

Bal kamrai deformitás: az aktív élsportozók és az acromegáliához köthető eltérések hasonlóságai és különbségei

Eredmények a háromdimenziós speckle-tracking echokardiográfiás MAGYAR-Sport és MAGYAR-Path Tanulmányokból

Gyenes Nándor dr.¹ ■ Kormányos Árpád dr.¹ ■ Vágvölgyi Anna dr.¹
Valkusz Zsuzsanna dr.¹ ■ Balogh László dr.² ■ Papp Gábor dr.²
Lengyel Csaba dr.¹ ■ Nemes Attila dr.¹

¹Szegedi Tudományegyetem, Szent-Györgyi Albert Orvostudományi Kar, Belgyógyászati Klinika, Szeged

²Debreceni Egyetem, Sporttudományi Koordinációs Intézet, Debrecen

Bevezetés: Az acromegalia egy krónikus endokrin betegség: ilyenkor egy, az agyalapi mirigyben lévő tumor következtében felnőttkorban jelentős mennyiségű humán növekedési hormon és következményesen inzulinszerű növekedési faktor termelődik, aminek kezeletlenül jelentős hatása lehet a cardiovascularis rendszerre. Tudjuk, hogy az elit sport szintén együtt jár a szív fiziológiás átalakulásával, az ún. atlétaszív kialakulásával: ilyenkor a szív üregeinek volumetrikus és funkcionális adaptációja figyelhető meg.

Célkitűzés: A fenti tényeknek megfelelően joggal adódhat a kérdés, vajon milyen eltérések figyelhetők meg a bal kamra morfológiájában és funkciójában acromegáliában, és a kapott eredmények milyen hasonlóságokat és különbségeket mutatnak élsportot űző fiatalok bal kamrájához képest egészséges, nem sportoló felnőttek értékeihez viszonyítva.

Módszer: A jelen vizsgálatba 21, nagy dinamikájú sportot űző élsportolót (átlagéletkor: 31,2 ± 6,4 év, 13 férfi) és 18, acromegáliás beteget (átlagéletkor: 47,9 ± 8,9 év, 9 férfi) válogattunk be. Eredményeiket 22 negatívkontroll-csethez (átlagéletkor: 47,7 ± 10,6 év, 13 férfi) hasonlítottuk.

Eredmények: Mind az élsportolókra, mind a kezelt acromegáliás betegekre jellemző, hogy bal kamrájuk tágult, de annak funkciója megtartott. Míg az élsportolókat az egészséges kontrollokhoz képest emelkedettebb longitudinális és circumferenciális bal kamrai strain jellemzi, mely elsősorban az apicalis szegmentumok kifejezett kontraktilitásának következménye, addig acromegáliában a radiális bal kamrai strain növekedése detektálható, mely a basalis régiót érinti. A bal kamrai rotációs mechanika eltérései szintén eltérő mintázatot mutatnak: míg élsportolóknál a basalis bal kamrai rotáció csökkent, addig az acromegáliát az apicalis bal kamrai rotáció kifejezett mérséklődése jellemzi, mely együtt jár a bal kamrai csavarodás lényeges csökkenésével.

Következtetés: A nagy dinamikájú sportot űző élsportolóknál és acromegáliás betegekben a nem sportoló egészséges személyekhez képest a bal kamra tágult, elsősorban regionális szinten kontraktilitása kifejezettebb, rotációs mechanikája eltéréseket mutat, de különbségek igazolhatók ezen eltérések jellegében és mértékében.

Orv Hetil. 2023; 164(8): 308–316.

Kulcsszavak: háromdimenziós, speckle-tracking, echokardiográfia, sport, bal kamra, strain, acromegalia

Left ventricular deformation: similarities and dissimilarities in elite sport activity- and acromegaly-related abnormalities

Results from the three-dimensional speckle-tracking echocardiographic MAGYAR-Sport and MAGYAR-Path Studies

Introduction: Acromegaly is a chronic endocrine disorder, which produces a significant amount of human growth hormone and consequently insulin-like growth factor in adulthood due to a tumor in the pituitary gland. If left untreated, it can have a significant effect on the cardiovascular system. It is also known that elite sport activity is also associated with physiologic cardiac transformation, the so-called athlete's heart, in which volumetric and functional adaptation of the heart cavities can be observed.

Objective: In accordance with the above facts, the question may rightly arise as to what differences can be observed in left ventricular morphology and function in acromegaly, and what similarities and dissimilarities do the obtained results show compared to the values of healthy non-athlete adults compared to the values of the left ventricle of young elite athletes.

Method: The present study comprised 21 elite athletes playing high dynamic sports (mean age: 31.2 ± 6.4 years, 13 males) and 18 acromegaly patients (mean age: 47.9 ± 8.9 years, 9 males). Their results were compared to those of 22 negative controls (mean age: 47.7 ± 10.6 years, 13 males).

Results: Left ventricle is dilated, but its function is preserved in both elite athletes and patients with acromegaly. While increased longitudinal and circumferential left ventricular strains could be seen in elite athletes primarily due to the more pronounced contractility of left ventricular apical segments, increased radial left ventricular strain was detected in acromegaly due to increased function of the left ventricular basal region. Left ventricular rotational mechanics show different patterns as well: while basal left ventricular rotation is decreased in elite athletes, apical left ventricular rotation showed a reduction leading to the significant deterioration of left ventricular twist in acromegaly.

Conclusion: Both elite athletes playing high dynamic sports and acromegaly patients have dilated left ventricle, more pronounced regional left ventricular contractility and left ventricular rotational abnormalities with differences in nature and extent of these alterations as compared to those of non-sporting healthy subjects.

Keywords: three-dimensional, speckle-tracking, echocardiography, sport, left ventricle, strain, acromegaly

Gyenes N, Kormányos Á, Vágvölgyi A, Valkusz Zs, Balogh L, Papp G, Lengyel Cs, Nemes A. [Left ventricular deformation: similarities and dissimilarities in elite sport activity- and acromegaly-related abnormalities. Results from the three-dimensional speckle-tracking echocardiographic MAGYAR-Sport and MAGYAR-Path Studies]. *Orv Hetil.* 2023; 164(8): 308–316.

(Beérkezett: 2022. december 15.; elfogadva: 2022. december 27.)

