

Korai repolarizációs mintázatot mutató fiatal férfiak echokardiográfiás jellemzőinek összehasonlító vizsgálata

Szabó István Adorján dr.*¹ ■ Kocsis Loránd dr.*² ■ László Szabolcs dr.²
Fehérvári Lajos dr.³ ■ Fárr Ana-Maria dr.¹ ■ Frigy Attila dr.²

¹Marosvásárhelyi G. E. Palade Orvosi, Gyógyszerészeti, Tudomány és Technológiai Egyetem, Kórélettan Tanszék, Marosvásárhely, Románia

²Marosvásárhelyi G. E. Palade Orvosi, Gyógyszerészeti, Tudomány és Technológiai Egyetem, IV. Belgyógyászati Tanszék, Marosvásárhely, Románia

³Maros Megyei Klinikai Kórház, Kardiológia Osztály, Marosvásárhely, Románia

Bevezetés: Az EKG-n megjelenő korai repolarizációs mintázat diagnosztikai kritériumai és klinikai jelentősége elsősorban az elmúlt évtizedben került tisztázásra, ugyanakkor viszonylag kevés vizsgálat foglalkozott mind ez idáig a korai repolarizációs mintázathoz köthető esetleges strukturális szívelváltozások felderítésével.

Módszer: Egy prospektív vizsgálat során azonosított 30, korai repolarizációs mintázatot mutató fiatal férfi (átlagéletkor: $22,5 \pm 1,5$ év) echokardiográfiás paramétereit hasonlítottuk össze egy 32 főből álló (átlagéletkor: $22,3 \pm 1,9$ év) megfeleltetett kontrollcsoport azonos jellemzőivel. A hagyományos paraméterek mérésén túlmenően, szöveti Doppler- és 'strain' (deformáció – speckle tracking módszerrel) vizsgálatot is végeztünk, összesen 35 jellemzőt követve. A paraméterek összehasonlítása kétmintás t-próba, illetve khi-négyzet-próba segítségével történt (szignifikancia: $p < 0,05$).

Eredmények: Nem találtunk patológiás elváltozásokat egyik személy esetében sem, és a két csoport között csupán két paraméter tekintetében fedeztünk fel szignifikáns eltérést. A korai repolarizációs mintázatot mutató csoportban kisebbnek bizonyult a bal kamra végsystolés térfogata ($37,6 \pm 15,2$ ml vs. $45,5 \pm 13,4$ ml; $p = 0,037$), illetve gyakoribbnak találtuk az enyhe mitralis regurgitatio előfordulását (41,4% vs. 6,5%; $p < 0,001$).

Következtetés: A korai repolarizációs mintázatot mutató fiatal férfiak esetén kimutathatók bizonyos echokardiográfiás jellegzetességek. Ezek időbeli alakulásának, illetve prognosztikai, aritmológiai jelentőségének megítélése további, longitudinális követést igényel.

Orv Hetil. 2021; 162(19): 741–745.

Kulcsszavak: korai repolarizációs mintázat, echokardiográfia, szöveti Doppler, 'strain'

Comparative study of echocardiographic parameters in young males with early repolarization pattern

Introduction: The diagnostic criteria and clinical significance of early repolarization pattern on ECG were clarified mainly in the last decade. However, there are only a few studies published on the exploration of cardiac structural changes underlying early repolarization pattern.

Method: We compared the echocardiographic parameters of 30 young males with early repolarization pattern (mean age: 22.5 ± 1.5 years), who were identified during a prospective survey, with the same parameters of a matched control group consisting of 32 young males (mean age: 22.3 ± 1.9 years). Beyond measuring the conventional parameters, tissue Doppler and strain measures (speckle tracking) were obtained. Comparison of parameters was performed using t-test and chi-square test (significance: $p < 0.05$).

Results: There were no pathological changes in any person, and we found significant difference between the two groups only in the case of two parameters. In the early repolarization pattern group, the left ventricular end-systolic volume was smaller (37.6 ± 15.2 ml vs. 45.5 ± 13.4 ml; $p = 0.037$) and the presence of mild mitral regurgitation was more frequent (41.4% vs. 6.5%; $p < 0.001$).

*A két első szerző hozzájárulása a dolgozat elkészítéséhez egyenértékű.

