

A szív edzésadaptációja a sportágak dinamikus-statikusan beosztásának függvényében, valamint az edzéciklusok hatása a kardiális adaptációra

Doktori értekezés

Dr. Csajági Eszter

Testnevelési Egyetem
Sporttudományok Doktori Iskola



Témavezető: Dr. Pavlik Gábor, DSc, professor emeritus

Hivatalos bírálók: Dr. Szekeres Mária PhD, egyetemi docens

Dr. Szelid Zsolt PhD, egyetemi adjunktus

Szigorlati bizottság elnöke: Dr. Istvánfi Csaba, CSc, professor emeritus

Szigorlati bizottság tagjai: Dr. Apor Péter PhD, egyetemi tanár

Dr. Zima Endre PhD, egyetemi adjunktus

Budapest, 2016

Tartalomjegyzék

RÖVIDÍTÉSEK JEGYZÉKE	3
I. IRODALMI ÁTTEKINTÉS	7
I./1 Bevezetés.....	7
I./2 A szív edzésadaptációja	8
I./2.1 A szív edzésadaptációjának vizsgálómódszerei.....	9
I./2.2 A morfológiai edzésadaptáció	10
I./2.2.1 Bal kamra	11
I./2.2.2 Jobb kamra	12
I./2.2.3 Pitvarok	13
I./2.3 A funkcionális paraméterek változása.....	15
I./2.3.1 Szisztolés funkció.....	15
I./2.3.2 Diasztolés funkció	16
I./2.3.3 Gazdaságosabb anyagcsere	17
I./2.3.4 Módosult elektromos aktivitás	17
I./2.4 A regulációs paraméterek változása	18
I./3 A szív edzésadaptációját befolyásoló tényezők	19
I./3.1 A sportág típusa	19
I./3.2 Egyéb tényezők: a nem, az etnikum, életkor és a fizikai aktivitás szintje	24
I./4 A sportágak beosztása	28
I./4.1 A sportágak beosztása a statikus-dinamikus jelleg alapján.....	30
I./5 A sportágak osztályozásának korlátai	34
I./6 Az edzéciklusok hatása a bal kamrai morfológiai adaptációra	35
II. CÉLKITŰZÉSEK.....	36
III. MÓDSZEREK	37
III./1 Vizsgálati személyek.....	37
III./2 Vizsgálati módszerek	41
III./2.1 Morfológiai edzésadaptáció vizsgálata.....	43
III./2.2 Funkcionális edzésadaptáció jellemzése	46
III./2.3 Regulációs edzésadaptáció jellemzése	50
IV. EREDMÉNYEK	51
IV./1 Alapadatok	51
IV./2 Regulációs adaptációs jelek.....	55
IV./3 Bal kamrai adaptáció	58

IV./3.1	<i>Morfológiai adaptáció</i>	58
IV./3.2	<i>Funkcionális adaptáció</i>	66
IV./3.2.1	<i>Diasztolés funkció</i>	66
IV./3.2.2	<i>Szisztolés funkció</i>	67
IV./4	Jobb kamrai adaptáció.....	69
IV./4.1	<i>Morfológiai adaptáció</i>	69
IV./4.2	<i>Funkcionális adaptáció</i>	71
IV./5	Pitvari adaptáció.....	72
IV./6	Aortagyök dilatációja.....	73
IV./7	A bal kamrai adaptációt leíró regressziós egyenletek a különböző sportági csoportokban.....	74
IV./8	Bonferroni korrekció.....	75
IV./9	Eredmények: Az edzés ciklusok hatásának vizsgálata.....	76
V.	MEGBESZÉLÉS.....	83
V./1	Alapadatok.....	83
V./2	Regulációs paraméterek edzésadaptációja.....	84
V./3	A bal kamrai edzésadaptáció.....	86
V./3.1	<i>A bal kamra morfológiai adaptációja</i>	86
V./3.2	<i>A bal kamra funkcionális edzésadaptációja</i>	89
V./4	Jobb kamra edzésadaptáció.....	90
V./5	A pitvari adaptáció.....	91
V./6	Aortagyök átmérő.....	91
V./7	Az adaptációt leíró egyenletek.....	92
V./8	Az adaptációs paraméterek változása az edzésciklussal.....	92
VI.	KÖVETKEZTETÉSEK.....	94
VII.	ÖSSZEFOGLALÁS.....	98
VIII.	SUMMARY.....	100
IX.	IRODALOMJEGYZÉK.....	102
X.	SAJÁT PUBLIKÁCIÓK JEGYZÉKE.....	120
XI.	KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS.....	121
XII.	FÜGGELÉK.....	122
XII./1	Táblázatok jegyzéke.....	122
XII./2	Ábrák jegyzéke.....	123

RÖVIDÍTÉSEK JEGYZÉKE

2D	: 2 Dimenziós
3D	: 3 Dimenziós
A	: Atrial, pitvari (pulzatis Dopplerrel meghatározott sebesség)
A'	: Szöveti Dopplerrel meghatározott késői diasztolés sebesség
ACE	: Angiotenzin konvertáló enzim
AHA	: American Heart Association
AOD	: Aortagyök átmérő
ARVC/D	: Aritmogén jobb kamrai kardiomiopátia/diszplázia
ATP	: Adenozin-Trifoszfát
AV	: Atrioventrikuláris
AV _{max}	: Aorta kiáramlás maximális sebessége
BK	: Bal kamra
BP	: Bal pitvar
BPD	: Blood pressure diastolic, diasztolés vérnyomás
BPS	: Blood pressure systolic, szisztolés vérnyomás
BSA	: Body surface area, testfelület
BTSzB	: Bal Tawara szár blokk
CI	: Cardiac index, szívindex
CO	: Cardiac output, perctérfogat

CT	: Computed tomography
d	: Diasztolé, diasztolés
DIA	: Diasztolé időtartama
DT	: Detraining, edzéskihagyás
E	: Early, korai (diasztolés telődési sebesség)
E/A	: A korai és a pitvari sebességek hányadosa
E'	: Szöveti Dopplerrel meghatározott korai diasztolés sebesség
EAT	: Diasztázis időtartama
EDT	: E-hullám decelerációs idő
EDV	: End diastolic volume, végdiasztolés térfogat
EF	: Ejekciós frakció
EKG	: Elektrokardiográfia
ESV	: End systolic volume, végszisztolés térfogat
FS	: Fractional shortening, frakcionális rövidülés
GEP	: General endurance preparation period, alapozó fázis
HR	: Heart rate, szívfrekvencia
I	: Indexált (BSA-ra vonatkoztatott)
IGF	: Insulin-like growth faktor
IVS	: Interventrikuláris szeptum
JK	: Jobb kamra
JTSzB	: Jobb Tawara szár blokk

LA	: Left atrium, bal pitvar
Lat	: laterális
LVID	: Left ventricular internal diameter, bal kamrai belső átmérő
LVIDlong	: LVID long, BK hosszanti átmérő diasztolé
LVISlong	: LVIS long, BK hosszanti átmérő szisztolé
LVMM	: Left ventricular muscle mass, BK izomtömeg
LVPWT	: Left ventricular posterior wall thickness, BK hátsó falvastagság
LVET	: LV ejection time, bal kamrai ejekció ideje
Max	: Maximális
Med	: mediális
Min	: perc
MQ	: Muszkuláris kvóciens
MRI	: Magnetic Resonance Imaging, mágneses rezonancia képalkotás
MVC	: Maximal voluntary contraction, maximális akaratlagos kontrakció
PET	: Positron emission tomography, pozitron emissziós tomográfia
RA	: Right atrium, jobb pitvar
Rel.	: relatív (BSA megfelelő hatványára vonatkoztatott)
RP	: Race specific training period, versenyperiódus
RV	: Right ventricle, jobb kamra
RVA	: RV area, jobb kamrai felszín
RVLAX	: RV long axis, jobb kamrai hosszátmérő

RV SAX	: RV short axis, jobb kamrai rövid átmérő
s	: Szisztolés
S	: Starting values, kiindulási értékek
S'	: Szöveti Dopplerrel meghatározott szisztolés sebesség
S..D..	: Statikus és dinamikus komponens szerinti sportági beosztás
Sec	: Másodperc
STE	: Speckle Tracking Echocardiography
SV	: Stroke volume, pulzusvolumen
SYS	: Szisztolé időtartama
TAPSE	: Tricuspidal Annular Plain Systolic Excursion
TDI	: Tissue Doppler Imaging, Szöveti Doppler
TM	: Testmagasság
Tric	: Trikuszipidális (billentyű)
TT	: Testtömeg
VCF	: Cirkumferenciális roströvidülési sebesség

I. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

I./1 Bevezetés

A hosszú távú, rendszeres fizikai aktivitás pozitív hatásai igen széles körben ismertek (1-11), és egyre nagyobb hangsúlyt kapnak, nemcsak a sportsikerek magas társadalmi presztízse, hanem a különböző szervrendszerek megbetegedéseiben bizonyítottan preventív hatásuk miatt is. Gondoljunk csak a magas vérnyomás betegségeire, hiszen a testmozgás bizonyítottan csökkenti nemcsak a hipertóniások (2, 10, 12-15), hanem bizonyos mértékben egészséges emberek vérnyomását is, bár előbbiekben a hatás kifejezettebb (10, 12-16). Újabb kutatások szerint az izometriás gyakorlatoknak is van vérnyomás csökkentő hatása (13). Emellett a rendszeresen végzett aerob mozgás csökkenti a testsúlyt és az elhízás kockázatát (17-20), ennek minden káros következményét mérsékelve. Ezenkívül fizikailag aktívabb egyéneknél egyes daganatos betegségek ritkábban fordulnak elő (21-23), pszichés elváltozásokban pedig a fizikai aktivitás a betegség lefolyására jótékony hatást fejt ki. A sport ezenkívül bizonyítottan pozitív hatással van a betegek állapotára szívelégtelenségben és szívtranszplantáció után is (24-30).