Rövidítések

2D = kétdimenziós; 3D = háromdimenziós; 3DSTE = 3D speckle-tracking echokardiográfia; AP2CH = (apical 2-chamber view) apicalis kétüregi nézet; AP4CH = (apical 4-chamber view) apicalis négyüregi nézet; BK-3DS = bal kamrai 3D strain; BK-AS = bal kamrai area strain; BK-CS = bal kamrai circumferentialis strain; BK-EF = bal kamrai ejekciós frakció; BK-LS = bal kamrai longitudinális strain; BK-MTR = bal kamrai merevtest-rotáció; BK-RS = bal kamrai radiális strain; cMRI = (cardiac magnetic resonance imaging) cardialis mágneses rezonancia képalkotás; CT = (computed tomography) komputer-tomográfia; hGH = (human growth hormone) humán növekedési hormon; IGF1 = (insulin-like growth factor) inzulinszerű növekedési faktor; MAGYAR-Path = Motion Analysis of the heart and Great vessels by three-dimensional speckle-tracking echocardiography in Pathological cases; MAGYAR-Sport = Motion Analysis of the heart and Great vessels by three-dimensional speckle-tracking echocardiography in Sportsmen

Az acromegalia egy krónikus endokrin betegség: ilyenkor egy, az agyalapi mirigyben lévő tumor következtében felnőttkorban jelentős mennyiségű humán növekedési hormon (human growth hormone, hGH) és következményesen inzulinszerű növekedési faktor (insulin-like growth factor, IGF1) termelődik, amelyeknek kezeletlenül jelentős hatása lehet a cardiovascularis rendszerre [1–5]. Tudjuk, hogy az elit sport szintén együtt jár a szív fiziológiás átalakulásával, az ún. atlétaszív kialakulásával: ilyenkor a szív üregeinek volumetrikus és funkcionális

adaptációja figyelhető meg [6]. Ismert tény, hogy a rendszeres és folyamatos fizikai aktivitás együtt jár a hGH- és az IGF1-szint emelkedésével [7]. Ennek megfelelően sajnos a hGH-t teljesítményfokozó anyagként is szokták alkalmazni, egyesek akár dopping céljából is [8].

A 21. század követelményeinek megfelelő korszerű cardiovascularis képalkotó módszerek alkalmasak a szívüregi eltérések részletes volumetrikus és funkcionális jellemzésére. Az egyik legmodernebb eljárás a háromdimenziós (3D) speckle-tracking echokardiográfia (STE), amely virtuális modellek segítségével alkalmas a szív ciklusnak megfelelő pontos bal kamrai térfogat és ejekciós frakció mérése mellett a fal kontraktilitás egyidejű, objektív kvantifikálására ún. strainparaméterek segítségével [9–12]. A 3DSTE képes a fentiekén túl a bal kamrai rotációs mechanika noninvazív egyidejű jellemzésére is. Mint tudjuk, a bal kamra egy szív ciklus alatt kicsavarja/kifacsarja önmagát úgy, hogy a basalis bal kamrai szegmentumok az óramutató járásának megfelelő, míg a bal kamra csúcsa azzal ellentétes irányban rotálódik, létrehozva egy, a törülköző kicsavarásához hasonló mozgásformát, melyet bal kamrai csavarodásnak (twistnek) nevezünk [9–13].

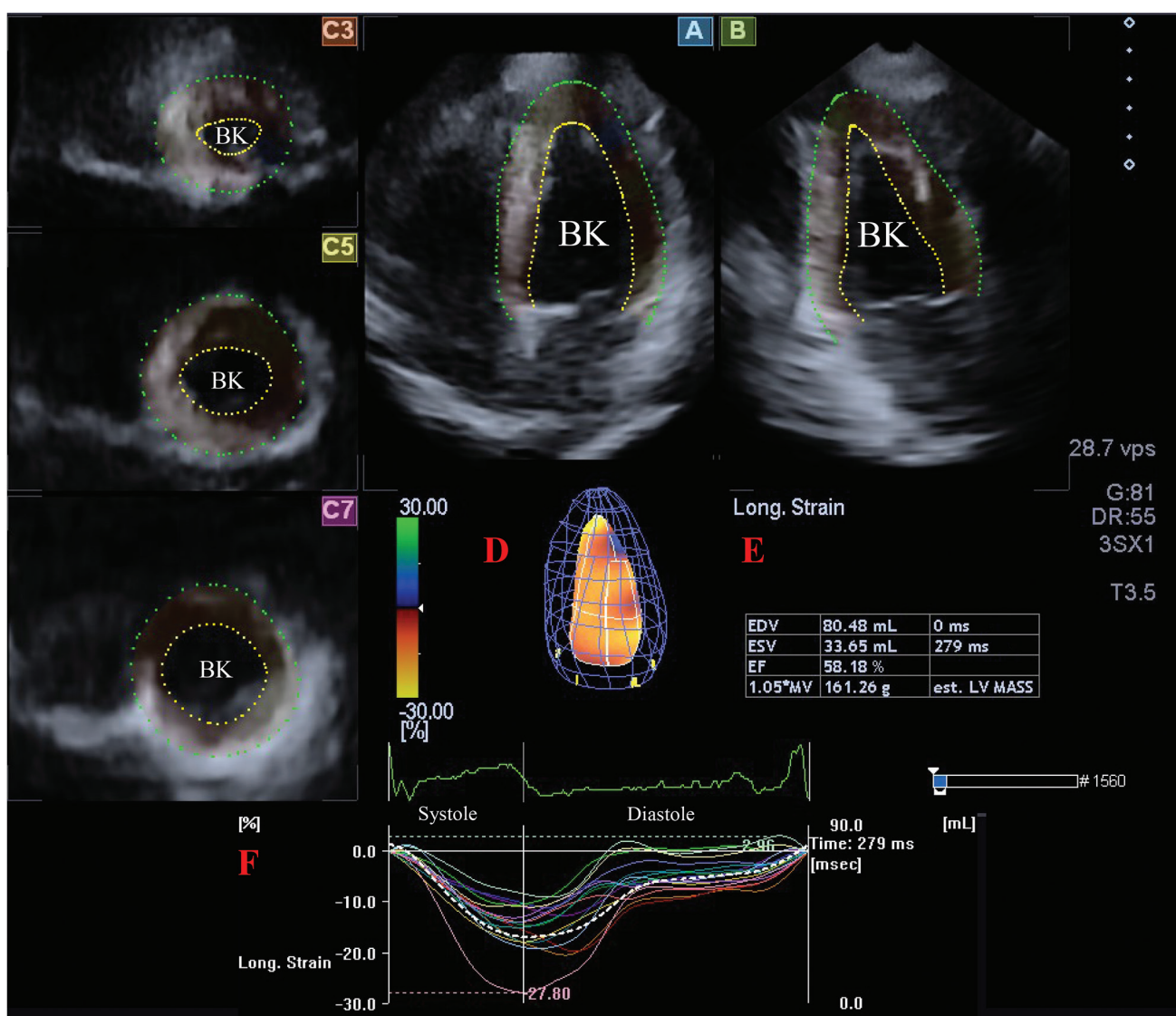
A fenti tényeknek megfelelően joggal adódhat a kérdés, vajon milyen eltérések figyelhetők meg a bal kamra morfológiájában és funkciójában acromegalia fennállása esetén, és a kapott eredmények milyen hasonlóságokat és különbségeket mutatnak élsportot űző fiatalok bal kamrájához képest egészséges, nem sportoló felnőttek értékeihez viszonyítva.