Conclusion: In young males with early repolarization pattern, we managed to demonstrate the existence of certain echocardiographic features. The assessment of their time course, prognostic and arrhythmological significance requires a longer follow-up.

Keywords: early repolarization pattern, echocardiography, tissue Doppler, strain

Szabó IA, Kocsis L, László Sz, Fehérvári L, Fárr A-M, Frigy A. [Comparative study of echocardiographic parameters in young males with early repolarization pattern]. *Orv Hetil.* 2021; 162(19): 741–745.

(Beérkezett: 2020. szeptember 19.; elfogadva: 2020. november 24.)

Rövidítések

a2DQ = (automated 2D cardiac quantification) automata két-dimenziós cardialis kvantifikáció; aCMQ = (automated cardiac motion quantification) automata szívmozgás-kvantifikáció; EKG = elektrokardiográfia; GLS = (global longitudinal strain) globális longitudinális deformáció; KRM = korai repolarizációs mintázat; KRSZ = korai repolarizációs szindróma

A korai repolarizációs mintázat (KRM) egy EKG-elváltozás, melynek lényege a QRS végén megjelenő különálló J-hullám- (ún. „notch”) vagy J-pont- (a pozitív R-hullám leszálló szárába ágyazva, ún. „slur”) eleváció, ST-szakasz-elevációval vagy a nélkül (1. ábra). Az elváltozás aktuális diagnosztikai kritériumai az 1. táblázatban vannak feltüntetve [1, 2].

A KRM előfordulása 1% és 31% közé tehető az átlagpopulációban, illetve 15–70%-os az idiopathiás kamra-

fibrilláción átesett egyéneknél. Gyakoribb a férfiak között, elsősorban fiataloknál, ugyanakkor a nemek közti különbség csökken az életkor előrehaladtával [3–7].

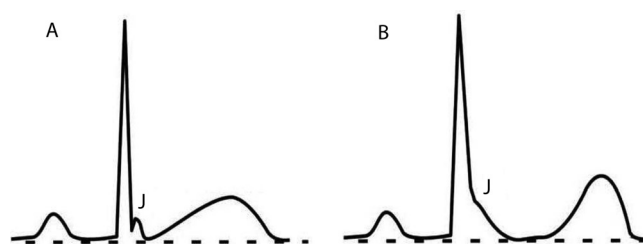
Az elmúlt évtizedek megfigyeléseinek eredménye, hogy a korábban teljesen benignusnak gondolt KRM klinikai jelentőséggel bír: fennállása esetén nagyobb a polimorf ventricularis tachycardia, a kamrafibrilláció és a hirtelen szívhalál kialakulásának kockázata. KRM jelenléte esetén a legfontosabb arrhythmia-rizikómarkerek a 2. táblázatban vannak feltüntetve [1, 7–9]. Korai repolarizációs szindrómáról (KRSZ) beszélünk KRM és ventricularis tachycardia vagy kamrafibrilláció társulása esetén, ha nincs jelen valamilyen más cardialis strukturális vagy elektromos arrhythmiaszubsztrátum [1].

A KRSZ számos fiziopatológiai hasonlóságot mutat a szintén a J-hullám-szindrómák közé sorolt Brugada-szindrómával, egy ioncsatorna-betegséggel, mely az arrhythmias hirtelen szívhalál egyik okozója [10]. Míg a Brugada-szindróma esetén a különböző orvosi képalkotó vizsgálatokkal sikerült kimutatni strukturális elváltozásokat (a jobb kamrai kiáramlási pálya szintjén), addig a KRM-et mutató egyéneknél az esetleges cardialis morfofunkcionális elváltozásokat, mint az arrhythmogenes potenciális szubsztrátumait, viszonylag kevésbé tanulmányozták [11, 12]. Az elektrofiziológiai jellemzők alapján a bal kamra alsó és/vagy laterális falának esetleges érintettsége merülne fel [13, 14].

