV contraction patterns remain limited. Ladányi *et al.* revealed that patients with severe STR exhibit a significant decrease in the longitudinal component (LEF) of RVEF (LEF/RVEF), despite preserved RVEF, while the radial com-

ponent (REF/RVEF) was an independent predictor of adverse outcomes. In this prospective observational study with 3D echocardiography, the authors assessed RV mechanics in 205 patients, highlighting distinct contraction patterns between ventricular and atrial STR. The LEF and both the absolute and relative contributions of radial function (REF and REF/RVEF) in the ventricular STR group were severely decreased compared with atrial STR. Their findings indicate that while global RVEF remains stable across STR severities, the relative contributions of RV motion components vary significantly, underscoring the complexity of RV remodeling. This study suggests that detailed assessment of RV contraction patterns could enhance risk stratification and management strategies for patients with STR (9).

Diastolic dysfunction and left atrial strain

Assessment of diastolic dysfunction (DD) has traditionally relied on left atrial volume index (LAVi), which may not effectively detect early diastolic impairment. Left atrial (LA) reservoir strain (LASr) has emerged as a promising marker for evaluating LA function and elevated filling pressures, though its prognostic implications are not fully established. *Tolvaj et al.* demonstrated the potential of LASr as a first-line assessment tool for diastolic function by integrating it into the 2016 ASE/EACVI algorithm, thereby enhancing risk stratification in a community-based cohort with normal left ventricular systolic function. The modified algorithm identified three distinct risk profiles and significantly improved classification and prognostic value compared to the 2024 British Society of Echocardiography algorithm, supporting further evaluation of its incorporation into clinical guidelines (10).

Coronary CT imaging

Coronary CT angiography (CCTA) has emerged as a pivotal tool for assessing coronary artery disease. In their study, *Vecsey-Nagy et al.* demonstrate that ultra-high-spatial-resolution photon-counting detector (UHR PCD) CT significantly reduces total coronary plaque volume by nearly one-third compared to energy-integrating detector (EID) CT, with lower fibrotic plaque volumes but higher low-attenuation (lipid-rich) plaque volumes. The authors employed a prospective design involving 48 participants who underwent both imaging modalities, allowing for a direct intraindividual comparison. PCD CT had excellent reproducibility especially in low-attenuation plaque measurements. Calcified plaque quantification was similar. This study underscores the potential of UHR PCD CT to refine cardiovascular risk assessment by providing more accurate and reliable plaque characterization (11).

Clinically, accurate detection of obstructive coronary artery disease (CAD) is crucial for effective patient management. This study by *Boussoussou et al.* compares the diagnostic performance of PCD-CT versus EID-CT in identifying significant coronary stenosis. The authors found that PCD-CT significantly outperformed EID-CT, achieving higher accuracy rates for detecting $\geq 50\%$ and $\geq 70\%$ stenosis, with potential reductions in invasive coronary angiography (ICA) referrals by 14.8%. The multicentric, prospective study involved 143 patients undergoing PCD-CT and 109 patients undergoing EID-CT, with diagnostic accuracy assessed by ICA as the reference standard. PCD-CT provided superior diagnostic performance at patient, vessel, and segment levels, particularly in patients with extensive coronary calcification. This advancement in imaging technology not only enhances diagnostic accuracy but also suggests a significant reduction in unnecessary ICA referrals, improving patient care and resource allocation (12).

Beyond diagnostics, the cost-effectiveness of UHR PCD-CT compared to traditional EID-CT was investigated in this study by *Vecsey-Nagy et al.* This team demonstrated that PCD-CT significantly reduces the need for follow-up tests and invasive procedures, leading to substantial cost savings of approximately \$794.50 per patient (or ~\$11.9 million total) over ten years. Utilizing a Monte Carlo simulation model, the authors assessed the financial implications over the lifetime of a PCD-CT in a projected cohort of 15,000 patients, revealing an 18.9% reduction in functional follow-up tests and a 6.0% decrease in invasive coronary angiographies. Thus, PCD-CT may reduce costs and enhance diagnostic accuracy. The study suggests that adopting PCD-CT could optimize patient management pathways (13).

Szilveszter et al. reveal that statin therapy significantly reduces major adverse cardiac events (MACE) in patients with CAD, particularly in those with obstructive disease, extensive CAD, or high-risk plaques, while showing no benefit in patients without CAD. The authors analyzed data from 11,026 patients who underwent CCTA to assess CAD severity and its impact on statin efficacy. Their findings indicate that a 10% increase in statin use correlates with a reduced risk of MACE in patients with obstructive CAD and high-risk plaques, emphasizing the importance of personalized treatment strategies. This study highlights the potential of CCTA to guide statin allocation, suggesting that tailored approaches based on CAD phenotypes could enhance patient outcomes and optimize resource utilization in cardiovascular care (14).

In the study of coronary artery dimensions following the arterial switch operation for complete transposition of the great arteries, *Fontos et al.* evaluate the long-term implications of coronary artery geometry on patient outcomes. The authors investigate the dimensions of

reimplanted coronary arteries in 78 asymptomatic pediatric patients, revealing that while most diameters fall within the normal range, specific geometric characteristics correlate with smaller ostial diameters, which may increase the risk of coronary events. Utilizing coronary computed tomography angiography, the authors meticulously measured the diameters and branching angles of coronary arteries, establishing significant correlations between ostial dimensions and their geometric positioning. Notably, they found that a more anterior origin of the left main coronary artery and acute branching angles were associated with reduced ostial diameters. These findings underscore the importance of careful surgical reimplantation techniques to mitigate future coronary complications. Ultimately, the study suggests that patients with specific geometric risk factors may require closer follow-up to prevent late coronary events, highlighting the need for ongoing research in this area (15).

Aortic valve annulus and left ventricular coupling

Two studies explored aortic valve annulus (AVA) dynamics beyond stenosis. Acromegaly is associated with significant cardiovascular complications, including LV hypertrophy and valvular disease. However, the morphology and function of the AVA in acromegaly remain unexplored. In their study, *Nemes et al.* reveal that acromegaly is linked to significant dilation of the AVA, which is accompanied by reduced AVA plane systolic excursion (AAPSE), particularly in patients with active disease. The authors used three-dimensional speckle-tracking echocardiography (3DSTE) to assess AVA dimensions and LV strains in 23 acromegaly patients compared to 31 healthy controls. Tendentious associations were found in strain parameters, including reduction in global and basal regional LV longitudinal strain and increase in global and basal regional LV circumferential strain. This study identifies AVA dilation and reduced AAPSE in acromegaly, suggesting a possible link between chronic GH/IGF-1 excess and valvulo-ventricular coupling (16).

The AVA has a close relationship with LV volumes and functions. *Nemes et al.*, in their other article, reveal that 30% of healthy individuals exhibit a greater end-diastolic AVA area, which is associated with reduced basal LV radial and longitudinal strains, as well as lower basal LV rotation. The authors used 3DSTE to assess LV function and AVA dimensions simultaneously, highlighting the method's ability to provide comprehensive insights into cardiac mechanics. Their findings indicate that individuals with a greater end-diastolic AVA area experience a complex functional deterioration of the basal LV region. Together, these studies suggest that AVA anatomy and dynamics may

be relevant for understanding cardiac function in various populations (17).

Pulmonary hypertension and RV pressure assessment

Chronic thromboembolic pulmonary hypertension (CTEPH) poses significant diagnostic and therapeutic challenges, particularly in assessing RV pressure. *Kolodzey et al.* compared the reliability of echocardiographic RV pressure estimation to right heart catheterization (RHC) and pulmonary angiography (PA). In this prospective study, 17 CTEPH patients underwent simultaneous RV pressure assessments via all three modalities, revealing that echocardiography correlates well with invasive measurements in CTEPH patients, when standardized protocols are followed. Notably, patients responding well to balloon pulmonary angioplasty (BPA) had distinct clinical, echocardiographic, and biochemical differences (improved their 6-minute walk by ~60 m versus ~12 m, larger decreases in NT-proBNP and larger gains in TAPSE), compared to poor responders. These findings underscore the potential of echocardiography in routine follow-up and highlight the importance of baseline hemodynamic parameters in predicting BPA outcomes in CTEPH patients (18).

Case report: acute leukemia with myocarditis

Acute myeloid leukemia (AML) is a prevalent hematological malignancy characterized by diverse clinical presentations. This case report shows a rare occurrence of acute peri-myocarditis in a young woman diagnosed with AML, highlighting the complexities of managing atypical presentations. *Szakács et al.* detail the case of a 34-year-old woman who developed severe peri-myocarditis alongside AML, treated with 5-azacitidine and venetoclax, followed by haploidentical stem cell transplantation. The authors employed a comprehensive diagnostic approach, including imaging and genetic analysis, to assess the patient's condition and treatment response. Notably, the patient achieved complete remission of AML, and her cardiac symptoms improved, underscoring the potential for novel therapies in patients unfit for intensive chemotherapy. However, the patient ultimately succumbed to neutropenic sepsis, with autopsy revealing no evidence of AML in the cardiac tissue, indicating a complete hematologic response. This case highlights that novel non-intensive regimens can induce remission and emphasizes the need for heightened awareness of cardiac involvement in AML and the importance of tailored therapeutic strategies for patients with complex clinical presentations (19).

Conclusions

The quality and significance of these publications continue to be outstanding: in 2025, the two-thirds of research with Hungarian contributions appeared in Q1-ranking journals with an impact factor greater than 5, and the highest journal impact factor reached 44.2 (2024). These studies have contributed important advances across a wide spectrum of cardiac imaging, utilizing advanced echocardiographic modalities and innovative cardiac CT applications.

Declaration of interest

The authors have reported that they have no relationships relevant to the contents of this paper to disclose.

References

1. Olivetto I, Oreziak A, Barriales-Villa R, et al. Mavacamten for treatment of symptomatic obstructive hypertrophic cardiomyopathy (EXPLORER-HCM): a randomised, double-blind, placebo-controlled, phase 3 trial. *The Lancet* 2020; 396(10253): 759–69. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)31792-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)31792-X)
2. Nagy V, Rácz G, Takács H, et al. Mavacamten effectively reduces >100 mmHg left ventricular outflow tract gradients as early as one week of treatment in obstructive hypertrophic cardiomyopathy. *Int J Cardiol* 2026; 442: 133882. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2025.133882>
3. Cowell SJ, Newby DE, Burton J, et al. Aortic valve calcification on computed tomography predicts the severity of aortic stenosis. *Clin Radiol* 2003; 58(9): 712–6. [https://doi.org/10.1016/S0009-9260\(03\)00184-3](https://doi.org/10.1016/S0009-9260(03)00184-3)
4. Juhász D, Vecsey-Nagy M, Jermendy ÁL, et al. Prognostic and therapeutic implications of a low aortic valve calcium score in patients with low-gradient aortic stenosis. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2025; 26(2): 287–98. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jeae276>
5. Juhász D, Várhegyi M, Rakovics M, et al. Association between plasma phosphate/pyrophosphate ratio and computed tomography-derived aortic valve calcification score in an unselected cohort of cardiovascular patients. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2025; 00: 1–11. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jeaf247>
6. Kovács A, Magunia H, Nicoara A, et al. Challenges and opportunities in assessing right ventricular structure and function: a Roadmap for standardization, clinical implementation and research. *Nat Rev Cardiol* 2026; 23(1): 60–77. <https://doi.org/10.1038/s41569-025-01180-9>
7. Fábíán A, Ferencz A, Addetia K, et al. Decoding right ventricular geometry: novel 3D echocardiography-derived global shape analysis across health and disease states. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2025; 00: 1–12. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jeaf287>
8. Szijártó Á, Merkely B, Kovács A, et al. Deep learning-enabled echocardiographic assessment of biventricular ejection fractions: the dual-task QUEST-EF model. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2025; 26(8): 1402–5. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jeaf147>
9. Ladányi Z, Lakatos BK, Clement A, et al. Mechanical Adaptation of the Right Ventricle to Secondary Tricuspid Regurgitation and Its Association With Patient Outcomes. *J Am Soc Echocardiogr* 2025; 38(7): 601–12. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2025.02.011>
10. Tolvaj M, Zhubi Bakija F, Fábíán A, et al. Integrating Left Atrial Reservoir Strain Into the First-Line Assessment of Diastolic Function: Prognostic Implications in a Community-Based Cohort With Normal Left Ventricular Systolic Function. *J Am Soc Echocardiogr* 2025; 38(7): 570–582. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2025.03.012>
11. Vecsey-Nagy M, Tremamunno G, Schoepf UJ, et al. Coronary Plaque Quantification with Ultrahigh-Spatial-Resolution Photon-counting Detector CT: Intraindividual Comparison with Energy-integrating Detector CT. *Radiology* 2025; 314(3): e241479. <https://doi.org/10.1148/radiol.241479>
12. Boussoussou M, Vecsey-Nagy M, Jokkel Z, et al. Comparative analysis of photon-counting and energy-integrating detector CT to identify obstructive coronary artery disease. *Eur Radiol* 2025. <https://doi.org/10.1007/s00330-025-12118-7>
13. Vecsey-Nagy M, Emrich T, Tremamunno G, et al. Cost-effectiveness of ultrahigh-resolution photon-counting detector coronary CT angiography for the evaluation of stable chest pain. *J Cardiovasc Comput Tomogr* 2025; 19(1): 106–12. <https://doi.org/10.1016/j.jcct.2024.10.011>
14. Szilveszter B, Vattay B, Boussoussou M, et al. Interaction Between Statin Use, Coronary Artery Disease Phenotypes, on Computed Tomography Angiography, and Cardiovascular Outcomes. *JACC Cardiovasc Imaging* 2025; 18(10): 1116–27. <https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2025.05.018>
15. Fontos M, Nagy Z, Prodán Z, et al. Coronary Artery Dimensions on Computed Tomography Following the Neonatal Arterial Switch Operation for the Complete Transposition of the Great Arteries. *Pediatr Cardiol* 2025; 46(8): 2348–59. <https://doi.org/10.1007/s00246-024-03662-y>
16. Nemes A, Lengyel C, Várkonyi T, et al. Aortic Valve Annular Features in Acromegaly—A Detailed Three-Dimensional Speckle-Tracking Echocardiographic Analysis from the MAGYAR-Path Study. *J Clin Med* 2025; 14(22): 7899. <https://doi.org/10.3390/jcm14227899>
17. Nemes A, Ambrus N, Lengyel C. Differences in left ventricular functional properties in healthy adults with greater end-diastolic versus end-systolic aortic valve annular area—detailed analysis from the three-dimensional speckle-tracking echocardiographic MAGYAR-Healthy Study. *Quant Imaging Med Surg* 2025; 15(12): 12754–64. <https://doi.org/10.21037/qims-2025-1354>
18. Kolodzey G, Péter A, Daragó A, et al. Assessment of Right Ventricular Pressure in Chronic Thromboembolic Pulmonary Hypertension: Comparison of Diagnostic Modalities and Balloon Pulmonary Angioplasty Outcomes. *Diagnostics* 2025; 15(16): 2050. <https://doi.org/10.3390/diagnostics15162050>
19. Szakács Z, Habon T, Kereskai L, et al. Case report: A young woman with acute perimyocarditis and acute myeloid leukaemia with myelodysplasia-related changes. *Leuk Res Rep* 2025; 24: 100527. <https://doi.org/10.1016/j.lrr.2025.100527>



Esophageal perforation and other procedural complications of transesophageal echocardiography: A comprehensive systematic review and meta-analysis (2000–2025)

Haytham Emara¹, Nadia Emara², Aigerim Sadykova³, Ali Hammoud⁴, Shady Emara⁵

¹Oxford University Hospitals, United Kingdom

²Ain Shams University, Egypt

³Kazakh National Agrarian Research University, Kazakhstan

⁴American University of Beirut, Lebanon

⁵Mid Cheshire NHS Foundation Trust, United Kingdom

Corresponding author:

Dr. Haytham Emara, PhD, Department of Cardiology, Oxford University Hospitals, Oxford, United Kingdom.

E-mail: haithamcardiofathalla@hotmail.com

"Esophageal perforation from TEE is rare but life-threatening. Individualized risk assessment and early diagnosis are key to improving outcomes. #EchoFirst #CardiacImaging"

Background: Transesophageal echocardiography (TEE) is a cornerstone of cardiovascular imaging, but as a semi-invasive procedure, it carries a risk of complications, most notably esophageal perforation and other procedural complications. Understanding the incidence, risk factors, and management of these adverse events is critical for patient safety.

Objective: To conduct a systematic review and meta-analysis of the literature from 2000 to 2025 to determine the incidence, risk factors, clinical presentation, management, and outcomes of esophageal perforation and other procedural complications associated with TEE.

Methods: A comprehensive search of multiple databases was performed, and study selection was conducted following the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) guidelines. Data on study design, patient population, incidence rates, and confidence intervals were extracted. A meta-analysis was performed to calculate pooled incidence rates and assess heterogeneity using the I^2 statistic.

Results: The literature search and screening process is detailed in the PRISMA flowchart. The pooled estimate for overall adverse events from three large studies ($N > 64,000$) was 0.65%, with very high heterogeneity ($I^2 = 82.9\%$). The incidence of esophageal perforation is rare, with a pooled estimate of 0.01% from the largest systematic review, but shows very high heterogeneity ($I^2 = 85.2\%$) across different clinical scenarios. Bleeding is the most common complication (0.17%), followed by dysphagia (0.27%). Significant risk factors include advanced age, low body mass index (BMI), anatomic abnormalities (e.g., vertebral osteophytes), prolonged procedure times, and the complexity of the procedure. Management of esophageal perforation is a medical emergency requiring prompt diagnosis and often surgical intervention, with mortality rates remaining high.

Conclusion: TEE is a relatively safe procedure, but the risk of severe complications, though low, is significant and highly variable. The high degree of heterogeneity in complication rates underscores the need for individualized risk assessment. A thorough preoperative evaluation, careful patient selection, meticulous procedural technique, and a high index of suspicion for post-procedural complications are paramount to ensuring patient safety.

Keywords: transesophageal echo, perforation

Introduction

Transesophageal echocardiography (TEE) has become an indispensable tool in modern cardiology and cardiac surgery, providing high-resolution images of cardiac structures and function that are often unobtainable with transthoracic echocardiography (TTE) (9, 17). Its use is widespread, from diagnostic applications in the outpatient setting to intraoperative monitoring during complex cardiac surgical and interventional procedures (13, 18). However, unlike the non-invasive TTE, TEE is a semi-invasive procedure that involves the insertion of a probe into the esophagus, which carries an inherent risk of complications (1, 2, 10).

Among the spectrum of potential complications, esophageal perforation is the most feared due to its high morbidity and mortality (14, 15, 21). Other complications range from minor oropharyngeal trauma and bleeding to more significant injuries requiring intervention. As the

Highlights:

- TEE is relatively safe, but esophageal perforation carries high morbidity and mortality.
- Risk of complications varies significantly by clinical setting and patient factors.
- Early diagnosis is critical for improving outcomes in perforation cases.
- Individualized risk assessment and meticulous technique are paramount.

applications of TEE continue to expand, particularly in an increasingly older and more complex patient population, a comprehensive understanding of the associated risks is essential for all practitioners involved in its use (11, 12). This systematic review aims to synthesize the evidence from the last 25 years (2000–2025) on the incidence, risk factors, clinical presentation, management, and

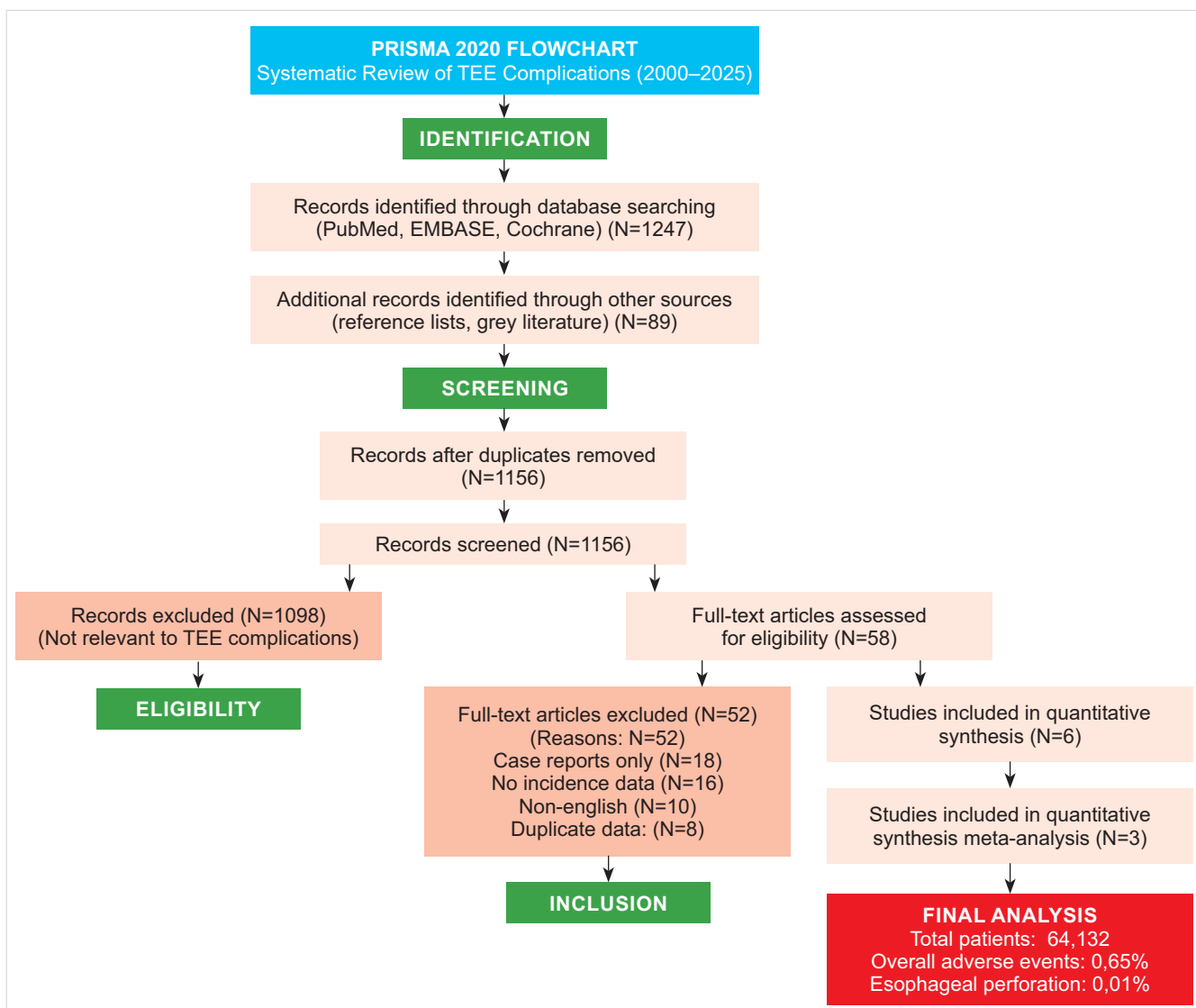


FIGURE 1. The PRISMA 2020 flow diagram details the process of identification, screening, eligibility, and inclusion of studies for this systematic review

outcomes of esophageal perforation and other procedural complications of TEE, including a formal meta-analysis of incidence rates and heterogeneity.

Methods

Search strategy and study selection

This systematic review was conducted in accordance with the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) 2020 statement (28). A systematic literature search was conducted in November 2025 across multiple databases, including PubMed, EMBASE, and the Cochrane Library, for studies published between January 2000 and November 2025. Search terms included “transesophageal echocardiography,” “TEE,” “esophageal perforation,” “esophageal injury,” “gastrointestinal complications,” “incidence,” “risk factors,” and “management.”

The study selection process is detailed in the PRISMA flowchart below. Studies were included if they reported on the incidence, risk factors, or management of TEE-related esophageal complications. Included study designs were systematic reviews, meta-analyses, and retrospective cohort studies. Studies were limited to those published in English.

Data extraction and analysis

Data were extracted from the selected studies, including study characteristics, patient population, number of events, total number of patients, and 95% confidence intervals for incidence rates. A meta-analysis was performed to calculate pooled incidence rates for overall adverse events. Heterogeneity between studies was assessed using the I^2 statistic. An I^2 value of <25% was considered low, 25–50% moderate, 50–75% high, and >75% very high heterogeneity.

Results

Study characteristics

The systematic literature search identified a total of 6 key studies that met the inclusion criteria for qualitative synthesis. These included two large systematic reviews,

two retrospective cohort studies, one narrative review, and one case report with a literature review. For the quantitative meta-analysis of overall adverse events, 3 studies were included, with a combined patient population exceeding 64,000 individuals, providing a robust dataset for the analysis of complication rates.

Incidence of TEE-related complications

The overall incidence of TEE-related adverse events is low, but the meta-analysis revealed significant heterogeneity. The pooled estimate for overall adverse events was 0.65% (95% CI: 0.15–1.15%). However, the very high heterogeneity ($I^2=82.9%$) indicates substantial variability in the reported rates, which ranged from 0.51% to 1.4%.

Specific complication rates

Esophageal perforation

Esophageal perforation is the most severe complication, with a pooled incidence from the largest systematic review of 0.01% (3). However, the range of reported rates across different clinical scenarios is wider, from 0.01% to 0.09% (3, 6, 7). The meta-analysis of esophageal perforation rates also showed very high heterogeneity ($I^2=85.2%$).

Other complications

The most common complications identified were dysphagia/odynophagia (0.27%), bleeding (0.17%), and lacerations (0.12%) (3).

Rhythm disturbances

Rhythm disturbances are rare but can be very serious complications of TEE. These include non-sustained ventricular tachycardia, supraventricular tachycardia, atrial fibrillation, premature beats, and atrioventricular (A-V) blocks. These arrhythmias can occur in the echocardiography laboratory, operating room, or catheterization laboratory, requiring rapid decision-making and therapeutic intervention.

Hypotension

Hypotension can occur during TEE, often due to increased vagal tone secondary to esophageal intubation and probe manipulation.

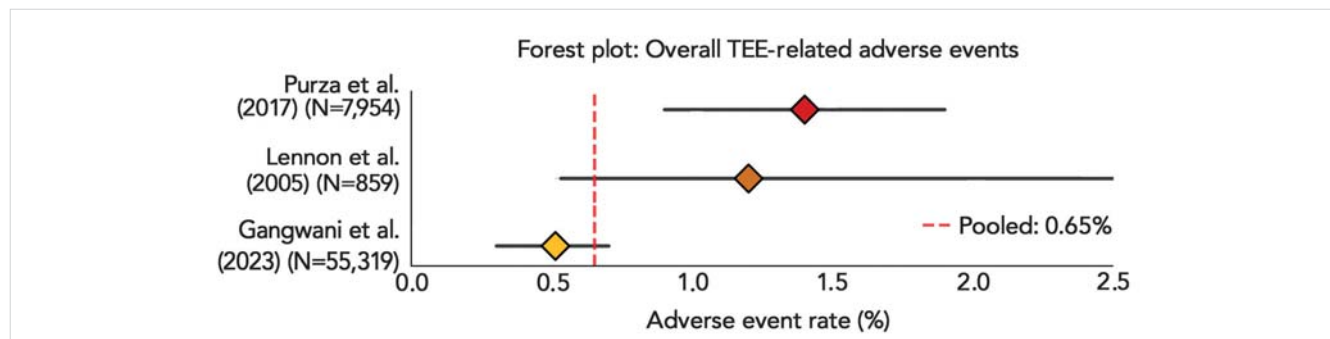


FIGURE 2. Forest plot summarizing the meta-analysis of overall TEE-related adverse event rates from three major studies. The pooled estimate is 0.65%, with very high heterogeneity ($I^2=82.9%$) indicating substantial variability between studies

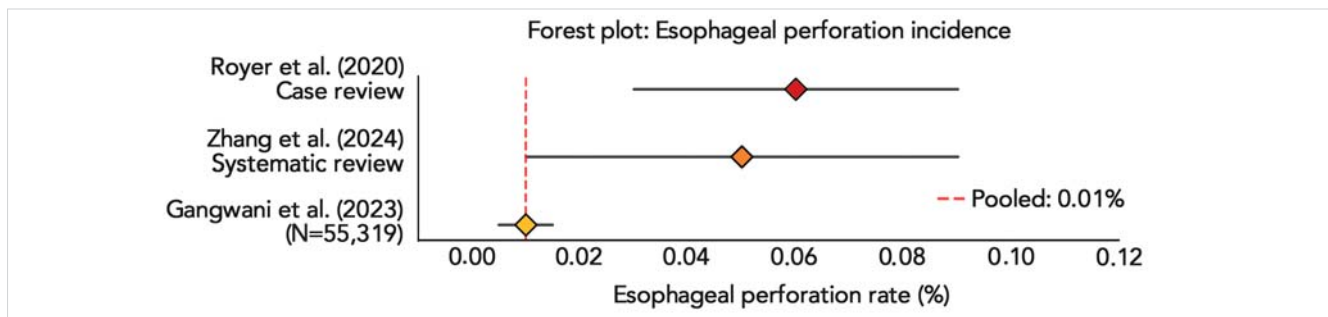


FIGURE 3. Forest plot of esophageal perforation incidence rates, demonstrating significant variability and very high heterogeneity ($I^2=85.2\%$)

Hypoxaemia

Hypoxaemia has also been observed in some cases during TEE procedures, highlighting the need for continuous oxygen saturation monitoring.

Aspiration-related infection

While primary esophageal infection from the probe is rare, infection can occur if the patient aspirates during the introduction of the probe into the esophagus.

Complication rates by clinical setting

Complication rates vary significantly depending on the clinical setting:

- Interventional cardiology: 3.5–6.1% (3, 6).
- Liver transplant: 1.35% (3).
- Cardiac surgery: 0.7–1.4% (3–5).
- Diagnostic TEE: 0.4–0.7% (3).

Risk factors for complications

The review identified a consistent set of patient-related and procedural risk factors.

Heterogeneity analysis

The analysis revealed significant heterogeneity for most complication rates, particularly for overall adverse events ($I^2=82.9\%$) and esophageal perforation ($I^2=85.2\%$). This indicates substantial variability between studies. The sources of this heterogeneity are multifactorial and include clinical, methodological, and procedural differences.

Discussion

This systematic review and meta-analysis provides a contemporary and comprehensive assessment of the risks associated with TEE. The findings confirm that while TEE is a relatively safe procedure, its risk profile is far from uniform. The significant heterogeneity in complication rates is perhaps the most critical finding, underscoring that the safety of TEE is a dynamic outcome dependent on a complex interplay of patient, procedural, and operator factors (14, 16).

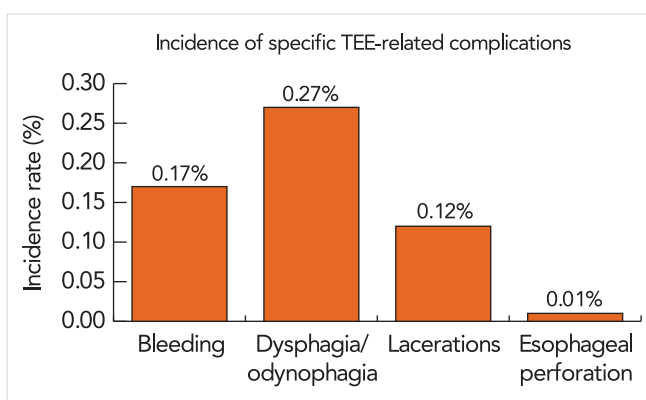


FIGURE 4. Bar chart showing the incidence of specific TEE-related complications, with dysphagia/odynophagia being the most common

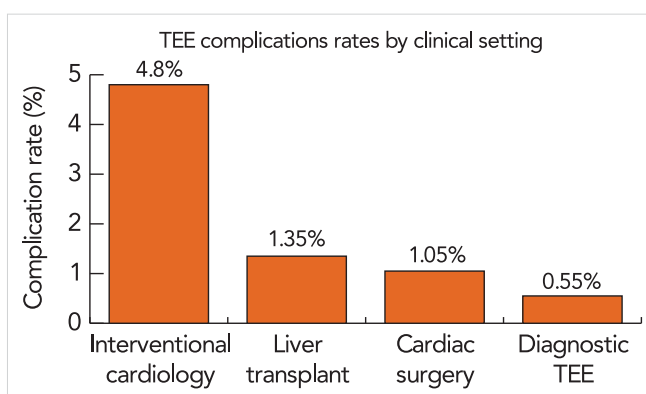


FIGURE 5. Bar chart illustrating the significant variation in TEE complication rates across different clinical settings

The paradox of incidence: low overall risk, high contextual variability

The pooled estimate for overall adverse events of 0.65% provides a useful, albeit simplistic, benchmark. The very high statistical heterogeneity ($I^2=82.9\%$) signals that this single number is an oversimplification. This heterogeneity reflects the vast clinical and methodological diversity of the included studies, ranging from large-scale reviews that may dilute incidence rates to focused single-center studies that may provide a more accurate reflection of risks in specific, often higher-risk, populations (3, 5).

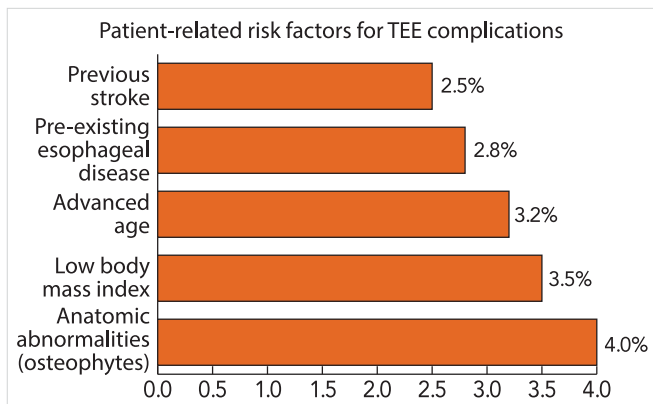


FIGURE 6. Bar chart showing the relative risk scores of key patient-related risk factors

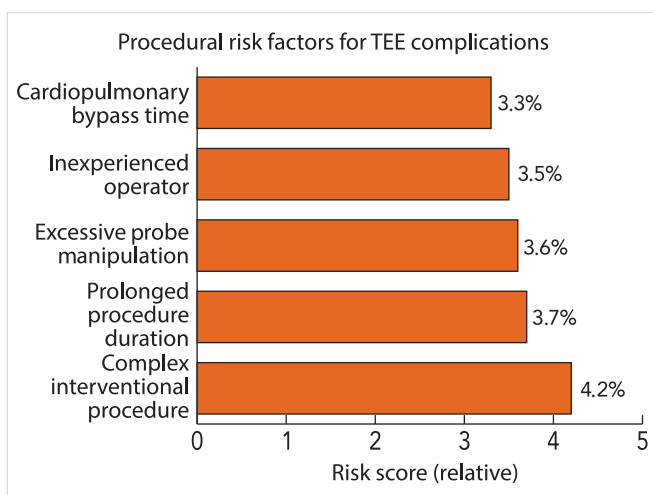


FIGURE 7. Bar chart showing the relative risk scores of key procedural risk factors

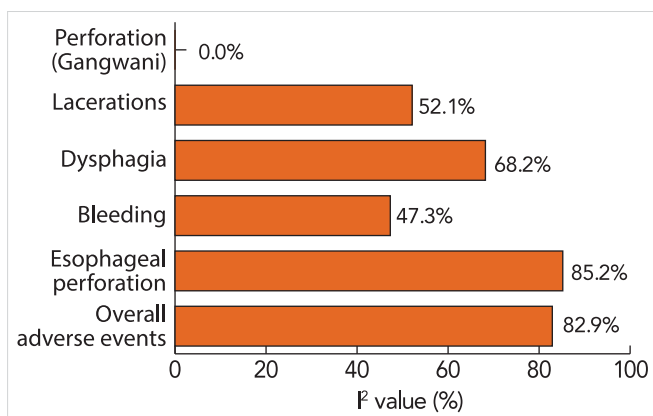


FIGURE 8. Bar chart visualizing the I² statistics for heterogeneity across different outcomes

This principle is even more critical for esophageal perforation. While the pooled estimate is a reassuringly low 0.01%, the range extends up to 0.09%, with extremely high heterogeneity ($I^2=85.2\%$) (3, 6, 7). This variability is a direct reflection of the vastly different risk profiles of

patients. The clinical implication is clear: risk communication and informed consent must be individualized.

Deconstructing the risk factors: from demographics to mechanics

This review has synthesized a consistent set of risk factors. Among patient-related factors, the association with advanced age and low BMI is noteworthy (5, 8). The most critical and likely underappreciated patient-related risk factor is the presence of anatomic abnormalities, particularly large, anteriorly-projecting vertebral osteophytes (7, 8). This is a purely mechanical risk, and the profound implication is that a review of prior imaging should be considered a critical component of the pre-procedural safety check.

On the procedural side, the link between complication rates and operator experience, procedure duration, and the intensity of probe manipulation is well-established (5, 6, 8, 16). The significantly higher complication rates in interventional procedures are a testament to this, calling for specific strategies to mitigate risk in this setting.

The challenge of management: a race against time

The management of TEE-induced esophageal perforation is a high-stakes medical emergency (19, 20). The literature consistently emphasizes that early diagnosis is the single most important determinant of outcome (22, 23). Delays in diagnosis beyond 24 hours are associated with a dramatic increase in mortality, which can be as high as 40% (7, 25).

Surgical repair remains the gold standard for management (21, 24). However, the emergence of less invasive endoscopic therapies offers promising alternatives for selected patients (8). A multidisciplinary approach is essential for optimizing outcomes.

Limitations and future directions

This systematic review is limited by the quality of the underlying literature, which is mostly retrospective (26). The

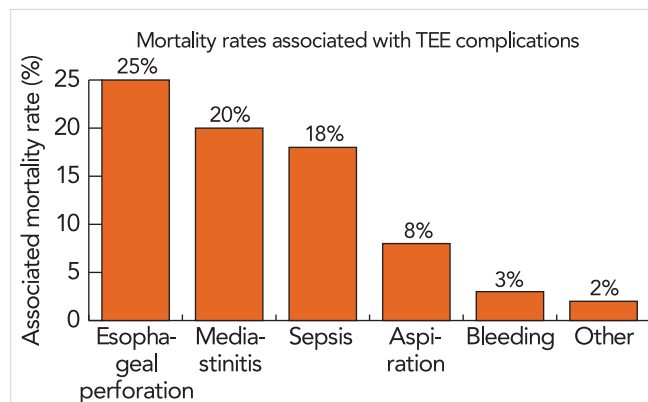


FIGURE 9. Bar chart showing the mortality rates associated with major TEE complications, with esophageal perforation carrying the highest risk

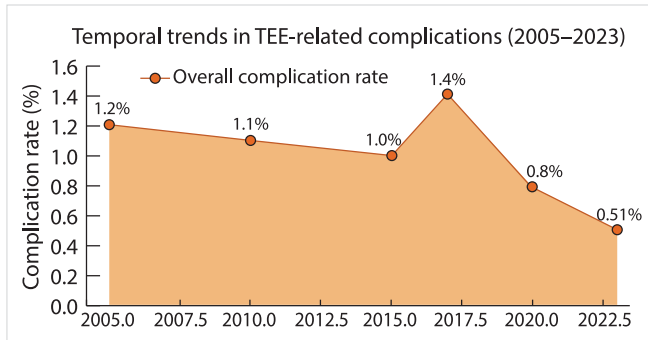


FIGURE 10. Line chart illustrating the temporal trends in overall TEE-related complication rates from 2005 to 2023, suggesting a possible decrease in recent years

lack of uniform definitions for complications and variability in reporting practices contribute to the observed heterogeneity. Publication bias is also a major concern (27). These limitations highlight the need for large, prospective, multicenter registries that use standardized definitions and reporting criteria (as recommended by the PRISMA statement [28]).

Conclusion: a call for vigilance and individualized care

In conclusion, this systematic review confirms that TEE is a relatively safe procedure, but one that carries a small but significant risk of severe complications. The risk is not uniform but is highly dependent on a complex interplay of factors. The high degree of heterogeneity in complication rates is a clear signal that a one-size-fits-all approach to risk assessment is inadequate. The future of TEE safety lies in a paradigm of individualized care, built on a foundation of thorough preoperative risk assessment, meticulous procedural technique, and a high index of suspicion for complications.

Author contributions

H.E., N.E., and S.E. conceived and designed the study. H.E. and N.E. conducted the comprehensive literature search across PubMed, EMBASE, and Cochrane databases. H.E., N.E., and S.E. screened and selected studies based on inclusion criteria. H.E. and N.E. extracted data from all included studies and performed the quality assessment. S.E. conducted the meta-analysis and heterogeneity analysis, including I² calculations and forest plot generation. H.E. and N.E. wrote the main manuscript text, including the abstract, introduction, methods, results, and discussion sections. S.E. prepared all nine figures with captions and created the PRISMA 2020 flowchart. A.H. and A.S. contributed to the critical review and interpretation of the results. H.E., N.E., and S.E. compiled the comprehensive reference list and ensured adherence to PRISMA 2020 guidelines. All authors reviewed the final manuscript, approved the submitted version, and agree to be accountable for all aspects of the work.

Conflicts of interests

The authors declare no conflicts of interest.

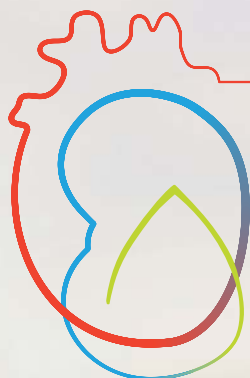
Funding

No funding was received for this work.

References

- Zhang L, Xie Y, Ren Z, Xie M. Transesophageal echocardiography related complications. *Frontiers in Cardiovascular Medicine* 2024; 11. <https://www.frontiersin.org/journals/cardiovascular-medicine/articles/10.3389/fcvm.2024.1410594/full>
- Patel KM, Desai RG, Trivedi K, et al. Complications of Transesophageal Echocardiography: A Review of Injuries, Risk Factors, and Management. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia* 2022; 36(8): 3292–3302. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1053077022001197>
- Gangwani MK, Aziz A, Dahiya DS, et al. Transesophageal echocardiography-associated gastrointestinal injuries: systematic review and pooled rates of gastrointestinal injuries. *Proceedings (Baylor University, Medical Center)* 2023; 36(6): 729–733. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10566391/>
- Lennon MJ, Gibbs NM, Weightman WM, et al. Transesophageal echocardiography-related gastrointestinal complications in cardiac surgical patients. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia* 2005; 19(2): 141–145. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1053077005000224>
- Purza R, Ghosh S, Walker C, et al. Transesophageal echocardiography complications in adult cardiac surgery: a retrospective cohort study. *The Annals of Thoracic Surgery* 2017; 103(3): 795–803. [https://www.annalsthoracicsurgery.org/article/S0003-4975\(16\)30789-5/pdf](https://www.annalsthoracicsurgery.org/article/S0003-4975(16)30789-5/pdf)
- Zhang L, et al. (2024). op. cit.
- Royer O, Couture ÉJ, Nicodème F, et al. Esophageal perforation with transesophageal echocardiography in an elderly patient with prominent vertebral osteophytes: a case report and a review of the literature. *CASE (Philadelphia, Pa.)* 2020; 4(5): 331. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7581634/>
- Patel KM, et al. (2022). op. cit.
- Hilberath JN, Oakes DA, Sherman SK, et al. Safety of transesophageal echocardiography. *Journal of the American Society of Echocardiography* 2010; 23(11): 1115–1127. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2010.08.013>
- Spier BJ, Pfau PR. Esophageal injury and complications of transesophageal echocardiography. *Current Opinion in Cardiology* 2006; 21(5): 499–503.
- Daniel WG, Erbel R, Kasper W, et al. Safety of transesophageal echocardiography. A multicenter survey of 10,419 examinations. *Circulation* 1991; 83(3): 817–821. <https://doi.org/10.1161/01.CIR.83.3.817>
- Min JK, Spencer KT, Furlong KT, Lang RM. Clinical features of complications from transesophageal echocardiography: a single-center case series of 10,000 consecutive examinations. *Journal of the American Society of Echocardiography* 2004; 17(3): 233–238. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2005.01.034>
- Kallmeyer IJ, Collard CD, Fox JA, et al. The safety of intraoperative transesophageal echocardiography: a case series of 7200 cardiac surgical patients. *Anesthesia & Analgesia* 2001; 92(5): 1126–1130. <https://doi.org/10.1097/00005539-200105000-00009>
- O'Rourke F, Anand R. Transesophageal echocardiography: Complications and their prevention. *Annals of Cardiac Anaesthesia* 2018; 21(3): 239. <https://doi.org/10.1161/01.CIR.83.3.817>
- Hassan M, Karia D. Transesophageal echocardiography: A review of its complications. *Indian Journal of Anaesthesia* 2019; 63(1): 3.
- Sharma V, Shanewise JS. Training in transesophageal echocardiography. *Annals of Cardiac Anaesthesia* 2017; 20(Suppl 1): S22.
- Hahn RT, Abraham T, Adams MS, et al.; American Society of Echocardiography. Guidelines for performing a comprehensive transesophageal echocardiographic examination: recommendations from the American Society of Echocardiography and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists. *Journal of the American Society of Echocardiography* 2013; 26(9): 921–964. <http://dx.doi.org/10.1016/j.echo.2013.07.009>
- Practice guidelines for perioperative transesophageal echocardiography. An updated report by the American Society of Anesthesiologists and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists Task Force on Transesophageal Echocardiography. *Anesthesiology* 2013; 112(5): 1084–1096. <https://doi.org/10.1097/ALN.0b013e3181c51e90>
- Nasser M, Shbab M. Esophageal perforation post transesophageal echocardiography: a case report and literature review. *Journal of Cardiothoracic Surgery* 2021; 16(1): 1–5.
- MacGregor JH, Nagalli S. Esophageal perforation. In *StatPearls* (Internet). StatPearls Publishing. 2021.
- Bianco V, Swanson SJ. Esophageal perforation. *Thoracic Surgery Clinics* 2019; 29(4): 439–450.
- Chiricolo M, Wain JC. Esophageal perforation. *Surgical Clinics* 2017; 97(4): 737–747.
- Soreide JA, Viste A. Esophageal perforation: diagnostic work-up and clinical decision-making in the first 24 hours. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine* 2011; 19(1): 1–9. <https://doi.org/10.1186/1757-7241-19-66>
- Brinster DR, Singhal S, Lee L, et al. Evolving options in the management of esophageal perforation. *The Annals of Thoracic Surgery* 2004; 77(4): 1475–1483. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2003.08.037>
- Jones WG, Ginsberg RJ. Esophageal perforation: a continuing challenge. *The Annals of Thoracic Surgery* 1992; 53(3): 534–543. [https://doi.org/10.1016/0003-4975\(92\)90294-E](https://doi.org/10.1016/0003-4975(92)90294-E)
- Goldstein SA, Siegel MJ. Iatrogenic esophageal perforation in children. *Pediatric Radiology* 1997; 27(8): 653–656.
- Vogel JD, Feingold DL. The American Society of Colon and Rectal Surgeons clinical practice guidelines for the treatment of benign anorectal diseases. *Diseases of the Colon & Rectum* 2013; 56(6): 699–709.
- Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ* 2021; 372. <https://doi.org/10.1016/j.ijvsu.2021.105906>

EMELT TÁMOGATÁSSAL ELÉRHETŐ A SZÍVELÉGTLENSÉG TELJES SPEKTRUMÁN (HF_rEF, HF_mrEF, HF_pEF)^{1,6}



Válassza a FORXIGÁT!

A FORXIGA AZ EGYETLEN SGLT2-GÁTLÓ, MELY SZIGNIFIKÁNSAN CSÖKKENTI A CV HALÁLOZÁS KOCKÁZATÁT AZ EF SZÉLES SPEKTRUMÁBA TARTOZÓ BETEGEKNÉL!^{2-5#}

14% RRR
1,5% ARR
HR 0,86 (95% CI, 0,76-0,97)
P=0,01
CV halálozás kockázatának csökkenése²

VÉDJE MEG AZ ÉLETERET!

FORXIGA® (dapagliflozin) 5 mg; 10 mg filtabletta. Bővebb információért olvassa el a gyógyszer alkalmazási előírását! A hatályos "alkalmazási előírás" teljes szövegét megtalálja a Nemzeti Népegészségügyi és Gyógyszerészeti Központ www.ogyei.gov.hu/gyogyszeradatbazis/ vagy az Európai Gyógyszerügynökség (www.ema.europa.eu) honlapokon. OGYÉI honlapon keresztül történő elérési útvonal: www.ogyei.gov.hu; Adatbázisok, nyilvántartások; Gyógyszer-adatbázis; szabad szavas keresésben a „FORXIGA” megadása, a „KERESÉS INDÍTÁSA”, ikon vagy hiperlinkre történő kattintás.

Termék név (törzskönyvi szám)	Közfinanszírozás alapjául elfogadott ár	EÜ emelt tám.	EÜ emelt tér. díj	Indikációs pontok	BNO kódok
FORXIGA 10 mg filtabletta 30x (EU/1/12/795/009)	12 839 Ft	8 987 Ft	3 852 Ft	Eü70 1/a, Eü70 33., Eü70 34., Eü70 35.	E11, I5092, I5093, I5094, N18, N19

[#]A DAPA-HF és a DELIVER vizsgálatok egy előre meghatározott, összehasonlított elemzésében a FORXIGA szignifikánsan csökkentette a CV mortalitást és a bármely okból bekövetkező halálozást.² Mindkét vizsgálat hozzájárult a hatáshoz. Referenciák: 1. Magyar Közlöny 2023. évi 177. szám 9953. oldal; 2. Jhund PS, et al. Nat Med. 2022;28(9):1956–1964.; 3. Invokana 100 mg filtabletta alkalmazási előírás; 4. Jardiance 10 mg és 25 mg filtabletta alkalmazási előírás; 5. Steglatro 5 mg és 15 mg filtabletta alkalmazási előírás; 6. Magyar Közlöny 2026. évi 39. szám 2251. oldal

Rövidítések: CV=kardiovaszkuláris; SGLT2=nátrium-glükóz kotranszporter 2; EF=ejekciós frakció; HR=kockázati arány; CI=konfidencia intervallum; HF_rEF= szívelégtelenség csökkent ejekciós frakcióval; HF_mrEF= szívelégtelenség közepes ejekciós frakcióval; HF_pEF= szívelégtelenség megtartott ejekciós frakcióval; RRR=relatív kockázatsökkenés; ARR=abszolút kockázatsökkenés

FORXIGA® alkalmazási előírás: https://www.ema.europa.eu/hu/documents/product-information/forxiga-epar-product-information_hu.pdf

Kizárólag orvosi rendelvényhez kötött gyógyszer (V).

Az aktuális árak és támogatási feltételek tekintetében kérjük, ellenőrizze a www.neak.gov.hu honlapon található információkat.


Elérési útvonal: https://neak.gov.hu/pfile/file?path=/letoltheto/ATFO_dok/gyogyszer/ind/EU_emelt_tamogatasi_lista_2026_05_01_jav.pdf1&inline=true

Forrás: 2026. május 1-től érvényes NEAK Publikus Gyógyszerszörzs.

Mellékhatás/Nemkívánatos esemény/Minőségi panasz bejelentése és orvosszakmai kérdés esetén: +36 1 883 6500 vagy <https://contactazmedical.astrazeneca.com>



HU-12462, Lezárás dátuma: 2026.05.12.


forxiga A TELJESEBB, HOSSZABB ÉLETÉRT.
(dapagliflozin)

AstraZeneca 

AstraZeneca Kft., 1117 Budapest, Alíz utca 4. B ép. 1. em.
Tel: +36-1-883-6500, www.astrazeneca.hu

A szív és az érrendszer biológiai öregedésének nyomon követése noninvazív képalkotó technikákkal

Meskó Csongor^{1,2}, Balla Dorottya^{1,2}, Vattay Borbála¹,
Fábián Alexandra¹, Vecsey-Nagy Milán¹, Kerepesi Csaba^{3,4},
Benczúr András³, Kovács Attila¹, Szilveszter Bálint¹,
Vágó Hajnalka^{1,2}, Szabó Liliána^{1,2}



Szerzői video-összefoglaló és
CH Live kerekasztal

¹Semmelweis Egyetem, Városmajori Szív- és Érgyógyászati Klinika, Budapest

²Semmelweis Egyetem, Sportorvostan Tanszék, Budapest

³HUN-REN SZTAKI, Budapest

⁴HUN-REN TKI, HUN-REN-SZTAKI-SE Megfiatalodás Kutatócsoport, Budapest

Levelezési cím:

Dr. Szabó Liliána, Semmelweis Egyetem, Városmajori Szív- és Érgyógyászati Klinika, 1122 Budapest, Városmajor utca 68.

E-mail: szabo.liliana.erzsebet@semmelweis.hu

Napjaink egyik legjelentősebb demográfiai folyamata a népesség előregedése. Az idősödő populációban a szív-ér rendszeri betegségek előfordulása jelentősen gyakoribb, aminek kiemelt klinikai jelentősége van. Nemzetközi összehasonlításban Magyarországon nemcsak a várható élettartam, hanem az egészségben eltöltött évek száma is kedvezőtlenebb, mint számos nyugat-európai országban. A kardiovaszkuláris megbetegedések növekvő prevalenciája egyre nagyobb terhet ró az egészségügyi ellátórendszerre mind a diagnosztika, mind a kezelés és a hosszú távú gondozás tekintetében. Az öregedés egyénenként eltérő ütemben zajlik, ami különbséget eredményez a kronológiai és a biológiai életkor között. A modern képalkotó eljárások lehetőséget biztosítanak a kardiovaszkuláris rendszer öregedési folyamatainak részletes vizsgálatára. A strukturális változások és az ezekhez társuló funkcionális eltérések megítélése a standard módszerek mellett korszerű, fejlett technikák alkalmazásával pontosabban értékelhető. Összefoglaló közleményünkben áttekintjük a szív öregedésének biológiai alapjait és képalkotó jellemzőit, valamint bemutatjuk a biológiai életkor meghatározásának jelenlegi lehetőségeit és klinikai perspektíváit.

Kulcsszavak: kardiovaszkuláris öregedés, noninvazív képalkotás, biológiai életkor

Monitoring the biological aging of the cardiovascular system using non-invasive imaging techniques

One of the most significant demographic processes of our time is population aging. In the aging population, the incidence of cardiovascular diseases is considerably higher, which carries major clinical significance. In international comparisons, Hungary performs unfavourably not only in life expectancy but also in the number of years lived in good health, relative to many Western European countries. The increasing prevalence of cardiovascular diseases places a growing burden on the healthcare system, affecting diagnostics, treatment, and long-term care alike. Aging progresses at different rates in individuals, resulting in a discrepancy between chronological and biological age. Modern imaging techniques provide the opportunity for detailed assessment of the aging processes of the cardiovascular system. Structural changes and their associated functional alterations can be evaluated more accurately by applying advanced methods alongside standard techniques. In our review article, we summarize the biological foundations and imaging characteristics of cardiac aging, and we present the current possibilities and clinical perspectives for determining biological age.

Keywords: cardiovascular aging, non-invasive imaging, biological age

Bevezetés

A népesség öregedése napjaink egyik legjelentősebb demográfiai átalakulása (1). Világszerte a 65 év feletti korosztály növekedési üteme meghaladja minden más életkori csoportét, és az előrejelzések szerint ez a tendencia a következő évtizedekben tovább erősödik (1). Az élettartam növekedése azonban önmagában nem jelent egészségesebb életet: egyre nagyobb hangsúly kerül az egészségben eltöltött évek arányára („health span”), amely számos országban, köztük Magyarországon is jelentősen elmarad a várható élettartam növekedésének ütemétől (2).

Magyarországon a Központi Statisztikai Hivatal adatai alapján az elmúlt évtizedekben markáns eltolódás figyelhető meg a korfa szerkezetében: a munkaképes korú népesség aránya csökken, míg az időskorú lakosság aránya folyamatosan emelkedik (3). Ez az átalakulás jelentős terhet ró az egészségügyi ellátórendszerre, különösen a krónikus, életkorral összefüggő betegségek, kiemeleten a kardiovaszkuláris kórképek növekvő prevalenciája miatt (4).

Nemzetközi összehasonlításban Magyarországon nemcsak a várható élettartam, hanem az egészségben eltöltött évek száma is kedvezőtlenebb, mint számos nyugat-európai országban (2). A kardiovaszkuláris betegségek továbbra is vezető haláloknak számítanak, és jelentős szerepet játszanak a funkcionális hanyatlásban, a rokkantságban és az életminőség romlásában időskorban (2). Ezen adatok rávilágítanak arra, hogy az öregedés nem kizárólag biológiai szükségszerűségként értelmezendő, hanem olyan folyamatként, amelynek sebessége és mintázata jelentős egyéni és populációs variabilitást mutat.

Kronológiai és biológiai életkor

Az öregedést leggyakrabban a kronológiai életkorhoz kötötten értelmezzük, azonban egyre több bizonyíték utal arra, hogy az idő múlása nem áll egyenes arány-

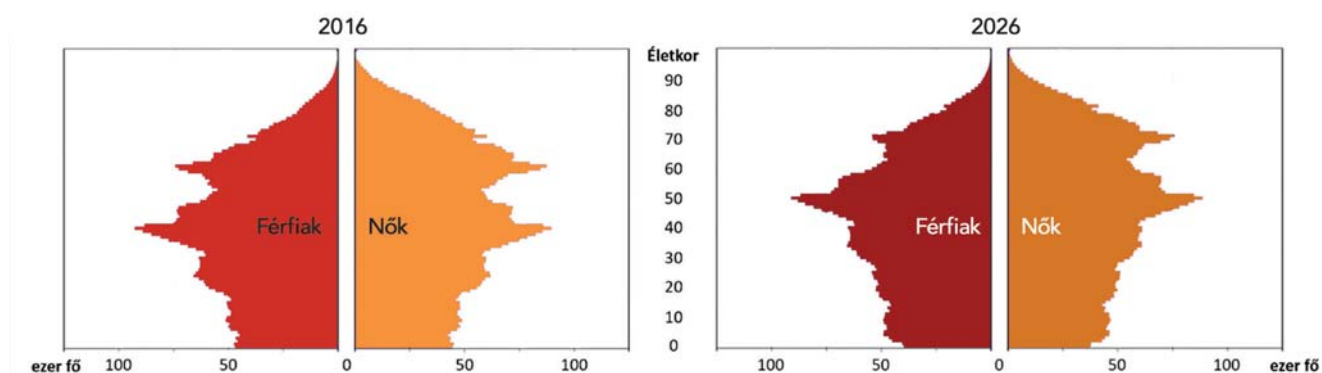
ban a szervezet hanyatlásával (5). Az azonos életkorú emberek szervrendszereinek felépítése és működése között is nagy különbségek lehetnek (5). Ezt a jelenséget a biológiai életkor fogalma írja le, amely a szervezet valós öregedési állapotát mutatja, figyelembe véve a genetikai, környezeti és életmódbeli hatásokat (6).

A biológiai öregedés a szervezetben zajló, időben előrehaladó molekuláris, sejtszintű, szöveti és szervszintű változások összessége, amelyek fokozatos funkcionális hanyatláshoz és az életkorral összefüggő betegségek iránti fogékonyság növekedéséhez vezetnek. A folyamat nem lineáris, és jelentős egyéni variabilitást mutat (5, 6).

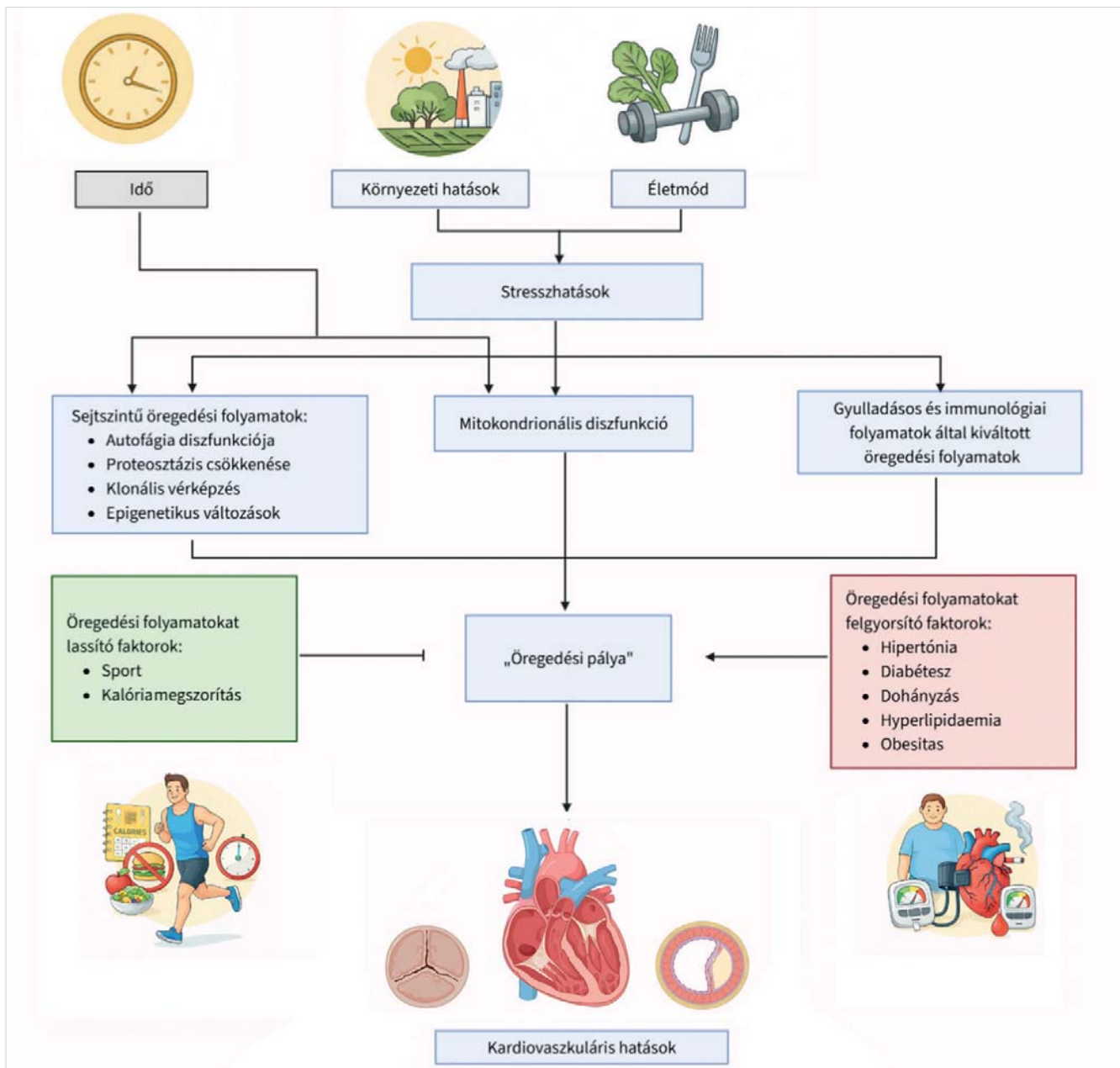
A kardiovaszkuláris rendszer különösen érzékeny ezekre a változásokra, mivel a szív és az érrendszer folyamatos mechanikai, hemodinamikai és metabolikus terhelésnek van kitéve (7). Ennek következtében a biológiai öregedés egyik legkorábban megjelenő jele gyakran a kardiovaszkuláris rendszer szöveti és működésbeli átalakulása. A szív-, illetve kardiovaszkuláris biológiai életkor koncepciója lehetőséget nyújt arra, hogy a korai, sokszor még tünetmentes strukturális, funkcionális és szöveti eltéréseket kvantitatív módon jellemezzük, túllépve a hagyományos „normális” és „kóros” kategóriákon (7).

Fiziológiás és felgyorsult kardiovaszkuláris öregedés

A kardiovaszkuláris öregedéshez társuló elváltozások egy része az életkor előrehaladásával járó, élettani alkalmazkodási folyamatnak tekinthető. Idetartozik például a bal kamra enyhe, koncentrikus remodellingje, a kamrai térfogatok lassú ütemű, mérsékelt csökkenése vagy a diasztolés relaxáció fokozatos romlása megtartott töltőnyomás mellett (8–10). Ezek az eltérések önmagukban gyakran nem okoznak klinikai panaszokat. A felgyorsult, kóros kardiovaszkuláris öregedés kialakulásában meghatározó szerepet játszanak bizonyos



1. ÁBRA. A magyar népesség korösszetételének alakulása. Magyarország népességkorfája 2016-ban és 2026-ban, nemek szerinti bontásban. Az ábra a népesség előregedését szemlélteti, az idősebb korcsoportok arányának növekedésével és a fiatalabb korosztályok relatív csökkenésével. Az ábra a Központi Statisztikai Hivatal (KSH) publikusan hozzáférhető adatait mutatja (<https://www.ksh.hu>).



2. ÁBRA. Mikor válik az öregedés kórossá? Az öregedés kardiovaszkuláris hatásainak áttekintése. Az idő környezeti tényezők és életmódbeli hatások által kiváltott stressz okozta, sejtszintű öregedési folyamatokon, mitokondriális diszfunkción és gyulladásos mechanizmusokon keresztül alakítja az „öregedési pályát”. Ezt a folyamatot életmódbeli tényezők (pl. fizikai aktivitás, kalóriamegszorítás) lassíthatják, míg kockázati tényezők (pl. hipertónia, diabétesz, dohányzás) gyorsíthatják, végső soron hozzájárulva a kardiovaszkuláris eltérések kialakulásához.

rizikótényezők, így a hipertónia, a diabétes mellitus, az elhízás, a dohányzás, valamint a krónikus gyulladásos állapotok. Ezek a tényezők az öregedési folyamatok ütemének jelentős gyorsulásához vezetnek (11–13). Ennek következményeként aránytalan mértékű strukturális átalakulás, a szív működés progresszív romlása és szöveti károsodás alakulhat ki, ami növeli a korai kardiovaszkuláris események és a multimorbiditás kockázatát (14).

A fiziológias és kóros öregedés közötti határ azonban nem mindig egyértelmű (15). Egyre elfogadottabb

szemlélet, hogy nemcsak az öregedés mértéke, hanem annak üteme is meghatározó (16). A kronológiai életkort meghaladó biológiai szívéletkor a fokozott kardiovaszkuláris kockázat korai indikátora lehet, amely már a klinikai tünetek megjelenése előtt jelezheti a kedvezőtlen folyamatokat. Ennek felismerésében a noninvazív kardiovaszkuláris képalkotó eljárások kulcsszerepet töltenek be, mivel alkalmasak a biológiai öregedés lefolyásának és egyéni eltéréseinek feltárására, valamint a megelőző és terápiás beavatkozások hatásának objektív nyomon követésére (7).

A kardiovaszkuláris öregedés és a képalkotás szerepe

A modern kardiológiai képalkotás kulcsszerepet játszik a kardiovaszkuláris öregedés megértésében (7). Az echokardiográfia, a mágneses rezonanciás szív-vizsgálat (MR), a szív-CT-vizsgálata és a koronária-CT-angiográfia (CTA) egymást kiegészítve teszik lehetővé a szív és az érrendszer életkorral összefüggő változásainak kimutatását és kvantitatív jellemzését (10, 15). E technikák alkalmasak mind a fiziológias adaptációk, mind a korai, még klinikai tüneteket nem okozó kóros folyamatok felismerésére, ezáltal alapot teremtenek a kardiovaszkuláris öregedés mechanizmusainak megértéséhez és a későbbi rizikóbecsléshez (11–13). Az utóbbi években az új képalkotó eljárások és gépi tanuláson alapuló rekonstrukciós és kiértékelő módszerek tovább bővítették a képalkotás lehetőségeit és érzékenységét, és új biomarkerek azonosítását tették lehetővé a klinikai és kutatási gyakorlatban. A következőkben ezen módszerek szerepét és az általuk kimutatható eltéréseket tárgyaljuk (1. táblázat).

Szívizom

Strukturális remodelling és a szöveti szintű változások követése

Az életkor előrehaladtával a myocardiumban a cardiomyocyták száma fokozatosan csökken, amit a megmaradó sejtek kompenzatorikus hipertrófiája kísér. Ez makroszkóposan többnyire a bal kamrai fal enyhe megvastagodásában és a koncentrikus remodelling kialakulásában tükröződik (9, 17). A myocytaatrrícióval párhuzamosan a bal kamrai üreg térfogata jellemzően mérséklődik, különösen a végdiasztolés volumen csökkenése figyelhető meg, amely az izomtömeg-volumen arány további növekedéséhez vezet. Képalkotó vizsgálatok szerint egészséges felnőtt populációkban a bal kamrai izomtömeg az életkor előrehaladtával általában stabil marad, vagy lassan csökkenést mutat, míg rizikófaktorok fennállása esetén aránytalan mértékű izomtömeg-növekedés és geometriai átalakulás alakul ki (fokozódó izomtömeg-volumen arány) (9). Az echokardiográfia és a szív-MR egyaránt alkalmas a bal kamrai izomtömeg és a végdiasztolés falvastagság kvantitatív mérésére, ugyanakkor a szív-MR nagyobb pontosságot és reprodukálhatóságot biztosít, ezáltal elősegíti a

1. TÁBLÁZAT. A szív öregedésének főbb strukturális és funkcionális képalkotó markerei

Képalkotó marker	Képalkotó modalitás	Képalkotó paraméter	Leírás
Szívizom-tömeg	Szívultrahang ++ Szív-MR +++ Szív-CT ++	Bal kamrai izomtömeg Bal kamrai falvastagság Bal kamrai izomtömeg/térfogat hányados	<ul style="list-style-type: none"> A szívizomtömeg csökken az egészséges populációban A szívizomtömeg nő a rizikófaktorokkal rendelkező egyéneknél Növekvő (relatív) bal kamrai falvastagság
A szívizom szöveti összetétele	Szív-MR +++ Photon-counting CT ++	Natív T1 mapping ECV	<ul style="list-style-type: none"> Enyhe fokú ECV-növekedés a gyorsult öregedésben Relatív növekedés a fibrotikus komponensekben a sejtes komponensek csökkenése miatt
Kamrai térfogatok	Szívultrahang +++ Szív-MR +++	Bal kamrai végdiasztolés térfogat Bal kamrai végszisztolés térfogat Bal kamrai verővolumen	<ul style="list-style-type: none"> A kamrai térfogatok fokozatos csökkenése
Szisztolés funkció	Szívultrahang +++ Szív-MR +++	Bal kamrai ejekciós frakció Bal kamrai globális funkció index	<ul style="list-style-type: none"> A nyugalmi balkamra-funkció hosszabb időn keresztül megtartott, sok esetben relatív emelkedést mutat A normál tartományból csökkenő irányba szisztolés funkcióromlás hátterében patológias folyamat merül fel
Bal kamrai strain	Szívultrahang +++ Szív-MR ++	GLS	<ul style="list-style-type: none"> A globális longitudinális strain (GLS) fokozatos csökkenése
Diasztolés funkció	Szívultrahang +++	E/A arány, e', E/e' arány	<ul style="list-style-type: none"> Károsodott szívizom-relaxáció és fokozódó szöveti merevség
Bal pitvari térfogat és funkció	Szívultrahang +++ Szív-MR +++	Bal pitvari átmérő, bal pitvari térfogat, bal pitvari ejekciós frakció	<ul style="list-style-type: none"> A térbeli dimenziók növekedése és a bal pitvar enyhe funkcionális csökkenése
A koronária plakkterheltsége	Szív-CT +++ Photon-counting CT +++	Koronária-kalciumscore (Agatston) Összplakkvolumen Nem kalcifikált plakkvolumen Alacsony attenuációjú plakk Remodellingindex	<ul style="list-style-type: none"> A koronária-kalciumscore exponenciálisan nő az életkorral A plakkösszetétel eltolódása a fibrotikus és kalcifikált komponensek irányába Gyorsult biológiai öregedés esetén nagyobb teljes plakkterheltség azonos kronológiai életkor mellett A vulnerábilis plakk jellemzőinek (low-attenuation plakk, pozitív remodelling) jelenléte nem tekinthető fiziológias öregedési jelnek
Billentyűeltérések	Szívultrahang +++ Szív-CT +++	Az aortabillentyű csúcsebessége Átlaggradiens A billentyűnyílás területe Aorta valve kalciumscore Mitralis annulus kalcifikáció	<ul style="list-style-type: none"> Az aortabillentyű-meszesedés prevalenciája jelentősen nő az életkorral Enyhe szklerózis fiziológias öregedési jel lehet, hemodinamikai következmény nélkül A mitralis annulus kalcifikáció gyakorisága szintén növekszik

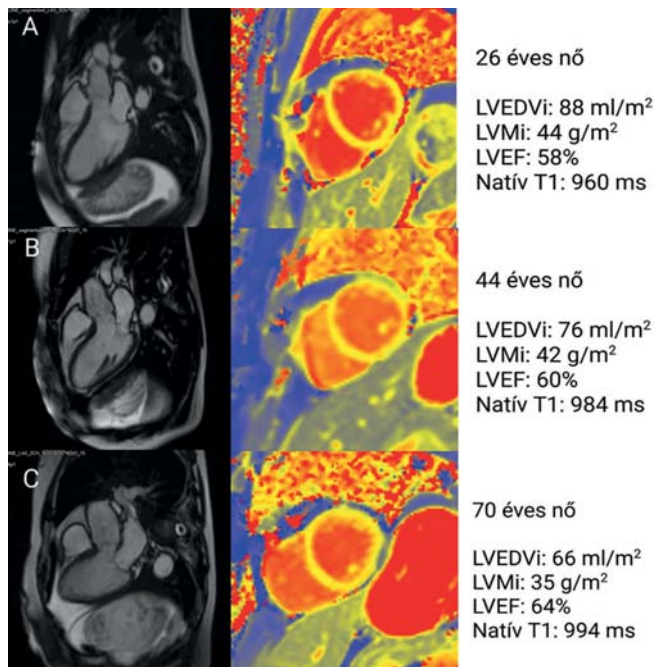
A táblázat a kardiovaszkuláris öregedés során megfigyelhető legfontosabb strukturális és funkcionális eltéréseket foglalja össze, különös tekintettel a különböző képalkotó modalitásokkal (szívultrahang, szív-MR, szív-CT) mérhető paraméterekre.

fiziológiás és a felgyorsult öregedési mintázatok elkülönítését. A szív-MR emellett lehetőséget nyújt a myocardium szöveti összetételének vizsgálatára is (3. ábra). A natív T1- és extracelluláris volumenfrakció- (ECV) mérések révén a diffúz fibrotikus átalakulás kvantitatív módon jellemezhető (18). Bár az életkor előrehaladtával mérsékelt változások figyelhetők meg e paraméterekben, a kórosan emelkedett értékek felgyorsult öregedési folyamatokra és kedvezőtlen prognózisra utalhatnak (19). Az utóbbi években megjelent foton-számláló számítógéptomográfiás (photon-counting CT, PCCT) technológiák új lehetőséget vetnek fel a myocardium szöveti karakterizálásában CT-alapú megközelítéssel is. Bár ezen módszerek alkalmazását ez idáig elsősorban nem az öregedés kontextusában vizsgálták, az eredmények arra utalnak, hogy megfelelő protokollok alkalmazásával a CT-vizsgálatok alkalmasak lehetnek a myocardium extracelluláris térrel összefüggő eltéréseinek kvantitatív értékelésére (20). Ennek alapján a jövőben elképzelhető, hogy akár egy koronária-CT-vizsgálat során is lehetőség nyíljon a szívizom fibrotikus átalakulásának becslésére, kiegészítő információt nyújtva a strukturális és funkcionális rizikóbecsléshez.

Funkcionális következmények

A bal kamrai ejekciós frakció (LVEF) továbbra is a szisztolés funkció legszélesebb körben alkalmazott mérőszáma, azonban az öregedéssel összefüggő funkcionális változások érzékeny detektálására korlátozottan alkalmas. Egészséges populációkban az LVEF az életkor előrehaladtával jellemzően a normál tartományban marad, egyes populációs vizsgálatokban enyhe emelkedése is megfigyelhető (21, 22). Ez a jelenség elsősorban a bal kamrai volumenek csökkenésével magyarázható, amely mellett a nyugalmi perc-térfogat fenntartásához relatíve nagyobb frakcionális kiürülés szükséges. Ennek megfelelően a megtartott vagy enyhén emelkedett LVEF nem feltétlenül jelenti a kontraktilis funkció teljes megőrzését, és nem alkalmas az öregedéssel összefüggő korai funkciócsökkenés felismerésére.

A strainalapú képalkotó módszerek, különösen a globális longitudinális strain (GLS), érzékenyebben tükrözik a bal kamrai szisztolés funkció finom változásait. Az öregedés során a szubendokardiális longitudinális rostok funkciója már korán romolhat, miközben az LVEF még megtartott marad. Ezt a jelenséget echokardiográfiás speckle-tracking és szív-MR-alapú feature-tracking vizsgálatok egyaránt igazolták (23). A GLS-értékek egészséges populációkban is fokozatos, életkorral összefüggő csökkenést mutatnak, amely kifejezettebbé válik felgyorsult öregedés vagy kardiometabolikus rizikófaktorok fennállása esetén (24–26). A strainparaméterek ezért alkalmasak a korai, szubklinikus szisztolés diszfunkció azonosítására, és fontos hidat képeznek a



3. ÁBRA. Életkorral összefüggő szív-MR-eltérések egészséges nők példáján szemlélítve. Szív-MR-felvételek különböző életkorú, egészséges nőknél (A–C). A bal oldali panelek cine (mozgó) MR-felvételek hossztengetelyi síkban, háromüregi nézetben, míg középen natív T1-térképek láthatók a bal kamra középső harmadának rövidtengetelyi metszeteiben egy 26, 44 és 70 éves nő esetében. A jobb oldalon feltüntetett kvantitatív paraméterek az életkorral összefüggő élettani változásokat szemlélítik. Megfigyelhető a bal kamrai térfogat és izomtömeg fokozatos csökkenése, miközben az ejekciós frakció enyhén emelkedik. A T1-térképeken az életkor előrehaladtával növekvő natív T1-értékek figyelhetők meg, ami a myocardium szöveti összetételének változására, elsősorban az interstitialis tér relatív növekedésére utalhat.