Ugyanakkor a sport, különösen az élsport hatásai nem csak pozitívak lehetnek. Veleszületett vagy szerzett kardiovaszkuláris betegségek esetén a sport hirtelen halál oki tényezője is lehet (16, 31-37). Különösen fontos ezért a fiziológiás kardiovaszkuláris adaptáció jeleinek ismerete (5, 7-9, 38-40), ezek elkülönítése az esetleges patológias elváltozásoktól (5, 7-9, 38, 39, 41-43), melyek vizsgálatára a hagyományos módszerek mellett non-invazív és invazív modern képalkotó módszerek is rendelkezésre állnak (7).

I./2 A szív edzésadaptációja

Az edzett szív kifejezés alatt azokat a kardiovaszkuláris alkalmazkodási jellemvonásokat értjük, amelyeket a hosszú időtartamú, rendszeres fizikai aktivitás vált ki (7, 44). Ezen változások az edzett szív (az angol nyelvű irodalomban az athlete's heart kifejezés használatos) vizsgálatának több évtizedre visszatekintő múltja alapján biztosan kijelenthetően pozitív, fiziológias elváltozások, amelyek a jobb teljesítmény elérését célozzák (8, 9, 40, 45, 46, 47, 48, 49, 50).

A hazai sportélettan- és keringés-fiziológiai kutatások többek között (Csanády és mtsai, Merkely és mtsai, Sidó és mtsai) Pavlik és mtsai nevéhez fűződnek. Gyakorlatuk szerint a szív edzésadaptációját leíró jellemvonásokat három csoportba soroljuk: morfológiai, funkcionális és regulációs csoportokba (7-9). Ezzel szemben, az utóbbi két csoport nehéz elkülöníthetősége miatt a nemzetközi irodalomban csak két csoportot különböztetnek meg: morfológiai vagy strukturális és funkcionális csoport (5, 46, 47, 51-56), utóbbi csoportba sorolva a Pavlik és mtsai által regulációs paraméterként meghatározott változásokat. A 1. táblázatban összefoglalva láthatók a fiziológias edzésadaptációs jelek, amelyeket munkacsoportunk hagyományai szerint három csoportba soroltam. Itt jegyezném meg, hogy Dores és mtsai (40) egy 2015-ös összefoglaló közleményben szintén három csoportba sorolják a szív edzettségét jelző paramétereket, lényegében a mi besorolásunkhoz hasonlóan, más nomenklatúrát használva (elektromos, strukturális és funkcionális csoportokat különítenek el).

A további alfejezetekben kerülnek bemutatásra az egyes morfológiai, funkcionális és regulációs jellemzők, ahol a nemzetközi irodalomban is megbízható adatok állnak rendelkezésre, ott a bal és jobb szívfél adaptációs mechanizmusai külön kerülnek ismertetésre.

1. táblázat - A kardiális edzésadaptáció jellemzői

A kardiális edzésadaptáció jellemzői		
<u>Morfológiai jelek</u>	<u>Funkcionális változások</u>	<u>Regulációs jellegzetességek</u>
Kardiális hipertrófia: - vastagabb szívfall - nagyobb üregek	Módosult elektromos aktivitás	Alacsonyabb nyugalmi perctérfogat
Jobb koszorúér-ellátás	Jobb relaxációs képesség	Bradikardia
	Jobb kontraktilitás	
	Gazdaságosabb anyagcsere	
Pavlik és mtsai (9) alapján.		

1./2.1 A szív edzésadaptációjának vizsgálómódszerei

A kardiális edzésadaptáció jellemzése előtt azon vizsgálati módszereket ismertetem, amelyek a hétköznapi gyakorlatban, illetve a kutatásokban a szív-érrendszeri adaptáció megítélésére kiválóan alkalmazhatók.

Az általános orvos, belgyógyász és a sportorvos legelső találkozása során a sportolóval az anamnézis felvétele után (melyet egységesített kérdőív használata tesz megbízhatóbbá) még ma is saját érzékszerveire és a belgyógyászat legalapvetőbb módszereire támaszkodhat leginkább. Ezek az *inspekció*, a *palpáció*, a *perkusszió* és az *auszkultáció*. Ezen vizsgálati módszerek segítségével gyűjtött információk alapján haladhat tovább a vizsgáló orvos és választhat a különböző eszközös, invazív és non-invazív vizsgálatok széles palettájából, amik már Magyarországon is szinte kivétel nélkül rendelkezésre állnak a sportolók kardiovaszkuláris állapotának felmérésére, valamint az esetleges elváltozások diagnosztikájának céljából.

A sportolók kardiovaszkuláris rendszerének vizsgálatából a *kétirányú mellkasröntgen* felvétel már kiszorulóban van, inkább csak a kardiológiai betegek vizsgálatában, illetve pulmonológiai kérdésekben alkalmazott eszköz. Az egyik legrégebbi, mégis népszerűségéből és hasznosságából mit sem veszített módszer az *EKG vizsgálat*, mely egyrészt a rutin sportorvoslás (Magyarországon a kötelező sportorvosi vizsgálat) szerves része, másrészt elsőként választandó vizsgálat a sportolók ritmuszavarainak kivizsgálásában is. Diagnosztikus céllal a *24 órás Holter*

monitorizálás, illetve panaszok esetén, vagy a teljesítmény meghatározása céljából a *terheléses EKG* vizsgálat is elterjedt. A *vérnyomásmérés*, a *24-órás*, illetve a terheléses vizsgálat közbeni vérnyomás monitorozás is inkább a diagnosztika, mint a kutatás területe.

A kardiovaszkuláris rendszer edzésadaptációjának kutatásában a legjobban hozzáférhető, leggyakrabban alkalmazott, non-invazív, költséghatékony módszer az *echokardiográfia*, mellyel mind a szív morfológiai változásairól, mind a funkciójáról információt nyerhetünk a vizsgálat során. A kezdetben alkalmazott M-mód, és 2D módszerekhez képest ma már rendelkezésünkre áll a Doppler (57-60), a szöveti Doppler (TDI) (43, 59, 61-65) és a Speckle Tracking Echokardiográfia (STE) (66-72), valamint a 3D-s képalkotás is (73, 74). A szívultrahang segítségével mért és számított paraméterek a módszerek részben kerülnek ismertetésre.

Az echokardiográfiához képest pontosabb eredményt ad a sportolók vizsgálatában szintén egyre elterjedtebb non-invazív mágneses rezonanciás képalkotás (MRI) is (47, 55, 75), amely azonban egyelőre még a kevésbé hozzáférhető vizsgálatok közé tartozik. Emellett találkozhatunk még sportolókon a szívizom anyagcseréjét vizsgáló pozitron emissziós tomográfiai (PET) vizsgálatokkal is (76-78). A CT, illetve CT-angiográfiás vizsgálatok csak panaszos sportolók esetében alkalmazandók, csakúgy, mint a szívkatéteres és nukleáris kardiológiai vizsgálatok. Utóbbiak főleg invazív és sugárterheléssel járó voltak miatt.

I./2.2 A morfológiai edzésadaptáció

Az edzett emberek szíve egy olyan fiziológias adaptációt takar, ami egy megnagyobbodott, de egyebekben normális szív, ami alacsonyabb nyugalmi szívfrekvenciával, jobb pumpafunkcióval és nagyobb oxigénszállító kapacitással rendelkezik (9). A morfológiai vagy strukturális (szerkezeti) edzésadaptáció jelenti az üregek tágulatát, a szívizom hipertrófiáját (falvastagodás és belső átmérő növekedés), valamint a gazdagabb koszorúér hálózatot.

I./2.2.1 Bal kamra

Számos szerző írt eddig is összefoglaló közleményt az edzett szívről (8, 40, 44-47, 50, 56, 79, 80-82). Az első megfigyelések, miszerint a sportolók szíve nagyobb, már az 1890-es évekből származnak (56). Akkor még csak kopogtatással és hallgatózással találtak nagyobb szívet futókban illetve alpesi sízőkben. A technika fejlődésével (83) az edzés hatására bekövetkező kardiovaszkuláris változások ennél pontosabban és objektívebben is vizsgálhatók lettek (5, 7-9, 40). Boncolások eredményei és MRI vizsgálatok is megerősítették, hogy a szívüregek egymáshoz viszonyított aránya a sportolók nagyobb szívében normális (84).

A szívüregek megnagyobbodása jelenti tehát a szívizom megvastagodását, valamint a belső átmérő növekedését (47, 55, 83, 85), melyek aránya függ az életkortól, a sport típusától, valamint a fizikai aktivitás intenzitásától és időtartamától (8, 45, 46, 55, 82, 83, 86, 87). Pelliccia és mtsai (88) sportolóknál 15-20%-al vastagabb bal kamra falat és 10-15%-al nagyobb bal kamrai üregméreteket találtak. Méréseikben az üregméret nagy testfelületű, állóképességi sportolóknál a 70 mm-t is elérte, háttérben álló patofiziológiás állapot hiányában is. Pluim 2000-es összefoglaló közleményében (46) 59 tanulmány, 1451 sportoló adatai alapján állóképességi sportolóknál 0,36 mm-el nagyobb relatív falvastagságot talált egészséges kontroll egyénekhez képest. Ugyanez a szám kevert állóképességi-erő sportolóknál 0,40 mm, tisztán erősportolóknál 0,44 mm volt. A vizsgált közleményekben szintén nagyobb bal kamrai belső átmérőket is találtak.