1. táblázat | A KRM aktuális diagnosztikai kritériumai. A diagnózishoz valamennyi kritérium egyidejű teljesülése szükséges [1]

1. J-hullám jelenléte – bevágás (rovátka, kampó, „notch”) a QRS-komplexus végén vagy a pozitív R-hullám leszálló szárának megtöretése („slur”), ST-szakasz-elevációval vagy a nélkül.
2. A J-hullám csúcsamplitúdója nagyobb, mint 0,1 mV, és jelen van ≥ 2 egymáshoz tartozó elvezetésben, kivéve a V1–V3-at.
3. A QRS szélessége kisebb, mint 120 ms a J-hullámot nem mutató elvezetésekben.

KRM = korai repolarizációs mintázat



1. ábra | A KRM-ra jellemző J-hullám (J) megjelenése a QRS végén. A: „notch” (rovátka) típusú elváltozás; B: „slur” (megtöretés) típusú elváltozás (a magyarázatot lásd a szövegben)

KRM = korai repolarizációs mintázat

2. táblázat | Az arrhythmogenes fontosabb rizikófaktorai, markerei KRM esetén [1]

Topográfia

Globális megjelenés

Megjelenés a jobb praecordialis elvezetésekben

Inferior vagy inferolaterális megjelenés

Klinikai és EKG-megnyilvánulások

Szívmegeállás miatti resuscitatio (dokumentált kamrafibrilláció vagy polimorf kamrai tachycardia miatt)

Pozitív családi kórelőzmény (hirtelen szívhalál, arrhythmias syncope)

Rövid kapcsolási távolságú, korai kamrai ütések

Fragmentált QRS

>2 mV-os J-hullám-amplitúdó

Horizontális vagy deszcendáló ST-szakasz a J-hullám után

EKG = elektrokardiográfia; KRM = korai repolarizációs mintázat

A fentiek alapján vizsgálatunk célja az volt, hogy hagyományos és korszerű echokardiográfiás módszerek segítségével kiderítsük, létezik-e KRM-ot mutató fiatal férfiak esetében valamilyen jellegzetes cardialis morfofunkcionális elváltozás.

Módszer

Egy fiatal, egészséges férfiak bevonásával végzett, KRM-ra irányuló, nagyobb lélegzetű vizsgálat során 260, 16 és 27 év közötti önkéntes közül 30 esetben (átlagéletkor: $22,5 \pm 1,5$ év) találtunk KRM-ot a nyugalmi EKG-n (KRM⁺-csoport). Valamennyiüknél teljesült mindhárom diagnosztikai kritérium. A KRM⁺-csoport mellé egy hasonló nagyságú (32 fő, átlagéletkor: $22,3 \pm 1,9$ év) kontrollcsoportot (KRM⁻-csoport) rendeltünk, melynek tagjai a páronkénti testfelszínegyezés alapján lettek kiválasztva (a két csoport testfelszínértékei: $1,94 \pm 0,16$ m² vs. $1,93 \pm 0,17$ m²; $p = 0,742$) ugyancsak a vizsgált populációból. Fiatal férfiak bevonására azért esett a választásunk, hogy a populációs felmérés során minél több, KRM-ot mutató egyént tudjunk azonosítani, a találati arány minél nagyobb legyen. A vizsgálat a Marosvásárhelyi Orvosi és Gyógyszerészeti Egyetem Kutatásaitikai Bizottságának jóváhagyásával készült (engedélyszám: 129/2018.07.05).

A továbbiakban minden egyén komplex transthoracalis echokardiográfiás vizsgálaton esett át, amelyet egy Philips Epiq7 (Philips Healthcare, Amszterdam, Hollandia) készülékkel végeztünk. A hagyományos, kétdimenziós (2D) echokardiográfiás paraméterek mellett szöveti Doppler-, valamint 'strain' (deformáció) mérések is történtek; összesen 31 paraméter került dokumentálásra. A paraméterek meghatározásakor az érvényben levő standardokat és irányelveket követtük [15]. A készülékbe implementált módszerekkel történt a bal kamrai volumenek és az ejekciós frakció kiszámítása (automata kétdimenziós cardialis kvantifikáció – a2DQ), illetve a globális longitudinális 'strain' (GLS) meghatározása (automata szívmozgás-quantifikáció – aCMQ, mely a 'speckle tracking' [foltkövetés] módszerén alapul) [16].