Módszer

A vizsgált csoportok

A jelen vizsgálatba rutin sportkardiológiai kivizsgálás során önkéntes alapon 21 olyan, nagy dinamikájú sportot űző élsportolót választottunk be (átlagéletkor: $31,2 \pm 6$ év; 13 férfi), akik önbevallás alapján nem éltek teljesítményfokozó szerek használatával. A sportolókat az American College of Cardiology módosított, Mitchell-féle klasszifikációjának megfelelően osztályoztuk, mely az adott sportág statikus és dinamikus komponenseit is figyelembe veszi [14]. Eredményeiket összehasonlítottuk 18 acromegáliás beteg (átlagéletkor: $47,9 \pm 8,9$ év; 9 férfi) értékeivel, akik a Szegedi Tudományegyetem Bel-

gyógyászati Klinikája Endokrinológiai Osztályának gondozása alatt álltak, valamint 22 negatívkontroll-estet paramétereivel (átlagéletkor: $47,7 \pm 10,6$ év; 13 férfi). Ők a vizsgálatok idején valamennyien panaszmentesek voltak, nem volt ismert cardiovascularis betegségük vagy rizikófaktoruk, gyógyszert nem szedtek, reguláris aktív sporttevékenységet nem végeztek, laboratóriumi és elektrokardiográfias eredményeik negatívnak bizonyultak. Valamennyi esetben teljes körű kétdimenziós (2D) Doppler-echokardiográfias vizsgálat történt, melyet 3DSTE-vel egészítettünk ki. A jelen vizsgálat a része a Szegedi Tudományegyetem Belgyógyászati Klinikáján megszervezett *MAGYAR-Sport* és *MAGYAR-Path* (Motion Analysis of the heart and Great vessels by three-



1. ábra

Egy egészséges felnőtt bal kamrájáról készített háromdimenziós (3D) speckle-tracking echokardiográfias felvétel. A speciális transzducer segítségével begyűjtött 3D echokardiográfias adatbázisból az erre kifejlesztett szoftver automatikusan csúcsi négytregi (A) és kétüregi (B) hosszmenti nézetnek megfelelő metszeteket készít, valamint az általunk definiált keresztmetszeti nézetekben csúcsi (C3), midventricularis (C5) és basalis (C7) metszeteket. A bal kamra virtuális 3D modelljét (D) a szoftver az endocardium kijelölését követően automatikusan elkészíti, majd ez alapján meghatározza a szív-ciklusnak megfelelő bal kamrai volumetrikus adatokat, ejekciós frakciót (E), valamint a globális/szegmentális bal kamrai straingörbét (F).

BK = bal kamra; EDV = végdiastolés térfogat; EF = ejekciós frakció; ESV = végsystolés térfogat; LV = bal kamra

dimensional speckle-tracking echocardiography in *Sportsmen / in Pathological cases*) Tanulmányoknak, melyek célja többek között a 3DSTE-vel mért paraméterek eltéréseinek vizsgálata különböző kórképekben és élsportolóknál, valamint eredményeik egészségesek értékeihez való hasonlítása. A vizsgálatban részt vevők valamennyi esetben aláírták a beleegyező nyilatkozatot, a vizsgálati protokoll megfelelt az 1975. évi Helsinki Nyilatkozatban foglaltaknak, és a Szegedi Tudományegyetem Regionális és Intézményi Humán Orvosbiológiai Kutatásügyi Bizottsága is elfogadta (71/2011).

Kétdimenziós Doppler-echokardiográfia

Valamennyi esetben teljes körű 2D Doppler-echokardiográfias vizsgálatot végeztünk Toshiba Artida™ szívultrahang-készülékkel (Toshiba Medical Systems, Tokió, Japán), melyhez 1–5 MHz-es PST-30BT 'phased-array' transzducert csatlakoztattunk. Parasternalis hossztenyegi nézetben lemértük a szív ciklusnak megfelelő bal kamrai dimenziókat, kiszámítottuk a térfogatértékeket, meghatároztuk a bal kamrai ejekciós frakció értékét, valamint a bal pitvari átmérőt [15]. A valvularis insufficiencia kizárására színes Doppler-echokardiográfiát és vizuális becslést alkalmaztunk, míg a billentyűgradienseket folyamatos hullámú Doppler-technika segítségével határoztuk meg.

Háromdimenziós speckle-tracking echokardiográfia

A 3DSTE-vizsgálatok elvégzéséhez ugyanazt a Toshiba Artida™ készüléket használtuk, a transzducert azonban kicseréltük egy, a 3D echokardiográfias adatbázisok digitális begyűjtésére alkalmas PST-25SX mátrix 'phased-array' transzducerre (Toshiba Medical Systems) [9–12]. A digitális, hat szív ciklusnyi idő alatt történt 3D adatgyűjtés során a beteg a lélegzetét visszatartotta. Az adatgyűjtés során a transzducer apicalis pozícióban volt, az optimális képminőség eléréséhez a vizsgáló a készüléken a mélységet és a szöveget optimalizálta. Az offline kvantitatív analízishez a 3D Wall Motion Tracking szoftver 2.7 verzióját használtuk (Toshiba Medical Systems). A szoftver a begyűjtött 3D echokardiográfias adatbázisokból a bal kamra különböző szintjeiben automatikusan három keresztmetszeti képet, valamint apicalis kétüregi (apical 2-chamber view [AP2CH]) és négyüregi (apical 4-chamber view [AP4CH]) hosszmetseti nézeteket hozott létre. A virtuális bal kamrai 3D modell alkotásához szükség volt az endocardialis felszín detektálására, amihez a vizsgáló AP2CH- és AP4CH-nézetben definiálta a mitralis anulus végpontjait és a bal kamra csúcsát, majd elindította az ún. szekvenciális analízist. Ekkor a szoftver az endocardium automatikus, ütésről ütésre történő felismerését követően megalkotta a bal kamra virtuális 3D modelljét (1. ábra). Ennek segítségével a szív ciklust is

figyelembe vevő volumetrikus adatokon túl az alábbi unidirekcionális/unidimenzionális bal kamrai strainekeket is kiszámította [16–18]:

- longitudinális strain, mely a bal kamra hosszabbodását/rövidülését jellemzi (BK-LS);
- circumferentialis strain, mely a bal kamra szélesedését/szűkülését jellemzi (BK-CS);
- radiális strain, mely a bal kamra vastagodását/vékonyodását jellemzi (BK-RS).