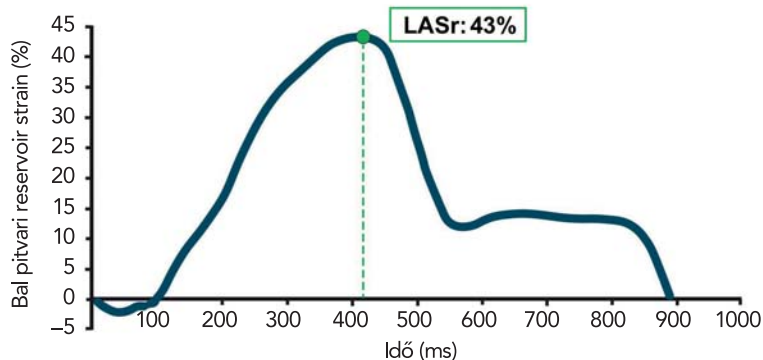
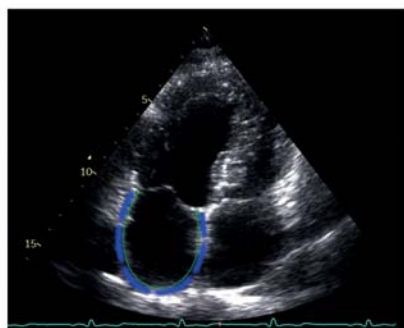
strukturális átalakulások és a klinikailag manifeszt funkcióromlás között (21).

A diasztolés funkció echokardiográfiás értékelése (E/A arány, e', E/e') továbbra is kulcsfontosságú, míg a szív-MR mozgás- és áramlásalapú paraméterei egyre nagyobb szerepet kapnak kutatási környezetben (27, 28). A miokardiális munka elemzése a strainalapú deformáció és a nem invazívan becsült bal kamrai nyomás integrálásán alapuló pressure-strain loop megközelítéssel történik, és a bal kamrai szisztolés teljesítményt a terhelési viszonyok figyelembevételével jellemzi. A globális miokardiális munka-indexek – mint a globális munka (GWI), a konstruktív munka (GCW) és a munkahatékonyság (GWE) – olyan információt hordoznak, amely túlmutat az LVEF és a GLS értelmezési lehetőségein, különösen változó afterload vagy megtartott ejekciós frakció mellett. A 3D echokardiográfiás technikák tovább bővítik a miokardiális mechanika vizsgálatának lehetőségeit azáltal, hogy lehetővé teszik a deformációs, volumetrikus és rotációs komponensek együttes értékelését.

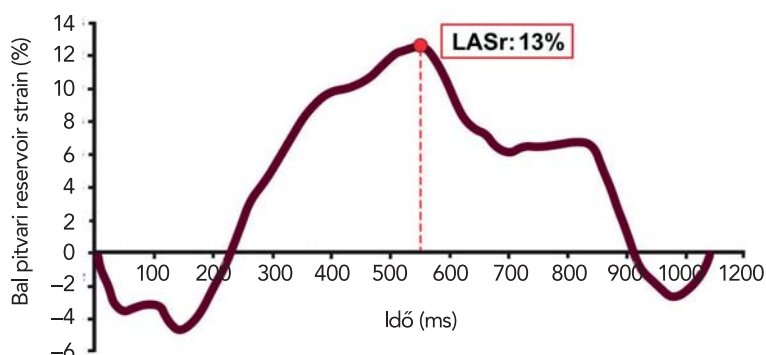
A szívélgtelenség prevalenciájának életkorral párhuzamos növekedése, valamint a megtartott ejekciós

Bal pitvari reservoir strain (LASr) eltérő kardiovaszkuláris öregedési mintázatokban

Életkornak megfelelő kardiovaszkuláris öregedés



Felgyorsult kardiovaszkuláris öregedés



4. ÁBRA. A reprezentatív bal pitvari reservoir strain analízise két hasonló kronológiai életkorú idős személyben. Az életkornak megfelelő kardiovaszkuláris öregedési mintázat megtartott bal pitvari reservoir strainnel, míg a felgyorsult kardiovaszkuláris öregedési mintázat csökkent bal pitvari reservoir strainnel társult

frakcióval járó fenotípusok dominanciája az idősödő populációban indokoltta teszi olyan érzékeny funkcionális képalkotó módszerek alkalmazását, amelyek képesek a korai, szubklinikus eltérések azonosítására.

Pitvarok

A pitvari struktúra és funkció változásai az öregedés egyik legérzékenyebb képalkotó markerei közé tartoznak. A bal pitvar térfogatának fokozatos növekedése jól dokumentált jelenség, amely a kamrai diasztolés funkció romlásának integrált lenyomataként értelmezhető (30, 31). Echokardiográfiával és szív-MR-rel mérhető a bal pitvari maximális térfogat, valamint a pitvari ejekciós frakció. Újabb vizsgálatok rámutattak arra, hogy a pitvari funkcionális paraméterek, különösen a reservoir és conduit funkció már egészen korán romlanak, és szoros összefüggést mutatnak a későbbi pitvarfibrilláció és HFpEF kialakulásával (32). Emellett, fejlett echokardiográfias módszerek segítségével lehetővé vált a bal pitvari reservoir strain (LASr) mérése, amely a diasztolés funkció értékes markere (4. ábra). A hazánkban végzett Budakalászi populációs vizsgálat eredményei is rámutattak, hogy idősödő egyéneknél a bal pitvari strain értékelése a hagyományos echokardiográfias paramétereken túl további információt nyújthat a bal kamrai diasztolés diszfunkció

megítéléséhez, valamint egyéb kardiovaszkuláris rizikófaktoroktól függetlenül is prognosztikus jelentőséggel bír a hosszú távú mortalitás előrejelzésében (33, 34).

Billentyűk

Az életkornal összefüggő billentyűelváltozások a kardiovaszkuláris öregedés markáns megnyilvánulásai, amelyek háttérben komplex, aktív biológiai folyamatok állnak. Az öregedés során a billentyűk kötőszöveti állománya fokozatosan átalakul: fokozódik a kollagénlerakódás, csökken az elasztikus komponensek aránya, valamint gyulladásgal és oszteogén jelátviteli utak aktiválódnak, ami progresszív megvastagodáshoz és meszesedéshez vezet. Ezek a folyamatok elsősorban az aortabillentyűt érintik, ahol a mechanikai terhelés és a turbulens áramlás tovább gyorsítja a degeneratív átalakulást (35). Az echokardiográfia alapvető szerepet játszik a billentyűelváltozások felismerésében és követésében, mivel alkalmas a billentyűk morfológiájának, mozgásának és hemodinamikai következményeinek értékelésére. A háromdimenziós (3D) echokardiográfias technikák további előnyt jelentenek a billentyűgeometria térbeli ábrázolásában, lehetővé téve a billentyűvitortlák, az anuláris struktúrák és a koaptáció pontosabb megítélését, különösen összetett degeneratív elválto-

zások esetén (36). A meszesedés mértéke nemcsak az életkorral, hanem a kardiovaszkuláris események kockázatával is szoros összefüggést mutat (37).

Vaszkuláris rendszer

A vaszkuláris öregedés az artériás rendszer strukturális és funkcionális átalakulásainak összességét jelenti, amely az életkor előrehaladtával fokozódó artériás merevséggel, az aorta tágulatával és a pulzushullám-terjedési sebesség növekedésével jár. E folyamatok hátterében elsősorban az arteriosclerosis áll, amely során a tunica media elasztikus rostjait kevésbé rugalmas kollagén struktúrák váltják fel, izomsejtvesztés és kalciumlerakódás kíséretében, ami az érfal merevségének fokozódásához és endotheldiszfunkció kialakulásához vezet (38). Ezzel párhuzamosan az ateroszklerózis az intimaréteg gyulladáshoz és lipidakkumulációval járó károsodását okozza, amely plakk-képződésen keresztül tovább rontja az artériák funkcióját. Az artériás rendszer öregedése a centrális artériák fokozódó merevségével, az aorta tágulatával és a pulzushullám-terjedési sebesség növekedésével jár (39). Ezek a változások növelik az afterloadot, és közvetetten hozzájárulnak a bal kamrai remodelinghez (39).

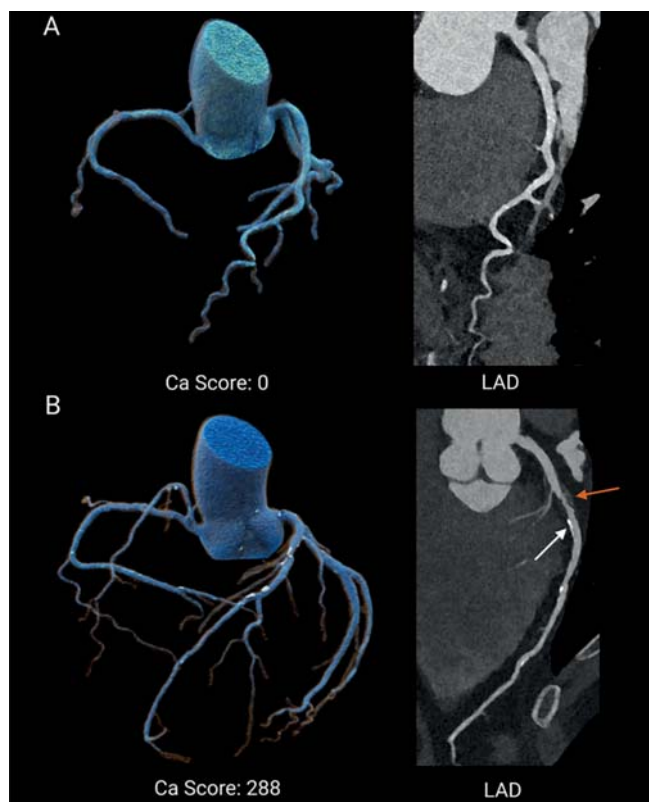
Azonos kronológiai életkor mellett is jelentős különbségek mutatkoznak a vaszkuláris életkorban. Ismert, hogy a hagyományos kockázati tényezők, például a diabetes mellitus, a hipertónia, az obesitas, az életmódbeli tényezők, valamint bizonyos krónikus betegségek (HIV-infekció, autoimmun kórképek), kumulatív módon gyorsítják a vaszkuláris károsodást (38). A vaszkuláris öregedés objektív megítélése kulcsfontosságú a kardiovaszkuláris kockázat pontos becslésében. A hagyományosan alkalmazott rizikóscore-ok – mint a SCORE vagy a Framingham Risk Score – elsősorban klasszikus kockázati tényezőkhöz alapulnak, azonban klinikai alkalmazhatóságuk korlátozott lehet, különösen alacsony és közepes rizikójú populációkban. Ezek a módszerek gyakran túlbecsülik a vaszkuláris életkort, ami indokolatlan terápiás döntésekhez vezethet (40). Az utóbbi években több új koncepció jelent meg a vaszkuláris öregedés pontosabb jellemzésére, köztük a korai vaszkuláris öregedés és a szupernormális vaszkuláris öregedés definíciója. Ezek a kategóriák arra utalnak, hogy a vaszkuláris életkor és a kronológiai életkor közötti eltérés prognosztikai jelentőségű, mivel a gyorsult vaszkuláris öregedés magasabb, míg a szupernormális vaszkuláris öregedés alacsonyabb kardiovaszkuláris eseménykockázattal társul (41).

A modern képalkotó eljárások jelentős előrelépést jelentenek ezen a területen. A képalkotó módszerek, elsősorban szív-CT és -MR alkalmasak az aorta átmérőjének, disztenziabilitásának és meszesedésének mérésére, amelyek integrált képet adnak az artériás öregedés mértékéről (42, 43). A pulzushullám-sebes-

ség (PWV) az artériás merevség egyik legfontosabb indikátora.

Kiemelt szerepet kapott a szív-CT segítségével meghatározott koronária-kalciumscore (CACS), amely a koszorúerek plakkterheltségét tükrözi, és kiváló a prognosztikai értéke (44, 45). Vizsgálatok igazolták, hogy a CACS pontosabban jelzi a vaszkuláris életkort, mint a hagyományos rizikómodellek. A CACS alapján ma már számszerűen meghatározható a kronológiai és a vaszkuláris életkor közti különbség (pl. MESA Arterial Age Calculator), amely több szoftverben is elérhető, és a kardiovaszkuláris rizikó pontosítására, illetve reklasszifikációjára használható (5. ábra) (46). Magas kalciumscore esetén a kardiovaszkuláris események kockázata többszörösére nő, míg a „power of zero” jelenség, azaz a nulla kalciumscore erős védőfaktorra tekinthető, különösen aszimptomatikus betegek esetében. Ez lehetőséget teremt a lipidcsökkentő terápiás lépések pontosabb indikációjára és a rizikó reklasszifikációjára (47).

A vaszkuláris életkor meghatározása nemcsak diag-



5. ÁBRA. Azonos kronológiai kor, eltérő koronáriakockázat. Az ábra két, azonos kronológiai életkorú (62 éves) páciens koronária-CT képeit mutatja, és szemlélteti a koronária-meszesedés, valamint a vaszkuláris öregedés mértékében fennálló különbséget. Az **A** panelen a koronária-kalciumscore 0 volt, amely a MESA vaszkuláriséletkor-becslő kalkulátor alapján 39 éves vaszkuláris életkornak felelt meg, míg a **B** panelen a kalciumscore 282 volt, amelyhez 80 éves vaszkuláris életkor társult. A jobb oldalon a LAD angiográfiai képe látható; a **B** páciens esetében a nyilak kalcifikált (fehér) és nem kalcifikált (narancssárga) plakkokat jelölnek

nosztikai, hanem preventív szempontból is kiemelt jelentőségű. A képalkotó vizsgálatok javítják a betegcompliance-t és a terápiás adherenciát, ezáltal hatékonyabbá teszik az elsődleges és másodlagos prevenciót. Az európai irányelvek a carotisplakk kimutatását és a CACS alkalmazását, míg az amerikai ajánlások elsősorban a kalciumscore használatát javasolják a kardiovaszkuláris kockázat pontosabb meghatározására. A cél a kockázati tényezők korai felismerése és csökkentése, még a klinikai tünetek megjelenése előtt, illetve a már kialakult érkárosodások szoros monitorozása és célzott kezelése (48).

A biológiai órák koncepciója

A biológiai öregedés kvantitatív leírására az elmúlt évtizedben számos úgynevezett biológiai órát (biological clock) fejlesztettek ki. Ezek olyan modellek, amelyek különböző biomarkerek felhasználásával becslik egy adott szerv vagy az egész szervezet „biológiai életkorát”, majd ezt összevetik a kronológiai életkorral. A biológiai órák alapelve közös: statisztikai vagy gépi tanulással olyan mintázatokat azonosítanak, amelyek előrejelzik az életkort, majd az eltérés (delta-age) értelmezhető az öregedés gyorsulásának vagy lassulásának mérőszámaként. A klasszikus biológiai órák közé tartoznak például az epigenetikai órák (DNS-metilációs mintázatok) és a telomerhossz-alapú becslések (49, 50). Ezek elsősorban kutatási eszközök, klinikai alkalmazhatóságuk jelenleg még korlátozott.

A biológiai szívéletkor

A biológiai szívéletkor a biológiai óra koncepciójának kardiovaszkuláris alkalmazása. Olyan integrált mérőszám, amely a szív strukturális, funkcionális és szöveti jellemzői alapján becsüli meg, hogy a szív állapota milyen „életkornak” felel meg. A biológiai szívéletkor: nem egyetlen paraméteren alapul, hanem több biomarker (például laborértékek, képalkotó paraméterek) együttes értékelésén, és célja nem diagnózis, hanem öregedési mintázat meghatározása. A biológiai szívéletkor és a kronológiai életkor különbsége az úgynevezett „heart age gap” vagy „heart age delta”, amely pozitív eltérés esetében felgyorsult kardiovaszkuláris öregedésre, míg negatív érték esetében lassú öregedési mintára utal.

A biológiai szívéletkort becsülő modellek többféle képalkotó paramétert, például Ca-score-t, echokardiográfiás és szív-MR-paramétereket is használtak már. Az utóbbi években a biológiai szívéletkor meghatározása egyre inkább gépi tanulással (ML) és mélytanulással (DL) módszereken alapul (52). Bizonyos új modellek teljes echokardiográfiás videók, CMR cine-sorozatok, vagy nagy dimenziószámú radiomikail adatok felhasználásával tanulják meg az életkorhoz társuló komplex

mintázatokat (51, 52). E megközelítések lehetővé tehetik olyan finom strukturális és funkcionális eltérések detektálását, amelyek hagyományos paraméterekkel nem, vagy csak nehezen ragadhatók meg. A modellek által becsült biológiai szívéletkor erősen korrelál a kardiometabolikus rizikófaktorokkal, a multimorbiditással, és több vizsgálatban kemény klinikai végpontokkal is (53). Bizonyos kutatások azt feltételezik, hogy a pixel- és voxelszintű textúra- és alakleíró paraméterek lehetővé teszik a myocardium mikroszerkezeti változásainak indirekt jellemzését. Az ezekből származtatott biológiai órák arra utaltak, hogy a különböző szívüregek eltérő ütemben öregsznek, bizonyos rizikófaktorok szervspecifikus gyorsulást okoznak.

Klinikai jelentőség és korlátok

A biológiai szívéletkor koncepciója jelentős potenciálú a kardiovaszkuláris rizikóbecslés, a prevenció és a hosszú távú monitorozás területén. Előnye, hogy integrálja a strukturális, a funkcionális és a szöveti információkat, és kvantitatív módon igyekszik leírni az öregedés során fellépő eltéréseket. Ugyanakkor fontos korlát, hogy különböző modellek populáció- és módszerfüggők, a standardizáció jelenleg hiányos, és a biológiai szívéletkor klinikai döntéshozatalban betöltött szerepe még nem tisztázott.

Konklúzió

A népesség öregedésével párhuzamosan a kardiovaszkuláris betegségek terhe tovább nő, miközben az egészségben eltöltött évek aránya, különösen Magyarországon, nem követi a várható élettartam emelkedését. A kronológiai életkor önmagában nem tükrözi a szív és az érrendszer valós állapotát, ezért a biológiai életkor – különösen a biológiai szívéletkor – koncepciója új, szemléletváltást jelentő megközelítést kínál.

A kardiovaszkuláris öregedés megítélésében ma már nem pusztán az számít, hogy kimutatható-e egy adott eltérés, hanem az is, hogy annak dinamikája és mintázata miként tér el az adott életkorban várhatótól. Ezen eltérések azonosításában a noninvazív képalkotás alapvető szerepet tölt be. Az echokardiográfia, a szív-MR- és -CT-vizsgálatok egymást kiegészítve képesek a szív és az érrendszer strukturális átalakulásainak, funkcionális változásainak és szöveti remodellingjének kvantitatív jellemzésére. Ezáltal lehetőség nyílik a felgyorsult öregedési pályák azonosítására már a klinikai tünetek megjelenése előtt, túllépve a hagyományos „normális” és „kóros” kategóriák határain.

Bár a klinikai alkalmazás standardizációja még kihívást jelent, a biológiai szívéletkor meghatározása ígéretes eszköz lehet a pontosabb rizikóbecslésben, a prevenció személyre szabásában és végső soron az egészségben eltöltött évek növelésében.

Nyilatkozat

A szerzők kijelentik, hogy az összefoglaló közlemény megírásával kapcsolatban nem áll fenn velük szemben pénzügyi vagy egyéb lényeges összeütközés, összeférhetetlenségi ok, amely befolyásolhatja a közleményben bemutatott eredményeket, az abból levont következtetéseket vagy azok értelmezését.

Támogatás

A kutatás a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal által meghirdetett Nemzeti Kutatási Kiváló-sági Program támogatásával valósult meg (STARTING 153608). A TKP2021-NKTA-46 számú projekt az Innovációs és Technológiai Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával valósult meg.

Irodalom

- World Health Organization. Ageing and health. (Internet) A letöltés időpontja: 2026. jan. 16. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health>
- World Health Organization. Hungary. (Internet) A letöltés időpontja: 2026. jan. 16. <https://data.who.int/countries/348>
- Központi Statisztikai Hivatal. Népszerűség korév és nem szerint. (Internet) A letöltés időpontja: 2026. jan. 16. https://www.ksh.hu/stadat_files/nep/hu/nep00003.html
- Központi Statisztikai Hivatal. A háziorvosi és a házi gyermekorvosi szolgálatok bejelentkezettek egyes betegségei. (Internet) A letöltés időpontja: 2026. jan. 16. https://www.ksh.hu/stadat_files/ege/hu/ege0024.html
- Lowsky DJ, Olshansky SJ, Bhattacharya J, Goldman DP. Heterogeneity in Healthy Aging. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2014 Jun 1; 69(6): 640–9. <https://doi.org/10.1093/gerona/glt162>
- Jylhävä J, Pedersen NL, Hägg S. Biological Age Predictors. *EBioMedicine* 2017 Jul; 21: 29–36. <https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2017.03.046>
- Raisi-Estabragh Z, Szabo L, Schuermans A, et al. Noninvasive Techniques for Tracking Biological Aging of the Cardiovascular System. *JACC Cardiovasc Imaging* 2024 May; 17(5): 533–51. <https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2024.03.001>
- Raisi-Estabragh Z, Kenawy AAM, Aung N, et al. Variation in left ventricular cardiac magnetic resonance normal reference ranges: systematic review and meta-analysis. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2021 Apr 28; 22(5): 494–504. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jeaa089>
- Lieb W, Xanthakis V, Sullivan LM, et al. Longitudinal Tracking of Left Ventricular Mass Over the Adult Life Course. *Circulation* 2009 Jun 23; 119(24): 3085–92. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.108.824243>
- Roberts WC. The Aging Heart. *Mayo Clin Proc* 1988 Feb; 63(2): 205–6. [https://doi.org/10.1016/S0025-6196\(12\)64955-6](https://doi.org/10.1016/S0025-6196(12)64955-6)
- Ruperez C, Madeo F, de Cabo R, et al. Obesity accelerates cardiovascular aging. *Eur Heart J* 2025 Jun 16; 46(23): 2161–85. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehaf216>
- Tomiyaama H, Hashimoto H, Tanaka H, et al. Continuous Smoking and Progression of Arterial Stiffening. *J Am Coll Cardiol* 2010 May; 55(18): 1979–87. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2009.12.042>
- Ferrucci L, Fabbri E. Inflammaging: chronic inflammation in ageing, cardiovascular disease, and frailty. *Nat Rev Cardiol* 2018 Sep 31; 15(9): 505–22. <https://doi.org/10.1038/s41569-018-0064-2>
- Sessions AO, Engler AJ. Mechanical Regulation of Cardiac Aging in Model Systems. *Circ Res* 2016 May 13; 118(10): 1553–62. <https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.116.307472>
- Vriend EMC, Artola Arita V, Menassa M, et al. Cardiovascular ageing definition: a scoping review on conceptual and operational frameworks. *Eur J Prev Cardiol* 2025 Dec 1. <https://doi.org/10.1093/eurjpc/zwaf741>
- Belsky DW, Caspi A, Corcoran DL, et al. DunedinPACE, a DNA methylation biomarker of the pace of aging. *Life* 2022 Jan 14; 12. <https://doi.org/10.7554/eLife.73420>
- Anversa P, Hiler B, Ricci R, et al. Myocyte cell loss and myocyte hypertrophy in the aging rat heart. *J Am Coll Cardiol* 1986 Dec; 8(6): 1441–8. [https://doi.org/10.1016/S0735-1097\(86\)80321-7](https://doi.org/10.1016/S0735-1097(86)80321-7)
- Piechnik SK, Ferreira VM, Lewandowski AJ, et al. Normal variation of magnetic resonance T1 relaxation times in the human population at 1.5 T using ShMOLLI. *Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance* 2013 Jan; 15(1): 13. <https://doi.org/10.1186/1532-429X-15-13>
- Raisi-Estabragh Z, McCracken C, Hann E, et al. Incident Clinical and Mortality Associations of Myocardial Native T1 in the UK Biobank. *JACC Cardiovasc Imaging* 2023 Apr; 16(4): 450–60. <https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2022.06.011>
- Gnasso C, Pinos D, Schoepf JJ, et al. Impact of reconstruction parameters on the accuracy of myocardial extracellular volume quantification on a first-generation, photon-counting detector CT. *Eur Radiol Exp* 2024 Jun 19; 8(1): 70. <https://doi.org/10.1186/s41747-024-00469-7>
- Marwick TH. Ejection Fraction Pros and Cons. *J Am Coll Cardiol* 2018 Nov; 72(19): 2360–79. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2018.08.2162>
- Addetia K, Miyoshi T, Amuthan V, et al. Normal Values of Left Ventricular Size and Function on Three-Dimensional Echocardiography: Results of the World Alliance Societies of Echocardiography Study. *J Am Soc Echocardiogr* 2022 May; 35(5): 449–59. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2021.12.004>
- Stokke TM, Hasselberg NE, Smedvig MK, et al. Geometry as a Confounder When Assessing Ventricular Systolic Function. *J Am Coll Cardiol* 2017 Aug; 70(8): 942–54. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2017.06.046>
- D'Elia N, Caselli S, Kosmala W, et al. Normal Global Longitudinal Strain. *JACC Car-*

- diavasc Imaging 2020 Jan; 13(1): 167–9. <https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2019.07.020>
- Ghoreishi Hefzabad S, Vo Q, Gupta A, et al. 389 Pooled Summary of Subclinical Left Ventricular Longitudinal Systolic Dysfunction in Diabetes Mellitus Using 2D and 3D Speckle Tracking: A Systematic Review and Meta-analysis of 7256 Diabetics. *Heart Lung Circ* 2020; 29: S212–3. <https://doi.org/10.1016/j.hlc.2020.09.396>
- Bolz C, Blaszczyk E, Mayr T, et al. Adiposity influences on myocardial deformation: a cardiovascular magnetic resonance feature tracking study in people with overweight without established cardiovascular disease. *Int J Cardiovasc Imaging* 2024 Feb 2; 40(3): 643–54. <https://doi.org/10.1007/s10554-023-03034-2>
- Daimon M, Watanabe H, Abe Y, et al. Gender Differences in Age-Related Changes in Left and Right Ventricular Geometries and Functions. *Circulation Journal* 2011; 75(12): 2840–6. <https://doi.org/10.1253/circj.CJ-11-0364>
- Rajiah PS, Moore A, Broncano J, et al. Diastology with Cardiac MRI: A Practical Guide. *RadioGraphics* 2023 Aug 1; 43(9). <https://doi.org/10.1148/rg.220144>
- Afana A, Hudelo J, Gonçalves T, et al. Left and right atrioventricular coupling: state-of-the-art review. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2026 Feb 27; 27(3): 504–14. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jeaf360>
- Singh A, Carvalho Singulane C, Miyoshi T, et al. Normal Values of Left Atrial Size and Function and the Impact of Age: Results of the World Alliance Societies of Echocardiography Study. *Journal of the American Society of Echocardiography*. 2022 Feb; 35(2): 154–164.e3. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2021.08.008>
- McManus DD, Xanthakis V, Sullivan LM, et al. Longitudinal Tracking of Left Atrial Diameter Over the Adult Life Course: Clinical Correlates in the Community. *Circulation* 2010 Feb 9; 121(5): 667–74. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.109.885806>
- Nakanishi K, Daimon M. Aging and myocardial strain. *Journal of Medical Ultrasonics* 2022 Jan 23; 49(1): 53–60. <https://doi.org/10.1007/s10396-021-01115-0>
- Zhubi Bakija F, Bagyura Z, Fábrián A, et al. Long-term prognostic value of left atrial longitudinal strain in an elderly community-based cohort. *Geroscience* 2023 Feb; 45(1): 613–25. <https://doi.org/10.1007/s11357-022-00673-6>
- Tolvaj M, Zhubi Bakija F, Fábrián A, et al. Integrating Left Atrial Reservoir Strain Into the First-Line Assessment of Diastolic Function: Prognostic Implications in a Community-Based Cohort With Normal Left Ventricular Systolic Function. *J Am Soc Echocardiogr* 2025 Jul; 38(7): 570–82. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2025.03.012>
- Kodra A, Kim M. Calcific Aortic Valve Stenosis with Aging and Current Development in its Pathophysiology. *International Journal of Angiology* 2022 Dec 2; 31(04): 229–31. <https://doi.org/10.1055/s-0042-1758382>
- Corrigendum to: 2021 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease: Developed by the Task Force for the management of valvular heart disease of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). *Eur Heart J* 2022 Jun 1; 43(21): 2022–2022. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehac051>
- Christensen JL, Tan S, Chung HE, et al. Aortic valve calcification predicts all-cause mortality independent of coronary calcification and severe stenosis. *Atherosclerosis* 2020 Aug; 307: 16–20. <https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2020.06.019>
- Ungvari Z, Tarantini S, Sorond F, et al. Mechanisms of Vascular Aging, A Geroscience Perspective. *J Am Coll Cardiol* 2020 Mar; 75(8): 931–41. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2019.11.061>
- Lakatta EG, Levy D. Arterial and Cardiac Aging: Major Shareholders in Cardiovascular Disease Enterprises. *Circulation* 2003 Jan 7; 107(1): 139–46. <https://doi.org/10.1161/01.CIR.0000048892.83521.58>
- Vecsey-Nagy M, Szilveszter B, Kolossváry M, et al. Correlation between Coronary Artery Calcium- and Different Cardiovascular Risk Score-Based Methods for the Estimation of Vascular Age in Caucasian Patients. *J Clin Med* 2022 Feb 19; 11(4): 1111. <https://doi.org/10.3390/jcm11041111>
- Bruno RM, Nilsson PM, Engström G, et al. Early and Supernormal Vascular Aging: Clinical Characteristics and Association With Incident Cardiovascular Events. *Hypertension* 2020 Nov; 76(5): 1616–24. <https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.120.14971>
- Cecelja M, Ruijsink B, Puyol-Antón E, et al. Aortic Distensibility Measured by Automated Analysis of Magnetic Resonance Imaging Predicts Adverse Cardiovascular Events in UK Biobank. *J Am Heart Assoc* 2022 Dec 6; 11(23). <https://doi.org/10.1161/JAHA.122.026361>
- Desai MY, Cremer PC, Schoenhagen P. Thoracic Aortic Calcification. *JACC Cardiovasc Imaging* 2018 Jul; 11(7): 1012–26. <https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2018.03.023>
- Detrano R, Guerci AD, Carr JJ, et al. Coronary Calcium as a Predictor of Coronary Events in Four Racial or Ethnic Groups. *New England Journal of Medicine* 2008 Mar 27; 358(13): 1336–45. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa072100>
- Budoff MJ, Shaw LJ, Liu ST, et al. Long-Term Prognosis Associated With Coronary Calcification. *J Am Coll Cardiol* 2007 May; 49(18): 1860–70. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2006.10.079>
- MESA. Arterial Age Calculator. (Internet) A letöltés időpontja: 2026. febr. 16. <https://mesa-nhlbi.org/researchers/tools/arterial-age-calculator>
- Dzaye O, Razavi AC, Dardari ZA, et al. Modeling the Recommended Age for Initiating Coronary Artery Calcium Testing Among At-Risk Young Adults. *J Am Coll Cardiol* 2021 Oct; 78(16): 1573–83. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2021.08.019>
- Visseren FLJ, Mach F, Smulders YM, et al. 2021 ESC Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice. *Eur Heart J* 2021 Sep 7; 42(34): 3227–337. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehab484>
- Horvath S. DNA methylation age of human tissues and cell types. *Genome Biol* 2013 Dec 10; 14(10): 3156. <https://doi.org/10.1186/gb-2013-14-10-r115>
- Poganik JR, Zhang B, Baht GS, et al. Biological age is increased by stress and restored upon recovery. *Cell Metab* 2023 May; 35(5): 807–820.e5. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2023.03.015>
- Raisi-Estabragh Z, Salih A, Gkontra P, et al. Estimation of biological heart age using cardiovascular magnetic resonance radiomics. *Sci Rep* 2022 Jul 27; 12(1): 12805. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-16639-9>
- Rawlani M, Ieki H, Binder C, et al. Artificial intelligence prediction of age from echocardiography as a marker for cardiovascular disease. *NPJ Digit Med* 2025 Nov 18; 8(1): 688. <https://doi.org/10.1038/s41746-025-02050-x>
- Shah M, de A, Inácio MH, Lu C, et al. Environmental and genetic predictors of human cardiovascular ageing. *Nat Commun* 2023 Aug 21; 14(1): 4941. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-40566-6>



Rivaroxaban Sandoz®

10 mg, 15 mg, 20 mg, 28x

Rivaroxaban



WELCOME
TO THE

RIVA CLUB

**Ajánlott DOAC:
NVPF-ban és
társbetegségekben
szenvedő betegeknek^{*,1,3}**

Rivaroxaban Sandoz 10 mg, 15 mg és 20 mg stroke és szisztémás embolizáció megelőzésére javallt NVPF-ben szenvedő felnőtt betegeknél, akiknél egy vagy több rizikófaktor áll fenn.^{*,1,1,3}

2026. január 1-jétől érvényes ár**	Termelői ár (Ft)	Bruttó fogyasztói ár (Ft)	Emelt támogatási összeg (Ft)	Emelt térítési díj (Ft)	EÜ pontok
Rivaroxaban Sandoz® 10 mg 28x	9 777	11 757	8 230	3 527	EÜ70% 27
Rivaroxaban Sandoz® 15 mg 28x	9 777	11 757	8 230	3 527	EÜ70% 26,28
Rivaroxaban Sandoz® 20 mg 28x	9 777	11 757	8 230	3 527	EÜ70% 26,28

Rivaroxaban Sandoz 10 mg indikációi: Vénás thromboembolia (VTE) megelőzése elektív csípő- vagy térdprotézis műtéten átesett felnőtt betegeknél. Mélyvénás thrombosis (MVT) és pulmonális embolia (PE) kezelése, és a recidíváló MVT és PE megelőzése felnőtt betegeknél.

** Az aktuális árak tekintetében kérjük, ellenőrizze a www.neak.gov.hu honlapon található információkat! Elérési útvonal: <http://www.neak.gov.hu>; szakmának; gyógyszer/gyógyászat; egészségügyi szakembereknek; publikus gyógyszerforgalmazás; végleges; Publikus gyógyszerforgalmazás – lakossági tájékoztató

* Naponta egyszeri 20 mg rivaroxaban normál vesefunkciójú vagy enyhe vesekárosodásban szenvedő betegeknél (kreatinin-clearance > 50 ml/perc) és naponta egyszeri 15 mg közepes vagy súlyos veseelégtelenségben szenvedő betegeknél (kreatinin-clearance 15-49 ml/perc).¹

† A ROCKET AF klinikai vizsgálat kohorszába olyan betegek tartoztak, akiknél az NVPF mellett olyan társbetegségek is fennálltak, mint a magas vérnyomás (90,5%), szívelégtelenség (62,5%), diabetes (40,0%), valamint a kórtörténetben szereplő stroke, SE vagy tranzienis ischaemiás attack (54,8%).³

DOAC: direkt orális antikoaguláns; **NVPF:** nem billentyű eredetű pitvarfibrilláció.

REFERENCIÁK: 1. Rivaroxaban Sandoz® 15 mg, 20 mg filmtabletta alkalmazási előírás, www.ogyei.gov.hu. 2. Van Gelder IC, Rienstra M, Bunting KV, et al. 2024 ESC Guidelines for the management of atrial fibrillation. Eur Heart J. 2024;00:1–101 3. Patel MR, Mahaffey KW, Garg J, et al. Rivaroxaban versus warfarin in nonvalvular atrial fibrillation. N Engl J Med. 2011;365(10):883-91.

Bővebb információért kérjük olvassa el a **gyógyszerek alkalmazási előírását!** A hatályos alkalmazási előírások teljes szövegét megtalálja a Nemzeti Népegészségügyi és Gyógyszerészeti Központ (www.ogyei.gov.hu/gyogyszeradatbazis/) honlapon. **Elérési útvonal:** www.ogyei.gov.hu; Adatbázisok, nyilvántartások; Gyógyszeradatbázis; Gyógyszer neve: RIVAROXABAN SANDOZ®; Keresés indítása; ; ikon vagy **Alkalmazási előírás** hiperlink.

Kizárólag egészségügyi szakembereknek szóló kommunikáció. Kérjük, ne tegyék a fogyasztók részére elérhetővé vagy láthatóvá!

SANDOZ

RIV4735/11.25 · Lezárás dátuma: 2025. 12. 01.
Sandoz Hungária Kft. · 1114 Budapest, Bartók Béla út 43-47.
Tel.: +36 1 430 2890 · web: www.sandoz.hu



Szívbeteg anyák képalkotó vizsgálatai terhesség alatt

Szabó Balázs, Bálint Olga Hajnalka

Gottsegen György Országos Kardiovaszkuláris Intézet (GOKVI), Terhesség és szívbetegség munkacsoport, Budapest

Levelezési cím

Dr. Szabó Balázs, 1096 Budapest, Haller u. 29. E-mail: balage02@gmail.com

A várandósság alatti anyai mortalitás egyharmadáért a kardiovaszkuláris betegségek tehetőek felelőssé. A szívbeteg nők közel ötödénél lép fel valamilyen kardiovaszkuláris esemény, amely korai diagnózissal és szervezett gondozással jelentős részben elkerülhető lenne. A megfelelő rizikófelméréshez és kezeléshez elengedhetetlen a multimodális képalkotás, amelynek alkalmazása terhesség alatt speciális megfontolásokat igényel.

Jelen közlemény az ESC (European Society of Cardiology) 2025-ös iránymutatása alapján foglalja össze a diagnosztikai vizsgálatok lehetőségeit és biztonságosságát várandósság alatt, különös tekintettel a fiziológiás hemodinamikai változásokra és a magzati biztonságra.

Az elsődlegesen választandó képalkotó eljárás a transthoracalis echokardiográfia (TTE), amely minden trimeszterben biztonságos, ugyanakkor az értékelésnél figyelembe kell venni a várandósság alatti hemodinamikai változásokat (volumenterhelés, hypertrabecularisatio). A transoesophagealis echokardiográfia (TE) és a szív-MR kiegészítő módszerként biztonsággal alkalmazható, utóbbi esetében a gadoliniumalapú kontrasztanyag adása kerülendő. Az ionizáló sugárzással járó modalitásoknál (CT, perkután beavatkozások) az ALARA-elv (as low as reasonably achievable) követendő, törekedve az 50 mGy alatti magzati sugárterhelésre. Életveszélyes körkék gyanúja esetén (tüdőembólia, aortadisszekció, akut koronáriszindróma) a diagnosztikus vizsgálatok (mellkas-CT, koronarográfia) elvégzése indokolt a megfelelő sugárvédelmi intézkedések mellett. A szívbeteg várandósok gondozása a multidiszciplináris „terhesség és szívbetegség team” feladata. A képalkotó diagnosztika alapját a TTE képezi, azonban akut szituációban vagy elégtelen diagnózis esetén a terápiás konzekvencia érdekében kompromisszumok mellett a sugárterheléssel járó vagy MR-vizsgálatok is szükségszerűek.

Kulcsszavak: terhesség, kardiovaszkuláris betegségek, képalkotó diagnosztika, echokardiográfia, ESC 2025 ajánlás

Cardiovascular imaging in pregnant women with heart disease

Cardiovascular diseases account for one-third of maternal mortality during pregnancy. Nearly one-fifth of women with heart disease experience a cardiovascular event, a significant proportion of which could be prevented through early diagnosis and organized care. Multimodal imaging is essential for adequate risk assessment and management; however, its application during pregnancy requires special considerations.

This paper presents the possibilities and safety of diagnostic imaging modalities during pregnancy based on the 2025 ESC (European Society of Cardiology) guidelines, with special emphasis on physiological hemodynamic changes and fetal safety. Transthoracic echocardiography (TTE) is the primary choice for imaging; it is safe in all trimesters, though interpretation must account for pregnancy-related hemodynamic changes (e.g., volume overload, hypertrabeculation). Transesophageal echocardiography (TOE) and Cardiac Magnetic Resonance (CMR) are safe adjunctive methods, provided that gadolinium-based contrast agents are avoided in CMR. For modalities involving ionizing radiation (CT, catheterization), the ALARA (As Low As Reasonably Achievable) principle must be followed, aiming for a fetal radiation dose of <50 mGy. However, in cases of suspected life-threatening conditions (pulmonary embolism, aortic dissection, acute coronary syndrome), necessary diagnostic procedures (CT, coronary angiography) are indicated with appropriate radiation protection measures.

The management of pregnant women with heart disease requires a multidisciplinary Pregnancy and Heart Disease team. While TTE forms the foundation of diagnostic imaging, advanced modalities—including those with ionizing radiation or CMR—may be necessary in acute settings or when the diagnosis is inconclusive, as the therapeutic consequences outweigh the potential risks.

Keywords: pregnancy, cardiovascular diseases, diagnostic imaging, echocardiography, ESC 2025 guidelines

Bevezetés

A várandósság alatt az anyai mortalitás egyharmadáért a kardiovaszkuláris betegségek tehetők felelőssé. Pfaller és munkatársai egy 2020-as tanulmányukban kimutatták, hogy a szívbeteg nők 17%-ának lesz valamilyen kardiovaszkuláris eseménye, de 4%-uknál életveszélyes komplikációval végződhet. A korai diagnózissal és a szervezett gondozással az események 50%-a elkerülhető (1).

A legtöbb szívbeteg nő terhessége zavartalan, eseménytelen szülés után egészséges újszülött jön világra. Amellett, hogy az anya kardiovaszkuláris kórképét gondoljuk, figyelemmel kell lennünk a magzatra a terhesség alatt. Körükben gyakoribb a koraszülés, az intrauterin fejlődésbeli visszamaradás, illetve kongenitális kórképekben az öröklődés (2).

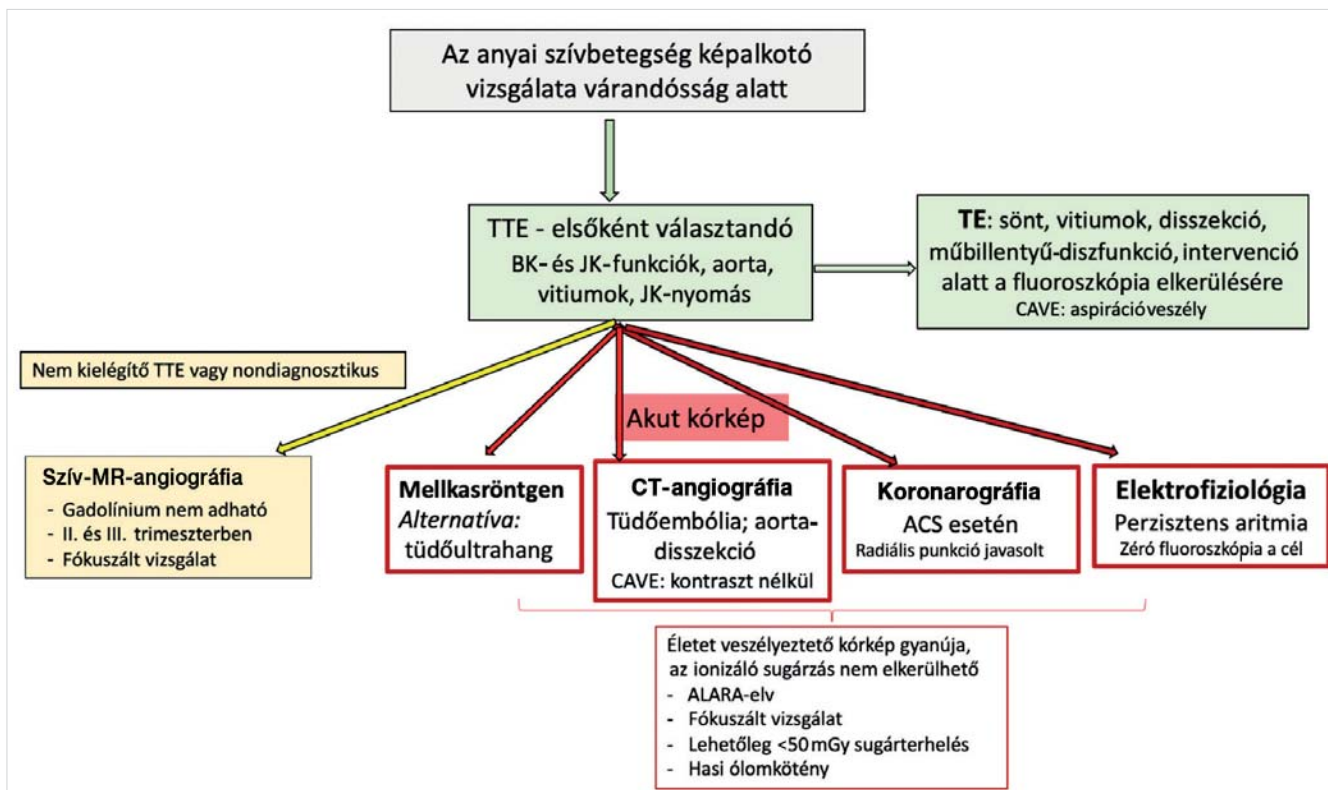
Az anyák megfelelő rizikófelméréséhez, követéséhez és a kardiovaszkuláris események elkerüléséhez, illetve kezeléséhez elengedhetetlen a multimodális kép-

alkotás, amelynek teljes tárháza nem feltétlenül alkalmazható várandósság alatt. Jelen cikkben a 2025-ös ESC-ajánlás alapján prezentáljuk a diagnosztikai vizsgálatok lehetőségét terhesség alatt. Összefoglalva a grafikai absztrakt mutatja a lehetőségeket.

Képalkotó módszerek

Az alábbiakban részletezzük a várandósság alatt használható képalkotó módszereket, kitérve arra, hogy mikor használandóak, illetve a biztonságosságukra.

A transthoracalis szívultrahang (TTE) alapvető vizsgálmódszer minden kardiovaszkuláris kórképben, terhességi trimesztertől függetlenül biztonságosan elvégezhető, és elsőként választandó. Azonban a terhesség alatti fiziológiás hemodinamikai változások módosíthatják a méréseket (3). A harmadik trimeszter elején a legmeghatározóbbak a keringésbeli változások. A perctérfogat 30-50%-kal nő, a perifériás vaszkuláris



GRAFIKAI ABSZTRAKT. Zöld: veszély nélküli; sárga: korlátozott használat; piros: sugárveszély, teratogén mellékhatás.

Rövidítések: TTE: transthoracalis echokardiográfia; TE: transoesophagealis echokardiográfia; BK: bal kamra; JK: jobb kamra; V/Q: perfúziós-ventilációs tüdőscintigráfia

Rövidítések:

ACS: akut koronáriaszindróma; ARVC: aritmogén jobb kamrai diszplázia; BK: bal kamra; BNP: B típusú natriuretikus peptid; CARPREG: cardiac disease in pregnancy; CMR: mágneses rezonanciás szívvizsgálat; CT: computertomográfia; EF: ejekciós frakció; ESC: European Society of Cardiology; GOKVI: Gottsegen György Országos Kardiovaszkuláris Intézet; H(O)CM: hipertrófiás (obstruktív) cardiomyopathia; HTAD: (hereditary thoracic aortic disease) örökletes mellkasi aortabetegség; Hs Troponin T: high-sensitivity Troponin T; JK: jobb kamra; KVA: K-vitamin-antagonitsa; LMWH: low-molecular weight heparin; MAD: mitrális anuláris diszjunkció; SCAD: spontán koronáriadisszekció; TAGG: thrombocytáaggregáció-gátlás; TE/TOE: transoesophagealis szívultrahang; TTE: transthoracalis szívultrahang; V/Q scan: ventilációs-perfúziós tüdőscintigráfia

rezisztencia 20-50%-kal csökken a terhesség alatt, majd a postpartum 48 órában normalizálódnak (4). Így például az aortastenosis esetében, ahol a terhesség előrehaladtával az echokardiográfiával mért gradiens súlyosbodhat, de a korai postpartum időszakban már visszaeshet. A kamrák átmérői fiziológiásan tágulnak, de az ejekciós frakció nem csökken. Az aorta fiziológiásan nem tágul, és a jobb kamrai nyomás nem emelkedik. A terhesség alatt átmeneti hypertrabecularisatiót észlelhetünk, ez nem összetévesztendő a nonkompakt kardiomiopátiával. Hypertrabecularisatio jelenléte esetén, ha jó a balkamra-funkció, és aritmiás epizódja nem jelentkezett, további teendő nem szükséges (5, 6–8). Ha lehetséges, akkor érdemes a mindennapos TTE vizsgálatot speckle-trackinggel kiegészíteni, amely tovább javítja a szubklinikus miokardiális eltérések diagnosztikáját (9, 10).

Fontos megjegyezni, hogy kontrasztechokardiográfia kerülendő agítált sóoldattal, mert placentális mikroembolizációkat okozhat (11).

A transoesophagealis szívultrahang (TE) biztonsággal használható a terhesség alatt; általában garatérzéstelenítés mellett végezzük. Körültekintően alkalmazandó, elkerülve az aspirációt, illetve figyelembe kell venni a hirtelen intraabdominalis nyomásemelkedést (3).

Kardiovaszkuláris mágneses rezonancia (MR) javasolt, ha a szívultrahang által nyújtott diagnózis nem elegendő, és a sugárzással járó modalitásokat ki lehet váltani (11–13). 1,5 tesla erősségű szkennernél nagyobbakat nem érdemes használni. A gadolínium használata a terhesség alatt végig kerülendő, pontos hatásai még nem ismertek, és további vizsgálatok folynak róla, amelyek biztató eredményt mutatnak (13–15). Postpartum, szoptató anyánál történt kontrasztanyag MR-vizsgálat esetén 24 órás szoptatáskihagyás javasolt, az anyatej ne legyen felhasználva (16–18). Ha lehetséges a nonkontrasztos MR-vizsgálatot halasszuk a II-III. trimeszter időszakára, ekkor biztonságosan kivitelezhetőek a szükséges mérések.

Bizonyos kardiovaszkuláris kórképeknél (pl. tüdőembólia) elkerülhetetlen az ionizáló sugárzást alkalmazó képalkotó módszerek használata. A vizsgálat során törekedni kell a minél kisebb sugárterhelésre az ALARA-elv alapján (as low as reasonably achievable), lehetőleg <50 mGy; fókuszált vizsgálatra, lehetőség szerint a hasi régió direkt sugárzásának elkerülésére (ólomvédelem). Az ionizáló sugárzás teratogén hatása a legnagyobb az organogenezis alatt (<12. gesztációs hét) és csökken a terhesség előrehaladtával (19, 20).

A mellkasröntgen egy igen hasznos és könnyen kivitelezhető vizsgálómódszer a mindennapokban az átlagpopuláció számára. Várandósság alatt inkább kerülendő, ha nem szükséges, igaz, a magzatot érő sugárdózis egy mellkasröntgenből <0,01 Gy, amely önmagában nem teratogén. Javasolt helyette a tüdőultrahang használata, amellyel a pleurális folyadék, a pangásos tüdőmezők és a légmell is gyorsan kizárhatóak (21, 22).

A mellkas-CT-angiográfia tüdőembólia, illetve aorta-disszekció kizárására a mindennapokban elsőként választandó módszer. A vizsgálatból adódóan nagyjából 0,02 mGy sugárzás éri a magzatot (23). Felmerülhet, hogy tüdőembólia kizárására ventilációs-perfúziós tüdőszcintigráfiát végezzünk, amely kevesebb mint 5 mGy-t jelent a magzat számára.

Szívkatéteres vizsgálatnál a legnagyobb rizikót a magzatra nézve a 20. gesztációs hét előtti beavatkozások jelentik. Törekedni kell az 50 mGy-nél kisebb sugárterhelésre. A legtöbb koronáriaintervenció beavatkozás elvégezhető így, ha szükséges. Az artériába radiális behatolás preferált a kisebb várható szövődményráta miatt, illetve femoralis punkció esetén a magzatot védő ólomtakarás miatt nem látható régiókon keresztül kéne a katétert felvezetni, ami tovább növelheti a vérzéses szövődmények esélyét. Ritmuszavar esetén végzett katéterablációknál zéró fluoroszkópia használandó, amely mellett ugyanúgy kivitelezhetőek az általánoságban végzett elektrofiziológiai vizsgálatok és ablációk (24, 25).

Minden, ionizáló sugárzással járó képalkotó módszer elvégzése előtt fontos mérlegelni a kockázat-haszon mértékét. Ha lehetséges, kerülendő terhesség alatt.

A szívbeteg kismama terhesség előtti konzíliuma, a klinikai állapot és a kezelés optimalizálása

Ideális körülmények között az ismert kardiovaszkuláris betegséggel élő nőnél tervezett lesz a családalapítás. Az ismert alapbetegség és a társbetegségek mellett az összes kardiovaszkuláris képalkotó módszer felhasználható az anyai rizikó becslésére. Leggyakrabban a módosított WHO 2.0 osztályozást, illetve a CARPREG II. score-rendszert használjuk (3, 26).

Ezek alapján megbecsüljük a várandósság kockázatát, és tisztázzuk, hogy kontraindikált-e a terhesség (pl. pulmonális artériás hipertónia), illetve szükséges-e feltétlenül percután intervenció vagy műtét elvégzése gyermekvállalás előtt (pl. súlyos mitrális stenosis). Az esetek többségében a szívbeteg nő morbiditása magas, viszont szoros követéssel és gyógyszeres kezeléssel a várandósság kimenetele jó, és egy egészséges újszülöttet hozhat a világra.

Terhesség alatti gondozás

Ha nem volt prenatális konzílium, akkor jobb esetben első trimeszterben kezdjük el a rizikóbecslést, viszont ilyenkor már oda kell figyelniünk a képalkotó módszerek használatára. Az alapvető transthoracalis szívultrahang elvégzése után jöhetnek szóba más technikák. Azonban az anya szűrése mellett ne feledkezzünk meg a magzati genetika (13. gesztációs hét) és a magza-



1. ÁBRA. Hipertrófiás obstruktív cardiomyopathiával követett grvida. TTE-n SAM jelenség; a bal kamrai kiáramlási pályában gyorsulás, csúcsgradiens a terhesség előrehaladtával 41 Hgmm-ig emelkedett béta-blokkoló mellett (saját képanyag, GOKVI)

ti szívultrahang (18-21. gesztációs hét) elvégzésének fontosságáról.

A továbbiakban klinikumorientáltan közelítjük meg a szívbeteg kismama vagy várandósságot tervező nő kivizsgálását, gondozását, utalva a leggyakoribb kardiovaszkuláris kórképek képalkotó diagnosztikájára, illetve röviden a 2025-ös ESC-irányelv kezelési javaslataira.

Gyakori kardiovaszkuláris kórképek terhesség alatt, és képalkotásuk

Aritmiák, vezetési zavarok

Supraventricularis ritmuszavarok megjelenése esetén várandósság alatt is TTE-vel tisztázzuk a kamrafunkciókat, zárjuk ki bármiféle szignifikáns vitiumot a háttérben. Az aritmiák kezelésének fő szabálya, hogy ha már terhesség előtt is jelentkezett ritmuszavara, akkor az ilyenkor is effektívnek bizonyosodott kezelés folytatása javasolt a gondozás alatt (béta-blokkoló, flecainid stb.) (27). A szabály alól kivételt képez az amiodaron, amely kerülendő terhesség alatt. Tervezett várandósság esetén már a konzultáció után érdemes átváltani más antiaritmiás gyógyszerre. A terhesség egy protrombotikus állapot, így pitvarfibrilláció megjelenése esetén indokolt az antikoagulációjuk, ez minden esetben LMWH-val történjen. Ahhoz, hogy mérni tudjuk a hatékonyságát, szoroson akár 1-2 hetente monitorozni szükséges az anya a-Xa szintjét. A terhesség előrehaladtával, a kezdeti terápiás anti-Xa-szintet elérő dózis szubterápiássá válhat a harmadik trimeszterben (3).

Ha a supraventricularis ritmuszavar mellett balkamra-diszfunkciót, esetleg hemodinamikai instabilitást látunk, elektromos kardioverzió javasolt. Ilyenkor TE használandó intrakardiális thrombus kizárására; ez nem tér el a nem terhes indikációtól.

Leggyakoribb ritmuszavarok az extrasystoliák, amelyek általában jóindulatúak. Halmozott kamrai extrasystolék esetében alapos TTE javasolt. BK-diszfunkció, illetve

mitrális anuláris diszfunkció (MAD) kizárása szükséges, ez utóbbi szív-MR-es tisztázása postpartum végzendő (12, 20).

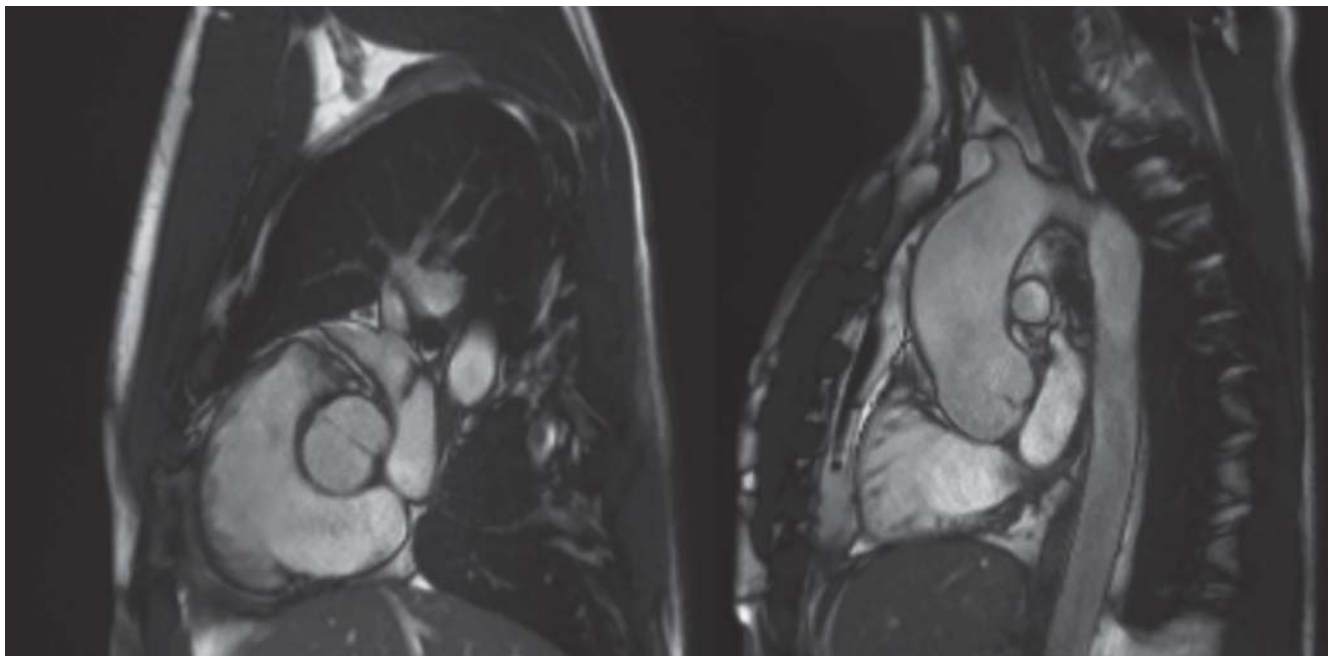
Cardiomyopathiák (CMP), szívelégtelenség

A leggyakoribbak közé tartoznak a hipertrófiás és dilatatív cardiomyopathiák, illetve az aritmogén jobb kamra (ARVD). Elsődlegesen a genetikai háttérük tisztázása a lényeges, ha már gyermekvállalás előtt felmerült. Alapvető vizsgálati módszer a TTE. A balkamra-funkció, a vitiumok és a kisvérköri nyomás monitorozásának gyakorisága állapottól függ (1. ábra), és postpartum 6 hónapig folytatandó (5, 28).

A terminushoz közeledve (39-40. gesztációs hét) a kamrai átmérők és volumenek növekedhetnek azonban, ha kamradiszfunkció lép fel, az mindenképpen kóros, és gyógyszeresen kezelendő (béta-blokkoló, dihidralazin, nitrátkészítmény, szükség esetén diuretikum) (3).

HOCM-ben a BK-i kiáramlási gradiens jelentős emelkedését észlelhetjük, ez magyarázható a terhesség alatt fiziológiásan is végbemenő hemodinamikai változásokkal. Ezt kezdetben a fokozatos tachycardizálódás, később a domináló volumenterhelés és perctérfogat-emelkedés miatt. Ha nem látunk balkamra-diszfunkciót, a kiáramlási obstrukció jól kezelhető béta-blokkolóval (metoprolol, bisoprolol) (3).

Minden ismeretlen vagy dekompenzált állapotú cardiomyopathiás kismama esetében TTE elvégzése után felmerülhet a szív-MR használata a II. és III. trimeszterekben, azonban gadolínium nélkül kevés információval gazdagodunk az etiológia tekintetében. A kamrák ejekciós frakciójának a további pontosítására hasznos, de a kamrai volumenek fiziológiás emelkedése vagy az átmeneti, terhességhez köthető hypertrabecularisatio szindróma félrevezethet. A szív-MR-rel történő bal kamrai ejekciós frakció pontosítása lényeges lehet a gyógyszeres kezelés, különösen a terápiás antikoaguláció elkezdésében (EF <35% esetén terápiás antikoaguláció javasolt LMWH adásával) (5).



2. ÁBRA. 28. hetes gesztációs hétben lévő gravida ismert bicuspidalis aortabillentyűvel, aortagyök- és aorta ascendens tágulattal. Aortára fókuszált kontroll-MR-vizsgálat készült a szívultrahangon felmerült aortatágulat fokozódása miatt. Maximális átmérője 46 mm volt, a korábbiakhoz képest nem nőtt (saját képanyag, GOKVI)

Ha a terhesség előtt vagy az első trimeszterben diagnosztizált a súlyos BK-diszfunkció (EF <30%), a terhesség kontraindikált, vagy javasolt a terhességet megszakítani (3).

Peripartum cardiomyopathia

A terhesség utolsó trimeszterében, illetve korai postpartum időszakban ismeretlen eredetű, TTE-vel igazolt balkamra-tágulat és -diszfunkció (EF <45%) esetén merül fel. A súlyos klinikai állapot az esetek közel felében reverzibilis, de az újabb terhesség relapszushoz vezethet (30-50%-ban). Egy következő terhesség nem normalizálódott bal kamra esetén (EF >50%) magas anyai halálkockázattal jár (29, 30).

Képalkotó diagnosztika szempontjából megegyezik a többi cardiomyopathiával.

Aortopathiák

Ide tartoznak az örökölt mellkasi aortabetegségek (HTAD), mint például a *Marfan-szindróma*, *Ehler–Danlos-szindróma*; ezek mellett képez külön entitást a *Turner-szindróma*, illetve a leggyakoribb aortopathiával jelentkező kórkép a bicuspidalis aortabillentyű. HTAD-k esetében külön rizikóbesorolást jelent a genetikai variáns, így ennek tisztázása elengedhetetlen gyermekvállalás előtt (31).

A legideálisabb, ha eseteikben történik terhesség előtti konzultáció és az aorta-paraméterek CT- vagy MR-vizsgálattal pontosan tisztázhatóak. Mindegyik esetben más aortaméret jelenti a terhesség kontraindikációját. Bicuspidalis aortabillentyűnél 50 mm feletti, *Marfan-szindrómával* élőknel 45 mm, *Turner-szindró-*

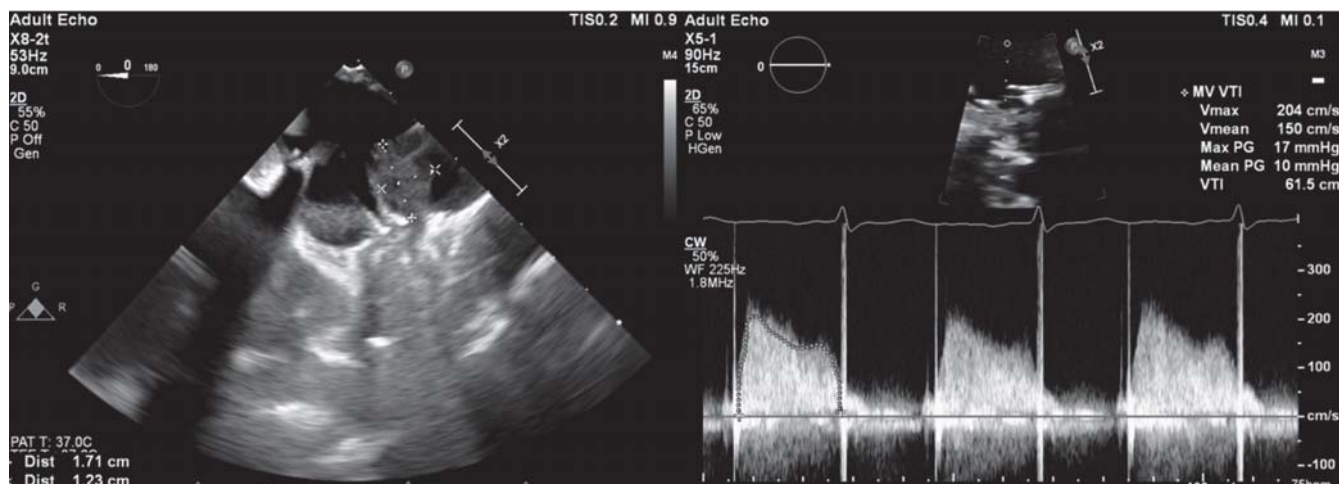
másoknál 25 mm/m² feletti aortaátmérők esetén nem javasolt a gyermekvállalás. A terhesség kontraindikációja esetén profilaktikus műtét javasolt a terhesség alatti aortadisszekció elkerülésének céljából. Bicuspidalis aortabillentyű esetén magasabb rizikót jelent az úgynevezett „gyöki fenotípus”, az izolált aorta ascendens tágulathoz képest (32, 33).

Ha nincs lehetőség terhesség előtti kivizsgálásra, akkor a terhesség alatti szoros követés javasolt TTE-vel. Emellett legalább egy, aortára fókuszált MR-vizsgálat elvégzése szükséges az aorta-paraméterek pontos megismerésének céljából, ha ez nem dokumentált (2. ábra). Követésüknél törekedjünk a megfelelő vérnyomás- és pulzuskontrollra! Béta-blokkoló adása minden esetben javasolt, ha nincs rá kontraindikáció (3). TTE-vel kontrollálandó minden aortopathia legalább trimeszterenként, és szükség esetén aortára fókuszált kontroll-MR-vizsgálat elvégzése javasolt.

Billentyűbetegségek

Súlyos mitrális billentyűstenosis és tüneteket okozó súlyos aortastenosis (mWHO 2.0 IV) mellett kontraindikált a terhesség. Ezen esetekben még gyermekvállalás előtt javasolt perkután intervenció vagy műtéti billentyűcsere elvégzése. Az európai irányelv alapján I. szintű indikáció áll fenn biológiai műbillentyű-implantációra (3, 34–36).

A billentyűregurgitációk (semilunaris és atrioventricularis billentyűk esetében is) jól toleráltak terhesség során jó kamrafunkció mellett. A regurgitációs volumen nőhet. A billentyűstenosisok gradiense a terhesség során emelkedhet, illetve különösen a mitrális stenosis frek-



3. ÁBRA. Ismert mechanikus mitrális műbillentyűvel élő, 13. gesztációs hétben lévő grvida szubterápiásan volt antikoagulálva LMWH-val. Dyspnoés panaszai miatt szisztémás trombolízis mellett döntött az MDT. Szövődménymentes lízis után a thrombus feloldódott, a diasztolés átlaggradiens 5 Hgmm-re csökkent. Terápiás antikoaguláció volt. A 36. héten tervezett császármé-
széssel egészséges gyermek született (saját képanyag, GOKVI)

veniafüggő. TTE-vel a planimetriás billentyűarea mé-
rése preferált a pontosabb diagnózis érdekében. Bé-
ta-blokkoló ezen esetekben javasolt.

Az alapvető képalkotó diagnosztikai módszer a TTE,
ezzel végigkövethető a terhesség. A billentyűbetegség
súlyosságának megítélése nem tér el az átlagpopuláci-
óétól. A billentyűbetegség súlyosságától függően, pél-
dául súlyos aortastenosisban a harmadik trimeszterben
már javasolt az akár heti TTE-kontroll, NT-proBNP-vel.
Szükség esetén szív-MR-vizsgálattal egészíthető ki
a szívultrahang II. és III. trimeszterben, fáziskontraszt
módszer alkalmazásával a billentyűre fókuszáltan, kontrasztanyag adása nélkül. Főleg aorta- vagy pulmonális
billentyűregurgitáció kvantifikálására alkalmas, az aorta
és a pulmonális ágrendszer dimenzióinak felmérésével.
Terhesség alatt bicuspidalis aortabillentyű mellett ész-
lelt aortaregurgitáció, illetve aorta ascendens tágulat
fokozódásának követésére kiválóan alkalmas (37, 38).

Mechanikus műbillentyű

Panaszmentes állapotban is magas az anyai mortalitás
rizikója, elsődlegesen a műbillentyű-trombózis veszé-
lye miatt. Kiemelt, magasabb rizikójú esetről van szó,
ha a mechanikus műbillentyű mitrális pozícióban van,
illetve már terhesség előtt tromboembóliás eseménye
volt az anyának. A K-vitamin-antagonistával (KVA) vég-
zett kezelés a legbiztonságosabb az anya számára.
A legújabb ajánlások alapján kis dóziszú KVA szedése
esetén (warfarin <5 mg, Syncumar <2,5 mg) nem javo-
solt az LMWH-ra való átállás, mivel a bridging során
magasabb a rizikója a tromboembóliás eseménynek,
mint a foetalis toxicitásnak. LMWH-ra konvertálás csak
a magas KVA-dózis mellett javasolt (3).

Ha felmerül műbillentyű-trombózis lehetősége, akkor a
TTE mellett TE is végezhető, amellyel biztonsággal fel-
állítható a diagnózis (3. ábra).

A műbillentyű lemezkéinek mozgására használt, műbil-
lentyűre fókuszált kardio-CT-vizsgálat megfontolható,
azonban elfogadhatóan alacsony sugárdózis nem fel-
tétlenül biztosítható jó minőségű felvételek készítésére.

Mellkasi fájdalom, akut kardiovaszkuláris kórképek differenciáldiagnosztikája

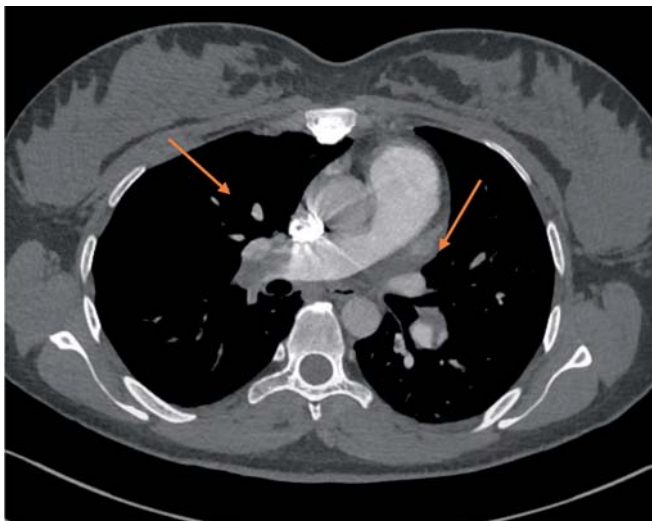
Ide tartozik az akut koronáriszindróma, az aortadisz-
zekció, a tüdőembólia; amelyek potenciálisan életet
veszélyeztető kórképek. A beteg anamnézise és csa-
ládi anamnézisének az ismerete itt is segíthet minket
(kardiovaszkuláris rizikófaktorok, tromboembóliás ese-
mények vagy ezekre való hajlam; családban halmo-
zódó aortabetegségek vagy hirtelen szívhalál). A ru-
tin-EKG és a laborvizsgálatok mellett (hs-troponin T,
D-dimer) a transthoracalis echokardiográfia kötelezően
elvégezendő. Terhesség alatt a troponinnak és a D-di-
mernek nincsenek standardizált normálértékei, fals po-
zítívok lehetnek (39).

Ha a noninvazív vizsgálati technikák alapján megvan
az alapos klinikai gyanú az akut tüdőembóliára vagy az
aortadisszekcióra, mellkas-CT-angiográfia elvégzése
elengedhetetlen. A kontrasztanyag átjuthat a placen-
tán, de kimutatott teratogén hatása nem ismert (40).

Tüdőembólia esetén rizikóbecslés és a multidiszcipli-
naris csapat döntése alapján kell történnie a kezelé-
snek (4. ábra). Szisztémás thrombolysis terhesség alatt
csak magas rizikójú esetekben, hemodinamikai instabi-
lítás esetén jön szóba, azonban utána az anyai TTE-n
kívül magzati ultrahangvizsgálat és placenta-flow-met-
ria javasolt (41).

Igazolt akut aortadisszekcióban sürgős császármé-
szés és műtét indikált (42).

Az akut koronáriszindróma (ACS) rizikója terhes nők-
ben 3-4-szerese a nem terhes, fertilis korú nők rizikó-
jához képest, és kb. 5%-os a mortalitás (43, 44). Mivel



4. ÁBRA. Ismert mechanikus mitrális műbillentyűvel élő, 13. gesztációs hétben lévő gravida szubterápiásan volt antikoagulálva LMWH-val. Dyspnoés panaszai miatt szisztémás trombolízis mellett döntött az MDT. Szövődménymentes lízis után a thrombus feloldódott, a diasztolés átlaggradiens 5 Hgmm-re csökkent. Terápiás antikoaguláción volt. A 36. héten tervezett császármetszéssel egészséges gyermek született (saját képanyag, GOKVI)

a gyermeket vállaló nők kora egyre magasabb, az ACS előfordulása is gyakoribbá vált (45). Leggyakrabban a harmadik trimeszterben és postpartum időszakban jelentkezhet, emellett növelheti az ACS rizikóját a preeclampsia, a multiparitás és a thrombophilia (46). Az ACS terhesség alatt 43%-ban spontán koronáriaartéria-diszsekciónaként (SCAD) jelentkezik, míg a klasszikus ateroszklerózis 27%-ban fordul elő (47, 48). A várandós-

ság alatt jelentkező ST-elevációs szívinfarktus (STEMI) többnyire anterior érintettségű (70-80%), és az esetek felében a bal kamra funkciója is lecsökken (49). ACS esetén mindenképpen koronarográfiát kell végezni, a fent részletezett sugárvédelmi intézkedésekkel. SCAD és hemodinamikai stabilitás esetén konzervatív kezelés javasolt (50). Stent beültetése után a kettős TAGG- és statinterápiát nem kontraindikált.

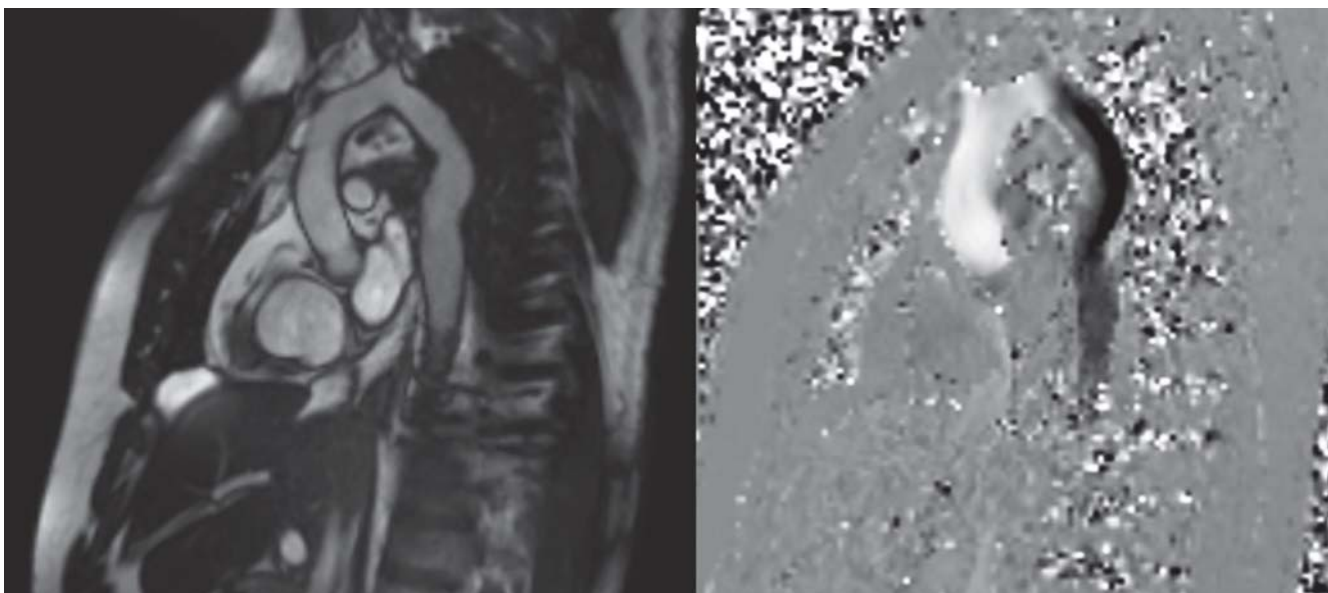
Fontos kiemelni, hogy akut kardiovaszkuláris kórképekben terhesség esetén se késlekedjen a képalkotó diagnosztika az ionizáló sugárzás használatára hivatkozva, mert megfelelő előkészítés után (magzat védelme ólomköténnyel), illetve az ALARA-elvet szem előtt tartva biztonsággal kivitelezhető CT és koronarográfia. A képalkotó diagnosztika késleltetésével vagy elmaradásával az anyai és magzati morbiditás és mortalitás esélye növekszik.

Hipertónia

Ritkán tartozik a kardiológus feladatköréhez, de szűrő jelleggel szívultrahang végzendő a bal kamra szisztolés és/vagy diasztolés diszfunkciójának vizsgálatára. Diasztolés szívelégtelenség esetén béta-blokkoló-, amlodipin- és szükség esetén diuretikumkezelés jön szóba.

