

# Gyermekkori, kórházon kívüli hirtelen szívmegállás és öröklődő arrhythmiaszindrómák Magyarországon

Környei László dr.<sup>1</sup> ■ Szabó Andrea dr.<sup>1</sup>  
Tooth Franciska dr.<sup>2</sup> ■ Krivácsy Péter dr.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Gottsegen György Országos Kardiiovaszkuláris Intézet, Gyermekszív Központ, Budapest

<sup>2</sup>Bajcsy-Zsilinszky Kórház és Rendelőintézet, Budapest

<sup>3</sup>Semmelweis Egyetem, Általános Orvostudományi Kar, I. Gyermekgyógyászati Klinika, Budapest

*Bevezetés:* A gyermekkori hirtelen szívmegállás ritka, de egy részük megelőzhető lehetne.

*Célkitűzés:* Vizsgálatunk célja az volt, hogy a Magyarországon előforduló, kórházon kívüli gyermekkori szívmegállás gyakoriságát és háttérében az öröklődő arrhythmiaszindrómák jelentőségét megbecsüljük.

*Módszer:* Három megközelítést alkalmaztunk. Elemeztük 1) az Országos Mentőszolgálat 2012. január 1. és 2015. június 30. közötti eseteinek Utstein-adatlapjait, 2) az Országos Gyermekszív Központba hirtelen szívmegállás miatt 2000. január 1. és 2021. augusztus 11. között felvett, valamint 3) az öröklött arrhythmiaszindróma gyanúja miatt 2015. október 1. és 2021. augusztus 11. között gondozásba vett gyermekek adatait.

*Eredmények:* 1) A vizsgált 3,5 év alatt 373 gyermekkori keringésmegálláshoz riasztották a mentőket. Az Utstein-adatlapok alapján vélhetően 84 esetben ( $\approx 24/\text{év}$ ) állhatott cardialis ok a háttérben. A reanimáció az esetek 20%-ában volt sikeres. 2) A vizsgált közel 21 évben 24 gyermek ( $\approx 1/\text{év}$ ) került felvételre előzmény nélküli hirtelen szívmegállást követően a tercier országos központba. Háttérükben 11/24 (46%) esetben öröklött arrhythmiaszindróma, 4/24 (16%) esetben strukturális szívbetegség igazolódott. 9/24 (38%) esetben az ok nem volt tisztázható. 3) A vizsgált közel 6 évben 73 gyermeknél ( $\approx 12/\text{év}$ ) történt genetikai vizsgálat öröklődő arrhythmiaszindróma gyanúja miatt: tünetek nélküli kóros EKG:  $n = 23$ , családszűrés:  $n = 21$ , syncope:  $n = 15$ , sikeres újraélesztést követően:  $n = 14$ . Egyértelmű patológiás mutáció 29 ( $\approx 5/\text{év}$ ), ismeretlen jelentőségű variáns 15 esetben igazolódott.

*Következtetés:* Az Országos Mentőszolgálat adatai alapján Magyarországon évente kb. 20–25 gyermeknél következik be kórházon kívüli hirtelen szívmegállás. Ezen esetek körülbelül egyötödében sikeres az újraélesztés, és a túlélő betegek egyötöde gyógyul súlyos szövődmények, neurológiai károsodás nélkül és kerül az Országos Gyermekszív Központba további ellátásra a gyermekkori szívmegállások 5%-a). Ezen betegek közel felénél utólag öröklött arrhythmiaszindróma igazolható. Öröklődő arrhythmiaszindróma miatt az országos központban gondozásba kerülő gyermekek egyötödét ismerik fel hirtelen szívmegállást követően.

Orv Hetil. 2022; 163(12): 473–477.

**Kulcsszavak:** gyermekkori, szívmegállás, öröklött, arrhythmiaszindróma

## Out-of-hospital pediatric sudden cardiac arrest and inherited arrhythmia syndromes in Hungary

*Introduction:* The incidence of pediatric out-of-hospital sudden cardiac arrest is low, but a part of them could be preventable.