Emellett fontos edzettségi jelnek tekinthető a főleg állóképességi sportolóknál kialakuló gazdagabb koszorúér hálózat (89-91), ami a 30 µm átmérőnél kisebb artériák számának emelkedését, valamint a rezisztencia erek és nagyobb koronária artériák dilatációját jelenti (5, 7, 9, 92). A folyamat háttérben az áramlás fokozódása miatti nyírási feszültség növekedés, valamint a fal feszülés, a miokardium fokozott feszülése, mint mechanikus tényezők érhetők tetten (90). A korábban gondolt angiogenezishez képest ma inkább a kapilláris proliferációt, valamint a kapillárisok arteriolizációját gondolják elsődleges mechanizmusként (90). A kis erek dilatációjával szemben az aortagyök dilatációja egy bizonyos szint felett patológiás állapot gyanúját kelti (40, 93).

I./2.2.2 Jobb kamra

A jobb kamra (JK) terheléshez történő adaptációjáról jóval kevesebb adat áll rendelkezésre (8, 63, 94-97). Ennek oka, hogy technikailag nehezebben vizsgálható, továbbá alakja nem a bal kamrához hasonlóan henger, hanem azt mintegy körbe beborítva, átmetszetben közel háromszög alakú. A jobb kamra trabekuláltsága is kifejezettebb a bal kamráénál, így az izomfal határa nehezebben megítélhető. Ugyanakkor a technikai fejlődés lehetővé tette, hogy a jobb kamra is a sportkardiológiai kutatások középpontjába kerüljön az elmúlt évtizedben (63, 94, 95, 97), főleg annak a felismerésnek köszönhetően, hogy a jobb kamra aritmogén diszpláziája (ARVC/D) milyen fontos szerepet tölt be a sportolók hirtelen szívhalálában. Így nem csak az echokardiográfiás vizsgálattal végzett kutatások eredményei (63, 94, 95, 98), hanem az MR-rel végzett kutatások is publikálásra kerültek (47, 55, 75).

Korábbi tanulmányok még nem találtak kifejezett adaptációt a jobb kamrában sportolóknál, illetve nem találtak nagyobb mértékű adaptációt a bal kamrához képest (8, 99). Ugyanakkor az újabb kutatások eredményei viszonylag egy irányba mutatnak. Amennyiben a bal kamrai edzésadaptációs jeleknek megfelelő csoportosítást használjuk, a következő megállapításokat tehetjük a jobb kamrai adaptációt illetően: a jobb kamrában kifejezett morfológiai adaptáció figyelhető meg sportolóknál nem edző kontrollokhoz képest (47, 55, 63, 70, 94-96, 98). Ez jelenti egyrészt a vastagabb izomréteget, másrészt a bal kamrához viszonyítva is kifejezettebben jelentkező üregméret növekedést, mely mind a hosszanti, mind a rövid átmérőkben megfigyelhető (75, 98). A különbség edzett és kontroll személyek között állóképességi edzést folytatók esetén kifejezettebb (75, 96).

Nem ez a helyzet ugyanakkor a funkcionális adaptáció terén. A legtöbb közlemény szerint a kifejezett morfológiai adaptáció ellenére sem a szisztolés, sem a diasztolés funkciót jellemző paraméterek nem jobbak sportolók esetében kontrollokhoz képest (11, 47, 55, 63, 75, 95, 96-98). Mit is jelent ez a különböző paramétereket tekintve? A jobb kamra szisztolés funkcióját (vagyis kontrakciós képességét) jellemezhetjük a frakcionált felszínváltozással (95) (ez nagyjából a bal kamrai ejekciós frakciónak feleltethető meg) valamint a TAPSE-val (a trikuszipidális annulus szisztolés előmozdulása), esetleg a szöveti Doppler vizsgálattal nyert S' értékével. A bal kamrával

ellentétben a jobb kamra esetén a legtöbb vizsgálatban nem találtak különbséget a fent említett paraméterekben (11, 63, 75, 95), kivéve Teske és mtsai (64) valamint Baldi és mtsai (100) mértek magasabb S' értéket sportolókon mint kontrollokon.

A diasztolés funkciót jellemezhetjük a trikuszipidális beáramlási görbe alapján számolt E/A hányadossal (ami a mitrális beáramlási görbével szemben azonban függ a légzész ciklustól), valamint a szöveti Dopplerrel mért E' és A' sebességekkel, valamint ezek hányadosával. A legtöbb ismertett tanulmányban nem találtak különbséget a jobb kamra diasztolés funkciójában edzett és kontroll személyek között (11, 47, 55, 63, 75, 95), egyedül D'Andrea és mtsai (95) írtak le jobb koradiasztolés funkciót sportoló csoportjuknál. Ez persze másrésről azt is jelenti, hogy az üregi tágulat fiziológiás, nem csökken a megnagyobbodott jobb kamra funkciója, ami a már korábban is hangsúlyozott ARVC/D-től való differenciáldiagnózist segíti.

Összefoglalva levonhatjuk azt a következtetést, hogy a jobb kamra fiziológiásan ugyanúgy, ha nem kifejezettebben alkalmazkodik morfológiáját tekintve a terheléshez, mint a bal kamra. Emellett a funkció fiziológiás hipertrófia esetén per definitionem nem károsodik (a fiziológiás hipertrófia felső határát D'Andrea és mtsai (95) próbálták közel 650 sportoló és 300 kontroll adatait figyelembe véve meghatározni), de nem is mutatható ki szupernormális diasztolés funkció, szemben a bal kamrával. Ennek magyarázata még nem teljesen ismert, feltételezésünk szerint a morfológiai adaptáció elég ahhoz, hogy a jobb kamra a megnövekedett volumenterhelésnek eleget tegyen, a funkcionális adaptáció a következő lépés lenne. Mivel a jobb kamra morfológiai adaptációhoz szükséges „tartalékai” magasabbak, mint a bal kamrának, így a funkcionális adaptációra a jobb kamra esetén nincs szükség.

I./2.2.3 Pitvarok

A pitvarok szerepére illetve részvételére a terheléshez történő adaptációban csak nemrég figyeltek fel a kutatók (101), bár a relatíve új Speckle Tracking echokardiográfiás módszer elterjedése óta (66-69, 102) a sportkardiológiai kutatásokkal foglalkozó szakemberek figyelme is ebbe az irányba fordult. A korábbi mérések szerint a tartós és intenzív állóképességi sportokban a bal (és újabban a jobb) pitvar megnagyobbodását figyelték meg (66, 68, 69, 101-105), bár egyes szerzők itt sem

találtak különbséget sportolók és kontroll személyek között (106). A fiziológiás hipertrófia határát serdülőkben Basavarajiah és mtsai sportolókon 45 mm alatti bal pitvari átmérőben határozták meg (104). Felnőttekben ez a vágópont a fiziológiás és patológiás bal pitvari méreteket tekintve Pelliccia és mtsai után nőkben 45, férfiakban 50 mm (101).

A pitvari hipertrófia szerepét hangsúlyozza, hogy több szerző megfigyelése szerint is szupraventrikuláris ritmuszavarokhoz, leggyakrabban ún. „lone atrial fibrillation”-hoz vezethet (101-103). Ilyenkor a pitvarfibrilláció hátterében egyéb kóroki tényező nem azonosítható (103). A pitvarfibrilláció gyakorisága az átlagpopulációban 0,1-0,2% körül mozog 50 éves kor alatt, a 8-10%-ot csak 80 éves kor körül éri el (103). Sportolóknál ugyanakkor Furlanello és mtsai 30 éves korig 9%-os prevalenciát találtak (107) Hoogsteen és mtsai-hoz hasonlóan (105). Grimsmo és mtsai még ennél is magasabb, 12,8%-os prevalenciát talált aktív sportolókon (108). Egyértelmű összefüggés van a bal pitvari méretek, valamint a pitvarfibrilláció gyakorisága között, a normál pitvari méret felső határa 32 ml/m²-re tehető (109). Szintén több szerző megfigyelése szerint a ritmuszavar férfiakban sokkal gyakoribb (101, 103, 107, 108).

Mivel a pitvari funkciót a hagyományos echokardiográfiás módszerek segítségével nem lehetett olyan pontosan megítélni, így kevesebb adat is áll rendelkezésre. Ezen paraméter nem is képezi értekezésem fő témáját, így a funkcionális pitvari adaptációt is ebben az alpontban ismertetem. Már korábban leírták, hogy különösen a pitvari méretek, de újabban a pitvari funkció is meghatározó lehet a patológiás és fiziológiás bal kamrai hipertrófia elkülönítésében (68, 69, 101). A funkció megítélésében az új 2D-STE van segítségünkre (66-69, 102). A 2D-STE módszerrel meghatározott strain és strain rate értékek alapján várhatnánk jobb funkcionális paramétereket. Ugyanakkor a megfigyelések csak azt mutatják, hogy a rendszeres tartós és intenzív állóképességi sport hatására kialakuló remodelling a pitvari mechanikát és funkciót biztosan nem befolyásolja kóros irányban (66, 72, 102).