Veleszületett szívbetegség

Ritkán kontraindikált a várandósság (kivételesen: *Eisenmenger-szindróma*, Fontan-keréngés szövődményekkel, súlyos szisztémás jobbkamra-diszfunkció). Fontos, hogy veleszületett szívbetegségekben jártas kardiológus vizsgálja a várandósokat, különösen komplex veleszületett szívhibáknál a terhesség gondozása is erre specializálódott centrumban történjen. Ebben a popu-



5. ÁBRA. 28. gesztációs hétben lévő gravida, akinél a terhesség alatt megfigyelt magas vérnyomások háttérében súlyos coarctatio aortae igazolódott. A felső és alsó testfél között 50 Hgmm-es gradienskülönbség mérhető (saját képanyag, GOKVI)

lációban is kiemelendő a tervezett gyermekvállalás. Követésükre TTE és szív-MR-vizsgálat egyaránt használandó. A legtöbb veleszületett vitium a jobb szívfelet érinti, így a jobb kamra dimenziói, a pontos jobb kamra-funkció és a pulmonális billentyű anatómiája és regurgitációja is szív-MR-rel vizsgálható a legjobban. Továbbá a coarctatio aortae súlyosságának vizsgálatára aortára fókuszált MR javasolt (5. ábra).

Postpartum kezelés és gondozás

Az ESC ajánlása a postpartum időszakot 4. trimeszternek nevezi, és kórképtől függően 6 és 12 hónap közötti időszakban javasolja az utánkövetést. Ebben az időszakban már kontrasztanyagot szív-MR-vizsgálat is végezhető, azonban laktáció esetén 24 órás szünet javasolt. A kamrafunkciók és -vitiumok súlyosságának postpartum alakulása követendő 6 hónapig, állapottól függő gyakorisággal.

Összefoglalva

Terhesség alatt a kardiovaszkuláris képalkotás alapja a TTE, korlátlan a használati lehetősége, azonban megfelelő indikáció mellett más modalitás is szóba jöhet. Akut szituációban kompromisszum vállalható koronarográfia vagy CT irányában is, de általában a terápiás konzekvenciát keressük mindenekelőtt. Mindenképpen terhesség és szívbetegség ellátásában jártas csapat kezelje a várandós szívbeteg nőt.

Nyilatkozat

A szerzők kijelentik, hogy az összefoglaló közlemény megírásával kapcsolatban nem áll fenn velük szemben pénzügyi vagy egyéb lényeges összeütközés, összeférhetetlenségi ok, amely befolyásolhatja a közleményben bemutatott eredményeket, az abból levont következtetéseket vagy azok értelmezését.

Irodalom

1. Pfaller B, Sathananthan G, Grewal J, et al. Preventing Complications in Pregnant Women With Cardiac Disease. *J Am Coll Cardiol* 2020 Mar 31; 75(12): 1443–1452. PMID: 32216913. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2020.01.039>
2. Øyen N, Boyd HA, Carstensen L, et al. Risk of Congenital Heart Defects in Offspring of Affected Mothers and Fathers. *Circ Genom Precis Med* 2022 Aug; 15(4): e003533. Epub 2022 May 24. PMID: 35608601; PMCID: PMC9384828. <https://doi.org/10.1161/CIRCGEN.121.003533>
3. De Backer J, Haugaa CH, Eide Hasselberg N, et al.; ESC Scientific Document Group. 2025 ESC Guidelines for the management of cardiovascular disease and pregnancy: Developed by the task force on the management of cardiovascular disease and pregnancy of the European Society of Cardiology (ESC). Endorsed by the European Society of Gynecology (ESG). *European Heart Journal* 14 November 2025; 46(43): 4462–4568. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehaf193>

4. Sanghavi M, Rutherford JD. Cardiovascular physiology of pregnancy. *Circulation* 2014; 130: 1003–8. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.114.009029>
5. Arbelo E, Protonotarios A, Gimeno JR, et al. 2023 ESC Guidelines for the management of cardiomyopathies. *Eur Heart J* 2023; 44: 3503–626. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehad194>
6. Desai DK, Moodley J, Naidoo DP. Echocardiographic assessment of cardiovascular hemodynamics in normal pregnancy. *Obstet Gynecol* 2004; 104: 20–9. <https://doi.org/10.1097/01.AOG.0000128170.15161.1d>
7. Sadaniantz A, Kocheril AG, Emaus SP, et al. Cardiovascular changes in pregnancy evaluated by two-dimensional and Doppler echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 1992; 5: 253–8. [https://doi.org/10.1016/S0894-7317\(14\)80345-3](https://doi.org/10.1016/S0894-7317(14)80345-3)
8. Mesa A, Jessurun C, Hernandez A, et al. Left ventricular diastolic function in normal human pregnancy. *Circulation* 1999; 99: 511–7. <https://doi.org/10.1161/01.CIR.99.4.511>
9. Popescu MR, Bouariu A, Ciobanu AM, et al. Pregnancy complications lead to subclinical maternal heart dysfunction — The importance and benefits of follow-up using speckle tracking echocardiography. *Medicina (Kaunas)* 2022; 58: 296. <https://doi.org/10.3390/medicina58020296>
10. Savu O, Jurcuț R, Giușcă S, et al. Morphological and functional adaptation of the maternal heart during pregnancy. *Circ Cardiovasc Imaging* 2012; 5: 289–97. <https://doi.org/10.1161/CIRCIMAGING.111.970012>
11. Bello NA, Bairey Merz CN, Brown H, et al.; American College of Cardiology Cardiovascular Disease in Women Committee and the Cardio-Obstetrics Work Group. Diagnostic Cardiovascular Imaging and Therapeutic Strategies in Pregnancy: JACC Focus Seminar 4/5. *J Am Coll Cardiol* 2021 Apr 13; 77(14): 1813–1822. PMID: 33832607; PMCID: PMC8221542. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2021.01.056>
12. American College of Obstetricians and Gynecologists' Committee on Obstetric Practice. Committee Opinion No. 656: Guidelines for Diagnostic Imaging During Pregnancy and Lactation. *Obstet Gynecol* 2016 Feb; 127(2): e75–80. PMID: 26942391. <https://doi.org/10.1097/AOG.0000000000001316>
13. Ray JG, Vermeulen MJ, Bharatha A, et al. Association Between MRI Exposure During Pregnancy and Fetal and Childhood Outcomes. *JAMA* 2016 Sep 6; 316(9): 952–61. PMID: 27599330. <https://doi.org/10.1001/jama.2016.12126>
14. Bird ST, Gelperin K, Sahin L, et al. First-Trimester Exposure to Gadolinium-based Contrast Agents: A Utilization Study of 4.6 Million U.S. Pregnancies. *Radiology* 2019 Oct; 293(1): 193–200. <https://doi.org/10.1148/radiol.2019190563>
15. Jabehdar Maralani P, Kapadia A, Liu G, et al. Canadian Association of Radiologists Recommendations for the Safe Use of MRI During Pregnancy. *Can Assoc Radiol J* 2022 Feb; 73(1): 56–67. <https://doi.org/10.1177/08465371211015657> Epub 2021 May 17. PMID: 34000852. 293(1): 193–200. Epub 2019 Aug 20. PMID: 31429682. <https://doi.org/10.1148/radiol.2019190563>
16. Committee opinion no. 723: guidelines for diagnostic imaging during pregnancy and lactation. *Obstet Gynecol* 2017; 130: e210–6. <https://doi.org/10.1097/AOG.0000000000002355>
17. Sachs HC. The transfer of drugs and therapeutics into human breast milk: an update on selected topics. *Pediatrics* 2013; 132: e796–809. <https://doi.org/10.1542/peds.2013-1985>
18. Cova MA, Stacul F, Quaranta R, et al. Radiological contrast media in the breastfeeding woman: a position paper of the Italian Society of Radiology (SIRM), the Italian Society of Paediatrics (SIP), the Italian Society of Neonatology (SIN) and the Task Force on Breastfeeding, Ministry of Health, Italy. *Eur Radiol* 2014; 24: 2012–22. <https://doi.org/10.1007/s00330-014-3198-6>
19. Kumar R, De Jesus O. Radiation Effects on the Fetus. *Treasure Island, FL: StatPearls Publishing*, 2023.

20. Colletti PM, Lee KH, Elkayam U. Cardiovascular imaging of the pregnant patient. *AJR Am J Roentgenol* 2013; 200: 515–21. <https://doi.org/10.2214/AJR.12.9864>
21. Krawczyk P, Jastrzębska A, Sałapa K, et al. Abnormal lung ultrasound pattern during labor: a prospective cohort pilot study. *J Clin Ultrasound* 2019; 47: 261–6. <https://doi.org/10.1002/jcu.22692>
22. Arbeid E, Demi A, Brogi E, et al. Lung ultrasound pattern is normal during the last gestational weeks: an observational pilot study. *Gynecol Obstet Invest* 2017; 82: 398–403. <https://doi.org/10.1159/000448140>
23. Wakeford R, Little MP. Risk coefficients for childhood cancer after intrauterine irradiation: a review. *Int J Radiat Biol* 2003; 79: 293–309. <https://doi.org/10.1080/0955300031000114729>
24. Khaing PH, Buchanan GL, Kunadian V. Diagnostic angiograms and percutaneous coronary interventions in pregnancy. *Interv Cardiol* 2020; 15: e04. <https://doi.org/10.15420/icr.2020.02>
25. Damilakis J, Theocharopoulos N, Perisinakis K, et al. Conceptus radiation dose and risk from cardiac catheter ablation procedures. *Circulation* 2001; 104: 893–7. <https://doi.org/10.1161/hc5790.094909>
26. Silversides CK, Grewal J, Mason J, et al. Pregnancy Outcomes in Women With Heart Disease: The CARPREG II Study. *J Am Coll Cardiol* 2018 May 29; 71(21): 2419–2430. PMID: 29793631. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2018.02.076>
27. van der Zande JA, Cornette MJM, Roos-Hesselink JW, Flint RB. Maternal, fetal, neonatal and breastmilk flecainide concentration during maternal therapy and lactation: a case report. *Int Breastfeed J* 2023; 18: 21. <https://doi.org/10.1186/s13006-023-00559-z>
28. Wallet T, Legrand L, Isnard R, et al. Pregnancy and cardiac maternal outcomes in women with inherited cardiomyopathy: interest of the CARPREG II risk score. *ESC Heart Fail* 2024; 11: 1506–14. <https://doi.org/10.1002/ehf2.14694>
29. Bauersachs J, König T, van der Meer P, et al. Pathophysiology, diagnosis and management of peripartum cardiomyopathy: a position statement from the Heart Failure Association of the European Society of Cardiology study group on peripartum cardiomyopathy. *Eur J Heart Fail* 2019; 21: 827–43. <https://doi.org/10.1002/ehfj.1493>
30. Jackson AM, Petrie MC, Frogoudaki A, et al. Hypertensive disorders in women with peripartum cardiomyopathy: insights from the ESC EORP PPCM registry. *Eur J Heart Fail* 2021; 23: 2058–69. <https://doi.org/10.1002/ehfj.2264>
31. Isselbacher EM, Preventza O, Hamilton Black J, et al. 2022 ACC/AHA Guideline for the diagnosis and management of aortic disease: a report of the American Heart Association/American College of Cardiology Joint Committee on clinical practice guidelines. *Circulation* 2022; 146: e334–482. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000001106>
32. Ganapathi AM, Ranney DN, Peterson MD, et al. Location of aortic enlargement and risk of type A dissection at smaller diameters. *J Am Coll Cardiol* 2022; 79: 1890–7. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2022.02.053>
33. Kalogerakos PD, Zafar MA, Li Y, et al. Root dilatation is more malignant than ascending aortic dilation. *J Am Heart Assoc* 2021; 10: e020645. <https://doi.org/10.1161/JAHA.120.020645>
34. van Hagen IM, Thorne SA, Taha N, et al. Pregnancy outcomes in women with rheumatic mitral valve disease: results from the Registry Of Pregnancy And Cardiac disease. *Circulation* 2018; 137: 806–16. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.117.032561>
35. Kumari A, Kumar K, Kumar Sinha A. The pattern of valvular heart diseases in India during pregnancy and its outcomes. *Cureus* 2021; 13: e16394. <https://doi.org/10.7759/cureus.16394>
36. Hameed A, Karaalp IS, Tummala PP, et al. The effect of valvular heart disease on maternal and fetal outcome of pregnancy. *J Am Coll Cardiol* 2001; 37: 893–9. [https://doi.org/10.1016/S0735-1097\(00\)01198-0](https://doi.org/10.1016/S0735-1097(00)01198-0)
37. Bortnick AE, Levine LD. Valvular heart disease in pregnancy. *Clin Obstet Gynecol* 2020; 63: 910–22. <https://doi.org/10.1097/GRF.0000000000000570>
38. Orwat S, Diller GP, van Hagen IM, et al. Risk of pregnancy in moderate and severe aortic stenosis: from the multinational ROPAC registry. *J Am Coll Cardiol* 2016; 68: 1727–37. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2016.07.750>
39. Siennicka A, Kłysz M, Chełstowski K, et al. Reference Values of D-Dimers and Fibrinogen in the Course of Physiological Pregnancy: the Potential Impact of Selected Risk Factors – A Pilot Study. *Biomed Res Int* 2020 May 24; 2020: 3192350. PMID: 32596295; PMCID: PMC7273490. <https://doi.org/10.1155/2020/3192350>
40. Webb JA, Thomsen HS, Morcos SK. The use of iodinated and gadolinium contrast media during pregnancy and lactation. *Eur Radiol* 2005; 15: 1234–40. <https://doi.org/10.1007/s00330-004-2583-y>
41. Parunov LA, Soshitova NP, Ovanesov MV, et al. Epidemiology of venous thromboembolism (VTE) associated with pregnancy. *Birth Defects Res C Embryo Today* 2015; 105: 167–84. <https://doi.org/10.1002/bdrc.21105>
42. Peters P, van der Zande A, De Backer J, et al. Pregnancy outcomes in women with heritable thoracic aortic disease: data from the EORP ESC Registry of Pregnancy and Cardiac Disease (ROPAC) III. *Eur Heart J Qual Care Clin Outcomes* 2025 Nov 4; 11(7): 1091–1107. <https://doi.org/10.1093/ehjqcco/qcaf038>
43. Cantwell R, Clutton-Brock T, Cooper G, et al. Saving mothers' lives: reviewing maternal deaths to make motherhood safer: 2006–2008. The eighth report of the confidential enquiries into maternal deaths in the United Kingdom. *BJOG* 2011; 118: 1–203. <https://doi.org/10.1111/j.1471-0528.2010.02847.x>
44. Smilowitz NR, Gupta N, Guo Y, et al. Acute myocardial infarction during pregnancy and the puerperium in the United States. *Mayo Clin Proc* 2018; 93: 1404–14. <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2018.04.019>
45. Markson F, Shamaki RG, Antia A. Trends in the incidence and in-patient outcomes of acute myocardial infarction in pregnancy: insights from the national inpatient sample. *Am Heart J Plus* 2023; 34: 100318. <https://doi.org/10.1016/j.ahjo.2023.100318>
46. Dayan N, Filion KB, Okano M, et al. Cardiovascular risk following fertility therapy: systematic review and meta-analysis. *J Am Coll Cardiol* 2017; 70: 1203–13. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2017.07.753>
47. Elkayam U, Jalnapurkar S, Barakkat MN, et al. Pregnancy-associated acute myocardial infarction: a review of contemporary experience in 150 cases between 2006 and 2011. *Circulation* 2014; 129: 1695–702. <https://doi.org/10.1161/circulationaha.113.002054>
48. Tweet MS, Lewey J, Smilowitz NR, et al. Pregnancy-associated myocardial infarction: prevalence, causes, and interventional management. *Circ Cardiovasc Interv* 2020; 13: 292–304: e008687. <https://doi.org/10.1161/circinterventions.120.008687>
49. Moran C, Ni Bhuinneain M, Geary M, et al. Myocardial ischaemia in normal patients undergoing elective caesarean section: a peripartum assessment. *Anaesthesia* 2001; 56: 1051–8. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2044.2001.02271.x>
50. Adlam D, Alfonso F, Maas A, Vrints C. European Society of Cardiology, Acute Cardiovascular Care Association, SCAD study group: a position paper on spontaneous coronary artery dissection. *Eur Heart J* 2018; 39: 3353–68. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehy080>

SANDOZ

MA MÁR ÉVENTE TÖBB MINT 1 MILLIÁRD BETEG
KEZELÉSÉT TESSZÜK LEHETŐVÉ VILÁGSZERTE¹

20

ÉV
BIOHASONLÓ
TAPASZTALAT

80

ÉV
ANTIBIOTIKUM-
SZAKÉRTELEM

140

ÉV
ÖRÖKSÉG

SANDOZ

Forrás: 1. Sandoz Integrated Annual Report 2025.
Elérhető: <https://www.sandoz.com/investors/annual-report/>
Megtekintve: 2026. márc.
Lezárás dátuma: 2026. 03. 11. RSdz4805/02.26.

Sandoz Hungária Kft.
1114 Budapest, Bartók Béla út 43-47.
Tel.: +36 1 430 2890 · web: www.sandoz.hu



A jobbkamra-funkció prognosztikus szerepe billentyűbetegségek szívsebészeti műtétje és strukturális intervenciója esetén

Párkányi Veronika*, Pál Eszter*, Turschl Tímea Katalin, Fábíán Alexandra, Ferencz Andrea, Tokodi Márton, Tolvaj Máté, Nagy Andrea, Kovács Attila, Merkely Béla, Lakatos Bálint Károly, Ladányi Zsuzsanna

Semmelweis Egyetem, Szív- és Érgyógyászati Klinika, Kardiológiai Tanszék, Budapest

Levelezési cím:

Dr. Párkányi Veronika, Semmelweis Egyetem, Szív- és Érgyógyászati Klinika, Kardiológiai Tanszék, 1122 Budapest, Városmajor u. 68. E-mail: parkanyironi@gmail.com

A jobb kamrai (JK-i) funkció meghatározó tényezője a klinikai kimeneteknek szívsebészeti és transzkatóteres beavatkozásokon áteső betegek esetében. Bár a preprocedurális kivizsgálás hagyományosan a bal kamra (BK) morfológiájára és funkciójára összpontosít, a JK-diszfunkciót ma már számos kardiovaszkuláris kórképben a morbiditás és mortalitás egyik kulcsfontosságú prediktoraként tartják számon. Jelen összefoglaló közlemény a JK-funkció prognosztikus jelentőségére vonatkozó aktuális irodalmat tekinti át billentyűbetegségekben, sebészeti vagy intervenciók beavatkozások esetén. Billentyűbetegségek esetén a JK-funkció meghatározása kiemelt jelentőségű, mivel a krónikus nyomás- és volumenterheléshez való adaptáció, majd a kezdődő dekompenzáció időben gyakran megelőzi a klinikai állapotromlást. Mindez nemcsak a tricuspidalis billentyű betegségei esetén igaz, hanem a mitrális és az aortabillentyűket érintő kórképek esetén is, hiszen az ezek következtében kialakuló pulmonális hipertenzió és szekunder tricuspidalis regurgitáció központi szerepet játszanak a JK-i remodelláció és funkcióromlás kialakulásában. A hagyományos két-dimenziós echokardiográfiai paraméterek – mint a tricuspidalis annulus síkjának szisztolés elmozdulása (TAPSE), a JK-i frakcionális területváltozás (FAC) és a szöveti Dopplerrel mért szisztolés csúcssebesség (TDI S') – a JK komplex geometriája miatt csak korlátozott értékű információt nyújtanak. A modern képalkotó technikák, mint a speckle-tracking echokardiográfia, a háromdimenziós echokardiográfia és a szív mágneses rezonanciás vizsgálata lehetővé teszik a JK-térfogatok, az ejekciós frakció, a strainparaméterek, a JK-mozgáskomponensek, valamint a jobb kamrai/pulmonális artériás kapcsolás pontosabb kvantifikálását, és a hagyományos módszereknél nagyobb prognosztikus értékkel bírnak. Mindezek alapján a JK-funkció átfogó, korszerű képalkotó módszereken alapuló értékelését be kell építeni a mindennapi klinikai gyakorlatba a rizikóbecslés és a preprocedurális tervezés optimalizálása érdekében a szívsebészeti és strukturális intervenciók beavatkozások előtt.

Kulcsszavak: jobb kamra, 3D echokardiográfia, strainanalízis, billentyűbetegség, prognózis

*Párkányi Veronika és Pál Eszter egyenlő mértékben járultak hozzá a közleményhez első szerzőként.

The prognostic role of right ventricular function in cardiac surgery and structural intervention of valvular heart disease

Right ventricular (RV) function is a major determinant of clinical outcomes in patients undergoing cardiac surgery and transcatheter interventions. Although preprocedural assessment has traditionally focused on left ventricular (LV) morphology and function, RV dysfunction is now recognized as a key predictor of morbidity and mortality across a wide range of cardiovascular diseases. This review summarizes the current literature on the prognostic significance of RV function in valvular heart disease in the setting of surgical or interventional procedures. In valvular disorders, assessment of RV function is of particular importance, as adaptation to chronic pressure and volume overload, followed by the onset of decompensation, often precedes manifest clinical deterioration. This applies not only to tricuspid valve disease but also to mitral and aortic valve pathologies, in which secondary pulmonary hypertension and functional tricuspid regurgitation play a central role in RV remodeling and functional decline. Conventional two-dimensional echocardiographic parameters, such as tricuspid annular plane systolic excursion (TAPSE), RV fractional area change (FAC), and tissue Doppler-derived systolic peak velocity (TDI S'), provide limited information due to the complex geometry of the RV. Contemporary imaging modalities, including speckle-tracking echocardiography, three-dimensional echocardiography, and cardiac magnetic resonance imaging, enable more accurate quantification of RV volumes, ejection fraction, strain parameters, RV motion components, and right ventricular–pulmonary artery coupling, and demonstrate superior prognostic value compared with traditional methods. Accordingly, comprehensive evaluation of RV function using modern imaging techniques should be incorporated into routine clinical practice to optimize risk stratification and preprocedural planning prior to cardiac surgery and structural interventional procedures.

Keywords: right ventricle, 3D echocardiography, strain analysis, valvular heart disease, prognostic value

Bevezetés

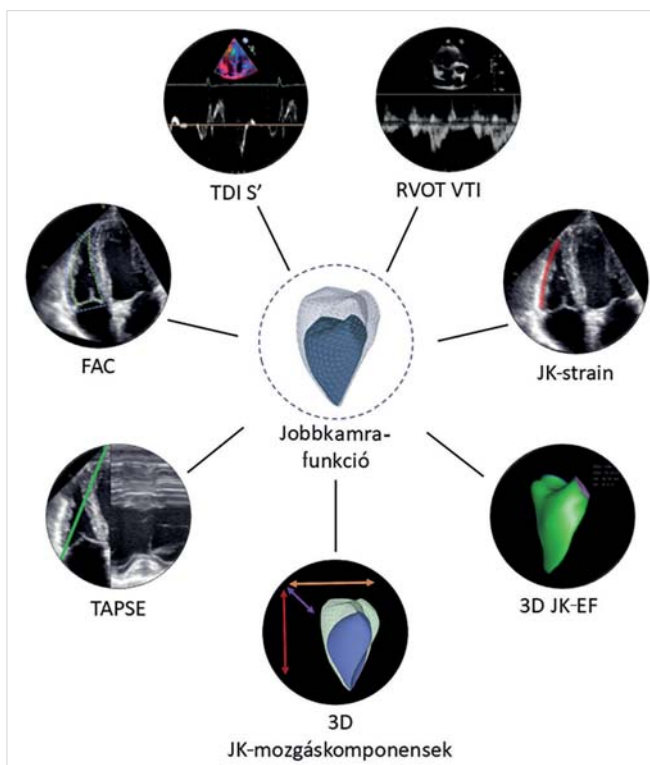
A kardiovaszkuláris morbiditás és mortalitás világszerte jelentős kihívást jelent az egészségügy számára, amelyhez nagymértékben hozzájárulnak a különböző strukturális és funkcionális szívbillentyű-betegségek. A farmakológiai terápiás lehetőségek folyamatos bővülése és finomodása mellett jelentős előrelépések történtek ezen a területen is (1, 2). Annak ellenére, hogy a szívsebészeti műtétek továbbra is meghatározó szerepet játszanak a billentyűbetegségek széles spektrumának kezelésében, a transzkatéteres intervenciók egyre nagyobb teret nyernek, mivel biztonságosabb alternatívát jelentenek az idős, törékeny, multimorbid, magas műtéti kockázatú betegek számára. Ezen betegek esetében a szív morfológiájának és funkciójának értékelése kiemelt jelentőségű a preprocedurális rizikóbecslés során.

Hagyományosan a hangsúly elsősorban a bal kamra (BK) funkcióján volt, míg a jobb kamrát (JK) csupán a vénás rendszer és a tüdő közötti átvezető egységnek tekintették (3, 4). Az elmúlt években azonban egyre több bizonyíték utal arra, hogy a JK strukturális és funkcionális eltérései fontos szerepet játszanak a betegek tüneteinek, hemodinamikai státuszának és hosszú távú prognózisának meghatározásában (5–10), köztük a billentyűbeteg populációban is.

Az echokardiográfia a leggyakrabban alkalmazott képalkotó módszer a szív morfológiájának és funkció-

jának kvantifikálására. Megjegyzendő azonban, hogy a JK echokardiográfiai vizsgálata jelentős kihívást jelent a kamra komplex anatómiája miatt, ami jelentősen korlátozza a kétdimenziós (2D) echokardiográfia képességét a teljes JK átfogó jellemzésére. Ennek ellenére a mindennapi klinikai gyakorlatban leggyakrabban igen egyszerű echokardiográfiai funkcionális paramétereket alkalmaznak, mint a tricuspidalis annulus síkjának szisztolés elmozdulása (TAPSE), a jobb kamra frakcionális területváltozása (FAC), valamint a szöveti Dopplerrel mért szisztolés csúcsebesség (TDI S'). Mivel azonban ezek egy- vagy kétdimenziós mérések, csak a JK falának bizonyos területeire fókuszálnak, és nem nyújtanak megfelelő információt a globális JK-funkcióról (11).

A kardiovaszkuláris képalkotás fejlődése, mint a speckle-tracking echokardiográfiai analízis és a háromdimenziós (3D) echokardiográfia, lehetővé teszi a JK mechanikájának átfogóbb jellemzését. A JK globális longitudinális strainje (GLS), valamint a JK 3D echokardiográfiával meghatározott ejekciós frakciója (EF) és a JK-i mozgáskomponensek értékelése adcionális prognosztikai értékkel bír billentyűbetegségekben (12–15). A mesterséges intelligencián alapuló módszerek fejlesztése továbbá megkönnyítheti a JK-i EF meghatározását (16–18). Emellett a JK miokardiális munkaindexei is kiszámíthatók, amelyek kontraktilitással való összefüggését invazív mérésekkel validálták, így további értékes információt szolgáltathatnak (19). A



1. ÁBRA. A jobb kamrai (JK-i) funkció echokardiográfiai paraméterei: A jobb kamrai funkció echokardiográfiai értékelése a kamra komplex anatómiai felépítése miatt jelentős kihívást jelent, ezért annak megítélésére számos paramétert alkalmaznak, mint például a tricuspidalis anuláris sík szisztolés elmozdulása (TAPSE), a frakcionális területváltozás (FAC), a szöveti Dopplerral mért szisztolés csúcssebesség (TDI S'), a jobb kamrai kiáramlási pálya sebesség-idő integrálja (RVOT VTI), a jobb kamrai strainparaméterek (beleértve a globális longitudinális strain [GLS] és a szabad fali longitudinális strain [FWLS]), a háromdimenziós jobb kamrai ejekciós frakció (3D JK-i EF), valamint a jobb kamrai mozgáskomponensek dekompozíciója.

szív mágneses rezonanciás (MRI) vizsgálata is kiemelt szerepet játszik a JK-i volumenek pontos kvantifikálásában. Ezen módszerek hozzájárulnak a patofiziológiai folyamatok részletesebb megértéséhez, értékes prognosztikus információkat szolgáltatnak, valamint elősegítik a személyre szabott rizikóstratifikációt (20, 21) (1. ábra).

A szívsebészeti és a katéteres beavatkozások előtt a multidiszciplináris heart teamek a betegek egyéni jellemzőinek mérlegelésével határozzák meg az optimális kezelési stratégiát. Mivel a morbiditás és mortalitás egyik lényeges meghatározója a JK-funkció, ennek paramétereit is érdemes figyelembe venni a döntéshozatal során. Jelen összefoglaló közleményünk célja, hogy áttekintse a korszerű képkalkoló módszerek alkalmazását a JK funkciójának értékelésében szívsebészeti és intervenciós beavatkozásokon áteső billentyűbeteg esetében, valamint bemutassa a JK-diszfunkció és a kedvezőtlen kimenetelek közötti összefüggéseket.

Jobb kamrai funkció billentyűbetegségek szívsebészeti műtétje és strukturális intervenciója esetén

A JK-funkció az elmúlt években egyre nagyobb figyelmet kapott a kardiovaszkuláris betegségek széles spektrumában, és növekvő számú bizonyíték támasztja alá prognosztikus jelentőségét (22). A JK-funkció prognosztikus szerepével foglalkozó cikkekről az 1. táblázatban található egy összefoglaló.

Aortabillentyű-stenosis és aortabillentyű-regurgitáció

Az aortabillentyű betegségei kezdetben elsősorban a BK-t érintik, azonban a fokozatosan romló diasztolés diszfunkció és a megemelkedett BK-i nyomások idővel adverz pulmonális vaszkuláris remodellációhoz vezetnek, amelyet JK-i hemodinamikai túlterhelés és diszfunkció kísér. A fejlett országokban jelenleg a több mint 9 millió embert érintő súlyos fokú aortastenosis (AS) a leggyakoribb billentyűbetegség, és prevalenciája a népesség öregedésével tovább növekszik (23). AS-ben a JK-i diszfunkció az utóbbi években egyre nagyobb figyelmet kapott. Bár az elsődleges lézió a bal szívfélben helyezkedik el, a krónikus nyomásterhelés és a szekunder pulmonális hipertónia jelentős mértékben befolyásolhatja a JK-t, csökkent 3D JK-i EF-et eredményezve (24). Az extravalvuláris kardiopulmonális károsodás meghatározott stádiumokba sorolása ebben a klinikailag összetett betegpopulációban további prognosztikus értékkel bírónak bizonyult (25). A károsodott JK-funkciót mind a sebészi, mind a transzkatéteres aortabillentyű-csere (TAVI) után magasabb mortalitással és kedvezőtlen kimenettel hozták összefüggésbe. *Bohbot és munkatársai* kimutatták, hogy a TAPSE <17 mm az ösztimulációs független prediktorának bizonyult sebészi aortabillentyű-csere után, még súlyos AS-ben szenvedő, tünetmentes betegek esetében is (26). *Nabeshima és munkatársai* kimutatták, hogy a csökkent 3D JK-i EF kedvezőtlen kardiális események előrejelzésével társult még tünetmentes AS-betegek körében is. Egy 392 tünetmentes egyént magában foglaló kohorszban a 3D JK-i EF prognosztikus határértéke megközelítőleg 41%-nak bizonyult (27). E megfigyeléseket kiegészítve *Nies és munkatársai* 114, paradox low-flow low-gradient AS-ben szenvedő beteget vizsgáltak, akik TAVI-n estek át, és kimutatták, hogy a károsodott jobb kamrai/pulmonális artériás kapcsolás előre jelezte a kedvezőtlen kimeneteleket. A <0,31 mm/Hgmm tricuspidalis annulus síkjának szisztolés elmozdulás/szisztolés pulmonális artériás nyomás (TAPSE/sPAP) alkalmas volt a magasabb mortalitási és szívelégtelenség miatti hospitalizációs rizikó azonosítására, és a jobb kamrai/pulmonális artériás kapcsolás többváltozós modellben is független prognosztikus prediktor maradt (28). Ezekkel az eredményekkel összhangban *Kitano és munkatársai* kimutatták, hogy súlyos fokú AS miatt TAVI-n

1. TÁBLÁZAT. Jobb kamrai funkcionális paraméterek prognosztikai szerepe billentyűbetegségekben

A közlemény szerzői	Vizsgált populáció	Jobb kamrai paraméterek	Végpont	HR/OR
<i>Geneureux et al.</i> (25)	SVAR vagy TAVR n=1661	JK-károsodás, 4. stádium	Egyéves, össz mortalityás az aortabillentyű-csere után	HR: 1,46 (CI: 1,27–1,67); p<0,0001
<i>Bohbot et al.</i> (26)	AS AVA <1,3 cm ² n=2181	TAPSE	Összmortalityás az utánkövetési idő alatt	TAPSE <17 mm; HR: 1,55 (CI: 1,21–1,97)
<i>Nabeshima et al.</i> (27)	Tünetmentes AS n=392	3D JK-i EF, FAC, JK-i FWLS, JK-i GLS	Jövőbeli kardiális események a medián 27 hónapos követés során	3D JK-i EF HR: 0,891 (CI: 0,864–0,917); p<0,001; FAC HR: 0,916 (CI: 0,884–0,949); p<0,001; JK-i FWLS HR: 0,887 (CI: 0,841–0,963); p<0,001, JK-i GLS HR: 0,820 (CI: 0,765–0,880); p<0,001
<i>Nies et al.</i> (28)	pLFLG AS (paradox alacsony áramlású, alacsony gradiensű AS) n=114	TAPSE/sPAP arány, FAC, sPAP,	Összmortalityás TAVI után	TAPSE/sPAP HR: 0,077 (CI: 0,009–0,666); p=0,020; FAC HR: 0,957 (CI: 0,923–0,993); p=0,019; sPAP HR: 1,023 (CI: 1,004–1,043); p=0,019
<i>Kitano et al.</i> (29)	Szívbetegségben szenvedő betegek n=341	3D JK-i EF, JK-i GLS, JK-i GCS, JK-i GAS, TAPSE	Kompozit kardiális végpont (kardiális halálozás, szívelégtelenség miatti hospitalizáció, kamrai tachyarrhythmia) medián 20 hónapos utánkövetés során	JK-i EF <30%; HR: 4,32; CI: (2,03–9,22); p<0,001; JK-i GCS <19%; HR: 2,40; CI: (1,22–4,73); p=0,011; JK-i GLS <15%; HR: 3,61 (CI: 1,70–7,67); p<0,001; JK-i GAS <30%; HR: 3,37; (CI: 1,59–7,16); p=0,002; TAPSE <17 mm; HR: 2,16; (CI: 1,08–4,30); p=0,028
<i>Mao et al.</i> (30)	Aorta regurgitáció miatt TAVR-en átesett betegek n=648	TAPSE	2 éves összhalálozás	HR: 0,553 (CI: 0,338–0,905); p=0,018
<i>Lupi et al.</i> (32)	Súlyos mitrális regurgitáció, TEER n=142	JK-i FWLS, JK-i GLS, FAC	Kompozit végpont: össz mortalityás vagy szívelégtelenség miatti hospitalizáció 1 éves utánkövetés során	JK-i FWLS HR: 1,24 (CI: 1,15–1,33); p<0,001; JK-i FWLS <-18% HR: 5,34 (CI: 2,75–10,4); p<0,001; JK-i GLS HR: 1,049 (CI: 1,017–1,082); p<0,002; JK-i GLS <-15% HR: 3,06 (CI: 1,6–5,84); p<0,001; FAC HR: 0,96 (CI: 0,92–0,99); p=0,019
<i>Lachmann et al.</i> (33)	Súlyos mitrális regurgitáció TEER n=1154	Mélytanulással becsült JK-i EF, TAPSE, FAC, JK-i FWLS	1 éves össz mortalityás TEER után	JK-i EF HR: 0,687 (CI: 0,642–0,731); TAPSE HR: 0,625 (CI: 0,576–0,674), FAC HR: 0,577 (CI: 0,521–0,633); JK-i FWLS HR: 0,637 (CI: 0,566–0,708)
<i>Tokodi et al.</i> (35)	Nyitott szívműtét mitrális billentyűcsere/rekonstrukció n=42	LEF, 3D JK-i GLS, JK-i FWLS	Korai posztoperatív jobb kamrai diszfunkció kockázatának azonosítása	Preop. LEF OR: 1,33 (CI: 1,08–1,77); p<0,05; preop. 3D JK-i GLS OR: 0,82 (CI: 0,68–0,94)
<i>Shechter et al.</i> (36)	Mitrális regurgitáció TEER n=707	TAPSE/sPAP arány	Kompozit végpont: össz mortalityás vagy szívelégtelenség miatti hospitalizáció 1 éves utánkövetés során	Alacsony TAPSE/sPAP arány (<0,37 mm/Hgmm) HR: 2,84 (CI: 1,09–7,43); p=0,033
<i>Ladanyi et al.</i> (40)	STR n=205	JK-i EF	Kompozit végpont: szívelégtelenség miatti hospitalizáció és össz mortalityás	HR: 0,98 (CI: 0,961–1,000)
<i>Ancona et al.</i> (41)	Izolált tricuspidalis billentyűműtét n=79	JK-i FWLS	30 napos mortalityás	HR: 0,83 (CI: 0,73–0,94); AUC: 0,833 (IC: 0,72–0,95)
<i>Kim et al.</i> (42)	Izolált tricuspidalis billentyűműtét súlyos TR miatt n=111	JK-i GLS	Kompozit végpont: kardiovaszkuláris mortalityás, szívelégtelenség miatti hospitalizáció, reoperáció vagy transzplantáció	Preop. HR: 0,86 (CI: 0,79–0,93); Postop. HR: 0,89 (CI: 0,82–0,96)

1. TÁBLÁZAT. Jobb kamrai funkcionális paraméterek prognosztikai szerepe billentyűbetegségekben (folytatás)

<i>Kim M et al.</i> (43)	Izolált tricuspidalis billentyűműtét súlyos TR miatt n=115	JK-i FWLS	5 éves kompozit végpont: kardiális halálozás vagy nem tervezett, kardiovaszkuláris okú rehospitalizáció	Abszolút; preop. JK-i FWLS <24% HR: 2,30 (CI: 1,22–4,36)
<i>Kresoja et al.</i> (44)	Súlyos tricuspidalis regurgitáció, TTVR (transcatheter tricuspid valve replacement) n=79	JK-i EF	Kompozit végpont: ösztörtalitás vagy szívelégtelenség miatti hospitalizáció	HR: 6,62 (CI: 2,77–15,77)
<i>von Bardeleben et al.</i> (45)	Középsúlyos-súlyos vagy súlyos tricuspidalis regurgitáció, TriClip beavatkozás n=85	TAPSE	Kompozit végpont: mortalitás, szívelégtelenség miatti hospitalizáció	HR: 7,19 (1,44–35,9)
<i>Orban et al.</i> (46)	Súlyos tricuspidalis regurgitáció, TTVR n=75	JK-i EF	Ösztörtalitás 1 éves utánkövetés során	Preprocedurális HR: 0,18; p=0,007

áteső betegek esetében a 3D strainanalízissel igazolt JK-i diszfunkció a hátrányos kimenetel szignifikáns prediktorának bizonyult. A 341 betegből álló populációban az intervenció előtt mintegy 30%-nál volt kimutatható csökkent JK-i strain, és ez a betegcsoport az eljárás után magasabb mortalitási és szívelégtelenség miatti hospitalizációs kockázattal volt összefüggésbe hozható. A JK-i strain prognosztikai ereje független volt a BK-funkciótól, és meghaladta a hagyományos JK-i paraméterek prognosztikus értékét, alátámasztva a korszerű JK-i mérések jelentőségét a rizikóstratifikációban (29). Összességében a JK-funkció modern technikákkal való meghatározása kulcsfontosságú eszközzé vált az AS-betegek kimenetelének megítélésében.

Aortaregurgitációban (AR) a krónikus BK-i volumen-terhelés hatása gyakran a JK-ra is kiterjed. *Mao és munkatársai* egy 648 beteg magában foglaló nagy kohorszban, AR miatt TAVI-n átesett betegek körében, kimutatták, hogy a már fennálló JK-i diszfunkció (TAPSE alapján meghatározva) független prognosztikus faktora volt a kétéves mortalitásnak. Ezek az eredmények hangsúlyozzák a JK-funkció szisztematikus értékelésének jelentőségét AR-ben, mivel a diszfunkció korai markerként szolgálhat kedvezőtlen kimenetek előrejelzésére még sikeres billentyűintervenció után is (30).

Mitrális stenosis és mitrális regurgitáció

A mitrális billentyű betegségei a leggyakoribb billentyű-elégtelenségek közé tartoznak, önmagában a különböző súlyosságú mitrális regurgitáció (MR) világszerte mintegy 24 millió embert érint (23). Magas prevalenciájuk és az általuk okozott jelentős klinikai terhelés miatt a mitrális billentyűbetegségek évente nagyszámú sebészeti beavatkozás és transzkatóteres intervenció indikációját képzik (31). Ezen betegekben a BK-i volumenterhelés indirekt következményei gyakran befolyásolják a JK

hemodinamikáját. Emellett a mitrális billentyűbetegség etiológiája sok esetben az ellenoldali atrioventricularis billentyűn is megjelenik, ami a tricuspidalis billentyű diszfunkcióján keresztül közvetlen JK-i terheléshez vezet. Másodlagos MR-ben a JK-i strainparamétereket a klinikai kimenetel érzékeny prediktoraiként azonosították. Egy 142 beteg magában foglaló kohorszban, amelyben a páciensek transzkatóteres edge-to-edge repair (TEER) beavatkozáson estek át, a károsodott JK-i szabad fali longitudinális strain (FWLS) $\leq -18\%$ és a GLS $< -15\%$ értékek szoros összefüggést mutattak az egyéves ösztörtalitás és a szívelégtelenség miatti hospitalizáció kombinált végpontjával. A hagyományos JK-i paraméterekkel – mint a TAPSE és a FAC – összehasonlítva a strainanalízis erősebb kapcsolatot mutatott a klinikai kimenetekkel (32). *Lachmann és munkatársai* a vizsgálatukba 1154, súlyos MR-ben szenvedő, TEER-kezelt betegre vontak be, és egy mesterséges intelligencián alapuló módszer segítségével határozták meg a JK-i EF-et. A 45% alatti JK-i EF-fel rendelkező betegek egyéves túlélése szignifikánsan rosszabb volt, mint a megtartott JK-i EF-ű betegek esetében (33). *Fortmeier és munkatársai* 851, súlyos MR miatt TEER beavatkozással kezelt betegnél azt találták, hogy bár a beavatkozás jelentős kedvező hatással volt a BK-i hemodinamikára, a három hónapos echokardiográfiás utánkövetés során nem volt kimutatható JK-i funkcionális javulás, sem a hagyományos paraméterek, mint például a TAPSE, sem a mesterséges intelligencia által becsült JK-i EF alapján (34). Egy prospektív vizsgálatban, amelybe 42, sebészeti mitrálisbillentyű-cserén átesett betegre vontak be, *Tokodi és munkatársai* 3D echokardiográfia segítségével bontották fel a JK-i EF-et különböző irányú mozgáskomponensekre. Átmeneti posztoperatív eltolódást észleltek a longitudinális kontrakció túlsúlya felől a radiális kontrakció irányába, amely hat hónapon belül normalizálódott. Figyelemre

méltó módon a preoperatív longitudinális EF független prediktora volt a jobbszívfél-katéterezéssel meghatározott, korai posztoperatív JK-diszfunkciónak, ami arra utal, hogy a 3D JK-i mechanikai paraméterek nemcsak a perioperatív adaptáció jellemzésére alkalmasak, hanem az akut JK-elégtelenség fokozott kockázatának kitett betegek azonosítását is lehetővé tehetik (35). A jobb szívfél jelentőségének további hangsúlyozására egy több mint 700 beteget magában foglaló, egycentrumos vizsgálatban *Shechter és munkatársai* megerősítették a jobb kamrai/pulmonális artériás kapcsolás prognosztikus jelentőségét, amelyet a TAPSE/sPAP aránnyal kvantifikáltak. A 0,37 mm/Hgmm alatti kiindulási arány szignifikánsan magasabb mortalitással és rehospitalizációs aránnyal társult (36). Ezen vizsgálatok rávilágítanak arra, hogy a modern echokardiográfiai módszerek klinikailag releváns prognosztikus információt szolgáltatnak másodlagos MR-ben, hangsúlyozva a JK-i funkcionális státusz részletes elemzésének szükségességét a mitrális billentyűt érintő beavatkozások előtt.

Mivel a mitrális stenosis (MS) előfordulása az elmúlt évtizedekben jelentősen csökkent, ebben a betegcsoportban kevesebb adat áll rendelkezésre a JK szerepéről. Egy közelmúltban végzett vizsgálatban *Ladányi és munkatársai* 3D echokardiográfiát alkalmaztak az MS JK-i mechanikára gyakorolt hatásának vizsgálatára 39 MS beteg és 39 kontroll összehasonlításával. Eredményeik szerint az MS szignifikánsan rontja a globális JK-i funkciót, csökkent 3D JK-i EF-fel, valamint mérsékelten csökkent longitudinális és radiális mozgáskomponensekkel, miközben az anteroposterior mozgáskomponens relatív hozzájárulása a globális funkcióhoz növekedett. A pitvarfibrilláció jelenléte tovább rontotta a JK-funkciót. Ezek az eredmények hangsúlyozzák, hogy az MS komplex JK-i mechanikai eltéréseket indukál már korai stádiumban is, amelyek rejtve maradhatnak hagyományos echokardiográfiai vizsgálatok során (37). *Kumar és munkatársai* kimutatták továbbá, hogy ballonos mitrális valvuloplasztikán áteső betegek esetében a TAPSE, a FAC, a globális JK-i szisztolés strain, valamint a septum bazális, középső és apicalis szegmentumaiban mért szegmentális strainparaméterek a beavatkozás után szignifikáns mértékben emelkedtek (38).

Tricuspidalis regurgitáció

A tricuspidalis regurgitációt (TR) hosszú időn át a jobb szívfélhez kötődő, a bal oldali billentyűbetegségekhez képest kevésbé hangsúlyos kórképnek tekintették. Az utóbbi évek vizsgálatai azonban bizonyították, hogy a TR-nek jelentős hatása volt a morbiditásra és a mortalitásra is (39). Egy 205 fős, szekunder TR-ben szenvedő betegcsoportot vizsgáló tanulmányban a globális 3D JK-i EF nem mutatott összefüggést a regurgitáció súlyosságának változásával. Ugyanakkor a JK hosszanti mozgáskomponense a regurgitáció súlyosságával elő-

rehaladva csökkent, míg a radiális komponens szignifikáns összefüggést mutatott a szívelégtelenség miatti hospitalizáció és az összhalálozás kompozit végpontjával (40). Hagyományosan a súlyos fokú TR standard kezelése a sebészi beavatkozás, a billentyűplasztika vagy -csere, volt igen válogatott populációban. Ugyanakkor ez viszonylag magas perioperatív kockázattal jár, és az utóbbi években a transzkatéteres beavatkozások kevésbé invazív alternatívaként jelentek meg a tünetes, súlyos fokú TR-rel élő, magas kockázatú betegek kezelésében. *Ancona és munkatársai* retrospektív módon elemezték 79, izolált tricuspidalisbillentyű-műtéten átesett beteg adatait, és azt találták, hogy az FWLS volt a legerősebb prediktora a 30 napos mortalitásnak, felülmúlva a hagyományos echokardiográfiai paramétereket. Az FWLS kockázati score-rendszerekbe történő bevonása javította a prognosztikus pontosságot, kiemelve szerepét a preoperatív rizikóstratifikációban (41). *Kim és munkatársai* retrospektív elemzést végeztek 111, súlyos, izolált TR-ben szenvedő beteg esetében, akik tricuspidalisbillentyű-műtéten estek át. A speckle-tracking echokardiográfiával, a műtét előtti és utáni időpontokban mért csökkent jobb kamrai és biventricularis, globális, longitudinális strain független prediktora volt a kedvezőtlen kimenetelnek, beleértve a halálozást, a szívelégtelenség miatti hospitalizációt, a reoperációt és a transzplantációt. A JK-i GLS <17,2% és a biventricularis GLS <34,0% a magas kockázatú betegek azonosítására alkalmasnak bizonyult, alátámasztva, hogy a strainalapú értékelés a hagyományos echokardiográfiai paramétereken túlmenően jelentős prognosztikus információt szolgáltat (42). TR miatt TEER-en átesett betegeknél korai JK-i reverz remodeláció figyelhető meg, amelyet a JK-i végdiasztolés terület és a tricuspidalis annulus átmérőjének jelentős csökkenése jellemez. Bár a hagyományos JK-i echokardiográfiai paraméterek, mint a TAPSE és a FAC, az intervenció után csupán mérsékelt változást mutattak, a jobb kamrai/pulmonális artériás kapcsolás, a TAPSE/sPAP arány, szignifikánsan javult. A kedvezőbb jobb kamrai/pulmonális artériás kapcsolás szoros összefüggést mutatott a klinikai kimenetekkel, beleértve a tüneti javulást és a szívelégtelenséghez kapcsolódó események csökkenését, alátámasztva annak prognosztikus jelentőségét (43). *Kresoja és munkatársai* a JK-i kontrakciós mintázatokat elemezték súlyos fokú TR miatt transzkatéteres tricuspidalisbillentyű-plasztikán átesett betegeknél szív-MRI alkalmazásával. A megtartott vagy kompenzált JK-funkció kedvező klinikai kimenetekkel volt összefüggésben, míg a csökkent longitudinális és globális JK-funkció független prediktorként jelezte a kedvezőtlen események gyakoribb előfordulását, alátámasztva a JK-i kontrakciós mintázat prognosztikus értékét és potenciális szerepét a rizikóstratifikációban (44). A multicentrikus, randomizált TRILUMINATE-vizsgálat alapján a TriClippel végzett TEER reverz remodelációt eredményezett a JK volu-

menterhelésének csökkenése révén. A TEER után a JK-i végdiasztolés átmérő, valamint a TAPSE és a FAC mind javulást mutattak, alátámasztva a beavatkozás kedvező hatását a JK-funkcióra és a hemodinamikára (45). Orban és munkatársai 75, súlyos fokú TR miatt TEER-en átesett beteget vontak be retrospektív vizsgálatukba. A JK funkcióját 3D echokardiográfiával értékelték a beavatkozás előtt és után. Bár a beavatkozást követően a JK térfogata csökkent, a 3D JK-i EF is csökkenést mutatott. Fontos megfigyelés, hogy az alacsonyabb preprocedurális 3D JK-i EF összefüggést mutatott az 1 éves mortalitással, míg a hagyományos JK-i funkcionális paraméterek (például a TAPSE) nem rendelkeztek szignifikáns prognosztikus értékkel ebben a betegpopulációban. A posztprocedurális 3D JK-i EF-csökkenés nem mutatott összefüggést a kedvezőtlen kimenetekkel, valószínűleg a csökkent előterhelés következményeként. Eredményeik hangsúlyozzák a 3D JK-i EF szerepét a betegek kiválasztásában és a rizikóstratifikációban tricuspidalis TEER előtt (46).

Következtetések

A JK-funkció kiemelkedő prognosztikus jelentőségű a billentyűbetegségek szívsebészeti műtétje és strukturális intervenciója kapcsán. Korábban a BK-hoz képest jelentéktelennek tartott JK-i morfológiát és mechanikát ma már a preoperatív értékelés, a perioperatív menedzsment és a posztoperatív kimenetel becslése nélkülözhetetlen elemének tekintik. A kardiovaszkuláris képalkotás fejlődése – különösen a speckle-tracking echokardiográfia, a 3D echokardiográfia és a szív-MRI – jelentősen növelte a JK-i funkcionális analízisek pontosságát és reprodukálhatóságát, miközben mérsékelte a hagyományos kétdimenziós paraméterek, például a TAPSE, a FAC és a tricuspidalis annulus szisztolés TDI S' geometriai és technikai korlátait. A legújabb eredmények a fejlett JK-i képalkotó módszerek rutinszerű alkalmazását támogatják a klinikai gyakorlatban, szívsebészeti és transzkatóéteres beavatkozásokon áteső betegek esetében. A részletes JK-i funkcionális elemzés nemcsak a patofiziológiai mechanizmusok mélyebb megértését teszi lehetővé, hanem a rizikóstratifikáció pontosításában is kulcsszerepet játszik, különösen a klinikailag igen heterogén billentyűbeteg populációkban.

A szerzők hozzájárulása

K. A., M. B., L. B. K. és L. Z. dolgozták ki a tanulmány koncepcióját és tervét. P. E., P. V., L. B. K. és L. Z. készítették a kézirat első változatát. P. E., P. V., L. B. K. és L. Z. készítették az ábrát. P. E., P. V., T. T. K., Fáb. A., Fer. A., Tok. M., Tol. M., N. A., K. A., M. B., L. B. K. és L. Z. valamennyien átolvasták és véleményezték a kézirat végleges változatát. Valamennyi szerző hozzájárult a közlemény elkészítéséhez, és jóváhagyta a benyújtott verziót.

Összeférhetetlenség

A. K. az *Argus Cognitive, Inc.* vezető orvosszakmai tisztviselőjeként (chief medical officer) tevékenykedik, és munkájáért pénzügyi juttatásban részesül, a benyújtott kéziraton kívüli tevékenységei kapcsán. A többi szerzőnek nincs összeférhetetlensége.

Finanszírozás

A 2024-1.2.3-HU-RIZONT-2024-00057 számú projekt a Kulturális és Innovációs Minisztérium támogatásával, a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alap forrásából, a 2024-1.2.3-HU-RIZONT finanszírozási konstrukció keretében valósult meg. Az RRF-2.3.1-21-2022-00003 számú projekt az Európai Unió támogatásával került megvalósításra. Fáb. A. (EKÖP-2025-683), Fer. A. (EKÖP-2025-595), Tol. M. (EKÖP-2025-596) és L. Z. (EKÖP-2025-443) a Kulturális és Innovációs Minisztérium által meghirdetett, a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alap forrásából finanszírozott, 2025-2.1.1-EKÖP-2025-00014 számú Egyetemi Kutatói Ösztöndíj Program támogatásában részesültek. Tok. M., K. A. és L. B. K. egyénileg a Magyar Tudományos Akadémia Bolyai János Kutatási Ösztöndíjában részesültek. Tok. M., K. A. és L. B. K. kutatási támogatást kapott a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivaltól (Tok. M.: FK 152450, K. A.: FK 142573, L. B. K.: FK 153449).

Irodalom

- Roth GA, Mensah GA, Johnson CO, et al. Global Burden of Cardiovascular Diseases and Risk Factors, 1990–2019: Update From the GBD 2019 Study. *J Am Coll Cardiol* 2020 Dec 22; 76(25): 2982–3021. <https://www.jacc.org/doi/10.1016/j.jacc.2020.11.010>
- Disease GBD, Injury I, Prevalence C. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 354 diseases and injuries for 195 countries and territories, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet* 2018 Nov 10; 392(10159): 1789–1858. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)32279-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)32279-7)
- Donald DE, Essex HE. Pressure studies after inactivation of the major portion of the canine right ventricle. *Am J Physiol* 1954 Jan; 176(1): 155–61. <https://doi.org/10.1152/ajplegacy.1953.176.1.155>
- Rose JC, Cosimano SJ, Jr., Hufnagel CA, et al. The effects of exclusion of the right ventricle from the circulation in dogs. *J Clin Invest* 1955 Nov; 34(11): 1625–31. <https://doi.org/10.1172/JCI103215>
- Tsipis A, Petropoulou E. Echocardiography in the Evaluation of the Right Heart. *US Cardiol* 2022; 16: e08. <https://doi.org/10.15420/usc.2021.03>
- Haddad F, Doyle R, Murphy DJ, et al. Right ventricular function in cardiovascular disease, part II: pathophysiology, clinical importance, and management of right ventricular failure. *Circulation* 2008 Apr 1; 117(13): 1717–31. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.107.653584>
- Kovacs A, Lakatos B, Tokodi M, et al. Right ventricular mechanical pattern in health and disease: beyond longitudinal shortening. *Heart Fail Rev* 2019 Jul; 24(4): 511–520. <https://doi.org/10.1007/s10741-019-09778-1>
- Padovani P, Werner O, Huguet H, et al. Health-related quality of life in patients with a systemic right ventricle: the QUALISYSTEMIC study. *Eur J Cardiovasc Nurs* 2025 Dec 29; 24(8): 1260–1271. <https://doi.org/10.1093/eurjcn/zvaf156>
- Dubrock HM, Frantz RP, Beck G, et al. Health-Related Quality of Life and Noninvasive Metrics of Right Ventricular Function across the Spectrum of Pulmonary Hypertension. *Chest* 2024 Oct; 166(4): 5783a–5785a. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2024.06.3430>
- Zhang S, Yang ZG, Sun JY, et al. Assessing right ventricular function in patients with hypertrophic cardiomyopathy with cardiac MRI: correlation with the New York Heart Function Assessment (NYHA) classification. *PLoS One* 2014; 9(9): e104312. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0104312>

11. Tolvaj M, Kovacs A, Radu N, et al. Significant Disagreement Between Conventional Parameters and 3D Echocardiography-Derived Ejection Fraction in the Detection of Right Ventricular Systolic Dysfunction and Its Association With Outcomes. *J Am Soc Echocardiogr* 2024 Jul; 37(7): 677–686. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2024.04.005>
12. Ladányi Z, Bárczi A, Fabian A, et al. Get to the heart of pediatric renal transplantation: a three-dimensional echocardiography study. *Journal of the American College of Cardiology* 2023; 81(8_Supplement): 1515–1515. [https://www.jacc.org/doi/full/10.1016/S0735-1097\(23\)01959-9](https://www.jacc.org/doi/full/10.1016/S0735-1097(23)01959-9)
13. Hinojar R, Zamorano JL, Gonzalez Gomez A, et al. Prognostic Impact of Right Ventricular Strain in Isolated Severe Tricuspid Regurgitation. *J Am Soc Echocardiogr* 2023 Jun; 36(6): 615–623. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2023.02.009>
14. Lakatos B, Toser Z, Tokodi M, et al. Quantification of the relative contribution of the different right ventricular wall motion components to right ventricular ejection fraction: the ReVISION method. *Cardiovasc Ultrasound* 2017 Mar 27; 15(1): 8. <https://doi.org/10.1186/s12947-017-0100-0>
15. Tokodi M, Staub L, Budai A, et al. Partitioning the Right Ventricle Into 15 Segments and Decomposing Its Motion Using 3D Echocardiography-Based Models: The Updated ReVISION Method. *Front Cardiovasc Med* 2021; 8: 622118. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2021.622118>
16. Szijarto A, Merkely B, Kovacs A, et al. Deep learning-enabled echocardiographic assessment of biventricular ejection fractions: the dual-task QUEST-EF model. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2025 Jul 31; 26(8): 1402–1405. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jeaf147>
17. Szijarto A, Nicoara A, Podgoreanu M, et al. Artificial intelligence-enabled reconstruction of the right ventricular pressure curve using the peak pressure value: a proof-of-concept study. *Eur Heart J Imaging Methods Pract* 2024 Oct; 2(4): qyae099. <https://doi.org/10.1093/ehjimp/qyae099>
18. Tokodi M, Magyar B, Soos A, et al. Deep Learning-Based Prediction of Right Ventricular Ejection Fraction Using 2D Echocardiograms. *JACC Cardiovasc Imaging* 2023 Aug; 16(8): 1005–1018. <https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2023.02.017>
19. Lakatos BK, Rako Z, Szijarto A, et al. Right ventricular pressure-strain relationship-derived myocardial work reflects contractility: Validation with invasive pressure-volume analysis. *J Heart Lung Transplant* 2024 Jul; 43(7): 1183–1187. <https://doi.org/10.1016/j.healun.2024.03.007>
20. Molnar AA, Santa A, Merkely B. Echocardiography Imaging of the Right Ventricle: Focus on Three-Dimensional Echocardiography. *Diagnostics (Basel)* 2023 Jul 25; 13(15). <https://doi.org/10.3390/diagnostics13152470>
21. Rudski LG, Lai WW, Afilalo J, et al. Guidelines for the echocardiographic assessment of the right heart in adults: a report from the American Society of Echocardiography endorsed by the European Association of Echocardiography, a registered branch of the European Society of Cardiology, and the Canadian Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 2010 Jul; 23(7): 685–713.; quiz 786–8. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2010.05.010>
22. Keller M, Fabian A, Bandini A, et al. Impact of the right ventricular mechanical pattern assessed by three-dimensional echocardiography on adverse outcomes following cardiac surgery. *Sci Rep* 2025 Feb 15; 15(1): 5623. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-89122-w>
23. Aluru JS, Barsouk A, Saginala K, et al. Valvular Heart Disease Epidemiology. *Med Sci (Basel)* 2022 Jun 15; 10(2). <https://doi.org/10.3390/medsci10020032>
24. Fulop P, Valocik G, Barbierik Vachalcova M, et al. Aortic stenosis and right ventricular dysfunction. *Int J Cardiovasc Imaging* 2024 Feb; 40(2): 299–305. <https://doi.org/10.1007/s10554-023-02986-9>
25. Genereux P, Pibarot P, Redfors B, et al. Staging classification of aortic stenosis based on the extent of cardiac damage. *Eur Heart J* 2017 Dec 1; 38(45): 3351–3358. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehx381>
26. Bohbot Y, Guignant P, Rusinaru D, et al. Impact of Right Ventricular Systolic Dysfunction on Outcome in Aortic Stenosis. *Circ Cardiovasc Imaging* 2020 Jan; 13(1): e009802. <https://doi.org/10.1161/CIRCIMAGING.119.009802>
27. Nabeshima Y, Kitano T, Takeuchi M. Prognostic Value of the Three-Dimensional Right Ventricular Ejection Fraction in Patients With Asymptomatic Aortic Stenosis. *Front Cardiovasc Med* 2021; 8: 795016. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2021.795016>
28. Nies RJ, Nettersheim FS, Braumann S, et al. Right ventricular dysfunction and impaired right ventricular-pulmonary arterial coupling in paradoxical low-flow, low-gradient aortic stenosis. *Eur J Heart Fail* 2024 Nov; 26(11): 2340–2352. <https://doi.org/10.1002/ehfj.3329>
29. Kitano T, Kovacs A, Nabeshima Y, et al. Prognostic Value of Right Ventricular Strains Using Novel Three-Dimensional Analytical Software in Patients With Cardiac Disease. *Front Cardiovasc Med* 2022; 9: 837584. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2022.837584>
30. Mao Y, Liu Y, Zhai M, et al. Prognostic value of right ventricular dysfunction in aortic regurgitation after transcatheter aortic valve replacement. *Front Cardiovasc Med* 2024; 11: 1424116. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2024.1424116>
31. Marin-Cuartas M, Kang J, Noack T, et al. Surgical Mitral Valve Repair vs. Replacement After Failed Mitral Transcatheter Edge-to-Edge Repair: The CUTTING-EDGE Registry. *JACC Cardiovasc Interv* 2025 Apr 14; 18(7): 912–923. <https://doi.org/10.1016/j.jcin.2025.02.008>
32. Lupi L, Italia L, Pagnesi M, et al. Prognostic value of right ventricular longitudinal strain in patients with secondary mitral regurgitation undergoing transcatheter edge-to-edge mitral valve repair. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2023 Oct 27; 24(11): 1509–1517. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jead103>
33. Lachmann M, Fortmeier V, Stolz L, et al. Deep Learning-Enabled Assessment of Right Ventricular Function Improves Prognostication After Transcatheter Edge-to-Edge Repair for Mitral Regurgitation. *Circ Cardiovasc Imaging* 2025 Jan; 18(1): e017005. <https://doi.org/10.1161/CIRCIMAGING.124.017005>
34. Fortmeier V, Hesse A, Trenkwalder T, et al. Employment of artificial intelligence for an unbiased evaluation regarding the recovery of right ventricular function after mitral valve transcatheter edge-to-edge repair. *Eur J Heart Fail* 2025 Jun 9. <https://doi.org/10.1002/ehfj.3705>
35. Tokodi M, Nemeth E, Lakatos BK, et al. Right ventricular mechanical pattern in patients undergoing mitral valve surgery: a predictor of post-operative dysfunction? *ESC Heart Fail* 2020 Jun; 7(3): 1246–1256. <https://doi.org/10.1002/ehf2.12682>
36. Shechter A, Vaturi M, Kaewkes D, et al. Prognostic Value of Baseline Tricuspid Annular Plane Systolic Excursion to Pulmonary Artery Systolic Pressure Ratio in Mitral Transcatheter Edge-to-Edge Repair. *J Am Soc Echocardiogr* 2023 Apr; 36(4): 391–401 e19. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2022.12.026>
37. Ladanyi Z, Eltayeb A, Fabian A, et al. The effects of mitral stenosis on right ventricular mechanics assessed by three-dimensional echocardiography. *Sci Rep* 2024 Jul 24; 14(1): 17112. <https://www.nature.com/articles/s41598-024-68126-y#citeas>
38. Kumar V, Jose VJ, Pati PK, et al. Assessment of right ventricular strain and strain rate in patients with severe mitral stenosis before and after balloon mitral valvuloplasty. *Indian Heart J* 2014 Mar–Apr; 66(2): 176–82. <https://doi.org/10.1016/j.ihj.2014.02.012>
39. Leclercq F, Lorca L, Agullo A, et al. Evolution of right ventricular dysfunction and tricuspid regurgitation after TAVI: A prospective study. *Int J Cardiol* 2022 Apr 15; 353: 29–34. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2022.01.033>
40. Ladanyi Z, Lakatos BK, Clement A, et al. Mechanical Adaptation of the Right Ventricle to Secondary Tricuspid Regurgitation and Its Association With Patient Outcomes. *J Am Soc Echocardiogr* 2025 Jul; 38(7): 601–612. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2025.02.011>
41. Ancona F, Belletini M, Polizzi G, et al. Short-term outcome after isolated tricuspid valve surgery: prognostic role of right ventricular strain. *Eur J Cardiothorac Surg* 2024 Nov 4; 66(5). <https://doi.org/10.1093/ejcts%2Fzcae405>
42. Kim DY, Seo J, Cho I, et al. Prognostic Implications of Biventricular Global Longitudinal Strain in Patients With Severe Isolated Tricuspid Regurgitation. *Front Cardiovasc Med* 2022; 9: 908062. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2022.908062>
43. Kim M, Lee HJ, Park JB, et al. Preoperative Right Ventricular Free-Wall Longitudinal Strain as a Prognosticator in Isolated Surgery for Severe Functional Tricuspid Regurgitation. *J Am Heart Assoc* 2021 May 4; 10(9): e019856. <https://doi.org/10.1161/JAHA.120.019856>
44. Kresoja KP, Rommel KP, Lucke C, et al. Right Ventricular Contraction Patterns in Patients Undergoing Transcatheter Tricuspid Valve Repair for Severe Tricuspid Regurgitation. *JACC Cardiovasc Interv* 2021 Jul 26; 14(14): 1551–1561. <https://www.jacc.org/doi/10.1016/j.jcin.2021.05.005>
45. von Bardeleben RS, Lurz P, Sorajja P, et al. Two-Year Outcomes for Tricuspid Repair With a Transcatheter Edge-to-Edge Valve Repair From the Transatlantic TRILUMINATE Trial. *Circ Cardiovasc Interv* 2023 Aug; 16(8): e012888. <https://doi.org/10.1161/CIRCINTERVENTIONS.122.012888>
46. Orban M, Wolff S, Braun D, et al. Right Ventricular Function in Transcatheter Edge-to-Edge Tricuspid Valve Repair. *JACC Cardiovasc Imaging* 2021 Dec; 14(12): 2477–2479. <https://www.jacc.org/doi/10.1016/j.jcmg.2021.06.026>

Degeneratív mitrálisbillentyű-betegségek – a diagnosztikától a terápiáig

Sándor-Menyhárt Orsolya, Nagy Anikó Ilona, Apor Astrid



Semmelweis Egyetem, Városmajori Szív- és Érgyógyászati Klinika, Budapest

Szerzői video-összefoglaló

Levelezési cím:

Dr. Sándor-Menyhárt Orsolya, Semmelweis Egyetem, Városmajori Szív- és Érgyógyászati Klinika, 1122 Budapest, Gaál József u. 9–11. E-mail: mmenyhartorsolya@gmail.com

A myxomatous mitrálisbillentyű-betegség a primer mitrális regurgitáció egyik leggyakoribb oka, amelyet a billentyűvitorlák progresszív degenerációja, extracelluláris mátrixátépülés és a billentyűapparátus morfológiai átalakulása jellemez.

Jelen összefoglalóban áttekintjük a degeneratív myxomatous mitrálisbillentyű-betegség etiológiáját, a mitrális billentyűt érintő szövettani változásokat, a következményes makroszkópos anatómiai eltéréseket és a betegség klinikai képét. Célunk a degeneratív myxomatous mitrálisbillentyű-elégtelenség spektrumbetegségként való bemutatása az egyes kórképekben mutatkozó különbségek kihangsúlyozásával.

Klinikai szempontból a degeneratív myxomatous mitrálisbillentyű-betegség heterogén megjelenést mutat a billentyű kompetenciáját nem érintő morfológiai eltéréstől a súlyos, hemodinamikailag jelentős mitrális regurgitációig, amely utóbbi a bal szívfél volumenterhelését és átépülését, pitvarfibrilláció és pulmonális hipertónia kialakulását okozhatja. Ezenfelül a myxomatous mitrálisbillentyű-betegség esetenként malignus aritmogén szubsztrát jelenlétével is társulhat.

A képalkotó diagnosztika, különösen az echokardiográfia kulcsszerepet játszik a betegség felismerésében, morfológiai altípusok elkülönítésében és a hemodinamikai következmények megítélésében. A mágneses rezonanciás szívvizsgálat kiegészítő diagnosztikus eljárásként segítséget nyújthat a billentyűbetegség súlyosságának pontos kvantifikációjában, a rizikóstratifikációban és a prognózis megítélésében. A degeneratív myxomatous billentyűbetegség komplex klinikai lefolyása indokoltá teszi a strukturális, hemodinamikai és aritmogén tényezők integrált értékelését, amely elősegítheti a terápiás döntéshozatal és ezáltal a hosszú távú kimenetel optimalizálását. A degeneratív myxomatous mitrális elégtelenség elsődleges terápiája a sebészeti korrekció, elsősorban a billentyűplasztika. A betegség patomechanizmusának mélyebb megértése hozzájárulhat új diagnosztikai markerek és célzott terápiás stratégiák kidolgozásához, valamint a személyre szabott betegellátás fejlődéséhez.

Kulcsszavak: degeneratív mitrális billentyű, mitrális prolapszus, mitrális regurgitáció, myxomatous mitrális billentyű

Degenerative mitral valve diseases – from diagnosis to treatment

Myxomatous mitral valve disease is one of the most common causes of primary mitral regurgitation in Europe, characterized by progressive degeneration of the valve leaflets, extracellular matrix remodelling, and morphological transformation of the valve leaflets.

The present review provides an overview of the etiology of degenerative myxomatous mitral valve disease, histological changes affecting the mitral valve, consequential macroscopic anatomical abnormalities, and the clinical presentation of the disease. Our aim is to present degenerative myxomatous mitral valve insufficiency as a spectrum disease, emphasizing the differences between the distinct clinical disorders.

From a clinical point of view, degenerative myxomatous mitral valve disease may present a heterogeneous picture, ranging from minimal morphological abnormalities to severe, hemodynamically significant mitral regurgitation, and may be associated with left atrial dilatation, atrial fibrillation, left ventricular volume overload, and the development of an arrhythmogenic substrate.

Imaging diagnostics, especially echocardiography, play a key role in recognizing the disease, distinguishing morphological subtypes, and assessing hemodynamic consequences.

Cardiac magnetic resonance imaging can be very helpful in accurately quantifying the severity of valve disease, risk stratification, and prognosis assessment. The complex clinical course of degenerative myxomatous valve disease necessitates an integrated assessment of structural, hemodynamic, and arrhythmogenic factors, which can help to optimize therapeutic decision-making and improve long-term outcomes. The primary treatment for degenerative myxomatous mitral regurgitation is surgical repair. A deeper understanding of the pathomechanism of the disease may contribute to the development of new diagnostic markers and targeted therapeutic strategies, as well as the advancement of personalized patient care.

Keywords: degenerative mitral valve disease, mitral prolapse, mitral regurgitation, myxomatous mitral valve

Bevezető

A mitrális regurgitáció (MR) a második leggyakoribb szívbillentyű-betegség Európában (1). A primer MR leggyakoribb formája a prolapszussal járó degeneratív myxomatous mitrálisbillentyű-betegség (MMVD) (1). A *mitrális prolapszus (MP)* a regurgitáció patofiziológiai okát magyarázó gyűjtőfogalom, amelynek egyik oka lehet az MMVD, időnként mellékleletként felismert ártalmatlan morfológiai variáció, ugyanakkor a súlyos insufficienciával vagy malignus ritmuszavarokkal társuló formák jelentősen rontják az életkilátásokat és az életminőséget.

Ennek a rövid összefoglalónak célja a degeneratív myxomatous mitrálisbillentyű-elégtelenség spektrum-betegségként való bemutatása, az egyes kórállapotokban fellelhető különbségek hangsúlyozásával.

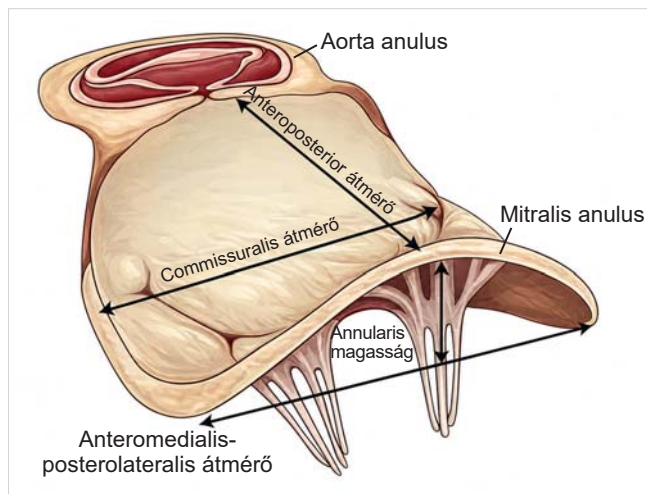
A mitrális billentyű makroszkópos anatómiája

A mitrális apparátus összetett anatómiai struktúra, amely a szív ciklus során jelentős alakváltozáson megy keresztül a billentyűt körülvevő szívüregek kontrakciója miatt.

Elemei a mitrális anulus (MAN), az anterior és posterior vitorla (AML, PML), a hozzájuk kapcsolódó elsődleges, másodlagos és harmadlagos ínhúrok, valamint az anterolaterális és posteromediális papilláris izmok. Az AML hosszabb, felszíne nagyobb, tapadási vonala a D-alakú MAN elülső egyharmadára esik, míg a PML rövidebb, de tapadási íve hosszabb. A vitorlafelszínnek együttes területének 1,5-2-szeresen kell meghaladnia a MAN területét a megfelelő záródáshoz (2).

A PML szabad szélét kisebb-nagyobb hasadékok szkallopokra osztják. Bár az anatómiai variabilitás nagy, általában egy laterális (P1), egy nagyobb középső (P2) és egy mediális (P3) szegmens különíthető el. Az AML-nek nincsenek valódi szkalloppjai, de leíró jelleggel három szegmenst (A1–A3) különíthetünk el a PML megfelelő részeihez való viszonyítást elősegítendő. Szisztolében a vitorlaszélek ívelt koaptációs vonalat alkotnak, amelynek szélső pontjai a kommisszúrák. A tökéletes billentyűzáródáshoz a vitorlaszélek legalább 4 mm-es összefekvése szükséges.

A MAN a pitvar- és kamrafal, valamint az aortomitralis átmenet találkozásánál helyezkedik el. D-alakú formájának anteromediális egyenesét az AML tapadási vonala adja az aortomitralis kontinuitásban. Az aortagyökkel való kötőszövetes egysége miatt ez a MAN



1. ÁBRA. A mitrális billentyűapparátus sematikus rajza (Gasior T, Gavazzoni M, Taramasso M, et al. Direct Percutaneous Mitral Annuloplasty in Patients With Functional Mitral Regurgitation: When and How című cikk alapján módosítva. Front Cardiovasc Med 2019 Nov 6; 6: 152. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2019.00152>)

legszilárdabb területe. A poszterolaterális, C-alakú kamrafali szakaszon a kötőszövetes rostok változó vastagságúak és sűrűségűek (2), ezért a MAN dilatációja mindig itt alakul ki. A MAN térben nem sík, hanem nyeregszerű képlet (1. ábra). Magas pontjai az anterior és posterior középpontokon, mélypontjai pedig a mediális és laterális végeken találhatóak. Szisztolé során a MAN mélyül, oválisabbá válik, területe csökken, főként az anteroposterior átmérő rövidülése miatt. E passzív alakváltozást a környező struktúrák morfológiai változásai, a bal pitvari és kamrai kontrakció hozzák létre. A MAN morfológiai és funkcionális épsége, a papilláris izmok és a bal kamrai izomzat kontrakciós alakváltozása nélkülözhetetlen a kompetens mitrális billentyű-funkcióhoz.