*Objective:* Aim of our study was to assess the pediatric cardiac arrest in Hungary and the magnitude of inherited cardiac arrhythmias in the background.

*Method:* Three methods were used. 1) Utstein data sheets of the National Ambulance Service between 01. 01. 2012 and 30. 06. 2015. 2) Records of admissions to the national tertiary pediatric heart centre, due to out-of-hospital pediatric sudden cardiac arrest between 01. 01. 2000 – 11. 08. 2021. and 3) Results of genetic testing in patients with suspicion of inherited arrhythmia syndromes between 01. 10. 2015 – 11. 08. 2021 were analysed retrospectively.

*Results:* 1) Ambulance was called to 373 paediatric cardiac arrests during the study period of 3.5 years. Primary cardiac origin was presumed in 84 cases ( $\approx 24/\text{year}$ ) on the basis of Utstein data sheets. Reanimation was successful in 20%. 2) 24 children ( $\approx 1/\text{year}$ ) were admitted to the national pediatric heart centre after out-of-hospital sudden cardiac arrest during the study period of 21 years. Inherited arrhythmia syndromes in 11/24 (46%), structural heart disease in 4/24 (16%) cases could be identified, but etiology remained unclear in the rest 9/24 (38%). 3) Suspicion of inherited arrhythmia syndrome emerged in 73 children in 6 years of the study ( $\approx 12/\text{year}$ ) and it was based on

pathological ECG: n = 23, family screening: n = 21, syncope: n = 15, successful reanimation: n = 14. Genetic testing revealed pathological variation in 29 cases ( $\approx 5$ /year), variant of unknown significance in 15 cases.

**Conclusion:** 20–25 children have out-of-hospital cardiac arrest annually in Hungary based on data from the National Ambulance Service. Reanimation is successful in one fifth of the cases. One fifth of these surviving children had no severe complications and neurological deficit and they were admitted to the national pediatric heart centre for further diagnosis and treatment (5% of pediatric cardiac arrest). Inherited arrhythmia syndrome could be identified in the background in half of these admissions. One fifth of children checked up and followed for inherited arrhythmia syndrome in the national centre were diagnosed after sudden cardiac arrest.

**Keywords:** childhood, cardiac arrest, inherited, arrhythmia syndrome

Környei L, Szabó A, Tooth F, Krivácsy P. [Out-of-hospital pediatric sudden cardiac arrest and inherited arrhythmia syndromes in Hungary]. *Orv Hetil.* 2022; 163(12): 473–477.

(Beérkezett: 2021. szeptember 18.; elfogadva: 2021. október 18.)

### Rövidítések

CPR = cardiopulmonalis resuscitatio; CPVT = (catecholaminergic polymorphic ventricular tachycardia) catecholaminerg polimorf kamrai tachycardia; CT = (computer tomography) komputertomográfia; EESZT = Elektronikus Egészségügyi Szolgáltatási Tér; EKG = elektrokardiográfia; ICD = (implantable cardioverter defibrillator) implantálható kardioverter-defibrillátor; LQTS = (long QT syndrome) hosszú-QT-szindróma; MR = (magnetic resonance) mágneses rezonancia; OMSZ = Országos Mentőszolgálat; SE TUKEB = Semmelweis Egyetem, Tudományos Kutatásaitikai Bizottság; VUS = (variant of unknown significance) ismeretlen jelentőségű variáns

A gyermekkori, kórházon kívüli hirtelen szívmegállás a gyermekkori halálozás kis részét képezi, de gyakran egészségesnek tűnő, rendszeresen sportoló gyerekeknél váratlanul lép fel, ami miatt még inkább érthetetlennek és elfogadhatatlannak tűnik a család és a társadalom számára. Incidenciája és etiológiája is igen eltérő az egyes vizsgálatokban [1–5]. Az eltéréseket számos módszertani különbség magyarázza, bár geográfiai, genetikai, egészségügyi ellátási eltérések is lehetnek a háttérben. Annyi azonban bizonyosnak tűnik, hogy a gyerekeknél a hirtelen szívmegállás hátterében az öröklődő arrhythmiaszindrómák a felnőttkorhoz képest gyakrabban fordulnak elő [6–8], és hatékonyabb felismerésük esetén a tragikus események megelőzhetőek lennének.