Mindegyik vizsgálat felvételei digitális mentésre kerültek, és elemzésük, illetve a különböző paraméterek meghatározása offline történt. A két csoport paramétereinek statisztikai kiértékelését, összehasonlítását kétmintás t-próbával (folyamatos változók esetén), illetve khinégyszet-próbával (kategorikus változók esetén) végeztük. A $p < 0,05$ értékeit tekintettük statisztikailag szignifikánsnak.

Eredmények

A paraméterek átlagértékei (\pm standard deviáció), illetve az összehasonlítások során nyert p-értékek a 3. és 4. táblázatban vannak feltüntetve. Nem találtunk egyik csoportban sem patológiás elváltozásokat, és a vizsgált jellemzők közül csak két esetben fedeztünk fel szignifikáns

3. táblázat | A bal kamra morfológiai és funkcionális paraméterei (átlag \pm standard deviáció)

Echokardiográfiás paraméter	KRM ⁺ (n = 30)	KRM ⁻ (n = 32)	p
Bal kamrai végdiastolés átmérő (mm)	45,1 \pm 4,9	46,5 \pm 3,8	0,213
Bal kamrai végsystolés átmérő (mm)	27,1 \pm 4,7	28,0 \pm 3,6	0,372
Interventricularis septum (mm)	9,6 \pm 1,1	9,3 \pm 1,0	0,381
Hátsó fal (mm)	9,2 \pm 0,9	9,2 \pm 0,9	0,843
Relatív falvastagság (%)	41,3 \pm 5,4	40,2 \pm 5,4	0,440
Bal kamrai izomtömeg (g)	143,7 \pm 32,4	148,1 \pm 28,4	0,571
Bal kamrai végdiastolés térfogat (ml)	98,9 \pm 31,8	105,4 \pm 27,5	0,396
Bal kamrai végsystolés térfogat (ml)	37,6 \pm 15,2	45,5 \pm 13,4	0,037
Bal kamrai ejekciós frakció (%)	63,0 \pm 5,9	60,4 \pm 5,7	0,083
Mitralis beáramlás: E-hullám (cm/s)	85,4 \pm 16,7	89,6 \pm 18,7	0,355
Mitralis beáramlás: A-hullám (cm/s)	51,8 \pm 9,4	51,8 \pm 12,2	0,988
E/A arány	1,6 \pm 0,3	1,7 \pm 0,4	0,308
Mitralis beáramlás: decelerációs idő (ms)	207,4 \pm 53,4	184,9 \pm 57,7	0,119
Septalis e'-hullám (cm/s)	12,4 \pm 2,4	12,7 \pm 2,0	0,603
Septalis E/e'	7,0 \pm 1,6	7,1 \pm 1,5	0,843
Lateralis fali e'-hullám (cm/s)	17,8 \pm 3,9	18,2 \pm 2,6	0,622
Lateralis fali E/e'	5,3 \pm 3,3	4,9 \pm 0,9	0,497
Átlag e'	14,4 \pm 2,8	14,9 \pm 1,9	0,494
Átlag E/e'	6,2 \pm 2,0	6,0 \pm 1,1	0,624
Septalis systolés csúcsebesség (cm/s)	11,1 \pm 2,2	10,2 \pm 2,8	0,190
Globális longitudinális 'strain' (%)	-21,8 \pm 3,6	-21,1 \pm 2,9	0,417

KRM = korai repolarizációs mintázat

különbséget a két csoport között: a KRM⁺-csoportban kisebbnek bizonyult a bal kamra végsystolés térfogata ($37,6 \pm 15,2$ ml vs. $45,5 \pm 13,4$ ml; $p = 0,037$), illetve gyakrabban lehetett kimutatni enyhe fokú mitralis regurgitációt – 2. ábra (41,4% vs. 6,5%; $p < 0,001$).