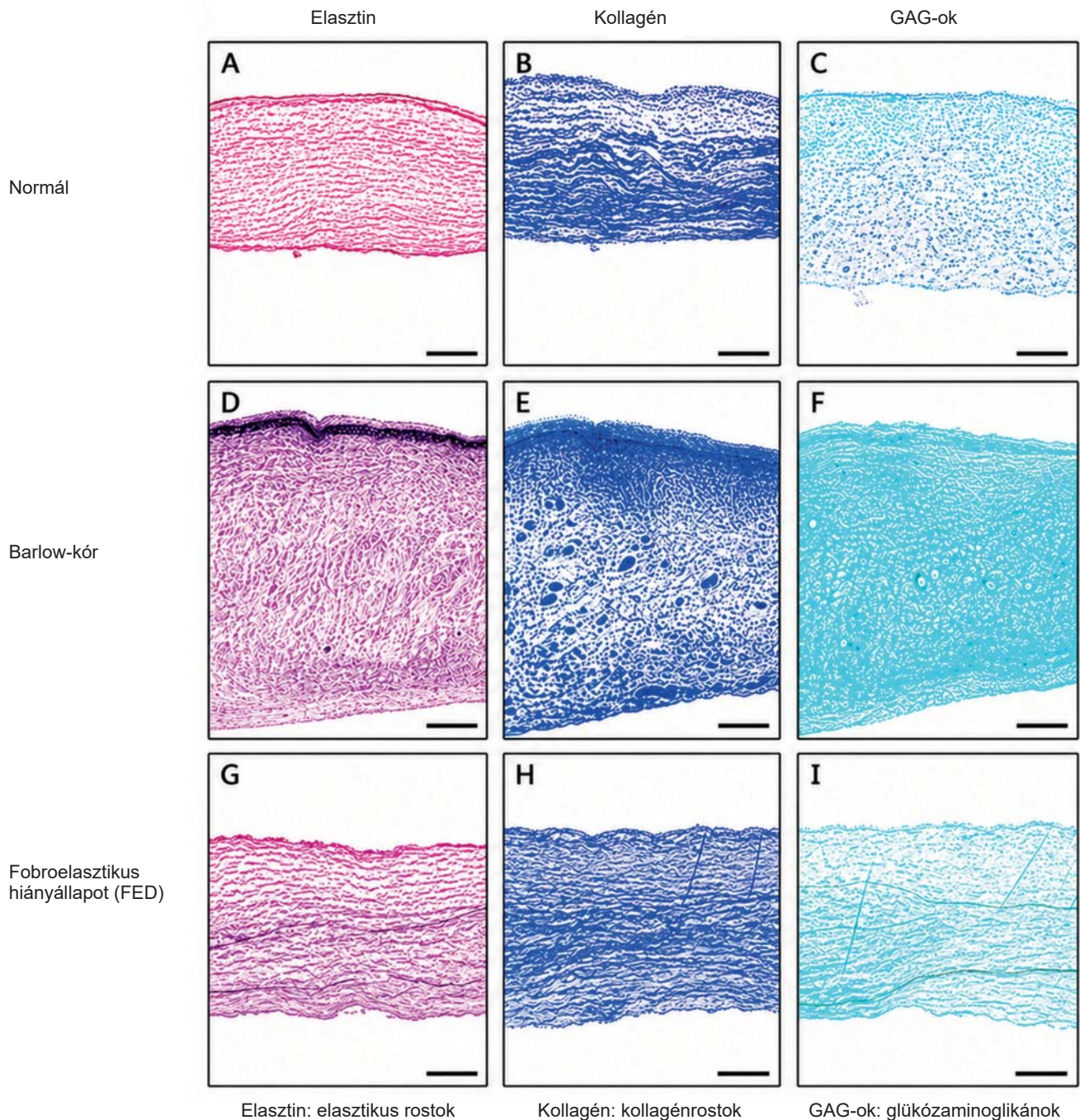
A mitrális apparátus szövettani felépítése és az MMVD-ben bekövetkező változások

A mitrális vitorlák szövete az endothellel borított, elasztikus kötőszöveti rostokból álló atrialis és ventrikuláris rétegek közötti glükózaminoglikán- és proteoglikán-tartalmú spongiózarétegből, valamint rendezett, magas kollagén-rosttartalmú fibrózából áll. Az atrialis réteg biztosítja a vitorla rugalmasságát, a spongióza a hajlékonyságát, a fibróza a szakítószilárdságát.

Myxomatous billentyűbetegségben a kórosan nagy

Rövidítések

AML: anterior mitrális vitorla; AMVP: aritmogén mitrális prolapszus; BD: Barlow-betegség; CMR: mágneses rezonanciás szívvizsgálat; ECM: extracelluláris mátrix; FED: fibroelasztikus deficiencia; MAN: mitrális anulus; MAD: a mitrális anulus dysjunctiója; MMVD: myxomatous mitrálisbillentyű-betegség; MP: mitrális prolapszus; MR: mitrális regurgitáció; M-TEER: mitrális transzkateéteres edge-to-edge repair; PML: posterior mitrális vitorla; SCD: hirtelen szívhalál; TEE: transoesophagealis szívultrahang

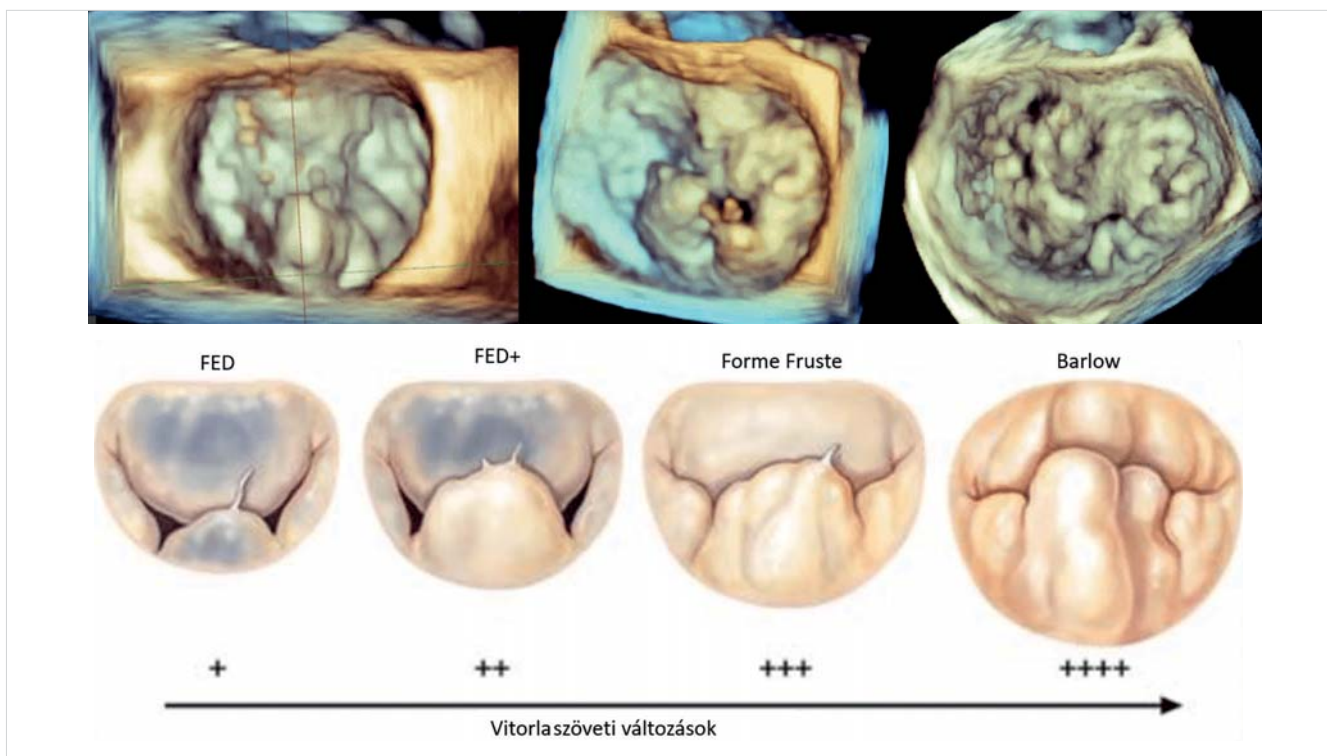


2. ÁBRA. Szöveti változások a MMVD különböző formáiban. A normális mitrális billentyű és a degeneratív mitrálisbillentyű-betegség morfológiai jellemzői. Normális (A–C) és degeneratív mitrális billentyű metszetek (D–I) elasztinra specifikus festéssel (A, D, G; Weigert-féle rezorcin-fukszin), kollagén festéssel (B, E, H; Masson-féle trikóm) és glükózaminoglikán-festéssel (GAG-ok; C, F, I; alciankék). A degeneratív mitrális billentyűket (D–I) az ECM rendellenes szerveződése jellemzi, amelyben az elasztin töredezett (D, G), a fibrózarétegben a kollagén mennyisége csökken (E), a spongiózaréteg pedig megvastagodott (F, I). Ezenkívül a vitorla pitvari és kamrai oldalán felhalmozódott szövet (SIT) is előfordulhat, ami hozzájárul a vitorla megvastagodásához (G–I).

számú, aktivált interstitialis sejt hatására az extracelluláris mátrix (ECM) összetevői felszaporodnak, az elasztin és a kollagén töredezik, a spongióza kiszélesedik, így a vitorlaszövet redundánssá válik, ugyanakkor a mechanikai erőhatásokkal szembeni ellenálló képessége csökken (2. ábra) (3).

A degeneratív mitrálisbillentyű-betegségek spektruma

Az MMVD nem egységes kórkép, hanem különböző etiológiájú betegségek gyűjtőfogalma (3. ábra). A spektrum két végpontját a Barlow-betegség (BD) és a



3. ÁBRA. A myxomatous billentyűbetegségek spektruma. A FED formától a BD felé haladva progresszíven egyre kifejezettebb anulusdilatáció és kiterjedtebb vitorlaérintettség jellemző. Az alsó panel a különböző formák sematikus képét (módosítással átveve: Adams DH, Rosenhek R, Falk V. Degenerative mitral valve regurgitation: best practice revolution. European Heart Journal 2010; 31[16]: 1958–1966.), míg a felső panel az egyes formák 3D szívultrahang megjelenését (saját képanyag) mutatja, en face nézetben.

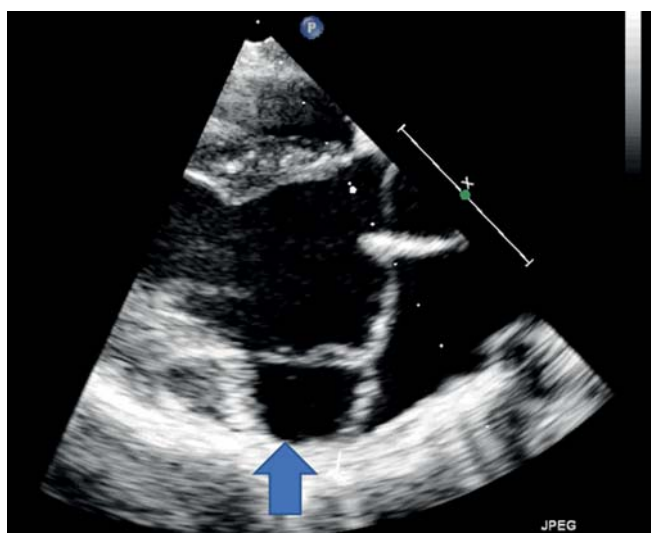
fibroelasztikus deficiencia (FED) alkotja, amelyek szövettanilag, echokardiográfiás megjelenésükben és klinikai jellemzőikben is jól elkülönülnek. A spektrum két széle között elhelyezkedő, egyik csoportba sem sorolható formákat „forme fruste”-nak nevezzük. Közös jellemzőjük a vitorlák vagy egyes vitorlaszegmensek prolapszusa, amely a koaptációs felszín csökkenésén keresztül MR kialakulásához vezet. Az MP egyes szindrómák részeként is megjelenhet, leggyakrabban kötőszöveti betegségekhez társulva.

Barlow-betegség (BD)

BD-ben a vitorlák kifejezett myxomatous átalakulása jellemző. Ebben szerepet játszik a kóros sejtaktiváció, proliferáció, migráció és intercelluláris kommunikáció, valamint az ECM egyes összetevőinek (kollagén, elasztin, proteoglikánok, glükózaminoglikánok) kóros képződése és metabolizmusa. E folyamatok következményeként a kollagén és az elasztikus rostok fragmentálódnak, a proteoglikánok felszaporodnak a billentyű szövetében, így a spongióza réteg idővel vastagabb lesz, a fibróza és az atriális réteg kötőszövetesen átalakul (3). A szövettani átépülés hatására a vitorlák mechanikai tulajdonságai is megváltoznak, megvastagszanak és megnyúlnak, ugyanakkor szakítószilárdságuk csökken,

emiatt prolapszus jön létre, amely gyakran valamennyi szkallopra kiterjed. Enyhe ínhúrnyúlás és -vastagodás szintén megfigyelhető (4).

BD-ben gyakori a mitrális anulus dysjunctiója (MAD), vagyis a posterior vitorla felfüggesztési vonalának diszlokációja a pitvari és kamrai izomzat találkozási vonalától a pitvar irányába (4. ábra) (5), ami a MAN kóros



4. ÁBRA. Parasternalis hosszú tengelyű szívultrahangkép, amelyen a nyíl a MAD jelenséget mutatja (saját képanyag)

1. TÁBLÁZAT. A myxomatosis mitralis betegség spektrum-fenotípusainak jellemzői

Jellemző	FED	FED+	Forme fruste	Barlow
Klinikum	Idősebb betegek, rövid anamnézis, gyakran hirtelen súlyos MR	FED-szerű, hosszabb fennállású MR	Enyhe vagy középsúlyos, gyakran szubklinikus	Fiatalabb/középkorú, lassú progresszió, gyakran komplex MR
A prolapszus jellege	Lokalizált, többnyire egy szegmens (gyakran P2)	Lokalizált, de tartós prolapszus	Többszegmenses, enyhébb billowing	Többszegmenses, gyakran bileaflet, több jet
Szövettan	Kollagénhiány, lokálisan myxomatosis	Kollagénhiány, de FED + szkallopban másodlagos mixoid megvastagodás	Mérsékelt myxomatosis	Diffúzan kifejezett myxomatosis átalakulás
Ínhúrok	Vékonyak, gyakran rupturálnak	Megnyúltak/lokálisan degeneráltak	Enyhén megnyúltak	Megnyúltak, diffúzan érintettek, vastagabbak
Vitorlák	Vékony vitorlák	FED + lokális redundancia	Köztes kép FED és Barlow között. Több szegmens redundáns	Vastag, redundáns vitorlák minden szkallop érintettségével
Anulusméret	Többnyire normál	Enyhén dilatált lehet	Enyhén vagy mérsékelt dilatált	Jelentősen dilatált
Anulusdinamika	Közel normál	Közel normál	Kismértékben károsodott	Jelentősen károsodott
Műtéti komplexitás	Alacsony	Alacsony-közepes	Közepes	Magas

Rövidítések: FED: fibroelasztikus deficiencia; MR: mitrális regurgitáció

szisztolés mozgásával (curling) jár együtt, vagyis amikor a szisztolé alatt a posterior MAN kifelé boltosul és kifeszül (6).

A BD-t többnyire fiatalabb korban ismerik fel, gyakran még panaszmentes állapotban, szívzörej miatt.

A családi halmozódás tekintetében az eddigi genetikai kutatások egy X kromoszómához kötött, és több autoszomális öröklődést mutató genetikai eltérést azonosítottak. Az autoszomális öröklődés gyakoribb. Az X-hez kötött MMVD ritka, és nemtől függő penetranciával jár. A mutáció okozta filaminhiány a MAPK3 és MAP2K1 aktivációs útvonalon keresztül befolyásolja a mitrális billentyű szöveti proliferációját (7). A genetikai kutatások eredményeit bemutató cikkek az MMVD-betegcsoportot általánosságban tárgyalták, nem tettek különbséget a BD-ben, illetve a FED-ben szenvedő betegek között.

A fibroelasztikus hiánybetegség (FED)

A BD-vel ellentétben a FED fő patológiai jellemzője nem a kötőszövet túlzott mennyisége, hanem annak hiánya. A nem prolapszáló szkallopok elsődleges szöveti eltérése a kötőszövetes elemek termelésének zavara, a kollagén, az elasztin és a proteoglikánok hiánya. A fibrózáréteg elvékonyodik a kollagén rostok csökkenése és fragmentálódása következtében. Az ínhúrok elvékonyodnak és szakadékonnyak, de helyenként vastagabbak, merevebbek is lehetnek az elasztin és a kollagén fokális felhalmozódása miatt (3). Enyhébb myxomatosis megvastagodás általában csak a prolapszáló szkallopot érinti.

Az MR mechanizmusa leggyakrabban ínhúruptura okozta flail, illetve a jelentős ínhúr-elongáció követ-

keztében kialakuló MP (leggyakrabban izolált P2). A MAN-dilatáció kevésbé kifejezett, mint BD-ben.

A FED-betegek gyakran hosszú ideig tünetmentesek, egészen az ínhúr szakadásáig. A BD-vel szemben ezen betegek idősebbek, rövid ideje fennálló légszomj-ról számolnak be – a tünetek megjelenése sokszor az ínhúrupturával esik egybe (8).

Bár önálló, csak a FED-re jellemző genetikai mutációk nem azonosítottak, a BD-ben igazolt genetikai variánsok ebben a populációban is kimutathatóak.

Átmeneti formák

A forme fruste a FED és a súlyos BD közötti átmenetet képez a morfológiai jellemzők tekintetében. Ez a forma egynél több szkallop prolapszusával jár, de általában nem érintett mindkét vitorla, és nem kíséri szignifikáns MAN-dilatáció sem. Az átmeneti formák szöveti és morfológiai eltérései kevésbé karakterizáltak, önálló genetikájuk nem ismert (9, 10).

Viani és munkatársai 3D TEE segítségével 5 kategóriát határoztak meg a degeneratív MR-en belül, ezek a FED, a FED myxomatosis eltérésekkel (FED+), a Barlow-féle fruste forme, a Barlow-betegség és a MAD-dal járó Barlow-betegség. Ezekben a csoportokban a vitorlákat érintő eltérések súlyossága és a prolapszus mértéke együtt változott a MAN tágasságának növekedésével (9).

Az MMVD formák szofisztikált differenciálása nem csupán elméleti jelentőségű, hanem klinikai iránymutatást ad a betegség progresszióját illetően, és döntő szerepet játszik az invazív kezelés – például a sebészi rekonstrukció – tervezésében. A myxomatosis mitralisbillentyű-betegség spektrum-fenotípusainak főbb jellemzőit összehasonlító táblázatban is feltüntettük (1. táblázat).

Más szövettani kórképekhez társuló degeneratív mitrálisbillentyű-betegségek

Az MMVD kötőszöveti szindróma részeként is előfordulhat. A kötőszöveti betegségek közül a *Marfan-szindrómában* a leggyakoribb az MMVD előfordulása, az esetek 28-50%-ában is jelen lehet (11). A *Marfan-szindrómában* megfigyelt degeneratív mitrálisbillentyű-folyamat hisztopatológiailag hasonló a BD-hez: itt is fokozott szöveti myxoid infiltrációval jár a mitrális billentyű átalakulása, illetve a rugalmas rostokat érintő eltérések is markánsan jelen vannak (12). Más kötőszöveti betegségek, mint például az *Ehlers–Danlos-szindróma*, az *osteogenesis imperfecta* és a *Loeys–Dietz-szindróma* szintén társulhatnak MMVD-vel (13–15).

Aritmogén mitrális prolapszus (AMPV)

Az AMPV a mitrális prolapszusok azon alcsoportja, amelynél az elváltozás nemcsak a billentyűműködést érinti, hanem a MAN és a papilláris izmok rendellenes feszülésével, illetve az ebből adódó szövettani eltérések következtében jelentős kamrai ritmuszavar-kockázattal is társul. Bár a klasszikus MP legtöbbször jóindulatú eltérés, amely az átlagpopuláció 3%-ában jelen van, az AMPV ritka, és súlyos formában malignus aritmiákat és hirtelen szívhalált (SCD) is okozhat. Az AMPV pontos prevalenciája nem ismert, de egyes kohorszvizsgálatok alapján MP a különböző SCD-esetek ~6%-ában volt megfigyelhető, főleg akkor, ha bileaflet-prolapszus volt jelen (16).

A magas kockázatú AMPV jellemzői szív-ultrahangvizsgálattal a bileafletprolapszus, a jelentős MAD, a bal pitvar tágulata és a csökkent bal kamrai ejekciós frakció. Az EKG-n az inferior elvezetésekben látott negatív vagy bifázisos T-hullámok jellemzik. Holter-vizsgálat során gyakori, polimorf kamrai extraszisztolákat detektálhatunk, szív-MR (CMR) pedig fibrózisa utaló, késői gado-líniumhalmozást mutathat a bal kamrai myocardium inferobazális régiójában és a papilláris izmokban. Egyes vizsgálatok szerint az MR súlyosbodása is növeli az aritmia kockázatát (17). Ugyanakkor az MR csökkentésére, vagy megszüntetésére irányuló sebészi eljárások aritmiát csökkentő hatásával kapcsolatban ellentmondásos vizsgálati eredmények születtek eddig (18, 19). Ennek megfelelően az EHRA 2022-es konszenzusedokumentuma nem ajánlja a vitium korrekcióját csupán a ritmuszavar-kockázat csökkentése céljából (20). Ugyanakkor az ESC 2025-ös, billentyűbetegségek kezelésére vonatkozó ajánlása szerint a mitrális anuloplastika ringbeültetéssel stabilizálja az anulus posterior területét, ezzel csökkentve a szubvalvuláris apparátus feszülését, így csökkentheti az aritmiarizikót (21).

A gyógyszeres kezelés főleg a bal kamra pumpafunkcióját rontó, nagyszámú extraszisztolék csökkentésére szolgál (31).

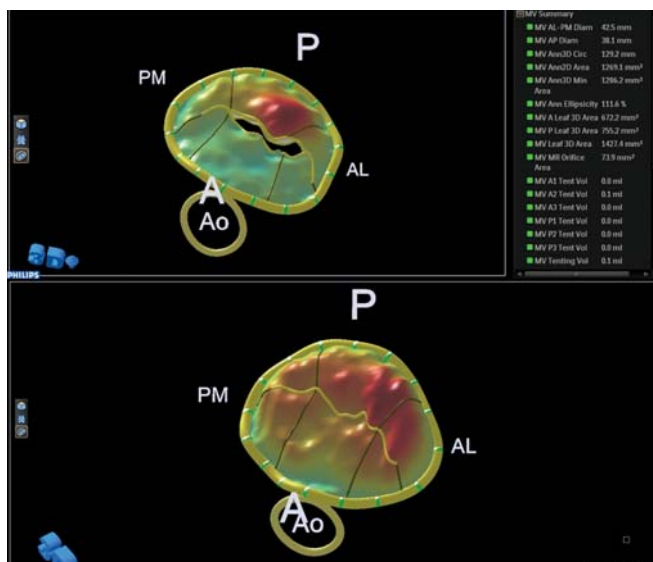
Olyan magas kockázatra utaló szívultrahangos jelek együttes előfordulása esetén, mint a szignifikáns MAD, a bileaflet-MP, a mitrális laterális anulus szöveti Doppler-görbéjén látott Pickelhaube-jel (nagy amplitúdójú, tüskeszerű S-hullám), vagy a jelentős curling mozgás a posterior MAN területén, érdemes a betegeket tovább vizsgálni. A 24 órás EKG-t, a CMR-t és a családi aritmia-kórelőzményt is figyelembe véve akár az ICD-beültetést is mérlegelni kell (22, 23). AMVP esetén, egyéb okkal nem magyarázható malignus kamrai ritmuszavar után javasolt az ICD-implantáció (I. osztályú indikáció). Más okkal nem magyarázható syncope után, ha azt feltehetőleg papilláris izomzatból eredő kamrai tachycardia okozta, az ICD-beültetés megfontolandó (IIa indikáció). Syncope esetén, legalább két magas kockázatú fenotípusos jel meglétekor pedig megfontolható az implantáció (IIb indikáció) (20).

Diagnózis

Echokardiográfia

A standard kétdimenziós (2D) echokardiográfia alapvető szerepet játszik az MP diagnosztikájában, a patomechanizmus megállapításában, az MR súlyosságának és a bal kamrára gyakorolt hatásának meghatározásában. MMVD-ben a regurgitáció jellemző mechanizmusa a vitorlák excesszív mozgása, a prolapszus. A prolapszust parasternalis hossztenyelyi képen értékeljük. A diagnózis felállításához az egyik vagy mindkét vitorlaszélnek legalább 2 mm-es bal pitvari szisztolés beboltosulása szükséges, a MAN szintje fölé. Degeneratív MR esetén a prolapszus lokalizációját és kiterjedését a legpontosabban TEE vizsgálattal tudjuk megállapítani. FED esetén általában egyetlen szkallop prolábál – legtöbbször a P2 –, és többnyire ínhúruptura is előfordul. A MAN mérsékelten tágult, a vitorlák vékonyak, transzlucentesek. BD-ben a vitorlák szövete tömeges (>3 mm vastagságú). A billentyű redundáns, az ínhúrok is vastagabbak és megnyúltak, a MAN jelentősen tágult. Valamennyi vitorlaszegmenst érintő bileafletprolapszus a jellemző, a koaptációs hiány kiterjedt vagy többszörös. A regurgitációs jet lehet excentrikus, centrális vagy komplex, több, különböző irányú jettel. MAD jóval nagyobb arányban fordul elő BD-ben, mint FED-ben (24). Diagnosztikus nehézséget jelenthet, hogy DMVD-ben, főleg a szindrómás formákban, a bal kamrai tágulat aránytalanul nagy a regurgitáció mértékéhez képest (25).

A legpontosabb képet az MR mechanizmusáról 3D TEE használatával kaphatjuk, aminek segítségével a billentyű pontos geometriájáról és szív ciklus alatti méret- és alakváltozásáról is tájékozódhatunk. Az úgynevezett en face vagy sebészi nézet a bal pitvarból, felülnézetből ábrázolja a mitrális billentyűt. Ebben a nézetben a prolábáló szkallopok és a vitorlahasadékok (kleftek) nagy pontossággal azonosíthatóak (26). Utólagos elemzés során statikus és dinamikus billentyű-



5. ÁBRA. A felső ábrán FED-ben, az alsón BD-ben érintett mitrális billentyű 3D szívultrahanggal készített statikus modellje látható (saját képanyag)

modell is készíthető, amelyből olyan hasznos 3D paramétereket tudunk származtatni, mint a MAN areája, magassága, kerülete, a vitorlák felszíne, hossza, illetve a prolapszus volumene (5. ábra) (27). 3D color Doppler technikával a regurgitáció mértéke pontosabban kvantifikálható, a vena contracta area meghatározásával. BD-ben a teljes koaptáció mentén kiterjedő regurgitáció miatt gyakran csak ezzel a módszerrel kaphatunk pontos, kvantitatív eredményt (28).

A dinamikus modellek a statikus 3D paraméterek szív-ciklus alatti változását is követik. Munkacsoportunk korábbi eredményei szerint FED esetén a MAN méretét és funkcióját tekintve kisebb mértékben tér el a szabályostól. BD-ben súlyosabb a MAN hipokontraktilitása, és a kontrakciós mintázat is patológiás. A protosisztolés minimum után mindkét átmérő jelentősen nő, és az areával együtt megfigyelhető egy teleszisztolés túlnyúlás is a végszisztolés értékekhez képest (29).

Mágneses rezonanciás szívvizsgálat (CMR)

A CMR vizsgálatból származtatott 3D billentyű-paraméterek (a mitrális billentyű vitorlavastagsága, a mitrális anulus-diaméter szisztolében és végdiasztolében, maximális prolapszustávolság) jó egyezést mutatnak a 3D szívultrahang eredményeivel. A CMR hasznosnak bizonyul még a bal kamrai volumenek és funkció pontos megítélésére, illetve a regurgitációs volumen pontos mérésén keresztül a regurgitáció fokának meghatározására, ha a szívultrahang bizonytalan ebben. A CMR alkalmas a MAD vizsgálatára is, valamint használhatjuk a hegyszövet kimutatására, ami különösen fontos az aritmia-rizikóbecslésben. A bal kamra inferobazális területén látott nagyobb hegyszövet jelentősebb aritmia-kockázatot jelent (30).

Terápiás lehetőségek MMVD-ben

Sebészi korrekció

Az aktuális ESC-irányelv szerint súlyos primer mitrális regurgitáció esetén tünetes betegekben a műtét kifejezetten javasolt. Tünetmentes, de balkamra-diszfunkcióval rendelkező betegek esetén (EF $\leq 60\%$ és/vagy bal kamrai végszisztolés átmérő ≥ 40 mm, illetve testfelületre indexáltan ≥ 20 mm/m²) a műtét szintén ajánlott. Alacsony műtéti kockázatú, tünetmentes betegekben, akiknél még nincs bal kamrai diszfunkció, a korai sebészi repair javasolt, ha tartós eredmény valószínű, és legalább három kockázati tényező fennáll az alábbiak közül: pitvarfibrilláció, pulmonális hipertónia (kis vérköri nyomás >50 Hgmm nyugalomban), jelentős bal pitvari dilatáció (bal pitvari volumenindex ≥ 60 ml/m² vagy a bal pitvari átmérő ≥ 55 mm), illetve legalább közepes fokú szekunder tricuspidalis regurgitáció. Ha e kritériumok közül csak egyesek állnak fenn (pl. pulmonális hipertónia vagy pitvarfibrilláció), a műtét megfontolandó, vagy akár csak jelentős bal pitvari tágulat esetén is, megfelelő tapasztalatú sebészi centrumban, ha a műtéti rizikó alacsony, és nagy valószínűséggel érhető el tartós plasztikai eredmény.

Összességében az ajánlás a korai, rizikóstratifikáción alapuló döntéshozatalt hangsúlyozza, különös tekintettel a bal kamrai funkció megőrzésére és a hosszú távon tartós repair biztosítására, illetve a heart team fontosságára a döntéshozatali folyamatban (31).

Ha kivitelezhető, mitrálisbillentyű-plasztika javasolt, műbillentyű-beültetés csak a plasztikára alkalmatlan betegek esetén jön szóba. A sebészi beavatkozás célja a szabályos koaptációs felszín helyreállítása, a vitorlafelszínek épségének visszaállítása a kleftek zárásával, valamint a vitorlák túlmozgásának korrigálása. A MAN szűkítésére és stabilizálására szolgáló ring beültetését a degeneratív billentyűelégtelenség szinte minden formájában elvégzik a műtetre kerülő betegeknél. Napjainkban a vitorlareszekciós technika háttérbe szorult, és az ínhúrpótlás került előtérbe. Ha szükséges, akkor műínhúrt is be lehet ültetni, vagy a saját, másodlagos ínhúrok vitorlaszélhez történő rögzítésével is lehet stabilizálni a vitorlákat. A degeneratív mitrális billentyűk korrekciójára irányuló sebészi plasztikai műtétek alacsony posztoperatív mortalitással járnak, jó eredményűek és tartósak (32).

Perkután megoldások

A mitrális transzkatéteres edge-to-edge repair (M-TEER) minimálisan invazív, katéteres megoldást nyújt az MR kezelésére azoknál a betegeknél, akiknél a műtét magas kockázattal járna vagy ellenjavallt. Ez az eljárás hazánkban is egyre nagyobb szerepet kap az idősebb, sérülékeny betegpopuláció mitrális vitiumainak gyógyításában. Az ESC 2025-ös, billentyűbetegségek kezelésére vonatkozó irányelve IIa indikációval ajánlja a TEER-t a tünetes, primer, súlyos MR-ben, ha a sebészi rizikó elfogadhatatlanul magas (31). Az eljárás lényege

a vitorlaszék összekapcsolása egy transzkatéteresen beültethető klippel, ami javítja a vitorlaszék szisztolés összefekvésését, csökkentve ezáltal a regurgitáció mértékét. TEER beavatkozásra alkalmatlan billentyűanatómia esetén szóba jöhet még a transzkatéteres mitrális billentyűimplantáció, ugyanakkor korlátozott adatok állnak rendelkezésre a primer mitrális regurgitációs betegcsoport esetén a kezelés hatékonyságáról és tartóságáról.

Konklúzió

A myxomatous degeneratív mitrálisbillentyű-betegségek etiológiájának, patomechanizmusának és klinikai megjelenésének pontosabb megértése hozzájárulhat a kórkép egyre korábbi felismeréséhez, így a betegek megfelelő utánkötéséhez, a kezelési terv időben történő optimalizálásához. A képalkotó diagnosztika folyamatos fejlődésének köszönhetően egyre precízebb képet kaphatunk a betegségben érintett billentyű funkcionális eltéréseiről, ami nagyban hozzájárulhat a megfelelő és individualizált sebészi vagy perkután kezelési terv megalkotásában.

Nyilatkozat

A szerzők kijelentik, hogy az összefoglaló közlemény megírásával kapcsolatban nem áll fenn velük szemben pénzügyi vagy egyéb lényeges összeütközés, összeférhetetlenségi ok, amely befolyásolhatja a közleményben bemutatott eredményeket, az abból levont következtetéseket vagy azok értelmezését.

Irodalom

- Lung B, Delgado V, Rosenhek R, et al. Contemporary Presentation and Management of Valvular Heart Disease: The EURObservational Research Programme Valvular Heart Disease II Survey. *Circulation* 2019; 140(14): 1156–69. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.119.041080>
- Oliveira D, Srinivasan J, Espino D, et al. Geometric description for the anatomy of the mitral valve: A review. *J Anst* 2020; 237(2): 209–24. <https://doi.org/10.1111/joa.13196>
- Hjortnaes J, Keegan J, Bruneval P, et al. Comparative Histopathological Analysis of Mitral Valves in Barlow Disease and Fibroelastic Deficiency. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 2016; 28(4): 757–67. <https://doi.org/10.1053/j.semtcvs.2016.08.015>
- Van der Bel-Kahn J, Becker AE. The surgical pathology of rheumatic and floppy mitral valves. Distinctive morphologic features upon gross examination. *Am J Surg Pathol* 1986; 10(4): 282–92. <https://doi.org/10.1097/00000478-198604000-00007>
- Bennett S, Tafuro J, Duckett S, et al. Definition, prevalence, and clinical significance of mitral annular disjunction in different patient cohorts: A systematic review. *Echocardiography* 2022; 39(3): 514–23. <https://doi.org/10.1111/echo.15299>
- Faletra FF, Leo LA, Paiocchi VL, et al. Anatomy of mitral annulus insights from non-invasive imaging techniques. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2019; 20(8): 843–57. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jez153>
- Guicciardi NA, De Bonis M, Di Resta C, et al. Genetic background of mitral valve prolapse. *Rev Cardiovasc Med* 2022; 23(3): 96. <https://doi.org/10.31083/j.rcm2303096>
- Anyanwu AC, Adams DH. Etiologic classification of degenerative mitral valve disease: Barlow's disease and fibroelastic deficiency. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 2007; 19(2): 90–6. <https://doi.org/10.1053/j.semtcvs.2007.04.002>
- Viani GM, Leo LA, Borruso MG, et al. Mitral annulus morphometry in degenerative mitral regurgitation phenotypes. *Echocardiography* 2020; 37(4): 612–9. <https://doi.org/10.1111/echo.14647>
- Adams DH, Rosenhek R, Falk V. Degenerative mitral valve regurgitation: best practice revolution. *Eur Heart J* 2010; 31(16): 1958–66. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehq222>
- Taub CC, Stoler JM, Perez-Sanz T, et al. Mitral valve prolapse in Mar-

- fan syndrome: an old topic revisited. *Echocardiography* 2009; 26(4): 357–64. <https://doi.org/10.1111/j.1540-8175.2008.00825.x>
- Fornes P, Heudes D, Fuzellier JF, et al. Correlation between clinical and histologic patterns of degenerative mitral valve insufficiency: a histomorphometric study of 130 excised segments. *Cardiovasc Pathol* 1999; 8(2): 81–92. [https://doi.org/10.1016/s1054-8807\(98\)00021-0](https://doi.org/10.1016/s1054-8807(98)00021-0)
- Jaffe AS, Geltman EM, Rodey GE, Uitto J. Mitral valve prolapse: a consistent manifestation of type IV Ehlers-Danlos syndrome. The pathogenetic role of the abnormal production of type III collagen. *Circulation* 1981; 64(1): 121–5. <https://doi.org/10.1161/01.CIR.64.1.121>
- Lebwohl MG, Distefano D, Prioleau PG, et al. Pseudoxanthoma elasticum and mitral-valve prolapse. *N Engl J Med* 1982; 307(4): 228–31. <https://doi.org/10.1056/nejm198207223070406>
- Lamanna A, Fayers T, Clarke S, Parsonage W. Valvular and aortic diseases in osteogenesis imperfecta. *Heart Lung Circ* 2013; 22(10): 801–10. <https://doi.org/10.1016/j.hlc.2013.05.640>
- Alqarawi W, Tadros R, Roberts JD, et al. The Prevalence and Characteristics of Arrhythmic Mitral Valve Prolapse in Patients With Unexplained Cardiac Arrest. *JACC Clin Electrophysiol* 2023; 9(12): 2494–503. <https://doi.org/10.1016/j.jacep.2023.08.017>
- Dejgaard LA, Lie Ø, Helle-Valle TM, et al. Reply: Arrhythmic Mitral Annulus Disjunction and Mitral Valve Prolapse: Components of the Same Clinical Spectrum? *J Am Coll Cardiol* 2019; 73(6): 739–40. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2018.12.008>
- Vaidya VR, DeSimone CV, Damle N, et al. Reduction in malignant ventricular arrhythmia and appropriate shocks following surgical correction of bileaflet mitral valve prolapse. *J Interv Card Electrophysiol* 2016; 46(2): 137–43. <https://doi.org/10.1007/s10840-015-0090-5>
- Pocock WA, Barlow JB, Marcus RH, Barlow CW. Mitral valvuloplasty for life-threatening ventricular arrhythmias in mitral valve prolapse. *Am Heart J* 1991; 121(1 Pt 1): 199–202. [https://doi.org/10.1016/0002-8703\(91\)90976-o](https://doi.org/10.1016/0002-8703(91)90976-o)
- Sabbag A, Essayagh B, Barrera JDR, et al. EHRA expert consensus statement on arrhythmic mitral valve prolapse and mitral annular disjunction complex in collaboration with the ESC Council on valvular heart disease and the European Association of Cardiovascular Imaging endorsed by the Heart Rhythm Society, by the Asia Pacific Heart Rhythm Society, and by the Latin American Heart Rhythm Society. *Europace* 2022; 24(12): 1981–2003. <https://doi.org/10.1093/europace/euac125>
- Pandis D, David N, Ei-Eshmawi A, et al. Noncomplex ventricular arrhythmia associated with greater freedom from recurrent ectopy at 1 year after mitral repair surgery. *JTCVS Open* 2024; 19: 94–113. <https://doi.org/10.1016/j.jxon.2024.04.005>
- Basso C, Perazzolo Marra M. Mitral Annulus Disjunction: Emerging Role of Myocardial Mechanical Stretch in Arrhythmogenesis. *J Am Coll Cardiol* 2018; 72(14): 1610–2. <https://www.jacc.org/doi/10.1016/j.jacc.2018.07.069>
- Sriram CS, Syed FF, Ferguson ME, et al. Malignant bileaflet mitral valve prolapse syndrome in patients with otherwise idiopathic out-of-hospital cardiac arrest. *J Am Coll Cardiol* 2013; 62(3): 222–30. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2013.02.060>
- Durst R, Gilon D. Imaging of Mitral Valve Prolapse: What Can We Learn from Imaging about the Mechanism of the Disease? *J Cardiovasc Dev Dis* 2015; 2(3): 165–75. <https://doi.org/10.3390/jcdd2030165>
- El-Tallawi KC, Kitkungvan D, Xu J, et al. Resolving the Disproportionate Left Ventricular Enlargement in Mitral Valve Prolapse Due to Barlow Disease: Insights From Cardiovascular Magnetic Resonance. *JACC Cardiovasc Imaging* 2021; 14(3): 573–84. <https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2020.08.029>
- Tsang W, Freed BH, Lang RM. The role of 3-dimensional echocardiography in the diagnosis and management of mitral valve disease: myxomatous valve disease. *Cardiol Clin* 2013; 31(2): 203–15. <https://doi.org/10.1016/j.ccl.2013.03.002>
- Tsang W, Weinert L, Sugeng L, et al. The value of three-dimensional echocardiography derived mitral valve parametric maps and the role of experience in the diagnosis of pathology. *J Am Soc Echocardiogr* 2011; 24(8): 860–7. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2011.05.015>
- Goebel B, Heck R, Hamadanchi A, et al. Vena contracta area for severity grading in functional and degenerative mitral regurgitation: a transoesophageal 3D colour Doppler analysis in 500 patients. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2018; 19(6): 639–46. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jex056>
- 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(1): 32. <https://doi.org/10.1186/s12947-016-0073-4>
- Perazzolo Marra M, Basso C, De Lazzari M, et al. Morphofunctional Abnormalities of Mitral Annulus and Arrhythmic Mitral Valve Prolapse. *Circ Cardiovasc Imaging* 2016; 9(8): e005030. <https://doi.org/10.1161/circimaging.116.005030>
- Praz F, Borger MA, Lanz J, et al. 2025 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. *Eur Heart J* 2025; 46(44): 4635–736. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehaf194>
- Badhwar V, Chikwe J, Gillinov AM, et al. Risk of Surgical Mitral Valve Repair for Primary Mitral Regurgitation. *Ann Thorac Surg* 2023; 115(3): 600–10. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2022.12.024>

A multimodális képalkotás szerepe a diszkordáns aorta stenosis diagnosztikájában

Szedlacsek Zsolt¹, Vértesaljai Márton¹, Dénes Mónika¹

Gottsegen György Országos Kardiovaszkuláris Intézet, Budapest

Levelezési cím:

Dr. Szedlacsek Zsolt, e-mail: zsolt.szedlacsek@gokvi.hu

A diszkordáns aorta stenosis (AS) diagnosztikája gyakori és klinikailag nagy jelentőségű kihívás, mivel a transthoracalis echokardiográfia (TTE) alapján számított aortabillentyű-szájadékok területe (AVA), valamint a gradiens és az áramlási paraméterek diszkordanciája a betegek jelentős részében bizonytalanná teszi az AS valódi súlyosságának megítélését. Jelen cikkünk a diszkordáns fenotípusok bemutatása és a legfontosabb TTE-hibaforrások okának leírása után bemutatja a multimodális kivizsgálás kulcselemeit, és azok szerepét az egyes diszkordáns AS-alcsoportokban. A diszkordáns AS nem „diagnosztikus zsákutca”, hanem egy strukturált, lépésről lépésre felépített diagnosztikai folyamat kiindulópontja, amelyben a különböző képalkotó módszerek integrált alkalmazása támogatja a heart team döntéshozatalát és a betegellátás optimalizálását.

Kulcsszavak: aorta stenosis, low-flow low-gradient, echokardiográfia, dobutamin-stresszechokardiográfia, CT-alapú aortabillentyű-kalciumscore, multimodális képalkotás, TAVR

The role of multimodality imaging in the diagnosis of discordant aortic stenosis

The diagnosis of discordant aortic stenosis (AS) represents a frequent and clinically highly relevant challenge, as discordance between the aortic valve area (AVA) calculated by transthoracic echocardiography (TTE) and the transvalvular gradient and flow parameters leads to uncertainty regarding the true severity of AS in a substantial proportion of patients. Following an overview of the different discordant phenotypes and the underlying causes of the most common TTE-related sources of error, this review summarizes the key elements of multimodality imaging and their role in the evaluation of the various discordant AS subgroups. Discordant AS should not be considered a “diagnostic dead end”, but rather a starting point for a structured, stepwise diagnostic approach integrating complementary imaging modalities to support heart team decision-making and optimize patient management.

Keywords: aortic stenosis, low-flow low-gradient, transthoracic echocardiography, dobutamine stress echocardiography, computed tomography aortic valve calcium score, multimodality imaging, TAVR

Bevezetés

A degeneratív aorta stenosis (AS) a modern kardiológia egyik legnagyobb népegészségügyi kihívása, amely a fejlett társadalmak elöregedésével párhuzamosan egyre növekvő prevalenciát mutat. Az epidemiológiai adatok rávilágítanak arra, hogy míg az 50–59 éves korosztályban a kórkép előfordulása mindössze 0,2%, addig a 80 év feletti populációban ez az arány eléri a 9,8%-ot (1).

Az aortabillentyű-beültetés, legyen szó sebészi (SAVR) vagy transzkatéteres (TAVR) megoldásról, jelenleg az egyetlen hatékony eljárás a túlélés javítására és az életminőség helyreállítására. A TAVR elterjedése alapvetően átalakította az AS kezelésének spektrumát, mivel olyan betegek számára is terápiás lehetőséget biztosít, akik korábban magas műtéti rizikójuk vagy társbetegségeik miatt nem voltak alkalmasak sebészi beavatkozásra. A széles körű randomizált vizsgálatok és regisz-

teradatok egyaránt igazolták, hogy a TAVR nemcsak a magas és közepes rizikójú populációban, hanem megfelelő betegválasztás mellett akár alacsony rizikójú esetekben is kedvező túlélési és életminőségi eredményeket nyújt. Ennek következtében a TAVR mára a klinikai döntéshozatal szerves részévé vált, és jelentősen hozzájárult ahhoz, hogy az aortabillentyű-betegség kezelése szélesebb betegkör számára váljon elérhetővé. A szívbillentyű-betegségek kezelésére vonatkozó európai irányelvek (ESC/EACTS) az elmúlt években jelentős fejlődésen mentek keresztül, különösen a TAVR technológia térnyerése és a hosszú távú túlélési adatok ismeretében.

A 2025-ös billentyűbetegségekről szóló irányelvekben több ponton is megváltoztatták a klinikai gyakorlatra vonatkozó előírást. Az egyik legfontosabb módosítás a tünetmentes betegekre vonatkozik: az intervenció mérlegelendő (IIa ajánlás) már 55% alatti ejekciós frakcióval rendelkező beteg esetén is, ha a csökkent bal kamra-funkciónak nincs más kardiális oka. Ez a korábbi határértékhez képest proaktívabb szemléletet tükröz, felismerve, hogy a bal kamra funkciójának kismértékű romlása is a kimerülő rezerv jele lehet súlyos AS-ben (2).

A TAVR alkalmazásának korhatára is változott: az irányelvek immár 70 éves kortól javasolják az intervenciót tricuspidalis aortabillentyűvel és megfelelő anatómiával rendelkező betegeknél, szemben a korábbi 75 éves korral.

Az irányelvek hangsúlyozzák a heart team központi szerepét a komplex, diszkordáns esetekben. A multidiszciplináris csapat (invazív) kardiológus, szívsebész, képalkotó kardiológus, aneszteziológus feladata, hogy a multimodális adatok alapján egyénre szabott döntést hozzon, figyelembe véve a beteg életkorát, társbetegségeit, törékenységét és anatómiai adottságait.

Mindezen változások következtében egyre szélesebb betegpopulációban indikált az aortabillentyű-csere, ami a betegség súlyosságának pontos és korrekt megítélését alapvető fontosságúvá teszi. A terápiás döntéshozatal – különösen a határérték, a diszkordáns vagy tünetmentes esetekben – csak megbízható, integrált diagnosztikai adatokkal a birtokunkban lehetséges. Ennek megfelelően a modern AS-diagnosztika a multimodális képalkotás elvén alapul, amelyben az echokardiográfia mellett szükség esetén további módszerek (CT, MR) egészítik ki egymást az anatómiai viszonyok pontos feltérképezése érdekében.

E komplex megközelítés nemcsak a súlyos AS pontos diagnózisát teszi lehetővé, hanem alapvető feltétele a beavatkozás megfelelő időzítésének és a betegre szabott kezelési stratégia kialakításának is. Ennek megfelelően a diagnosztikai algoritmus központi elemeként továbbra is a transthoracalis echokardiográfia (TTE) szolgál, amely a vitium elsődleges és legszélesebb körben alkalmazott vizsgálati módszere.

Az aorta stenosis diagnosztikája

A diagnosztikai algoritmus központi pillérét a TTE képezi, amely elsővonalbeli, noninvazív módszerként lehetőséget biztosít az aortabillentyű morfológiájának megítélésére, valamint a hemodinamika részletes elemzésére. A Doppler-echokardiográfias mérések segítségével meghatározható az átlagos és maximális nyomásgradiens, az áramlási csúcssebesség, továbbá a bal kamrai kiáramlási pálya (LVOT) áramlási paraméterei. Ezen adatokból a kontinuitási egyenlet (3) alkalmazásával számítható az effektív aortabillentyű-szájadék területe (aortic valve area, AVA), amely a súlyosság megítélésének egyik alapvető paramétere:

Rövidítések:

AVA: az aortabillentyű-szájadék területe, LVOT: bal kamrai kiáramlási pálya, LVOT_d: LVOT átmérő VTI: sebesség-idő integrál

$$AVA = \frac{LVOT_{Area} \times VTI_{LVOT}}{VTI_{Aorta}}, \text{ ahol } LVOT_{Area} = 0,785 \times LVOT_d^2$$

A nemzetközi irányelvek alapján a súlyos AS kritériumrendszere három pilléren nyugszik: az átlagos transzvalvularis nyomásgradiens (átlaggradiens ≥ 40 Hgmm), a maximális áramlási sebesség ($V_{max} \geq 4,0$ m/s) és a számított aortabillentyű-area ($AVA \leq 1,0$ cm², vagy indexálva $AVAi \leq 0,6$ cm²/m²). Ha mindhárom paraméter a megadott tartományba esik, a diagnózis konkordáns, további kivizsgálás nem szükséges, a súlyosság egyértelműen megállapítható (1. ábra) (3).

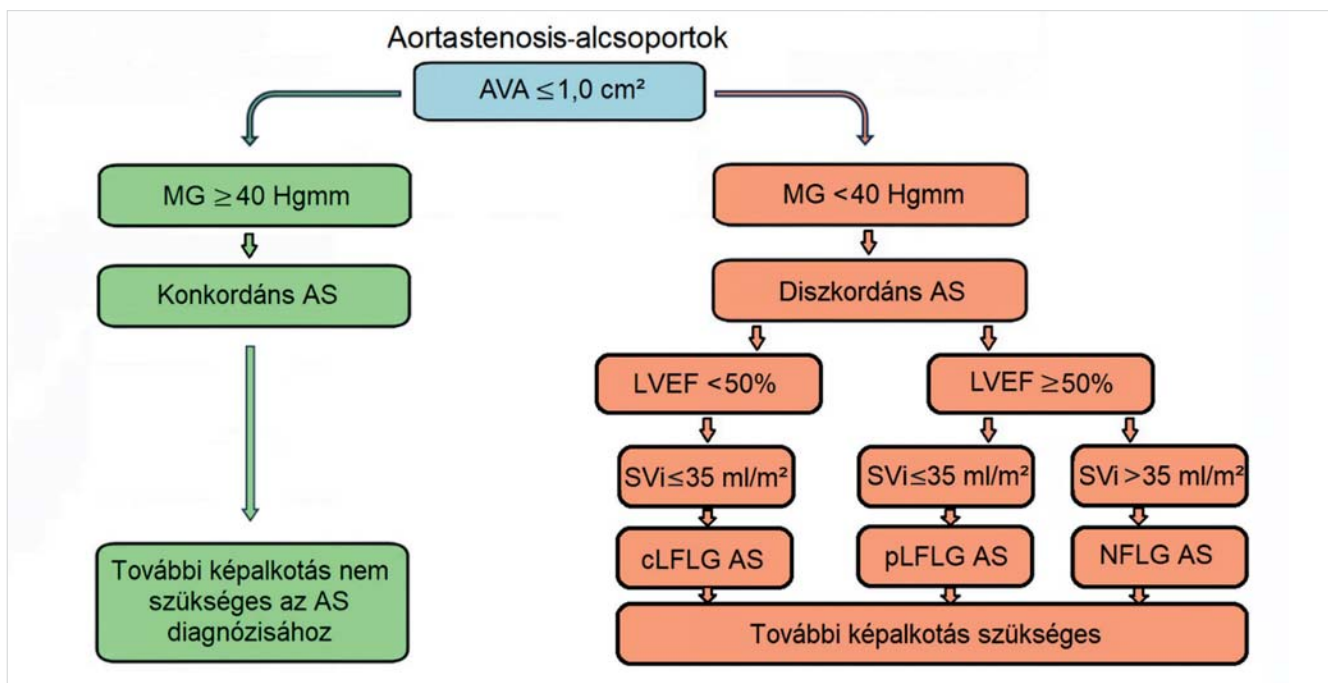
Diszkordáns aorta stenosis

A klinikai gyakorlatban a betegek jelentős hányadánál, egyes vizsgálatok szerint akár 20-30%-ánál a paraméterek ellentmondásosak, azaz diszkordánsak (4, 5).

Ezekben az esetekben az AVA súlyos szűkültre utal, míg az átlaggradiens és a maximális áramlási sebesség nem éri el a súlyos AS kritériumait. A diszkordancia hátterében leggyakrabban csökkent verővolumen (SV) és/vagy csökkent ejekciós frakció (LVEF), illetve mérési pontatlanság áll, ezért ezen betegek fokozott figyelmet igényelnek.

A mért echokardiográfias paraméterek alapján a diszkordáns AS az alábbi csoportokra osztható (1. ábra):

- **Klasszikus low-flow low-gradient (cLFLG) AS:**
Csökkent bal kamrai ejekciós frakció (LVEF <50%), alacsony stroke volumen index (SVi ≤ 35 ml/m²), alacsony átlaggradiens (<40 Hgmm) és alacsony kalkulált AVA ($\leq 1,0$ cm²) jellemző ebben a betegcsoportban. Ebben a csoportban fontos kérdés a valódi súlyos AS elkülönítése a pszeudosúlyos formától.
- **Paradox low-flow low-gradient (pLFLG) AS:**
A megtartott bal kamrai ejekciós frakció (LVEF



1. ÁBRA. Az aorta stenosis alcsoportjai
 Rövidítések: AVA: aortabillentyű-terület; MG: átlaggradiens; AS: aorta stenosis; SVi: indexált verővolumen (stroke volumen index); cLFLG AS: klasszikus low-flow low-gradient aorta stenosis; pLFLG AS: paradox low-flow low-gradient aorta stenosis; NFLG AS: normal-flow low-gradient aorta stenosis

≥50%) ellenére alacsony stroke volumen index (SVi ≤35 ml/m²), alacsony átlaggradiens (<40 Hgmm) és alacsony AVA (≤1,0 cm²) jellemzi. A csökkent verővolumen hátterében szűk, hipertrófiás bal kamra, pitvarfibrilláció, időskorban gyakori társvitiumként közepes vagy súlyos mitrális, illetve tricuspidalis regurgitáció állhat. A diagnózis megerősítésére multimodális megközelítés szükséges.

- **Normal flow low-gradient (NFLG) AS:**
 Az ejekciós frakció megtartott (LVEF ≥50%), a stroke volumen index normális (SVi >35 ml/m²), az átlaggradiens alacsony marad (<40 Hgmm), de az AVA alapján (≤1,0 cm²) súlyos tartományba esik az AS. Gyakran mérési hiba, kis testfelszín vagy a gradiens alulbecslése áll a háttérben. Az echokardiográfiai mérések hibalehetőségeinek kizárása után multimodális képalkotás segíthet a pontos diagnózisban.

TTE-hibalehetőségek

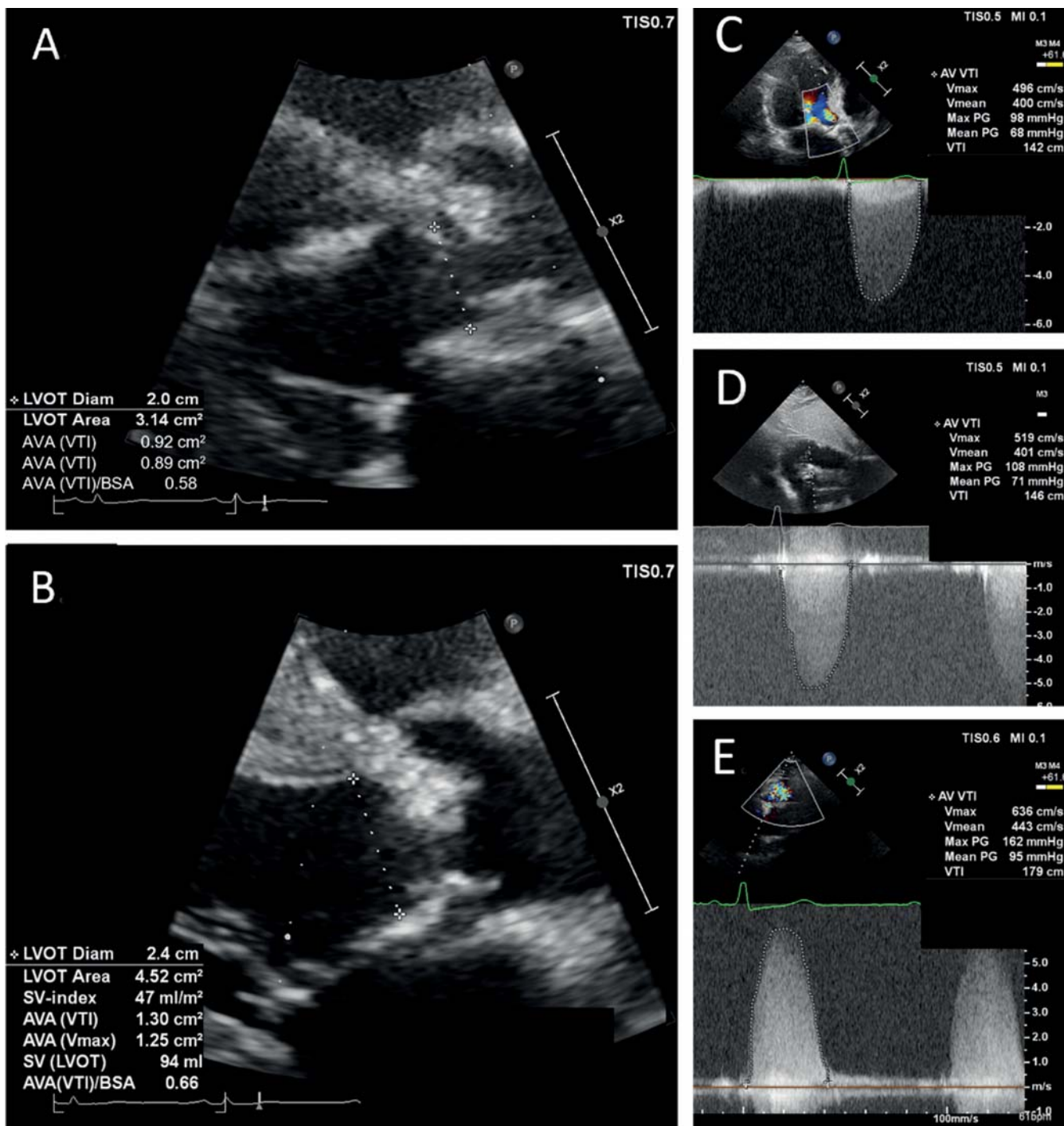
Az LVOT-átmérő

A diszkordáns aorta stenosis diagnosztikájának leggyakoribb és klinikailag legjelentősebb hibaforrása az LVOT-átmérő pontatlan meghatározása, hisz a kontinuitási egyenletben az LVOT-átmérőt négyzetre emeljük, ezáltal a hiba is sokszorozódik. Az LVOT keresztmetszete a valóságban nem kör alakú, hanem sokszor elliptikus (2. ábra). A hagyományos, parasternalis hosszmeteszben mért átmérő rendszerint a rövidebb tengelyt mutatja, ami az LVOT-area szisztematikus alul-

becsléséhez vezethet, az akár CT, akár MR alapján direkt mért LVOT-areához képest. Miután az LVOT-area segítségével számítjuk a verővolumen és az AVA-t, a hibás mérés mindkettő alulbecsléséhez vezethet. *Maes és munkatársai* MR-alapú vizsgálata is világossá tette: a valódi keresztmetszeteket figyelembe véve az AVA átlagosan 29%-kal nőtt (6).

Guzzetti és munkatársai (7) fáziskontraszt-MR-vizsgálattal bizonyították, hogy az LVOT mérésének helye döntően befolyásolja az SV-t és ezáltal az AVA-t is. A referenciamérésnek számított fáziskontraszt-MR-méréshez képest az irányelvek által javasolt anulus alatt 5, illetve 10 mm-rel végzett mérések esetén a low-flow állapot szignifikánsan gyakrabban fordult elő (8% vs. 26%, és 8% vs. 42%), ebből következik, hogy a súlyos AS prevalenciája is magasabb volt. A legjobb egyezést akkor találták, amikor az echokardiográfiai LVOT-mérés az anulus síkjában, vagy legfeljebb 2 mm-rel alatta történt (7). Ezt a gyakorlatot javasolják számos nagy-névű intézmény képalkotó szakemberei is (8), és ezt a mérést tartalmazza intézetünk Európai Kardiovaszkuláris Képalkotó Társaság (European Association of Cardiovascular Imaging, EACVI) által akkreditált echokardiográfiai laborjának aorta stenosisra vonatkozó protokollja is.

Az LVOT-area direkt mérésére echokardiográfiával is van lehetőség, akár 3D TTE során direkt planimetriával, biplane módszer segítségével (9–11), vagy 3D TEE segítségével is jó korrelációt kapunk a CT-vel meghatározott méréshez képest (12).



2. ÁBRA. Transthoracalis echokardiográfia hibalehetőségei. Az LVOT hibás (A) és korrekt (B) mérése. Aortabillentyű-csúcssebesség és gradiensek mérései, csúcsi 3 üreg (C: V_{max} : 4,96 m/s; csúcsgradiens/átlaggradiens: 98/68 Hgmm), subcostalis (D: V_{max} : 5,19 m/s; csúcsgradiens/átlaggradiens: 108/71 Hgmm) és jobb parasternalis (E: V_{max} : 6,36 m/s; csúcsgradiens/átlaggradiens: 162/95 Hgmm) metszetből.

További lehetőség az indirekt LVOT-area-kalkuláció és a direkt mérés közti különbség kiküszöbölésére a korrekciós faktor használata. *Alskaf és munkatársai* 1,13-os korrekciós faktort határoztak meg a CT-vel mért LVOT-area alapján. Ezzel az értékkel besorozott echo-LVOT-átmérő alapján a betegek jelentős része súlyosból közepes AS-csoportba került (cLFLG AS: 40%, pLFLG AS: 53%, míg a NFLG AS-csoport 68%-a

került reklasszifikálásra) (13). *Kardos és munkatársai* nagyszámú betegen igazolták, hogy ugyanez a korrekciós faktor a betegek 39%-át sorolta át súlyosból közepes AS-be, valamint 77%-ban low-flow-ról normal-flow-ra; a korrigált besorolás jobban jelezte előre az 5 éves mortalitást, mint a hagyományos echokardiográfiai értékek (14). *Leye és munkatársai* kimutatták, hogy az LVOT-átmé-

rő szoros, lineáris összefüggést mutat a testfelszínnel (BSA), nemtől függetlenül, és az alábbi regressziós képlettel becsülhető:

$$\text{predicted LVOT}_d \text{ (mm)} = 5,7 \times \text{BSA} + 12,1$$

A vizsgálatban predicted LVOT-vel számolt AVA nem különbözött szignifikánsan a TEE-vel mért LVOT alapján számított AVA-tól ($r=0,89$), így egy hasznos kiegészítő módszer lehet, ha a direkt LVOT-mérés bizonytalan vagy technikailag nem kivitelezhető (11). 3D-echokardiográfiával lehetőség van az AVA direkt planimetriával történő mérésére is. Mind a 3D TEE, mind a 3D TTE-vel mért AVA-értékek jól korrelálnak a CT-vel mért planimetriás AVA-értékekkel (12). Érdemes azonban megjegyezni, hogy az így kapott anatómiai AVA nem azonos az áramlás szempontjából hasznos, effektív orificium areával. Az AS súlyosságának megítélésére használhatjuk a dimensionless indexet is (DI), amikor az LVOT VTI-t arányosítjuk az aortabillentyű-VTI-vel. Szerepe kiemelt jelentőségű diszkordáns esetekben: mivel nem tartalmazza az LVOT-területet, független az LVOT-mérés hibáitól, a 0,25-nál kisebb érték súlyos AS-re utal (15).

Nem optimális Doppler-nyaláb-irányítás

A maximális áramlási sebesség (V_{\max}) és az átlagos transvalvaris gradiens Doppler-elven történő mérés, és mint ilyen, jelentősen befolyásolja az áramlási irány és az UH-nyaláb által bezárt szög. A nem megfelelő Doppler-szög a V_{\max} alulméréséhez, a gradiens alulbecsléséhez vezethet (2. ábra). Több akusztikus ablak rutinszerű használata (pl. apicalis, suprasternalis, jobb parasternalis) segíthet megtalálni az optimális beesési szöveget, ezáltal a legnagyobb áramlási sebességet. *Thaden és munkatársai* kimutatták, hogy bicuspidalis aortabillentyű esetén a legmagasabb V_{\max} a betegek 61%-ában nem az apicalis ablakból mérhető, hanem jobb parasternalis ablakból; míg háromtasakos aortabillentyű esetén is 51%-ban jobb parasternalis metszetből kapjuk a legmagasabb sebességeket (16).

Hemodinamikai állapot

Az echokardiográfiával mért sebesség- és gradiensértékek jelentősen függenek az aktuális hemodinamikai állapottól: az alacsony preload (pl. dehidráció, túlzott diuretikumhasználat) és a hipotónia alacsony, míg az anémia, a hyperthyreosis fokozott áramláshoz vezethetnek, bizonytalanná téve ezáltal az AVA-kalkulációt. Reverzibilis okok esetén érdemes a vizsgálatot megismételni normális hemodinamikai viszonyok mellett.

A ritmuszavarok tovább fokozzák ezt a bizonytalanságot: a pitvarfibrilláció (AF) egy vitatott terület, az irányelvek legalább öt egymást követő szív ciklus átlagolását javasolják (2, 17), ugyanakkor egyre több adat utal arra, hogy AF-ben az átlagolt gradiens gyakran nem tükrözi az AS valódi súlyosságát. *Alsidawi és munkatársai* kimutatták, hogy az AF gyakran alacsony-flow

állapotot hoz létre, és az átlagolt gradiens jelentősen alábecsülheti a stenosis súlyosságát, amit a CT-alapú aortabillentyű-kalciumscore (CaS) érték is alátámaszt: a pitvarfibrilláló betegek billentyű-kalciumscore-ja szignifikánsan magasabb a sinusritmusú betegekéhez képest mind konkordáns, mind diszkordáns betegek esetén (18). A Mayo Clinic kutatása szerint az echokardiográfiás vizsgálat során a mérések átlagolása helyett a legnagyobb mért átlaggradiens közelíti meg a stenosis valódi súlyosságát. Sinusritmusú, high-gradient AS-betegekhez képest nemcsak a high-gradient pitvarfibrilláló AS-betegek túlélése rosszabb (HR: 1,82; $p<0,001$), hanem azoknak a low-gradient pitvarfibrilláló betegeknek is, akik ütési között ≥ 40 Hgmm átlaggradiensű ütés is előfordul (HR: 1,54; $p<0,05$) (19). Mindezek alapján diszkordáns AS és AF együttes fennállása esetén a guideline által javasolt átlagolt gradiens önmagában félrevezető lehet, érdemes a leletben megemlíteni a high-gradient ütés jelenlétét is.

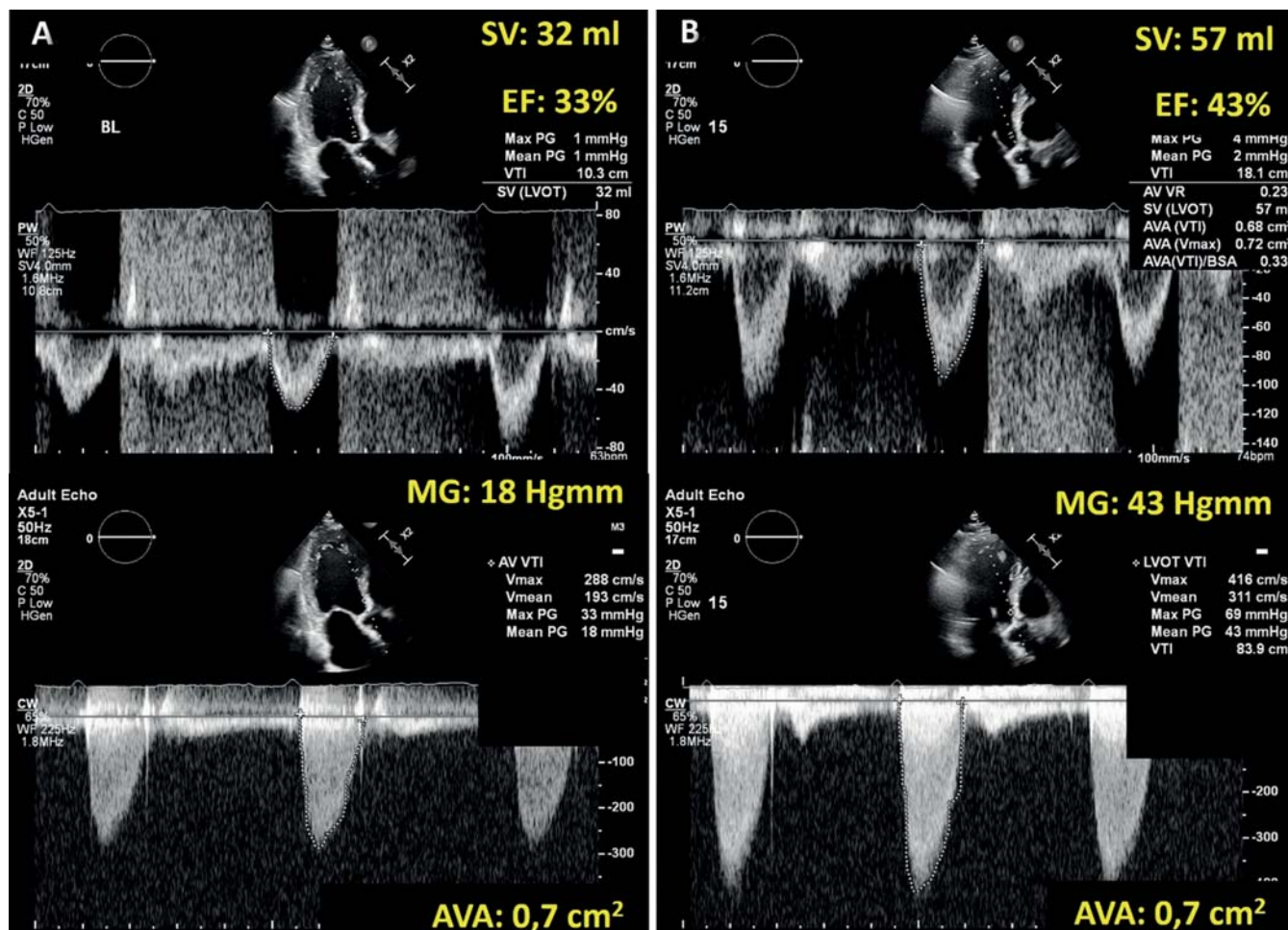
Szélsőséges testalkat

Kisebbségi testméretű betegekben túlbecsülhetjük az AS súlyosságát, mivel kisebb az LVOT-átmérő az átlagosnál, míg obes betegeknél az 1 cm²-es AVA is okozhat súlyos tüneteket. Ilyenkor fontos az AVA testfelszínre indexált értékét (AVA_i) is megadni, illetve kiegészítő vizsgálatokkal alátámasztani a szűkület súlyosságát.

Multimodális képalkotás

Dobutamin-stresszechokardiográfia

A diszkordáns AS kivizsgálásában a dobutamin-stresszechokardiográfia (DSE) a diagnosztika egyik elengedhetetlen eszköze (20), különösen a klasszikus LFLG AS esetében (17). A vizsgálat célja annak megítélése, hogy az alacsony AVA valószínű-e, vagy csak a csökkent balkamra-funkció következtében nem nyílik megfelelően a billentyű. A vizsgálat során – ellentétben az iszkémiakutatás céljából végzett DSE vizsgálattal – csak alacsony dózisu dobutamint alkalmazunk lépcsőzetesen, közben sorozatos echokardiográfiás mérések történnek. A diagnosztikai döntési folyamat két kulcskérdésre keresi a választ: van-e kontraktilis vagy áramlási (flow) rezerv, és eközben változik-e a billentyűarea. Kontraktilis rezervről akkor beszélünk, ha a dobutamin hatására az ejekciós frakció legalább 5%-kal nő, flow rezervről, ha a verővolumen legalább 20%-kal emelkedik. Ennek jelenléte kedvezőbb operatív kimenetelt prognosztizál (2), de hiánya önmagában nem képezi a tervezett SAVR/TAVR ellenjavallatát (2, 21). Ha a vizsgálat közben az átlaggradiens ≥ 40 Hgmm-re emelkedik, miközben az AVA továbbra is $\leq 1,0$ cm² marad, súlyos AS-t igazoltunk (3. ábra). Ezzel szemben pszeudosúlyos, azaz csak közepes stenosis valószínűsíthető, ha a stroke-volumen növekedése mellett az AVA 1,0 cm² fölé emelkedik. Ha nincs kontraktilis rezerv, és a dobutamin hatására sem a gradiens, sem az AVA



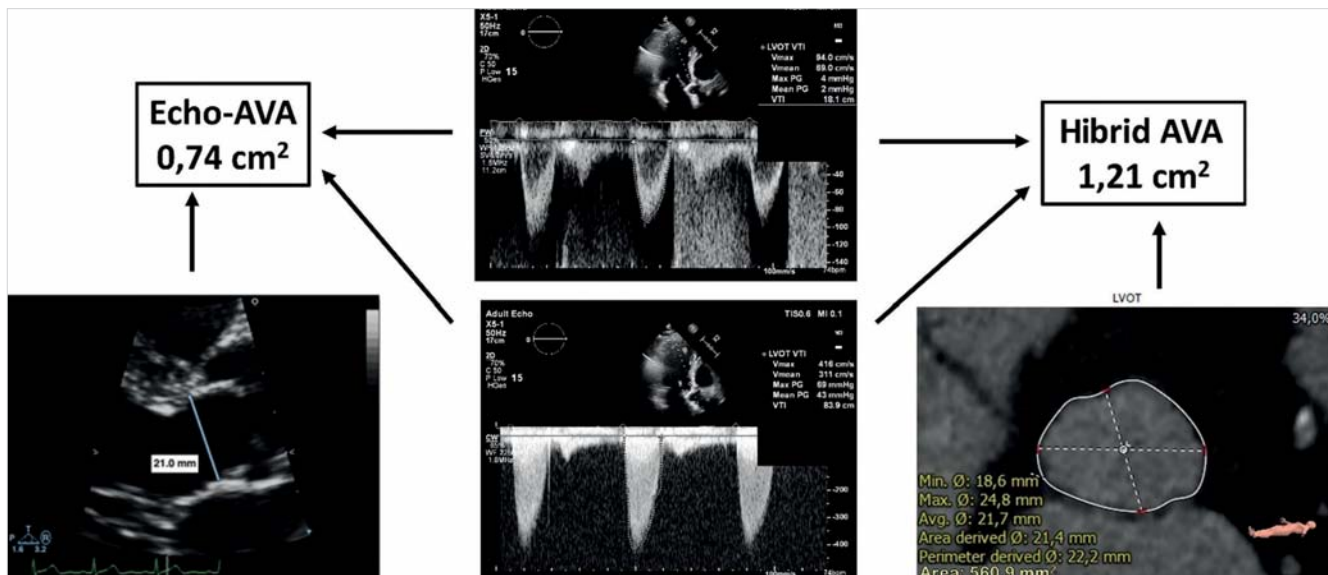
3. ÁBRA. Dobutamin-stresszekokardiográfia true-severe aorta stenosis esetén. Kiindulási értékek (A) klasszikus low-flow low-gradient aorta stenosis-t mutatnak. 15 µg/ttkg/min dóziszú dobutamininfúzió mellett (B) mind kontraktilis, mind flow rezerv igazolódott, emellett az átlaggradiens 43 Hgmm-re nőtt, miközben az AVA nem változott, így valódi súlyos AS igazolódott. Rövidítések: MG: átlaggradiens; AVA: aortabillentyű-terület; SV: stroke volume (verővolumen); EF: ejekciós frakció

nem változik érdemben, a stenosis valódi súlyossága továbbra is bizonytalan marad; ilyen esetben a döntéshozatalhoz további multimodális vizsgálat szükséges. Mindezek mellett több tanulmány is azt bizonyítja, hogy ha nem igazoltunk kontraktilis rezervet, a betegek túlélését a beavatkozás (akár SAVR vagy TAVR) javította, igaz, emelkedett operatív rizikó mellett (21–25). A projektált aortabillentyű-terület (AVA_{proj}) a DSE során a normál transvalvularis áramlásra (250 ml/s) vetített AVA, ezáltal kiküszöbölhető a hagyományos DSE-paraméterek jelentős flow-függése. Annabi és munkatársai multicentrikus TOPAS-vizsgálata igazolta, hogy az AVA_{proj} ≤1,0 cm² pontosabban különíti el a valódi súlyos aorta stenosis-t a pszeudosúlyostól, összehasonlítva a csúcsgradienssel vagy az AVA-val, és egyben fontos prognosztikai marker konzervatíván kezelt LFLG AS-betegekben (26).

Kardio-CT-vel meghatározott aortabillentyű-kalciumscore (CaS)

A kardiális komputertomográfiával (kardio-CT) meghatározott aortabillentyű-kalciumscore (CaS) fontos

kiegészítő diagnosztikus eszköz az aorta stenosis kivizsgálásában (5. ábra). A nonkontrasztos, EKG-kapuzott CT-vizsgálat hemodinamiktól független kvantitatív információt szolgáltat a billentyű meszesedésének mértékéről, amely szoros összefüggést mutat a stenosis anatómiai súlyosságával és a mortalitással (27). A 2025-ös billentyűbetegségekről szóló irányelvekben nemtől függő küszöbértékeket határoznak meg a súlyos aorta stenosis megerősítésére (nőkben ≥1200 AU, férfiakban ≥2000 AU), amelyek a Clavel és munkatársai által végzett multicentrikus vizsgálaton alapulnak (27). A szerzők egy későbbi tanulmányukban hangsúlyozzák, hogy low-gradient AS esetén a súlyosság megerősítéséhez a CaS a multimodális algoritmus kulcseleme, amely az irányelveknek is integráns részét képezi (28). Nemzetközi regiszteradatokból tudjuk, hogy a súlyos kalciumterhelés, és különösen az aorta anulusra indexált kalciumsűrűség (AVC density) független prediktora a mortalitásnak, és a billentyűcsere túlélési előnye főként a magas CaS-sel rendelkező betegekben érvényesül (27). Ez alátámasztja, hogy a CT nemcsak diagnosztikus, hanem prognosztikai eszköz is diszkordáns AS esetén.



4. ÁBRA. Hibrid AVA módszer. A kontinuitási egyenletbe az echokardiográfiával mért bal kamrai kiáramlási pálya átmérő helyett a CT-vel direktan mért area kerül

A férfiak és nők határértékei között észlelt különbségnek patofiziológiai háttere van, amelyet az irodalom a *fibrocalcific disease* fogalmával ír le, amely szerint az aorta stenosis nem pusztán passzív meszesedés, hanem aktív, sejtközvetített folyamat, ahol a fibrózis és a kalcifikáció eltérő arányban járul hozzá a billentyű mevérségéhez és a hemodinamikai obstrukcióhoz. Számos vizsgálat igazolta, hogy férfiakban a súlyos AS hátterében nagyobb mértékű kalcifikáció, míg nőkben ugyanazon súlyosság mellett kifejezettebb fibrotikus komponens mutatható ki; *Voisine és munkatársai* CT-vel és hisztológiával végzett kutatásában a nők szignifikánsan kevesebb kalciumot, ugyanakkor több kollagént tartalmazó billentyűket mutattak, függetlenül az életkortól és a billentyű fenotípusától. Ez magyarázza, hogy nőkben – különösen fiatalabb életkorban vagy bicuspidalis billentyű esetén – alacsonyabb AVC mellett is kialakulhat hemodinamikailag súlyos stenosis (29). Bár a fibrózis a jelenlegi klinikai gyakorlatban közvetlenül nem mérhető, kontrasztos, nagy felbontású CT-re alapuló szoftveres elemzéssel a fibrotikus és kalcifikált billentyűszövet elkülöníthető, és a „fibrocalcific volume” *Cartledge és munkatársai* szerint szorosabban korrelál a stenosis súlyosságával, mint az önmagában mért Agatston-score, különösen nőkben (30).