A gyermekkori, kórházon kívüli hirtelen szívmegállások csökkentése és megelőzése szempontjából szükséges hazai teendőik első döntő lépése a magyarországi gyermekkori adatok meghatározása. Vizsgálatunk célja ezért az volt, hogy a Magyarországon gyermekkorban kórházon kívül bekövetkező hirtelen szívmegállás gyakoriságát és hátterében az öröklődő arrhythmiaszindrómák jelenlétét megbecsüljük.

### Módszer

A magyarországi esetszámok meghatározására a kutatás során három megközelítést alkalmaztunk. A kutatást a

Semmelweis Egyetem Regionális, Intézményi Tudományos és Kutatásaitikai Bizottsága engedélyezte (SE TUKEB 146/2015).

(1) Első megközelítésként elemeztük az Országos Mentőszolgálat (OMSZ) 2012. január 1. és 2015. június 30. közötti, 18 éven aluli gyermekek hirtelen szívmegállása miatt riasztott eseteinek Utstein-adatlapjait. Az OMSZ ún. Utstein-dokumentációja alapján, mely egy keringésmegállásról kitöltendő formanyomtatvány, meghatároztuk az alább részletezett módon azon eseteket, amelyeknél vélhetően hirtelen szívmegállás történt.

A beválasztási kritériumok a következők voltak: 1) Minden olyan eset, amelynél a keringésmegállás okának „cardialis” volt megjelölve. 2) Ezenfelül, ha nem cardialisnak volt jelölve a keringésmegállás feltételezhető oka, de a betegnél a következőkből bármelyik teljesült: a) szemtanú által végzett defibrilláció, b) kikeréskor az elsőként észlelt EKG-ritmus kamrafibrilláció/kamrai tachycardia, c) OMSZ által végzett defibrilláció, d) gyógyszerelésnél amiodaron alkalmazása. Ezt követően a sorszámmal dokumentált adatlapokhoz tartozó személyes adatok kiírása manuálisan történt.

(2) Második megközelítésként a Gottsegen György Országos Kardiovaszkuláris Intézet Gyermekszív Centrumában 2000. január 1. és 2021. augusztus 11. között előzmény nélkül, kórházon kívül bekövetkezett hirtelen szívmegállás miatt további kivizsgálásra és szekunder profilaxisként ICD-beültetésre felvett betegek adatait elemeztük. A demográfiai adatok mellett elemzésre került a személyes és családi anamnézis, a primer ritmuszavar, a feltételezett etiológia és a felállításához szükséges diagnosztikus vizsgálatok.

(3) Harmadik megközelítésként a Gottsegen György Országos Kardiovaszkuláris Intézet Gyermekszív Centrumában 2015. október 1. és 2021. augusztus 11. között, öröklődő arrhythmiaszindróma miatt vizsgált és gondozott gyermekek klinikai és genetikai vizsgálatainak eredményeit dolgoztuk fel. Vizsgáltuk a betegek prezentációs tüneteit, a hirtelen szívmegállás gyakoriságát az anamnézisben és a genetikai vizsgálatokkal felismert tünet-

mentes betegek számát. A genetikai vizsgálatok újgenerációs szekvenálással történtek a Blueprint Genetics laboratóriumában. A variánsok patogénitásának meghatározásához a „Single Nucleotide Polymorphism Database” (dbSNP) és a „Genom Aggregation Database” (gnomAD) adatbázisokat, valamint a PolyPhen, SIFT és MutTaster *in silico* modelleket használták.