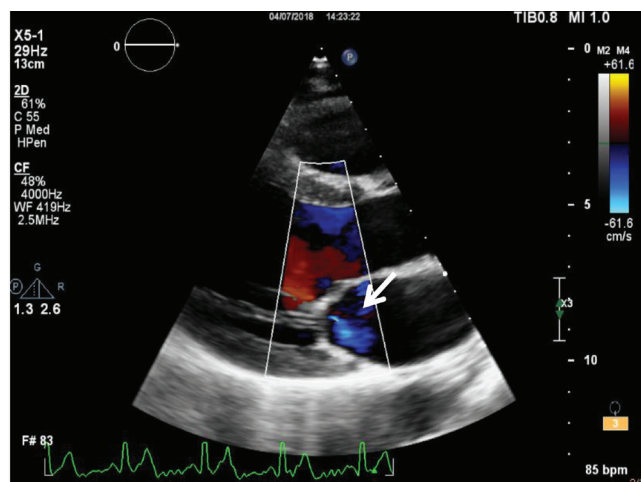
Megbeszélés

A KRM-ot mutató személyek összehasonlító echokardiográfiás vizsgálata viszonylag ritka a szakirodalomban, a jelen vizsgálatban alkalmazott komplex szívultrahangos felmérés pedig egyedülálló. *Trenkwalder és mtsai* 2019. évi vizsgálatukban mérték fel mind ez idáig a legtöbb (15) ultrahangos paramétert [17].

4. táblázat | A jobb kamra, a pitvarok és az aortagyök paraméterei, valamint a billentyűhibák

Echokardiográfiás paraméter	KRM ⁺ (n = 30)	KRM ⁻ (n = 32)	p
Jobb kamrai bazális átmérő (mm)	34,6 ± 4,4	34,0 ± 3,8	0,566
TAPSE (mm)	24,9 ± 3,9	24,3 ± 4,6	0,553
Bal pitvari anteroposterior átmérő (mm)	32,8 ± 4,9	31,7 ± 3,5	0,322
Bal pitvari longitudinális átmérő (mm)	51,8 ± 6,9	53,0 ± 6,3	0,471
Jobb pitvari longitudinális átmérő (mm)	47,6 ± 6,1	45,6 ± 5,6	0,208
Aortabillentyű-annulus (mm)	21,1 ± 1,9	21,9 ± 1,7	0,095
Aortagyök (Valsalva-sinusok) (mm)	30,5 ± 2,5	30,9 ± 2,8	0,592
Aortagyök (tubularis átmérő) (mm)	28,6 ± 1,8	29,3 ± 3,0	0,272
Mitralis regurgitatio (enyhe) (%)	41,4	6,5	0,001
Tricuspidalis regurgitatio (enyhe) (%)	14,3	22,6	0,414
Aortaregurgitatio (enyhe) (%)	0	3,2	0,554

KRM = korai repolarizációs mintázat; TAPSE = a tricuspidalis billentyűűrű síkjának systolés elmozdulása



2. ábra | Enyhe fokú mitralis regurgitatio (nyíl) egy KRM⁺-ot mutató fiatal férfinél (parasternalis hossztengetelyi metszet, színekódolt Doppler-vizsgálat)

KRM = korai repolarizációs mintázat

A bal kamra morfológiai jellemzői

Az eddigi vizsgálatok – *Quattrini és mtsai* [18], *Serra-Grim és mtsai* [19], *Reinhard és mtsai* [20] – zöme elit atlétákra vonatkozott, és ezek egyhangúan nagyobbak találták a KRM⁺-ot mutató csoportokban a bal kamrai végdiastolés térfogatot, míg két vizsgálatban a hátsó fal vastagsága is nagyobbak mutatkozott. Ezeket az adatokat erősítik meg *Ilkhanoff és mtsai* fiatalok körében végzett 2017. évi vizsgálatának eredményei is [21]. *Trenk-*

walder és mtsai azonban a fentieknek ellentmondó eredményekre jutottak az eddig ismert legnagyobb esetszámú populációs tanulmányban [17]. A KRM⁺-ot mutató férfiak között szignifikánsan kisebbnek bizonyultak a bal kamrai térfogatok, illetve az izomtömeg. *Güel és mtsai* [22] egy kis esetszámú tanulmányában – az életkor és a testtömegindex függvényében választva meg a kontrollcsoportot – nem találtak szignifikáns különbséget egyetlen strukturális paraméterben sem. Saját vizsgálatunkban a két csoport testfelszín szerinti megfeleltetése miatt a szív méretbeli különbségeit csupán minimálisan befolyásolhatta a testfelépítés. Eredményeink szerint egy KRM⁺-ot mutató, nem szelektált, egészséges fiatal férfiakból álló populációban a bal kamrai végsystolés volumen szignifikánsan kisebbnek bizonyult.