A nem specifikus küszöbértékek alapját szolgáló közlemények döntően konkordáns AS-populációon alapultak, ezért diszkordáns esetekben a CT-alapú kalciumscore értelmezése körültekintést igényel. *Adrichem és munkatársai* által vezetett tanulmány óvatosságra int: diszkordáns, low-gradient AS-populációban a CaS szenzitivitása alacsony (44,3%), specificitása mérsékelt (56,5%), és a ROC-analízis gyenge diszkriminációt mutatott (AUC ≈0,51), ami azt jelenti, hogy a CaS önmagában nem képes megbízhatóan elkülöníteni a valódi súlyos és a pszeudosúlyos AS-t, és nem helyet-

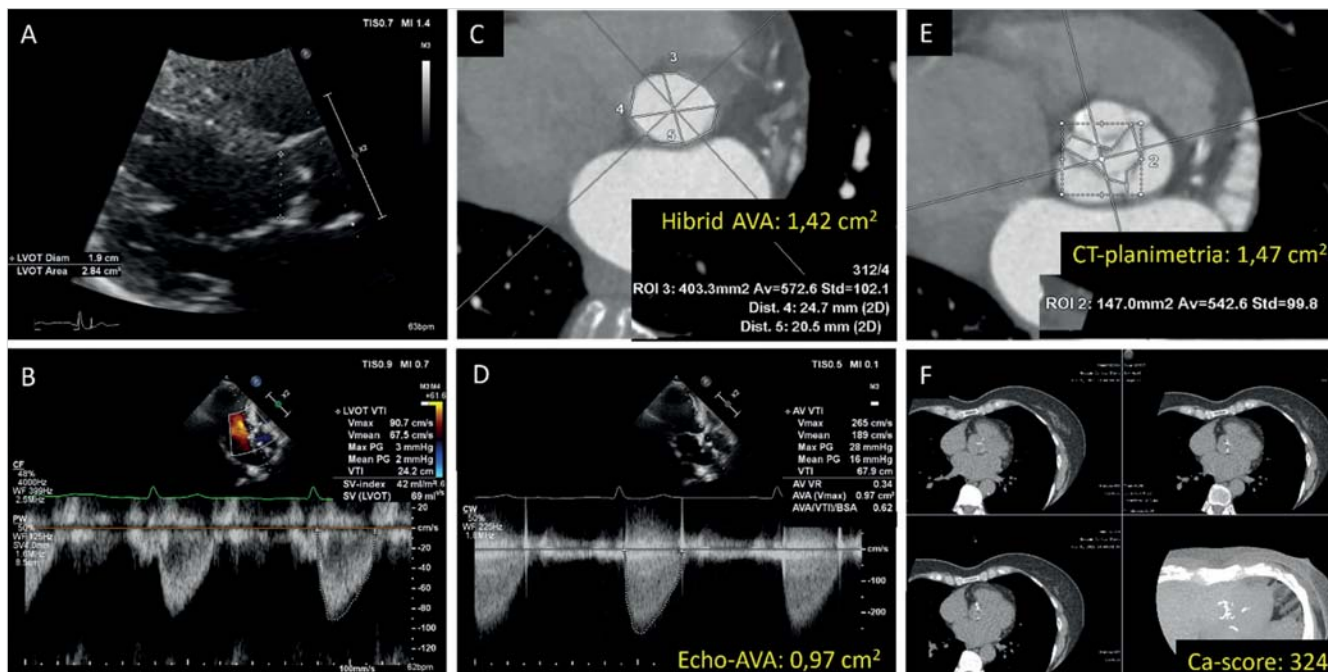
tesítheti a dobutamin-stresszechokardiográfiát ebben a betegpopulációban (31). Mindezek okán a CT-eredményeket mindig a multimodális algoritmus részeként kell értelmezni, különösen azokban az LG-AS-betegekben, ahol a billentyűfibrózis dominál, és a kalciumterhelés alacsony marad.

Hibrid AVA

A kardio-CT-alapú hibrid AVA meghatározása további kiegészítő eszközt jelenthet a diszkordáns AS kivizsgálásában. A módszer lényege, hogy a kontinuitási egyenletbe a CT során planimetriával meghatározott direkt LVOT-areát használunk fel az echokardiográfiás Doppler-paraméterek mellett (4. ábra). Tekintettel arra, hogy a valós LVOT-area (akár CT-vel vagy MR-rel mérve) nagyobb, mint az echokardiográfiás átmérőből kalkulált érték, ebből következik, hogy a hibrid módszerrel meghatározott AVA is nagyobb, mint az echokardiográfiával kalkulált AVA. Ezáltal a súlyos AS-ű betegek bizonyos része, akiknél a hibrid AVA értéke már nem esik a súlyos kategóriába, átsorolódhat közepes fokú aorta stenosis csoportba (5. ábra).

A *Kamperidis és munkatársai* által közölt tanulmányban a hibrid AVA módszer alkalmazásával az NFLG-csoportban a betegek 52%-a, míg az LFLG-csoportban 12%-a került átsorolásra a súlyosból közepes fokú aorta stenosis kategóriába. Ezzel szemben a high-gradient csoportokban a reklasszifikáció minimális volt (normal-flow high-gradient: 3%, low-flow high-gradient: 0%) (32).

Tekintettel arra, hogy a hibrid módszerrel számított AVA szignifikánsan nagyobb, mint a pusztán echokardiográfiás értékek alapján kalkulált, a prognosztikai határérték is különbözik. *Clavel és munkatársai* spline-curve analízise alapján 1,2 cm² alatti AVA-érték utalt megnövekedett mortalitásra, amit később más munkacsoport-



5. ÁBRA. Példa diszkordáns aorta stenosis multimodális kivizsgálására egy 62 éves nő esetén. Echokardiográfia alapján normal-flow low-gradient aorta stenosiszt igazoló mérési eredményeket kaptunk (A, B, D), de mind a hibrid AVA (C), CT planimetria (E), az aortabillentyű-kalciumscore (F) is súlyos aorta stenosis ellen szól

tok is megerősítettek, azonban nem bizonyult erősebb prognosztikai faktornak, mint az echokardiográfiával kalkulált 1,0 cm²-es határérték (33, 34).

Szív-MR

A mágneses rezonanciás szívvizsgálat (CMR) fontos kiegészítő szerepet tölt be az AS kivizsgálásában, arany standardnak tekinthető a bal kamrai volumenek, az ejekciós frakció (LVEF) és a stroke volumen (SV) meghatározásában, emellett pontos képet ad a kamrai remodellingről és a myocardium szöveti karakterisztikájáról. A késői gadolíniumhalmozás (LGE) kimutatása prognosztikai jelentőségű, mivel a miokardiális fibrózis jelenléte kedvezőtlenebb kimenetellel társulhat súlyos AS esetén (35). Az amyloidosist egyre gyakrabban ismerik fel idősebb, súlyos aorta stenosisban szenvedő betegek körében. Az amyloidinfiltráció csökkenti a bal kamra compliance-ét és kontraktilis rezervjét, ami gyakran áll diszkordáns AS háttérében. Ha az aorta stenosis klinikai és képalkotó megjelenését több, amyloidosisra utaló „red flag” kíséri, a differenciáldiagnosztikai kivizsgálás részét kell hogy képezze a betegség célzott keresése. Ebben a folyamatban a cMR kulcs szerepet játszik a jellegzetes szöveti eltérések, diffúz késői gadolíniumhalmozás és emelkedett extracelluláris volumen kimutatásával (36).

Invazív AVA

Az érvényben lévő irányelvek végső esetben javasolják az AVA invazív módszerrel kalkulált meghatározását, abban az esetben, ha a multimodális képalkotással

nem sikerül egyértelmű diagnózishoz jutni, azonban a lehetséges szövődmények, illetve a módszer során alkalmazott formulák hibalehetőségei miatt hazánkban nem rutineljárás.

Összefoglalás

A terápiás lehetőségek és az indikációs spektrum folyamatos bővülése miatt kiemelt jelentőségű az aorta stenosis pontos és megbízható diagnosztikája. Első lépésben az echokardiográfiai paraméterek alapos felül-

1. TÁBLÁZAT. Az aorta stenosis különböző alcsoportjaiban alkalmazható egyéb modalitások

	Konkordáns AS	Diszkordáns AS		
		cFLG AS	pFLG AS	NFLG AS
TTE	+++	++	+	+
DSE	-	+++	-	-
CT CaS	-	++	+++	+++
Hibrid AVA	-	-	+++	+++
Planimetria (3D TTE/TEE, CT)	-	-	++	++
Invazív AVA	-	-	(+)	(+)

Rövidítések: AS: aorta stenosis; TTE: transthoracalis echokardiográfia; DSE: dobutamin-stresszechokardiográfia; CT-CaS: kardio-CT-vel meghatározott aortabillentyű-kalciumscore (CaS); AVA: aortabillentyű-terület; TEE: transoesophagealis echokardiográfia; cFLG AS: klasszikus low-flow low-gradient aorta stenosis; pFLG AS: paradox low-flow low-gradient aorta stenosis; NFLG AS: normal-flow low-gradient aorta stenosis

vizsgálata szükséges, különös tekintettel a bal kamrai kiáramlási pálya átmérőjének precíz mérésére. Ha az echokardiográfias adatok között továbbra is diszkordancia észlelhető, több kiegészítő diagnosztikus módszer áll rendelkezésre a kórkép megerősítésére. Az aorta stenosis eltérő klinikai és hemodinamikai alcsoportjaiban különböző képalkotó és funkcionális modalitások bizonyulhatnak leginkább informatívnak, amelyeket az 1. táblázat foglal össze.

Nyilatkozat

A szerzők kijelentik, hogy az összefoglaló közlemény megírásával kapcsolatban nem áll fenn velük szemben pénzügyi vagy egyéb lényeges összeütközés, összeférhetetlenségi ok, amely befolyásolhatja a közleményben bemutatott eredményeket, az abból levont következtetéseket vagy azok értelmezését.

Irodalom

1. Nkomo VT, Gardin JM, Skelton TN, et al. Burden of valvular heart diseases: a population-based study. *Lancet* 2006; 368(9540): 1005–11. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(06\)69208-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(06)69208-8)
2. Praz F, Borger MA, Lanz J, et al. 2025 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease: Developed by the task force for the management of valvular heart disease of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). *European Heart Journal* 2025; 46(44): 4635–736. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehaf194>
3. 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. *J Am Soc Echocardiogr* 2017; 30(4): 372–92. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2017.02.009>
4. Clavel MA, Magne J, Pibarot P. Low-gradient aortic stenosis. *Eur Heart J* 2016; 37(34): 2645–57. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehw096>
5. Messika-Zeitoun D, Lloyd G, Tribouilloy C. Aortic valve stenosis: evaluation and management of patients with discordant grading. *Eur J Cardiol Pract* 2017; 15(31). <https://www.escardio.org/communities/councils/cardiology-practice/scientific-documents-and-publications/ejournal/volume-15/Aortic-valve-stenosis-evaluation-and-management-of-patients-with-discordant-grading/>
6. Maes F, Pierard S, de Meester C, et al. Impact of left ventricular outflow tract ellipticity on the grading of aortic stenosis in patients with normal ejection fraction. *J Cardiovasc Magn Reson* 2017; 19(1): 37. <https://doi.org/10.1186/s12968-017-0344-8>
7. Guzzetti E, Capoulade R, Tastet L, et al. Estimation of Stroke Volume and Aortic Valve Area in Patients with Aortic Stenosis: A Comparison of Echocardiography versus Cardiovascular Magnetic Resonance. *J Am Soc Echocardiogr* 2020; 33(8): 953–63 e5. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2020.03.020>
8. Hahn RT, Pibarot P. Accurate Measurement of Left Ventricular Outflow Tract Diameter: Comment on the Updated Recommendations for the Echocardiographic Assessment of Aortic Valve Stenosis. *J Am Soc Echocardiogr* 2017; 30(10): 1038–41. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2017.06.002>
9. Liu S, Churchill J, Hua L, et al. Direct Planimetry of Left Ventricular Outflow Tract Area by Simultaneous Biplane Imaging: Challenging the Need for a Circular Assumption of the Left Ventricular Outflow Tract in the Assessment of Aortic Stenosis. *J Am Soc Echocardiogr* 2020; 33(4): 461–8. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2019.12.002>
10. Saitoh T, Shiota M, Izumo M, et al. Comparison of left ventricular outflow geometry and aortic valve area in patients with aortic stenosis by 2-dimensional versus 3-dimensional echocardiography. *Am J Cardiol* 2012; 109(11): 1626–31. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2012.01.391>
11. Leye M, Brochet E, Lepage L, et al. Size-adjusted left ventricular outflow tract diameter reference values: a safeguard for the evaluation of the severity of aortic stenosis. *J Am Soc Echocardiogr* 2009; 22(5): 445–51. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2009.02.007>
12. Beneduce A, Capogrosso C, Moroni F, et al. Aortic valve area calculation using 3D transesophageal echocardiography: Implications for aortic stenosis severity grading. *Echocardiography* 2020; 37(12): 2071–81. <https://doi.org/10.1111/echo.14883>
13. Alskaf E, Gupta T, Kardos A. Aortic valve area using computed tomography-derived correction factor to improve the validity of left ventricular outflow tract measurements. *Echocardiography* 2020; 37(2): 196–206. <https://doi.org/10.1111/echo.14601>
14. Kardos A, Rusinaru D, Marechaux S, et al. Implementation of a CT-derived correction factor to refine the measurement of aortic valve area and stroke volume using Doppler echocardiography improves grading of severity

and prediction of prognosis in patients with severe aortic stenosis. *Int J Cardiol* 2022; 363: 129–37. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2022.06.018>

15. Rusinaru D, Malaquin D, Marechaux S, et al. Relation of Dimensionless Index to Long-Term Outcome in Aortic Stenosis With Preserved LVEF. *JACC Cardiovasc Imaging* 2015; 8(7): 766–75. <https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2015.01.023>
16. Thaden JJ, Nkomo VT, Lee KJ, Oh JK. Doppler Imaging in Aortic Stenosis: The Importance of the Non-apical Imaging Windows to Determine Severity in a Contemporary Cohort. *J Am Soc Echocardiogr* 2015; 28(7): 780–5. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2015.02.016>
17. Rana M. Aortic Valve Stenosis: Diagnostic Approaches and Recommendations of the 2021 ESC/EACTS Guidelines for the Management of Valvular Heart Disease – A Review of the Literature. *Cardiol Cardiovasc Med* 2022; 6(3): 315–24.
18. Alsidawi S, Khan S, Pislaru SV, et al. High Prevalence of Severe Aortic Stenosis in Low-Flow State Associated With Atrial Fibrillation. *Circ Cardiovasc Imaging* 2021; 14(7): e012453. <https://doi.org/10.1161/circimaging.120.012453>
19. Naser JA, Pislaru SV, Pislaru C, et al. Averaged Transaortic Mean Gradient during Atrial Fibrillation Does Not Accurately Reflect Aortic Stenosis Severity. *J Am Soc Echocardiogr* 2022; 35(8): 885–7. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2022.05.003>
20. Lancellotti P, Pellikka PA, Budts W, et al. The Clinical Use of Stress Echocardiography in Non-Ischaemic Heart Disease: Recommendations from the European Association of Cardiovascular Imaging and the American Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 2017; 30(2): 101–38. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2016.10.016>
21. Sato K, Sankaramangalam K, Kandregula K, et al. Contemporary Outcomes in Low-Gradient Aortic Stenosis Patients Who Underwent Dobutamine Stress Echocardiography. *Journal of the American Heart Association* 2019; 8(6): e011168. <https://doi.org/10.1161/JAHA.118.011168>
22. Maes F, Lerakis S, Barbosa Ribeiro H, et al. Outcomes From Transcatheter Aortic Valve Replacement in Patients With Low-Flow, Low-Gradient Aortic Stenosis and Left Ventricular Ejection Fraction Less Than 30%: A Substudy From the TOPAS-TAVI Registry. *JAMA Cardiol* 2019; 4(1): 64–70. <https://doi.org/10.1001/jamacardio.2018.4320>
23. Levy F, Laurent M, Monin JL, et al. Aortic valve replacement for low-flow/low-gradient aortic stenosis operative risk stratification and long-term outcome: a European multicenter study. *J Am Coll Cardiol* 2008; 51(15): 1466–72. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2007.10.067>
24. Tribouilloy C, Levy F, Rusinaru D, et al. Outcome after aortic valve replacement for low-flow/low-gradient aortic stenosis without contractile reserve on dobutamine stress echocardiography. *J Am Coll Cardiol* 2009; 53(20): 1865–73. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2009.02.026>
25. Monin JL, Quere JP, Monchi M, et al. Low-gradient aortic stenosis: operative risk stratification and predictors for long-term outcome: a multicenter study using dobutamine stress hemodynamics. *Circulation* 2003; 108(3): 319–24. <https://doi.org/10.1161/01.cir.0000079171.43055.46>
26. Annabi MS, Touboul E, Dahou A, et al. Dobutamine Stress Echocardiography for Management of Low-Flow, Low-Gradient Aortic Stenosis. *J Am Coll Cardiol* 2018; 71(5): 475–85. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2017.11.052>
27. Clavel MA, Pibarot P, Messika-Zeitoun D, et al. Impact of aortic valve calcification, as measured by MDCT, on survival in patients with aortic stenosis: results of an international registry study. *J Am Coll Cardiol* 2014; 64(12): 1202–13. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2014.05.066>
28. Clavel MA, Burwash IG, Pibarot P. Cardiac Imaging for Assessing Low-Gradient Severe Aortic Stenosis. *JACC Cardiovasc Imaging* 2017; 10(2): 185–202. <https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2017.01.002>
29. Voisine M, Hervault M, Shen M, et al. Age, Sex, and Valve Phenotype Differences in Fibro-Calcific Remodeling of Calcified Aortic Valve. *J Am Heart Assoc* 2020; 9(10): e015610. <https://doi.org/10.1161/jaha.119.015610>
30. Carlidge TR, Bing R, Kwieciniski J, et al. Contrast-enhanced computed tomography assessment of aortic stenosis. *Heart* 2021; 107(23): 1905–11. <https://doi.org/10.1136/heartjnl-2020-318556>
31. Adrichem R, Hokken TW, Bouwmeester S, et al. Diagnostic Value of Aortic Valve Calcification Levels in the Assessment of Low-Gradient Aortic Stenosis. *JACC Cardiovasc Imaging* 2024; 17(8): 847–60. <https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2024.03.014>
32. Kamperidis V, van Rosendaal PJ, Katsanos S, et al. Low gradient severe aortic stenosis with preserved ejection fraction: reclassification of severity by fusion of Doppler and computed tomographic data. *Eur Heart J* 2015; 36(31): 2087–96. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehv188>
33. Zeb I, Uqaily R, Gonuguntla K, et al. Multimodality assessment of high- vs. low-gradient aortic stenosis using echocardiography and cardiac CT. *J Cardiovasc Comput Tomogr* 2023; 17(6): 421–8. <https://doi.org/10.1016/j.jcct.2023.09.002>
34. Clavel MA, Malouf J, Messika-Zeitoun D, et al. Aortic valve area calculation in aortic stenosis by CT and Doppler echocardiography. *JACC Cardiovasc Imaging* 2015; 8(3): 248–57. <https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2015.01.009>
35. Cannata F, Chiarito M, Pinto G, et al. Transcatheter aortic valve replacement in aortic stenosis and cardiac amyloidosis: a systematic review and meta-analysis. *ESC Heart Fail* 2022; 9(5): 3188–97. <https://doi.org/10.1002/ehf2.13876>
36. Bing R, Cavalcante JL, Everett RJ, et al. Imaging and Impact of Myocardial Fibrosis in Aortic Stenosis. *JACC Cardiovasc Imaging* 2019; 12(2): 283–96. <https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2018.11.026>

A fókuszált echokardiográfia helye és szerepe az alapellátásban

Kiss-Kovács Róbert¹, Morvai-Illés Blanka¹, Mahmoud Saddik Jdid²,
Sághy László², Varga Albert¹, Ágoston Gergely¹



Szerzői video-összefoglaló

¹Szegedi Tudományegyetem, Családorvosi Intézet és Rendelő, Szeged

²Szegedi Tudományegyetem, II. sz. Belgyógyászati Klinika és Kardiológiai Központ, Szeged

Levelezési cím:

Dr. Kiss-Kovács Róbert, Szegedi Tudományegyetem, Családorvosi Intézet és Rendelő, 6725 Szeged, Tisza Lajos krt. 109.

E-mail: kiss-kovacs.robert@med.u-szeged.hu

A fókuszált echokardiográfia (focused cardiac ultrasound, FCU) a point-of-care ultrahang egyik legdinamikusabban fejlődő alkalmazása, amely az elmúlt években egyre nagyobb figyelmet kap az alapellátásban dolgozó családorvosok körében is. A módszer célzott, standardizált vizsgálati megközelítése lehetővé teszi bizonyos klinikailag releváns kardiális eltérések gyors felismerését olyan ellátási környezetben, ahol a részletes képalkotó vizsgálatokhoz való azonnali hozzáférés gyakran korlátozott. A nemzetközi szakirodalom és konszenzusajánlások alapján az FCU döntéstámogató eszközként értelmezhető, amely nem a teljes körű echokardiográfiát helyettesíti, hanem a fizikális vizsgálatot egészíti ki, elősegítve a betegút megfelelő irányának meghatározását. A rendelkezésre álló tudományos evidenciák arra engednek következtetni, hogy megfelelő képzéssel és a kompetenciahatárok betartásával a módszer javíthatja a korai felismerést, növelheti a klinikai döntéshozatal biztonságát, és támogathatja az alap- és szakellátás közötti együttműködést.

Kulcsszavak: fókuszált echokardiográfia, point-of-care ultrahang, alapellátás, implementáció, klinikai döntéshozatal

The place and role of focused echocardiography in primary care

Focused Cardiac Ultrasound (FCU) is one of the most rapidly evolving applications of point-of-care ultrasound and has received increasing attention among primary care physicians in recent years. The targeted, standardized nature of the method enables rapid identification of clinically relevant cardiac abnormalities in healthcare settings where immediate access to comprehensive imaging modalities is often limited. Based on international literature and consensus recommendations, FCU should be regarded as a decision-support tool that does not replace comprehensive echocardiography but rather complements the physical examination, thereby facilitating appropriate allocation of patient pathways. The available scientific evidence suggests that, when applied with adequate training and clearly defined competence boundaries, FCU may improve early recognition of cardiac conditions, enhance the safety of clinical decision-making, and support collaboration between primary and specialist care.

Keywords: focused cardiac ultrasound, point-of-care ultrasound, primary care, implementation, clinical decision-making

Bevezetés

Az echokardiográfia a kardiovaszkuláris betegségek diagnosztikájának egyik alapvető pillére, amely a szív strukturális és funkcionális állapotáról nyújt valós idejű információt (1). Az elmúlt két évtized technológiai fejlődése – különösen a hordozható, jó képmínőséget biztosító ultrahangkészülékek megjelenése – lehetővé tette, hogy az echokardiográfia egyes, célzott alkalmazásai kilépjenek a kardiológiai szakrendelések kizárólagos köréből, és megjelenjenek a betegágy melletti, illetve alapellátási környezetben is (2, 3). E fejlődési folyamat

dése – különösen a hordozható, jó képmínőséget biztosító ultrahangkészülékek megjelenése – lehetővé tette, hogy az echokardiográfia egyes, célzott alkalmazásai kilépjenek a kardiológiai szakrendelések kizárólagos köréből, és megjelenjenek a betegágy melletti, illetve alapellátási környezetben is (2, 3). E fejlődési folyamat

eredményeként jött létre a fókuszált echokardiográfia (focused cardiac ultrasound, FCU), amely a point-of-care ultrahang (point-of-care ultrasound, PoCUS) egyik legfontosabb és legjobban standardizálható alkalmazási területévé vált (4). Az FCU olyan célzott, protokollvezérelt ultrahangvizsgálat, amely nem a teljes körű echokardiográfia kiváltását célozza, hanem a fizikális vizsgálat kiegészítéseként, meghatározott klinikai kérdések gyors megválaszolására szolgál (5, 6). Az FCU során a vizsgáló előre definiált metszetek alapján keres azonnal felismerhető, klinikailag releváns eltéréseket, mint például perikardiális folyadékgyülem, súlyos szisztolés balkamra-diszfunkció, jobbszívfél-tágulat vagy kóros volumenstátusz (7). E módszertani sajátosság teszi alkalmassá az FCU-t arra, hogy a döntéshozatal támogató eszközként integrálható legyen olyan ellátási szinteken is, ahol a diagnosztikus lehetőségek hagyományosan korlátozottak (8). Az alapellátásban dolgozó családorvosok mindennapi gyakorlatában gyakran jelennek meg olyan akut vagy szubakut panaszok – például dyspnoe, syncope, palpitáció vagy megmagyarázatlan általános állapotromlás –, amelyek hátterében potenciálisan súlyos kardiális eltérések is állhatnak. Ezekben a helyzetekben a gyors differenciáldiagnosztikai döntések kulcsfontosságúak, ugyanakkor a klasszikus képkeltő vizsgálatokhoz való azonnali hozzáférés a legtöbb esetben nem biztosított. Ez növelheti a diagnosztikai késedelem, valamint a téves vagy elmaradt diagnózisok kockázatát, különös tekintettel az alapellátás sajátosságaira, ahol a betegek gyakran aspecifikus tünetekkel jelentkeznek, miközben a döntést korlátozott diagnosztikai eszköztár használatával hozzák meg (9). A fókuszált echokardiográfia ezen a ponton képez hidat a fizikális vizsgálat és a kardiológiai szakellátás között, mivel lehetőséget adhat a kardiális érintettség korai felismerésére vagy kizárására már az ellátás első szintjén (6, 10). Nemzetközi szakmai konszenzusok hangsúlyozzák, hogy az FCU nem önálló diagnosztikai modalitás, hanem korlátozott információt nyújtó, döntéstámogató vizsgálat, amelynek eredményeit mindig a klinikai kontextusba ágyazva kell értelmezni. Ennek megfelelően az FCU alkalmazása során a családorvos feladata nem a végleges diagnózis felállítása, hanem a fizikális vizsgálat és a klinikum alapján felmerülő iránydiagnózis megerősítése (11). A módszer biztonságos alkalmazásának alapfeltétele a strukturált képzés, a kompetenciahatárok egyértelmű kijelölése, valamint a vizsgálatok dokumentálása és minőségbiztosítása (12). Az utóbbi években egyre több európai és nemzetközi tanulmány foglalkozik a PoCUS és ezen belül az FCU alapellátási alkalmazhatóságával, tanulási görbéjével és klinikai hasznosságával (13, 14). A European Federation of Societies for Ultrasound in Medicine and Biology (EFSUMB) által koordinált, 2025-ben publikált Delphi-tanulmány különösen fontos mérföldkőnek tekinthető, mivel első alkalommal határozott meg európai szinten konszenzusos alapcurriculumot az alapellátásban alkalmazható PoCUS-vizsgálatokra

vonatkozóan. E konszenzus rávilágít arra, hogy a szív vizsgálata az alapellátásban elsősorban a perikardiális folyadékgyülem és a szívtamponád felismerésére korlátozódik, ugyanakkor a korábbi szakirodalom alapján számos további, döntéstámogató FCU-alkalmazás is releváns lehet megfelelő képzés mellett (15). Jelen összefoglaló közlemény célja, hogy áttekintse a fókuszált echokardiográfia helyét és szerepét az alapellátásban, bemutassa a módszer elméleti alapjait, kompetenciaszintjeit, indikációit és korlátait, valamint összefoglalja a jelenleg rendelkezésre álló bizonyítékokat az FCU családorvosi gyakorlatban történő alkalmazásáról. A közlemény célja továbbá, hogy gyakorlati iránymutatást adjon az FCU strukturált, biztonságos és szakmailag megalapozott integrálásához az alapellátás mindennapi betegellátási folyamataiba.

Az echokardiográfia szintjei kompetencia és komplexitás szerint

Az echokardiográfia klinikai alkalmazása különböző szinteken valósulhat meg, amelyek egymástól elsősorban a vizsgálat céljában, részletességében, a szükséges képzettségi szintben és a klinikai döntéshozatalban betöltött szerepükben különböznek. E szintek világos elkülönítése alapvető jelentőségű az alapellátásban történő biztonságos alkalmazás szempontjából, mivel egyértelműen kijelöli a családorvosi és a kardiológiai kompetencia határait (16).

Az ultrahangasszisztált fizikális vizsgálat

Az echokardiográfia legalapvetőbb szintje az ultrahangasszisztált fizikális vizsgálat, amely nem tekinthető önálló echokardiográfias módszernek, hanem a klasszikus fizikális vizsgálat kiegészítéseként értelmezhető. Ebben az esetben az ultrahang célja az, hogy az auskultáció, az inspekció és a palpáció során szerzett benyomásokat vizuálisan megerősítse vagy megkérdőjelezze, például perikardiális folyadék jelenlétének vagy súlyos fokú kamramegnagyobbodásnak a felismerésével. Ez a megközelítés alacsony technikai és értelmezési követelménnyel jár, és megfelelő képzés után biztonsággal integrálható az alapellátás mindennapi gyakorlatába (17).

A fókuszált echokardiográfia

A következő szint az FCU, amely már strukturált, protokollvezérelt vizsgálatot jelent, előre definiált klinikai kérdések megválaszolására. Az FCU során a vizsgáló nem törekszik a szív teljes körű strukturális és funkcionális elemzésére, hanem néhány, azonnali klinikai jelentőséggel bíró eltérés felismerésére koncentrál. Ide tartozik különösen a perikardiális folyadékgyülem és a szívtamponád gyanúja, a súlyosan csökkent szisztolés balkamra-funkció, a jelentősen tág jobb szívfél, valamint a markánsan kóros volumenstátusz kvalitatív megítélése (4, 18). Nemzetközi ajánlások egybehangzóan hang-

súlyozzák, hogy az FCU a döntéstámogatás eszköze, amelynek célja a betegút irányának meghatározása, nem pedig a végleges diagnózis felállítása. Ennek megfelelően az FCU megfelelő képzés után az alapellátási kompetenciakörbe sorolható, feltéve, hogy a vizsgálat korlátai világosan kommunikáltak, dokumentáltak, és a kóros vagy bizonytalan leletek kardiológiai szakvizsgálatra irányítást vonnak maguk után (11, 19).

Az alapellátáson túli echokardiográfias vizsgálati szintek

Az echokardiográfia magasabb szintű alkalmazásai – beleértve a kritikus állapotú betegek vizsgálatát, a limitált echokardiográfiát és a standard transthoracalis echokardiográfiát (TTE) – elsősorban sürgősségi, intenzív terápiás, illetve kardiológiai szakellátási környezetben alkalmazott módszerek. E vizsgálatok közös jellemzője, hogy céljuk a komplex hemodinamikai és strukturális eltérések részletes feltárása, amely meghaladja az alapellátásban biztonságosan értelmezhető információk körét.

Kompetenciahatárok jelentősége az alapellátásban

Az echokardiográfia különböző szintjeinek elkülönítése nem pusztán elméleti jelentőségű, hanem a megbízhatóság alapvető feltétele. Az alapellátásban alkalmazható ultrahangos módszerek – az ultrahangasszisztált fizikális vizsgálat és az FCU – világosan körülhatárolt

indikációkkal, standardizált protokollokkal és megfelelő képzéssel képesek támogatni a klinikai döntéshozatalt. A TTE és az FCU összehasonlítását az 1. táblázat mutatja be. A kompetenciahatárok betartása biztosítja, hogy az FCU valóban a betegutak optimalizálását szolgálja, és ne vezessen téves biztonságérzethez vagy a szakellátás késleltetett igénybevételéhez.

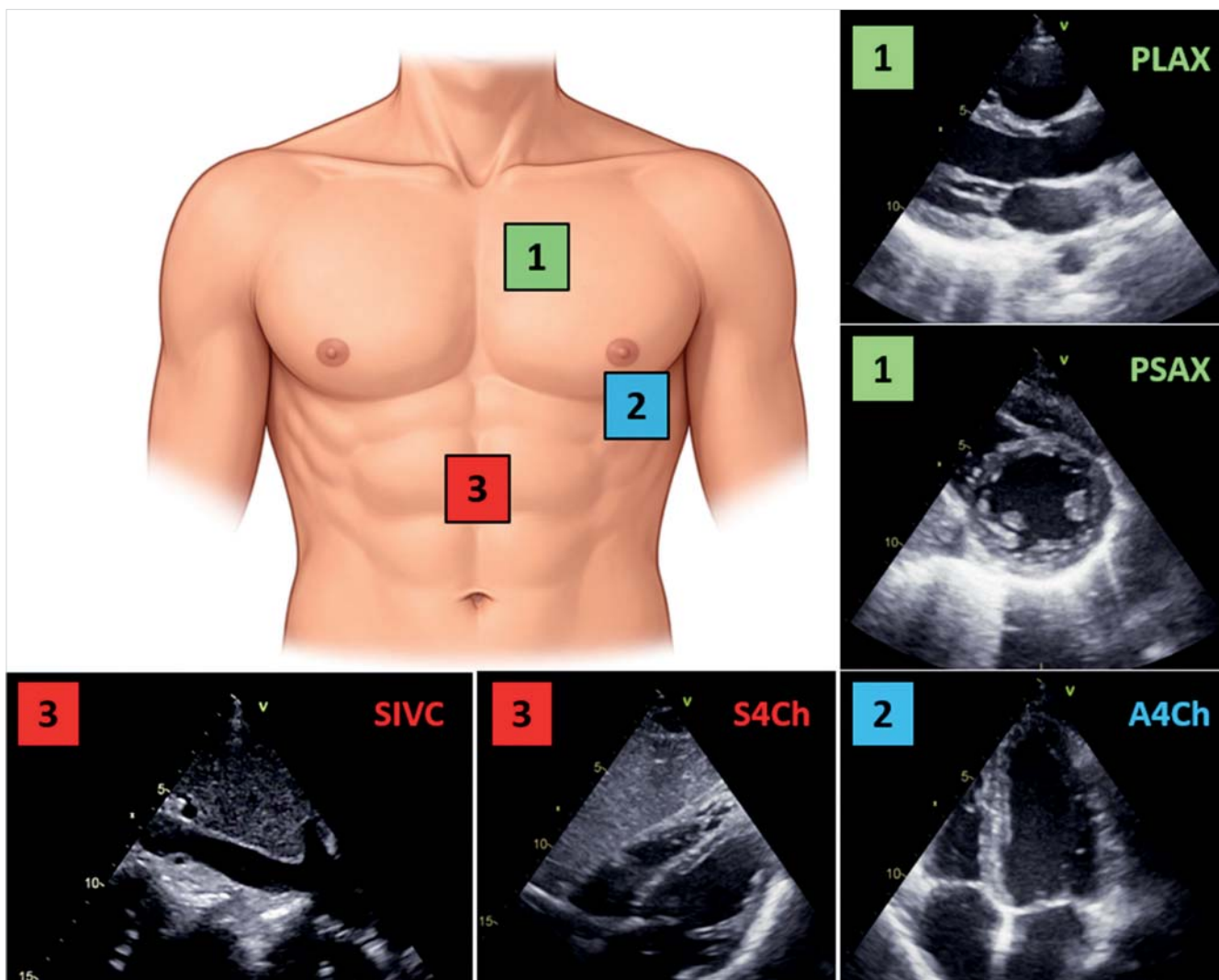
A fókuszált echokardiográfia elméleti alapjai

Az FCU elméleti alapját a célzott, standardizált ultrahangos megközelítés képezi, amely előre meghatározott vizsgálati metszetek segítségével, kvalitatív módon értékeli a szív legfontosabb strukturális és funkcionális jellemzőit. A módszer koncepciója azon a felismerésen alapul, hogy bizonyos klinikailag releváns kardiális eltérések gyorsan és megbízhatóan felismerhetők részletes kvantitatív analízis nélkül is. Az FCU protokollja nemzetközi konszenzus alapján egységes, és öt alapvető, standardizált echokardiográfias nézet alkalmazására épül, amelyek együttesen elegendő információt szolgáltatnak a módszerrel felismerhető fő kórállapotok azonosításához. Ezt az öt vizsgálati metszetet az 1. ábra szemlélteti.

A standardizált metszetek alkalmazása biztosítja a vizsgálat reprodukálhatóságát, valamint csökkenti az értelmezési variabilitást, ami különösen fontos nem kardiológus vizsgálók esetén (20). Az FCU elméleti szemléletének központi eleme a kvalitatív értékelés. A vizsgáló nem numerikus paramétereket határoz meg,

1. TÁBLÁZAT. A transthoracalis echokardiográfia (TTE) és a fókuszált echokardiográfia (FCU) összehasonlítása klinikai alkalmazhatóság szerint

Szempont	TTE	FCU
A vizsgálat célja	Teljes körű morfológiai és funkcionális diagnosztika és lelet készítése	Gyors, célzott döntéstámogatás meghatározott klinikai kérdésekben
A vizsgálat jellege	Részletes, kvantitatív és kvalitatív elemzés	Elsősorban kvalitatív, súlyos eltérések felismerésére irányul
Vizsgálati protokoll	Kiterjesztett, guideline-alapú, valamennyi szívstruktúrát érinti	Limitált, standardizált alaplétekre épül (5 nézet)
Vizsgáló személye	Kardiológus vagy magas szintű echokardiográfias kompetenciával rendelkező szakorvos	Nem kardiológus orvos is végezheti megfelelő képzéssel
Képzés és akkreditáció	Hosszú, formális, licenchez kötött	Rövidebb, strukturált, kompetenciaalapú tréning
Időigény	Általában 30-60 perc	Jellemzően 5-10 perc
Balkamra-funkció	Pontos mérések (ejekciós frakció, volumenek, strain stb.)	Súlyos diszfunkció kvalitatív felismerése
A jobb szívfél vizsgálata	Részletes morfológiai és hemodinamikai elemzés	Jelentős tágulat azonosítása
A billentyűk értékelése	Morfológia, Doppler, kvantifikáció	Csak nyilvánvaló, súlyos eltérés gyanúja
Hemodinamika	Nyomásbecslések, áramlási paraméterek	Nem cél, csak indirekt benyomás
Pericardium	Részletes értékelés	Folyadék jelenlétének kizárása/megerősítése
Volumenstátusz	Több paraméter integrált értékelése	Markáns eltérés kvalitatív megítélése (pl. VCI kollapszibilitása)
Az eredmény státusza	Hivatalos diagnosztikus lelet	Döntéstámogató információ
Kimenet	Terápia meghatározása, követés, intervenciók döntései	Beutalás, sürgősség megítélése, betegút meghatározása



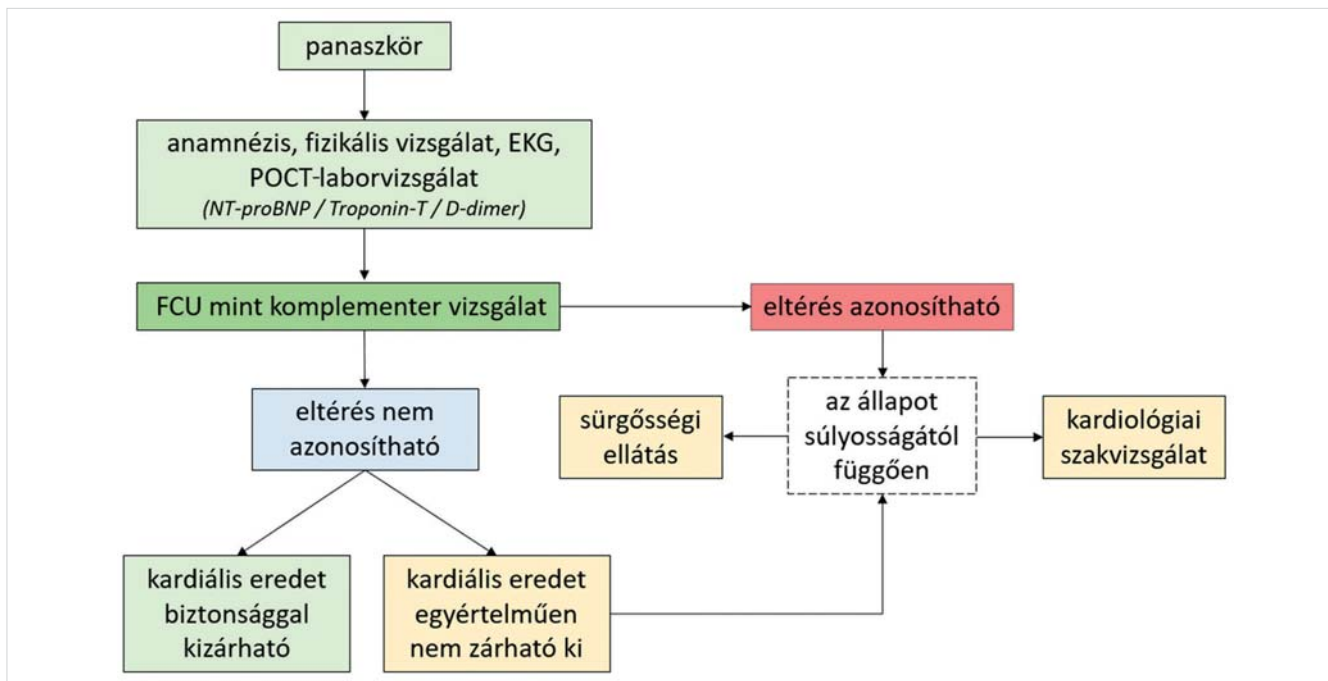
1. ÁBRA. Az FCU vizsgálati protokoll öt standard nézete és azok mellkasi vizsgálati pozíciói. Rövidítések: PLAX: parasternalis hosszmetset, PSAX: parasternalis rövidmetset, A4Ch: apicalis négyüregű metset, S4Ch: subcostalis négyüregű metset, SIVC: subcostalis vena cava inferior metset

hanem vizuális becslés alapján ítéli meg a kamrafunkciók súlyos eltéréseit, a pericardium állapotát, a jobb szívfél arányait, illetve a volumenstátusz markáns változásait. Ez a megközelítés lehetővé teszi a gyors kivitelezést és az azonnali klinikai döntéstámogatást, ugyanakkor egyértelműen meghatározza a módszer határait is. Az FCU technikai alapfeltétele a megfelelő transzducer használata és a beállítások optimalizálása. Az FCU vizsgálatok elvégzéséhez elegendő egy hordozható vagy kézi ultrahangkészülék, ugyanakkor fontos megjegyezni, hogy nem mindegyik handheld eszköz rendelkezik klasszikus phased array transzducerrel, ezért ilyen esetekben a konvex fej alkalmazása is elfogadott a standard kardiális metszetek megjelenítésére. A kardiális vizsgálatokhoz optimalizált preset és a mozgó struktúrák megítéléséhez szükséges megfelelő képfrissítési frekvencia biztosítja, hogy a kvalitatív értékelés megbízható legyen. A képtimalizálás célja az értékelhetőség javítása, nem pedig a részletes struktu-

rális elemzés. Az elméleti keretrendszer szerves része a módszer korlátainak ismerete. Az FCU nem alkalmas komplex billentyűbetegségek részletes megítélésére, finom falmozgászavarok felismerésére vagy kvantitatív hemodinamikai elemzésre. E korlátok tudatosítása alapvető feltétele annak, hogy a vizsgálat eredményei megfelelően irányítsák a további ellátást, és szükség esetén magasabb szintű, kardiológus általi echokardiográfias vizsgálat történjen (21).

Az FCU indikációi és a felismerendő eltérések az alapellátásban

Az alapellátásban alkalmazható FCU indikációit elsősorban azok a klinikai helyzetek határozzák meg, amelyekben a beteg panaszai vagy fizikális jelei mögött potenciálisan jelentős kardiális eltérés állhat, és ahol a gyors döntéstámogatás érdekében befolyásolja a be-



2. ÁBRA. Az FCU helye a panaszorientált kardiális kivizsgálás és betegirányítás algoritmusában az alapellátás szintjén.
 Rövidítések: EKG: elektrokardiogram; POCT: point-of-care testing; FCU: fókuszált echokardiográfia; NT-proBNP: N-terminális pro-B típusú natriuretikus peptid

teg további ellátását, kimenetelét. Az FCU alkalmazása ilyen esetekben nem szűrővizsgálati céllal történik, hanem konkrét klinikai kérdés megválaszolását szolgálja. Gyakori indikációt jelentenek az akut vagy szubakut dyspnoe, a mellkasi fájdalom (kizárólag az EKG készítése után), a syncope vagy presyncope, a palpitáció, valamint az ismeretlen eredetű általános állapotromlás (22). Ezekben a klinikai szituációkban az FCU képes gyorsan elkülöníteni a kardiális eredetű kórképeket az egyéb, nem kardiális okoktól, elősegítve ezzel a megfelelő betegút kijelölését. Az alapellátásban a klinikai döntéshozatalt tovább erősítheti az egyre szélesebb körben elérhető biomarkerek, mint az NT-proBNP, a troponin T és a D-dimer betegágy melletti laborvizsgálattal (point-of-care testing, POCT) való meghatározása, amelyek megfelelő klinikai kontextusban jelentősen képesek növelni a feltételezett diagnózis megbízhatóságát, és segítik a differenciáldiagnosztikát (23). Az FCU-val az alapellátásban elsősorban néhány, jól körülhatárolható patológiás eltérés ismerhető fel megbízhatóan. Ide tartozik a súlyosan csökkent szisztolés balkamra-funkció, amely dyspnoe, perifériás ödéma vagy terheléscsökkenés hátterében állhat, és amelynek felismerése jelentősen befolyásolja az azonnali ellátási stratégiát. Több vizsgálat igazolta, hogy a bal kamrai pumpafunkció kvalitatív megítélése (ún. eye-balling módszer) rövid képzés után is megfelelő diagnosztikus pontossággal elsajátítható nem kardiológus orvosok és orvostanhallgatók által is (24, 25). A jobb szívfél dilatációjának és funkcionális eltéréseinek felismerése szintén fontos indikációs terület, különösen akut dyspnoe vagy hemo-

dinamikai instabilitás esetén, ahol pulmonális embólia vagy súlyos pulmonális hipertenzió lehetősége merülhet fel. Bár az FCU nem alkalmas a definitív diagnózis felállítására, a jobb kamrai eltérések azonosítása sürgős további kivizsgálást indokolhat (26). Az FCU egyik legnagyobb klinikai jelentőségű alkalmazása az alapellátásban a perikardiális folyadékgyülem felismerése: a pericardium vizsgálata az egyik leggyorsabban és legbiztonságosabban elsajátítható FCU-kompetencia, amely ezen potenciálisan életet veszélyeztető állapot korai felismerését teszi lehetővé (27). A vena cava inferior (VCI) vizsgálata lehetőséget ad a volumenstátusz gyors, kvalitatív megítélésére, amely különösen hasznos lehet hipotenzió, exsztatika vagy dekompenzált szívelégtelenség gyanúja esetén. Bár a VCI-dinamika értelmezése számos tényezőtől függ, markánsan kóros esetekben értékes kiegészítő információt nyújthat a klinikai döntéshozatalhoz (28).

Az FCU klinikai hatása és bizonyítékai az alapellátásban

Az elmúlt években több vizsgálat foglalkozott az FCU alkalmazhatóságával és klinikai hatásával. Ezek a tanulmányok következetesen arra jutottak, hogy az FCU alkalmazása javítja a kardiális eltérések felismerési arányát, érdemben befolyásolja a betegellátással kapcsolatos döntéseket, továbbá használata akár a rehospitalizációra szoruló arányát is képes csökkenteni (29–32). Prospektív obszervációs vizsgálatok igazol-

ták, hogy az FCU alkalmazása szignifikánsan gyakrabban azonosított klinikailag releváns szívbetegségeket, mint a kizárólag fizikális vizsgálatra épülő ellátás (29, 33). Különösen a korábban nem ismert bal kamrai diszfunkció és a perikardiális folyadékgyülem felismerése terén mutatkozott számottevő előny (34, 35). Több tanulmány foglalkozott az FCU hatásával a klinikai döntéshozatalra és a betegútra. Ezek alapján az FCU alkalmazása gyakran vezet a további diagnosztikus lépések módosításához, például kardiológiai szakvizsgálatra történő irányításhoz, sürgősségi ellátás kezdeményezéséhez vagy éppen a felesleges beutalások elkerüléséhez (31, 32, 36, 37). Ez különösen fontos az alapellátásban, ahol a döntések jelentős része bizonytalanság mellett, limitált diagnosztikus eszköztárra támaszkodva születik meg (9). A hordozható és kézi ultrahangkészülékek elterjedése tovább erősítette az FCU gyakorlati jelentőségét (38). Vizsgálatok kimutatták, hogy kézben hordozható, ún. handheld eszközökkel végzett FCU esetén a jelentős szisztolés balkamra-diszfunkció felismerésének pontossága elfogadható, és a módszer alkalmas klinikailag releváns eltérések szűrésére nem kardiológus szakorvosok által is (34, 39). Bár ezek az eszközök nem helyettesítik a teljes körű echokardiográfiát, döntéstámogató szerepük az alapellátásban egyre inkább igazoltnak tekinthető (32). Az FCU tanulási görbéjét vizsgáló közlemények azt mutatják, hogy megfelelő, strukturált képzés után már viszonylag rövid idő alatt elsajátíthatók azok az ismeretek és készségek, amelyek a súlyos kardiális eltérések felismeréséhez szükségesek (40). A vizsgálok közötti egyezés különösen jó a perikardiális folyadék, a súlyosan csökkent szisztolés balkamra-funkció és a jelentősen tág jobb szívfél megítélésében (35).

Korlátok, kockázatok és betegbiztonsági szempontok az alapellátásban alkalmazott FCU során

Az FCU alkalmazása az alapellátásban számos előnnyel járhat, ugyanakkor elengedhetetlen a módszer korlátainak és potenciális kockázatainak tudatosítása a betegbiztonság fenntartása érdekében (11, 41). Az FCU jellegéből fakadóan korlátozott információt nyújt, és nem alkalmas komplex strukturális vagy hemodinamikai eltérések részletes elemzésére (6, 42). Az egyik legfontosabb kockázati tényező a túlértelmezés. Nem megfelelő képzés vagy tapasztalat hiányában fennáll annak a veszélye, hogy a vizsgáló kórosnak ítél meg élettani variánsokat, vagy ellenkezőleg, klinikailag jelentős eltéréseket nem ismer fel (34, 43). A szakirodalom hangsúlyozza, hogy az FCU legbiztonságosabb alkalmazási területei azok, ahol markáns, vizuálisan egyértelmű eltérések azonosítása a cél, míg a finomabb strukturális vagy funkcionális abnormalitások megítélése már meghaladja a módszer megbízhatóságát

gi tartományát (4, 6). A technikai limitációk szintén befolyásolják az FCU diagnosztikus értékét. Rossz akusztikus ablak, elhízás, krónikus tüdőbetegség vagy nem megfelelő beállítások esetén a képminőség jelentősen romolhat, ami téves következtetésekhez vezethet. Ezért kiemelten fontos annak dokumentálása, ha egy adott struktúra nem volt megfelelően értékelhető (44). Betegbiztonsági szempontból alapvető követelmény, hogy az FCU eredményeit ne önálló diagnózisként, hanem döntéstámogató információként használják fel (6, 11). Kóros vagy bizonytalan lelet esetén a beteg további, magasabb szintű echokardiográfiás kivizsgálása, kardiológiai szakvizsgálata elengedhetetlen (41).

Implementációs és oktatási szempontok az alapellátásban alkalmazott FCU kapcsán

Az FCU alapellátásba történő integrálása nem kizárólag technológiai kérdés, hanem komplex implementációs, gazdasági és oktatásszervezési kihívás is. A nemzetközi tapasztalatok alapján az FCU sikeres bevezetésének kulcsa a strukturált képzés, az egyértelmű kompetenciahatárok kijelölése és a folyamatos minőségbiztosítás megvalósulása (12, 45). Több európai és észak-amerikai modell hangsúlyozza, hogy az FCU oktatása akkor hatékony, ha standardizált tananyagra, jól meghatározott vizsgálati protokollokra és objektív tudásszintmérésre épül (46). Az ilyen programok jellemzően kombinálják az elméleti oktatást (részben e-learning), a szimulációs tréninget és a felügyelt gyakorlati vizsgálatokat, ami elősegíti a biztonságos klinikai alkalmazást (47). Az implementáció során kiemelt jelentősége van annak, hogy az FCU ne izolált technikai készségként, hanem a klinikai döntéshozatal szerves részeként jelenjen meg. Ennek érdekében a képzések hangsúlyt helyeznek a klinikai indikációk helyes megválasztására, az eredmények kontextusba helyezésére, valamint a továbbutalási kritériumok egyértelmű meghatározására (12). A minőségbiztosítás szintén alapvető elem kell hogy legyen. Nemzetközi ajánlások szerint az FCU során készült képi dokumentáció rögzítése, visszakereshetősége és időszakos szakmai felülvizsgálata hozzájárul a vizsgálatok megbízhatóságának fenntartásához és a vizsgálok kompetenciájának hosszú távú megőrzéséhez egyaránt (48). Egyre több oktatási modell alkalmaz telemedicinális konzíliumot is, amely lehetőséget ad a vizsgálatot végző orvosok szakértői támogatására, különösen az implementáció korai szakaszában (49, 50). A hazai alapellátásban jelenleg nem áll rendelkezésre egységes, PoCUS-adatok kezelésére alkalmas informatikai integráció, ezért a képi dokumentáció biztonságos tárolása átmenetileg külső adattároló eszközök és kétlépcsős azonosítással védett, felhőalapú rendszerek alkalmazásával biztosítható, miközben a GDPR-kompatibilis megoldások kialakítása szakmaközi egyeztetések tárgyát képezi.

Az FCU oktatásának és alkalmazásának hazai helyzete az alapellátásban

Az idei évben Magyarországon is megkezdődött a point-of-care ultrahang strukturált integrációja az alapellátásba, amelynek keretében a fókuszált echokardiográfia oktatása is megjelent a háziorvosok számára elérhető képzési programban. A PoCUS-képzési programot az Országos Kórházi Főigazgatóság koordinálása mellett a Magyar Radiológusok Társaságának Ultrahang Szekciója, a Magyar Kardiológusok Társaságának Képző Munkacsoportja, valamint az Egészségügyi Szakmai Kollégium Háziorvosi Tagozatának szakértői dolgozták ki. Ez a képzési program túlnyomórészt radiológiai vizsgálatokat tartalmaz, jól illeszkedik a nemzetközi trendekhez, amelyek az FCU-t döntéstámogató eszközként, jól körülhatárolt indikációk mellett javasolják az alapellátásban dolgozó orvosok számára. A hazai képzési modell célja nem a kardiológiai diagnosztika kiterjesztése az alapellátásra, hanem a családorvosok diagnosztikus eszköztárának bővítése olyan standardizált PoCUS-alkalmazásokkal, amelyek közvetlenül támogatják a mindennapi klinikai döntéshozatalt. Ennek megfelelően az oktatás súlyt fektet az FCU indikációinak, korlátainak és betegbiztonsági szempontjainak bemutatására, valamint a döntéstámogató szemlélet elsajátítására. A hazai PoCUS-képzés strukturált, többlépcsős rendszerben valósul meg, amely online elméleti oktatást és tesztvizsgát, ezután kétnapos intenzív gyakorlati képzést, majd a saját praxisban gyűjtött és oktatók által validált vizsgálatok teljesítését, végül gyakorlati kompetencivizsgát foglal magában. Az FCU-hoz tartozó vizsgálatok esetében a képzés részét képezi a praxisban gyűjtött és validálásra benyújtott esetek között a balkamra-funkció megítélése (normál: 20 eset, csökkent: 5 eset), a balkamra-méret értékelése (normál: 20 eset, tág: 5 eset), a jobb szívfél méretének megítélése (normál: 15 eset, tág: 4 eset), a perikardiális folyadék felismerése (3 eset), valamint a vena cava inferior rögzítése (20 eset). Önálló FCU-kompetencia vagy külön modul nem szerezhető, mivel ezek a vizsgálatok a teljes, több szervrendszert érintő PoCUS-képzés kötelezően teljesítendő elemeit képezik. A képzési programban tehát az FCU elsősorban a perikardiális folyadékgyülem felismerésére, a súlyosan csökkent szisztolés balkamra-funkció azonosítására, a jobb szívfél jelentős tágulatának megítélésére, valamint a volumenstátusz kvalitatív becslésére fókuszál. Ezek az alkalmazások összhangban állnak a nemzetközi ajánlásokkal és az alapellátási PoCUS-képzések minimális kompetenciaelvárásaival. A hazai kezdeményezés jelentősége túlmutat az egyéni diagnosztikus készségek fejlesztésén. Az FCU strukturált oktatásának megjelenése hozzájárulhat a betegutak optimalizálásához, a kardiális eredetű kórképek korábbi felismeréséhez, valamint az alap- és szakellátás közötti együttműködés erősítéséhez. E folyamat hosszú távon

támogathatja az alapellátás szerepének erősödését a kardiovaszkuláris betegségek korai felismerésében és kockázatsökkentésében. Jelenleg a hazai alapellátási finanszírozási rendszerben a PoCUS-vizsgálatokhoz – beleértve az FCU-t is – egyelőre nem tartozik önálló finanszírozási kód vagy térítési kategória, ugyanakkor ennek bevezetése a közeljövőben várható, amely feltehetőleg elősegítené a módszer szélesebb körű alkalmazását a háziorvosi gyakorlatban.

Összefoglalás

Az FCU az elmúlt években a point-of-care ultrahang egyik legjelentősebb kardiális alkalmazásává vált, amely megfelelő képzés mellett az alapellátásban is értékes döntéstámogató eszközt jelenthet. A módszer célzott, standardizált megközelítése lehetővé teszi bizonyos klinikailag releváns kardiális eltérések gyors felismerését. A rendelkezésre álló nemzetközi bizonyítékok alapján az FCU alkalmazása – a biomarkerek mellett – az alapellátásban javíthatja a kardiális eredetű kórképek korai felismerését, támogathatja a betegutak optimalizálását, és növelheti a klinikai döntéshozatal biztonságát. Ugyanakkor a módszer csak világosan meghatározott indikációk mellett, kvalitatív szemlélettel és szigorúan betartott kompetenciahatárok között alkalmazható biztonságosan.

Nyilatkozat

A szerző kijelenti, hogy az összefoglaló közlemény megírásával kapcsolatban nem áll fenn velük szemben pénzügyi vagy egyéb lényeges összeütközés, összeférhetetlenségi ok, amely befolyásolhatja a közleményben bemutatott eredményeket, az abból levont következtetéseket vagy azok értelmezését.

Irodalom

- 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 Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *Journal of the American Society of Echocardiography* 2015 Jan 1; 28(1): 1-39.e14. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2014.10.003>
- Moore CL, Copel JA. Point-of-Care Ultrasonography. *New England Journal of Medicine* 2011 Feb 24; 364(8): 749–57. <https://doi.org/10.1056/NEJMr0909487>
- Kimura BJ, Amundson SA, Willis CL, et al. Usefulness of a hand-held ultrasound device for bedside examination of left ventricular function. *The American Journal of Cardiology* 2002 Oct 17; 90(9): 1038–9. [https://doi.org/10.1016/s0002-9149\(02\)02699-1](https://doi.org/10.1016/s0002-9149(02)02699-1)
- Via G, Hussain A, Wells M, et al. International Evidence-Based Recommendations for Focused Cardiac Ultrasound. *Journal of the American Society of Echocardiography* 2014 Jun 18; 27(7): 683.e1-683.e33. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2014.05.001>
- Labovitz AJ, Noble VE, Bierig M, et al. Focused Cardiac Ultrasound in the Emergent Setting: A Consensus Statement of the American Society of Echocardiography and American College of Emergency Physicians. *Journal of the American Society of Echocardiography* 2010 Nov 25; 23(12): 1225–30. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2010.10.005>
- Spencer KT, Kimura BJ, Korcarz CE, et al. Focused Cardiac Ultrasound: Recommendations from the American Society of Echocardiography. *Journal of the American Society of Echocardiography* 2013 May 25; 26(6): 567–81. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2013.04.001>
- Andersen GN, Haugen BO, Graven T, et al. Feasibility and reliability of point-of-care pocket-sized echocardiography. *European Journal of Echocardiography* 2011 Aug 2; 12(9): 665–70. <https://doi.org/10.1093/ejecho/erj108>
- Mjølstad OC, Andersen GN, Dalen H, et al. Feasibility and reliability

- of point-of-care pocket-size echocardiography performed by medical residents. *European Heart Journal Cardiovascular Imaging* 2013 May 3; 14(12): 1195–202. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jet062>
9. Singh H, Schiff GD, Graber ML, et al. The global burden of diagnostic errors in primary care. *BMJ Quality & Safety* 2016 Aug 16; 26(6): 484–94. <https://doi.org/10.1136/bmjqs-2016-005401>
10. Price S, Nicol E, Gibson DG, et al. Echocardiography in the critically ill: current and potential roles. *Intensive Care Medicine* 2005 Nov 16; 32(1): 48–59. <https://doi.org/10.1007/s00134-005-2834-7>
11. 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. *European Heart Journal: Acute Cardiovascular Care* 2015 Jan 29; 4(1): 3–5. <https://doi.org/10.1177/2048872614568073>
12. Bornemann P. Assessment of a Novel Point-of-Care Ultrasound Curriculum's Effect on Competency Measures in Family Medicine Graduate Medical Education. *Journal of Ultrasound in Medicine* 2017 Feb 16; 36(6): 1205–11. <https://doi.org/10.7863/ultra.16.05002>
13. Andersen GN, Graven T, Skjetne K, et al. Diagnostic influence of routine point-of-care pocket-size ultrasound examinations performed by medical residents. *Journal of Ultrasound in Medicine* 2015 Apr 1; 34(4): 627–36. <https://doi.org/10.7863/ultra.34.4.627>
14. Sorensen B, Hunnskaar S. Point-of-care ultrasound in primary care: a systematic review of generalist performed point-of-care ultrasound in unselected populations. *The Ultrasound Journal* 2019 Nov 19; 11(1): 31. <https://doi.org/10.1186/s13089-019-0145-4>
15. Andersen CA, Løkkegaard T, Nayahangan LJ, et al. A core curriculum of point-of-care ultrasound examinations for frontline physicians in primary care: results from a European Delphi study. *Ultraschall in der Medizin (Stuttgart, Germany: 1980)*. 2025 Jun 4. <https://doi.org/10.1055/a-2590-5242>
16. Wharton G, Steeds R, Allen J, et al. A minimum dataset for a standard adult transthoracic echocardiogram: a guideline protocol from the British Society of Echocardiography. *Echo Research & Practice* 2015 Mar 1; 2(1): G9–24. <https://doi.org/10.1530/ERP-14-0079>
17. Ojeda JC, Colbert JA, Lin X, et al. Pocket-sized ultrasound as an aid to physical diagnosis for internal medicine residents: a randomized trial. *Journal of General Internal Medicine* 2014 Nov 12; 30(2): 199–206. <https://doi.org/10.1007/s11606-014-3086-4>
18. Spencer KT, Flachskampf FA. Focused Cardiac Ultrasonography. *JACC: Cardiovascular Imaging* 2019 Jul 1; 12(7 Pt 1): 1243–53. <https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2018.12.036>
19. Rhinehart Z, Sade LE. The promise and pitfalls of focused cardiac ultrasound among general practitioners. *European heart journal Imaging methods and practice*. 2024 Jan 16; 2(1): qyae018. <https://doi.org/10.1093/ehjimp/qyae018>
20. Neskovic AN, Skinner H, Price S, et al. Focus cardiac ultrasound core curriculum and core syllabus of the European Association of Cardiovascular Imaging. *European Heart Journal – Cardiovascular Imaging* 2018 Feb 26; 19(5): 475–81. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jeu006>
21. 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. *European heart journal Cardiovascular Imaging* 2017 Oct 17; 18(12): 1301–10. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jex244>
22. Marbach JA, Almufleh A, Di Santo P, et al. A Shifting Paradigm: The Role of Focused Cardiac Ultrasound in Bedside Patient Assessment. *Chest* 2020 Jul 21; 158(5): 2107–18. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2020.07.021>
23. Tomonaga Y, Gutzwiller F, Lüscher TF, et al. Diagnostic accuracy of point-of-care testing for acute coronary syndromes, heart failure and thromboembolic events in primary care: a cluster-randomised controlled trial. *BMC Family Practice* 2011 Mar 24; 12(2): 12. <https://doi.org/10.1186/1471-2296-12-12>
24. Brooks KS, Barrett J, Mckenzie D, et al. A pilot feasibility study of teaching focused cardiac ultrasound to Australian medical students in a structured program. *BMC Medical Education* 2025 Nov 11; 25(5): 1572. <https://doi.org/10.1186/s12909-025-08016-7>
25. Zhang H, He W, Wang X, et al. Physicians' Ability to Visually Estimate Left Ventricular Ejection Fraction, Right Ventricular Enlargement, and Paradoxical Septal Motion After a 2-Day Focused Cardiac Ultrasound Training Course. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia* 2018 Oct 18; 33(7): 1912–8. <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2018.10.019>
26. Prada G, Pustavoitau A, Koenig S, et al. Focused Cardiac Ultrasonography for Right Ventricular Size and Systolic Function. *The New England Journal of Medicine*. 2022 Nov 24; 387(21): e52. <https://doi.org/10.1056/NEJMvcm2004089>
27. Moura De Azevedo S, Duarte R, Krowicki J, et al. Heart in Focus: Advancing Pericardial Effusion Diagnosis With Point-of-Care Ultrasound. *Cureus* 2024 Dec 31; 16(12): e76681. <https://doi.org/10.7759/cureus.76681>
28. Saha NM, Barbat JJ, Fedson S, et al. Outpatient Use of Focused Cardiac Ultrasound to Assess the Inferior Vena Cava in Patients With Heart Failure. *The American Journal of Cardiology* 2015 Jul 28; 116(8): 1224–8. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2015.07.040>
29. Yates J, Royse CF, Royse C, et al. Focused cardiac ultrasound is feasible in the general practice setting and alters diagnosis and management of cardiac disease. *Echo Research and Practice* 2016 Sep 1; 3(3): 63–9. <https://doi.org/10.1530/ERP-16-0026>
30. Kiss-Kovács R, Morvai-Ilés B, Tóth-Szeles R, et al. Point-of-care ultrasound improves the diagnosis of heart failure in patients with dyspnea in primary care. *Frontiers in Medicine*. 2026 Feb 13; 13. <https://doi.org/10.3389/fmed.2026.1721066>
31. Choi YA, Jung JY, Park JW, et al. Association between focused cardiac ultrasound and time to furosemide administration in acute heart failure. *The American Journal of Emergency Medicine* 2022 Jul 16; 59: 156–61. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2022.07.020>
32. Laffin LJ, Patel AV, Saha N, et al. Focused cardiac ultrasound as a predictor of readmission in acute decompensated heart failure. *The International Journal of Cardiovascular Imaging* 2018 Feb 15; 34(7): 1075–9. <https://doi.org/10.1007/s10554-018-1317-1>
33. Dos Santos J, Ribeiro J, Gonçalves FR, et al. Point-of-care ultrasound can make the difference in patients with heart failure at primary care. *Family Practice* 2025 Aug 26; 42(5). <https://doi.org/10.1093/fampra/cmef068>
34. Jenkins S, Alabed S, Swift A, et al. Diagnostic accuracy of handheld cardiac ultrasound device for assessment of left ventricular structure and function: systematic review and meta-analysis. *Heart* 2021 Aug 6; 107(22): 1826–34. <https://doi.org/10.1136/heartjnl-2021-319561>
35. Hanson MG, Chan B. The role of point-of-care ultrasound in the diagnosis of pericardial effusion: a single academic center retrospective study. *The Ultrasound Journal* 2021 Feb 4; 13(1): 2. <https://doi.org/10.1186/s13089-021-00205-x>
36. Mehta M, Jacobson T, Peters D, et al. Handheld Ultrasound Versus Physical Examination in Patients Referred for Transthoracic Echocardiography for a Suspected Cardiac Condition. *JACC: Cardiovascular Imaging* 2014 Sep 17; 7(10): 983–90. <https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2014.05.011>
37. Mjølstad OC, Snare SR, Folkvord L, et al. Assessment of left ventricular function by GPs using pocket-sized ultrasound. *Family Practice* 2012 Feb 14; 29(5): 534–40. <https://doi.org/10.1093/fampra/cms009>
38. Baribeau Y, Sharkey A, Chaudhary O, et al. Handheld Point-of-Care Ultrasound Probes: The New Generation of POCUS. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia* 2020 Jul 7; 34(11): 3139–45. <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2020.07.004>
39. Lee Y, Shin H, Kim C, et al. Learning curve-cumulative summation analysis of visual estimation of left ventricular function in novice practitioners. *Medicine* 2019 Apr 1; 98(14): e15191. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000015191>
40. Zhang H, He W, Lian H, et al. Physicians' abilities to obtain and interpret focused cardiac ultrasound images from critically ill patients after a 2-day training course. *BMC Cardiovascular Disorders* 2020 Mar 30; 20(1): 151. <https://doi.org/10.1186/s12872-020-01423-2>
41. Saranteas T, Panou F. Focused Cardiac Ultrasound: Limitations and Source of Interpretation Errors. *Regional Anesthesia and Pain Medicine* 2018 Jan 1; 43(1): 108–9. <https://doi.org/10.1097/AAP.0000000000000710>
42. Torres Macho J, García De Casasola G, Conthe Gutiérrez P. Ecocardiografía clínica básica en Medicina Interna. *Revista Clínica Española*. 2012 Feb 6; 212(3): 141–6. <https://doi.org/10.1016/j.rce.2011.09.009>
43. Thomas-Mohtat R, Sable C, Breslin K, et al. Interpretation errors in focused cardiac ultrasound by novice pediatric emergency medicine fellow sonologists. *Critical Ultrasound Journal* 2018 Dec 1; 10(1): 33. <https://doi.org/10.1186/s13089-018-0113-4>
44. Oto B, Baeten R, Chen L, et al. Best Practices for Point of Care Ultrasound: An Interdisciplinary Expert Consensus. *POCUS Journal* 2024 Apr 22; 9(1): 95–108. <https://doi.org/10.24908/pocus.v9i1.17240>
45. Gibson LE, White-Dzuro GA, Lindsay PJ, et al. Ensuring competency in focused cardiac ultrasound: a systematic review of training programs. *Journal of Intensive Care* 2020 Dec 1; 8(1): 93. <https://doi.org/10.1186/s40560-020-00503-x>
46. Chisholm CB, Dodge WR, Balise RR, et al. Focused Cardiac Ultrasound Training: How Much Is Enough? *The Journal of Emergency Medicine* 2013 Jan 22; 44(4): 818–22. <https://doi.org/10.1016/j.jemermed.2012.07.092>
47. Ruppert J, Krüger R, Göbel S, et al. The effectiveness of e-learning in focused cardiac ultrasound training: a prospective controlled study. *BMC Medical Education* 2025 May 30; 25(1): 806. <https://doi.org/10.1186/s12909-025-07409-y>
48. Demasi S, Taylor LA, Weltler A, et al. Novel quality assessment methodology in focused cardiac ultrasound. *Academic Emergency Medicine* 2022 Aug 11; 29(10): 1261–3. <https://doi.org/10.1111/acem.14562>
49. Magelssen MI, Hjorth-Hansen AK, Andersen GN, et al. Clinical Influence of Handheld Ultrasound, Supported by Automatic Quantification and Telemedicine, in Suspected Heart Failure. *Ultrasound in Medicine & Biology* 2023 May 1; 49(5): 1137–44. <https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2022.12.015>
50. Kaneko T, Kagiyama N, Nakamura Y, et al. Effectiveness of real-time tele-ultrasound for echocardiography in resource-limited medical teams. *Journal of Echocardiography* 2021 Aug 4; 20(1): 16–23. <https://doi.org/10.1007/s12574-021-00542-9>

Az ultrahang-kontrasztanyag szerepe az intramiokardiális haematoma diagnózisában

Solymossi Balázs, Vértesaljai Márton, Dénes Mónika

Gottsegen György Országos Kardiovaszkuláris Intézet, Budapest

Levelezési cím:

Dr. Solymossi Balázs, 1096 Budapest, Haller u. 29. E-mail: balazs.solymossi@gokvi.hu

Az intramiokardiális haematoma (IMH) ritka, de potenciálisan életveszélyes betegség, klinikai megjelenése nem specifikus, echokardiográfiás képe pedig átfedhet bizonyos egyéb kórképekkel, amelyek miatt a diagnosztika gyakran kihívást jelent.

Összefoglaló közleményünk alapját négy eset képezi, amelyek az echokardiográfiás kontrasztanyag és a multimodális képalkotás szerepét demonstrálják az IMH felismerésében és differenciáldiagnózisában.

Eseteink is jól szemléltetik, hogy IMH gyanúja esetén a kontrasztanyag alkalmazása jelentősen növeli a transthoracalis echokardiográfia diagnosztikus értékét, és kétes esetekben a multimodális képalkotás részeként kulcsfontosságú lehet a terápiás stratégia megválasztásához.

Kulcsszavak: intramiokardiális haematoma, bal kamrai thrombus, kontrasztanyag, echokardiográfia, multimodális képalkotás

The role of ultrasound contrast agents in the diagnosis of intramyocardial hematoma

Intramyocardial hematoma (IMH) is a rare but potentially life-threatening condition. Its clinical presentation is non-specific, and its echocardiographic appearance may overlap with certain other conditions, making the diagnosis challenging.

Our summary report is based on four cases that demonstrate the role of echocardiographic contrast agents and multimodal imaging in the recognition and differential diagnosis of IMH.

Our cases also illustrate that, in cases of suspected IMH, the use of contrast agents significantly increases the diagnostic value of transthoracic echocardiography and, in doubtful cases, multimodal imaging can be crucial in choosing the therapeutic strategy.

Keywords: intramyocardial hematoma, left ventricular thrombus, contrast agent, echocardiography, multimodality imaging

Bevezetés

Az intramiokardiális haematoma (IMH) a myocardiumot érintő ritka, de életveszélyes kórkép, amely leggyakrabban akut miokardiális infarktuszövődményeként alakul ki, azonban patogenezisében ritkább esetekben szerepet játszhat még iatrogén etiológia (perkután koronária-intervenció, szívműtét), mellkasi trauma, illetve nonisz-kémiás háttérrel spontán intramiokardiális disszekció is (1–3). Patomechanizmusa során a sérült vagy nekroti-

kus myocardiumban vérgyülem, azaz haematoma jön létre a szívburok átszakadása nélkül, amely így részleges szívizomrupturának tekinthető, azonban idővel teljes rupturává progrediálhat (1, 4, 5).

Diagnosztikája számos kihívást rejt, mivel a klinikai megjelenés nem specifikus, az echokardiográfiás képe pedig jelentős átfedést mutathat más intrakardiális képletekkel, mint például az intracavitalis thrombus, az intrakardiális daganatok, a prominens kamrai trabeculációk vagy álaneurysma (1, 3, 6, 7). Az elsővonal-

beli képkalkotást jelentő, konvencionális transthoracalis echokardiográfia során az IMH gyakran echoszegény, üregszerű elváltozásként jelenik meg a myocardiumban, különösen az apex és a bal kamra szabad falának területén, ami megtévesztő lehet, ha nem áll rendelkezésre jó akusztikus ablak, vagy ha az endocardium kontúrja nem különíthető el pontosan (2, 3). Ebben a kontextusban a kontrasztanyag echokardiográfia kiemelkedő szerephez jut: lehetővé teszi az endokardiális határok megbízható ábrázolását, így javítja a bal kamrai üreg definiálhatóságát, különösen az apicalis és aneurysmaticus régiókban, továbbá segítséget nyújthat az elváltozások perfúziós és vaszkuláris jellegének megítélésében (4, 7).

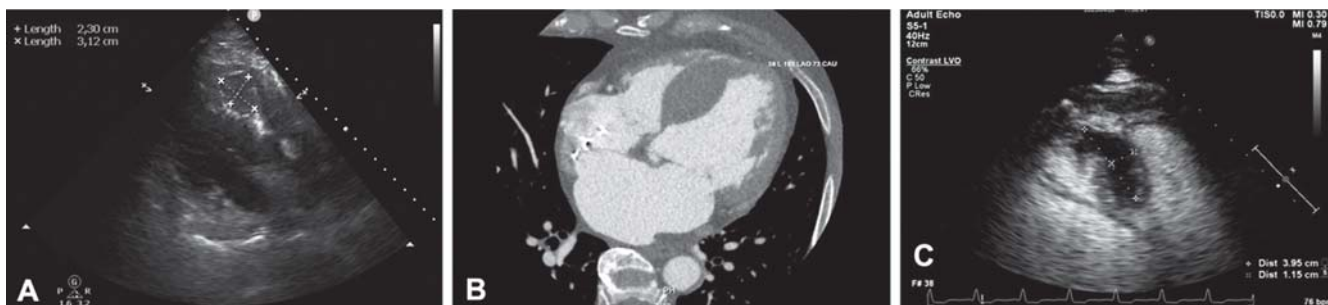
Az ultrahang-kontrasztanyagok stabil, kb. 1-5 µm mérettartományú, jellemzően kén-hexafluorid gázbuborékokat tartalmazó oldatok; a gázbuborékokat vékony lipid- vagy fehérjeburok stabilizálja. A kontrasztanyag intravénásan beadva az érpályában marad, és az ultrahanghullámokat intenzíven visszaverve erős echojelet ad a perfundált területekről (8). Ezzel szemben az egyszerű agítált sóoldat készítése során nagyobb levegőbuborékokat hozunk létre, amelyek – ellentétben a kontrasztanyaggal – a tüdőkapillárisokon nem jutnak át, így a bal szívfélben csak akkor jelennek meg, ha kóros jobb-bal sönt van jelen. A modern ultrahang-kontrasztanyagok apró mikrobuborékai viszont átjutnak a tüdő kapillárisain, így intravénás beadás után a bal kamrát is teljesen kitelítik, ennek köszönhetően drámaian javul a szívüregek és az endokardiális kontúrok ábrázolhatósága (9). Kontrasztanyaggal a myocardium perfúziója is vizsgálható, mivel a kontrasztanyag a mikrovaszkuláris keringésbe is eljut; ez értékes információt nyújt a regionális életképességről (pl. az iszkémiás, de még potenciálisan életképes vs. heges myocardium megkülönböztetésében) (7). IMH gyanúja esetén a kontrasztanyag segíthet a diagnózisban: a környező ép myocardium halmozza a kontrasztanyagot, a haematoma területe viszont nem telődik (7).