## Eredmények

1) A vizsgálati időszak 3,5 éve alatt összesen 373 ( $\approx 106/\text{év}$ ) esetben jelentették 18 éven aluli gyermek kórházon kívüli keringésmegállását az OMSZ felé. Az anonim adatlapok alapján a vélhetően hirtelen szívmegeállásnak minősíthető esetek száma 95 volt. Az adatok összehasonlító elemzésével – a több esetkocsi által is jelentett többszörös esetek levonása után – összesen 84 gyermeket ( $\approx 24/\text{év}$ ) azonosítottunk. Az Utstein-lapon a keringésmegállás okánál cardialisnak megjelölt esetek száma 66 (79%) volt, a többi 18 eset (21%) a Módszer fejezetben részletezett elvek szerint került beválogatásra. A 84 esetből 49 volt fiú (58%) és 35 lány (42%). Az újraélesztés kimenetelét tekintve 17 esetben (20%) tért vissza a spontán keringés, 2 gyermeket (2%) folyamatos CPR mellett szállítottak kórházba, 3 esetben (4%) volt az újraélesztés csak átmenetileg sikeres, szintén 3 esetben (4%) lett felfüggesztve, 59 esetben (70%) pedig sikertelen volt. Külön azokat az eseteket kiemelve, amelyeknél laikus újraélesztés is történt még az OMSZ kérésére előtt, 21%-os volt a spontán keringés visszatérése.

Következő lépésként a hirtelen keringésmegállás etiológiájának tisztázása érdekében tervezett mindkét módszer sikertelen maradt. A gyermekek reanimáció utáni sorsára, kórházi, patológiai vagy igazságügyi vizsgálatára, helyére utaló adatokra – a vizsgálati időszakban – a mentési dokumentációból nem lehetett következtetni. Lakcím alapján az anonim gyermekek házi orvosának azonosítása szintén eredménytelen maradt. Ennek oka, hogy csak a lakcím ismeretével nem volt lehetséges a házi or-

1. táblázat | A gyermekkori, kórházon kívüli szívmegeállások etiológiája sikeres újraélesztést követően a Gottsegen György Országos Gyermekszív Központ adatai alapján (2000–2021)

Elektromos cardialis eltérés	Ioncsatorna-betegség	Katecholaminerg polimorf kamrai tachycardia	5	
		Hosszú-QT-szindróma	5	
		Brugada-szindróma	1	
Strukturális cardialis eltérés	Cardiomyopathia	Hypertrophiás cardiomyopathia	3	Enyhe
	Szívfejlődési rendellenesség	Valvularis aortastenosis	1	Enyhe
Ismeretlen			9	(4 mitralis prolapsus)

vosok személyének kiderítése, ugyanis nem volt olyan adatbázis, amelyben megtalálható lett volna az összes gyermek- és az esetleges korai átjelentkezés miatt felnőtt háziorvosi praxis is, pontos területi ellátási kötelezettségükkel együtt. Továbbá magában a területi ellátási kötelezettségben is viszonylag gyakori a változtatás, így a családok megkeresése a házi orvoson keresztül a hirtelen keringésmegállás etiológiájának tisztázására, továbbá a családszűrés céljából nem volt elvégezhető.