A bal kamrai funkció paraméterei

Trenkwalder és mtsai vizsgálatában a bal kamrai ejekciós frakció vonatkozásában nem volt különbség a KRM⁺-ot mutató, illetve nem mutató csoportok között, ugyanakkor valamennyi diastolés funkciót tükröző paraméter kedvezőbb értéket mutatott KRM⁺ fennállása esetén [17]. *Güel és mtsai* [22], valamint saját tanulmányunk eredményei ugyanakkor nem mutattak különbségeket a diastolés paraméterek tekintetében a két csoport között. Fontos megemlíteni, hogy az ejekciós frakció tekintetében valamennyi tanulmány eredménye egybehangzó. Saját vizsgálatunkban a szintén a bal kamra systolés funkcióját jellemző longitudinális systolés sebesség, valamint a globális longitudinális deformáció ('strain', GLS) sem mutatott eltérést a két csoport között.

Egyéb üregi paraméterek, billentyűfunkció

Tanulmányunkban – a már előzőekben említett munkákhoz képest összetettebb ultrahangos vizsgálat során – a pitvarok, a jobb kamra, valamint az aortagyök jellemzőit, illetve a billentyűk morfológiáját és funkcióját is felmértük. A bal pitvar átmérője, illetve az aortagyök átmérője tekintetében néhány korábbi vizsgálat sem talált eltérést [18–20, 22]. Az általunk vizsgált számos jellemző közül csupán az enyhe mitralis regurgitatio (2. ábra) előfordulását találtuk szignifikánsan gyakoribbnak a KRM⁺-csoportban.

A vizsgálat korlátai

Fontosnak tartottuk – egy viszonylag limitált populáción belül – minél több KRM⁺-eset kiszűrését, ezért választottunk be vizsgálatunkba fiatal férfiakat. Emiatt az általunk talált eredmények nem általánosíthatók nők, illetve más korosztályba tartozó férfiak esetére. Az esetszám növelésével lehetséges lenne a talált elváltozások jobb validálása, illetve további szignifikáns különbségek felfedése a vizsgált csoportok között.

Következtetés

Összességében elmondható, hogy vizsgálatunk eredményei – a tanulmányozott jellemzők számát és komplexitását figyelembe véve – egyrészt megerősítik, másfelől pedig kiegészítik a KRM-ot mutató személyek echokardiográfiás vizsgálatára vonatkozó eddigi irodalmi adatokat. KRM-ot mutató fiatal férfiak esetén kimutathatók bizonyos echokardiográfiás jellegzetességek. Ezek időbeli alakulásának, illetve prognosztikai, arhythmológiai jelentőségének megítélése további, longitudinális követést igényel. Perspektivikusan, egyéb orvosi képalkotó módszerek, így cardialis mágneses rezonancia alkalmazása tovább mélyítheti a téma kutatását.

Anyagi támogatás: A tanulmány a Studium-Prospero Alapítvány és a Magyar Tudományos Akadémia közös kutatási pályázatának támogatásával készült (141/2017.01.26).

Szerzői munkamegosztás: Sz. I. A., F. A.-M., F. A.: A kutatás céljának és módszertanának megtervezése. Sz. I. A., K. L., L. Sz., F. L., F. A.: Adatgyűjtés, az adatok feldolgozása és kiértékelése. Sz. I. A., K. L., F. A.: A szakirodalom áttekintése. Sz. I. A., K. L., F. A.: A kézirat megszövegezése. K. L., F. A.: A kézirat végső változatának áttekintése. A cikk végleges változatát valamennyi szerző elolvasta és jóváhagyta.

Érdekltségek: A szerzőknek nincsenek érdekltségeik.