Noha az irodalomban számos esettanulmány és áttekintés született az IMH képkalkotó felismeréséről, kifejezetten a kontrasztanyaggal végzett echokardiográfia

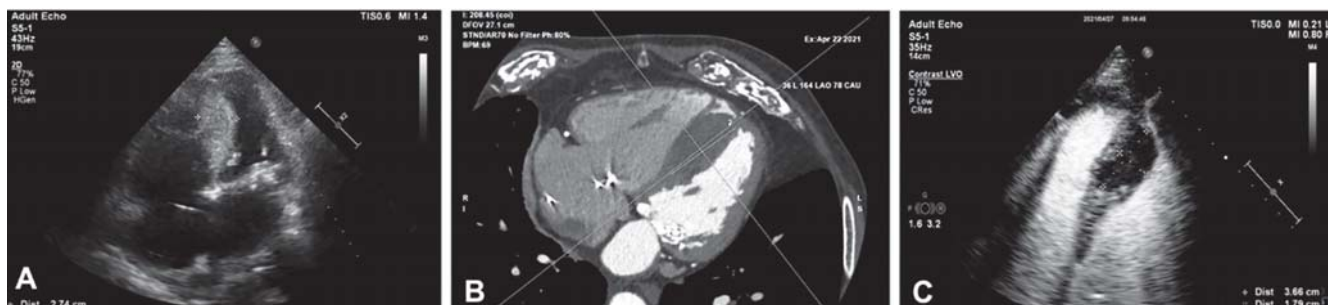
szerepéről kevés adat áll rendelkezésre (4, 7). Ennek fényében mutatjuk be az alábbiakban 4 esetünket, amelyek szemléltetik az echokardiográfias kontrasztanyag és a multimodális képkalkotás differenciáldiagnosztikai fontosságát.

Esetbemutatók

Első betegünk 71 éves, anamnézisében esszenciális hipertónia, 2-es típusú diabetes mellitus, illetve myasthenia gravis szerepel, felvételére magasfokú AV-blokk miatti pacemakerimplantáció céljából került sor. Felvételi transthoracalis echokardiográfias vizsgálata során közepesen csökkent szisztolés funkciójú bal kamrát láttunk egyéb érdemi kóros eltérés nélkül. A tervezett beavatkozás során eleinte sikertelen vezetőrendszeri pacingkísérlet történt, majd a beteg végül jobb kamrai apicalis elektródaimplantációban részesült. Ezután intenzív, potens fájdalomcsillapító-terápiára enyhülő substernalis mellkasi fájdalmat jelzett, transthoracalis echokardiográfia kontrollvizsgálatok során 31×23 mm legnagyobb átmérővel jelentősen kiszélesedett interventricularis septum ábrázolódott több echoszegény képlettel (1A ábra), a látott kép alapján felmerült septalis intramiokardiális haematoma lehetősége. A diagnózist a sürgősséggel elvégzett kardiális CT-vizsgálat megerősítette: jelentős, diffúz interventricularis septummegvastagodás ábrázolódott igen kiterjedt, 33×61 mm legnagyobb átmérőjű intramiokardiális haematomával, amely élesen nem határolódott el az ép myocardiumtól (1B ábra). A vizsgálat a beteg koszorúerei esetében érdemi kóros eltérést nem igazolt. A beteget a továbbiakban intenzív osztályunkon kezeltük, az elvégzett laborvizsgálatok miokardiális sérülésre utaló biomarker-kiáramlást jeleztek. A heart team konzílium obszerváció és konzervatív terápia mellett foglalt állást. Sorozatos transthoracalis echokardiográfias kontrollvizsgálatok során súlyos fokú szisztolés balkamra-diszfunkció mellett a septalis haematoma mérete nem mutatott növekedést, bal kamrai kiáramlási gradienst nem okozott, interventricularis septumrupturára utaló jel



1. ÁBRA. A: TTE, 31×23 mm legnagyobb átmérővel jelentősen kiszélesedett interventricularis septum, több echoszegény képlettel, amely felvetette IMH lehetőségét. B: CT-vizsgálat, jelentős, diffúz interventricularis septummegvastagodás igen kiterjedt, 33×61 mm legnagyobb átmérőjű IMH-val, amely élesen nem határolódik el az ép myocardiumtól. C: Ultrahang-kontrasztanyagot alkalmazva 39×12 mm legnagyobb átmérővel ábrázolódott az IMH mint echoszegény képlet.



2. ÁBRA. A: TTE, az interventricularis septum területén 52×31 mm átmérőjű, IMH-ra jellemző kép. B: CT-vizsgálat, az interventricularis septumban 30×54 mm átmérőjű IMH-nak megfelelő kép. C: Kontrasztanyaggal elvégzett TTE-vel az inferior interventricularis septum distalis kétharmadát kitöltő IMH látható.

nem volt. Ultrahang-kontrasztanyagot alkalmazva a 22 mm legnagyobb átmérőjű interventricularis septumban a korábban már diagnosztizált intramiokardiális haematoma 39 x 12 mm legnagyobb átmérőkkel ábrázolódott mint echoszegény képlet (1C ábra); a kontrasztanyag a haematoma állományába nem jutott be. A beteg kórházi bent fekvése alatt az echokardiográfias kontrollvizsgálatok progressziót nem igazoltak, a súlyosan csökkent balkamra-funkció miatt CRT-D upgrade történt, azóta újabb kontrollvizsgálata nem volt.

Második betegünk 88 éves, anamnézisében esszenciális hipertónia, 2-es típusú diabetes mellitus, perzisztens pitvarfibrilláció, súlyos aortastenosis miatti aortabioprotézis-implantáció, sick sinus szindróma miatt DDD-funkciójú pacemakerimplantáció, illetve enyhén csökkent ejekciós frakciójú szívelégtelenség szerepel. Felvételére többszöri kardiális dekompenzációt, illetve terhelhetőségcsökkenés után, elektív invazív koronarográfias vizsgálat elvégzése céljából került sor. Felvételekor készült transthoracalis echokardiográfias vizsgálata során enyhén csökkent szisztolés balkamra-funkciót láttunk jól funkcionáló aorta-bioprotézissel, érdemi segmentalis falmozgászavar nélkül. A jobb artéria radiális behatolásból elvégzett koronarográfiája során a bal elülső leszálló koronária (LAD) első diagonális ágának ismert okklúziója mellett novum eltérésként a jobb koronária (RCA) distalis szakaszának súlyos szűkületét találtuk, amelynek revaszkularizációját 1 db gyógyszerkibocsájtó stent (DES) implantációjával sikeresen elvégeztük. A beavatkozás során szövödményként az RCA distalis szakaszán kontrasztkilépésre utaló jeleket láttunk. A rövidesen elvégzett transthoracalis echokardiográfia során érdemi eltérést, perikardiális fluidum megjelenését nem észleltük, a beteget a továbbiakban szubintenzív részlegünkön monitoroztuk. Másnap újbóli kontroll-echokardiográfia során már súlyosan csökkent szisztolés balkamra-funkció mellett az interventricularis septum területén nagyméretű, 52×31 mm átmérőjű, intramiokardiális haematomára jellemző képet láttunk (2A ábra), amelyet CT-vizsgálat és ultrahang-kontrasztanyaggal elvégzett transthoracalis echokardiográfias vizsgálat is megerősített. A CT-vizsgálat az interventricularis septumban 30 mm maximális

vastagságú és 54 mm hosszú intramuralis haematomának megfelelő képet mutatott (2B ábra), a kontrasztanyaggal elvégzett kontroll-TTE közepes fokban csökkent szisztolés balkamra-funkció mellett az inferior interventricularis septum distalis kétharmadát kitöltő haematomát mutatott, ugyanitt észlelt akinézissel (2C ábra). A heart team konzílium a szívműtétet túl magas kockázatúnak ítélte, így a továbbiakban konzervatív terápiát folytattunk. A jelentős vérzési rizikó mérlegelése mellett a kettős thrombocytaaggregáció-gátlóval végzett kezelést (DAPT) 1 hónapig fenntartottuk, ezután pitvarfibrilláció és magas stroke-rizikó miatt az orális antikoagulánssal (OAC) végzett kezelés indokoltnak bizonyult, ezért az ASA-t elhagytuk, és apixaban + clopidogrel terápiát indítottunk. A kontroll-echokardiográfia az intramiokardiális haematoma jelentős regresszióját írta le, a 2 hónapos kontroll során 33%-os LVEF volt mérhető, CRT-P upgrade történt. Az implantációt követő 3 hónapos kontroll során a beteg általános állapota jelentősen javult, az újabb kontroll-echokardiográfia pedig 50%-os LVEF-et igazolt, körülírt akinézis vagy IMH-ra utaló eltérés nélkül. Egy év elteltével a clopidogrelt is elhagytuk, és a továbbiakban apixaban-mo-
noterápia maradt fenn.

Harmadik esetként szubakut miokardiális infarktus szövödményeként, intramiokardiális disszekció következtében kialakult haematoma esetét mutatjuk be. A 48 éves, érdemi anamnézissel nem rendelkező férfi beteg felvételére 1 hónapos panaszokkal, szubakut lefolyású, anterior lokalizációjú miokardiális infarktus miatt került sor. A felvétele után sürgősséggel elvégzett TTE-vizsgálat során normál tágasságú, 20-25%-os, súlyosan csökkent ejekciós frakciójú bal kamrát láttunk a teljes anterior fal, a teljes szívcsúcs, az interventricularis septum distalis felének és az inferior fal csúcsi harmadának heges, elvékonyodott akinézisével, a szívcsúcsban az akinetikus régióhoz lap szerint tapadó, 50×10 mm maximális átmérőjű, thrombusra utaló terimével (3A ábra), illetve körkörös perikardiális fluidummal. A látott képek és paraméterek összessége felvetette thrombus-sal fedett, szubakut miokardiális ruptura lehetőségét. A sürgősséggel, a. radialis behatolásból elvégzett koronarográfias vizsgálata során ép RCA és érfal-egyenet-



3. ÁBRA. A: TTE. Kiszélesedett, inhomogén csúcsi régió, az endocardium a bal kamra ürege felé, belül követhető. **B:** A kontrasztanyaggal elvégzett TTE 47 mm maximális vastagságú, kiszélesedett, homogén szerkezetű bal kamrai apicalis régiót mutat, a kontrasztanyag sem a haematomába, sem az elhalt myocardiumba nem jut be. **C:** CT-vizsgálat, a bal kamra csúcsában 45×45×22 mm-es, szintén IMH-nak, illetve bal kamrai thrombusnak megfelelő terime, emellett a bal kamra üregéből kis sarlószerű vaktasak követhető az intramiokardiális haematoma állományába.

lenségekkel terhelt r. circumflexus (Cx) rendszer mellett a LAD proximális szakaszán, egy jelentős septalis törzs leadása után trombotikus okklúzió volt látható, azonban revaszkularizációt a TTE során észlelt nagy mennyiségű perikardiális fluidum, illetve intracavitalis thrombus gyanúja miatt egy ülésben nem végeztünk, sikeres pericardiocentesis történt. Tekintettel az észlelt perikardiális fluidum hátterében, szubakut ruptura mellett felmerülő gyulladásos etiológiára, illetve a magas műtéti kockázat, a csökkent balkamra-funkció és a zajló clopidogrelhatás miatt a heart team konzílium egyelőre obszerváció mellett döntött. Kezelésünk 14. napján történt újabb kontroll, kontrasztanyaggal elvégzett TTE vetette fel először intramuralis haematoma lehetőségét: közepesen csökkent szisztolés balkamra-funkció és teljes apicalis akinézis mellett 47 mm maximális vastagságú, kiszélesedett, homogén szerkezetű bal kamrai apicalis myocardiumterület ábrázolódt, az endocardium sejtető volt a terime bal kamra ürege felé eső oldalán is, a látott kép leginkább IMH-nak vagy fedett ruptúrának volt megfeleltethető (3B ábra). A beteg kontroll-CT-vizsgálata során a bal kamra csúcsában 45×45×22 mm-es, szintén IMH-nak, illetve bal kamrai thrombusnak megfeleltethető terime ábrázolódt, emellett a bal kamra üregéből kis sarlószerű vaktasak volt követhető az IMH állományába, amely a pericardiumot nem érte el (3C ábra). Direkt perikardiális kontrasztkilépés, illetve késői kontrasztdúsulás nem látszódt. A látott kép alapján bal kamrai IMH, illetve apicalis thrombussal fedett csúcsi ruptura merült fel. Az ismételt heart team konzílium sürgető műtétet javasolt, amely során nagy mennyiségű intramiokardiális haematoma került eltávolításra, a bal kamra csúcsának foltplastikájával. Ezután a beteg kardiológiai rehabilitáción vett részt, funkcionális kapacitása folyamatosan javult, kontroll-echokardiográfián 40–45%-os LVEF-et mértek 10 mm vastagságú, csökkent méretű IMH mellett.

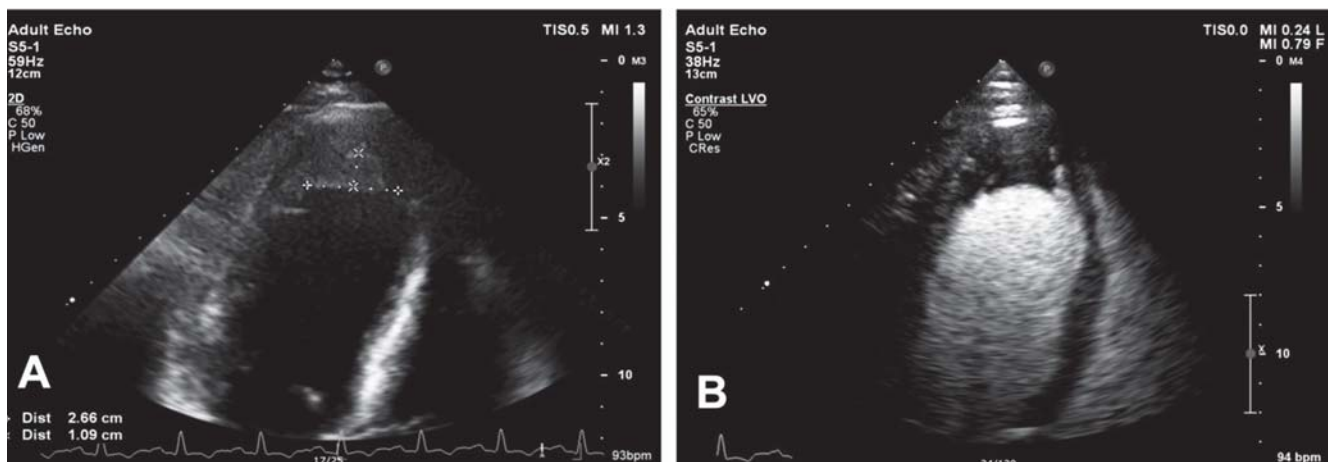
Az intramiokardiális haematomák kontrasztanyagok képalkotása szempontjából, differenciáldiagnosztikai célból fontos kiemelni az intracavitalis thrombus lehetőségét. Ennek szemléltetésére egy 63 éves férfibeteg

esetét mutatjuk be, anamnéziséből esszenciális hipertónia és multilocularis verőérbetegség, CABG-műtét, illetve többszöri perkután koronáriaintervenciók emelendők ki. Felvételére nem ST-elevációs akut miokardiális infarktusz miatt került sor. Az elvégzett koronarográfia során culprit lézióként az RCA proximális harmadában neointima-flap, illetve a posteroventricularis (PV) ágon szignifikáns szűkület igazolódt, amelyek revaszkularizációját 1-1 db DES implantációjával sikeresen elvégeztük. Emellett az RCA középső harmadában szubtotális in-stent restenosis ábrázolódt, ennek revaszkularizációja ballonos angioplasztikával (POBA) történt meg. A beteg transthoracalis echokardiográfiás vizsgálata során súlyosan csökkent szisztolés balkamra-funkció, diffúz hipokinézis, illetve extenzív anterior-anteroseptalis és apicalis akinézis mellett a szívcsúcsban 15×15 mm-es maximális átmérővel thrombusnak imponáló terime ábrázolódt (4A ábra), a diagnózist ultrahang-kontrasztanyaggal megerősítettük: a bal kamra csúcsában vastag, sapszerű, sima felszínű thrombus ábrázolódt, a beadott ultrahang-kontraszt a thrombust jól láthatóan körbefolyta (4B és 4C ábra).

Diszkusszió

Az IMH incidenciája nem pontosan ismert, a szakirodalomban főleg esetbemutatók fordulnak elő (2, 3). Emellett kifejezetten ritka jelenségről is van szó: egy 2018-as irodalmi összefoglaló mindössze mintegy 40 esetet azonosított az addig publikált szakirodalomban (10). Ezen esetek túlnyomó többsége (kb. 80%-a) akut infarktushoz társuló komplikációként jelent meg, kisebb részük pedig invazív beavatkozáshoz vagy traumához volt köthető. A kórkép ritkasága miatt a róla szóló ismereteink főként egyedi esettanulmányokra és kis esetsorozatokra épülnek (10, 11), így minden újabb eset publikálása fontos információkkal szolgálhat a diagnosztika és a kezelés további fejlesztéséhez.

Az 1980-as évek végéig az IMH-t szinte kizárólag post



4. ÁBRA. A: TTE, a szívcsúcsban 15×15 mm-es maximális átmérővel thrombusnak imponáló terime. B: Kontrasztanyaggal elvégzett TTE, a bal kamra csúcsában vastag, sapkaszerű, sima felszínű thrombus, oldalt a kontrasztanyag bejut a thrombus és a myocardium közé.

mortem diagnosztizáltak; az első echokardiográfias diagnózis 1981-ben történt (3, 12). Azóta az echokardiográfia az IMH elsővonalbeli diagnosztikus modalitássá vált, mivel széles körben hozzáférhető és azonnal elvégezhető. Az IMH az echokardiográfias képen echoszegény szegmensként, vagy nonhomogén neocavitatióként jelenik meg a myocardiumban (3). Amint harmadik esetünkkel is szemléltethető, miokardiális infarktus után ebből a szempontból is különösen fontos az echokardiográfias kontroll, mert az IMH gyakran a szubakut fázisban, néhány nappal az infarktus akut szakasza után alakulhat ki. A TTE során fel kell figyelni bármilyen új üregképződésre vagy körülírt echoszegény területre a kamrafalon belül (1).

Mindemellett a kórkép gold standard vizsgálata az MRI (2, 3). A késői kontraszthalmozás (LGE) kiválóan alkalmas a szöveti karakterizálásra: egyrészt pontosan megjeleníti a hegesedett, infarktus által érintett myocardiumterületet, másrészt igazolja a haematoma jelenlétét a myocardium rétegei között (1).

Vargas-Barrón és munkatársai a miokardiális ruptúra öt típusát különböztették meg: szimpla és komplex rupturát, szubepikardiális aneurysmát, pseudoaneurysmát és intramiokardiális haematomát. Az IMH-t az különbözteti meg a többi négy entitástól, hogy ebben az esetben az endocardium és az epicardium sértetlen, és a haematoma teljes egészében a szívizomban található (2, 13).

Az intramiokardiális haematoma felismerését megnehezíti, hogy képalkotó vizsgálatokon könnyen összekeverhető más elváltozásokkal (1).

Differenciáldiagnosztikai szempontból a következők mérlegelendők

Intrakardiális thrombus

Leggyakrabban nagyobb anterior infarktus után alakul ki a bal kamra akinetikus területén. TTE során a kamra üregébe bedomborodó, a kamra falához tapadó echo-

denz képlet formájában látható. Jellemző rá maga a thrombus és a myocardium közötti éles endokardiális kontúr, amely elválasztja a thrombust a kamrafal szívizomrétegétől, azonban a csúcsi thrombus az ultrahang „near field” szektorába esik, ezért sokszor nehéz megkülönböztetni műterméktől (14). Az echokardiográfias kontrasztanyag alkalmazása jelentősen javítja az intracavitális thrombus ábrázolhatóságát, növeli a szenzitivitást, és javítja a vizsgálat negatív prediktív értékét is (15). Amint 4. esetünkben is szemléltettük, segítségével az intracavitális thrombus definitíven elkülöníthető a kamrai myocardiumtól, a kontrasztanyag – körbefolyva a thrombust – megmutatja az endokardiális kontúr és a thrombus határát. A Brit Echokardiográfiai Társaság (BSE) javaslata szerint kontrasztanyag alkalmazását minden betegnél fontolóra kell venni, akik esetében apicalis aneurysmát, illetve apicalis akinézist észlelünk, függetlenül a képminőségtől (15). A módszer szenzitivitása jóval magasabb, mint a natív echokardiográfias vizsgálaté: a szakirodalmi adatok szerint a kontrasztos TTE a bal kamrai thrombusok kimutatásában kétszeresére növeli a szenzitivitást a hagyományos echokardiográfiahoz viszonyítva (33%-ról kb. 60%-ra), és ezáltal javítja a vizsgálat negatív prediktív értékét is (15–17). Fontos azonban kiemelni, hogy még kontrasztanyag alkalmazása esetén sem 100%-os negatív prediktív értékű a vizsgálat, alapos gyanú esetén további képalkotó vizsgálatokra lehet szükség (15).

Kamrai álaneurysma (pseudoaneurysma)

A bal kamrai ruptura speciális formája, lényege, hogy a rupturált szívizom által okozott defektust a pericardium és a fibrines hegyszövetek még egyben tartják. A pseudoaneurysma általában egy szűk nyakon keresztül kommunikál a kamraüreggel. TTE-vel gyakran nehezen különböztethető meg az IMH-től, azonban color Dopplerrel, illetve kontrasztanyaggal kimutatható a pseudoaneurysma üregébe történő áramlás. Az álaneurysma

falát nem myocardium, hanem csak pericardium és hegszövet alkotja, ezért az epicardium folytonossága megszakad – szemben az IMH-val, ahol a külső falat saját myocardium is alkotja (7).

Miokardiális térfoglalások, intrakardiális daganatok

Elsősorban primer benignus daganatok (pl. fibroma a kamrafalban, myxoma) vagy malignus metasztázisok jöhetnek szóba, amelyek tömött intrakardiális masszaként jelentkezhetnek. Képkalkotóval néha hasonló képet adhatnak, mint a haematoma (főleg a fibrotikus daganatok). Ugyanakkor a daganatoknak gyakran van saját erezettségük; a benignus daganatok, pl. myxoma enyhén, a malignus tumorok erősen vaszkularizáltak, ami kontrasztanyagot vizsgálattal kimutatható – ilyenkor a myocardiumban látott képlet felveszi a kontrasztanyagot. Ezzel szemben az avaszkuláris képletek – mint a thrombus vagy a friss véromlenny – nem vesznek fel kontrasztot. A tumor gyanúját erősítheti az is, ha nincs összefüggés a falmozgászavarral (nem az infarktusz által érintett területen jelenik meg), illetve ha a képlet növekedést mutat a sorozatos képkalkotó kontrollvizsgálatok során (15, 17).

A miokardiális infarktushoz társuló formával szemben a iatrogén IMH olyan, myocardiumon belüli haematoma, amely invazív kardiális beavatkozások szövődményeként alakul ki, pl. perkután koronáriaintervenció (PCI), pacemaker-implantáció vagy szívműtét után.

A PCI-hez köthető IMH esetén a háttérben leggyakrabban egy koronária perforációja áll, illetve növelik a perforáció rizikóját a komplex, meszesedett léziók kezeléséhez használt különböző eszközök (pl. rotációs atherectomia) alkalmazása (18). A koronáriaperforáció nyomán kiáramló vér, ha nem tör át a szívburokba, a myocardium rétegei között reked meg, és intramuralis vagy szubepikardiális haematoma formájában gyülemlik fel (18).

Pacemakerimplantáció esetén – különösen a közelmúltban elterjedt vezetőrendszeri pacingtechnikák esetén (pl. bal Tawara-szár területi pacing, LBBAP) – a kamrai elektróda aktív fixációs elektródája az interventricularis septum mélyébe fúródva trauma okozta érkárosodást idézhet elő. Ilyenkor egy septalis perforátor artéria sérüléséből adódó vérzés következtében alakulhat ki a myocardiumon belüli haematoma (19). A perioperatív antikoaguláns- vagy vérlemezkegátló-kezelés tovább súlyosbíthatja a vérzést ezekben a kontextusokban (19, 20).

Amint az a szakirodalomban látható, és bemutatott eseteink is jól szemléltetik, a TTE diagnosztikus értékét nagymértékben növeli az intravénás ultrahang-kontrasztanyag alkalmazása. Az IMH és a fent említett eltérések elkülönítése kiemelten fontos, hiszen a terápiájuk eltérő. Például míg az intraventricularis thrombus esetén antikoaguláns-kezelés indokolt, addig az IMH esetében az antikoaguláns-terápia ellenjavallt, mert a vérzés propagációját és a ruptura kockázatát fokozhat-

ja (20). Hasonlóképpen egy pseudoaneurysma kezelése (sürgős műtét) vagy egy daganat kezelése (sebészi eltávolítás vagy onkológiai terápia) gyökeresen más megközelítést igényel (14). Ezért a pontos diagnózis felállítása létfontosságú a megfelelő kezelési stratégia kiválasztásához.

Az intramiokardiális haematoma kezelésére kevés az evidencia, amely így elsősorban a hemodinamikai állapot, a lézió lokalizációja és kiterjedése, valamint a progresszió jelei alapján egyéni mérlegelést igényel. Hemodinamikailag stabil, lokalizált, különösen apicalis esetekben szoros echokardiográfiás monitorozás mellett konzervatív kezelés is választható, míg alacsony bal kamrai ejekciós frakció, perikardiális fluidum/ruptura gyanúja, kamrai septumdefektus (VSD) vagy progresszív disszekció esetén sebészi megoldás jön szóba. A prognózis kedvezőtlen: az összesített halálozás 23–34%, magas kockázatú betegekben pedig akár 40–50% is lehet, ezért korai multimodális képkalkotás, szoros utánkövetés és szükség esetén sebészi konzílium indokolt (3, 21).

Konklúzió

A fentiek, illetve bemutatott eseteink alapján is látható, hogy az IMH diagnózisának optimális felállításához több képkalkotó módszer kombinációjára lehet szükség. A TTE azonnali alapvizsgálatként nélkülözhetetlen, de érdemes felhasználni a kontrasztanyaggal végzett echokardiográfia adta pluszinformációkat is. Kétes esetekben a kardiális CT kiválóan alkalmas a diagnózis megerősítésére és a tervezett terápia megválasztásának támogatására.

Nyilatkozat

A szerzők kijelentik, hogy az összefoglaló közlemény megírásával kapcsolatban nem áll fenn velük szemben pénzügyi vagy egyéb lényeges összeütközés, összeférhetetlenségi ok, amely befolyásolhatja a közleményben bemutatott eredményeket, az abból levont következtetéseket vagy azok értelmezését.

Irodalom

- Mervic M, Cercek AC, Ovsenik A, et al. Surgical treatment of intramyocardial dissecting hematoma – A case report and literature review. *Front Cardiovasc Med* 2025; 12: 1700770. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2025.1700770>
- Apostolović S, Kostić T, Laban N, Stanković V. Conservatively treated intramyocardial dissecting haematoma of the interventricular septum as a rare complication of acute myocardial infarction: a case report. *Eur Heart J Case Rep* 2022; 6(7): ytac295. <https://doi.org/10.1093/ehjcr/ytac295>
- Zavar R, Soleimani A, Tajmirrahi M, et al. Intramyocardial dissecting hematoma: A systematic review and pooled analysis of available literature. *ARYA Atheroscler* 2024; 20(1): 62–71. <https://doi.org/10.48305/arya.2023.42244.2927>
- Dall'Ara G, De Vita M, Dallaserra C, et al. Case report: role of mul-

- timodality imaging in diagnostics and follow-up of a giant intramyocardial dissecting haematoma. *Eur Heart J Case Rep* 2024; 8(11): ytae555. <https://doi.org/10.1093/ehjcr/ytae555>
5. Rossi Prat M, de Abreu M, Reyes G, et al. Intramyocardial Dissecting Hematoma: A Mechanical Complication Needing Surgical Therapy? *JACC Case Rep* 2022; 4(21): 1443–8. <https://doi.org/10.1016/j.jaccas.2022.07.025>
6. Lanzoni L, Bonapace S, Dugo C, et al. Cardiac masses and contrast echocardiography. *European Heart Journal – Cardiovascular Imaging* 2022; 23(Supplement_1): jeab289.296. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jeab289.296>
7. Aggeli C, Lampropoulos K, Giannopoulos G, et al. Dissecting intramyocardial haematoma diagnosed by contrast echocardiography. *Hellenic J Cardiol* 2010; 51(2): 166–9. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20378520/>
8. Qin S, Caskey CF, Ferrara KW. Ultrasound contrast microbubbles in imaging and therapy: physical principles and engineering. *Phys Med Biol* 2009; 54(6): R27–57. <https://doi.org/10.1088/0031-9155/54/6/R01>
9. Stewart MJ. Contrast echocardiography. *Heart* 2003; 89(3): 342–8. <https://doi.org/10.1136/heart.89.3.342>
10. Leitman M, Tyomkin V, Sternik L, et al. Intramyocardial dissecting hematoma: Two case reports and a meta-analysis of the literature. *Echocardiography* 2018; 35(2): 260–6. <https://doi.org/10.1111/echo.13796>
11. Dias V, Cabral S, Gomes C, et al. Intramyocardial dissecting haematoma: a rare complication of acute myocardial infarction. *Eur J Echocardiogr* 2009; 10(4): 585–7.
12. Hodsdon J, Nanda NC. Dissecting aneurysm of the ventricular septum following acute myocardial infarction: diagnosis by real time two-dimensional echocardiography. *Am Heart J* 1981; 101(5): 671–2. [https://doi.org/10.1016/0002-8703\(81\)90236-2](https://doi.org/10.1016/0002-8703(81)90236-2)
13. Vargas-Barrón J, Roldán FJ, Romero-Cárdenas A, et al. Dissecting intramyocardial hematoma: clinical presentation, pathophysiology, outcomes and delineation by echocardiography. *Echocardiography* 2009; 26(3): 254–61. <https://doi.org/10.1111/j.1540-8175.2008.00804.x>
14. Iqbal MD, Rehman S, Hussain W, et al. Left Ventricular Intramyocardial Dissecting Hematoma With Late Ventricular Tachycardia Storm. *JACC Case Rep* 2024; 29(17): 102482. <https://doi.org/10.1016/j.jaccas.2024.102482>
15. Hampson R, Senior R, Ring L, et al. Contrast echocardiography: a practical guideline from the British Society of Echocardiography. *Echo Res Pract* 2023; 10(1): 23. <https://doi.org/10.1186/s44156-023-00034-9>
16. Weinsaft JW, Kim RJ, Ross M, et al. Contrast-enhanced anatomic imaging as compared to contrast-enhanced tissue characterization for detection of left ventricular thrombus. *JACC Cardiovasc Imaging* 2009; 2(8): 969–79. <https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2009.03.017>
17. Porter TR, Abdelmoneim S, Belcik JT, et al. Guidelines for the cardiac sonographer in the performance of contrast echocardiography: a focused update from the American Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 2014; 27(8): 797–810. <http://dx.doi.org/10.1016/j.echo.2014.05.011>
18. Ehtesham M, Shabbir MA. Iatrogenic coronary artery perforation resulting in intramyocardial haematoma and ventricular pseudoaneurysm. *BMJ Case Rep* 2022; 15(4). <https://doi.org/10.1136/bcr-2022-250240>
19. Del Monte A, Chierchia GB, de Asmundis C, Sorgente A. When Good Goes Bad: Interventricular Septal Hematoma Complicating Left Bundle Branch Area Pacing. *JACC Case Rep* 2023; 16: 101889. <https://doi.org/10.1016/j.jaccas.2023.101889>
20. John RM, Tedrow U, Tadros T, et al. Intramyocardial Hematoma During Catheter Ablation for Scar-Related Ventricular Tachycardia. *JACC Clin Electrophysiol* 2023; 9(11): 2303–14. <https://doi.org/10.1016/j.jacep.2023.07.004>
21. Damluji AA, van Diepen S, Katz JN, et al. Mechanical Complications of Acute Myocardial Infarction: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation* 2021; 144(2): e16–e35. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000985>

olo.hu olo.hu olo.hu olo.hu olo.hu olo.hu olo.hu olo.hu olo.hu olo.hu olo.hu olo.hu olo.hu olo.hu olo.hu



orvosi lapok online
MAGYARORSZÁG LEGNAGYOB B
ORVOSI SZAKPORTÁLJA

olo.hu olo.hu olo.hu olo.hu olo.hu olo.hu olo.hu olo.hu olo.hu olo.hu olo.hu olo.hu olo.hu olo.hu

Hibrid TAVI beavatkozás olyan betegnél, akinél extrém magas a koronáriaokklúzió rizikója

Nagy Zsolt, Bálint Hajnalka, Dénes Mónika, Fontos Géza, Szolnoki Jenő, Vérteszaljai Márton, Andréka Péter

Gottsegen György Országos Kardiovaszkuláris Intézet, Budapest

Levelezési cím:

Dr. Nagy Zsolt, Gottsegen György Országos Kardiovaszkuláris Intézet, 1095 Budapest, Haller u. 29.

E-mail: zsolt.nagy@gokvi.hu

Esetismertetésünk egy 31 éves nőbeteg komplex kezelését mutatja be, akinél az aorta-bioprotézis súlyos szűkülete alakult ki. A páciens kórtörténetében gyermekkori Ross-műtét után, 18 évesen ismételt szívsebészeti beavatkozás (pulmonális és aorta-bioprotézis beültetése), majd 25 évesen perkután pulmonálisbillentyű-implantáció (PPVI) szerepel. A beteg ritka anatómiai variációval rendelkezett: egyetlen, bal ostiumból induló koszorúér-rendszere volt. Az ismételt sternotómiával járó sebészi billentyűcsere (SAVR) a korábbi műtétek és kiterjedt adhéziók miatt igen magas rizikójúnak számított. Esetünkben valve-in-valve (ViV) TAVI tervezésekor ritka, anatómiailag és technikailag is kritikus helyzetet teremtett, hogy a gyermekkori Ross-műtét, majd a biológiai aortabillentyű sebészi beültetése után a bal koszorúér-szájadék a sebészi bioprotézis kerete mellett, a billentyűanulus síkja alatt helyezkedett el. Mivel a koszorúér-védelem perkután úton nem volt biztonságosan kivitelezhető, a vérellátást bal oldali thoracotomiából végzett, minimálisan invazív MIDCAB-procedúrával (LIMA–LAD bypass) biztosítottuk, amelyet még aznap sikeres, eseménytelen TAVI követett. SAVR ellenjavallata és a koronáriaelzáródás extrém magas esélyével fenyegető anatómiai helyzetekben a sebészi minimálinvazív koronáriavédelem mellett elvégzett TAVI beavatkozás biztonságos és hatékony alternatívát jelenthet.

Kulcsszavak: valve-in-valve TAVI, koronáriaelzáródás, hibrid beavatkozás, MIDCAB

Hybrid TAVI procedure in a patient with extremely high risk of coronary occlusion

Our case report describes the complex management of a 31-year-old female patient who developed severe aortic bioprosthesis stenosis. Her medical history includes a childhood Ross procedure, followed by repeat cardiac surgery at age 18 (implantation of aortic and pulmonary bioprostheses), and subsequent percutaneous pulmonary valve implantation (PPVI) at age 25. The patient presented with a rare anatomical variation: a single coronary artery system originating from the left ostium. Due to previous surgeries and extensive adhesions, surgical aortic valve replacement (SAVR) via repeat sternotomy was considered to carry a prohibitively high risk. During the planning of a Valve-in-Valve (ViV) TAVI, a rare and critically challenging anatomical situation was identified: following the initial Ross procedure and subsequent surgical bioprosthetic valve implantation, the left coronary ostium was located adjacent to the surgical bioprosthesis frame, but below the plane of the valve annulus. As percutaneous coronary protection was not considered safely feasible, myocardial blood supply was ensured via a minimally invasive MIDCAB procedure (LIMA–LAD bypass) performed through a left-sided thoracotomy. This was followed by a successful and uneventful TAVI on the same day. In cases where SAVR is contraindicated and the anatomy poses an extreme risk of coronary obstruction, TAVI performed in conjunction with minimally invasive surgical coronary protection can provide a safe and effective alternative.

Keywords: Valve-in-Valve TAVR, coronary artery obstruction, hybrid procedure, MIDCAB

Bevezetés

Az aortabillentyű súlyos szűkületének kezelésében a transzkatéteres aortabillentyű-implantáció (TAVI) az elmúlt évtizedben a magas sebészi kockázattal rendelkező betegekben elsőként választandó beavatkozássá vált. Az előzetesen beültetett (sebészi vagy transzkatéteres módon) aorta-bioprotézis diszfunkciója esetén is alkalmazható a valve-in-valve (ViV) TAVI technika, de a beavatkozás rettegett szövődménye a koronáriák elzáródása, amely 3-4-szer gyakoribb a natív TAVI-hoz képest (1, 2). Az előzetesen végzett multidetektoros CT-vizsgálat, valamint a multiplanáris és 3D-rekonstrukciók segítenek a magas kockázatú anatómiai variációk azonosításában, ezáltal a megfelelő procedurális tervezéssel jelentősen növelik a betegbiztonságot (3, 4).

Esetismertetés

Betegünk kórtörténetében veleszületett aortabillentyű-szűkület miatt gyermekkorban Ross-műtétet hajtottak végre (a beteg károsodott aortabillentyűjét a saját tüdőartériás billentyűjével (autograft) pótolták, tüdőpozícióba pedig homograft került). 18 éves korában diszfunkciós aortabillentyű és homograft miatt sebészi aortabillentyű-csere (AVR) (Carpentier–Edwards Perimount 21 mm, biológiai műbillentyű) és pulmonális bioprotézis beültetése történt. A biológiai aortabillentyű preferálása, a fiatal életkor ellenére az esetleges gyermekvállalási szándék miatt, a tartós antikoaguláns-terápia és a várandósság alatti, ezzel kapcsolatos szövődmények elkerülése érdekében volt. 25 éves korában a pulmonális bioprotézis ismételt szűkülete kapcsán perkután pulmonálisbillentyű-beültetést végeztek egy 22 mm-es Melody billentyű alkalmazásával. 30 éves korában eszméletvesztést okozó pitvari tachycardia miatt jobb pitvari fokális és macroentry tachycardia RF ablációja történt.

Korábbi leletek alapján ismert volt a beteg veleszületett jobbkoszorúér-hiánya, ahol a szívet egyetlen, bal ostiumból induló ér látta el, és esetünkben a „szuperdomináns” CX felől telődtek az RCA ágai.

Aktuálisan a 31 éves nőbeteg tünetes szívelégtelenséget okozó, súlyos aortabiotézis-szűkület miatt vizsgáltuk. NYHA III. funkcionális állapotban volt. A BMI alapján túlsúlyos (34,2 kg/m²) volt. A szívultrahang jó szisztolés balkamra-funkció mellett degenerált, súlyosan sztenotikus (V_{\max} : 5 m/s, 62 Hgmm-es átlag gradiens) aorta-bioprotézist ábrázolt, regurgitáció nélkül. A jobb szívfél vizsgálata tágabb, csökkent szisztolés funkciójú jobb kamrát (TAPSE: 8 mm; RVFWLS: -12%) jelzett, a tricuspidalis billentyű regurgitációját és pulmonális pozícióban normális Melody billentyű funkciót mutatott.

A klinikai tünetek és elvégzett vizsgálatok alapján a

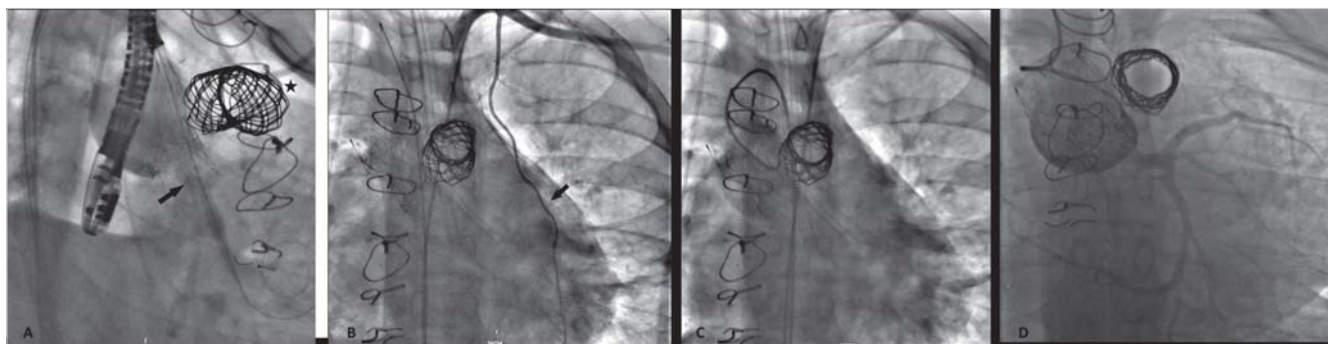


1. ÁBRA. A valve-in-valve TAVI preprocedurális CT-tervezése. **A–C:** Az aortagyök multiplanáris rekonstrukciója. A pulmonális kiáramlásban Melody billentyű okoz jelentős műterméket. A bal koronáriszágadék a sebészi billentyűkeret síkja alatt kb. 1 mm-re helyezkedik el. **D:** Az aortagyök, a beültetett sebészi bioprotézis és a koronáriareláció CT-alapú, 3D rekonstrukciója

degenerált, súlyosan sztenotikus biológiai aorta-műbillentyű cseréje indokolt volt, szívbelhártya-gyulladás vagy billentyűtrombózist kizártuk. Korábbi, szegycsontnyitással történt műtétek, mellüregi adhéziók, társbetegségek, továbbá a jelentősen csökkent jobb kamrai szisztolés funkció miatt a sebészi AVR igen magas rizikójúnak számított. Az előzőek miatt a fiatal életkor ellenére a ViV TAVI lehetőségét is mérlegeltük.

Kifejezett problémát jelentett ugyanakkor a perkután beavatkozás szempontjából, hogy egyrészt a gyermekkori Ross-műtét kapcsán modifikált aortagyök-anatómiát láttunk, valamint az alacsonyan eredő bal koszorúér-szágadék és a bioprotézis pozíciója következtében angiográfiás CT-vizsgálat alapján a koronáriszágadék a billentyűkeret síkja alatt 1 mm-rel volt mérhető. Az előzőek együttes következményeként a beültetendő billentyű által létrehozott „neoskirt” potenciális sinusszekvesztrációval és a koronáriaelzáródás extrém magas veszélyével fenyegetett, ami a „single” koronária-rendszer is figyelembe véve azonnali kardiogén sokkot okozhat (1. ábra).

A heart team megbeszélése során a TAVI biztonságos kivitelezhetősége és a koszorúér-védelem biztosítása érdekében hibrid beavatkozás mellett döntöttünk. A stratégia első lépéseként bal oldali thoracotomiából



2. ÁBRA. ViV TAVI beavatkozás. **A:** Részlegesen nyitott billentyű mellett vezető natív koronária (fekete nyíl). Pulmonális pozícióban Melody billentyű (fekete csillag). **B:** A hibrid beavatkozás keretében, preventív céllal kialakított LIMA-LAD graft jól vezet (fekete nyíl). **C:** Billentyű lehelyezése után a natív koronáriaáramlást nem sikerült ábrázolnunk. **D:** A tervezett rekonarográfia során a natív érrendszer is jól vezet.

végzett, minimálisan invazív LIMA–LAD bypassműtét (MIDCAB) történt eseménytelenül. Hibrid műtőben második ütemben elvégzett transfemorális TAVI követette. A TAVI során angiográfiás és TEE-ellenőrzés mellett egy 23 mm-es Evolut Pro billentyűt ültettünk be generál anesztéziában. A beültetés során ellenőriztük, hogy a LIMA graft megfelelően vezetett, így a billentyű leoldásra került (2. ábra). Ekkor aortográfiával natív koronáriaáramlás nem látszott, de EKG-eltérés nem alakult ki, és új keletű falmozgászavart sem észleltünk. Intervenciót követő monitorizálás során sem észleltünk szövődményt. Beavatkozás után a TAVI-billentyűn az átlaggradiens 25 Hgmm (kalkulált AVAi: $0,7 \text{ cm}^2/\text{m}^2$, DVI: 0,3) volt, paravalvuláris leak nem ábrázolódott. Tervezett rekonarográfia során már natívan is telődő koronária-rendszer és vezető graft is látszott. Az egyéves utánkövetés során a beteg javuló terhelhetőségről számolt be (NYHA II.), anginás panasz nem jelentkezett. TTE-n falmozgászavar nem volt, a TAVI-billentyű jól funkcionált.

Megbeszélés

Korábbi TAVI vagy biológiai AVR után súlyos diszfunkció és magas sebészi rizikó esetén a ViV TAVI alternatívát kínál a sebészi beavatkozással szemben (2). A ViV TAVI során mind az öntáguló, mind a ballonnal tágítható protézisek alkalmazhatók, azonban a supraanularis kialakítású, öntáguló billentyűk használata előnyökkel járhat. Ezen eszközökön a supraanularis vitorla pozíciója és az öntáguló mechanizmus a kisméretű, merev sebészi keret ellenére is kedvezőbb hemodinamikai paramétereket és nagyobb effektív nyílásterületet biztosít, míg a protézis repozicionálhatósága és a váz konkáv geometriája lehetővé teszi a precíz pozicionálást, valamivel nagyobb teret adva a váz és a koronáriaeredés között, csökkentve a koszorúér-elzáródás kockázatát. A magas rizikójú aortagyök-geometria (alacsony sinus tubularis junkció, szűk Valsalva-sinusok, előző aor-

tagyök-rekonstrukciók), a stent nélküli vagy külső rögzítésű vitorlával rendelkező korábbi bioprotézisek, továbbá a koronáriaostiumnak a bioprotézis felső váza alatti eredése (különösen, ha a virtuális transzkatóteres szívbillentyű és a koronária VTC távolsága 4 mm alatti), a koronáriaelzáródás magas rizikójával fenyeget (4). A koszorúerek védelme céljából többféle eljárás létezik: a Chimney-stenting során megelőzőképpen egy stentet helyezünk az érbe, úgy, hogy az az új billentyű és az érfal között egy nyitott csatornát alkosson. A vitorlát perforáló eljárások (pl. BASILICA, UNICORN technika) a potenciális koronáriaelzáródást okozó régi billentyű vitorlájának átvágásával, hasításával biztosítják a vérellátást, ugyanakkor ezek viszonylag új, gyakorlatot igénylő, összetett technikai eljárások, amelyekkel kapcsolatban nemzetközileg is csak korlátozott tapasztalatok állnak rendelkezésre. Öntáguló billentyűk alkalmazásakor, ha az áramlás romlását észleljük, a billentyű még a végleges kinyitás előtt visszahúzható és újrapozicionálható (5, 6).

Esetünkben egy magas rizikójú, korábban Ross-műtéten és sebészi aortabillentyű-cserén (AVR) átesett betegnél a re-AVR helyett TAVI mellett döntöttünk. A beavatkozás azonban – tekintettel a „single” koronária-rendszer speciális anatómiai helyzetére – technikailag kritikus kihívást jelentett. A koszorúér katéteres védelme, legyen szó vitorlamódosító eljárásokról vagy Chimney-stenting technikáról, a neoskirt várható konfigurációja miatt a beavatkozás utáni sinusszekvesztráció és a stentdiszfunkció magas kockázatát hordozta. Tekintettel a páciens „single” koronária-rendszerére, bármilyen minimális technikai hiba vagy stentkompresszió és trombózis súlyos keringési elégtelenséget vont volna maga után. A MIDCAB hibrid megközelítés az aortagyök geometriájától független, stabil és biztonságos vérellátást garantál a szívizom nagy részének, így preventív sebészi vérellátás biztosítása mellett döntöttünk. A sikeres MIDCAB műtét után elvégzett TAVI beavatkozás szövődménymentesen zajlott.

Nyilatkozat

A szerzők kijelentik, hogy az esetismertetés megírásával kapcsolatban nem áll fenn velük szemben pénzügyi vagy egyéb lényeges összeütközés, összeférhetetlenségi ok, amely befolyásolhatja a közleményben bemutatott eredményeket, az abból levont következtetéseket vagy azok értelmezését.

Irodalom

1. Al-Lamee R, Godino C, Colombo A. Transcatheter aortic valve implantation: current principles of patient and technique selection and future perspectives. *Circ Cardiovasc Interv* 2011; 4: 387–95. <https://doi.org/10.1161/CIRCINTERVENTIONS.111.961128>
2. Dvir D, Webb J, Brecker S, et al. Transcatheter aortic valve replacement for degenerative bioprosthetic surgical valves: results from the global valve-in-valve registry. *Circulation* 2012; 126: 2335–44.

<https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.112.104505>

3. Delgado V, Ewe SH, Ng ACT, et al. Multimodality imaging in transcatheter aortic valve implantation: key steps to assess procedural feasibility. *EuroIntervention* 2010; 6: 643–52. <https://doi.org/10.4244/EIJV6I5A107>
4. Blanke P, Weir-McCall JR, Achenbach S, et al. Computed Tomography Imaging in the Context of Transcatheter Aortic Valve Implantation (TAVI)/Transcatheter Aortic Valve Replacement (TAVR): An Expert Consensus Document of the Society of Cardiovascular Computed Tomography. *JACC Cardiovasc Imaging* 2019; 12: 1–24. <https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2018.12.003>
5. Valvo R, Costa G, Barbanti M. How to Avoid Coronary Occlusion During TAVR Valve-in-Valve Procedures. *Front Cardiovasc Med* 2019; 6: 168. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2019.00168>
6. Rosseel L, Rosseel M, Hynes B, et al. Chimney Stenting During Transcatheter Aortic Valve Implantation. *Interv Cardiol* 2020; 15: e09. <https://doi.org/10.15420/icr.2020.08>

The screenshot displays the 'Medical Digest congress report' website interface. At the top, there is a navigation bar with categories: Cardiology, Gastroenterology, Hematology, Internal Medicine, and Oncology. A search icon and 'FIND US ON' text are also present. A QR code is located in the top right corner. The main content area is titled 'Interviews' and features a grid of eight interview cards. Each card includes a video thumbnail with a duration timer, a 'Title' and 'Description' section, and the presenter's name and specialty. The cards are arranged in two rows of four. The first row includes interviews on topics like 'Significant LDL Cholesterol Reductions With ANGPTL3 siRNA', 'Do overweight and obesity confer an additional risk of CAD in patients with FH?', 'The Risk of Early Recurrent MI: What is the Role of Cholesterol Efflux and ApoA-1?', and 'Bempedoic Acid Improves Cardiovascular Outcomes In Statin Intolerant Patients At High...'. The second row includes interviews on 'How to increase prescription of evidence-based therapies in adults with T2D and ASCVD?', 'The FREEDOM COVID Anticoagulation Strategy Randomized Trial', 'Minimally Invasive Versus Conventional Sternotomy For Mitral Valve Repair Surgery - UK...', and 'Can Patients with Hypertrophic Cardiomyopathy do Vigorous Exercise? - A Multinational Lifestyle...'. The website footer is not visible in the screenshot.



BISOPROLOL SANDOZ®

bisoprolol 2,5 mg/5 mg/10 mg 30x

Lassabb ütemben a hosszabb életért¹



2,5 mg
30x



5 mg
30x



10 mg
30x



2026. február 1-jétől érvényes ár	Kiszerezési egység	Ajánlott fogyasztói ár (Ft)*
Bisoprolol Sandoz® 2,5 mg	30x buboréksomagolásban	925

* A Bisoprolol Sandoz 2,5 mg nem támogatott készítmény, a nagykereskedői, illetve a fogyasztói árak nagykereskedőnként, illetve patikánként eltérhetnek.

2026. február 1-jétől érvényes ár **	Kiszerezési egység	Bruttó fogyasztói ár (Ft)	Normatív támogatási összeg (Ft)	Térítési díj normatív támogatás esetén (Ft)	KGY
Bisoprolol Sandoz® 5 mg	30x buboréksomagolásban	326	111	215	—
Bisoprolol Sandoz® 10 mg	30x buboréksomagolásban	517	252	265	igen

Bővebb információért kérjük, olvassa el a gyógyszerek alkalmazási előírását!

A hatályos alkalmazási előírások teljes szövegét megtalálja a Nemzeti Népegészségügyi és Gyógyszerészeti Központ (www.ogyei.gov.hu/gyogyszeradatbazis/) honlapon. Elérési útvonal: www.ogyei.gov.hu; Adatbázisok, nyilvántartások; Gyógyszer-adatbázis; Gyógyszer neve: Bisoprolol Sandoz® 2,5/5/10 mg; **Keresés indítása**; ikon vagy Alkalmazási előírás hiperlink.

** A 2026. február 1-jétől érvényes árak alapján. Az aktuális árak tekintetében kérjük, ellenőrizze a www.neak.gov.hu honlapon található információkat! Elérési útvonal: <http://www.neak.gov.hu>; szakmának; gyógyszer/gyse/gyógyfürdő; egészségügyi szakembereknek; publikus gyógyszer-törzs; végleges; Publikus gyógyszer-törzs – lakossági tájékoztató

1. A szívfrekvencia csökkenésének nagysága statisztikailag szignifikánsan összefügg a béta-blokkolók túlélési előnyével szívelégtelenségben. McAlister F.A. et al. Meta-analysis: beta-blocker dose, heart rate reduction, and death in patients with heart failure. *Ann Intern Med.* 2009; 150: 784-794.

Kizárólag egészségügyi szakemberek számára készült ismertető anyag.
Kérjük, ne tegyék harmadik személyek számára elérhetővé vagy láthatóvá.

RBIS4791/02.26 • Lezárás dátuma: 2026. 02. 20.

Sandoz Hungária Kft.
1114 Budapest, Bartók Béla út 43-47.
Tel.: 06 1 430 2890 • www.sandoz.hu

SANDOZ



BISOPROLOL SANDOZ®
bisoprolol 2,5 mg/5 mg/10 mg 30x

A két nagy rizikófaktor, a magas vérnyomás és a magas koleszterinszint hosszú távú együttes kezelésének kardiovaszkuláris nyeresége

Márk László¹, Paragh György²

¹Békés Vármegyei Központi Kórház, Pándy Kálmán Tagkórház, Kardiológiai Osztály, Gyula

²Debreceni Egyetem, Általános Orvostudományi Kar, Belgyógyászati Intézet,

Anyagcsere Betegségek Tanszék, Debrecen



Szerzői video-összefoglaló

Levelezési cím:

Márk László, Békés Vármegyei Központi Kórház, Pándy Kálmán Tagkórház, Kardiológiai Osztály, 5700 Gyula,

Semmelweis u. 1. E-mail: dr.mark.laszlo@gmail.com

A halálozási statisztikák listavezetői világszerte a kardiovaszkuláris betegségek, a legtöbb esemény hátterében az ateroszklerózis áll. Ennek prevencióját a kardiológiai tevékenység egyik fő irányának tartjuk, de az ebben rejlő lehetőségek maximális kihasználásától még messze állunk. Az ateroszklerózis két fő rizikófaktora a magas koleszterinszint és a hipertónia. Ezek kezelésének kedvező hatásait számtalan, néhány évig tartó klinikai vizsgálat igazolta. A hosszú távú kezelések hasznát mendeli randomizációs vizsgálatok támasztják alá. A 2025-ben bemutatott NATURE-Legacy azt tanulmányozta, hogy a HOPE-3-vizsgálat bevételi és kizárási kritériumainak, valamint módszereinek alkalmazásával az Egyesült Királyság Biobankjának résztvevőiből kiválasztott primer prevenció betegekben milyen eredményeket lehetne elérni az LDL-koleszterin és a szisztolés vérnyomás HOPE-3-ban elért csökkentésével. A HOPE-3-ban az 5,6 év követési idő alatt 29%-kal, a biobanki betegek között ugyanannyi idő alatt 68%-kal kevesebb szívinfarktus, stroke, kardiovaszkuláris halál fordult elő. Ez azt igazolja, hogy ugyanolyan LDL-koleszterin- és szisztolésvérnyomás-csökkenés mellett, ha az születéstől fogva áll fenn, 3,3-szer nagyobb az elért kockázatcsökkenés. A NATURE-Legacy-vizsgálat egy kiváló példa arra, hogy a néhány évig tartó randomizált klinikai vizsgálat eredményeit mendeli randomizációs vizsgálatokkal kombinálva hogyan lehet megalapozottan hosszú távra, több évtizedre kiterjeszteni és érvényessé tenni. A vizsgálatnak hatással kellene lennie a kezelési irányelvekre, és egy lökést kellene adnia arra, hogy a prevenciót hosszú távon, korán elkezdve, nagyobb odafigyeléssel végezzük. A jelen közlemény összefoglaló jellegű szakértői állásfoglalás, célja a NATURE-Legacy-vizsgálat eredményein keresztül történő figyelemfelhívás arra, hogy a vérnyomás és a koleszterinszint hosszú távú csökkentésével milyen jelentősen lehet befolyásolni a kardiovaszkuláris események gyakoriságát.

Kulcsszavak: ateroszklerózis, LDL-koleszterin, hipertónia, prevenció, metabolikus memória

Cardiovascular benefits of long-term combined treatment of the two major risk factors, high blood pressure and high cholesterol

Cardiovascular diseases lead the mortality statistics, and atherosclerosis is the cause of most events. We consider its prevention to be one of the main directions of cardiological activity, but we are still far from utilizing its potential to the fullest. The two main risk factors of atherosclerosis are high cholesterol and hypertension. The beneficial effects of their treatment have been demonstrated by numerous clinical trials lasting several years. The benefits of long-term treatments are supported by Mendelian randomized trials. NATURE-Legacy, presented in 2025, studied what results could be achieved in primary prevention patients selected from the participants of the United Kingdom Biobank using the exclusion and inclusion criteria and methods of the HOPE-3 trial by reducing LDL cholesterol and systolic blood pressure achieved in HOPE-3. In HOPE-3, there were 29% fewer heart attacks, strokes, and cardiovascular deaths during the 5.6-year follow-up period, and 68% fewer deaths among biobank patients during the same period. This proves that the same reduction in LDL cholesterol and systolic blood pressure, if it is present from birth, the achieved risk reduction is 3.3 times greater. The NATURE-Legacy study is an excellent example of how the results of a randomized clinical trial lasting a few years can be extended and validated in a well-established way over several decades, when combined with a Mendelian randomization study. The study should influence treatment guidelines and provide a boost to long-term prevention, starting early and with greater attention. This paper is an expert opinion, and its purpose is to draw attention to the significant impact of long-term reductions in blood pressure and cholesterol levels on the incidence of cardiovascular events through the results of the NATURE-Legacy study.

Keywords: atherosclerosis, LDL-cholesterol, hypertension, prevention, metabolic memory

A kézirat 2026. 02. 09-én érkezett a szerkesztőségbe, 2026. 03. 01-én került elfogadásra.

A szív-ér rendszeri betegségek a vezető halálokok világszerte, megelőzésük kapcsán ki kell emelni a sokoldalú megközelítés fontosságát, amely magában foglalhatja a mesterséges intelligencia stratégiai integrációját és a betegspecifikus tényezők mélyebb megértését.

A morbiditás és mortalitás, a betegség teljes terhének csökkentése érdekében szükség van a személyre szabottabb, bizonyítékokon alapuló és technológiavezérelt megelőző ellátás felé való elmozdulásra. A bizonyítékokon alapuló orvoslásban (BAO) kiemelt szerep jutott a két, legnagyobb betegszámot érintő rizikófaktor, a hipertóniának és a hypercholesterinaemiának. Könnyen meghatározhatók az indulási és kezelési eredményeik, és azáltal, hogy nagy betegtömeget érintenek és sok kardiovaszkuláris esemény okai, jól mérhető a kezelésük klinikai haszna. Mindkettő kezelése az 1948-ban indult Framingham Heart Study első eredményeinek ismertetése után került az orvosi kezelés előterébe, amikor felismerték a kardiovaszkuláris kockázati tényezőket, köztük a hipertóniát és a hypercholesterinaemiát. Azóta hosszú távú megfigyelések is igazolták, hogy a hosszú élet legfontosabb meghatározói között szerepel a normális vérnyomás és LDL-koleszterin-szint (LDL-C) jelenléte (1).

Emberson és munkatársai becslése szerint, ha primer prevenció nagy kockázatú betegekben 0,6 mmol/l-rel (kb 10%-kal) csökkentenénk hosszú távon az átlagos koleszterinszintet, 22%-kal kevesebb nagy kardiovaszkuláris esemény (major cardiovascular event, MACE) fordulna elő, ha 14 Hgmm-rel (kb. 10%-kal) csökkentenénk a vérnyomást, akkor 29%-kal, ha mindkét rizikófaktor mért értékeit csökkentjük 10-10%-kal, akkor 45%-kal kevesebb MACE fordulna elő (2).

Az LDL-C-csökkentés az ateroszklerózis progressziójának kémiai, a vérnyomáscsökkentés pedig az artériafal károsodásának mechanikus lassításával csökkenthetik a kardiovaszkuláris eseményeket. Számos klinikai vizsgálat igazolta a vérnyomáscsökkentés és/vagy a koleszterincsökkentés által eredményezett morbiditási és mortalitási nyereséget, köztük a BAO „nagy, mérföldkő jelentőségű” vizsgálatai. Időtartamuk minden esetben néhány évre korlátozódott, minek alapján csak néhány éves kezelés hatásáról van konkrét klinikai vizsgálati bizonyítékunk. Bár nincs okunk kételkedni a hosszú távú kezelés szükségességében, hiánypótló lenne egy olyan klinikai tanulmány, amely igazolná, hogy egy több évtizedes kezelés során folyamatosan megmaradnak a kedvező hatások. Az Európai Kardiológus Társaság (ESC) 2025-ös konferenciáján a NATURE-Legacy vizsgálat (3), amelyet a későbbiek során mutatunk be, meggyőző bizonyítékokat szolgáltatott az LDL-C és a vérnyomás korai, mérsékelt, hosszú távú csökkentésének előnyeiről.

Jelen közleményünk célja annak összefoglalása, hogy a magas vérnyomás és a magas koleszterinszint hosszú távú csökkentésének milyen kardiovaszkuláris haszna igazolható, amit a NATURE-Legacy eredmé-

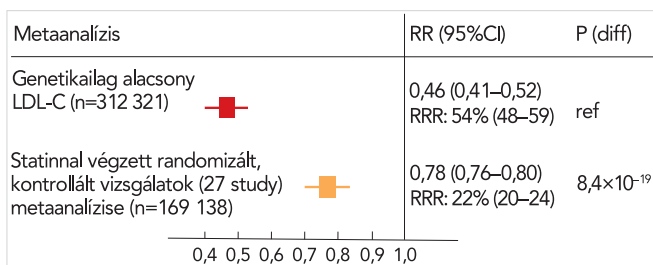
nyeinek alapján mutatunk be, de előtte megemlítjük a mendeli randomizációs vizsgálatok jelentőségét, és ismertetünk néhány, metabolikus memóriát igazoló tanulmányt. Munkánk nem strukturált irodalomkeresésen alapul, hanem célzott irodalmi áttekintésnek és szakértői összefoglalásnak felel meg, ennek ismert módszertani limitációival együtt.

Mendeli randomizációs vizsgálatok

Nincsen, és valószínűleg nem is lesz több évtizedes követésű prospektív, randomizált vizsgálat egy-egy változó, pl. az egyes rizikófaktorok kezelési hatásának mérésére. Ilyenre a mendeli randomizációs vizsgálatok adnak lehetőséget, ahol a randomizálást lényegében a természet maga végzi. Valamilyen genetikai eltéréssel rendelkező és nem rendelkező egyedek biológiai paramétereit és betegségeinek alakulását tudjuk követni a születéstől kezdve. Ebből származik az ilyen típusú tanulmányok legnagyobb előnye, a hosszú időtartam, mert a követési idő lényegében az egyed vizsgálatkori életkora.

A mendeli randomizációs vizsgálatok szerkezetének és hasznának bemutatására messzemenően alkalmas az a metaanalízis, amelyben 312 321 beteg teljes genetikai vizsgálata alapján kiválasztották azokat, akiknek 6 gén 9 polimorfizmusával olyan genetikai eltérésük van, amely veleszületetten alacsonyabb LDL-C-szinttel jár. Ezen betegek kardiovaszkuláris eseményeit összehasonlították azokéval, akik ilyen veleszületett eltéréstől mentesek. Az átlagos követési idő 32 év volt, amely idő alatt több mint 14 ezer nagy vaszkuláris esemény (ISZB-halál, szívinfarktus, stroke, revaszkularizáció) zajlott le. A genetikailag alacsonyabb LDL-C-szinteket 1 mmol/l-re extrapolálva 54%-os kockázatcsökkenést állapítottak meg a „vad” típusú”, genetikailag alacsony LDL-C-szinttől mentes csoporthoz képest (4), szemben a gyógyszerrel elért, hasonló mértékű LDL-C-csökkentés során a CTTC (Cholesterol Treatment Trialists' Collaboration) alapján várható 22%-kal (5) (1. ábra). Ez lényegében azt jelenti, hogy ha az LDL-C-t 5-6 évre csökkentem le 1 mmol/l-rel 22%, ha 32 évre, akkor pedig 54% a kockázatcsökkenés mértéke.

A két rizikófaktor, a koleszterin és a vérnyomás együttesen, évtizedeken át tartó alacsonyabb szintjének kedvező kardiovaszkuláris hatását is igazolta mendeli randomizációs vizsgálat 438 952 fő genetikai eredményei alapján az Egyesült Királyság Biobankjának adataiból. Kiválasztották a genetikailag alacsonyabb vérnyomású és a genetikailag alacsonyabb LDL-C-szintű egyéneket. Négy csoportot képeztek: alacsonyabb szisztolés vérnyomásúak, alacsonyabb LDL-C-szintűek, akiken mindkettő alacsonyabb volt, és akiken egyik sem (vad típus). A résztvevők életkori átlaga 65 év volt, ami hat és fél évtizedes követési időt jelent. A statisztikai erőt a nagy betegszám mellett a közel 25 ezer koronáriaesemény is



1. ÁBRA. Az alacsonyabb lipidszint fennállásának időtartama nagyon számít: 1 mmol/l LDL-C-csökkenés genetikai eltérés által (ami születéstől fogva hat) jelentősen nagyobb rizikócsökkenést okoz (54%), mint statin adása későbbi életkorban (22%)

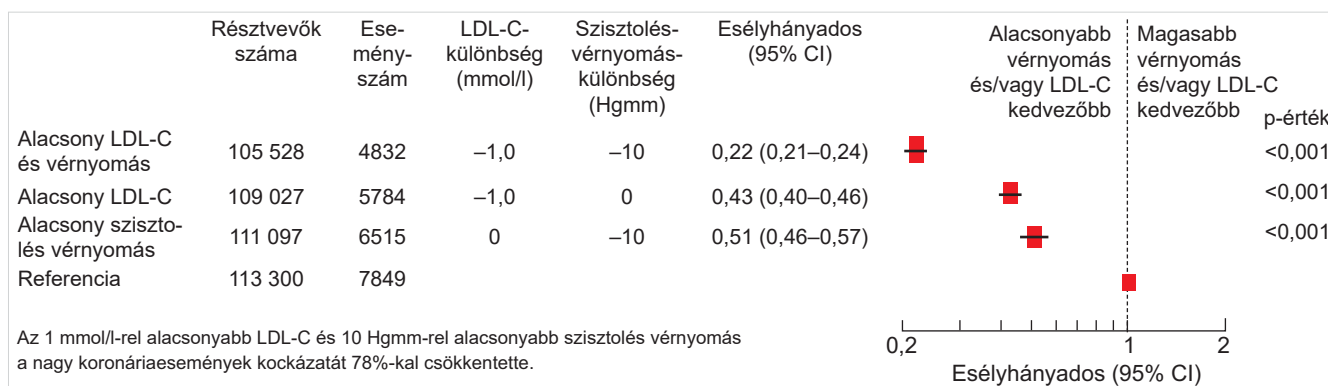
mutatja. Ha a 61 genetikai variáns okozta alacsonyabb szisztolés vérnyomást 10 Hgmm-re extrapolálták, 49%-os csökkenést igazoltak a nagy koronáriaesemények gyakoriságában, 1 mmol/l-re extrapolálva a 100 genetikai eltérés által okozott LDL-C-csökkenést, 57%-os volt a csökkenés. Amikor együtt fordult elő az alacsonyabb LDL-C és az alacsonyabb szisztolés vérnyomás, a nagy koszorúér-eseményekben 78%-os, a kardiovaszkuláris halálozás relatív kockázatában 68%-os csökkenést találtak (2. ábra) (6). Az eredmények a két rizikófaktor hosszú távú, élethosszig tartó kezelésének előnyeit, a terápiában rejlő lehetőségeket mutatják meg.

A néhány éves lipidcsökkentés késői hatása: metabolikus memória, „legacy effect”

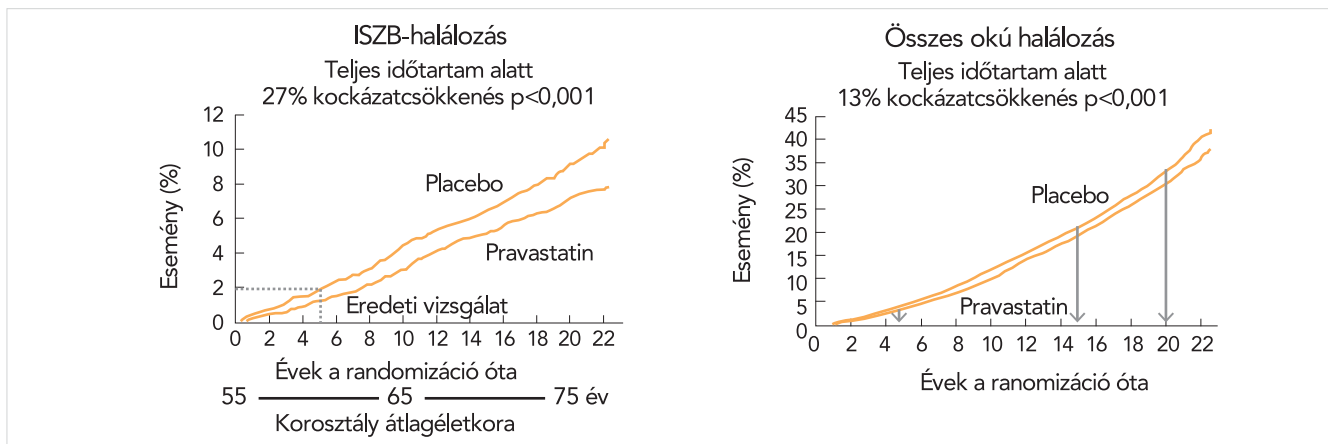
A hosszú távú kezelés kedvező hatásainak igazolása mellett kimutatták azt is, hogy a néhány évig tartó klinikai vizsgálatoknak a lezárás után sok évvel is kimutatható kedvező kardiovaszkuláris hatása. Erre elsősorban a diabetológiában és a lipidológiában vannak adatok. A néhány évig tartó klinikai vizsgálati kezelés hosszú idő múlva kimutatható hatását az irodalom metabolikus memóriának vagy „legacy effect”-nek nevezi (7, 8).

A lipidcsökkentésben a régi nagy statinos vizsgálatok betegek sorsa alakulásának a vizsgálat lezárása utáni követésével számos megfigyelés igazolta a metaboli-

kus memóriát. Itt most a késői hatások bemutatására az egyik legelső, 1995-ben bemutatott „nagy, mérföldkő jelentőségű”, primer prevenció tanulmány, a WOSCOPS (West of Scotland Coronary Prevention Study) betegeknek az alapvizsgálat lezárása után két évtizeddel történt halálkezelését tárgyaljuk. Ez a vizsgálat 6595, a bevonáskor 45-64 éves, ismert érbetegségtől mentes férfin igazolta, hogy 5 éves pravastatin-kezelés a placebóval szemben kedvezően befolyásolja az éresemények gyakoriságát: 27%-kal csökkent a kardiovaszkuláris, 13%-kal az összes okú halálozás. A vizsgálat lezárta után a betegek kezelését már nem írták elő, a további terápiát a kezelőorvosok a saját belátásuk szerint folytatták. Öt évvel a zárás után a kezelések nagyjából kiegyenlítődték, a pravastatinos betegek 38,7%-a, a placebo betegek 35,2%-a szedett statint, a későbbi lipidcsökkentő terápiáról nincs adat. A későbbiek során az adatbázisok használatával lehetővé vált a vizsgálatban részt vevők sorsának, kardiovaszkuláris történéseinek hosszú távú követése. 20 év alatt 1253 (38%) férfi halt meg az eredetileg placebo, és 1145 (35%) a pravastatin szedő csoportban. A korábbi statinos csoportban szignifikánsan kevesebb koronáriaintervenció és bypassműtét, valamint szívelégtelenség fordult elő, 27%-kal csökkent az ISZB, 13%-kal az összes okú halálozás (3. ábra) (9). Az igazolódott, hogy egy 5 évig tartó statinkezelésnek 20 év múlva még mérhető, statisztikailag szignifikáns haszna mutatható ki. A metabolikus memória nem csak statinnal történt lipidcsökkentés esetén mutatható ki. A FOURIER (Further Cardiovascular Outcomes Research With PCSK9 Inhibition in Subjects With Elevated Risk) volt az első nagy, PCSK9-gátlóval történt klinikai végpontú tanulmány, amely több mint 27 ezer stabil érbetegben tanulmányozta a statin/ezetimib mellé adott evolocumab vagy placebo hatását. Az LDL-C-szint 59%-kal volt alacsonyabb az aktív ágon (2,4 mmol/l a kontroll-, és 0,78 mmol/l az evolocumabbal kezelt csoportban). A primer végpont (kardiovaszkuláris halál, nem halálos szívinfarktus vagy stroke, instabil angina vagy revaszkularizáció miatti hospitalizáció) szignifikáns, 15%-os csökkenését, a kardiovaszkuláris halál, szívinfarktus vagy stroke-ból



2. ÁBRA. A genetikailag alacsonyabb szisztolés vérnyomás és LDL-koleszterin (10 Hgmm-re, illetve 1 mmol/l-re extrapolált) hatása a koronáriaesemények élethosszig tartó kockázatára (7)



3. ÁBRA. A WOSCOPS 20 éves követése során az ISZB-halálozás és az összmortalitás különbsége szignifikáns volt. A 20 éves követés alatt 1253 (38%) férfi halt meg a placebo-, és 1145 (34,7%) a pravastatincsoportban

álló másodlagos végpont 20%-os, szignifikáns csökkenését találták (10).

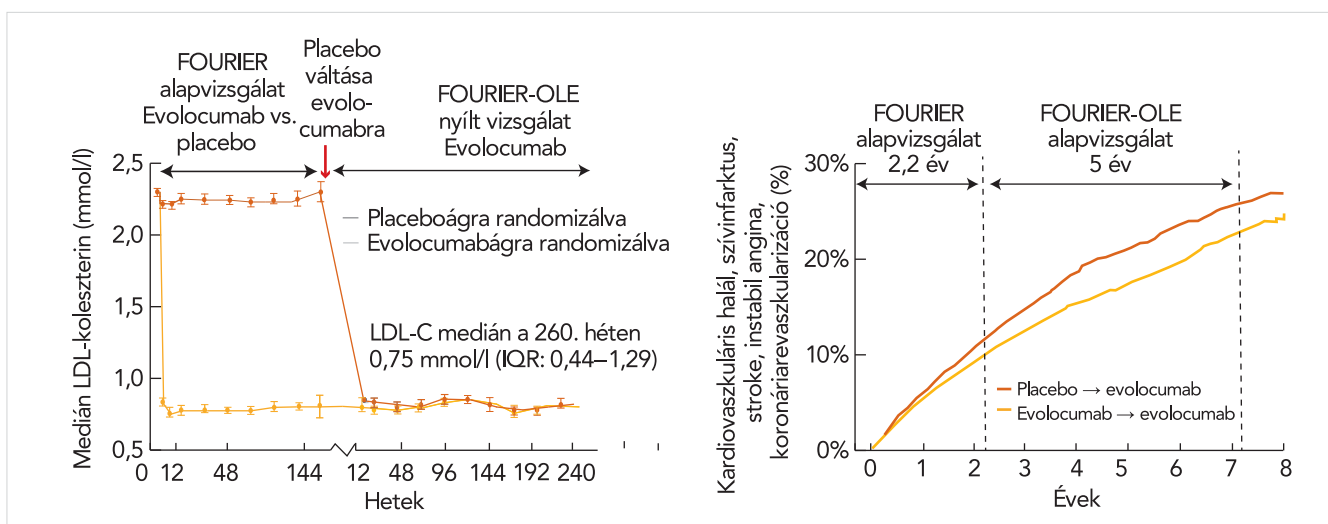
Az alapvizsgálat 2017-es bemutatása után 2022-ben közzétették a nyílt elrendezésű meghosszabbításának, a FOURIER-OLE-nak (Open Label Extension) az eredményeit. Ebben 6634 beteg 5 évig kapott evolocumabot, akik fele korábban placebo-, a másik fele aktív ágon volt. A nyílt fázisú szakaszban már mindenki evolocumabot kapott, és a korábbi kezelési kartól függetlenül a kiterjesztés alatt az összes beteg LDL-C-szintjének átlaga 0,75 mmol/l volt. Az azonos LDL-C ellenére az események gyakoriságát mutató görbék (4. ábra) a nyílt fázis első két évében még távolodtak egymástól, és csak utána kezdtek párhuzamosak lenni, amit a metabolikus memória magyaráz. A FOURIER-OLE az evolocumab hosszú távú (7,2 éves) adásának klinikai előnyei mellett a kezelés biztonságos voltát is igazolta, mert alig fordultak elő mellékhatások (11, 12).