Ezek segítségével az alábbi komplex/multidirekcionális bal kamrai strainekeket is meghatároztuk:

- area strain, mely a BK-LS és a BK-CS kombinációja (BK-AS);
- 3D strain, mely a BK-RS, a BK-LS és a BK-CS eredője (BK-3DS).

A nemzetközi standardoknak megfelelően nemcsak a bal kamra egészét jellemző globális, hanem szegmentális strainekeket is számítottunk a 16 szegmentumos bal kamrai modellt alkalmazva. Ezek segítségével az átlagos szegmentális és az apicalis, midventricularis és basalis bal kamrai regionális strainekeket is meghatároztuk. Ugyanazt a virtuális bal kamrai modellt alkalmazva, a basalis és az apicalis bal kamrai rotációt, a bal kamrai csavarodást és az annak eléréseig szükséges időt is kiszámítottuk [19–21] (1. ábra). Abban az esetben, ha az apicalis és a basalis bal kamrai rotáció egyirányú, vagyis mindkét régió ugyanabba az – óramutató járásának megfelelő vagy azzal ellentétes – irányba rotálódik, a bal kamrai csavarodás nem határozható meg, csak az ún. apicobasalis gradiens (az apicalis és a basalis bal kamrai rotációk különbsége). Ebben az esetben bal kamrai merevtest-rotációról beszélünk (BK-MTR) [22, 23].

Statisztikai analízis

Valamennyi paramétert átlag \pm standard deviáció vagy szám (százalék) alakjában tüntettük fel. A csoportok összehasonlítására kétmintás *t*-próbát alkalmaztunk, míg a dichotóm értékek összehasonlítására χ^2 -próbát és Fisher-féle egzakt tesztet végeztünk. A $p < 0,05$ -ot tekintettük statisztikailag szignifikánsnak. A statisztikai analízisek során a MedCalc szoftvert használtuk (MedCalc, Maria-kerke, Belgium).

Eredmények

Klinikai adatok

Az élsportolók, az acromegaliás betegek és az egészséges egyének klinikai adatait az 1. táblázatban tüntettük fel. A vizsgálatban részt vevő élsportolók valamennyien nagy dinamikájú, de eltérő statikus komponenssel bíró sportágakat űztek: nyolcan triatlonoztak (a Mitchell-féle klasszifikáció szerint: IIIC), öten futballoztak (IC), öten futottak (IIC), egy-egy sportoló vízilabdázott (IIC), kosárlabdázott (IIC) és ökölvívott (IIIC). A sportolók gyekekkoruk óta egyesületben játszottak megfelelő szakmai

1. táblázat | Demográfiai és klinikai adatok

	Kontrollok (n = 22)	Élsportolók (n = 21)	Acromegaliás betegek (n = 18)
Kor (évek)	47,7 ± 10,6	31,2 ± 6,4*	47,9 ± 8,9 [‡]
Férfiném (%)	13 (59)	13 (62)	9 (50)
Magasság (cm)	167,2 ± 10,6	178,3 ± 9,7	169,5 ± 9,5
Testsúly (kg)	74,9 ± 16,7	76,9 ± 12,4	86,3 ± 18,4
Testtömegindex – BMI (kg/m ²)	50,2 ± 8,5	54,2 ± 8,8	51,2 ± 9,4
Hypertonia (%)	0 (0)	0 (0)	4 (19)**
Hyperlipidaemia (%)	0 (0)	0 (0)	4 (19)**
Diabetes mellitus (%)	0 (0)	0 (0)	1 (5)

*p<0,05 vs. kontrollok

[‡]p<0,05 vs. élsportolók

2. táblázat | A kontrollok, az élsportolók és az acromegaliás betegek kétdimenziós echokardiográfiai adatai

	Kontrollok (n = 22)	Élsportolók (n = 21)	Acromegaliás betegek (n = 18)
Bal pitvari átmérő (mm)	38,2 ± 3,6	37,1 ± 3,6	39,0 ± 4,9
Bal kamrai végdiastolés átmérő (mm)	48,0 ± 3,8	51,0 ± 3,9*	50,2 ± 5,6
Bal kamrai végdiastolés térfogát (ml)	108,6 ± 21,1	125,3 ± 24,4*	122,9 ± 30,8
Bal kamrai végsystolés átmérő (mm)	31,6 ± 2,6	31,1 ± 2,8	32,1 ± 4,6
Bal kamrai végsystolés térfogát (ml)	38,3 ± 7,6	40,0 ± 9,4	42,7 ± 15,2
Interventricularis septum (mm)	10,3 ± 1,5	9,6 ± 1,3	10,2 ± 1,1
Bal kamrai hátsó fal (mm)	9,6 ± 1,8	9,5 ± 1,3	10,6 ± 1,8 [‡]
Bal kamrai ejekciós frakció (%)	64,6 ± 3,6	67,7 ± 3,5*	65,0 ± 5,4
E/A	1,1 ± 0,4	1,5 ± 0,2*	0,9 ± 0,3 [‡]

*p < 0,05 vs. kontrollok

[‡]p < 0,05 vs. élsportolók

A = késői diastolés transmitralis áramlási sebesség; E = korai diastolés transmitralis áramlási sebesség

kontroll mellett, a vizsgálatok elvégzésekor már átlagosan 9,22 ± 5,5 évet töltöttek az élsportban. Az edzések intenzitása és mennyisége valamennyi esetben megfelelt a sportágnak és a szakmai irányelveknek, a vizsgálatok elvégzésének idején aktuális versenyzési időszakban tízen voltak. Az acromegaliás betegeknek a diagnózis felállításától eltelt átlagos idő 20,1 ± 6,2 év volt. Az acromegaliás betegek körében hypophysectomia négy esetben történt, míg az acromegalia a vizsgálat idején öt esetben volt aktívnak tekinthető. A hGH és az IGF1 átlagos szintje az acromegaliás betegekben 5,1 ± 7,6 ng/l és 274,7 ± 112,1 ng/l (1. táblázat) volt.

Kétdimenziós Doppler-echokardiográfia

A rutin 2D echokardiográfiai adatokat összehasonlítva, élsportolókban nagyobb végdiastolés bal kamrai térfogat és BK-EF volt mérhető a kontrollokhoz képest. Az acromegaliás betegek bal kamrai hátsó fala az élsportolókéhoz képest vastagabb volt. A többi paraméter lényeges eltérést nem mutatott, Doppler-echokardiográfiával szignifikáns valvularis insufficiencia vagy stenosis egyetlen vizsgált esetben sem volt kimutatható (2. táblázat).