A jobb pitvar sportadaptációja még kevésbé vizsgált terület volt eddig. Ez a trend most megfordulni látszik, sok új vizsgálat jelenik meg a jobb szívfél, ezen belül is a jobb pitvari adaptációval kapcsolatban. D'Ascenzi és mtsai több publikációban is nagyobb jobb pitvari felszint, térfogatot és térfogat indexet figyeltek meg sportolóknál,

valamint alacsonyabb strain értékeket (67, 68) egészséges kontroll személyekhez képest. Pagourelis és mtsai a nagyobb jobb pitvari átmérők mellett a funkciót jellemző strain értékekben nem találtak különbséget (72). Sciomer és mtsai már egy 1998-as tanulmányban nagyobb jobb pitvari átmérőt találtak állóképességi sportolókon kontroll személyekhez képest, ugyanakkor ez a különbség erősportolókon nem volt megfigyelhető (110). Ebből is látható, hogy a pitvari adaptáció vizsgálatában még igen sok a kérdőjel. Az egyértelmű morfológiai adaptáció mellett a funkcionális paraméterek vizsgálata, illetve az adaptáció nem, etnikum és sportág függése még számos kérdést tartogat.

I./2.3 A funkcionális paraméterek változása

A funkcionális edzésadaptációt jellemző paraméterek a módosult elektromos aktivitás, a jobb kontrakciós és relaxációs képesség valamint a gazdaságosabb anyagcsere.

I./2.3.1 Szisztolés funkció

Mint már korábban ismertettem, valamint az értekezés későbbi részében is számos helyen említésre kerül, a funkcionális edzettségi jelek, vagyis a szívizom kontrakciós és relaxációs képessége, illetve ezeknek változása, a patológiás és fiziológiás állapotok elkülönítésében létfontosságú lehet (5, 38, 39, 41-43).

Először a szisztolés funkció, vagyis a kontrakciós képesség változását mutatom be, melyet a bal kamrai ejekciós frakcióval (EF), a frakcionális roströvidüléssel (FS-fractional shortening) és a pulzus volumennel (SV: stroke volume) jellemezhetünk (9, 111). Újabban pedig a szöveti Dopplerrel meghatározott S' sebességeket alkalmazzák a szisztolés funkció megítélésére (8, 9, 41, 43, 61, 62). A várakozással ellentétben, nyugalomban a bal kamrai ejekciós frakcióban nem volt szignifikáns eltérés sportolói és kontroll csoportok között (40, 46, 47, 55, 61, 112), sőt egyes szerzők alacsonyabb EF-t figyeltek meg sportolóknál nyugalomban (60). Dores és mtsai ugyanakkor felvetik egy összefoglaló közleményben, hogy a nyugalomban mért szisztolés funkciós paraméterek csak limitált diagnosztikus értékkel rendelkeznek (40), ezért az új Speckle tracking módszerekkel meghatározott strain értékek használatát javasolják olyan változások megjelenítésére, ami az EF-ban nem mutatkoznak (40, 66-72). A morfológiai

változások miatt a SV edzettekben főleg terhelés alatt nagyobb (5, 7-9, 40), ugyanis terhelés során edzettekben a bal kamrai végdiasztolés volumen (LVEDV) emelkedik, a végszisztolés volumen (LVESV) pedig az edzetlenekkel szemben csökken (57), ami által edzett emberekben az edzetlenekhez képest kb. hatszoros maximális perctérfogat érhető el (40, 48, 54). Emellett sportolóknál terhelés során az arteriovenózus oxigén különbség is nagyobb (8, 48).

I./2.3.2 Diasztolés funkció

A bal kamra diasztolés funkcióját jellemezhetjük a mitrális beáramlási görbén mért korai és késői diasztolés sebességek arányával, az E/A hányadossal (8, 9), illetve újabb kutatások szerint a beáramlási görbék lefutásának matematikai modellezése is plusz információt szolgáltat a relaxációs képességről (113).

Ahogy az értekezés folyamán később is ismertetésre kerül, az életkor, valamint a végzett sporttevékenység típusa befolyásolja a jobb diasztolés funkció megjelenését. Gyermekkorú sportolók esetén az edzett egyéneknél nem mutatkozik magasabb E/A hányados, nem sportoló kontrollokhoz képest, hiszen gyermekkorban amúgy is nagyon tágulékony a szív (9, 42, 60, 87, 114-116). Az aktív versenyzői korban (18-35 év) edzettekben már magasabb E/A értékeket kapunk a jobb diasztolés funkció jelzőjeként megnyúlt vagy normális E-hullám decelerációs idővel, valamint hosszabb diasztázissal (2, 50, 61, 65, 117).

Ugyanakkor kiemelendő, hogy az E/A hányados értéke erősen függhet a szívfrekvenciától, valamint a bal kamrai elő- és utóterheléstől (58, 100, 118), ezért szerencsésebb lehet a szöveti Dopplerrel meghatározott sebességek és arányainak meghatározása, amik már bizonyítottan nem függenek a szívfrekvenciától (61, 62, 119). A diasztolés funkcióban megfigyelhető javulás a legtöbb szerző szerint főleg idősebb korban szembetűnő (2, 60, 65, 120). Teske és mtsai (64) valamint Baldi és mtsai (100) közleményeikben ezt azonban nem támasztották alá.

A funkcionális edzésadaptációhoz sorolhatjuk még a gazdaságosabb anyagcserét, és a módosult elektromos aktivitást is.

I./2.3.3 Gazdaságosabb anyagcsere

PET vizsgálattal alátámasztható, hogy ugyanazon teljesítményt edzett állóképességi sportolók alacsonyabb miokardiális perfúzió mellett érik el (78). Sőt ugyanazon rendelkezésre álló oxigénmennyiségből több ATP-t tudnak termelni, az edzett miokardium szubsztrátfelvétele ugyanis nagyobb (17). Egyes vizsgálatokban szintén megfigyelték, hogy edzettekben maximális terheléskor az arteriovenózus oxigén differencia nagyobb (7, 9, 48). Molekuláris szinten a rendszeres sport csökkenti a miokardium oxigén igényét, javítja a miokardiális perfúziót, antithrombotikus környezetet teremt, valamint előnyös irányba mozdítja az egyensúlyt az autonóm idegrendszerben (1, 3, 4, 6, 10, 40). Emellett molekuláris szinten hőszokk fehérjéket indukál, növeli a nitrogén-monoxid produkciót és anti-apoptotikus védelmet biztosít (4, 121).

I./2.3.4 Módosult elektromos aktivitás

A módosult elektromos aktivitás a sportolók jellegzetes EKG eltéréseiben érhető tetten (9). Az elváltozások megítélésében a 2013-as évtől új beosztás van érvényben (38) a korábbi ajánláshoz képest (39). A módosult elektromos aktivitás megjelenése az EKG-n igen gyakori, a sportolók közel 80%-ánál megfigyelhető (40). Afrikai, illetve afro-karibi származású sportolók esetén az EKG eltérések még kifejezettebbek (54, 122-126). Luijckx és mtsai (127) emellett azt találták, hogy a magas dinamikus-magas statikus komponensű sportok űzőiben a legkifejezettebbek az EKG eltérések, míg alacsony dinamikus-magas statikus komponens esetén az EKG inkább a nem edzett személyekéhez hasonlít.

A 2. táblázatban foglalom össze a sportolóknál látható EKG eltéréseket, melyek fiziológiás esetben a bal kamrai hipertrófia, a nyugalomban fokozott paraszimpatikus tónus valamint a csökkent intrinsic heart rate jelei (9, 40). Az EKG pontos ismerete a patológiás és a fiziológiás adaptáció elkülönítésében fontos (9, 38, 39, 41-43, 77).

2. táblázat - EKG eltérések sportolóknál

EKG eltérések sportolóknál		
<u>1-es csoport:</u> gyakori, tréninggel kapcsolatos	<u>2-es csoport:</u> ritka, tréninggel nem kapcsolatos, további vizsgálatok szükségesek	
	MAJOR	MINOR
Színusz bradikardia	T-hullám inverzió	Bal tengelyállás
Elsőfokú AV-blokk	ST- depresszió	Jobb tengelyállás
Másodfokú AV-blokk	Patológiás QRS-k	Bal pitvar magnagyobbodás
Inkomplett JTSzB	Komplett JTSzB	Jobb pitvar magnagyobbodás
Korai repolarizáció	Komplett BTSzB	
BK hipertrófia izolált QRS voltage kritériumai	JK hipertrófia nonvoltage kritériumai	
JK hipertrófia izolált QRS voltage kritériumai	Kamrai preexcitáció	
	Rövid QT-szakasz	
	Hosszú QT-szakasz	
	Brugada-szerű korai repolarizáció	
Corrado és mtsai (38) <i>alapján</i> . AV: atrioventrikuláris, JTSzB, BTSzB: jobb illetve bal Tawara szárblokk, JK: jobb kamra; Vastagon kiemelve a változások a korábbi beosztáshoz képest.		

1./2.4 A regulációs paraméterek változása

Az EKG változások bemutatásával el is érkeztünk a harmadik csoportba tartozó kardiális edzésadaptációt leíró jellemzőkhöz. Ahogy már korábban említettem, ezt a csoportot számos szerző nem választja el élesen a funkcionális jellemzőktől. A regulációs változások hátterében a nyugalmi fokozott paraszimpatikus tónus, vagyis a nervus vagus aktivitása áll (1, 5, 7, 9, 103), ami miatt a nyugalmi szívfrekvencia sportolóknál jellemzően alacsonyabb (a teljesség igénye nélkül 5, 7, 8, 9, 40, 61, 67, 75, 84, 114, 128). Emellett a nyugalmi szimpatikus tónus párhuzamosan csökkent (5, 129). A nyugalmi bradikardia előnye a kísérletesen is bizonyított változatlan időtartamú szisztolé mellett a diasztolé időtartamának megnyúlása (5, 7, 8, 9, 130). Ennek

jelentősége óriási annak ismeretében, hogy a koronáriákban áramlás csak a diasztolé alatt lehetséges (5, 7, 8, 9, 40).