2) A vizsgált közel 21 évben 24 gyermek ( $\approx 1/\text{év}$ ) került felvételre a Gottsegen György Országos Kardiovaszkuláris Intézetbe kórházon kívüli hirtelen szívmegeállást követően. Nemi megoszlás: 10 lány, 14 fiú; medián életkor a hirtelen szívmegeállás bekövetkezésekor:  $13 \pm 4,1$  év. A primer arrhythmia 15/24 esetben kamrafibrilláció, 4/24 esetben kamrai tachycardia, 3/24 esetben asystolia volt, 2/24 esetben nem volt dokumentálva. Elektrofiziológiai vizsgálat 5/24, koronarográfia vagy coronaria-CT 6/24, kardio-MR 12/24, gyógyszeres (ajmalin, epinefrin, izoproterenol) provokációs teszt 10/24, genetikai vizsgálat 12/24 esetben történt. Drogabúzus, hirtelen szívhalál a családi anamnézisben egyetlen esetben sem szerepelt. A szívmegeállás hátterében 11/24 (46%) esetben öröklött arrhythmiaszindróma, 4/24 (16%) esetben strukturális szívbetegség igazolódott. 9/24 (38%) esetben az ok nem volt tisztázható. Az elektromos betegségek közül 5 esetben CPVT, 5 esetben LQT, 1 esetben Brugada-szindróma volt bizonyítható. A strukturális szívbetegség 3/4 esetben enyhe hypertrophiás cardiomyopathia, 1/4 esetben valvularis aortastenosis volt. 4/9 ismeretlen eredetűnek klasszifikált esetben igazolódott enyhe mitralis prolapsus, ezeket azonban nem tekintettük etiológiai tényezőnek (1. táblázat). A genetikai vizsgálat 6 esetben igazolt egyértelmű patológiás variánst (5 CPVT, 1 LQTS), 1 esetben ismeretlen jelentőségű variánst (VUS), 5 esetben pedig eltérés nem volt igazolható. 19/24 betegnél történt szekunder profilaxisként ICD-beültetés.

3) A vizsgált közel 6 évben 73 gyermek (kb.  $12/\text{év}$ ) került gondozásba öröklődő arrhythmiaszindróma gyanúja miatt a Gottsegen György Országos Kardiovaszkuláris Intézet Gyermekkori Szívritmuszavar Ambulanciáján: tünetek nélküli kóros EKG-eltérés miatt:  $n = 23$ , családszűrés részeként:  $n = 21$ , syncope miatt:  $n = 15$ , hirtelen szívmegeállást és sikeres újraélesztést követően:  $n = 14$ .

Egyértelmű patológiás mutáció 29/73 gyermekben (kb.  $\approx 5/\text{év}$ ), VUS 23/73 esetben igazolódott. 1-1 gyermekben két – egy VUS és egy patológiás – mutáció is igazolódott (2. táblázat). A tünetmentes gyermekek esetében a szüleikben észlelt öröklött arrhythmiaszindróma miatt végzett 7 genetikai vizsgálatnak és a 14 nem gyermekkorú beteg genetikai vizsgálatának az eredményei nem kerültek be a tanulmányba.

A három megközelítés évenkénti esetszámait az 1. ábrán tüntettük fel.

**2. táblázat** | Az öröklött arrhythmiaszindróma felismeréséhez vezető primer eltérések gyermekkorban a Gottsegen György Országos Gyermekegészségügyi Központ adatai alapján (2015–2021)

Primer eltérés	Betegszám	Genetikai vizsgálat történet	Genetikai vizsgálati eredmény
Tünetek nélküli kóros EKG	23/73	23/23	Kóros: 11/23 VUS: 3/23* Negatív: 10/23
Tünetek nélküli családszűrés	21/73	21/21	Kóros: 7/21 VUS: 8/21 Negatív: 6/21
Syncope	15/73	15/15	Kóros: 4/15 VUS: 9/15* Negatív: 3/15
Hirtelen szívmegállás	14/73	14/14	Kóros: 7/14 VUS: 3/14 Negatív: 4/14

\*Megjegyzés: A syncope és a tünetek nélküli kóros EKG csoportjában 1-1 gyermeknél két (egy VUS és egy patológiás) mutáció is igazolódott  
EKG = elektrokardiográfia; VUS = ismeretlen jelentőségű variáns