Háromdimenziós speckle-tracking echokardiográfia

A 3DSTE során mérhető bal kamrai végdiastolés térfogatok kisebbek voltak a 2D echokardiográfia során mértékhöz képest. Mivel a bal kamrai végsystolés térfogatok hasonlóak voltak, a 3DSTE során mért BK-EF kisebbnek bizonyult a 2D echokardiográfiával mért értékekhez képest (CT) (2. és 3. táblázat).

Az élsportolók bal kamrai végdiastolés térfogata nagyobb volt a kontrollok értékeihez képest, ezért a BK-EF is nagyobbak bizonyult. Acromegaliában még

3. táblázat | A háromdimenziós speckle-tracking echokardiográfia során mért bal kamrai térfogatok, ejekciós frakció, globális és átlagos szegmentális straineik a kontrollokban, az élsportolókban és az acromegaliás betegekben

	Kontrollok (n = 22)	Élsportolók (n = 21)	Acromegaliás betegek (n = 18)
Bal kamrai végdiastolés térfogát (ml)	89,1 ± 21,2	104,3 ± 28,4*	110,8 ± 25,0**
Bal kamrai végsystolés térfogát (ml)	40,2 ± 10,8	41,3 ± 10,4	51,0 ± 13,9**
Bal kamrai ejekciós frakció (%)	55,0 ± 5,3	59,7 ± 6,8*	54,1 ± 6,2 [‡]
Globális bal kamrai straineik			
Radiális (%)	26,4 ± 9,4	21,4 ± 11,4	28,2 ± 10,8
Circumferentialis (%)	-25,7 ± 3,8	-29,4 ± 6,5*	-26,0 ± 4,7
Longitudinális (%)	-15,8 ± 1,9	-17,8 ± 2,3*	-14,9 ± 3,2 [‡]
Háromdimenziós (%)	29,2 ± 9,5	27,0 ± 11,7	25,6 ± 9,1
Area (%)	-38,3 ± 3,1	-42,7 ± 6,2*	-37,2 ± 5,3 [‡]
Átlagos szegmentális bal kamrai straineik			
Radiális (%)	28,5 ± 9,1	25,6 ± 9,6	31,9 ± 10,2
Circumferentialis (%)	-26,9 ± 3,9	-31,1 ± 6,8*	-27,3 ± 4,3
Longitudinális (%)	-16,7 ± 2,0	-19,3 ± 2,2*	-16,3 ± 3,3 [‡]
Háromdimenziós (%)	31,0 ± 8,9	30,1 ± 9,6	29,1 ± 8,9
Area (%)	-39,4 ± 3,3	-44,5 ± 6,5*	-38,7 ± 5,3 [‡]

*p<0,05 vs. kontrollok

[‡]p<0,05 vs. élsportolók

nagyobb bal kamrai végdiastolés térfogat volt mérhető, mely együtt járt a bal kamrai végsystolés térfogat növekedésével, így a BK-EF a kontrollok értékeihez volt hasonlítható (3. táblázat).

A globális és átlagos szegmentális BK-LS és BK-AS nagyobb volt élsportolóknak a kontrollok és az acromegaliás betegek értékeihez képest. A BK-CS is nagyobb volt a kontrollokhöz hasonlítva élsportolóknak. Az acromegaliás betegek és a kontrollok globális és átlagos szegmentális bal kamrai strainértékei között szignifikáns eltérések nem voltak igazolhatók (3. táblázat).

A bal kamrai regionális straineket vizsgálva valamennyi apicalis bal kamrai strain nagyobb volt az élsportolóknak a kontrollok értékeihez képest, ami együtt járt a mid-ventricularis BK-CS és a BK-AS emelkedett értékével. Szignifikánsan emelkedett basalis BK-RS és BK-3DS volt igazolható acromegaliában a sportolókhöz képest, míg a basalis BK-LS, a midventricularis BK-CS, BK-3DS, BK-AS, valamint az apicalis BK-3DS kisebb volt az élsportolók értékeihez képest. Az acromegaliás betegek és a kontrollok regionális BK strain értékei között szignifikáns eltérés nem volt igazolható (4. táblázat).

A kontrollok és az élsportolók között BK-MTR nem volt igazolható, míg acromegalia fennállása esetén egy esetben (6%) volt kimutatható. Míg élsportolóknak csökkent basalis bal kamrai rotáció, addig a normális bal kamrai rotációs mechanikát mutató acromegaliás betegekben csökkent apicalis bal kamrai rotáció volt igazolható, mely utóbbi a bal kamrai csavarodás szignifikáns csökkenését okozta (5. táblázat).

Megbeszélés

Az elmúlt évtizedekben a cardiovascularis képalkotás hatalmas fejlődésen ment keresztül, és nemcsak olyan új diagnosztikus lehetőségek váltak a napi rutin részévé, mint a komputer tomográfia (CT) vagy a cardialis mágneses rezonanciás képalkotás (cMRI), de új szívuultrahang-módszerek jelentek meg és terjedtek el a napi rutinban [9–12, 15, 24]. Ilyen a 3D echokardiográfia, mely virtuális modellek egyszerű megalkotásával 3D-ben engedi láttatni a szívet, és a cMRI-hez mérhető pontossággal tudjuk mérni a szívüregi térfogatókat és a BK-EF-et [24]. De ilyen új eljárás az STE is, mellyel a szívüregi fali kontraktilitása strainparaméterek segítségével kvantifikálható. A 3DSTE egyesíti a két módszer előnyeit, mivel a virtuális 3D modellekkel a pontos volumetrikus mérések mellett a szívüregi fali kontraktilitás mértéke a tér mindhárom irányába könnyen jellemezhető objektív paraméterek (a strainek) segítségével, valamint a bal kamrai rotációs mechanika is egyidejűleg kvantifikálható [9]. Ismert azonban, hogy a 3DSTE során mért BK-EF kisebb a 2D echokardiográfia során megszokott határértékekhez képest, ahogy azt a jelen vizsgálat eredményei is igazolták [25].