A reguláció változásának másik jellemzője a nyugalmi perctérfogat, amely egyenlő (131), mások szerint inkább alacsonyabb (9, 57, 63, 75) edzett sportolóknál, mint kontroll egyéneknél. Terhelés alatt ugyanakkor edzettekben akár hatszor nagyobb perctérfogat is elérhető (9, 57, 63, 75), amíg a maximális szívfrekvencia edzett és kontroll egyéneknél nem különbözik (7, 132).

Röviden összefoglalva a szív edzettségét jellemző paramétereket 3 tengely mentén csoportosíthatjuk: morfológiai-funkcionális-regulációs, melyek közül kiemelkedően fontos a szívüregek hipertrófiája, a jobb diasztolés bal kamrai funkció és a csökkent nyugalmi szívfrekvencia.

A szív edzettségét jelző paraméterek bemutatása után ismertetem azon tényezőket, amelyek a sportadaptáció mértékét befolyásolják.

I./3 A szív edzésadaptációját befolyásoló tényezők

A kardiovaszkuláris rendszer terheléshez történő adaptációja nem egységes, nem írható le egy egyszerű képlet segítségével. Mint fentebb is említésre került, számos tényező befolyásolja az adaptáció jellegét és mértékét (8, 40, 48, 49, 123, 126, 127). Legrészletesebben a sportágak típusának hatását ismertetem a következőkben, de a befolyásoló tényezők közül külön kitérek röviden az életkor, a nem, az etnikum, a testméretek és a végzett fizikai aktivitás szintjének hatására. A genetika befolyásoló szerepére jelen dolgozatban csak érintőlegesen térek ki.

I./3.1 A sportág típusa

Fontos, hogy az egyes közleményekben nem csak a sportoló-nem sportoló csoportokat különítik el a szerzők, hanem egyes sportágakat (75, 114-116, 125, 133), illetve sportági csoportokat vizsgálnak, illetve hasonlítanak össze (46, 57, 130, 134, 135). Munkacsoportunknak is számos közleménye volt ebben a témában (8, 133, 136, 137). Legrészletesebben a szív edzettségét befolyásoló tényezők, így a sportág típusa is a legújabb összefoglaló cikkünkben került ismertetésre (8). Ahhoz, hogy az életkori hatás ne befolyásolja az edzettséget jelző paramétereket, azon publikációk alapján

vonom le a következtetéseket, amelyekben az aktív versenyző felnőtt korosztályt (vagyis a 19-35 év közötti csoportot) vizsgálták.

A sportágak csoportosítása a dolgozat későbbi részében kerül részletes ismertetésre. A legtöbb szerző azonban a következő sportági csoportosítást alkalmazza: erő- illetve állóképességi sportolók között tesznek különbséget, esetleg a labdajátékosokat is külön vizsgálva. Számos közlemény született az állóképességi sportolók edzésadaptációjának ismertetésére mind idősebb (53, 63, 78, 87, 100, 106, 111, 138), mind fiatalabb sportolókon (114, 137, 139). Ettől erősen eltérő lehet az erősportot űzők kardiovaszkuláris adaptációja (46, 57, 127, 140), bár ezen sportolók körében a szteroid használat sem hagyható figyelmen kívül. (Sajnos ez a megállapítás egyéb új dopping módszerekkel kapcsolatban az állóképességi sportokra is megállja a helyét.) Az erő- illetve állóképességi sportolók összehasonlítását alkalmazzák többek között D'Andrea és mtsai (134), Fisman és mtsai (57), Pluim és mtsai (46), valamint Urhausen és mtsai is (135).

Ezen kívül gyakran vizsgált csoportok a szárazföldi és vízi labdajátékokat űzők (8, 133). Fontos szem előtt tartani, hogy az edzések alatt szinte minden sportág esetében az erő, az állóképesség, és a gyorsasági feladatok mind hozzájárulnak a szív terheléshez történő adaptációjához.

Először is a sportágak morfológiai edzésadaptációs jelekre kifejtett hatását mutatom be. Ezek közül is a gazdagabb koszorúér hálózatot állatkísérletekben csak állóképességi edzés esetén tudtak kimutatni a szerzők (89, 92).

A bal kamrai hipertrófia részletesen kerül a továbbiakban ismertetésre. E dolgozatban két mérőszámot mutatok be, aminek segítségével a bal kamrai izomhipertrófia leírható: a bal kamrai izomtömeget (LVMM), mint abszolút mérőszámot, valamint a muszkuláris kvócienszt (MQ, vagy hipertrófia index). Ez utóbbi a falvastagság és a belső átmérő hányadosa (8), alkalmas lehet a hipertrófia excentrikus illetve koncentrikus voltának elkülönítésére (83, 85). Fontosnak tartom megjegyezni, hogy jelen fejezetben nem konkrét értékeket, csak általános megállapításokat közlök a kamrai hipertrófia jellemzésével kapcsolatban, hiszen Utomi és mtsai rámutattak arra, hogy a különböző publikációkban szereplő, különböző módszerekkel mért paraméterek

(például az LVMM) nem összehasonlíthatók (50). Nem beszélve arról, hogy a bal kamrai izomtömeg számítására számos különböző képlet ismert (9).

Szintén itt említem meg a testméretre vonatkoztatás fontosságát: teljesen evidens, hogy nem mindegy, hogy egy adott szívüreg méretet vagy falvastagságot mekkora sportolóban találunk (40, 50, 123). Éppen ezért számos szerző korrigálja a testméretre a vizsgált paramétereket (70, 81, 85, 141-145). Munkacsoportunk korábbi publikációja szerint ez a módszer önmagában ugyanakkor nem pontos, hiszen testfelszínre vonatkoztatás esetén ebben az esetben a különböző változóknál nem egyezik a számláló és a nevező kitevője, ami a testméretek változásával konzekvensen hibához vezet (146). Munkacsoportunk ezért számos publikációban olyan indexálási módszert alkalmaz, ahol a számlálóban és a nevezőben lévő paraméterek kitevője megegyezik, vagyis a falvastagságot a testfelszín négyzetgyökére, az LVMM-et a testfelszín négyzetgyökének a köbére vonatkoztatja (9, 97, 114, 133, 146). A két módszer között jelentkező különbség nem szignifikáns, és az általunk alkalmazott módszer a nemzetközi irodalomban nem terjedt el, ugyanakkor következetesség szempontjából a dolgozatban mindkét korrekciót alkalmazom.

A legnagyobb bal kamrai izomtömeget állóképességi sportolóknál figyelhetjük meg (46, 51, 82, 85, 87, 88, 127), illetve Kindermann és mtsai (5) szteroid készítményeket használó testépítőknél írta le a legmagasabb értékeket. Az állóképességi sportolók után sorban a labdajátékosok (saját publikációinkban leginkább vízilabdázók (133) valamint kosárlabdázók)- sprinterek-erősportolók- és nem edzettek következnek (7, 8, 127). Természetesen az egyes csoportokon belül itt is nagy különbségek lehetnek: az állóképességi csoportban a maratonfutók szív méretei kisebbek a biciklisták illetve a kajak-kenusok értékeinél az alacsonyabb statikus komponens miatt (8, 46, 127). Ugyanakkor egyes szerzők szerint ezek a különbségek eltűnnek a testméretekre vonatkoztatás során (82).

A muszkuláris kvóciens (MQ, esetleg relatív falvastagság vagy hipertrófia index), vagyis a belső kamrai átmérőre vonatkoztatott falvastagság a hipertrófia koncentrikus vagy excentrikus voltáról is felvilágosítást adhat, melyet Morganroth és mtsai már a hetvenes évek közepén vizsgáltak (83). Leegyszerűsítve azt mondhatjuk, hogy állóképességi sportolóknál excentrikus, míg erőnléti sportolóknál koncentrikus

hipertrófia alakul ki. Előbbi a volumen-, utóbbi a nyomásterhelés hatására (7, 9, 40, 83, 85). Természetesen a valóságban ennél árnyaltabb esetekkel találkozunk a már említett erő-gyorsaság-állóképességi edzések, valamint a teljesítményfokozó szerek használata miatt.

Az előbb részletezett falvastagsággal (bal kamrai izomtömeggel) összevetve válik érthetővé, hogy munkacsoportunk miért nem talált különbséget egy korábbi tanulmányában (87) különböző sportágak képviselőinek MQ értékében (sportolóknál 39,8%, nem edzetteknél 35,9%), csakúgy mint Venckunas és mtsai (82). Pluim és mtsai azonban erősportolóknál találták a legmagasabb értékeket (46). Összességében így elmondhatjuk, hogy a bal kamrai izomfal megvastagodását sokféle sportágban megfigyelhetjük, a belső átmérő növekedéséhez azonban hosszantartó állóképességi edzésre van szükség (5, 7, 8, 9, 127). A falvastagságot természetesen számos egyéb tényező is befolyásolja. A következőkben részletezésre kerülőkön kívül Iglesias-Cubero és mtsai (144) a terhelés közbeni vérnyomás szerepét hangsúlyozzák.

A sportág típusának hatása megfigyelhető emellett a funkcionális és regulációs edzettségi jeleken is. Először a funkcionális majd röviden a regulációs paraméterekre kifejtett hatást mutatom be.