Azzal, hogy a kettős vak szakasz ideje alatt az akkor evolocumabot kapó csoport lipidanyagcseréje sokkal jobb volt, az ateroszklerózis folyamatának alakulásában a két

csoport között olyan jelentős különbség alakult ki az alatt a 2,2 év alatt, hogy ennek jótékony hatása még a második szakasz azonos terápiája ellenére tartósan kimutatható maradt (különösen annak első két évében, amikor még nőtt is a különbség az események számában). A FOURIER-OLE a metabolikus memória egyik bizonyítéka. Megmutatta, hogy a szervezet, az erek sokáig „emlékeznek” a jó anyagcserére.

A HOPE-3-vizsgálat

A primer prevenció HOPE-3- (Heart Outcomes Prevention Evaluation 3) vizsgálat 12 705, éreseményen át nem esett beteg bevonásával történt. Az 5,6 éves követési idő alatt a betegek 2x2 faktoriális elrendezéssel 10 mg rosuvastatint vagy placebót, illetve 16 mg candesartant + 12,5 mg hidroklorotiazidot vagy placebót kaptak véletlenszerű besorolás alapján. A vizsgálati kezelést a lipidszintektől, az inflammatorikus markerek szintjétől, a hipertóniastátustól és a diabétesztől füg-



4. ÁBRA. Az LDL-koleszterin-szint és a primer végpont (kardiovaszkuláris halál, szívinfarktus, stroke, instabil angina vagy koronáriarevaszkularizáció) alakulása a FOURIER- és a FOURIER-OLE-vizsgálatokban

getlenül kapták. A betegek ugyan nem estek át éreseményen, de az életkoruk és a rizikófaktorai alapján nagy kockázatúak voltak. Induláskor az átlagos vérnyomás 138/81 Hgmm, az átlagos LDL-C 3,31 mmol/l volt. Az LDL-C tekintetében a 10 mg rosuvastatint és a placebo szedők között 1 évnél 1,02, 3 évnél 0,76, a vizsgálat lezárásakor 0,90 mmol/l volt a különbség ($p < 0,001$). A primer összetett végpont a klasszikus MACE volt (kardiovaszkuláris okból bekövetkezett halál, nem halálos szívinfarktus, nem halálos stroke), amelynek 24%-os csökkenését mutatták ki a 10 mg rosuvastatint szedő csoportban ($p < 0,002$), egy esemény megelőzéséhez szükséges betegszám (NNT) 91 volt. A rosuvastatin- és a placebo csoportokban azonos volt az új keletű diabétesz gyakorisága, és nem fordult elő különbség májenzimeltérésekben sem. A rosuvastatint szedők között szignifikánsan gyakrabban jelentkezett izomfájdalom (5,8%), de annak gyakorisága a placebo csoportban is 4,7%-nak bizonyult, ugyanakkor nem volt szignifikáns különbség a kezelést izomtűnetek miatt véglegesen megszakítók között (a rosuvastatint szedők közül 1,3%, a placebo csoportban 1,2%) (13). Külön kiemelhető, hogy ezeket a kiváló eredményeket a rosuvastatin adásával egy olyan primer preventív betegcsoportban érték el, ahol a bevonás nem magas koleszterinszint miatt történt.

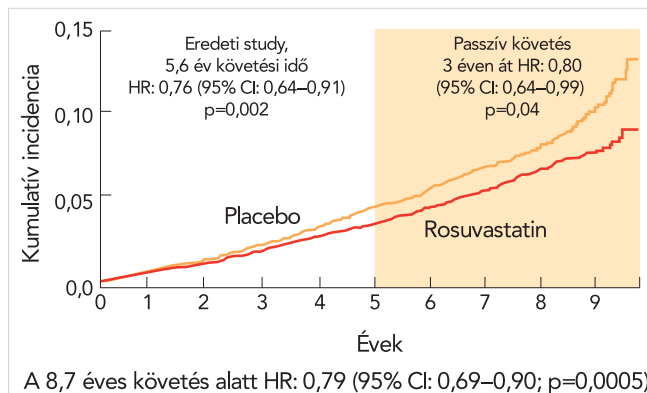
A HOPE-3 hipertóniaágán (a bevonás független volt a vérnyomás kezelésétől), a candesartancsoportban nem volt különbség a placebo szedőkkel szemben a végpontok tekintetében, de a vérnyomás alapján képzett magasabb harmadban (143,5 Hgmm feletti tenzió esetén) az aktív ágon szignifikánsan csökkent a primer végpont ($p = 0,02$).

A LDL-C-szint és a vérnyomás (10 mg rosuvastatin, 16 mg candesartan, 12,5 mg hidroklorotiazid adásával történő) együttes csökkentésének hatására a primer végpont 29%-kal csökkent (HR: 0,71; 95% CI: 0,56–0,90; $p = 0,005$) (14).

A lipidcsökkentési metabolikus memória működését ebben a vizsgálatban is igazolta 8,7 éves (3 év ráadás) utánkövetés, amely szerint a 10 mg rosuvastatin adására megindult kedvező trend nem állt meg az 5,6 év intervenció után sem. Egy évvel a zárás után a rosuvastatin-csoportból 36%, a placebo csoportból 38% szedett statint, a primer végpont tovább javult az eredetileg rosuvastatint szedők javára (a 3 éves utánkövetésre a HR 0,80; a 95%-os CI 0,64–0,99; $p = 0,04$) (5. ábra) (15).

A NATURE-Legacy-vizsgálat

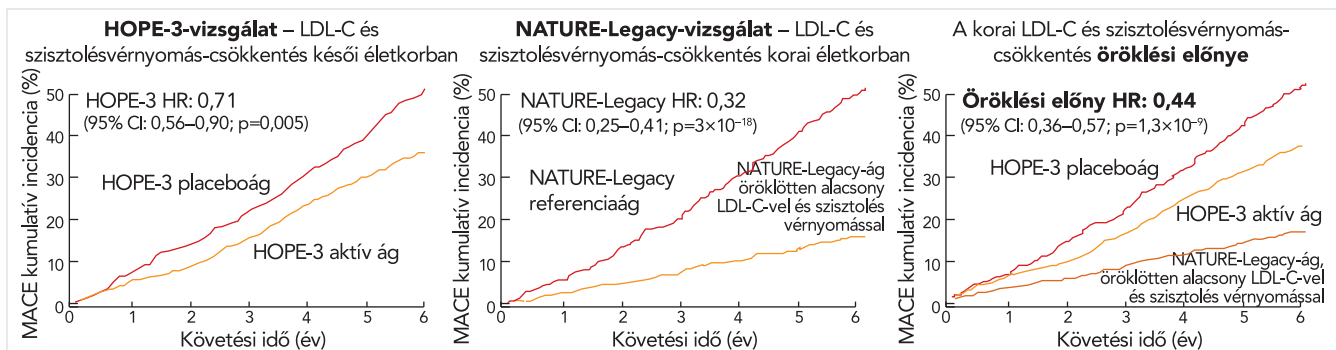
A fentiekben vizsgálatokat mutattunk be a lipidcsökkentés és a vérnyomáscsökkentés hosszú távú előnyeinek igazolásáról, illetve a néhány évig tartó lipidcsökkentés késői kedvező hatásairól. A hosszú távú LDL-csökkentés meggátolja a magas LDL-szint kémiai károsító hatását, míg a magas vérnyomás csökkentése az artériák



5. ÁBRA. A HOPE3-ban a 10 mg rosuvastatin kedvező hatása folytatódott az 5,6 év intervenció után is, a primer végpont (AMI, stroke, kardiovaszkuláris halál) tovább javult a további három év, összesen 8,7 éves követés alatt is

falának mechanikai strukturális károsodását mérsékli. A HOPE-3 azt igazolta, hogy az LDL-C és a vérnyomás csökkentése szignifikáns MACE-csökkenést eredményez, amely az 5,6 évig tartó vizsgálat lezárása után is folytatódott. A mendeli randomizációs tanulmányok azt bizonyították, hogy az élethosszi alacsonyabb LDL-C és vérnyomás jelentősen nagyobb kockázatcsökkenést eredményez, mint a későbbi életkorban kezdett, csupán néhány évig tartó, klinikai vizsgálatok keretében történő csökkenés.

A NATURE-Legacy-vizsgálatban azt szerették volna tanulmányozni, számszerűsíteni, hogy a HOPE-3-vizsgálat betegeinek megfelelő, a UK Biobank résztvevőiből kiválasztott primer preventív betegekben milyen eredményeket lehetne elérni ugyanazon bevonási és kizárási kritériumok, valamint definíciók és módszerek alkalmazásával, mint a HOPE-3-ban. A 440 ezer betegből kiválasztották azokat, akiknek 65,8 éves életkor elérésekor (ez volt a HOPE-3-ba bevont betegek átlagos életkora) nem igazolódott érbetegségük, és megfeleltek a bevonási és kizárási szempontoknak. Az LDL-C és a vérnyomás értéke nem volt kritérium az alapvizsgálatban sem. Ezután a genetikai eredmények ismeretében olyan csoportokat képeztek, amelyekben az LDL-C és a szisztolés vérnyomás különbsége hasonló mértékű volt, mint a HOPE-3-ban. 65,8 éves életkortól összehasonlították az 5,6 év alatt (ezek voltak az alapvizsgálatban az átlagos bevonási életkor és követési idő) bekövetkezett MACE események számát azokban, akik LDL-C- és szisztolésvérnyomás-csökkentése születéstől fogva megfelelt a HOPE-3-ban elért értékeknek, azokéval, akiknek nem volt alacsonyabb az LDL-C és a szisztolés vérnyomás (referenciacsoport). A HOPE-3-vizsgálatban a 12 705 beteg közül 3168-at randomizáltak placebo-ra, 3180-at pedig rosuvastatin + ARB terápiára, a vizsgálatban az aktívan kezelt csoportban az LDL-C 0,87 mmol/l-rel, a vérnyomás 5,9 Hgmm-rel volt alacsonyabb. A biobanki résztvevők közül 208 990 felelt volna meg a HOPE-3 kritériumai-



6. ÁBRA. A kardiovaszkuláris események gyakorisága a HOPE-3- és a NATURE-Legacy-vizsgálatokban (MACE=AMI, stroke, kardiovaszkuláris halál)

nak, akik közül 130 370 fő érte meg a 65,8 éves életkort igazolt szív-ér rendszeri betegség nélkül. Utóbbiakon a 65,8 éves kor után az 5,6 év követés alatt 4551 első MACE fordult elő. A HOPE-3-ban a követési idő alatt 29%-kal, a biobanki betegek között 68%-kal kevesebb MACE fordult elő az 5,6 év alatt (a 6. ábra bal és középső része). Az LDL-C és a szisztolés vérnyomás ugyanolyan csökkenése mellett, ha az születéstől fogva áll fenn („öröklési előny”, legacy benefit), 3,3-szer nagyobb az elért kockázatcsökkenés, mint ha azt későbbi életkorban éri el (3).

Azt, hogy a mendeli randomizáció módszere megfelelő volt, igazolja az a tény, hogy a HOPE-3 placebo csoportjában a MACE aránya 5,0%, a Biobank referenciacsoportjában pedig 4,9% volt. Amikor a HOPE-3 aktívan kezelt és a Biobanknak az öröklés folytán alacsonyabb LDL-C-jű és szisztolés vérnyomású csoportjait hasonlították össze (a 6. ábra jobb oldali része), az utóbbiakban 56%-kal alacsonyabb volt a MACE aránya. Az élethosszig tartó alacsonyabb LDL-C önmagában 32%, az élethosszig tartó alacsonyabb vérnyomás 24%-kal kevesebb MACE-t eredményezett, a kettő együtt hozta az 56%-os öröklési előnyt.

A nagyon jelentős öröklési előny alátámasztja az ateroszklerózis korán elkezdett megelőzésének szükségességét. Felmerül, hogy az LDL-C és a vérnyomás csökkentésének időtartama legalább annyira fontos, vagy akár fontosabb is lehet, mint a csökkenés mértéke.

A NATURE-Legacy-tanulmány egy jó példa arra, hogy miként lehet kombinálni a randomizált klinikai vizsgálati és a mendeli randomizációs vizsgálati eredményeket ahhoz, hogy áthidaljuk azt a bizonyítékhiányt, amely az ateroszklerózis korán elkezdett és hosszú távú kezelésének hasznát támasztja alá. A kezelési irányelveknek és a klinikai és biztosítói megfontolásoknak figyelembe kell venniük az LDL-C és a szisztolés vérnyomás korai és tartós csökkentésének kardiovaszkuláris előnyeit.

Nyilatkozat

A szerzők kijelentik, hogy az összefoglaló közlemény megírásával kapcsolatban nem áll fenn velük szemben pénzügyi vagy egyéb lényeges összeütközés, összeférhetetlenségi ok, amely befolyásolhatja a közleményben

bemutatott eredményeket, az abból levont következtetéseket vagy azok értelmezését.

Irodalom

- Terry DF, Pencina MJ, Vasan RS, et al. Cardiovascular risk factors predictive for survival and morbidity-free survival in the oldest-old Framingham Heart Study participants. *J Am Geriatr Soc* 2005; 53: 1944–1950. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2005.00465.x>
- Emberson J, Whincup P, Morris R, et al. Evaluating the impact of population and high-risk strategies for the primary prevention of cardiovascular disease. *Eur Heart J* 2004; 25: 484–491. <https://doi.org/10.1016/j.ehj.2003.11.012>
- NATURE-Legacy: A naturally randomized trial comparing the benefit of earlier to later LDL and SBP lowering among persons without cardiovascular disease. Ference BA. Presentation, ESC Congress, Madrid, 2025. 1 September. ESC Late-Breaking Clinical Science: lipids and cardiovascular risk.
- Ference BA, Yoo W, Alesh I, et al. Effect of long-term exposure to lower low-density lipoprotein cholesterol beginning early in life on the risk of coronary heart disease: a Mendelian randomization analysis. *J Am Coll Cardiol* 2012; 60: 2631–2639. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2012.09.017>
- Baigent C, Blackwell L, Emberson J, et al. Cholesterol Treatment Trialists' CTT Collaboration. Efficacy and safety of more intensive lowering of LDL cholesterol: a meta-analysis of data from 170 000 participants in 26 randomised trials. *Lancet* 2010; 376: 1670–1681. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(10\)61350-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(10)61350-5)
- Ference BA, Bhatt DL, Catapano AL, et al. Association of genetic variants related to combined exposure to lower Low-Density Lipoproteins and lower systolic blood pressure with lifetime risk of cardiovascular disease. *JAMA* 2019; 322: 1381–1391. <https://doi.org/10.1001/jama.2019.14120>
- Márk L. A lipidcsökkentő kezelés ajánlott időtartama és metabolikus memória a lipidológiában. Fókuszban a lipidológia. *Metabolizmus* 2022; 20: 161–164.
- Paragh G, Harangi M, Karányi Z, et al. Identifying patients with familial hypercholesterolemia using data mining methods in the Northern Great Plain region of Hungary. *Atherosclerosis* 2018; 277: 262–266. <https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2018.05.039>
- Ford I, Murray H, McCowan C, Packard CJ. Long-term safety and efficacy of lowering Low-Density Lipoprotein Cholesterol with statin therapy. 20-year follow-up of West of Scotland Coronary Prevention Study. *Circulation* 2016; 133: 1073–1080. <https://doi.org/10.1161/circulationaha.115.019014>
- Sabatine MS, Giugliano RP, Keech AC, et al.; FOURIER Steering Committee and Investigators. Evolocumab and Clinical Outcomes in Patients with Cardiovascular Disease. *N Engl J Med* 2017; 376: 1713–1722. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1615664>
- O'Donoghue ML, Giugliano RP, Wiviott SD, et al. Long-Term Evolocumab in Patients With Established Atherosclerotic Cardiovascular Disease. *Circulation* 2022; 146: 1109–1119. <https://doi.org/10.1161/circulationaha.122.061620>
- Márk L. A FOURIER-OLE – Evidencia a hosszú távú fennálló igen alacsony LDL-koleszterin-szint kedvező hatásáról. *Cardiol Hung* 2023; 53: 63–67. <https://doi.org/10.26430/chungarica.2023.53.1.63>
- Yusuf S, Bosch J, Dagenais G, et al.; HOPE-3 Investigators. Cholesterol Lowering in Intermediate-Risk Persons without Cardiovascular Disease. *N Engl J Med* 2016; 374: 2021–31. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1600176>
- Yusuf S, Lonn E, Pais P, et al.; HOPE-3 Investigators. Blood-Pressure and Cholesterol Lowering in Persons without Cardiovascular Disease. *N Engl J Med* 2016; 374: 2032–43. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1600177>
- Bosch J, Lonn EM, Jung H, et al. Lowering cholesterol, blood pressure, or both to prevent cardiovascular events: results of 8.7 years of follow-up of Heart Outcomes Evaluation Prevention (HOPE)-3 study participants. *Eur Heart J* 2021; 42: 2995–3007. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehab225>

Kisebb CV kockázat, jobb LDL-C kontroll!^{1,2}



- ✓ **GYORS***
- ✓ **INTENZÍV****
- ✓ **HATÉKONY†**
- ✓ **EGYSZERŰ††**

*GYORS LDL-C szint csökkentés már a Repatha® kezelés 1. hetében; **INTENZÍV hatás, az LDL-C szint 55-75%-os csökkentése; †HATÉKONY, 25%-os CV rizikó csökkentés szívinfarktuson átesett betegeknek; ††EGYSZERŰ használat az előretöltött injekciós toll (SureClick®) alkalmazásával 2 hetente.

CV = kardiovaszkuláris ;
LDL-C = alacsony sűrűségű lipoprotein koleszterin.

Repatha® (evolocumab) 140 mg oldatos injekció előretöltött injekciós tollban 2x, EU/1/15/1016/003.
Bővebb információért kérjük, olvassa el a gyógyszer alkalmazási előírását!

Repatha® alkalmazási előírásának elérhetősége:
EMA: https://www.ema.europa.eu/hu/documents/product-information/repatha-epar-product-information_hu.pdf
EC: <http://ec.europa.eu/health/documents/community-register/html/h1016.htm>
Az alkalmazási előírás szövegellenőrzésének utolsó dátuma: 2025. december.

Ár és támogatás:

TB támogatással forgalomban lévő Repatha® készítmény: Repatha® 140 mg oldatos injekció előretöltött injekciós tollban
Termelői ár: 120 993,- Ft;
Bruttó fogyasztói ár: 133 672,- Ft;
Bruttó TB támogatás: 133 372,- Ft;
Térítési díj: 300,- Ft
https://neak.gov.hu/felso_menu/szakmai_oldalok/gyogyszer_segedeszkoz_gyogyfurdó_tamogatás/egeszsegugyi_vallalkozásoknak/pupha/Vegleges_PUPHA
Elérési útvonal:
Főoldal->Felső menü->Szakmának->Kiemelt szakmai területek->Gyógyszer/Gyógyászati segédeszköz/Gyógyfurdó támogatások->Publikus gyógyszertervezés (PUPHA)->Végleges törzs->Publikus Gyógyszertervezés – 2026. február 1.

Irodalom:

1. Repatha® alkalmazási előírás 2025. december.
2. Mach F et al. Eur Heart J. 2025;ehaf190. doi: 10.1093/eurheartj/ehaf190

Eü pont:

32/2004. (IV. 26.) ESzCsM r. 2. sz. mell. Az emelt, kiemelt indikációhoz kötött támogatási kategóriába tartozó betegcsoportok, indikációs területek és a felírásra jogosultak köre. EU100/81 és EU100/82
<https://njt.hu/jogszabaly/2004-32-20-0M>
Hatályos: 2026. január 1.-től
Elérési útvonal: Nemzeti Jogszabálytár
<https://neak.gov.hu/eupontok>
Elérési útvonal:
Főoldal->Felső menü->Szakmának->Gyógyszer/Gyógyászati segédeszköz/Gyógyfurdó támogatások->Egészségügyi szakembereknek->Eü ponton történő rendelkezés->A kiemelt indikációhoz kötött támogatási kategóriába tartozó betegcsoportok, indikációs területek és a felírásra jogosultak köre/Érvényesség kezdete: 2026. február 1.

Kérjük, hogy bármely gyógyszerrel kapcsolatos feltételezett mellékhatást jelentsen a Nemzeti Népegészségügyi és Gyógyászati Központ (NNGYK) a <https://ogyei.gov.hu/mellekhatas> honlapján megtalálható on-line bejelentő-felületen keresztül, vagy a honlapról letölthető mellékhatás-bejelentő lapon, melyet visszaküldhet e-mailben (adr.box@nngyk.gov.hu) vagy levélben (NNGYK, 1372 Budapest, Pf. 450). A feltételezett mellékhatásokat a forgalomba hozatali engedély jogosultjának, az Amgen helyi képviselőjének is jelentheti az alábbi elérhetőségeken: a +36 1 354 4700 telefonszámon, illetve az eu-hu-safety@amgen.com e-mail címen. Kérjük, hogy mellékhatás-bejelentését csak az egyik helyre juttassa el (vagy az NNGYK-nak vagy a jogosultnak)!

Pitvarfibrilláló beteg antikoaguláns-terápiájának vezetése évtizedeken át: gyakorlati buktatók

Szilágyi Attila

Heves Vármegyei Markhot Ferenc Oktatókórház és Rendelőintézet, Kardiológiai Osztály, Eger

Levelezési cím:

Dr. Szilágyi Attila, Heves Vármegyei Markhot Ferenc Oktatókórház és Rendelőintézet, 3300 Eger, Knézich Károly utca 1.

E-mail: szilagyi.attila@mfk.hu

A pitvarfibrilláció (PF) az egyik leggyakrabban előforduló szívbetegség, amely világszerte jelentős terhet ró az alap- és szakellátásra egyaránt, tekintettel arra, hogy számos súlyos mellékhatással jár. A leggyakoribb (az esetek csaknem felében) a szívelégtelenség kialakulása, de jelentősen nő az iszkémiás stroke, a szisztémás embolizáció kockázata. A pitvarfibrillációhoz gyakran társul kognitív hanyatlás, vaszkuláris demencia, depresszió. Összességében tehát a pitvarfibrilláció jelentősen ronthatja a betegek életminőségét, növeli a hospitalizáció esélyét.

Ismert tény, hogy az iszkémiás stroke és a szisztémás embolizáció esélye drasztikusan csökkenthető tartós véralvadásgátló-terápia alkalmazásával. Az elmúlt másfél-két évtizedben az ezzel kapcsolatos ismeretanyagunk jelentősen bővült, folyamatosan alakítva ezzel szemléletünket az antikoaguláns-terápia indikálásáról, fenntartásáról, pontos típusáról. Nemcsak a tudásunk, de lehetőségeink tárháza is bővült, így juthattunk el összességében az egységesen alkalmazott K-vitamin-antagonista- (KVA-) terápiától ma már a személyre szabott, profilalapú véralvadásgátló-kezelésig (1–6).

Az új terápiás ajánlások mindennapi gyakorlatba történő átültetéséhez időre van szükség a szűken és tágabban értelmezett orvosszakma részéről. Nem szabad azonban elfeledkeznünk arról sem, hogy ennél lassabb folyamat, amíg az új terápiás alternatívák elnyerik betegeink „bizalmát”. Ezt a folyamatot kell nekünk orvosként megfelelő és értő kommunikációval elősegítenünk. Az előző megállapításnak az ad különös aktualitást, hogy számos pitvarfibrilláló beteget már évtizedek óta kezelünk, és közülük sokan csupán 5-6 évente, vagy akár ritkábban jelennek meg kardiológusnál – kérésünk ellenére. Náluk jelenthet kihívást az aktuális szakmai irányelvek megfelelő alkalmazása. Ennek szemléltetésére szép példa alábbi esetünk.

Kulcsszavak: pitvarfibrilláció, antikoagulálás, edoxaban, vérzés, stroke

Managing anticoagulant therapy in patients with atrial fibrillation over decades: practical pitfalls

Atrial fibrillation (AF) is one of the most common heart diseases, placing a significant burden on both primary and specialist care worldwide, given that it is associated with a number of serious side effects. The most common (in almost half of cases) is heart failure, but the risk of ischemic stroke and systemic embolization also increases significantly. Atrial fibrillation is often associated with cognitive decline, vascular dementia, and depression. Overall, atrial fibrillation can significantly impair patients' quality of life and increase the likelihood of hospitalization.

It is a well-known fact that the risk of ischemic stroke and systemic embolization can be drastically reduced by long-term anticoagulant therapy. Over the past decade and a half, our knowledge in this area has expanded significantly, continuously shaping our approach to the indication, maintenance, and precise type of anticoagulant therapy. Not only has our knowledge expanded, but so too have our options, enabling us to move from uniformly applied vitamin K antagonist (VKA) therapy to personalized, profile-based anticoagulant treatment (1–6).

The medical profession, in both its narrow and broader sense, needs time to translate the new therapeutic recommendations into everyday practice. However, we must not forget that this process will be even slower until the new therapeutic alternatives gain the “trust” of our patients. As physicians, we must facilitate this process through appropriate and understanding communication. The above statement is particularly relevant given that we have been treating numerous patients with atrial fibrillation for decades, and many of them only visit a cardiologist every 5-6 years, or even less frequently, despite our requests. In their case, the proper application of current professional guidelines can be challenging. The following case is a good example of this.

Keywords: atrial fibrillation, anticoagulation, edoxaban, bleeding, stroke

Bevezetés

A pitvarfibrilláció (PF) az egyik leggyakrabban előforduló szívbetegség, amely számos súlyos szövődménnyel társulhat. Ezek közül a legrettegettebb az iszkémiás stroke kialakulása, ennek kockázata tartós véralvadásgátló-terápiával ismert módon jelentősen csökkenthető (5). Ezzel azonban növeljük a vérzéses rizikót. Nagy kihívás elé állít minket a napi gyakorlatban, hogy pitvarfibrilláló betegeinket évtizedeken keresztül kezeljük, ennek során végig kell őket vezetnünk a folyamatosan fejlődő terápiás lehetőségek és szakmai irányelvek „sűrűjében”. Ezt nem könnyíti meg, ha betegünk csak igen ritkán jelenik meg kardiológiai ellenőrzésen, és évekig „magára marad” a terápia esetleges szövődményeivel kapcsolatos félelmeivel, dilemmáival.

Esetismertetés

K. N. 1943-ban született nőbeteg. Távolabbi anamnéziséből kiemelendő az 1992 óta gondozott hipertónia, valamint az 1998 óta ismert és kezelt 2-es típusú cukorbetegség.

2009. október 28-án, 66 éves korában mérsékelt intenzitású palpitációs panasz háttérében ismeretlen ideje fennálló pitvarfibrilláció igazolódott testfelszíni, 12 elvezetéses EKG-val. Az ekkor elvégzett echokardiográfia megtartott szisztolés bal- és jobbkamra-funkciót, tág pitvarokat ábrázolt szegmentális falmozgászavar nélkül, jelentős billentyűelégtelenség nem igazolódott. Laborvizsgálatok alapján enyhe idült veseelégtelenség volt diagnosztizálható (eGFR: 59 ml/min/1,73 m²) jelzett anémia mellett (Hgb: 116 g/l). Közepes dózisú béta-blokkoló adásával kielégítő frekvenciakontrollt és panaszmentességet sikerült elérni, így a terápia hatékonysága és a tág pitvari átmérők alapján ritmuskontrollra nem törekedtek. A véralvadásgátló-terápia beállítása kapcsán az akkori irányelveknek (1) megfelelően jártak el: embóliarizikó becslése során a CHADS₂ score 3-nak adódott, ami alapján tartós K-vitamin-antagonista- (KVA-) kezelést (acenocoumarol) állítottak be. Az elkövetkező néhány évben kardiológiai megjelenés a beteg részéről sajnálatos módon nem történt, az INR ellenőrzése megoldott volt, azonban az értékek kifejezett változékonyságot mutattak, terápiás tartomány alatti és feletti értékeket egyaránt nagy arányban produkálva. Kis behatásokra is jelentkező bőr alatti vér-aláfutások miatt a beteg kifejezett kérésére 2011-ben a KVA-t felfüggesztették, helyette napi 100 mg ASA-t állítottak be.

2014. szeptember 15-én, egy tervezett lágyéksérvműtét előtti kivizsgálás kapcsán kardiológiai kontrollt végeztek. Ekkor a szívtultrahangon már kifejezetten tág (bal és jobb pitvari hossz rendre 68 és 69 mm) pitvari méretek mellett megtartott globális bal- és jobbkamra-funkció (bal kamrai ejekciós frakció [BKEF] 58%)

volt észlelhető. A laborvizsgálatok stagnálóan beszűkült vesefunkciót (eGFR 54 ml/min/1,73 m²) és vérképet (Hgb: 119 g/l) mutattak. A pitvarfibrillációját ekkor hivatalosan is permanensnek véleményezték, a szívfrekvencia-kontrollja kielégítő volt, kardiológiai szempontból panaszt nem említett. Antitrombotikus terápia-ját az aktuális szakmai irányelveknek (2) megfelelően áttekintették: ekkor a CHA₂DS₂-VASc score 5-nek, a HAS-BLED score 3-nak adódott, így mind az embóliás, mind a vérzéses rizikó emelkedettnek volt véleményezhető. A beteget ismételtlen felvilágosították a véralvadásgátló-terápia fontosságáról, illetve az időközben már elérhetővé vált új típusú antikoaguláns gyógyszerekről (NOAC-ok), azonban ő a vérzéses szövődményekkel kapcsolatos félelmeire hivatkozva továbbra is az ASA szedéséhez ragaszkodott.

2017. május 9-én volt legközelebb kardiológiai kontrollja, a háziórvosa kezdeményezésére. Ekkor az echokardiográfia a korábbiakhoz képest érdemi változást nem mutatott, a vesefunkciója viszont kismértékben romlott (eGFR 47 ml/min/1,73 m²). Kardiológiai szempontól továbbra sem volt panasza, ekkor a NOAC-ra váltást financiaális okok miatt utasította el.

2018. január 13-án a jobb arcfél érzésvizsgálata és szenzoros afázia miatt vették fel a Neurológiai Osztályra. A koponyavizsgálat kis kiterjedésű, bal oldali ACM területi iszkémiás stroke-ot igazolt. A carotis-Doppler-ultrahang kétoldali mérsékelt carotis interna meszesedést ábrázolt, de szignifikáns szűkület nem volt látható. Az EKG-n a már ismert permanens, normofrekvens pitvarfibrilláció volt látható. A transthoracalis echokardiográfia vizualizálható embóliaforrást nem ábrázolt, a korábbiakhoz képest egyéb új keletű eltérés sem volt észlelhető. A laborvizsgálatok stagnálóan beszűkült vesefunkciót (kreatinin: 100 μmol/l, eGFR: 51 ml/min/1,73 m²), rendezett vérképet (Hgb: 123 g/l, thrombocytaszám: 294 G/l) és szénhidrátházartást mutattak. Ekkor a tartós véralvadásgátló-kezelést alátámasztó embolizációs rizikó a CHA₂DS₂-VASc score alapján már igen magas érték (7 pont) volt, míg a vérzéses rizikóról informáló HAS-BLED (1. táblázat) score szintén emelkedett (4 pont) értéket mutatott (3). Szerencsére a beteg neurológiai tünetei szinte teljesen regrediáltak. Gondos edukációval ekkor már a beteg meggyőződhet arról, hogy számára elsőrendű fontosságú a hosszú távú véralvadásgátló-kezelés, és 2×5 mg apixabant állítottunk be az ASA helyett.

Ezután a COVID-19-pandémia miatt a kardiológián a beteg ismét nem jelent meg évekig, végül 2024. május 10-én történt kontrollja. Ekkor elmondta, hogy az apixabant tartósan szedte az előírt, 2×5 mg dózisban, azonban az elmúlt fél évben több alkalommal is jelentkezett erőteljes orrvérzése, aminek a háttérében a fül-orr-gégész lokális okot nem talált. A beteg saját bevallása szerint ekkor áttanulmányozta az általa szedett gyógyszerek tájékoztatóit, és 2 hónappal ezelőtt önkényesen úgy döntött, hogy leállítja az apixabant szedését. Ezt a

1. TÁBLÁZAT. A HAS-BLED score

	Rizikófaktor	Pont	Definíció
H	Hipertenzió	1	Nem kontrollált (SBP >160 Hgmm) vérnyomás
A	Abnormális vese- és/vagy májfunkció	1-1	Vese: dializált, vesetranszplantált, szérumreatinin >200 µmol/l Máj: cirrózis, bilirubin >2× normál, GOT/GPT/LDH >3× normál
S	Stroke	1	Korábban lezajlott iszkémiás vagy vérzéses stroke
B	(Bleeding) vérzés vagy -hajlam	1	A kórelőzményben major vérzés, anémia vagy súlyos thrombocytopenia
L	Labilis INR	1	KVA-t szedő beteg esetében TTR <60%
E	(Elderly) időskor	1	>65 év feletti életkor, vagy kifejezetten esendő beteg
D	(Drugs) Gyógyszersedés/alkohol	1-1	Gyógyszer: egyidejűleg szedett TAGG vagy NSAID Alkohol: >14 egységnyi alkohol fogyasztása hetente
Maximális pont		9	

döntést a háziorvosa felé nem kommunikálta, hiszen tudta, hogy van időpontja kardiológiai vizsgálatra. A gyógyszer leállítása után az orrvérzései megszűntek. Az echokardiográfia változatlan paramétereket mutatott. Az elmúlt 8 hónap laboreredményeit áttekintve az volt látható, hogy a véképe mindvégig rendezett, azonban a vesefunkciója tovább progrediált, és jelentős változékonyságot mutat (kreatinin: 120–155 µmol/l, eGFR: 28–39 ml/min/1,73 m²). A beteg testsúlya stabilan 60 kg felett volt. Egyéb gyógyszereit áttekintve (perindopril, indapamid, amlodipin, metformin, atorvastatin) nem volt fellelhető a véralvadást befolyásoló gyógyszeres interakció.

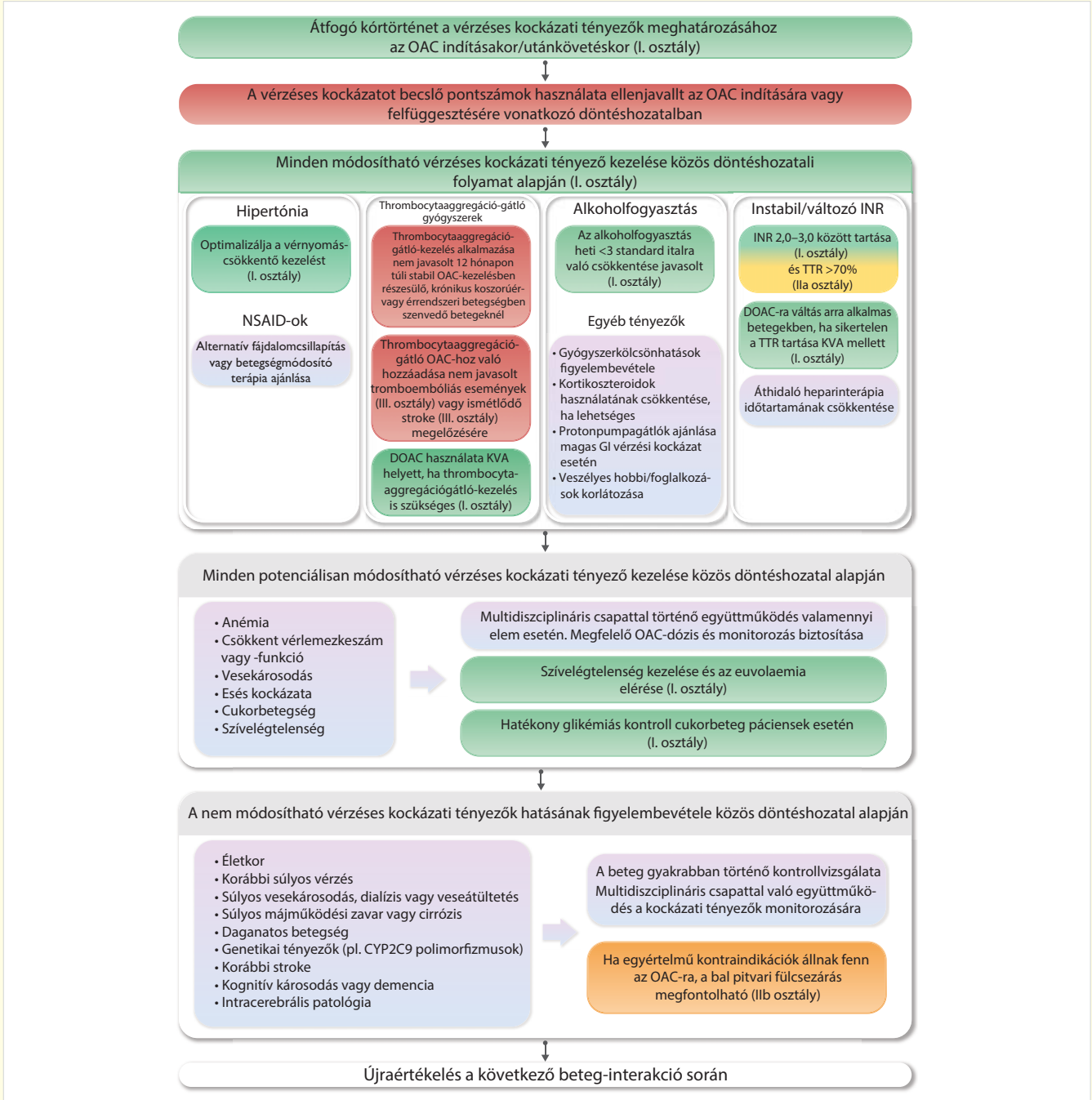
A fentiek alapján a visszatérő orrvérzés háttérben oki tényezőként jelentős szerepet játszhatott az a tény,

hogy a változékonyság, beszűkült vesefunkció miatt a dózisredukció kritériumai időszakosan fennálltak (ekkor a beteg már betöltötte a 80. életévét), azonban az adekvát dózismódosítás elmaradt, illetve a gyakorlatban nem is lehetett kivitelezni a folyamatosan változó paraméterek miatt.

Ekkor ismét részletesen felvilágosítottuk a beteget a véralvadást befolyásoló-terápia jelentőségéről (2. táblázat), tájékoztattuk arról, hogy ha a gyógyszerét egy másik, hasonló tulajdonságokkal bíró hatóanyagra váltjuk, akkor jó eséllyel beállíthatunk egy olyan dózist, amely mellett a korábbi, szubjektív panaszt ugyan okozó, de életveszélyt nem jelentő vérzéses szövődmények nem fognak újra jelentkezni. Ekkorra már az idős beteg rettegett a vérzéses szövődményektől, de végül beleegye-

2. TÁBLÁZAT. A CHA₂DS₂-VA score

	Rizikófaktor	Pont	Definíció
C	(Congestive) pangásos szívelégtelenség	1	A szívelégtelenség tünetei és jelei (a bal kamrai ejekciós frakciótól függetlenül, így beleértve a HFpEF-et, a HFmrEF-et és a HFrEF-et is), vagy tünetmentes BKEF ≤40%.
H	Hipertónia	1	Legalább két alkalommal mért nyugalmi vérnyomás >140/90 Hgmm, vagy jelenlegi vérnyomáscsökkentő kezelés. A súlyos kardiovaszkuláris események legalacsonyabb kockázatával járó optimális vérnyomáscélérték 120–129/70–79 Hgmm (vagy a reálisan elérhető legalacsonyabb szinten tartása).
A	(Age) életkor ≥75 év	2	Az életkor az iszkémiás stroke kockázatának önálló meghatározó tényezője. Az életkorral összefüggő kockázat egy folytonos skálán helyezkedik el, de gyakorlati okokból a 75 év feletti korosztálynak két pontot adnak.
D	Diabetes mellitus	1	Cukorbetegség (1-es vagy 2-es típusú) a jelenleg elfogadott kritériumok szerint, vagy vércukorszint-csökkentő kezelés.
S	Stroke/TIA (szisztémás embolizáció)	2	A korábbi tromboembólia a kiújulás jelentősen megnövekedett kockázatával jár, ezért 2 pontot ér.
V	Vaszkuláris betegség	1	Koronáriaér-betegség fennállása, beleértve a korábban lezajlott miokardiális infarktust, az angina pectorist, a koronáriarevaszkularizáció (sebészi vagy perkután) előzményét, továbbá az angiográfiás vagy egyéb kardiovaszkuláris képalkotó vizsgálatokkal igazolt, hemodinamikailag jelentős koronáriaér-betegséget. VAGY Perifériás érbetegség fennállása, amely magában foglalja az intermittáló klaudikációt, a perifériás érbetegség miatt végzett korábbi revaszkularizációs beavatkozást, a hasi aortán végzett perkután vagy sebészi intervenciót, továbbá a képalkotó eljárásokkal kimutatható, komplex aortaplakk jelenlétét (mobilis, ulcerált vagy pedunculált morfológia, illetve ≥4 mm-es plakkvastagság esetén).
A	(Age) életkor 65–74 év	1	A 65 és 74 év közötti életkorért 1 pont jár.
Maximális pont		9	



2. ÁBRA. A pitvarfibrilláló beteg vérzéses rizikójának felmérése és csökkentése. (Forrás: ESC-irányelvek a pitvarfibrilláció kezelésére – A kiadó engedélyével.)

Rövidítések: DOAC: direkt orális antikoaguláns; GI: gasztrointesztinális; INR: international normalized ratio of prothrombin time; NSAID: nem szteroid gyulladáscsökkentő; OAC: orális antikoaguláns; TTR: time in therapeutic range; VKA: vitamin K antagonist

lása, a thrombocytáaggregáció-gátlás szerepének megítélése, a véralvadásgátló-terápia típusa (KVA versus DOAC) és javasolt konkrét hatóanyaga terén (1–5).

2. Randomizált klinikai vizsgálat bizonyítja, hogy az apixaban adása az ASA-hoz képest nem növelte jelentősen a vérzéses rizikót, azonban szignifikánsan csökkentette a stroke/perifériás embolizáció előfordulását pitvarfibrilláló betegek esetében (7). A pit-

varfibrillációval kapcsolatos kardiológiai ajánlások még 2012-ben is megfontolhatónak tartották ASA adását, az első tiltás ezzel kapcsolatban 2016-ban jelent meg. Az ismertett eset is felhívja a figyelmet arra, hogy az évtizedeken keresztül kezelt, de csak részlegesen együttműködő, így kardiológiai kontrollon ritkán megjelenő betegek esetében a terápia aktualizálása nem késlekedhet (1. ábra).

3. Nagy hangsúlyt kell helyezni arra, hogy a hosszú

Betegprofil	Valvuláris PF, mechanikus műbillentyű, eGFR <15 ml/min, CTP-C cirrózis, major gyógyszer-kölcsönhatások, extrém testsúly, tripla pozitív APS, VTE	VKA		
	Idős életkor (≥75 év) vagy esendő beteg	Apixaban	Edoxaban	
	Súlyos obesitas (BMI 40–49 kg/m ² vagy 120–140 kg testsúly)	Apixaban (AF/VTE)	Edoxaban (AF)	Rivaroxaban (AF/VTE)
	Alacsony testsúly (40-60 kg)	Apixaban	Edoxaban	
	Közepes-súlyos veseelégtelenség (eGFR 15–49 ml/min)	Apixaban	Edoxaban 30 mg	Rivaroxaban
	Előrehaladott májbetegség	Dabigatran 110 mg	Apixaban	
	Magas gasztrointesztinális vérzéses rizikó	Apixaban	Dabigatran 110 mg	Edoxaban 30 mg
	Diszpepszia/GERD	Apixaban	Edoxaban	Rivaroxaban
	Magas vérzéses rizikójú PF (HAS-BLED ≥3)	Apixaban	Dabigatran 110 mg	Edoxaban
	Magas trombotikus és alacsony vérzéses rizikójú PF	Dabigatran 150 mg		
Compliance-problémák	Edoxaban	Rivaroxaban		

3. ÁBRA. A legmegfelelőbb DOAC kiválasztása a betegprofil alapján (6)

Rövidítések: PF: pitvarfibrilláció; APS: antiphospholipid syndrome; BMI: (body mass index) testtömegindex; CKD: chronic kidney disease; CTP: Child–Turcotte–Pugh score; eGFR: estimated glomerular filtration rate; GERD: gastroesophageal reflux disease; GIB: gasztrointesztinális vérzés; VKA: vitamin K antagonist; VTE: vénás tromboembólia

távon kezelt betegeink bizonyos paramétereit (életkor, testsúly, vesefunkció) folyamatosan kövessük, és a gyógyszerek dózisát ehhez mindig az irányelveknek megfelelően aktualizáljuk.

4. A vérzéses szövődmények súlyosságának objektív, nemzetközi standardok szerinti megítélése különösen jelentős. Major vérzésnek nevezzük a halálos vérzéseket (olyan vérzés, amely direkt módon 7 napon belül halált okoz), az intrakraniális vérzéseket (kivéve az MRI-n detektált, 10 mm-nél kisebb mikrohematomákat), illetve minden olyan nyilvánvaló vérzést, amely legalább 5 g/dl csökkenést eredményez a szérum hemoglobinszintjében. Minor vérzésnek tekinthető minden olyan klinikailag (vagy képalkotó vizsgálattal) nyilvánvaló vérzés, amely 3-5 g/dl csökkenést eredményez a szérum hemoglobinszintjében. Orvosi figyelmet/felügyeletet igénylő manifeszt vérzésről akkor beszélünk, ha a major vagy minor vérzés kritériumai nem teljesülnek ugyan, de beavatkozást igényel (akár a gyógyszeres terápia változtatását is), vagy kórházi fekvőbeteg-ellátást, illetve ennek elhúzódását teszi szükségessé, vagy azonnali orvosi vizsgálatot igényel. Minden egyéb klinikailag nyilvánvaló vérzést minimális vérzésnek nevezünk (8). Fontos, hogy a fenti definíciókat alkalmazzuk az esetleges vérzéses szövődmények értékelésénél, mert a véralvadást gátlókkal végzett nagy randomizált

klinikai vizsgálatokban is eszerint mérlegelték a terápiás változtatásokat (szükség esetén az antikoaguláns-terápia leállítását), illetve ha helyesen kommunikáljuk a vérzés súlyosságának a megítélését, nagyban javíthatjuk a betegek adherenciáját.

Jelen esetünkben a VKA mellett észlelt bőr alatti vér-aláfutások, illetve a DOAC mellett jelentkező, spontán szűnő orrvérzések semmiképp sem elégtették ki sem a major, sem a minor vérzés kritériumait, mégis drasztikus terápiás módosítást eredményeztek (a véralvadást gátló gyógyszer elhagyása).

5. A vérzéses rizikó becslésének javasolt módszere a HAS-BLED score (1. táblázat, 2. ábra) alkalmazása (4), azonban fontos, hogy az egyes kritériumokat (hipertónia, vesefunkció, májfunkció, vérzéshajlam, idős életkor stb.) a megfelelő definíciók mentén értékeljük. Ne feledkezzünk el arról, hogy a vérzéses rizikó becslése egy dinamikus folyamat, amely az évek során változhat. Elengedhetetlen tehát különböző biológiai és klinikai paraméterek folyamatos monitorozása a HAS-BLED score-on kívül, hiszen kimutattott tény, hogy egy új tényező megjelenése az ezt követő 3 hónapban akár 3,5-szeresére is növelheti a vérzéses kockázatot (9).
6. A fentiek alapján ma már rendelkezünk azzal a megalapozott tudással, amely segíthet minket abban, hogy az adott beteg profilja alapján választhatassuk

ki a legmegfelelőbb antikoagulálást. Egy 2023-ban megjelent metaanalízis során a DOAC-okkal rendelkezésre álló összes adatot (RCT-k és való életbeli adatok egyaránt) összegyűjtve betegprofilonként ajánlást tettek a DOAC pontos típusának megválasztására (3. ábra) (6). Ez alapján a jelen esetismertetésben szereplő betegnél a magas vérzési rizikó miatt apixaban, kis dózisú dabigatran, illetve edoxaban a preferált választás. A vesefunkció alapján a dabigatran adása nem jön szóba, az idős életkor is az apixaban és az edoxaban adását helyezi előtérbe. Ahogy láthattuk, apixaban esetében a dóziscsökkentési kritériumok folyamatosan határértéken mozogtak, így az aktuálisan adekvát dózis nagy biztonsággal nem volt megállapítható. Ezzel szemben az edoxaban dozírozása egyértelmű volt. Az edoxaban adását támasztja alá a nem optimális betegcompliance is.

7. Az esetismertetés rávilágít arra a tényre is, hogy az adherencia számos tényezője közül az orvos-beteg kommunikáció csupán egy beavatkozási pont, de jelentőségét nem lehet eléggé hangsúlyozni.

Összefoglalás

Az ismertetett esetünk jól szemlélteti, hogy az állandóan újraértékelt betegparaméterek és a megfelelő kommunikáció lehetővé teszik, hogy az aktuálisan meg alapozott klinikai irányelvek szerint személyre szabott terápiában részesíthessük pitvarfibrilláló betegeinket. Végeredményben ennek révén érhetjük el eredeti és örök érvényű célkitűzésünket, miszerint a pitvarfibrilláló beteg antikoagulálásával nem vérzéses szövődményt akarunk megelőzni, hanem embóliás stroke-ot, a lehető legalacsonyabb vérzéses rizikó mellett.

A részletezett események egy valós klinikai esetet mutattak be. Az eseteírásban szereplő adatok és az ezekből következő terápiás döntések kizárólag illusztrációs, oktatási célt szolgálnak, és nem helyettesítik a kezelőorvos egyéni, szakmai mérlegelését. Bármely említett hatóanyag/termék alkalmazásakor minden esetben az érvényes alkalmazási előírások az irányadók.

Nyilatkozat

Az esetismertetés megjelenését az Egis Gyógyszer-gyár Zrt. támogatta. Az esetismertetésben szereplő információk a szerző nézeteit tükrözik. Bármely említett termék alkalmazásakor az érvényes alkalmazási előírás az irányadó.

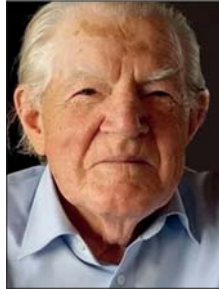
Irodalom

1. Camm AJ, Kirchhof P, Lip GYH, et al. Guidelines for the management of atrial fibrillation: the Task Force for the Management of Atrial Fibrillation of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J* 2010; 31(19): 2369–2429. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehq278>
2. Camm AJ, Lip GYH, De Caterina R, et al. 2012 focused update of the ESC Guidelines for the management of atrial fibrillation: an update of the 2010 ESC Guidelines for the management of atrial fibrillation. *Eur Heart J* 2012; 33(21): 2719–2747. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehs253>
3. Kirchhof P, Benussi S, Kotecha D, et al. 2016 ESC Guidelines for the management of atrial fibrillation developed in collaboration with EACTS. *Eur Heart J* 2016; 37(38): 2893–2962. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehw210>
4. Hindricks G, Potpara T, Dagres N, et al. 2020 ESC Guidelines for the diagnosis and management of atrial fibrillation developed in collaboration with EACTS. *Eur Heart J* 2021; 42(5): 373–498. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehaa612>
5. Van Gelder IC, Rienstra M, Bunting KV, et al. 2024 ESC Guidelines for the management of atrial fibrillation developed in collaboration with EACTS. *Eur Heart J* 2024; 45(36): 3314–3414. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehae176>
6. Ballestri S, Mantovani A, Corsi C, et al. Risk and Management of Bleeding Complications with Direct Oral Anticoagulants in Patients with Atrial Fibrillation and Venous Thromboembolism: A Narrative Review. *Advances in Therapy* 2023; 40(1): 41–66. <https://doi.org/10.1007/s12325-022-02333-9>
7. Connolly SJ, Eikelboom J, Joyner C, et al. Apixaban in patients with atrial fibrillation. *N Engl J Med* 2011; 364(9): 806–817. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1007432>
8. Gorog DA, Gue YX, Chao TF, et al. Assessment and mitigation of bleeding risk in atrial fibrillation and venous thromboembolism: a position paper from the ESC Working Group on Thrombosis, in collaboration with the European Heart Rhythm Association, the Association for Acute Cardiovascular Care and the Asia-Pacific Heart Rhythm Society. *Europace* 2022; 24(11): 1844–1871. <https://doi.org/10.1093/europace/euac020>
9. Chao TF, Lip GYH, Lin YJ, et al. Incident Risk Factors and Major Bleeding in Patients with Atrial Fibrillation Treated with Oral Anticoagulants: A Comparison of Baseline, Follow-up and Delta HAS-BLED Scores with an Approach Focused on Modifiable Bleeding Risk Factors. *Thrombosis and Haemostasis* 2018; 118(4): 768–777. <https://doi.org/10.1055/s-0038-1636534>

In memoriam prof. dr. Kékes Ede (1932–2026)

Kékes professzor úr rendkívül sikeres és szerteágazó pályáját, kiemelkedő szakmai teljesítményeit méltó módon foglalja össze a Magyar Hypertonia Társaság nekrológja *Farsang és Járai professzorok* tollából. Rövid megemlékezésemben ezért nem is példaértékű életútjának áttekintésére vállalkozom, inkább azt az évtizedekre visszanyúló hálát, orvosi és emberi inspirációt szeretném megosztani, amely *prof. dr. Kékes Edéhez* pályakezdő korom óta fűz.

Nekem ugyanis megadatott, hogy medikus korom óta ismertem *Edét*: 1977 óta máig dolgozom abban a szakmai műhelyben, amelynek ő az egyik meghatározó személyisége volt. Akkoriban harmadéves TDK-s medikusként találkoztam vele, egyetemi docensként ő volt az Orvostovábbképző Intézetben a kutatólabor vezetője. A kutatás központja az állatkísérletes műtő volt, ahol a korai szívizom-iszkémia jellegét, időbeliségét, a kezelésére használt gyógyszerek hatásait vizsgáltuk tutorunkkal, *dr. Baráth Péterrel*, a cutting ballon későbbi feltalálójával, valamint *Szombathelyi Zsolt*tal, a másik diákkörös hallgatóval, aki aztán a Richter kutatási igazgatója lett. *Ede* igazán közvetlen stílusú, rendkívül invenciózus és érdeklődő főnök volt, sok estét töltöttünk együtt nyúlgerinc és vörösbor fogyasztásával asszisztensünk, *Ágica* lakásán a nyóckerben – nos, a nyúl mint alapanyag kézenfekvő választásnak bizonyult. *Ede* sokat mesélt a saját medikuséveiről, emlékszem, azt mondta: „az egyetem, a tanulás nem jelentett nehézséget”. Szárnyaló intellektusa láttán ezt azonnal el is hittük. Ő volt számomra az a mintakép, példakép, aki megmutatta, hogyan is lehet, hogyan érdemes egyetemi közegben a szakmát, a kutatást és az oktatást egyszerre könnyedén és magas szinten művel-



ni. Egyszerűen minden érdekelte, mindennek utánanézett, naprakész volt. Az akkor igencsak gyermekcipőben járó informatika az egyik kedvenc érdeklődési körévé vált, és az is maradt. A sors azonban nem osztott neki főnöki székeket a klinikán, ez talán rosszul is esett neki, hiszen kétségkívül képes lett volna vezetői tisztségek betöltésére. Utólag azonban akár szerencsésnek is mondhatta magát emiatt, hiszen hosszú

élete során nem volt akadályja annak, hogy kedvenc vesszőparipáin szabadon lovagoljon. A *Cardiológia Hungarica*ba még 90 évesen is írt kiváló összefoglalót, nem ipari felkérésre, hanem pusztán érdeklődésből. Amint az alábbi QR-kódon elérhető interjúban hallhatják, 91 évesen készült el a 300 oldalas könyve a hipertónia újdonságairól. Mint társaságunk korábbi tisztségviselőjének, alelnökének, 2024-ben az MKT Ezüstérmét adhattuk át neki. Személyisége, kvalitásai, korszakokon átívelő klinikusi és kutatói pályája igazi példaképként áll előttünk: *Kékes professzor úr* élete a jelen és a jövő kihívásaival való sikeres megküzdéshez is elévülhetetlen példaképként szolgál a magyar kardiológustársadalom számára.

Ede, nyugodj békében, emléked megőrizzük!

Kiss Róbert Gábor

Az interjú elérhető a QR-kód beolvasásával



Bemutatom *Tibort* – avagy hogyan lépünk tovább a főtörzsszűkület nélküli koronáriabeteg ellátásában?

Az Egri Kardiológiai Napok Egis-szimpoziumán négy előadó egy-egy sajátos szempontból értékelte *Tibor* – egy 62 éves, kardiovaszkuláris rizikófaktorokkal rendelkező beteg – intervenciót nem igénylő koronáriaeseményét és az azt követő terápiát. *Tóth Kálmán professzor*, miután bemutatta az esetet, azt vizsgálta, hogy mi lehet a beteg számára az optimális vérnyomáscsökkentő kezelés. *Tomcsányi János professzor*, a mikrovaszkuláris eltérések jelentőségét hangsúlyozva, a szív működés támogatásának lehetőségeit elemezte, míg *Csiky Botond professzor* a metabolikus és nefrológiai kockázati tényezők – különösen a hyperurikaemia – jelentőségére hívta fel a figyelmet. A sort *Hersényi László professzor* zárta, aki a gasztrointesztinális kockázat és a gasztroprotekciónak szerepét helyezte kontextusba, teljessé téve *Tibor* komplex, hosszú távú ellátásának stratégiáját.

Tibor 62 éves, fizikailag jó állapotúnak tűnő, buszsofőr-ként dolgozó férfi, aki több klasszikus kardiovaszkuláris rizikófaktorral rendelkezik – mutatta be a beteget *dr.*



Tóth Kálmán professzor, a Pécsi Tudományegyetem I. számú Belgyógyászati Klinikájának igazgatója. A pozitív családi anamnézissel rendelkező betegnek hipertóniája, hypercholesterinaemiaja és 2-es típusú cukorbetegsége van, metabolikus paramétere nem éri el a célértékeket. Bár gyógyszeres kezelésben részesül

– rosuvastatint, losartant, hidroklorotiazidot, carvedilolt és metformint szed –, az alacsony dózisu terápia nem tekinthető optimálisnak.

Tibornál egy alkalommal, kertészkedés közben hirtelen dyspnoe és mellkasi diszkomfort lépett fel. A mentő sürgősségi osztályra szállította, ahol a vérnyomása 142/83 Hgmm, a pulzusszáma 94/perc volt. Az EKG-n kifejezett ST-eltérések voltak láthatók, a troponinszint emelkedett volt, az echokardiográfia pedig enyhén csökkent balkamra-funkciót és diffúz hipokinézist mutatott.

A beteget NSTEMI iránydiagnózissal PCI-centrumba utalták, ahol a koronarográfián plakkok ugyan ábrázolódtak, de szignifikáns szűkület nem igazolódott. Így intervencióra nem került sor, ugyanakkor javasolták gyógyszeres kezelésének optimalizálását. Az eddigi gyógyszereit clopidogrellel egészítették ki.

Egy hónappal később a beteg a házi orvosánál jelent-

kezett: bár mellkasi panaszai nem voltak, a vérnyomása továbbra is emelkedett volt (a vérnyomásnaplóban többségében 140–150/80–85 Hgmm értékek szerepeltek), és a metabolikus paramétere sem voltak megfelelően kontrolláltak. Változatlanul panaszkodott csökkent terhelhetőségre.

Hogyan érjük el *Tibor* vérnyomás-céltartományát?

Dr. Tóth Kálmán professzor először a legfrissebb ESC-ajánlásokra utalt, amelyek szerint a szisztolés vérnyomás-céltartomány 120–130 Hgmm között van. Míg a régebbi ajánlások szerint *Tibor* vérnyomását nem is kellett volna kezelni, a célértékek szempontjából egy 62 éves beteg ma már nem tekinthető idősnek, tehát szigorúbb kontroll javasolt.

Tibor első lépcsőben már kapott egy viszonylag kis dózisu ARB/hidroklorotiazid kombinációt, mivel azonban a vérnyomása változatlanul nincs célértéken, indokolt a hármas kombinációra váltás. Noha hipertónia kezelésében az ACE-gátlók és az ARB-k egyenértékűnek tekinthetők, igazolt koszorúér-betegség esetén az ACE-gátlók – különösen a perindopril – előnyben részesítendőek, mivel ebben a betegcsoportban kizárólag ezekre vonatkozóan áll rendelkezésre egyértelmű evidencia a kardiovaszkuláris végpontok csökkentésére. Ennek megfelelően *Tóth Kálmán professzor* szerint *Tibor* számára perindopril alkalmazása javasolt, kiegészítve dihidropiridin típusu kalciumcsatorna-blokkolóval (pl. amlodipinnel) és indapamiddal.

Indokolt-e béta-blokkoló alkalmazása Tibor esetében?

A béta-blokkolókat korábban az infarktus utáni másodlagos prevenció alapgyógyszereinek tekintettük, újabb vizsgálati eredmények azonban ezt árnyalják. A REDUCE-AMI-vizsgálat szerint megtartott ($\geq 50\%$) ejekciós frakciójú infarktuson átesett betegekben a béta-blokkolók nem javították a prognózist, és ezt erősítette meg a közelmúltban publikált REBOOT-vizsgálat is. *Tóth Kálmán professzor* azonban megemlíttette azt a BETAMI-DANBLOCK-vizsgálatot is, amely már szignifikáns kedvező hatást igazolt.

A különbségeket egy metaanalízis segítette értelmezni, amely kimutatta, hogy enyhén csökkent ejekciós frakció (40–49%) esetén a béta-blokkolók már egyértelműen javítják a kimenetelt. Ez alapján a béta-blokkoló alkalmazását mindig az ejekciós frakció és az egyéni klinikai jellemzők figyelembevételével kell mérlegelni.

Tekintettel az igazolt koszorúér-betegségekre és a NSTEMI utáni állapotra, *Tibor* vérnyomásának beállítására leginkább ACE-gátló (pl. perindopril), dihidropiridin típusú kalciumcsatorna-blokkoló (pl. amlodipin) és metabolikusan semleges diuretikum (pl. indapamid) fix kombinációja javasolt. Emellett az enyhén csökkent ejekciós frakció és a koronáriabetegség miatt béta-blokkoló adása is indokolt – összegezte mondanivalóját *Tóth Kálmán professzor*.

Mit tehetünk még a szívizom optimális működéséért?



Tomcsányi János professzor, a Budai Irgalmasrendi Kórház Kardiológiai Osztályának vezetője, címzetes egyetemi tanár először arra a gyakori klinikai helyzetre hívta fel a figyelmet, amikor a betegeknek vannak panaszai – például dyspnoe és mellkasi diszkomfort –, de az első vizsgálatok nem ad-

nak rájuk magyarázatot. Bár *Tibornál* a troponinszint emelkedett volt, szignifikáns koronáriszűkület nem igazolódott. A tünetek egyik lehetséges magyarázata a szívelégtelenség, de ennek igazolására nem történtek vizsgálatok.

Tomcsányi professzor úgy véli, a tünetek hátterében nagy valószínűséggel mikrovaszkuláris iszkémia áll, amely a troponinszint-emelkedést is magyarázza, és ami különösen diabéteszes betegekben növeli a szívelégtelenség kialakulásának kockázatát.

Vizsgálatok igazolják, hogy magasabb CRP-szint mellett gyakoribb és tartósabb az angina. *Tibor* esetében az emelkedett CRP-érték is beleillik a képbe, amit meg erősít az effort dyspnoe és az echokardiográfia. Az NT-

proBNP-szint és a balkamra-funkció pontosabb ismerete tovább segítené a megítélést.

Milyen gyógyszerek jöhetnek szóba mikrovaszkuláris iszkémiában?

Az SGLT2-gátlók ma már alapvető terápiának számítanak, és javítják a mikrovaszkuláris funkciót, ami hozzájárulhat a kedvező hatásukhoz mind szisztolés, mind diasztolés szívelégtelenségben. *Tibor* esetében – 2-es típusú diabétesz, balkamra-diszfunkció és mikrovaszkuláris iszkémia mellett – kifejezetten előnyös lenne ez a kezelés, amit az EMPA-REG OUTCOME-vizsgálat eredményei is igazolnak.

A béta-blokkolók közül *Tomcsányi János professzor* a carvedilol alkalmazását emelte ki, amely kedvező hatással lehet a bal kamrai ejekciós frakcióra. Fontos azonban, hogy ez a hatás több hónap alatt alakul ki, és nem minden beteg reagál egyformán – ezért szükséges a rendszeres kontroll. *Tibor* esetében a jelenlegi carvediloldózis mellett változatlanul emelkedett pulzusszám (85/perc) arra utal, hogy indokolt lehet az eddigi napi kétszeri 12,5 mg-os adag emelése.

Végül az előadó kiemelte a trimetazidin szerepét is, amely különösen kedvező lehet diabéteszes, mikrovaszkuláris eltérésekkel rendelkező betegekben. Ez a „mitokondriális fitneszt” javító szer olyan területeken fejt ki hatását, ahová a revaszkularizáció vagy hagyományos értágító kezelés nem jut el; a sejtszintű energiafelhasználás javításán keresztül támogatja a szívizom működését.

Összefoglalva, *Tibor* kezelésében több terápiás célpontot kell figyelembe venni. Egyrészt fontos az endothel-funkció javítása statin és SGLT2-gátló alkalmazásával. Emellett a balkamra-funkció és a túlélés javítása érdekében indokolt a carvedilol dózisának emelése. Végül az anginás panaszok és a sejtszintű energiaellátás javításában a trimetazidin is fontos szerephez juthat.

Milyen feladataink vannak az egyéb rizikófaktorokkal?



Dr. Csiky Botond professzor, a Pécsi Tudományegyetem II. sz. Belgyógyászati Klinika Nefrológiai és Diabetológiai Centrumának vezetője a további rizikófaktorok felmérésére hívta fel a figyelmet. *Tibor* esetében nem tudjuk, hogy fennáll-e mikroalbuminúria, és hogy kialakult-e diabéteszes vesebetegség vagy krónikus vesekárosodás, amelyek felismerése alapvetően befolyásolná a terápiás stratégiát, többek között az SGLT2-gátlók alkalmazását is.

Igen magas kockázatú, több rizikófaktorral terhelt betegről van szó, akinél – bár a tünetei valószínűleg mikrovaszkuláris eredetűek voltak – a képalkotó vizsgálat a koszorúerekben ateroszklerotikus kardiovaszkuláris betegséget (ASCVD) igazolt. Számára a lipidcsökkentő kezelés intenzifikálása is indokolt a statin dózisának emelésével, szükség esetén ezetimib hozzáadásával, hogy elérje az 1,4 mmol/l, vagy ennél alacsonyabb LDL-szintet, illetve az LDL-C-szint legalább 50%-os csökkenését.

A kardiovaszkuláris rizikótényezők közül az előadó első sorban a húgysavszint jelentőségét emelte ki. *Tibor* húgysavszintje 420 µmol/l, ami a hagyományos határértéknek felel meg. Ugyanakkor kardiovaszkuláris szempontból ennél alacsonyabb célértékek is indokoltak lehetnek: a jelenlegi szemlélet szerint inkább a 300 µmol/l alatti tartomány tekinthető kedvezőnek. Azt is megtudhattuk, hogy a hyperurikaemia előfordulása világszerte növekvő tendenciát mutat; hazai adatok szerint a prevalencia férfiaknál mintegy 22,2%, nőknél 14,3%.

A húgysav a purinanyagcsere végterméke. A purin lebontása, a húgysav képződése a májban megy végbe, a kiválasztás pedig döntően a vesén keresztül történik (kb. 70%), kisebb részben a gasztrointesztinális traktuson át (kb. 30%). A vesében a húgysav kiválasztása összetett folyamat: először szabadon filtrálódik, majd ismétlődő reabszorpció és szekréció eredményeként az eredeti mennyiség mintegy 10%-a ürül ki a vizelettel.

Miért van jelentősége a hyperurikaemiának?

A húgysavszint emelkedésének oka fokozott termelés és exogénbevitel vagy csökkent kiválasztás lehet. Purinban gazdag étrend a belsőségek, vörös húsok, zsíros halak, a tenger gyümölcsei, valamint a fruktózban gazdag italok és az alkohol – különösen sör és a tömény italok.

A gyakorlatban azonban az ok inkább a csökkent vesén keresztüli kiválasztás, aminek hátterében leggyakrabban beszűkült vesefunkció áll. Szerepet játszhatnak bizonyos gyógyszerek is; különösen a diuretikumok – például a tiazidok – emelhetik a húgysavszintet.

A magas húgysavszint összefügg az infarktus és a szívelégtelenség gyakoribb előfordulásával, valamint a magasabb összhalálózással.

A húgysavszint emelkedése endotheldiszfunkcióhoz, oxidatív stresszhez és gyulladásához vezet, ami hozzájárul a hipertónia, a koronáriabetegség, a krónikus vesebetegség és más kardiovaszkuláris kórképek kialakulásához. Emellett a hyperurikaemia az erektilis diszfunkcióval is összefügg, amely szintén az érrendszeri károsodás egyik korai jele lehet.

A hyperurikaemia kezelésének alapját első vonalban az allopurinol jelenti, amely a xantin-oxidáz enzim gátlásán keresztül csökkenti a húgysavszintet. Alternatívaként szóba jöhet a febuxostat is, ha az allopurinol nem tolerálható. Fontos azonban, hogy a gyógyszeres kezelés mellett az életmódbeli tényezőket is rendezzük, korlátozva az említett ételek, italok fogyasztását, és törekedve a testsúly csökkentésére. A társbetegségek kezelésekor érdemes előnyben részesíteni azokat a készítményeket, amelyek kedvezően hatnak a húgysavszintre is.

Hogyan értékeljük és kezeljük a tünetmentes hyperurikaemiát a gyakorlatban?

Összegzésképpen *Csiky Botond* professzor kiemelte, hogy a tünetmentes hyperurikaemia gyakori klinikai helyzet, amelyre a közelmúlt irányelvei is reflektálnak. A megközelítés első lépése annak megerősítése, hogy valóban fennáll-e a húgysavszint emelkedése, amit az etiológiai tényezők feltárása követ.

A kezelés alapját minden esetben a nem gyógyszeres intervenciók képezik: a testsúly csökkentése, a társbetegségek – különösen a diabétesz és a hipertónia – megfelelő rendezése, valamint a húgysavszintet emelő gyógyszerek lehetőség szerinti cseréje. Ha gyógyszeres terápia indítása indokolt, első választandó szerként az allopurinol javasolt, alacsony, 100-200 mg-os kezdő dózisban, amely adag szükség esetén fokozatosan emelhető.

Összességében megállapítható, hogy a hyperurikaemia és a kedvezőtlen kardiovaszkuláris események között jól ismert az összefüggés, ugyanakkor az ok-okozati kapcsolat nem teljesen tisztázott. Az európai ajánlások a hyperurikaemiát módosítható kockázati tényezőnek tekintik, a tünetmentes esetek kezeléséről azonban minden esetben egyéni mérlegelés alapján indokolt dönteni.

Vannak-e gasztroprotekción igénylő elemek *Tibor* kezelésében?



Hersényi László professzor, az Észak-pesti Centrumkórház – Honvédkórház Gasztroenterológiai Osztályának főorvosa, tudományos igazgató véleménye szerint bár *Tibor* elkerülte az infarktust, és megfelelő kombinált gyógyszeres kezelésben részesült, ez korántsem jelenti azt, hogy hátradólhat. Gasztroentero-

lógiai szempontból kiemelendő, hogy *Tibornak* metabolikus szindrómája van, és clopidogrelkezelést kap gasztroprotekción nélkül.

Mekkora Tibor gasztrointesztinális kockázata?

Amint arra *Hersényi László* professzor rámutatott, a kardiovaszkuláris és a gasztrointesztinális kockázat szorosan összefügghet. Egy több mint 3500 beteget 10 éven át követő ázsiai vizsgálat szerint a kardiovaszkuláris betegség önmagában közel másfélszeresére növeli a peptikus fekélybetegség kockázatát, míg fordított összefüggést nem igazoltak. *Tibor* esetében tehát gasztrointesztinális rizikóval is számolni kell.

A másik fontos kérdés a gasztrointesztinális vérzés kockázata antitrombotikus kezelés mellett. Bár egy éven belül ennek abszolút kockázata viszonylag alacsony (kb. 1–1,5%), a következményei súlyosak: a mortalitás mintegy háromszorosára, a stroke kockázata pedig közel kétszeresére nő. Ismert, hogy kis dózisú aszpirin mellett közel kétszeresére emelkedik a gasztrointesztinális vérzés rizikója. P2Y₁₂-gátlók, például clopidogrel esetén ez a kockázat szintén jelentős, kombinált kezelésben pedig tovább fokozódik. Amint az *Hersényi László* professzor elmondta, egy több mint 67 ezer beteget elemző metaanalízis is megerősítette, hogy a clopidogrel számottevő, a prasugrel pedig még nagyobb gasztrointesztinális vérzési kockázattal jár.

Összességében *Tibor* esetében gasztrointesztinális szempontból jelentős kockázattal kell számolni. Életkora, a gasztroprotekción hiánya és az antitrombotikus kezelés együttesen legalább 2,5-szeres vérzéskockázatot jelent, ezért indokolt a protonpumpagátló-alapú védelem.

Mennyire hatékony a gasztroprotekción?

A gasztroprotekción hatékonyságát bizonyítandó *Hersényi László* professzor utalt a COMPASS-vizsgálatra, amelyben magas kockázatú, DOAC + aszpirin terápián vagy monoterápián lévő betegek körében a protonpumpagátló-kezelés mintegy 50%-kal csökkentette a gasztrointesztinális vérzések előfordulását. Monoterápia esetén ez a védőhatás még kifejezettebb.

Egy másik régóta vitatott kérdés, hogy a protonpumpa-

gátlók és a clopidogrel együttes alkalmazása növeli-e a kardiovaszkuláris kockázatot. Ennek alapja az, hogy a clopidogrel a CYP2C19 enzimem keresztül aktiválódik, amelyet bizonyos protonpumpagátlók – különösen az omeprazol – gátolhatnak, így elméletileg csökkenthetik a hatékonyságát. Ezt a problémát elsősorban farmakodinámiai és obszervációs vizsgálatok vetették fel, azonban a randomizált klinikai vizsgálatok nem igazolták a kardiovaszkuláris kockázat növekedését. A rendelkezésre álló adatok alapján a pantoprazol és a rabeprazol is biztonságos.

A TRANSLATE-vizsgálat szintén megerősítette, hogy mind clopidogrel, mind prasugrel mellett biztonságos a protonpumpagátló-kezelés. A COMPASS-vizsgálat pedig azt igazolta, hogy akár többéves alkalmazás során sem emelkedik a miokardiális infarktus vagy a stroke kockázata, tehát hosszú távon is biztonságos terápiáról van szó.

Mindezek alapján világos, hogy a kardiovaszkuláris kezelés mellett a gasztrointesztinális kockázatra is figyelni kell, és szükség esetén gasztroprotekción kell biztosítani. Ennek jelentőségét a 2023-as hazai konszenzus is hangsúlyozza, amely az antitrombotikus kezelés racionalizálása mellett kiemeli a protonpumpagátló alkalmazását.

Tibor esetében – életkora és a fennálló kockázati tényezők miatt – kifejezetten indokolt a protonpumpagátló-kezelés alkalmazása. A kardiológiai ellátás biztosítja a kardiovaszkuláris védelmet, emellett a metabolikus szindróma lehetőség szerinti rendezése is kulcsfontosságú. Gasztroenterológiai szempontból pedig a következetesen alkalmazott gasztroprotekción elengedhetetlen – foglalta össze a véleményét a kérdésben *Hersényi László* professzor, és hozzátette, hogy ha mindezek megvalósulnak, akkor hosszú távon – akár 10-15 éves távlatban is – jelentősen javíthatók *Tibor* kilátásai és életminősége.

Vágvölgyi Ágnes

Pitvarfibrilláció és stroke-prevenció: a DOAC-kezelés szerepe a mindennapi gyakorlatban

A pitvarfibrillációhoz társuló stroke-prevenció kérdéseit járták körül a Debreceni Kardiológia Napok Egis-szimpóziumának előadásai. *Oláh László* professor neurológiai nézőpontból hangsúlyozta, hogy a pitvarfibrilláció az egyik legerősebb stroke-rizikófaktor, amelynek hatékony megelőzésében az időben elindított és megfelelően alkalmazott antikoaguláns-kezelésnek kulcsszerepe van. *Szabó Krisztina dr.* a DOAC-terápia irányelvek szerinti alkalmazását és a nagy klinikai vizsgálatok eredményeit tekintette át, míg *Kiss Alexandra dr.* a vérzésemes szövődmények kockázatának csökkentésére fókuszált. *Nagy László dr.* elsősorban az adherencia és a perzisztencia javításának jelentőségére hívta fel a figyelmet, hiszen a DOAC-kezelés eredményességét nemcsak a megfelelő készítmény és dózis megválasztása, hanem a beteg hosszú távú együttműködése is alapvetően meghatározza.

A stroke árnyékában: egy neurológus nézőpontja a hatékony megelőzésről



A pitvarfibrilláció (PF) kapcsán elsősorban az iszkémiás stroke-ot állította fókuszba *Oláh László* professor, a Debreceni Egyetem Neurológiai Klinikájának igazgatója, aki előadását néhány alapvetéssel indította: a stroke magas mortalitású és a leggyakoribb tartós rokkantságot okozó kórkép. A stroke egy újabb stroke kialakulá-

sának is erős rizikófaktora, és a megelőzés érdekében fel kell tárnunk az okát. A másik alapvetés, hogy a PF a stroke egyik legerősebb kockázati tényezője; a rizikót mintegy ötszörösére növeli. Kezelés nélkül a PF-betegek éves stroke-kockázata átlagosan kb. 5%, de magas CHA₂DS₂-VA-pontszám esetén akár 10-15% is lehet.