Az acromegalia egy ritka endokrin kórkép, melyet a hGH és következményesen az IGF1 fokozott termelődése jellemez felnőttkorban [1–5]. A betegség leggyakoribb oka az agyalapi mirigyben termelődő benignus tumor. A cardiovascularis rendszer eltérései gyakran láthatók acromegalia fennállása esetén, és összefüggést mutatnak a hormonális eltérésekkel. Az acromegaliás cardiomyopathia korai stádiumában hiperkinetikus szindróma áll fenn, majd koncentrikus bal kamrai hypertrophia és diastolés diszfunkció kialakulása figyelhető meg, melyet a systolés funkció romlása követ; kezeletlen esetekben akár

4. táblázat | A háromdimenziós speckle-tracking echokardiográfia során mért regionális bal kamrai strainek a kontrollokban, az élsportolóknak és az acromegaliás betegekben

	Kontrollok (n = 22)	Élsportolók (n = 21)	Acromegaliás betegek (n = 18)
BK-RS _{basalis} (%)	33,3 ± 12,6	25,8 ± 12,4	42,8 ± 18,6 [†]
BK-RS _{mid} (%)	28,3 ± 11,1	28,7 ± 12,8	28,8 ± 10,3
BK-RS _{apicalis} (%)	16,0 ± 7,2	22,4 ± 12,5*	20,4 ± 7,1
BK-CS _{basalis} (%)	-25,0 ± 5,7	-27,2 ± 6,6	-26,7 ± 5,2
BK-CS _{mid} (%)	-25,9 ± 6,3	-31,5 ± 6,4*	-26,0 ± 5,1 [†]
BK-CS _{apicalis} (%)	-26,5 ± 9,7	-34,6 ± 12,8*	-29,9 ± 7,2
BK-LS _{basalis} (%)	-19,5 ± 4,8	-21,9 ± 3,8	-17,4 ± 4,4 [†]
BK-LS _{mid} (%)	-13,2 ± 3,8	-15,3 ± 4,4	-14,0 ± 4,4
BK-LS _{apicalis} (%)	-16,3 ± 4,6	-20,6 ± 6,3*	-18,1 ± 5,9
BK-3DS _{basalis} (%)	36,6 ± 12,1	32,0 ± 12,7	43,3 ± 17,5 [†]
BK-3DS _{mid} (%)	29,8 ± 11,0	33,4 ± 12,5	23,3 ± 9,2 [†]
BK-3DS _{apicalis} (%)	18,3 ± 8,1	24,9 ± 12,2*	14,9 ± 7,5 [†]
BK-AS _{basalis} (%)	-37,5 ± 10,5	-41,6 ± 6,5	-38,2 ± 6,6
BK-AS _{mid} (%)	-34,8 ± 9,5	-42,7 ± 6,4*	-35,8 ± 6,2 [†]
BK-AS _{apicalis} (%)	-38,6 ± 12,7	-49,2 ± 13,0*	-43,7 ± 9,5

*p<0,05 vs. kontrollok

[†]p<0,05 vs. élsportolók

3DS = háromdimenziós strain; AS = area strain; BK = bal kamrai; CS = circumferentialis strain; LS = longitudinális strain; RS = radiális strain

5. táblázat | A háromdimenziós speckle-tracking echokardiográfia során mért bal kamrai rotáció/csavarodás a kontrollokban, az élsportolóknak és az acromegaliás betegekben

	Kontrollok (n = 22)	Élsportolók (n = 21)	Acromegaliás betegek (n = 18)
Basalis bal kamrai rotáció (fok)	-4,8 ± 2,3	-3,1 ± 2,2*	-4,6 ± 2,7
Apicalis bal kamrai rotáció (fok)	10,0 ± 4,5	9,1 ± 5,5	5,8 ± 3,4*
Bal kamrai csavarodás (fok)	14,8 ± 5,2	12,2 ± 5,2	10,4 ± 4,0*
A csúcs bal kamrai csavarodásáig szükséges idő (min)	307,5 ± 45,7	339,1 ± 107,1	353,7 ± 95,0

*p<0,05 vs. kontrollok

dése jellemez felnőttkorban [1–5]. A betegség leggyakoribb oka az agyalapi mirigyben termelődő benignus tumor. A cardiovascularis rendszer eltérései gyakran láthatók acromegalia fennállása esetén, és összefüggést mutatnak a hormonális eltérésekkel. Az acromegaliás cardiomyopathia korai stádiumában hiperkinetikus szindróma áll fenn, majd koncentrikus bal kamrai hypertrophia és diastolés diszfunkció kialakulása figyelhető meg, melyet a systolés funkció romlása követ; kezeletlen esetekben akár

szívéletelenség is kialakulhat [4, 5]. A fentiekén túl bizonyos betegségek és tünetek, mint a hypertonia, arrhythmia, koszorúér-betegség és billentyűbetegségek gyakori előfordulása figyelhető meg acromegalia fennállása esetén [4, 5]. A betegség korai felismerésének és a kezelési lehetőségek széles tárházának köszönhetően a betegek többségében ma már csak enyhe cardiovascularis tünetek észlelhetők. Irodalmi adatok alapján tudjuk, hogy a bal szívfelet érintő szubklinikai eltérések a korán felismert és kezelt acromegaliás betegekben is megfigyelhetők a korszerű cardiovascularis képalkotó módszereknek köszönhetően [16, 19, 26–28]. Kezelt acromegaliában az aorta merevsége kifejezett [29], a bal kamrai rotációs mechanika eltérései igazolhatók [19], melyek együtt járnak a bal kamrai kontraktilitás adaptív emelkedésével aktív betegség esetén [16]. A fentiekén túl a mitralis anulus tágult megtartott funkció mellett [26], és a bal pitvar is dilatált, funkciója csökkent [27]. Az is igazolást nyert, hogy acromegaliában a diabetes mellitus együttes jelenléte ismerten tovább rontja a fenti eltéréseket [28, 30].

Irodalmi adatok alapján elmondható, hogy az aktív élsport hatása a bal kamra funkciójára, deformációjára és rotációs mechanikájára ellentmondásos. Tudjuk, hogy a különböző sportágak eltérő mértékű statikus és dinamikus komponensekkel bírnak, melynek klasszifikációjában a Mitchell-féle beosztás próbált rendet tenni [14]. A sportágakra jellemző különböző statikus és dinamikus igénybevételnek megfelelően a bal kamra kontraktilitása és rotációs eltérései eltérőek lehetnek [17, 20]. A bal kamrai deformáció tekintetében a radiális, longitudinális és circumferentialis irányú kontraktilitás eltérései jellemzőek lehetnek bizonyos sportágakra [20]. Sőt az aorta merevségének és a bal kamrai deformáció eltéréseinek összefüggései is ismertek [31]. A fenti tényeknek megfelelően joggal adódhat a kérdés, milyen hasonlóságok és különbségek igazolhatók az acromegaliás és a nagy dinamikus sportot űző élsportolók bal kamrai kontraktilitását jellemző, 3DSTE során meghatározott bal kamrai straineiben és rotációs paraméterekben.