A patológiás és fiziológiás bal kamrai hipertrófia elkülönítésében egyebek mellett a megtartott szisztolés és főként a diasztolés funkció segíthet (5, 16, 38, 39, 41-43). Ezért is kiemelten fontos ismerni az egyes sportágak hatását (8, 9, 40, 82, 127), hogy tudjuk mire számítsunk fiziológiás hipertrófia esetén. A diasztolés funkció tekintetében meg kell említeni az életkor szerepének fontosságát, hiszen gyermekekben az E/A hányados értéke nem sportolóknál is magas, így itt nincs különbség a sportolói és nem sportolói csoportok között (8, 75, 82, 87, 100, 141, 147, 148, 149, 150). Továbbá egyre gyakrabban látott megfigyelés, hogy amíg hagyományos Dopplerrel mérve látunk különbséget edzett és nem edzett egyének között, addig TDI-vel nem találunk szignifikáns különbséget a mért paraméterekben (59, 62, 63, 151).

Fontosnak tartom megemlíteni, hogy néhány kutatócsoport nem talált különbséget sportolók és kontroll személyek E/A értékében (46, 75, 100, 147), melynek hátterében a nem megfelelő szinten illetve ideig végzett edzőmunka, valamint a

sportolói csoportok nem megfelelő kialakítása állhat. Sok esetben a kontroll csoport megválasztása nem megfelelő, nem „élnék elég mozgásmentes életet” (a sportkardiológiában jártas szakember számára ez egyértelműen kiolvasható az eredményekből). A kutatók többsége ugyanakkor magasabb, ún. szupernormális E/A értéket talált sportolóknál, megfelelő illetve hosszabb EDT és diasztázis idő mellett, ami a pseudonormalizáció lehetőségét kizárja): Caso és mtsai (61) valamint Pavlik és mtsai (133) vízilabdásokban, egy másik közleményben Pavlik és mtsai (87) valamint Plum és mtsai (46) állóképességi sportolóknál, D’Ascenzi és mtsai (52) focistákban valamint Moro és mtsai (59) biciklistáknál. Kérdéses lehet ugyanakkor, hogy a magasabb E/A hányados értéke nem az alacsonyabb pulzusszám hatása-e (46, 58, 152).

A sportág típusának hatása a funkcionális edzésadaptációs paraméterekre hasonlóan írható le, mint a morfológiai paraméterekre kifejtett hatás: állóképességi sportolóknál a legnagyobb a különbség az edzetlen kontrollokhoz képest (46, 59, 82, 87, 117), őket követik a labdajátékot űzők (52, 61, 87). Az erősportot űzők E/A értékei nem vagy alig különböznek a kontroll csoport értékeitől (8, 9, 46, 82, 87, 117). Röviden itt jegyezném meg, hogy a jobb kamrai trikuszipidális beáramlási görbén mért E/A hányados a jobb kamrai diasztolés funkció jellemzésére nem mutatott különbséget különböző sportolói és nem sportolói csoportokban (11, 47, 55, 63, 75, 95), tehát a bal kamránál megfigyelt különbségek az egyes sportágak esetén itt nem láthatók.

A különböző sportágak hatását a regulációs edzettségi jelekre a nyugalmi szívfrekvenciára kifejtett hatáson keresztül mutatom be. Régóta ismert jelenség az edzett egyének alacsonyabb nyugalmi szívfrekvenciája, mely állóképességi sportolókon teljes nyugalomban a 35/perc vagy ez alatti értéket is elérheti (128), tünetet nem okozva. Ebből is látszik, hogy bár minden (főleg állóképességi és labdajátékos, kevésbé az erősportolók) sportolóban alacsonyabb a nyugalmi szívfrekvencia és ezzel a nyugalmi perctérfogat is, itt is felállítható az állóképes-labdajátékos-erősportoló-kontroll sorrend (5, 7, 8, 9, 87, 128, 129). Ez jelent egyrészt emelkedő pulzusszámot, illetve csökkenő adaptációs mértéket ebben a sorrendben, csakúgy, mint az egyéb edzettségi jelek esetén.

I./3.2 Egyéb tényezők: a nem, az etnikum, életkor és a fizikai aktivitás szintje

Elsőként az életkor, mint befolyásoló tényező hatását mutatom be, amit szintén nagyon sokan, sokféle megközelítésből vizsgáltak eddig. Különös jelentőségűek a fiatal gyermekkori (15 év alatti) valamint az időskori sport kardiovaszkuláris hatásai (itt megkülönböztethetünk időskorban kezdett, valamint fiatal korban kezdett és az élet során folyamatosan fenntartott illetve kisebb-nagyobb szünet után újrakezdett aktivitást). Ez a téma ugyanakkor nem képezi a dolgozat fő irányvonalát, hiszen amint a módszerek fejezetben láthatjuk, vizsgálati és kontroll személyeim mind a fiatal felnőtt aktív versenyző kategóriába tartoznak (19-35 év). Ezért csak röviden összefoglalva mutatom be a főbb edzettségi jeleken az életkor hatását, amit a 3. táblázat foglal össze.

3. táblázat - Az edzettségi jelek megjelenése különböző életkorú sportolóknál

Az edzettségi jelek megjelenése különböző életkorú sportolóknál			
	Fiatal <19 éves	Felnőtt 19-45 éves	Idős >45 éves
Bal kamra hipertrófia	↑↑	↑↑↑↑	↓
Koronária kapilláris hálózat	↑↑↑↑	↑↑	↑
Diasztolés funkció	↑	↑	↑↑↑↑
Szívfrekvencia	↓↓	↓↓↓↓	↓

Pavlik és mtsai (8) alapján.
↑: emelkedett; ↓: csökkent. A 45 év feletti életkor az aktív élvonalbeli versenyzőknél számít idősnak.

A táblázatból is láthatjuk, hogy a különböző edzettségi jelek a különböző életkorokban eltérően jelennek meg (8, 48, 64, 84, 87, 119, 148, 153). A morfológiai jelek közül a gazdagabb kapilláris hálózatot főleg fiatal korban kezdett állóképességi edzés fejleszti ki (89, 90, 92). A kor előrehaladtával egyre kevésbé jellemző az új kapillárisok kialakulása, inkább a meglévő erek remodelációja jelentkezik (8, 9, 89). Természetesen ez a hatás is előnyös, a fizikai aktivitás időskorban is ajánlható, sőt kívánatos.

A másik morfológiai edzésadaptációs jel, a bal kamrai hipertrófia már fiatal korban kialakul (87, 114, 139, 152, 154, 155) hozzávetőlegesen minimum két év intenzív edzés hatására (8, 154). Az igazi markáns bal kamrai hipertrófia azonban a

serdülőkor előrehaladtával, fiatal felnőttkorban alakul ki (81, 97, 120, 137, 144, 156, 157). Ez a kifejezett különbség sportolói és kontroll csoportok között felnőttkorban is megmarad. Negyvenöt év felett ugyanakkor a különbség elkezd csökkenni, a 6-7. évtizedben pedig a bal kamra hipertrófia már nem tekinthető edzettségi jelnek (100, 119, 148, 153), épp ellenkezőleg: a fizikailag aktív egyének bal kamrai izomtömege alacsonyabb (2, 8). A gyermekkort leszámítva (87, 152, 154, 155) minden életkorban megfigyelhető a szignifikánsan jobb diasztolés funkció a sportolói csoportban a kontroll egyénekhez képest (2, 5, 7, 8, 9, 63, 119, 120, 146, 148, 153).

A szisztolés funkció javulásának megítélése nem annyira egyértelmű (120). A szöveti Dopplerrel meghatározott mitrális anuláris S' sebesség aktív versenyzői korban egyedül Mantziari és mtsai (158) méréseiben mutatott magasabb értéket sportolóknál. Idősebb sportolóknál már több munkacsoport is szignifikánsan magasabb (jobb) értékeket talált a kontrollokhoz képest (63, 100).

A sportolók nyugalmi szívfrekvenciája minden életkorban alacsonyabb, mint a nem sportoló kontroll személyeké, de idősebbekben ez a különbség csökken, az intrinsic heart rate idősorral járó csökkenése miatt (5, 7, 8, 9, 48). Röviden összefoglalva tehát azt a megállapítást tehetjük, hogy a legelőnyösebb hatása a gyermekkorban kezdett és egész életen át rendszeresen fenntartott sportnak van.

Ezután a fizikai aktivitás szintjének hatását mutatom be a szív edzettségét jelző paraméterek alakulására. Saját kutatásaink során hat csoportba soroljuk a versenyzőket, úgy, mint élvonalbeli- másodvonalbeli- harmadvonalbeli sportolók (eddig a csoportig különböző eredményességgel szervezett formában edzéseken és versenyeken vesznek részt)- szabadidő sportolók- fizikailag minimálisan aktív egyének-nem sportoló, fizikai aktivitást nem végző kontroll csoport. Lehetőség van egyszerűbb, három vizsgálati csoport felállítására, mint élvonalbeli sportolók (nagyjából az előző besorolás szerinti 1-es és 2-es csoport), a fizikailag aktív egyének (előző beosztás szerinti 3-as, 4-es csoport) valamint fizikai aktivitást nem végző kontroll egyének.

Több szerző és saját korábbi vizsgálataink megfigyelései is azt bizonyítják, hogy körülbelül két év erőteljes állóképességi edzésre van szükség ahhoz, hogy a kardiovaszkuláris adaptációs jelek kialakuljanak. Ugyanakkor, ha a heti edzésóraszám

függvényében ábrázoljuk az adaptációs jellemzők alakulását, egy szigmoid görbe mentén fognak elhelyezkedni értékeink. A heti 4,5-6 óránál több intenzív edzőmunka már nem mutat szignifikánsan jobb eredményeket. Mennyi az átlagember számára egészséges? Dr. Apor Péter összefoglaló közleménye alapján (103) a heti 35-40km futás, illetve 6-8 óra edzés felett a sportnak már nincs további egészségjavító hatása. Más szerzők is próbálták meghatározni azt a szintet, amikor a sportnak kizárólag az előnyös hatásai jelentkeznek (3, 19, 20, 159).