Az előadó ezt követően ismertette az iszkémiás stroke-ok típusait: az ateroszklerotikus, vagy nagyéreredetű stroke-ok mellett vannak kiséreredetű, ún. lacunar stroke-ok, és külön csoportot alkotnak a kardioembóliás eredetű esetek. A kriptogén, ismeretlen eredetű stroke-ok egyik alcsoportja az ESUS (embolic stroke of undetermined source), amikor a képzőanyag embolizációra utaló eltéréseket mutatnak, de ateroszklerotikus vagy lacunaris eredet nem igazolható, és részletes kivizsgálás ellenére sem találunk embóliaforrást. Az egyes iszkémiás stroke-típusok aránya közelítőleg egyforma, 25-25%.

A másodlagos stroke-prevenció szempontjai PF-ben

A másodlagos prevenció során a legtöbb csoportban alkalmazunk thrombocytáaggregáció-gátlót (TAG), statint, vérnyomáscsökkentőt és antidiabetikus terápiát; je-

lentős carotisszűkület esetén érsebészeti konzultáció szükséges.

A nem kardioembóliás és a kardioembóliás stroke-ok terápiás stratégiája azonban alapvetően eltér: ez utóbbiak esetén a prevenció alapja az antikoaguláns-kezelés, noha az utóbbi évek megfigyelései szerint az ateroszklerotikus eredetű stroke-ban szenvedők is profitálhatnak abból, ha a TAG-kezeléshez kis dózisu rivaroxabánt kapnak – tette hozzá *Oláh László* professor.

A „number needed to treat” (NNT) adatok szerint ahhoz, hogy szekunder prevencióban egy stroke-esetet megelőzzünk, 51 betegnek kell kontrollálni a hipertóniáját, 57 beteget kell statinnal kezelni, 43-nak kell abbahagynia a dohányzást, és 77 betegnek kell aspirint szednie. Ezzel szemben PF-ben az NNT mindössze 13 körüli, vagyis a PF ugyan nagyon erős rizikófaktor, de rendkívül hatékony prevenció áll rendelkezésünkre.

Már a warfarinnal végzett korai tanulmányok is igazolták, hogy az orális antikoaguláns-kezelés az aspirinnál sokkal hatékonyabb a stroke megelőzésében PF-ben. Ma a DOAC-ok előnyben részesítendőek a warfarinnal szemben: K-vitamin-antagonista-kezelés mellett az intracranialis vérzés éves aránya körülbelül 0,8%, DOAC-ok esetén ez a kockázat a felére csökken.

Oláh László professor saját adatai szerint az osztályukra felvett közel 1000 iszkémiás stroke 12-13%-a volt PF-eredetű. Az esetek 8-9%-ában a PF már ismert volt a felvételtkor, míg 4%-ban a stroke kapcsán diagnosztizálták először. Nagy nemzetközi regiszterek adatai szerint az első 4 napban, 24 órás monitorozással 4-5,5%-ban diagnosztizálnak korábban nem ismert PF-et. Ezt 7 napra növelve már több, 14 nap esetén pedig 20%-ban mutatható ki PF. Az ESUS betegcsoportban 30 napos megfigyelés alatt mintegy 16%-ban, hároméves köve-

tés során pedig 40-50%-ban igazolható pitvarfibrilláció. Az Európai Stroke Szervezet állásfoglalása szerint – különösen kriptogén stroke esetén – legalább 48 órás monitorozásra van szükség.

Logikus felvetés volt, hogy ESUS esetén – a később gyakran igazolódó pitvarfibrilláció miatt – PF diagnózisa nélkül is induljon antikoaguláns-kezelés, de kiderült, hogy a DOAC-ok ebben a betegcsoportban nem csökkentik a kockázatot, viszont növelik a vérzéses szövődmények előfordulását.

A beteg-együttműködés szerepe a másodlagos prevencióban

Több mint félmillió beteg adatain alapuló vizsgálatok szerint a pitvarfibrilláció miatt DOAC-ot szedők mindössze 66%-a tekinthető adherensnek; minden harmadik beteg az előírt dózis kevesebb mint 80%-át veszi be, ami a stroke-kockázatot közel 40%-kal emeli. A perzisztencia szintén problémás – a betegek közel egyharmada legalább két hétre megszakítja a kezelést, pedig a kezelés elhagyása a stroke-rizikót akár ötszörösére növeli. *Oláh László professzor* véleménye szerint ennek javításában az egyik legfontosabb eszköz a megfelelő orvos–beteg kommunikáció.

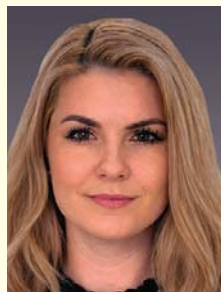
A DOAC-ok alkalmazása több gyakorlati kérdést vet fel. A készítmények standard és csökkentett dózisban adhatók, a megfelelő adag megválasztása klinikai paraméterek alapján történik. Előfordul azonban, hogy a vérzéses szövődményektől való félelem miatt indokolatlanul alacsony dózist alkalmaznak, ami nem megfelelő stroke-prevencióhoz vezethet. Egy több mint 150 000 beteg adatain alapuló vizsgálat szerint a betegek mintegy háromnegyede kapott megfelelő dózist, míg körülbelül 20%-uk indokolatlanul alacsony, 5%-uk pedig a szükségesnél magasabb adagot.

Oláh László professzor ennek kapcsán idézte azt a felmérést, amelyben a dózissal kapcsolatos négy kérdésre csak az orvosok 35%-a válaszolt helyesen, és közel felük inkább alacsonyabb dózist választott volna.

Egy svéd regiszter szerint az indokolatlan dóziscsökkentés nem mérsékelte a vérzések kockázatát, viszont növelte a stroke, az intracranialis vérzés előfordulását és az összességét. Ezzel szemben a standard dózis alkalmazása a csökkentett helyett nem rontotta érdemben a kimenetelt, ami arra utal, hogy az aluldozírozás klinikailag nagyobb hiba lehet.

Végül *Oláh László professzor* felidézte a hipertónia „felzárkózási szabályát”: a betegek fele tud a betegségéről, a felét kezelik, és a kezelték felének megfelelő a kontrollja. Hasonló jelenséget látunk pitvarfibrilláció esetén is: a betegek egy része nem megfelelő adagban szedi a gyógyszert, vagy elhagyja, illetve az esetek egy részében off-label kisebb adagot kap. A prevenció hatékonyságát a betegség felismerése, a megfelelő gyógyszerdozírozás és a jobb beteg-együttműködés javíthatja.

Bizonyítékokon alapuló DOAC-terápia: az irányelvektől a mindennapi gyakorlatig



Az irányelvek ajánlásaitól a mindennapi klinikai döntéshozatalig mutatta be a DOAC-ok alkalmazásának szempontjait *dr. Szabó Krisztina*, a DE Kardiológiai és Szívsebészeti Klinikájának szakorvosa. Mint elmondta, a DOAC-ok alkalmazása ma már rutinszerű a PF kezelésében, a biztonságos és következetes alkalmazás azonban kihívást jelent.

A 2024-es pitvarfibrillációs irányelv szerint a stroke-kockázatot a CHA₂DS₂-VA-pontrendszerrel kell felmérni. Az irányelvek azt is kimondják, hogy nem a PF típusa határozza meg a stroke-kockázatot; a rövid epizódok nem jelentenek alacsonyabb rizikót, ≥2 kockázati pontszám esetén azonban orális antikoaguláció javasolt, 1 pontnál pedig megfontolandó. Ez abláció után is érvényes: a sikeres ritmuskontroll nem szünteti meg a strukturális rizikótényezőket, és magas CHA₂DS₂-VA-pontszám esetén folytatni kell az antikoaguláns-kezelést. Nullapontos CHA₂DS₂-VA esetén a stroke-kockázat 1% alatti, de ilyenkor is mérlegelni kell a kockázatmodulátorokat – pl. a bal pitvar méretét, esetleges pitvari cardiomyopathiát.

A vérzésekockázat becslésére a HAS-BLED pontrendszer használható. *Szabó Krisztina* azonban rámutatott: ez nem a kezelés elhagyására vagy dóziscsökkentésre szolgál, hanem a módosítható vérzéses rizikótényezők felismerésére és kezelésére hívja fel a figyelmet. Kiemelte továbbá a hipertónia rendezését, az indokolatlan TAG-kezelés felülvizsgálatát, az alkoholfogyasztás csökkentését, az elesési rizikó felmérését, valamint a szedett gyógyszerek áttekintését.

A 2024-es PF-irányelv szerint – amennyiben antikoaguláció indokolt – elsőként DOAC javasolt a K-vitamin-antagonistákkal szemben. Kivételt képeznek a mechanikus műbillentyűvel élők, a közepes–súlyos mitralis stenosisban szenvedők, illetve a várandósok. Ha azonban K-vitamin-antagonista mellett a beteg INR-értéke stabil – különösen idősek esetében –, nem feltétlenül szükséges rutinszerűen DOAC-ra váltani.

A DOAC-terápia mérföldkövizsgálatai

Szabó Krisztina elsőként a 2009-es RE-LY-vizsgálatot említette, amely a 110 mg vagy 150 mg dabigatran hasonlította össze warfarinnal közel 18 000 PF-betegnél. A dabigatran szignifikánsan csökkentette a stroke és a szisztémás embolizáció előfordulását a warfarinhoz képest, miközben az intracranialis vérzés mindkét dózis mellett alacsonyabb volt.

A 2011-es ROCKET-AF-vizsgálatban magasabb stroke-rizikójú betegek vettek részt. A közel 14 000 beteg bevonásával végzett tanulmányban a rivaroxaban noninferiornak bizonyult a warfarinhoz képest a stroke és

a szisztémás embolizáció megelőzésében. Az intracranialis vérzések száma szignifikánsan alacsonyabb volt, ugyanakkor több gasztrointesztinális vérzés fordult elő. Az ARISTOTLE-vizsgálatban az apixaban nemcsak noninferiornak, hanem superiornak bizonyult warfarinnal szemben: nemcsak a stroke és a szisztémás embolizáció előfordulása csökkent, hanem alacsonyabb volt az összességében is, kevesebb major vérzés mellett.

A 2013-ban publikált ENGAGE AF-TIMI 48-vizsgálat a legnagyobb betegszámú tanulmány volt (közel 21 000 beteg). Az edoxabant 30 mg-os és 60 mg-os dózisban hasonlították össze warfarinnal. A stroke-prevenció tekintetében noninferioritás igazolódott, miközben a major vérzések előfordulása – dózisfüggően – alacsonyabb volt.

A megfelelő DOAC-készítmény kiválasztásakor figyelembe kell venni a vesefunkciót, az életkort, a gasztrointesztinális vérzés kockázatát, az adherenciát és a lehetséges gyógyszerközös hatásokat. A kiválasztott készítményt az előírás szerinti dózisban kell indítani – „biztonsági” aludozírozás nem elfogadható. A kezelés megkezdése után a beteget rendszeresen követni kell: a vesefunkció, a laborparaméterek, a gyógyszerlista és az adherencia ellenőrzése minden kontroll során szükséges.

Hogyan csökkenthetjük a vérzésemények kockázatát a DOAC-kezelés során?



Egy közel 70 000 beteg egyéni adatait elemző friss metaanalízis eredményeivel indította előadását dr. Kiss Alexandra, a DE Kardiológiai és Szívsebészeti Klinikájának szakorvosa. A DOAC-okra vonatkozó négy nagy vizsgálatban a fő végpont a vérzésemények értékelése volt. Az eredmények szerint a DOAC-ok warfarinhoz képest szignifikánsan csökkentették a súlyos vérzések, különösen az intracranialis vérzés kockázatát, hatóanyagtól függetlenül. A gasztrointesztinális vérzések tekintetében azonban heterogenitás volt megfigyelhető az egyes készítmények között; a legkedvezőbb vérzésprofilal az apixaban és az edoxaban rendelkezett.

A magas vérzésemény-érték önmagában nem indok az antikoaguláció elhagyására vagy indokolatlan dóziscsökkentésre. A döntést többek között az életkor, a testsúly, a krónikus vese- vagy májbetegség és egyéb társbetegségek figyelembevételével kell meghozni, a módosítható tényezőket pedig kezelni kell. Az egyik legérzékenyebb betegcsoport, az idős, fragilis populáció esetében az elesési rizikó, a polifarmácia és az alultápláltság is fokozott óvatosságot igényel.

Dr. Kiss Alexandra két vizsgálat adatait is megemlítette. A COMBINE-AF-vizsgálat 75 év feletti alacsonyabb dózisú csoportjában a DOAC-kezelés K-vitamin-antagonistához képest szignifikánsan alacsonyabb major és intracranialis vérzési kockázattal, valamint alacsonyabb összességében járt, miközben a stroke és szisztémás embolizáció megelőzése is kedvezőbb volt a warfarinhoz viszonyítva.

Az ENGAGE AF-vizsgálat 80 év feletti populációjában a csökkentett (30 mg-os) edoxabándózis mellett szignifikánsan alacsonyabb volt a major vérzések aránya, miközben a stroke és a szisztémás embolizáció tekintetében nem mutatkozott különbség. Vizsgálták egy igen idős populációban. Ez az off-label adag ebben a korcsoportban is szignifikánsan csökkentette a stroke és a szisztémás embolizáció előfordulását; a major vérzések száma numerikusan magasabb volt, de nem mutatott szignifikáns különbséget a kontrollcsoporthoz képest.

Az ENGAGE AF-vizsgálat 80 év feletti populációjában a csökkentett (30 mg-os) edoxabándózis mellett szignifikánsan alacsonyabb volt a major vérzések aránya, miközben a stroke és a szisztémás embolizáció tekintetében nem mutatkozott különbség. Vizsgálták egy igen idős populációban. Ez az off-label adag ebben a korcsoportban is szignifikánsan csökkentette a stroke és a szisztémás embolizáció előfordulását; a major vérzések száma numerikusan magasabb volt, de nem mutatott szignifikáns különbséget a kontrollcsoporthoz képest.

Az ENGAGE AF-vizsgálat 80 év feletti populációjában a csökkentett (30 mg-os) edoxabándózis mellett szignifikánsan alacsonyabb volt a major vérzések aránya, miközben a stroke és a szisztémás embolizáció tekintetében nem mutatkozott különbség. Vizsgálták egy igen idős populációban. Ez az off-label adag ebben a korcsoportban is szignifikánsan csökkentette a stroke és a szisztémás embolizáció előfordulását; a major vérzések száma numerikusan magasabb volt, de nem mutatott szignifikáns különbséget a kontrollcsoporthoz képest.

DOAC-terápia speciális klinikai helyzetekben

Krónikus vesebetegségben fontos a DOAC-ok eltérő renális eliminációjának ismerete. Egy metaanalízisben 50 ml/perc alatti GFR esetén minden DOAC csökkentette a stroke és a szisztémás embolizáció kockázatát a warfarinhoz képest, míg apixaban és edoxaban esetében kedvezőbb vérzésprofil volt megfigyelhető. Ezek az eredmények továbbra is támogatják a DOAC-ok preferálását krónikus vesebetegségben, ugyanakkor hangsúlyozzák a megfelelő dózisadaptáció és a rendszeres vesefunkció-ellenőrzés fontosságát.

Perioperatív helyzetben a DOAC felfüggesztésének idejét a beavatkozás vérzésemény kockázata, a választott készítmény és a vesefunkció határozza meg. Fontos, hogy DOAC-kezelés mellett általában nincs szükség bridging terápiára.

Amennyiben kettős vagy hármas antitrombotikus terápia szükséges (pl. PCI után), annak időtartamát a lehető legrövidebbre kell korlátozni az aktuális klinikai helyzettől függően.

Miért fontos az adherencia, és hogyan optimalizálhatjuk a DOAC-kezelés során?



Egy 79 éves nőbeteg esetének ismertetésével indította előadását dr. Nagy László, a DE Kardiológiai és Szívsebészeti Klinikájának orvosa. Az akut koronáriszindróma miatt felvételre került beteg anamnézisében PF és 15 mg-os rivaroxabankezelés szerepelt. A klinikai kép kardioembóliás eredetű eseménynek felelt meg, amely nagy valószínűséggel a nem megfelelő antikoaguláció következménye volt.

nagy valószínűséggel a nem megfelelő antikoaguláció következménye volt.

Az adherencia és a perzisztencia fogalma és mérése, a problémás betegcsoportok

A nonadherencia azt jelenti, hogy a beteg ugyan szedi a gyógyszert, de nem az előírás szerint (pl. dóziscsök-

mentés, kihagyott adagok), ami intermittáló, nem megfelelő védelemmel eredményez.

A nonperzisztencia ezzel szemben a kezelés teljes megszakítását jelenti rövidebb vagy hosszabb időre, ami gyakorlatilag kezeletlen állapotot és tartósan magas stroke-kockázatot eredményez – magyarázta *Nagy László dr.*, majd elmondta, hogy az adherencia mérésére a PDC (proportion of days covered) mutatót használjuk, vagyis, hogy egy adott időszakon belül a beteg hány napon részesül optimális gyógyszeres védelemben. Amennyiben ez az arány 80% alá csökken, a stroke-rizikó jelentősen emelkedik.

Nemzetközi adatok szerint a DOAC-kezelés melletti perzisztencia közel kétszer jobb, mint a K-vitamin-antagonisták esetében, 5 év múlva azonban a betegeknek már csak körülbelül fele szedi folyamatosan a gyógyszert. Az egyes DOAC-okra vonatkozó perzisztencia nem különbözik; edoxabán esetében látható valamivel kedvezőbb tendencia.

Nagy László dr. hazai adatokat is említett: egy év után a betegek mintegy 65%-a szedi tovább a DOAC-ot, míg K-vitamin-antagonista esetén ez az arány csak kb. 40%, a PDC-érték pedig éppen csak megközelíti a 80%-os küszöböt.

A nem megfelelő compliance számos tényezőre vezethető vissza. A beteg részéről szóba jön a betegség nem kellő ismerete, a betegségtől vagy a vérzés-től való félelem, feledékenység, mentális vagy fizikális korlátozottság, a gyógyszerrel kapcsolatban pedig a mellékhatásoktól való félelem lehet meghatározó. A betegséghez kötődő tényezők a komorbiditások, például depresszió, valamint az, hogy az aszimptomatikus pitvarfibrilláció esetén a beteg nem érzékeli a kockázatot. Fennállhat bizalmatlanság is az egészségügyi rendszerrel szemben, a beteg gyakran nem kap megfelelő támogatást, és hiányos a kommunikáció. A DOAC-ok költsége is oka lehet a terápiahűségnek, bár a generikumok megjelenése ezen a téren javulást hozott.

Nagy László dr. itt kiemelte a gyakran alacsonyabb szociális státuszú, sokat dolgozó – többnyire nő – betegeket, akik aszimptomatikus pitvarfibrilláció mellett

nem érzik a betegség súlyát. Gyakori körükben a több műszakos munka, a fizikai terhelésből adódó kisebb sérülések és vérzések. A másik az idős, férfi beteg, több krónikus betegséggel, esetenként enyhe kognitív zavarral, nagy elesési rizikóval. A polifarmácia miatt nem mindig tudja pontosan, mit szed, adagokat keverhet vagy kihagyhat – nem szándékosan, hanem mentális és fizikai korlátai miatt.

A DOAC-kezelés megszakításának oka sokszor nem a major vérzés, hanem kisebb, pl. orrvérzés, fogínyvérzés vagy elhúzódó sebvérzés – ezek miatt a beteg veszélyesnek érezheti a kezelést. Ezért kiemelt jelentősége van a kommunikációnak: hangsúlyozni kell a kezelés fenntartásának szükségességét.

A compliance javításának eszközei

Nagy László dr. elsőként a megfelelő indikáció és megfelelő dózis szerepét emelte ki, az életkor, a testsúly, vesefunkció/laborok, társbetegségek és gyógyszer-interakciók figyelembevételével. A beteg gyógyszereszedésének ellenőrzését segítheti a család bevonása, gyógyszeradagoló doboz, emlékeztetők vagy applikációk. Alapvető a beteg- és hozzátartozói edukáció, valamint az állandó kommunikáció a felíró orvos, a házi-orvos és a család között.

Ami a dozírozás adherenciát befolyásoló hatását illeti, egy kelet-ázsiai vizsgálatban nem találtak különbséget az egyszeri és a kétszeri dózis között, ezzel szemben egy nagy brit adatbázis elemzése a napi egyszeri adagolású készítmények esetén jobb perzisztenciát mutatott ki.

Ugyanakkor nem önmagában a dózisszám a döntő; idős vagy magas vérzéssel rizikójú betegek esetén pl. olyan készítményt célszerű választani, amely kedvezőbb vérzésprofilal rendelkezik. Korábbi GI vérzés esetén célszerű alacsonyabb vérzéskockázatú DOAC-ot választani. Súlyos vesekárosodásban a készítményválasztásnál kiemelten fontos a renális elimináció figyelembevétele.

Nincs „legjobb” DOAC: a kulcs a megfelelő beteghez megfelelő dózisban választott készítmény – foglalta össze üzenetét *Nagy László doktor*.

Rövidítések:

DOAC: direkt orális antikoaguláns; ESUS: embolic stroke of undetermined source (ismeretlen eredetű embolizációs stroke); GFR: glomeruláris filtrációs ráta; NNT: number needed to treat (egy esemény megelőzéséhez szükséges kezelendő betegek száma); PCI: perkután koronáriaintervenció; PF: pitvarfibrilláció; TAG: thrombocytáaggregáció-gátló

Az ACE-gátló-alapú fix kombinációs megoldások szerepe a krónikus koszorúér-betegség kezelésében

A krónikus koszorúér-betegség kezelése komplex megközelítést igényel, amelyben az életmódkezelés, a kockázati tényezők kontrollja és a több támadásponton ható gyógyszeres terápia egyaránt fontos szerepet kap. A Debreceni Kardiológiai Napok Egis által támogatott szimpóziumának előadásai azt mutatták be, hogy az ACE-gátló-alapú fix kombinációk – kalciumcsatorna-blokkolóval, diuretikummal, béta-blokkolóval vagy lipidcsökkentővel kiegészítve – hogyan járulhatnak hozzá a CV kockázat csökkentéséhez és a betegek prognózisának javításához.

Kalciumcsatorna-blokkoló a fix kombinációban – kettős vaszkuloprotektív hatások



A krónikus koronáriszindrómában (CCS) szenvedő betegek kockázata jelentősen eltérhet – állapította meg *dr. Tar Balázs*, a nyíregyházi Jósa András Tagkórház Kardiológiai Osztályának főorvosa; a betegség hátterében az epikardiális erek vagy a mikrovaskulátúra strukturális vagy funkcionális eltérései állhatnak.

Az ACE-gátló-alapú kezelés kalciumcsatorna-blokkolóval kombinálva hatékony terápiás megközelítés lehet. Az EUROPA-vizsgálatban a standard terápiához adott perindopril több mint 12 ezer koszorúérbetegnél 20%-os relatív kockázatcsökkenést (primer végpont) eredményezett, kalciumantagonistával kombinálva pedig az összhalálozás csökkenése is kimutatható volt. Egy másik nagy vizsgálatban az ACE-gátló és a kalciumantagonista kombinációja mintegy 20%-kal csökkentette a CV eseményeket az ACE-gátló + diuretikum terápiához képest, és a vesebetegség progresszióját is hatékonyabban lassította.

Az ACE-gátló + kalciumantagonista kombináció a különböző guideline-okban

A jelenlegi irányelvek szerint a CCS kezelése komplex: életmódváltást, a társbetegségek kontrollját, gyógyszeres terápiát és szükség esetén revaszkularizációt foglal magában. Az antianginás kezelésben a kalciumantagonisták kiemelt szerepet kapnak, különösen vazospazmus okozta iszkémia esetén.

A CCS-irányelvek az ACE-gátló-kezelést IA indikációval javasolják hipertónia vagy diabétesz fennállásakor, de IIa indikációval társbetegségek hiányában is alkalmazhatók. A hipertónia-irányelv szerint CCS-ben már emelkedett normális vérnyomás esetén is indokolt az antihipertenzív kezelés. Ha az ACE-gátló/béta-blokkoló terápia mellett továbbra is fennáll az angina, vagy nem érhető el a célvérnyomás, kalciumantagonista hozzáadása javasolt.

HFrEF-ben gyakori probléma, hogy a betegek vérnyomása a hipotónia miatt nem teszi lehetővé a gyógyszerek optimális feltitrálását, ugyanakkor előfordul az is, hogy az optimális kezelés mellett a vérnyomás továbbra is magas marad. Ilyen esetekben az amlodipin vagy a felodipin biztonságosan alkalmazható.

Dr. Tar Balázs végül szóba hozta a CCS-betegek körében gyakori krónikus vesebetegség komplex kezelését is, amelyben első vonalban SGLT2-gátlók, ezt követően ACE-gátlók alkalmazása javasolt. Utóbbiak hipertónia hiányában is indokoltak, különösen diabétesz vagy proteinúria fennállásakor. Hipertónia esetén ACE-gátló adása mindenképpen szükséges, a cél a 120 Hgmm alatti szisztolés vérnyomás elérése; ha ez nem valósul meg, kalciumantagonista hozzáadása javasolt.

Diuretikum a fix kombinációban – avagy hogyan csökkenthetjük a bal kamra terhelését

Dr. Lengyel Szabolcs, a Debreceni Egyetem Belgyógyászati Klinikájának egyetemi adjunktusa elmondta, hogy koszorúérbetegek hipertóniájának kezelésében az irányelvek több gyógyszer-csoport alkalmazását is



javasolják, köztük diuretikumokat. Ebben a betegcsoportban már emelkedett normális vérnyomás esetén is indokolt lehet a gyógyszeres terápia, a cél általában a 120–130 Hgmm közötti szisztolés érték elérése. A kezelés lépcsőzete: elsőként ACE-gátló (intolerancia esetén ARB) és béta-blokkoló adása javasolt, amely szükség

esetén kalciumcsatorna-blokkolóval vagy diuretikummal egészíthető ki.

A tiazid és tiazidszerű diuretikumok hatásmechanizmusa és mellékhatásai

A tiazid és tiazidszerű diuretikumok a disztális tubulusban gátolják a nátrium-klorid-kotranszportert, így fokozzák a nátrium- és vízkiválasztást, miközben növelik a kalcium-visszaszívást, és káliumvesztést okozhatnak. Bár a RAAS aktivációja idővel mérsékli a diuretikus hatást, a csökkent plazmatérfogat és egyéb hosszabb távú hatások tartós vérnyomáscsökkentést eredményeznek.

Nagy klinikai vizsgálatok és metaanalízisek szerint a diuretikumok hatékonysága nem marad el más antihipertenzív szerektől, és placebohoz képest minden vizsgált végpontban kedvező hatást mutattak. Bizonyos esetekben a szívelégtelenség megelőzésében különösen előnyösek.

Magyarországon hidroklorotiazid (HCT) és indapamid áll rendelkezésre, mindkettő hatékony vérnyomáscsökkentő. Az indapamid hosszabb hatástartamú, és különösen az éjszakai vérnyomás csökkentésében lehet előnyösebb. Az indapamid több kedvező élettani hatását is leírták – pl. vesevédő hatást, a bal kamrai hipertrófia csökkenését és az endothelfunkció javulását. Hasonló vérnyomáscsökkentő hatás eléréséhez általában 1,5 mg indapamid vagy kb. 25 mg HCT szükséges.

A tiazid és tiazidszerű diuretikumok mellékhatásai – pl. hyponatraemia, hypercalcaemia, hypomagnesaemia és metabolikus alkalosis – indapamid és HCT esetén hasonló gyakoriságúak, és többnyire dózisfüggők, a hypokalaemia azonban valamivel ritkább indapamid mellett. Metabolikus szempontból az indapamid kedvezőbb profilú, míg a HCT kedvezőtlenebbül befolyásolhatja a szénhidrát-anyagcserét, és gyakrabban társul újonnan kialakuló cukorbetegséggel.

Diuretikumok a vizsgálatokban és a gyakorlatban

Dr. Lengyel Szabolcs megemlítette az ADVANCE- és a PROGRESS-vizsgálatokat, amelyekben a perindopril-indapamid kombinációs kezelés jelentős vérnyomás-

csökkenést eredményezett, és kedvezően befolyásolta a CV kimeneteket.

Terápiarezisztens hipertóniában a tiazid vagy tiazidszerű diuretikumok a kezelés alapvető elemei, a hármas kombináció részeként. Előrehaladott vesebetegségben gyakran kacsdiuretikumot alkalmaznak, de bizonyos esetekben tiazidszerű diuretikumokkal is elérhető vérnyomáscsökkenés. Az európai irányelv szerint elégtelen kontroll esetén a dózis emelése vagy tiazidról indapamidra váltás is hatékony lehet, bár egy új gyógyszer hozzáadása általában nagyobb vérnyomáscsökkentést eredményez, mint a dózis megduplázása.

A fix dóziséű kombinációk javítják a betegek gyógyszer-szedési együttműködését, és széles dózistartományban alkalmazhatók. A diuretikumok angina nélkül a kezelés második, angina esetén a harmadik lépcsőjében javasoltak, és különösen hasznosak nehezen kontrollálható hipertóniában vagy nátriumretenció esetén – foglalta össze előadását dr. Lengyel Szabolcs.

Béta-blokkoló a fix kombinációban

Járai Zoltán professzor, a Szt. Imre Kórház Kardiológiai Profiljának vezető főorvosa először a 2024-es európai irányelvet idézte, amely a CCS kezelésében négy fő elemet hangsúlyoz: a revaszkularizációt, az antianginás kezelést, az életmódbeli és kockázati tényezők módosítását, valamint a prognózist befolyásoló gyógyszeres terápiát.



Az antianginás kezelés elsővonalbeli gyógyszerei közé tartozó béta-blokkolók és a nem dihidropiridin típusú kalciumcsatorna-blokkolók elsősorban a szívfrekvencia csökkentésével mérséklék az anginát. A gyógyszerválasztást társbetegségek – pl. hipertónia, pitvarfibrilláció vagy csökkent ejekciós frakció – is befolyásolhatják. Ugyancsak első vonalban alkalmazhatók a rövid hatású nitrátok, míg második vonalban hosszú hatású nitrátok, dihidropiridin típusú kalciumcsatorna-blokkolók, illetve egyéb antianginás szerek, pl. ivabradin, ranolazin vagy trimetazidin jöhetnek szóba. Járai professzor kiemelte, hogy a hipertónia megfelelő kontrollja is kulcsfontosságú a morbiditási kockázat csökkentése érdekében.

A hipertónia mint a CCS kockázati tényezője

Az elmúlt 30 évben a nem kontrollált szisztolés hipertónia okozta halálozás mintegy 5%-kal nőtt, és az iszkémiás szívbetegséghez köthető halálozás is emelkedett. Ez jól mutatja, hogy a nem megfelelően kezelt hipertónia jelentős kockázati tényező a koszorúér-betegség és a CV események szempontjából. A magyar

irányelv ezért IA ajánlással javasolja az ACE-gátlóval, béta-blokkolóval, kalciumcsatorna-blokkolóval, illetve tiazid/tiazidszerű diuretikummal végzett antihipertenzív kezelést a betegség megelőzésére.

Egy korábbi metaanalízis alapján koszorúér-betegségben vagy infarktus után korán elkezdett béta-blokkoló-kezelés jelentősen csökkenti a CV események kockázatát. Ezért az infarktus utáni béta-blokkoló-kezelés az irányelvekben ma is erős ajánlással szerepel. Az ACE-gátlók társbetegségek – pl. hipertónia, diabétesz vagy szívelégtelenség – esetén IA ajánlással javasoltak, de magas CV kockázat esetén társbetegség nélkül is adhatók IIA ajánlással. Ennek alapján a magyar ajánlás a CCS kezdő terápiájaként ACE-gátló és béta-blokkoló kombinációját javasolja. A kezelést lehetőség szerint teljes dózissig kell titrálni, előnyben részesítve a fix kombinációkat. Ha a célvérnyomás nem érhető el, a terápia kalciumcsatorna-blokkolóval vagy diuretikummal bővíthető.

Járai professzor a magyar irányelv nagyon fontos elemének tartja, hogy koszorúér-betegekben már emelkedett normális vérnyomás esetén is indokolt lehet a kezelés megkezdése az alacsonyabb célérték miatt. Emellett fontos terápiás cél a szívfrekvencia csökkentése (IB ajánlás), általában 60–80/perc közé, béta-blokkolóval vagy megfelelő kalciumcsatorna-blokkolóval.

A szívfrekvencia jelentősége

A vérnyomásmérés során a pulzusszám fontos, de gyakran figyelmen kívül hagyott paraméter, ezért az irányelvek első osztályú ajánlással javasolják a rögzítését, nemcsak a pitvarfibrilláció felismerése, hanem a szívfrekvencia értékelése miatt is. Ismert, hogy hipertóniában a magasabb nyugalmi pulzusszám rosszabb prognózissal és nagyobb halálozási kockázattal jár, még jól kontrollált vérnyomás esetén is, ezért a kezelés megtervezésekor is figyelembe kell venni.

A magas nyugalmi pulzusszám valószínűleg a fokozott szimpatikus idegrendszeri aktivitás jelzője, amely hipertóniában gyakran jelen van. Különösen gyakori olyan társállapotok mellett, mint a dohányzás, a fizikai inaktivitás, az elhízás, a szénhidrát-anyagcsere zavara, a dyslipidaemia vagy az alvási apnoe, amelyek együtt hozzájárulnak a szimpatikus túlműködéshez.

A Magyar Hypertonia Regiszter adatai szerint az eseti vérnyomásmérések során a betegek mintegy 40%-ánál 80/perc feletti pulzusszámot mértek. A 24 órás monitorozás alapján a betegek 23%-ánál a teljes napi, 36%-ánál pedig a nappali átlagpulzus haladta meg a 80/percet, és a magasabb pulzusszám különösen a fiatalabb, 50 év alatti betegekben volt gyakori.

Egy tavaly megjelent, 74 randomizált vizsgálat adatai alapján végzett metaanalízis eredményei is megerősít-

tették, hogy a szívfrekvencia-csökkentő gyógyszerek posztinfarktusos, stabil koszorúér-betegségben szenvedő és szívelégtelen betegekben kedvezően befolyásolják a CV eseményeket és a halálozást. Ezért fontos terápiás cél a nyugalmi pulzusszám lehetőleg 80/perc alá történő csökkentése.

Koleszterincsökkentő a fix kombinációban

Dr. Harangi Mariann, a Debreceni Egyetem professzora, a Magyar Hypertonia Társaság főtitkára az előadását friss globális adatokkal indította, amelyek szerint a hypercholesterinaemia és a hypertriglyceridaemia előfordulásának tendenciája nem mutat jelentős javulást – a becslések szerint a felnőtt lakosság mintegy kétharmadánál fennáll valamilyen lipideltérés. Az új ajánlások nem véletlenül hangsúlyozzák az orvos-beteg kommunikáció fontosságát: a betegeknek meg kell érteniük a lipidcsökkentő kezelés jelentőségét az életminőség és a várható élettartam szempontjából. A kockázatbecslés alapelvei hasonlóak a korábbiakhoz, azonban nagyobb hangsúlyt kap a szubklinikus érrelmeszesedés felismerése, amelyet a CV kockázat megítélésénél komolyan figyelembe kell venni.

A lipidcsökkentés stratégiái



A jelenleg alkalmazott ajánlások a 2019-es irányelv 2025-ös frissítésén alapulnak. *Harangi Mariann professzor* fontos változásnak tartja, hogy a polivaszkuláris betegek a legmagasabb kockázati csoportba kerültek, és a képalkotókkal kimutatott érrelmeszesedés önmagában is nagyon magas CV kockázatot jelent. Ezeknél a bete-

geknél tehát különösen intenzív lipidcsökkentő kezelés szükséges. A prevencióban már korán érdemes statin-terápiát alkalmazni, nem megfelelő lipidkontroll esetén pedig a kezelést mielőbb ki kell egészíteni ezetimibbel vagy bempedonsavval. A PCSK9-gátlók szerepe is egyre közelebb kerül a prevencióhoz, amit klinikai vizsgálatok is alátámasztanak.

Harangi Mariann professzor azonban felhívta a figyelmet a finanszírozási rendszer sajátosságaira, amelyben különválnak a primer prevenció és a már bekövetkezett CV esemény utáni kezelés. Ez nehezen indokolható, és sok beteg jogosan teszi fel azt a kérdést, hogy miért kellene megvárnia egy infarktust ahhoz, hogy intenzívebb lipidcsökkentő kezelést kaphasson. A jelenlegi szabályozás ugyanis a legtöbb esetben csak a szekunder prevencióban teszi lehetővé az ilyen terápiák alkalmazását.

Az előadó a lipidcélértékek elérésére több stratégiát

is bemutatott. Az általános a lépcsőzetes megközelítés: a statinnal kezdett kezelést szükség esetén további gyógyszerekkel egészítik ki. Ezzel szemben a tervezett kezelési stratégiában a kiindulási lipidértékek alapján határoznánk meg, hogy melyik kombinációval lenne leggyorsabban elérhető a lipidkontroll. Az ún. „maximális” kezelési stratégia elsősorban az amerikai gyakorlatban terjedt el. Ennek lényege, hogy azoknál a betegeknél, akiknél lehetséges és jól tolerált a kezelés, már a kezdetektől intenzív lipidcsökkentő terápiát alkalmaznak, pl. nagy intenzitású statint ezetimibbel, szükség esetén PCSK9-gátlóval kombinálva. Ez a megközelítés növeli annak esélyét, hogy a betegek gyorsan elérjék az LDL-koleszterin-célértékeket.

A lipidcsökkentő terápiák akadályai

A különböző kezelési stratégiák gyakorlati alkalmazhatóságát gyakran a terápiás költségek határozzák meg. Bizonyos gyógyszerek ma már viszonylag alacsony áron is hozzáférhetőek, ugyanakkor a mindennapi gyakorlatban továbbra is gyakori probléma a betegek együttműködése és a lipidcsökkentő kezelés elfogadása, ami sokszor a terápia hasznosságával kapcsolatos ismerethiányra és számos, a terápiával kapcsolatos tévhitre vezethető vissza.

A lipidcsökkentő kezelés hatékonyságát időnként az orvosi tévhit is akadályozza. Fontos lenne, hogy az orvosok segítsenek eloszlatni a statinokkal kapcsolatos téves elképzeléseket, és támogassák a terápia fenntartását. A statinok biztonságosságát számos vizsgálat igazolta. Bár előfordulhat májenzim-emelkedés, a jelentős, terápiamódosításra okot adó emelkedés ritka, és elsősorban már meglévő májbetegség esetén jelentkezik; súlyos májkárosodás vagy májelégtelenség statinok mellett rendkívül ritka. Gyakoribb mellékhatás az izompanasz, de ennek előfordulása is alacso-

nyabb, mint ahogyan azt sokan feltételezik, a súlyos szövődmények, pl. a rhabdomyolysis pedig kifejezetten ritkák. A statinok önmagukban nem okoznak vese-funkció-romlást vagy akut veseelégtelenséget. Bár kismértékben növelhetik az újonnan kialakuló cukorbetegség kockázatát, ez főként prediabetészes betegeknél figyelhető meg, és a HbA_{1c}-szintre gyakorolt hatásuk csekély. Ez a kockázat eltörlődik a statinok jelentős CV előnyei mellett – hangsúlyozta *Harangi Mariann* professzor.

Kiemelte, hogy a statinok jól kombinálhatók más lipidcsökkentő szerekkel, amit számos nagy klinikai vizsgálat is alátámasztott, továbbá vérnyomáscsökkentő gyógyszerekkel is széles körben kombinálhatók. A fix dózisos kombinációk előnye, hogy javítják a betegek együttműködését és a kezelés hatékonyságát, mivel egyszerűbbé teszik a gyógyszereszedést, és kedvező mellékhatásprofil is mutatható.

Megemlítette még, hogy kedvezőbbé vált az ezetimib felírhatósága. A február 1-jétől érvényes rendelkezés szerint elegendő egyszer szakorvosi javaslatot adni az ezetimibre vagy az ezetimibet tartalmazó kombinációs készítményekre. A javaslat addig érvényes, amíg a gyógyszer a beteg terápiájának része marad, és érvényben marad akkor is, ha a háziorvos módosítja a statin dózist, növeli a kombinált készítmény adagját, vagy más statinra vált.

A döntéshozók célja láthatóan az, hogy szélesebb betegkör számára tegyék elérhetővé ezeket a kezeléseket, ugyanakkor továbbra is fennáll az a korlátozás, hogy az ilyen készítmények támogatása elsősorban szekunder prevencióban érhető el, ami eltér a nemzetközi irányelvek szemléletétől, és inkább finanszírozási okokkal magyarázható.

Vágvölgyi Ágnes

Rövidítések:

ACE: angiotenzin-konvertáló enzim; ARB: angiotenzin II receptor blokkoló; CV: kardiovaszkuláris; CCS: krónikus koronária-szindróma; HFrEF: csökkent ejekciós frakcióval járó szívelégtelenség; LDL-koleszterin: alacsony sűrűségű lipoprotein-koleszterin; PCSK9-gátló: proprotein-konvertáz szubtilizin/kexin 9 gátló; SGLT2-gátlók: nátrium-glükóz-kotranszporter-2-gátlók

A tyúkszem-eltávolítástól az amputációig – János esete a generalizált érbetegséggel

Egy látszólag banális lábsebészeti beavatkozás is vezethet súlyos szövődményekhez. Ez volt a legfőbb tanulsága annak a szimpóziumnak, amely az Egis támogatásával valósult meg a Debreceni Kardiológiai Napok keretében. A három előadó János esetét elemezte, amely jól példázza, hogy a kardiometabolikus rizikófaktorok – hipertónia, diabétesz, dyslipidaemia és túlsúly – együttes jelenléte milyen gyorsan vezethet súlyos szövődményekhez, akár amputációhoz is.

Mi minden állhat egy lábujj-amputáció
hátterében?



János esetét Járari Zoltán professzor ismertette. János egy 45 éves, túlsúlyos férfi, aki szabadidejében szívesen futballozna, azonban gyakran fáj a térdje és a lába, és már a mérkőzések elején kifulladás. Jánost öt éve kezelik hipertóniával és dyslipidaemiával, három éve pedig 2-es típusú cukorbetegség miatt is terápiában

részesül. Laboreredményei közül kiemelendő az 5,9 mmol/l összkoleszterinszint és a 3,6 mmol/l-es LDL-koleszterin, a 6,4 mmol/l-es éhomi vércukor és a 6,8%-os HbA_{1c}. A húgysavszint 430 μmol/l, az eGFR 78 ml/perc volt. A jelenlegi gyógyszeres terápiája napi 10 mg enalaprilból, 100 mg aszpirinből, 1000 mg metforminból és 10 mg rosuvastatinból áll, de térdfájdalmai miatt időnként NSAID szereket is szed.

János története egy tyúkszem eltávolításával kezdődött, ami után egy héttel a bal lábszára fájdalommal vált, a második lábujj kifejezetten ödémássá duzzadt. Leukocytosis, emelkedett CRP- és D-dimer-szint volt kimutatható, a mélyvénás trombózis azonban az ultrahang kizárta. Lágyszövetfertőzés gyanúja miatt *per os* antibiotikumot kapott, de állapotromlás miatt sebészeti vizsgálatra került, ahol nekrotikus elváltozás miatt sebtoilette történt. Röviddel ezután azonban láz, 176/101 Hgmm-es vérnyomás, valamint tachycardia jelentkezett, a gyulladásos paraméterek tovább emelkedtek.

Egy ekkor végzett röntgenvizsgálat osteomyelitis gyanúját vetette fel; a lábon kialakult fekélyből genny ürült. Az ödéma miatt a bal lábon a perifériás pulzus, míg a jobb oldalon az a. dorsalis pedis nem volt tapintható. A fertőzés kiterjedtsége miatt a bal láb második ujjának és a második metatarsus fejének amputációját tartották szükségesnek, és az antibiotikus kezelést parenterális formára váltották.

A műtét után még hét napig tartó *per os* antibiotikumkezelést, trombózisprofilaxist és rendszeres sebkötözést javasoltak. A háziorvosi kontrollvizsgálaton a vérnyomása 152/88 Hgmm, a pulzusa 74/perc volt.

Mikor kell gondolnunk perifériás érbetegségre?

Járari Zoltán professzor a nem megfelelően kontrollált hipertónia mellett rámutatott János egyéb kardiometabolikus rizikófaktoraira is: a lipidparaméterek nem érték el a célértékeket, a húgysavszint emelkedett volt, ugyanakkor a HbA_{1c} alapján a T2DM jól kezeltnek bizonyult. Figyelemre méltó volt azonban az a. dorsalis pedis pulzusának hiánya.

Felmerül a kérdés, hogy egy ilyen viszonylag fiatal, 50 év alatti beteg esetében kell-e gondolnunk perifériás érbetegség lehetőségére. A hazai, több mint százezer, háziorvosi gondozásban álló beteg adatai szerint az 50 év alatti cukorbeteg körében a perifériás érbetegség (PAD) átlagos prevalenciája 15% körüli, ha azonban a fizikális vizsgálat során valamelyik perifériás pulzus nem tapintható, a valószínűség életkortól függetlenül már 62%-ra emelkedik. A nem tapintható perifériás pulzus a szakmai irányelvek szerint további kivizsgálást tesz szükségessé, első lépésben a boka-kar index mérését.

Járari Zoltán professzor azt a kérdést is felvetette, hogy indokolt-e a vizsgálat akkor is, ha a betegnek nincsenek jellegzetes alsó végtagi tünetei. A válasz határozottan igen; a klasszikus klaudikáció ugyanis csak a betegek kisebb részében jelentkezik – a cukorbetegek 25%-ában, míg a nem diabéteszes betegek 36%-ában. A betegek nagyjából hasonló aránya teljesen tünetmentes lehet, és ennél is gyakoribbak az atípusos panaszok. Több kockázati tényező fennállása esetén tehát a célzott vizsgálatokat jellegzetes panaszok hiányában is el kell végezni.

Ennek azért van különös jelentősége, mert a perifériás érbetegség kifejezetten nagy kockázatú állapot. Egy 4 millió beteg adatait feldolgozó, dán regiszterben a PAD diagnózisát követő öt éven belül a revaszkularizáció aránya 26%, a major amputáció előfordulása 10%, míg a halálozás 40%-os volt a vizsgált populációban. Európai összehasonlításban hazánkban a perifériás érbetegség különösen magas halálozási kockázattal jár.

Noha János amputációját közvetlenül egy fertőzés tette szükségessé, Járari Zoltán professzor szerint a háttérben valószínűleg perifériás érszűkület is szerepet játszott.

Milyen legyen János antihipertenzív és lipidcsökkentő kezelése?

A magyar hipertónia-irányelv kiemeli, hogy a betegek CV kockázatát komplexen kell megítélni. Cukorbetegség miatt János eleve a nagy kockázatú csoportba tartozik, és ha a boka-kar index vizsgálata perifériás érbetegséget igazolna, akkor már a nagyon nagy kockázatú kategóriába kerülne. Ebben a csoportban a célvérnyomás 120–130/70–80 Hgmm között van, így János jelenlegi vérnyomása nem tekinthető megfelelően kontrolláltnak.

Ha János adatait a Magyar Hypertonia Regiszter eredményeihez viszonyítjuk, János abba a mintegy 31%-os betegcsoportba tartozik, ahol a háziorvos ugyan elsőfokú hipertóniát állapít meg, a magas CV kockázat miatt azonban intenzívebb vérnyomáscsökkentő kezelés szükséges. Az irányelvek szerint diabéteszes, PAD-ban szenvedő betegeknél a szisztolés céltartomány 120–130 Hgmm, az általános vérnyomáscsökkentő stratégia alapján pedig Jánosnak egy ACE-gátlót és kalciumcsatorna-blokkolót tartalmazó fix kombinációs megoldás is optimális lehet. Indokolt esetben ezt tiazid/tiazidszerű diuretikummal lehet kiegészíteni, preferáltan hármass fix kombináció formájában.

Járai professzor ehhez még hozzátette, hogy diabéteszes betegeknél a 24 órás ambuláns vérnyomás-monitorozás is ajánlott, mert fontos többletinformációt adhat. A CV kockázat csökkentése érdekében a modern antidiabetikus szerek, például az SGLT2-gátlók vagy a GLP-1-receptor-agonisták alkalmazása is javasolt, továbbá diabéteszes vesebetegség esetén MRA-kezelés is szóba jöhet.

Mint elmondta, a perifériás érbetegségről szóló legújabb, 2024-es európai irányelv szigorodott, és PAD esetén az LDL-koleszterin célértékét 1,4 mmol/l alatti szintben határozta meg, a kiindulási érték legalább 50%-os csökkentésével. Ha a célérték nagy intenzitású statinnal és ezetimibbel sem érhető el, az irányelvek PCSK9-gátló alkalmazását is javasolják. Vizsgálatok bizonyítják, hogy ezek a kezelések PAD-ban csökkenthetik az akut végtagi események és a revaszkularizáció szükségességének kockázatát.

A szíve és/vagy a lába fogja vissza Jánost?

Tomcsányi János professzor, a Budai Irgalmasrendi Kórház Kardiológiai Osztályának vezetője, címzetes egyetemi tanár János panaszai közül a terhelésre jelentkező fulladásra hívta fel a figyelmet, amelyet többféle tényező is magyarázhat: a túlsúly, egy, a háttérben álló koronáriabetegség és esetleg az edzetlenség. Mindenképpen felmerül azonban a perifériás érbetegség lehetősége is. Irodalmi adatok szerint a típusos mellkasi fájdalom nélküli, terhelésre jelentkező légszomj önmagában is koronáriszűkültre utalhat.

Ha Jánosnál a perifériás érbetegségről van szó, felmerülhet a kérdés: mekkora eséllyel egyben koronáriabeteg is. Az ide vonatkozó adatok alapján, ha egy perifériás érbetegnek legalább három CV rizikófaktora van, akkor



70% körüli valószínűséggel a koszorúerek szűkülete is fennáll.

János esetében több olyan fontos rizikótényező is ismert, mint a diabétesz, a hipertónia és a dyslipidaemia –, de Tomcsányi professzor hiányolt két lényeges tényezőt: nincs információnk a dohányzásról, és hogy vajon mennyire stresszes János életmódja.

Kiemelte továbbá, hogy a REACH-regiszter adatai szerint a CV események és a végkimenetel szempontjából is a PAD-betegek gyakran rosszabb prognózisúak, mint a koronáriabetegek.

Mit jelent a koronáriabetegek optimális gyógyszeres kezelése, és miként javíthatjuk János terhelhetőségét?

A koronáriszklerózis kezelésének egyik célja az iszkémia csökkentése, ami János esetében nagy valószínűséggel a terhelésre jelentkező fulladást is mérsékelheti. Az ilyen diabéteszes koronáriabetegek terápiájára a trimetazidin és a carvedilol egy számos előnyt nyújtó terápiás megoldás lehet.

A trimetazidin antiiszkémiás, antianginás hatékonysága a koronáriabetegek széles körében bizonyított. Egy publikációban a trimetazidin hatását találóan „mitochondriális fitneszként” írták le, utalva arra, hogy a gyógyszer hatása elsősorban sejtszinten, az energia-anyagcsere javításán keresztül érvényesül. Ezért lehet különösen hasznos olyan esetekben, amikor teljes revaszkularizáció már nem lehetséges, és különösen diabétesz esetén.

A következő cél a restenosis és az újabb koszorúér-események kockázatának csökkentése. Ebben szerepe lehet például a trimetazidinnak, illetve a cilostazolnak, amelyek nemcsak a PAD tüneteit javíthatják, hanem a restenosis kockázatát is mérsékelhetik. Emellett – egy ötéves utánkövetéses vizsgálatban – a CV események, a major események és a stroke előfordulása is alacsonyabb volt a cilostazollal kezelt betegeknél.

A kezelésnek elengedhetetlen része az ateroszklerózis progressziójának lassítása is. Ehhez nagy dózisu rosuvastatin vagy atorvastatin szükséges ezetimibbel kombinálva, szükség esetén PCSK9-gátlóval kiegészítve. Diabéteszes betegeknél emellett a GLP-1-receptor-agonisták alkalmazásának is lehet kedvező kardiovaszkuláris hatása.

Mit mondjunk Jánosnak?

A beteg legyen tisztában a magas CV rizikójával, mert még viszonylag fiatal, ezért a megfelelő életmódbeli és gyógyszeres kezelés sokat javíthat a prognózison. A CV események megelőzésében kulcsszerepe van a statinkezelésnek, a béta-blokkolóknak és a rendszeres fizikai aktivitásnak. Az effort dyspnoét javíthatja a testsúlycsökkentés, a gyógyszerek közül pedig a trimetazidin és a béta-blokkolók. A járástávolság növelésében a

strukturált mozgásprogram mellett a statin és a cilostazol is kedvező hatású lehet.

Fontos megjegyezni, hogy János túlsúlyos, terhelhetősége eleve csökkent, így előfordulhat, hogy a klasszikus anginás panaszok nem jelentkeznek, mert a beteg már a tünetek megjelenése előtt kénytelen megszakítani a terhelést. Ilyen esetekben a koszorúér-betegség rejtve maradhat, és akár hirtelen szívhalál formájában jelentkezhet.

Ezért is különösen fontos a rizikófaktorok agresszív kezelése. A tapasztalat azonban az, hogy a PAD-betegek gyakran kevésbé részesülnek intenzív kezelésben, mint a koronáriabetegek.

Az ellátás egyik legnagyobb kihívása a beteg együttműködésének elérése. A hazai adatok azt mutatják, hogy a betegek nagy része nem éri el a kívánt célértékeket, és bár egyre több korszerű gyógyszer és beavatkozási lehetőség áll rendelkezésre, a halálozás érdemben nem csökken. Ez arra utal, hogy önmagában a szakmai tudás és a technikai háttér nem elég. Ugyanolyan fontos a beteg meggyőzése, együttműködésének javítása és a hosszú távú terápiahűség fenntartása.

Végül Tomcsányi János professzor rámutatott arra, hogy félrevezető lehet élesen elválasztani a primer és a szekunder prevenciót: sok olyan beteg, akit primer prevenciósnak gondolunk, valójában már hordoz előrehaladott érlemezésedést, csak még nem okozott ismert eseményt. Ezért kell sokkal komolyabban venni a célértékek elérését és a rizikófaktorok kezelését, mert gyakran csak késői stádiumban derül ki, milyen súlyos a háttérben zajló betegség.

Van-e még valamilyen tennivalónk Jánossal a teljes védelem érdekében?



János esete kapcsán az állapot és a kezelés gasztroenterológiai kockázataira hívta fel a figyelmet előadásában Hersényi László professzor, az Észak-pesti Centrumkórház – Honvédkórház tudományos igazgatója. Véleménye szerint gasztroenterológiai szempontból egy, Jánoshoz hasonló betegnél két dologra kell különösen figyelni: egyrészt a metabolikus szindróma jelenlétére, másrészt a 100 mg aszpirin és a gyakran használt NSAID-szerek kombinációjára, amely jelentős gasztrointesztinális kockázatot hordoz.

Az elhízással összefüggésben három fontos kórképet kell szem előtt tartani: gondolni kell refluxbetegségre (GERD), zsírmájra és a daganatos betegségek fokozott kockázatára.

Az elhízás, a rekeszsérv és a GERD gyakran együtt fordul elő, ezért nagy valószínűséggel Jánosnál is fennállhat refluxbetegség.

A laboreredmények alapján Jánosnál nagy valószínűséggel zsírmáj is fennáll, hiszen jelen vannak a fő kockázati tényezők: elhízás, dyslipidaemia, hipertónia és diabétesz. Ezek együtt jelentősen növelik a metabolikus eredetű májbetegség és akár később hepatocelluláris karcinóma kialakulásának kockázatát. A már ismert súlyos CV kockázatok mellett tehát gasztroenterológiai szempontból is jelentős további rizikók állnak fenn.

És milyen János gasztrointesztinális kockázata?

Hersényi László professzor további komoly problémának tartja, hogy János primer prevenció céljából 100 mg aszpirint szed, és térdpanaszai miatt gyakran nem szteroid gyulladáscsökkentőt is alkalmaz, miközben nem kap gyomorvédő kezelést. Az alacsony dózisu aszpirin önmagában is körülbelül a kétszeresére növeli a gasztrointesztinális vérzés kockázatát, NSAID-kezeléssel együtt alkalmazva azonban a kockázat akár a kilencszeresére is emelkedhet.

Ezek a kockázatok indokolták először a reumatológiai-gasztroenterológiai, majd később a kardiológiai-gasztroenterológiai gasztroprotekcióna vonatkozó konszenzus megszületését, amelyek rögzítették az észszerű anti-trombotikus kezelés és a következetes gyomorvédelem alapelveit. Az ajánlás egy egyszerű algoritmust javasol: ha a betegnek legalább egy jelentős rizikótényezője van – például NSAID és aszpirin együttes szedése vagy súlyos társbetegség –, akkor protonpumpagátló-kezelés indokolt. Jánosnál több tényező is jelen van, ezért gyomorvédelemre mindenképpen szüksége lenne.

Ezzel kapcsolatban Hersényi László professzor utalt egy olyan vizsgálatra, amelyben magas vérzéssel kockázatú betegekben – akik aszpirint kaptak monoterápiában vagy rivaroxabannal kombinációban – vizsgálták a protonpumpagátló-kezelés hatását. A betegek egy része kapott gyomorvédő kezelést, mások nem. Az eredmények azt mutatták, hogy ebben a magas kockázatú csoportban a protonpumpagátló-kezelés mintegy 50%-kal csökkentette a gasztrointesztinális szövődmények kockázatát, ami jól jelzi a gasztroprotekción jelentőségét.

János esetében tehát több területen is beavatkozás szükséges: a CV rizikó csökkentése, a metabolikus szindróma kezelése és a megfelelő gyomorvédelem biztosítása. Emellett kulcsfontosságú az életmódváltás, elsősorban a testsúly csökkentése. Ha ezek megvalósulnak, János jó eséllyel hosszú távon is aktív maradhat.

Vágvölgyi Ágnes

ACE-gátló: angiotenzinkonvertálóenzim-gátló; ARB: angiotenzin II receptor blokkoló; CV: kardiovaszkuláris; eGFR: becsült glomeruláris filtrációs ráta; GERD: gastrooesophagealis reflux betegség; GLP-1-receptor-agonisták: glükagonszerű peptid-1 receptor agonisták; MRA: mineralokortikoidreceptor-antagonista; NSAID: nem szteroid gyulladáscsökkentő; PAD: perifériás artériás betegség; SGLT-2-gátló: nátrium-glükóz-kotranszporter-2-gátló; T2DM: 2-es típusú diabetes mellitus

A szakmai beszámoló megjelenését az Egis Gyógyszergyár Zrt. támogatta. A beszámolóban szereplő információk a szerző(k) nézeteit tükrözik. Bármely említett termék alkalmazásakor az érvényes alkalmazási előírás az irányadó.

Szívelégtelen betegek kezelése – újdonságok és különbségek a szakmai irányelvekben

Az új terápiás lehetőségek révén a szívelégtelenség ma már hatékonyan befolyásolható, és javítható a betegek túlélése. A négyes alapkezelésben alkalmazott gyógyszerek korai és gyors titrálása bizonyítottan javítja a klinikai kimenetelt. Ugyanakkor továbbra is kihívást jelent a bizonyítékokon alapuló ajánlások megvalósulása a gyakorlatban. Az Egri Kardiológiai Napok egyik szimpóziumán *dr. Habon Tamás*, a Pécsi Tudományegyetem I. számú Belgyógyászati Klinikájának docense az előadásában a hangsúlyt a neurohormonális gátlás szerepére helyezte. A mineralokortikoidreceptor-antagonisták (MRA-k) ma már a szívelégtelenség valamennyi fenotípusában alapvető terápiás elemnek számítanak.



A szívelégtelenségben megfigyelhető neurohormonális aktivációnak, a szívelégtelenség egyik kulcsmechanizmusának ismertetésével vezette be előadását *Habon Tamás docens*. A renin-angiotenzin-aldoszteron rendszer túlzott aktivációja nemcsak a szívet, hanem az érrendszert és a vesét is érinti, mivel a mineralokortikoid-receptorok a szervezetben mindenütt megtalálhatók.

Az előadó a 2021-es európai szívelégtelenség-irányelv „tízparancsolatára” utalva kiemelte, hogy a korszerű kezelés nem merül ki a gyógyszeres terápia alapelveiben. Fontos a kórházi elbocsátást követő korai, szoros utánkövetés, az implantálható eszközök alkalmazása, a szívtranszplantáció lehetősége, valamint az amyloidosis felismerése és kezelése is. Kiemelt figyelmet érdemel a pitvarfibrilláció kezelése, ahol a sinusritmus fenntartása a szívelégtelenség kimenetele szempontjából kulcsfontosságú.

A szívelégtelenség-irányelvek ajánlásai és a mindennapi gyakorlat

A HFrEF kezelésében a klasszikus lépcsőzetes titrálást felváltotta a négy IA evidenciaszintű alapgyógyszer korai, lehetőség szerint egyidejű bevezetése. Ez a korszerű terápia jelentősen javítja a túlélést, akár több mint hat évvel is meghosszabbítva az életkilátásokat. *Habon Tamás docens* utalt egy hazai felmérésre, amelyben a kardiológusok véleménye szerint a szívelégtelenség vonatkozásában a szükséges diagnosztikus és terápiás eszközök rendelkezésre állnak, az ajánlásokban szereplő terápia gyakorlati megvalósítása mégis nehézségekbe ütközik. A 2018-as CHAMP-HF-regiszter adatai szerint az MRA-k használata továbbra is elmarad az optimálistól, noha ezek titrálása viszonylag egyszerű, hasonlóan az SGLT2-gátlókéhoz.

A szívelégtelenség korszerű kezelésével kapcsolatban kulcsfontosságú kérdés, hogy a betegek mekkora hányada alkalmas a négyes kombinált terápiára. Bár a klinikai gyakorlatban gyakran hivatkozunk különböző intoleranciákra, a REALITY-vizsgálat adatai azt mutatják, hogy a szívelégtelen

betegek több mint 80%-a valójában megfelelő jelölt lenne erre a terápiára. Míg a RAAS-gátlókat és a béta-blokkolókat viszonylag magas arányban alkalmazzák, az MRA-k és az SGLT2-gátlók használata ettől jelentősen elmarad. A hármas-négyes terápiát még nagy centrumokban is csak a betegek 50%-ában sikerül elérni.

Habon Tamás docens szerint ennek egyik legfontosabb oka a téves klinikai megítélés. Gyakran előfordul, hogy a panaszmentes beteget „stabilnak” tekintjük, és emiatt úgy véljük, hogy nincs szüksége erre az irányelvek által javasolt terápiára. Pedig a „stabil szívelégtelen beteg” fogalma félrevezető, hiszen még optimális terápia mellett is jelentős, gyakran 10-30% közötti marad az eseményekre vonatkozó kockázat, ezért a kezelés intenzifikálása indokolt. A Get With the Guidelines regiszter több mint 20 000 beteg adatai alapján azt mutatta, hogy kórházi elbocsátáskor a betegek alig több mint 10%-a részesült négyes alapkezelésben, és az ARNI-terápia aránya mindössze 7,2% volt. Ennek következményeként az egyéves mortalitás közel 20%-os, a rehospitalizáció pedig 30%-os; a betegek közel felénél egy éven belül súlyos esemény következik be.

A szívelégtelenség főként időskori betegség: a betegek fele 70 év feletti, háromnegyedük pedig 60 évnél idősebb. A hazai prevalencia nemzetközi összehasonlításban is viszonylag magas (2,4-2,5%), az egyéves mortalitás pedig különösen kedvezőtlen, eléri a 18%-ot.

A kezelés indítása és a terápia titrálása

A szívelégtelen beteg kezelésének megkezdése gyakran indokolatlanul késik: vizsgálatok szerint egyes gyógyszerek bevezetése 20-80 napot, a teljes négyes terápia beállítása átlagosan 3-4 hónapot vesz igénybe. Pedig a terápiás előnyök már korán jelentkeznek, és minél gyorsabban jutunk el a négyes alapkezeléshez, annál alacsonyabb a hospitalizáció és a kardiovaszkuláris, valamint az összességében a mortalitás.

A korábbi, merev lépcsőzetes terápia ma már háttérbe szorult, a kezelés sorrendjét a beteg fenotípusa alapján állítjuk be: például alacsony vérnyomásnál MRA vagy SGLT2-gátló indítható korábban, vesefunkciós eltérések esetén pedig egyes gyógyszerek bevezetése késleltethető. A döntés tehát

minden esetben egyéni mérlegelést igényel – hangsúlyozta *Habon Tamás docens*.

A 2021-es európai guideline egyértelmű útmutatása ellenére még ma is elsőként a RAAS-gátlókat, majd a béta-blokkolókat, később az MRA-kat és az SGLT2-gátlókat vezetik be; a négyes kombináció ritkán valósul meg már a hospitalizáció során. Ugyanakkor a STRONG-HF-vizsgálat bizonyítja, hogy a korai, intenzív titrálás és a 6 héten belüli kontroll jelentős prognosztikai előnyt biztosít.

Ennek megvalósítása komplex feladat, amely megfelelő háttérrel igényel: jól szervezett szívelégtelenség-ambulanciákat, valamint szoros monitorozást, beleértve a vesefunkció, a káliumszint, a vérnyomás és a pulzus rendszeres ellenőrzését. És bár az európai irányelvek az NT-proBNP meghatározását elsősorban diagnosztikai célra javasolják, az amerikai ajánlások szerint ezen biomarkerek alkalmazása a terápia gyorsabb és hatékonyabb titrálását is elősegítheti.

A korai diagnózis és terápia jelentősége

Egy közelmúltbeli, a European Heart Journalban megjelent vizsgálat szerint az emelkedett NT-proBNP-szinttel (különösen >400, illetve >2000 pg/ml) jelentkező betegek akkor sem tekinthetők alacsony kockázatúnak, ha végül nem igazolódik szívelégtelenség. Már a kiindulást követő akár 6 héten belül is magas a hospitalizáció és a halálozás aránya, ami rámutat a korai felismerés jelentőségére. Ennek ellenére még fejlett egészségügyi ellátórendszerrel rendelkező országokban is előfordul, hogy a betegeknek heteket kell várniuk echokardiográfiai vizsgálatra, miközben ez idő alatt nagy arányban következhetnek be klinikai események.

Ez felveti annak megfontolását, hogy bizonyos esetekben – különösen társbetegségek (pl. hipertónia, diabétesz, vesebetegség) fennállásakor – már a gyanú felmerülésekor indítsuk el a prognózist javító kezelést, például SGLT2-gátló vagy MRA adását. Az adatok arra utalnak, hogy a korai, akár a végleges diagnózist megelőző terápiás beavatkozás is csökkentheti a hospitalizációk számát, és javíthatja a túlélést. SGLT2-gátló- és MRA-kezelés esetén az NNT (number needed to treat) szám 16, ilyen rövid időn belül is – emelte ki *Habon Tamás docens*.

A társbetegségek jelentősége

A hazai adatok alapján a szívelégtelenségben szenvedő betegek túlnyomó többsége hipertóniás, gyakori az iszkémiás szívbetegség, a pitvarfibrilláció, a diabétesz, a krónikus vesebetegség és a COPD jelenléte. Ez rámutat arra, hogy a megelőzés és ezen társbetegségek megfelelő kezelése kulcsfontosságú, és erre az irányelvek IA szintű evidenciával hívják fel a figyelmet.

Jelentős különbség figyelhető meg az európai és az amerikai

ajánlások között: míg az európai guideline inkább a manifeszt szívelégtelenségre fókuszál, addig az amerikai irányelvek a „staging” szemléletet alkalmazzák. Ennek lényege, hogy már a kockázati állapotban lévő betegek – például hipertóniások, koszorúérbetegek vagy diabéteszesek – potenciálisan szívelégtelenként kezelendők, még tünetmentesség esetén is.

A mineralokortikoidreceptor-antagonisták szerepe a szívelégtelenség kezelésében

A szívelégtelenségben kulcsfontosságú a neurohormonális aktiváció gátlása, különösen az aldoszteronantagonisták révén, amelyek komplex módon csökkentik például a fibrózist vagy a gyulladást. Az MRA-kezelés a legfrissebb ajánlások szerint a szívelégtelenség valamennyi fenotípusában alapvető terápiás elemnek tekinthető: csökkent ejekciós frakciójú szívelégtelenségben (HFrEF) IA ajánlással, míg enyhén csökkent (HFmrEF) és megtartott ejekciós frakciójú (HFpEF) esetekben IIb ajánlással javasolt az alkalmazásuk.

Az MRA-knak már több generációjával rendelkezünk, fontos azonban figyelembe venni az egyes gyógyszerek közötti különbségeket, különösen a mellékhatásprofil tekintetében. Ha mellékhatások miatt felmerül a gyógyszer elhagyása, érdemes mérlegelni az alternatívák közötti eltéréseket. PI. a spironolaktonhoz képest a második generációs, innovatívabb eplerenon előnyösebbnek bizonyul a hyperkalaemia kockázata, a vesefunkcióra gyakorolt hatás, valamint az antiandrogén mellékhatások (például gynecomastia) szempontjából is.

Habon docens a mellékhatások közül kiemelte a hyperkalaemiát, amelynek kezelésére az elmúlt években több stratégia is megjelent; ilyen pl. a káliumkötők alkalmazása, amelyek lehetővé tehetik a terápia folytatását. ARNI-ra váltás vagy SGLT2-gátló hozzáadása szintén csökkentheti a hyperkalaemia kockázatát. Az alapvető üzenet tehát az, hogy minden lehetséges eszközzel törekednünk kell az MRA-kezelés fenntartására.

Az előadó kitért a nem megfelelő adherencia kérdésére is, amely a terápiás eredmények romlásának egyik döntő tényezője. Az adatok szerint ez különösen gyakori az MRA-terápia esetében, ahol az elhagyás aránya akár 42% is lehet. Klinikai vizsgálatok igazolják, hogy a gyógyszeres kezelés megszakítása vagy csökkentése drámai mértékben növeli a hospitalizációt és a halálozást is.

Végezetül *Habon Tamás docens* kitért a HFpEF felismerésének fontosságára: ebben jelentős elmaradás tapasztalható, noha itt is jól alkalmazhatók az SGLT2-gátlók, az MRA-k és a GLP-1-receptor-agonisták. Kiemelte továbbá a multidiszciplináris megközelítés fontosságát, amelyre jó példát jelentenek azok a centrumok, ahol ez a struktúra már hatékonyan működik.

Vágvölgyi Ágnes

Rövidítések:

ARNI: angiotenzinreceptor-neprilizin inhibitor; COPD: krónikus obstruktív tüdőbetegség; GLP-1-agonista: glükagonszerű peptid-1 agonista; HFpEF: megtartott ejekciós frakcióval járó szívelégtelenség; HFrEF: csökkent ejekciós frakcióval járó szívelégtelenség; MRA: mineralokortikoidreceptor-antagonista; NT-proBNP: N-terminális pro-B típusú natriuretikus peptid; RAAS: renin-angiotenzin-aldoszteron rendszer; SGLT2: nátrium-glükóz-kotranszporter-2



Tisztelt Orvskolléga!

A lapunk hasábjain zajló akkreditált továbbképző tanfolyamunk aktuálisan 2 lapszám szakmai anyagára épül, vagyis 2 modulból áll. A továbbképzés szabadon választható kategóriába tartozó távoktatás, amelynek sikeres teljesítése esetén összesen 8 kreditpont szerezhető. Minden lapszamban, vagyis modulonként 12 tesztkérdés található, ezek 75%-ának helyes megválaszolásáért részpontszám jár a következők szerint: 1 modul teljesítése esetén 4 kreditpont, 2 modul teljesítése esetén 8 kreditpont.

A tanfolyamon megszerzett kreditpontok a következő szakvizsgák esetén szakma szerinti pontként kerülnek elszámolásra: belgyógyászat, belgyógyászati angiológia, csecsemő- és gyermekkardiológia, diabetológia, endokrinológia és anyagcsere-betegségek, foglalkozás-örvostan (üzemörvostan), geriátria, háziorvostan, kardiológia, orvos (szakirányú szakképesítés nélkül), orvosi rehabilitáció (kardiológia), orvosi rehabilitáció (belgyógyászat), neurológia, sportörvostan, szívsebészet. A kreditpontok minden más esetben szabadon választható elméleti pontként vehetők figyelembe. **A teszt megoldása kizárólag online formában történhet.**

Ha részt kíván venni a lapunk által nyújtott kreditpontos tanfolyamon, kérjük, hogy látogasson el az

orvosikreditpont.hu internetes oldalra, ahol minden információt megtalál, hogy kitölthesse a tesztkérdéssort.

Az oldalra való belépés regisztráció után lehetséges, mivel az oldal zárt szakmai portál. A regisztráció ingyenes.

A tesztkérdéssor megoldása által megszerzett kreditpontokról az **oftex.hu** internetes oldalon tájékozódhat a kitöltési határidő után.

Beküldési határidő: 2026. 06. 30.

A FÓKUSZÁLT ECHOKARDIOGRÁFIA HELYE ÉS SZEREPE AZ ALAPELLÁTÁSBAN – KISS-KOVÁCS RÓBERT

1. Mi a fókuszált echokardiográfia elsődleges szerepe az alapellátásban?

- A: A teljes körű echokardiográfia kiváltása.
- B: A végleges kardiológiai diagnózis felállítása.
- C: A fizikális vizsgálat kiegészítése és döntéstámogatás.
- D: Szűrővizsgálatként történő, rutinszerű alkalmazás.

2. Az alábbiak közül melyik nem tartozik a fókuszált echokardiográfiával megbízhatóan felismerhető eltérések közé?

- A: Perikardiális folyadékgyülem.
- B: Súlyos bal kamrai szisztolés diszfunkció.
- C: Enyhe billentyűelégtelenségek kvantitatív megítélése.
- D: Jelentős jobbszívfél-tágulat.

3. Mi a fókuszált echokardiográfia egyik legfontosabb előnye az alapellátásban?

- A: A részletes hemodinamikai értékelés.
- B: A gyors kivitelezhetőség és azonnali döntéstámogatás.
- C: A szívbillentyű-betegségek kvantitatív elemzése.
- D: A standard transthoracalis echokardiográfia teljes kiváltása.

A KÉT NAGY RIZIKÓFAKTOR, A MAGAS VÉRNYOMÁS ÉS A MAGAS KOLESZTERINSZINT HOSSZÚ TÁVÚ EGYÜTTES KEZELÉSÉNEK KARDIOVASZKULÁRIS NYERESÉGE – MÁRK LÁSZLÓ

4. Milyen hosszú volt az átlagos követési idő az eddigi leghosszabb, PCSK9-gátlóval végzett nagy vizsgálat, a FOURIER extenziós szakaszában?

- A: 7,2 év. B: 5 év.
- C: 8,2 év. D: 10 év.

5. Melyik állítás nem igaz?

- A: A NATURE-Legacy-vizsgálatban mendeli randomizációt alkalmaztak.
- B: A NATURE-Legacy-vizsgálat tervezése a HOPE3 alapján történt.
- C: A NATURE-Legacy-vizsgálatban a hosszú távon alacsony vérnyomás és alacsony LDL-C kedvező kardiovaszkuláris hatását igazolták.
- D: A NATURE-Legacy-vizsgálat kettős vak randomizációval történt.

6. Melyik állítás nem igaz a WOSCOPS-vizsgálatról?

- A: Primer preventív, multicentrikus, nemzetközi vizsgálat volt.
- B: Elsőnek igazolta nem ismert érbeteggekben a statinok kedvező kardiovaszkuláris hatását.
- C: Az alapvizsgálat lezárása után 20 évvel is kimutatható különbség volt összehalálkozásban a placebo és az aktívan kezelt ág betegei között.
- D: Mérföldkövizsgálatnak nevezhető.

DEGENERATÍV MITRÁLISBILLENTYŰ-BETEGSÉGEK – A DIAGNOSZTIKÁTÓL A TERÁPIÁIG – SÁNDOR-MENYHÁRT ORSOLYA

7. Melyik szövettani eltérés jellemző leginkább a myxomatosus mitrálisbillentyű-degenerációra?

- A: Fokozott mukopoliszacharid- (glükózaminoglikán-) felhalmozódás a vitorlák spongiózarétegében.
- B: Kiterjedt meszesedés a mitrális anulusban.
- C: Granulomatosus gyulladás a leafletekben óriássejtekkel.
- D: Amyloidlerakódás az ínhúrokban.

8. Melyik echokardiográfiás jellegzetesség társul leggyakrabban Barlow-betegséghez?

- A: Multisegmentális, redundáns billentyűprolapszus és megvastagodott vitorlák.
- B: Izolált posterior vitorlarestriktió.
- C: Súlyos aortabillentyű-szűkület.
- D: Kis méretű, merev mitrális anulus.

9. Melyik mechanizmus játszik szerepet az aritmogén mitrális prolapszus kialakulásában?

- A: A mitrális anulus dysjunctiója és a papilláris izom fibrózisa.
- B: Koncentrikus bal kamrai hipertrófia.
- C: A Na-csatorna veleszületett rendellenessége.
- D: A mitrális anulus meszesedése.

A MULTIMODÁLIS KÉPALKOTÁS SZEREPE A DISZKORDÁNS AORTA STENOSIS DIAGNOSZTIKÁJÁBAN – SZEDLACSEK ZSOLT

10. Melyik echokardiográfiás mérési hiba tekinthető a diszkordáns aorta stenosis leggyakoribb és klinikailag legjelentősebb hibaforrásának?

- A: A maximális gradiens túlbecslése.
- B: Az LVOT-átmérő pontatlan meghatározása.
- C: A bal pitvari volumen hibás mérése.
- D: A jobb kamrai funkció alulbecslése.

11. Melyik paraméter-kombináció jellemző a paradox low-flow low-gradient (pLFLG) aorta stenosisra?

- A: LVEF <50%, SVi ≤35 ml/m², magas gradiens.
- B: LVEF ≥50%, SVi ≤35 ml/m², alacsony gradiens.
- C: LVEF ≥50%, SVi >35 ml/m², magas gradiens.
- D: LVEF <50%, SVi >35 ml/m², alacsony gradiens.

12. Mit tekintünk flow rezervnek dobutamin-stresszechokardiográfia során?

- A: Az AVA legalább 20%-os növekedését.
- B: Az ejekciós frakció legalább 10%-os növekedését.
- C: A verővolumen legalább 20%-os emelkedését.
- D: A gradiens legalább 10 Hgmm-es csökkenését.