Eredményeink teljes mértékben összhangban vannak az irodalmi adatokkal. Mind a nagy dinamikus sportot űző élsportolókra, mind a kezelt acromegaliás betegekre jellemző, hogy bal kamrájuk tágult (acromegaliában kifejezettebben), de annak funkciója megtartott (élsportolóknál kifejezettebben). Míg az élsportolókat az egészséges kontrollokhoz képest erőteljesebb hosszanti és circumferentialis irányú bal kamrai kontraktilitás jellemzi, mely elsősorban az apicalis szegmentumokra vezethető vissza, addig acromegaliában radiális irányú kontraktilitásnövekedés mutatható ki, mely a basalis régiót érinti (az élsportolókhöz képest). A bal kamrai rotációs mechanika eltérései szintén eltérő mintázatot mutatnak: míg élsportolóknál a basalis bal kamrai rotáció csökkent, addig az acromegaliát az apicalis bal kamrai rotáció kifejezett mérséklődése jellemzi, mely együtt jár a bal kamrai

csavarodás lényeges csökkenésével és a BK-MTR esetleges jelenlétével.

A fent leírt eltérések részben az acromegaliával és a fokozott fizikai aktivitással együtt járó hormonális eltérésekkel magyarázhatók. Elvileg acromegalia esetén a húzamosabb ideig fennálló emelkedett hGH/IGF1 szint olyan strukturális változásokkal járhat együtt, melyek a bal kamrai rotációs mechanika lényeges eltéréseit és a kompenzatorikus bal kamrai regionális kontraktilitásnövekedést okozzák. Az aktív élsport szintén speciális bal kamrai kontraktilitás/csavarodás mintázattal járhat együtt, mely reverzibilitásának vizsgálata következő tudományos munkák tárgyát képezheti.

A vizsgálat korlátai

Vizsgálatunk elvégzésekor számos limitáló tényező merült fel, melyek közül a legfontosabbak a következők:

- Az élsportolók különböző, olyan nagy dinamikus sportágakat űztek, melyek statikus komponense eltérő volt. Ennek megfelelően nem homogén, hanem kevert csoportról volt szó [14]. A képet árnyalja azonban, hogy egy közelmúltban megjelent tanulmány eredményei alapján a különböző mértékű statikus, de nagy dinamikus sportágakat űző sportolók bal kamrai strainértékei hasonlóak, és lényeges összefüggéseket nem mutatnak a statikus komponens mértékével [17]. Megfelelőbb lett volna ezeket az összefüggéseket ugyanazon sportágat űző sportolókon ellenőrizni, de ennek megszervezése az elmúlt évek járványos időszakában nem volt kivitelezhető.
- Az élsportolók fiatalabbak voltak mind a kontrollokhoz, mind az acromegaliában szenvedő betegekhez képest. A bal kamrai strainein azonban csak minimális, főleg regionális eltéréseket mutatnak a kor növekedésével, ahogy ezt nemrég 3DSTE-vel megállapított normális referenciaértékeket meghatározó közleményből megismerhettük [18].
- Az egészséges kontrollok és az élsportolók hGH- és IGF1-szintjét nem mértük, de önbevallás alapján hormonszintet befolyásoló kezelésben senki sem részesült.
- Relatív kevés acromegaliás beteg vett részt a jelen vizsgálatban. Ennek oka abban keresendő, hogy a betegség eleve ritka, és főleg idősebb betegek állnak szoros gondozás alatt, ami a vizsgálatba bevonható acromegaliások számát jelentősen csökkentette.
- Az acromegaliaaktivitás hatásának vizsgálata a bal kamrai straineikre nem volt célja a jelen vizsgálatnak.
- Az acromegaliás betegek egy részének volt klasszikus cardiovascularis rizikófaktora, melynek hatása a kapott eredményekre nem zárható ki.
- A 3DSTE egy új klinikai módszer, mely jelenleg még nem terjedt el széleskörűen. A módszertan ismerten több technikai jellegű problémával küzd, ami a kapott eredményeket jelentősen befolyásolhatta [9–12].

- A jelen vizsgálat nem tekintette céljának a 3DSTE-vel számítható paraméterek validálását, mivel azok irodalmi adatok alapján validálnak tekinthetők [18, 21].
- Bár 3DSTE segítségével nemcsak a bal kamra, de a jobb kamra és a pitvarok is részletesen analizálhatók, ezek részletes vizsgálatától a jelen közleményben eltekintettünk.

Következtetés

A nagy dinamikájú sportot űző élsportolóknak és az acromegáliás betegekben a nem sportoló egészséges személyekhez képest a bal kamra tágult, elsősorban regionális szinten kontraktilitása kifejezettebb, rotációs mechanikája eltéréseket mutat, de különbségek igazolhatók ezen eltérések jellegében és mértékében.

Anyagi támogatás: A cikk elkészítését a Magyar Innovációs és Technológiai Minisztérium és a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alap támogatta (TKP2021-EGA-20).

Szerzői munkamegosztás: Gy. N.: Vizsgálat lefolytatása, irodalomkutatás, statisztikai elemzések, a kézirat megszövegezése. K. Á.: Vizsgálat lefolytatása, statisztikai elemzések. V. A.: Vizsgálat lefolytatása. V. Zs., B. L., P. J., L. Cs.: Hipotézisek kidolgozása. N. A.: Hipotézisek kidolgozása, a kézirat megszövegezése. A cikk végleges változatát valamennyi szerző elolvasta és jóváhagyta.

Érdekltségek: A szerzőknek nincsenek érdekltségeik.