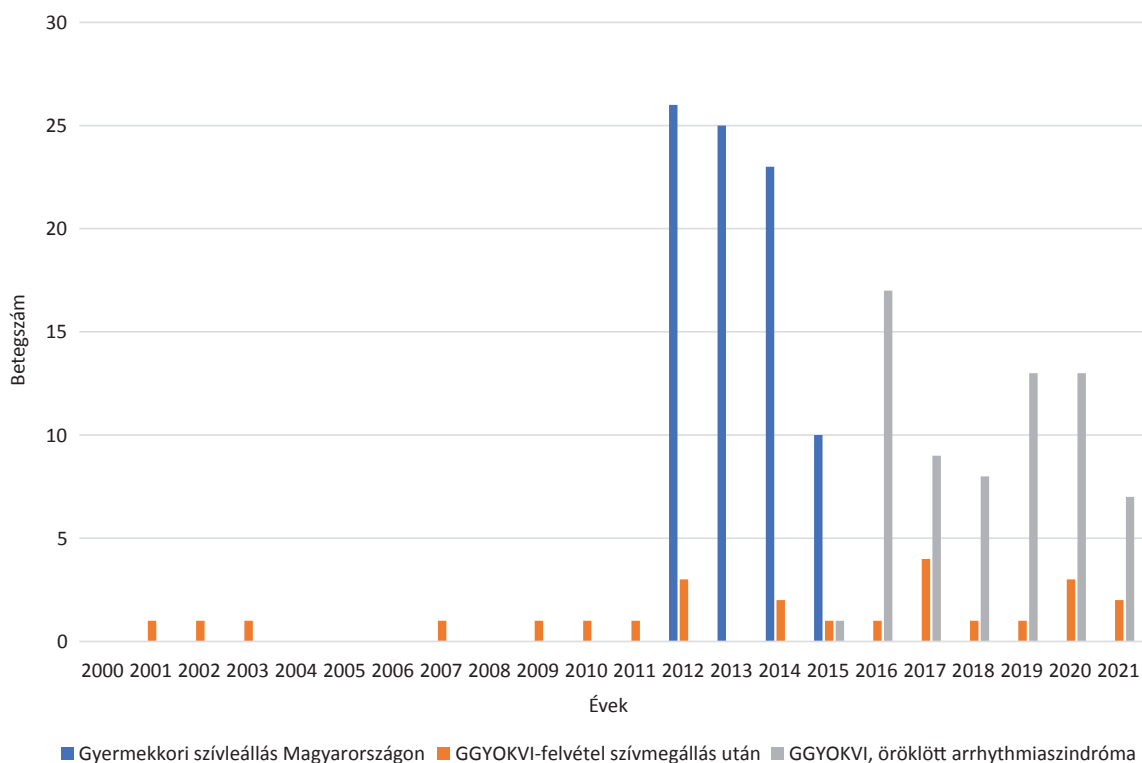
## Megbeszélés

Vizsgálatunk legjelentősebb eredménye, hogy elsőként szolgáltatunk adatokat a Magyarországon előforduló, kórházon kívüli gyermekkorban szív megállás gyakoriságáról

(kb. 20–25 gyermek/év) és a súlyos szövődmények nélküli túlélési arányokról (5%). Adataink ezen esetek etiológiájának tisztázásához és ezáltal a megelőzésükhez is hozzájárulnak, amennyiben vizsgálatunk alapján a sikeresen, súlyos szövődmények nélkül túlélő gyermekek közel felében öröklött arrhythmiaszindróma volt igazolható, és a gyermekkorban gondozásba vett, öröklött arrhythmiaszindrómás gyermekek egyötöde hirtelen szív megállás után került felismerésre. Ezenkívül felhívtuk a figyelmet arra, hogy a sikertelenül végződő esetek azonosítása a mentési adatokból nem volt lehetséges, és ezen gyerekek családjának kardiológiai/kardiogenetikai szűrése bizonytalan, megoldásra vár.