Újabb kutatások szerint a fizikai aktivitás szintjén kívül meghatározzák az edzettségi jelek kifejeződésének mértékét az edzés mikro- illetve makrociklusai is (66, 114, 142, 160) (ld. I/6. fejezet).

Szintén fontos megemlíteni a származás jelentőségét a kardiovaszkuláris edzésadaptációban (8, 49, 123, 126, 157). Az etnikai különbségek ismerete főleg a fiziológiás-patológias szívhipertrófia elkülönítése miatt elengedhetetlen (8, 9, 48, 49, 54, 123, 161). A dolgozatban az etnikai különbségek ugyanakkor csak röviden összefoglalva szerepelnek, ugyanis saját vizsgálatainkban kizárólag kaukázusi eredetű fehér sportolók adatait vettük figyelembe.

Az elmúlt évtizedben nagy érdeklődés mutatkozott a kaukázusitól eltérő, főleg az afrikai és afro-karibi származású sportolók kardiális adaptációja iránt (54, 122, 123, 125, 126, 161). Több munkacsoport is arra a következtetésre jutott nagyszámú afrikai és afro-karibi eredetű sportolót vizsgálva (Basavarajaiah (122) 300 feketebőrű sportoló adatait hasonlította össze 300 fehérbőrű sportoló, valamint 150-150 fekete- és fehérbőrű kontroll adataival, Rawlins (126) 240 feketebőrű női sportolót hasonlított 200 fehérbőrű női sportolóhoz, Pelá (125) 42 serdülőkorú fekete sportolót hasonlított 96 olasz fehér focistához), hogy bennük sokkal kifejezettebb a bal kamrai hipertrófia (ami Pelá és mtsai (125) megfigyelése szerint inkább koncentrikus jellegű, míg Basavarajaiah és mtsai (122) nemcsak nagyobb falvastagságot és bal kamrai izomtömeget (mind abszolút, mind testfelszínre vonatkoztatott relatív), hanem nagyobb üregátmérőket is megfigyeltek.

Emellett a repolarizációs abnormalitások is kifejezettebbek, gyakoribbak (54, 122-126). Így a kaukázusi eredetű fehér sportolóknál megállapított normálértékek, sem az EKG, sem a falvastagság, sem az üregátmérők tekintetében nem használhatók (54, 122, 123), hiszen ezek alkalmazása számos felesleges vizsgálathoz és sporttól való eltiltáshoz vezetne. Ugyanilyen kifejezettebb bal kamrai hipertrófiát valamint repolarizációs abnormalitásokat figyelhetünk meg már serdülőkorban afrikai származású sportolók esetében (124, 125), valamint felnőtt női afrikai származású sportolóknál is (126). Weinstock és mtsai (161) a jobb kamrai adaptáció tekintetében is ugyanezen különbségeket írták le. Az etnikai különbség okaként számos tényező feltételezett, többek között a vérnyomás szabályozás különbségei (162), az eltérő endothel funkció (163), az artériák különböző merevsége (stiffness) (164), az ACE gén I/D polimorfizmusa (145), valamint az eltérő IGF-1 expresszió (165).

Az etnikai különbségek mellett a nemi különbségek ismertetése is alapvető, mellyel számos korábbi és jelenlegi publikáció is foglalkozik (8, 48, 80, 86, 99, 166), sokszor férfi és női sportolókat külön vizsgálva (45). A férfi és női sportolók értékeinek számszerű összehasonlítása ritkább, az értekezésben én mégis ezeket mutatom be. Összességében elmondható, hogy a morfológiai edzettségi jelek, illetve az EKG eltérések férfiakban kifejezettebbek. Pelliccia és mtsai (45) ugyanolyan életkorú és aktivitási szintű női sportolókon 23%-al alacsonyabb bal kamrai falvastagságot és 11%-al alacsonyabb bal kamrai üregméreteket találtak. Egészséges női sportolóknál a falvastagság nem haladja meg a 12 mm-t. A különbség hátterében valószínűleg a férfiak nagyobb vázizomtömege, magasabb tesztoszteron szintje szerepel, valamint az a tény, hogy férfiak gyakrabban vesznek részt extrém állóképességi edzést igénylő sportokban (40, 45).

A funkcionális edzettségi jelek tekintetében Caselli és mtsai (117) férfi sportolók esetében alacsonyabb bal kamrai diasztolés sebességeket mértek, mint női sportolókon, mind hagyományos Doppler, mind TDI módszerrel.

I./4 A sportágak beosztása

„A sport minden olyan fizikai aktivitás, amely esetenként vagy szervezett formában a fizikális fittség és a szellemi jólét fejlesztését szolgálja, társadalmi kapcsolatokat épít és együtt jár a versenyzés különböző szintjeivel” (167).

A sportágak beosztása különböző szempontok alapján, sokféleképpen lehetséges. Dolgozatomban a besorolás az élettan-sportélettani és nem az edzésmódszertani alapokon nyugszik. A sportágak csoportosíthatók a közeg szerint, amelyben a sportot végzik (vízi, szárazföldi, havon vagy jégen végzett), ismerünk nyári és téli sportágakat a főversenyek időpontja szerint, vagy a résztvevők száma szerint egyéni- és csapatsportágak.

A sportmozgások élettani felosztásának alapjait módszertani levélben Farfelj fektette le 1967-ben (168). A sportélettan területén még ma is ez a beosztás használatos.

A sportágakat feloszthatjuk a sportmozgások jellege szerint. Így megkülönböztetünk ciklikus, aciklikus és szabálytalan mozgásformákat. Az izomműködés jellege szerint megkülönböztethetünk dinamikus és statikus mozgásformákat, mely beosztás bővebben a következő alfejezetben kerül ismertetésre. Ezt a beosztást alkalmazza a jelenleg érvényben lévő amerikai (16) és európai (37) ajánlás is.

A ciklikus mozgások feloszthatók az erőteljességi övezetek szerint (4.táblázat), az övezetek közötti határt az oxigén felvétel és felhasználás közötti különbségek jelentik.

4. táblázat - A ciklikus mozgások felosztása az erőteljességi övezetek szerint

	Maximális	Szubmaximális	Nagy	Mérsékelt
<u>Időtartam</u>	40 sec	40 sec-5 min	5-40 min	>40 min
<u>Sport</u>	sprint	középtáv	hosszútáv	maraton
<u>Élettani alapok</u>				
Energianyerés	Anaerob	Vegyés	Vegyés	Aerob
Laktát	8-10x	Max	80-90% max	2x
HR	160-170/min	Max	80-90% max	80% max
Steady State	Oxigénadósság	Látszólagos	Látszólagos	Valódi
Intenzitás	Maximális	Szubmaximális	Magas	Mérsékelt
Pavlik (7) alapján. Max: maximális; Sec: másodperc; Min: perc; HR: szívfrekvencia.				

Rövid összefoglalást a sportmozgások beosztásáról az 5.táblázat tartalmaz.

5. táblázat - Sportmozgások beosztása


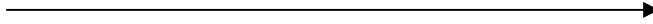
<p>A. <u>A mozgás jellege szerint</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Ciklikus: Szimmetrikus és keresztezett - Aciklikus: Egyszeri és összetett - Szabálytalan
<p>B. <u>Az izomműködés jellege szerint</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Dinamikus - Statikus
<p>C. <u>Erőteljességi övezetek szerint (ciklikus mozgások)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Maximális erőteljességi övezet - Szubmaximális erőteljességi övezet - Nagy erőteljességi övezet - Mérsékelt erőteljességi övezet

Itt említem meg, hogy korábbi kutatásainkban a sportágakat úgynevezett teljesítménytulajdonságok alapján csoportosítottuk (7, 87), megkülönböztettünk: erő- és állóképességi sportolókat, labdajátékosokat, sprintereket, pontozásos és technikai sportágat űzőket. Ez a csoportosítás azonban csak részben helytálló, mert élettanilag különböző adaptációt eredményező sportágak kerülnek egy kategóriába (ld. 6.táblázat).

I./4.1 A sportágak beosztása a statikus-dinamikus jelleg alapján

A dinamikus-statikusan felosztás ismertetésének első lépéseként definiálom a dinamikus és a statikus kategóriát. A dinamikus mozgás izomhossz-változással és ízületi mozgással járó ritmikus kontrakció (7, 16), ami relatíve kis intramuszkuláris erő fejlődésével jár, ügyességet, állóképességet fejleszt, valamint fejleszti a szív-keringési rendszert. Statikus mozgások esetén relatíve nagy intramuszkuláris erő keletkezik az izomhossz változása, illetve az ízületi elemek helyváltozása nélkül (7, 16). Természetesen a sportmozgások ezen két végpont közötti kontinuumnak tekinthetők (ld. 6.táblázat). A beosztás főleg az energianyerés mechanizmusának különbségeit írja le az aerob-anaerob tengely mentén: az anaerob energianyerés a statikus komponens növekedésével kerül előtérbe (16).