Irodalom

- [1] Sanno N, Teramoto A, Osamura RY, et al. Pathology of pituitary tumors. *Neurosurg Clin N Am.* 2003; 14: 25–39.
- [2] Colao A, Ferone D, Marzullo P, et al. Systemic complications of acromegaly: epidemiology, pathogenesis, and management. *Endocr Rev.* 2004; 25: 102–152.
- [3] Melmed S. Medical progress: acromegaly. *N Engl J Med.* 2006; 355: 2558–2573. Erratum: *N Engl J Med.* 2007; 356: 879.
- [4] Clayton RN. Cardiovascular function in acromegaly. *Endocr Rev.* 2003; 24: 272–277.
- [5] Ramos-Leví AM, Marazuela M. Cardiovascular comorbidities in acromegaly: an update on their diagnosis and management. *Endocrine* 2017; 55: 346–359.
- [6] Paterick TE, Gordon T, Spiegel D. Echocardiography: profiling of the athlete's heart. *J Am Soc Echocardiogr.* 2014; 27: 940–948.
- [7] Mikołajczyk R, Sikora M, Mikrut G, et al. Hormonal response to incremental and continuous exercise in cyclists with left ventricle hypertrophy. *J Hum Kinet.* 2020; 71: 155–166.
- [8] Liu H, Bravata DM, Olkin I, et al. Systematic review: the effects of growth hormone on athletic performance. *Ann Intern Med.* 2008; 148: 747–758.
- [9] Nemes A, Kalapos A, Domsik P, et al. Three-dimensional speckle-tracking echocardiography – a further step in non-invasive three-dimensional cardiac imaging. [Háromdimenziós speckle-tracking echokardiográfia – egy újabb lépés a noninvazív háromdimenziós kardiális képalkotásban.] *Orv Hetil.* 2012; 153: 1570–1577. [Hungarian]
- [10] Urbano-Moral JA, Patel AR, Maron MS, et al. Three-dimensional speckle-tracking echocardiography: methodological aspects and clinical potential. *Echocardiography* 2012; 29: 997–1010.
- [11] Ammar KA, Paterick TE, Khandheria BK, et al. Myocardial mechanics: understanding and applying threedimensional speckle tracking echocardiography in clinical practice. *Echocardiography* 2012; 29: 861–872.
- [12] Muraru D, Niero A, Rodriguez-Zanella H, et al. Three-dimensional speckle-tracking echocardiography: benefits and limitations of integrating myocardial mechanics with three-dimensional imaging. *Cardiovasc Diagn Ther.* 2018; 8: 101–117.
- [13] Nemes A, Kalapos A, Domsik P, et al. Left ventricular rotation and twist of the heart. Let's reveal some concepts. [A szív bal kamrai rotációja és csavarodása: Tisztázzunk néhány fogalmat.] *Orv Hetil.* 2012; 153: 1547–1551. [Hungarian]
- [14] Mitchell JH, Haskell W, Snell P, et al. Task Force 8: classification of sports. *J Am Coll Cardiol.* 2005; 45: 1364–1367.
- [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. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2015; 16: 233–270. Erratum: *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2016; 17: 412. Erratum: *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2016; 17: 969.
- [16] Kormányos Á, Domsik P, Kalapos A, et al. Active acromegaly is associated with enhanced left ventricular contractility: results from the three-dimensional speckle-tracking echocardiographic MAGYAR-Path Study. *Rev Port Cardiol (Engl edn.)* 2020; 39: 189–196.
- [17] Nemes A, Gyenes N, Kormányos Á, et al. Left ventricular deformation in athletes playing sports with high dynamics – insights from the three-dimensional speckle-tracking echocardiographic MAGYAR-Sport Study. *Quant Imaging Med Surg.* 2023; 13: 320–328.
- [18] Nemes A, Kormányos Á, Kalapos A, et al. Normal reference values of left ventricular strain parameters in healthy adults: real-life experience from the single-center three-dimensional speckle-tracking echocardiographic MAGYAR-Healthy Study. *J Clin Ultrasound* 2021; 49: 368–377.
- [19] Kormányos Á, Domsik P, Kalapos A, et al. Left ventricular twist is impaired in acromegaly: Insights from the three-dimensional speckle tracking echocardiographic MAGYAR-Path Study. *J Clin Ultrasound* 2018; 46: 122–128.
- [20] Gyenes N, Kormányos Á, Vágvolgyi A, et al. Left ventricular rotational mechanics in elite athletes doing high dynamic sports. Insights from the 3D speckle-tracking echocardiographic MAGYAR-Sport Study. *J Sports Med Phys Fitness* 2021; 61: 1007–1012.
- [21] Kormányos Á, Kalapos A, Domsik P, et al. Normal values of left ventricular rotational parameters in healthy adults: Insights from the three-dimensional speckle tracking echocardiographic MAGYAR-Healthy Study. *Echocardiography* 2019; 36: 714–721.
- [22] Nemes A, Kormányos Á. Prevalence of left ventricular 'rigid body rotation', the near absence of left ventricular twist (insights from the MAGYAR studies). *Rev Cardiovasc Med.* 2022; 23: 5.
- [23] van Dalen BM, Caliskan K, Soliman OI, et al. Left ventricular solid body rotation in non-compaction cardiomyopathy: a potential new objective and quantitative functional diagnostic criterion? *Eur J Heart Fail.* 2008; 10: 1088–1093.
- [24] Nemes A, Geleijnse ML, Soliman OI, et al. Real-time 3-dimensional echocardiography: can there be one more dimension? [Real-time 3-dimenziós echokardiográfia – lehet egy dimenzióval több?] *Orv Hetil.* 2007; 148: 2451–2460. [Hungarian]
- [25] Wood PW, Choy JB, Nanda NC, et al. Left ventricular ejection fraction and volumes: it depends on the imaging method. *Echocardiography* 2014; 31: 87–100.

- [26] Nemes A, Kormányos Á, Domsik P, et al. Mitral annulus is dilated with preserved function in acromegaly regardless of its activity: insights from the three-dimensional speckle-tracking echocardiographic MAGYAR-Path Study. *Rev Port Cardiol (Engl ed.)* 2021; 40: 253–258.
- [27] Kormányos Á, Domsik P, Kalapos A, et al. Three-dimensional speckle tracking echocardiography-derived left atrial deformation analysis in acromegaly. (Results from the MAGYAR-Path Study.) *Echocardiography* 2018; 35: 975–984.
- [28] Nemes A, Kormányos Á, Domsik P, et al. Diabetes mellitus deteriorates left ventricular deformation in acromegaly-analysis from the three-dimensional speckle-tracking echocardiographic MAGYAR-Path Study. *Quant Imaging Med Surg.* 2021; 11: 410–414.
- [29] Nemes A, Gavallér H, Csajbók E, et al. Aortic stiffness is increased in acromegaly – a transthoracic echocardiographic study. *Int J Cardiol.* 2008; 124: 121–123.
- [30] Nemes A, Gavallér H, Csajbók E, et al. Does diabetes mellitus facilitates aortic stiffening in acromegaly? *Diabetes Res Clin Pract.* 2007; 78: e7-8.
- [31] Nemes A, Kalapos A, Domsik P, et al. Is there a relationship between increased aortic stiffness and segmental left ventricular deformation in elite athletes? (Insights from the MAGYAR-Sport Study). *Physiol Int.* 2017; 104: 206–215.

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

„*Patiens et fortis se ipsum felicem facit.*”
(A béketűrő és bátor ember maga teszi boldoggá magát.)

A cikk a Creative Commons Attribution 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>) feltételei szerint publikált Open Access közlemény, melynek szellemében a cikk bármilyen médiumban szabadon felhasználható, megosztható és újraközölhető, feltéve, hogy az eredeti szerző és a közlés helye, illetve a CC License linkje és az esetlegesen végrehajtott módosítások feltüntetésre kerülnek. (SID_1)