Irodalom

- [1] Antzelevitch C, Yan GX, Ackermann MJ, et al. J-wave syndromes expert consensus conference report: emerging concepts and gaps in knowledge. EP Europace 2017; 19: 665–694.
- [2] Macfarlane PW, Antzelevitch C, Haissaguerre M, et al. The early repolarization pattern: a consensus paper. J Am Coll Cardiol. 2015; 66: 470–477.
- [3] Haruta D, Matsuo K, Tsuneto A, et al. Incidence and prognostic value of early repolarization pattern in the 12-lead electrocardiogram. Circulation 2011; 123: 2931–2937.
- [4] Junttila MJ, Tikkanen JT, Porthan K, et al. Relationship between testosterone level and early repolarization on 12-lead electrocardiogram in men. J Am Coll Cardiol. 2013; 62: 1633–1634.
- [5] Tikkanen JT, Junttila MJ, Anttonen O, et al. Early repolarization: electrocardiographic phenotypes associated with favorable long-term outcome. Circulation 2011; 123: 2666–2673.
- [6] Hayashi M, Shimizu W, Albert CM. The spectrum of epidemiology underlying sudden cardiac death. Circ Res. 2015; 116: 1887–1906.
- [7] Sinner MF, Reinhard W, Müller M, et al. Association of early repolarization pattern on ECG with risk of cardiac and all-cause mortality: a population-based prospective cohort study (MONICA/KORA). PLoS MED. 2010; 7: e1000314.
- [8] Antzelevitch C, Yan GX. J wave syndromes. Heart Rhythm 2010; 7: 549–558.
- [9] Rosso R, Adler A, Halkin A, et al. Risk of sudden death among young individuals with J waves and early repolarization: putting the evidence into perspective. Heart Rhythm 2011; 8: 923–929.
- [10] Antzelevitch C. Genetic, molecular and cellular mechanisms underlying the J wave syndromes. Circ J. 2012; 76: 1054–1065.
- [11] Di Diego JM, Antzelevitch C. J wave syndromes as a cause of malignant cardiac arrhythmias. Pacing Clin Electrophysiol. 2018; 41: 684–699.
- [12] Nademanee K, Raju H, de Noronha SV, et al. Fibrosis, connexin-43, and conduction abnormalities in the Brugada syndrome. J Am Coll Cardiol. 2015; 66: 1976–1986.
- [13] Nakagawa K, Nagase S, Morita H, et al. Left ventricular epicardial electrogram recordings in idiopathic ventricular fibrillation with inferior and lateral early repolarization. Heart Rhythm 2014; 11: 314–317.
- [14] Zhang J, Hocini M, Strom M, et al. The electrophysiological substrate of early repolarization syndrome: noninvasive mapping in patients. JACC Clin Electrophysiol. 2017; 3: 894–904.
- [15] 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. J Am Soc Echocardiogr. 2015; 28: 1–39.e14.
- [16] Philips Healthcare. Anatomical Intelligence – Advanced quantification and robust reproducibility for your ultrasound exams. Available from: <https://www.usa.philips.com/healthcare/resources/feature-detail/anatomical-intelligence-ultrasound> [accessed: September 14, 2020].
- [17] Trenkwalder T, Rübsamen N, Schmitt VH, et al. Left ventricular geometry and function in early repolarization: results from the population-based Gutenberg Health Study. Clin Res Cardiol. 2019; 108: 1107–1116.
- [18] Quattrini FM, Pelliccia A, Assorgi R, et al. Benign clinical significance of J-wave pattern (early repolarization) in highly trained athletes. Heart Rhythm 2014; 11: 1974–1982.
- [19] Serra-Grima R, Doñate M, Álvarez-García J, et al. Long-term follow-up of early repolarization pattern in elite athletes. Am J Med. 2015; 128: 192.e1–e9.
- [20] Reinhard W, Trenkwalder T, Haller B, et al. The early repolarization pattern: echocardiographic characteristics in elite athletes. Ann Noninvasive Electrocardiol. 2018; 24: e12617.
- [21] Ilkhanoff L, Ning H, Soliman E, et al. Early repolarization is associated with more favorable cardiac structure and function over 25 years of follow-up in a young, biracial cohort: The Coronary Artery Risk Development in Young Adults (CARDIA) Study. Circulation 2017; 136(Suppl 1): A15168.
- [22] Gülel O, Dağasan G, Yüksel S, et al. Evaluation of left ventricular myocardial deformation parameters in individuals with electrocardiographic early repolarization pattern. Anatol J Cardiol. 2016; 16: 850–854.

(Frigy Attila dr.,
Gh. Marinescu str. 1, 540400 Targu Mures, Romania
e-mail: afrigy68@gmail.com)