A gyermekkorban, kórházon kívüli hirtelen szív megállás ritka és rossz prognózisú betegség. Incidenciája különböző országokban irodalmi adatok alapján 0,5–2,5 fő/100 000 betegév [1–5], a kórházi elbocsátással végződő esetek aránya pedig 2–6% [2, 9–11], bár a gyermek sürgősségi ellátás fejlődésével ez 17,6–40,2%-ra emelkedett az utóbbi időben [5, 12]. Eredményeink alapján a becsült magyarországi előfordulás ( $\approx 1,20$  fő/100 000 betegév) megfelel az irodalmi adatoknak, bár fontos figyelembe venni, hogy azok az esetek, amelyeknél az Utstein-adatlapot nem vagy hibásan töltötték ki, nem kerültek bele a vizsgálatba.

A kórházi elbocsátással, áthelyezéssel járó esetek hazai előfordulása a gyermek sürgősségi ellátás eredményeinek korábbi korszakára jellemzőek, ha az Országos Gyermek- és Ifjúsági Egészségügyi Központ további kivizsgálásra és esetleges ICD-



**1. ábra** | Az évenkénti esetszámok megoszlása  
GGYOKVI = Gottsegen György Országos Kardiovaszkuláris Intézet

beültetésre kerülő betegeinek számát vesszük figyelembe. (Hazánkban gyermekkori ICD-beültetés csak itt történik.) Ha azonban figyelembe vesszük, hogy – szintén az irodalmi adatok alapján – a súlyos neurológiai szövődmények nélküli túlélők aránya 1–4% [2, 9–11, 13], és feltételezzük, hogy a súlyos neurológiai károsodással járó eseteket nem referálták az országos központnak, akkor eredményünk alulbecsült lehet.

Azon eredmény, hogy a súlyos neurológiai károsodás nélkül további ellátásra került betegek közel felében az öröklődő arrhythmiaszindróma diagnózisát állítottuk fel, nem meglepő, hisz a gyermekkori hirtelen szív-megállás etiológiai megoszlása eltér a felnőttkoritól. Gyermekkorban a strukturális szívfejlődési rendellenességek, öröklődő arrhythmiaszindrómák és cardiomyopathiák dominálnak, míg a szerzett szívbetegségek (gyulladás, arteria coronaria sclerosis) ritkák [6–8]. Eredményünket azonban befolyásolhatja, hogy a szív-megállás etiológiája is hatással lehet az újraélesztés sikerarányára.

A gyermekkori hirtelen szív-megállás megelőzése szempontjából a predisponáló betegségek korai felismerése és kezelése alapvető, így az előbbi etiológiai adaton túl fontos azon adatunk is, hogy a gyermekkorban gondozásba vett, öröklött arrhythmiaszindrómás betegek kb. 20%-a hirtelen szív-megállást követően került felismerésre. Mindkét eredmény arra mutat rá, hogy az öröklődő arrhythmiaszindrómák hatékonyabb, a klinikai tünetek jelentkezése előtti felismerésével a gyermekkori szív-megállások száma csökkenthető lenne.

A monogénes öröklődésű betegségekben a megelőzés egyik módja a genetikai családszűrés. Az egyértelmű patológiás génvariáció a klinikailag igazolt eseteink több mint egyharmadában ezt lehetővé tette, de az egyötödnyi VUS további klasszifikációja a későbbiekben tovább javíthatja ezt az arányt.

A genetikai vizsgálaton túli családszűrés lehetőségére és szükségességére a korai felismerésben és megelőzésben jól rámutat, hogy a gondozásba kerülő gyerekek egynegyede került családtag révén felismerésre. Ezért is lenne elengedhetetlen és feltétlenül megszervezendő, hogy azon gyermekek családja is kardiológiai/kardiogenetikai szűrővizsgálaton essen át, akiknél az újraélesztés sikertelenül végződött.

A vizsgálatunk óta eltelt időben bevezetésre került Elektronikus Egészségügyi Szolgáltatási Tér (EESZT) már megadja az elvi lehetőséget a gyermekkori hirtelen szív-megállás eseteiben a betegek utólagos azonosítására, esetleges kórbonctani eredménnyel való összekapcsolására és a családszűrés kezdeményezésére, de ennek pontos kidolgozása még megoldásra vár.

*Anyagi támogatás:* A közlemény megírása, illetve a kapcsolódó kutatómunka anyagi támogatásban nem részesült.

*Szerzői munkamegosztás:* K. L.: A kutatás tervezése, az adatok értelmezése, a kézirat írása és szerkesztése. Sz. A.: A kutatás tervezése, adatgyűjtés, az adatok értelmezése, a kézirat szerkesztése, ellenőrzése. T. F.: Adatgyűjtés, adatértelmezés, a kézirat szerkesztése, ellenőrzése. K. P.: A kutatás tervezése, az adatok értelmezése, a kézirat ellenőrzése. A cikk végleges változatát valamennyi szerző elolvasta és jóváhagyta.

*Érdekeltségek:* A szerzőknek nincsenek érdekeltségeik.

## Irodalom

- [1] Couper K, Putt O, Field R, et al. Incidence of sudden cardiac death in the young: a systematic review. *BMJ Open* 2020; 10: e040815.
- [2] Atkins DL, Everson-Stewart S, Sears GK, et al. Epidemiology and outcomes from out-of-hospital cardiac arrest in children: the Resuscitation Outcomes Consortium Epistry-Cardiac Arrest. *Circulation* 2009; 119: 1484–1491.
- [3] Bagnall RD, Weintraub RG, Ingles J, et al. A prospective study of sudden cardiac death among children and young adults. *N Engl J Med*. 2016; 374: 2441–2452.
- [4] Winkel BG, Risgaard B, Sadjadieh G, et al. Sudden cardiac death in children (1–18 years): symptoms and causes of death in a nationwide setting. *Eur Heart J*. 2014; 35: 868–875.
- [5] Meyer L, Stubbs B, Fahrenbruch C, et al. Incidence, causes, and survival trends from cardiovascular-related sudden cardiac arrest in children and young adults 0 to 35 years of age: a 30-year review. *Circulation* 2012; 126: 1363–1372.
- [6] Hofman N, Tan HL, Clur SA, et al. Contribution of inherited heart disease to sudden cardiac death in childhood. *Pediatrics* 2007; 120: e967–e973.
- [7] Scrocco C, Bezzina CR, Ackerman MJ, et al. Genetics and genomics of arrhythmic risk: current and future strategies to prevent sudden cardiac death. *Nat Rev Cardiol*. 2021; 18: 774–784.
- [8] Giudicessi JR, Ackerman MJ. Role of genetic heart disease in sentinel sudden cardiac arrest survivors across the age spectrum. *Int J Cardiol*. 2018; 270: 214–220.
- [9] Gerein RB, Osmond MH, Stiell IG, et al. What are the etiology and epidemiology of out-of-hospital pediatric cardiopulmonary arrest in Ontario, Canada? *Acad Emerg Med*. 2006; 13: 653–658.
- [10] Donoghue AJ, Nadkarni V, Berg RA, et al. Out-of-hospital pediatric cardiac arrest: an epidemiologic review and assessment of current knowledge. *Ann Emerg Med*. 2005; 46: 512–522.
- [11] Tham LP, Chan I. Paediatric out-of-hospital cardiac arrests: epidemiology and outcome. *Singapore Med J*. 2005; 46: 289–296.
- [12] Herlitz J, Svensson L, Engdahl J, et al. Characteristics of cardiac arrest and resuscitation by age group: an analysis from the Swedish Cardiac Arrest Registry. *Am J Emerg Med*. 2007; 25: 1025–1031.
- [13] Sakai-Bizmark R, Friedlander SMI, Marr EH, et al. Patient characteristics and emergency department factors associated with survival after sudden cardiac arrest in children and young adults: a cross-sectional analysis of a nationally representative sample, 2006–2013. *Pediatr Cardiol*. 2018; 39: 1216–1228.

(Környei László dr.,  
Budapest, Haller u. 29., 1096  
e-mail: drkornyei@gmail.com)