6. táblázat - A sportmozgások beosztása a statikus-dinamikus komponens alapján

Növekvő statikus komponens 	III. Magas >50% MVC	Atlétika dobószámok Bob*† Harcművészetek* Hegymászás Súlyemelés*† Szörf*† Torna*† Versenyszánkó*† Vitorlázás Vízisí*†	Birkózás* Gördeszka*† Sí-Lesiklás*† Snowboard*† Testépítés*†	Bokszt* Evezés Gyorskoresolya*† Kajak-kenu Kerékpársport*† Tízpróba Triatlon*†
	II. Közepes 20-50% MVC	Autóversenyzés*† Búvársport*† Íjászat Lovaglás*† Motorsport*† Műugrás*†	Amerikai football* Atlétika ugrószámok Futás (Sprint) Hullámlovaglás*† Műkorcsolya* Rodeo*† Rugby* Szinkronúszás†	Futás (középtáv) Jégheki* Kézilabda Kosárlabda* Lacrosse*† Sífutás (skating technika) Úszás
	I. Alacsony <20% MVC	Biliárd Bowling Curling Golf Krikett Sportlövészet	Asztali tenisz Baseball* Röplabda Softball* Vívás	Futás (hosszútáv) Gyaloglás Gyepplabda* Labdarúgás* Sífutás (klasszikus technika) Squash Tájékozódási futás Tenisz Tollaslabda
		A. Alacsony <40% Max O ₂	B. Közepes 40-70% Max O ₂	C. Magas >70% Max O ₂
	Növekvő dinamikus komponens 			
36 th Bethesda ajánlás, Task Force 8 (16) alapján. Max O ₂ : maximális oxigén felvétel; MVC: maximális akaratlagos kontrakció (maximal voluntary contraction); *: ütközés, sérülés veszély; †: syncope esetén fokozott veszély; zöld: legalacsonyabb, kék: közepesen alacsony, sárga: közepes, narancssárga: közepesen magas, piros: legmagasabb kardiális igénybevétel.				

Megjegyzéseink a fenti táblázathoz: saját tapasztalataink alapján az esés veszélye miatt antikoaguláns kezelésben részesülő pácienseknek a sífutást nem javasoljuk, hiszen az esés veszélye itt is fokozott. Szintén saját tapasztalat alapján biztosan megállapítható, hogy úszás esetén syncope ugyanúgy fokozott veszéllyel járhat, mint a szinkronúszás esetében. Ugyanez vonatkozik a hegymászásra és a vitorlázásra is. A kézilabda jellegét tekintve a kosárlabdával megegyezően fokozott sérülésveszéllyel járó sportág.

További megfigyelésünk a sportkardiológiai és sportorvostannal foglalkozó könyvekkel kapcsolatban, hogy a fent említett táblázatot gyakran kiegészítve, illetve egyes sportágakat más csoportba sorolva alkalmazzák, ami szintén az egységes sportági megítélést nehezíti. Összehasonlítva a különböző szakirodalmakat, megfigyelhető, hogy az eredeti beosztásban (169) alkalmazott „harcművészetek” megnevezéshez képest mind német (5), mind magyar (170) nyelvterületen ezen sportágak felosztva, külön besorolva szerepelnek. De amíg a magyar beosztás mind a karatét, mind a judót az S3D1 kategóriába sorolja, addig a német (ugyanazon táblázaton alapuló beosztást figyelembe véve) a karatét és a Taekwando-t az S2D2 kategóriába sorolja, míg a Tai Chi-t pedig az S1D1 csoportba.

A magyar nyelvű irodalom nagyobb egyezést mutat Mitchell és mtsai (169) eredeti táblázatával, kivéve, hogy a vívást eggyel magasabb statikus komponensű kategóriába sorolja, valamint a kézilabda, a triatlon, a gördeszka valamint a snowboard nem szerepel a sportágak besorolásában. A német nyelvterületről származó irodalomban ugyanakkor nagyobb a szórás a sportágak besorolása kapcsán: az S1D1 kategóriában fel van tüntetve a Thai Chi, és maga a séta is (ugyanúgy, ahogy az S1D2 kategóriában az ún. „power walking”), ugyanakkor a krikett nem szerepel. Az S2D1 kategóriában szerepel a síugrás, az S1D2 kategóriában pedig a páros tenisz is elkülönítve jelenik meg az egyéni tenisztől.

Szintén eltérően Mitchell és mtsai beosztásától, az amerikai futball itt az S2D2 és nem az S3D2 kategóriában szerepel, együtt a baseballal, ami viszont az amerikai besorolás szerint az S1D2 kategóriába sorolt. Eltérő még ebben a csoportban, hogy a rodeó nem szerepel a beosztásban, a motorsport ide sorolt az S2D1 helyett, a röplabda az S1D2 helyett. Ugyanide sorolják Kindermann és mtsai a táncot is (5). További

változtatás még, hogy az S3D3 kategóriából a kerékpársportot, valamint a tízpróbát az S3D2 kategóriába sorolja át, mely kategóriában azonban a gördeszkát nem említi, szemben a rögbivel, amit az S2D2 kategória helyett ide sorol.

Rátérve még az S1D3 csoportra, megkülönböztet még egyes és páros teniszt, az európai focit nem ide, hanem eggyel magasabb statikus komponensű kategóriába sorolja, a tájfutást ebben a csoportban nem említi. Az S2D3 kategóriában megjelenik az aerobik, ami az eredeti besorolásban nem szerepel. Elválasztja továbbá a strandröplabdát a röplabda teremben játszott formájától, és ide sorolja az görkorsolyázást is. Az S3D3 kategóriában a táblázatban nem említi a triatlon sportot, csak a táblázatot követően a magyarázat részben, mint az ezt alkotó sportágakból a legmagasabb statikus komponens alapján besorolt sportágot. Ugyanakkor az amerikai besoroláshoz képest ebbe a csoportba sorolja a vízilabdát, mellyel eddigi tapasztalataink alapján maximálisan egyetértünk.

A dolgozatban a sportágak besorolásához döntően az eredeti amerikai besorolást használjuk, kiegészítve a Kindermann és mtsai által ajánlott sportágakkal. Röviden összefoglalva tehát a táblázatból az IA (S1D1) csoportba az alacsony statikus és dinamikus komponenssel rendelkező sportágak, a IIB (S2D2) csoportba a mérsékelt statikus és dinamikus, míg a IIIC (S3D3) csoportba a magas statikus és dinamikus komponensű sportágak tartoznak. A fokozott sérülés veszély pedig a játékosok egymással illetve földdel való fokozott ütközésveszélyét, esetleg egyéb tárgy vagy lövedék általi sérülés fokozott kockázatát jelenti. A fent bemutatott táblázat képezi az alapját veleszületett illetve szerzett kardiovaszkuláris betegségek esetén a végezhető sporttevékenységek csoportosításának (5, 16, 24, 32).

Dinamikus terhelés esetén emelkedik az oxigénfogyasztás, a pulzusvolumen és a szívfrekvencia, aminek eredményeként a perctérfogat is nő. A szisztolés vérnyomás emelkedik, enyhén emelkedhet az artériás középnyomás is, míg a diasztolés vérnyomás csökken. Ennek oka a jelentősen csökkenő teljes perifériás ellenállás. Statikus terhelés esetén ezzel szemben az oxigénfogyasztás alig emelkedik, csakúgy, mint a szívfrekvencia és a pulzusvolumen. Jelentős viszont mind a szisztolés, mind a diasztolés vérnyomás (és ezzel természetesen az artériás középnyomás) emelkedése, ugyanis a perifériás ellenállás nem csökken. Ebből látható, hogy míg a dinamikus terhelés a

szívnek (bal kamrának) volumenterhelést jelent, addig a statikus izommunka nyomásterhelést (16), amit a szív sokkal rosszabbul tolerál. Ahogy azt a kardiovaszkuláris rendszer edzésadaptációjáról szóló fejezetben ismertettem, a döntően dinamikus komponensű sportágak esetén inkább excentrikus, míg a döntően statikus komponensű sportágak esetén inkább koncentrikus az adaptációként megjelenő bal kamrai hipertrófia (83, 85).

I./5 A sportágak osztályozásának korlátai

A 36. Bethesda ajánlásban (16) is alkalmazott statikus-dinamikus sportági besorolás egyik legfontosabb limitációja, hogy nem veszi figyelembe a verseny alatti emocionális stresszhatásokat. Az emocionális stressz a verseny alatt további szimpatikus-aktivitás fokozódással jár, az emelkedett katekolamin szint következtében emelkedik a vérnyomás és a szívfrekvencia, valamint a szíven jelentkező pozitív inotróp hatás következtében a szív oxigén igénye még tovább emelkedik. Ez az S1D1 kategória sportjaiban (golf, lövészet) is figyelembe veendő, ami azért nehéz, mert előre szinte lehetetlen kvantifikálni az emocionális stressz mértékét (16).

További korlátként említhető, hogy ezen csoportosítás alapján szintén nem tudjuk figyelembe venni a különböző környezeti faktorok hatását: a versenyszituációk során jelentkező extrém elektrolit és volumen-eltéréseket, valamint a sportoló által alkalmazott speciális edzés módszereket (16, 171, 172). A környezeti hatások közül külön kiemelendő a magaslati illetve a víz alatt végzett edzések, melyek során az oxigén hozzáférhetősége csökken (7, 16). Szintén extrém körülménynek számít a nagyon alacsony illetve magas hőmérsékleten, valamint magas páratartalom esetén végzett fizikai aktivitás, mely azonos intenzitás mellett a szív terhelését növeli (7, 16). Sajnos napjainkban egyre nagyobb jelentőséget kap a szabadban végzett sport esetén a légszennyezettség káros hatása is (16).

Szintén érdekes kérdéseket vet fel, hogy csapatsportágak esetén a beosztás a legmagasabb kardiovaszkuláris igénybevétellel számol, nem tér ki az egyes posztokon lévők közötti adaptációs különbségekre, melyre labdarúgók, kézilabdások, vízilabdások és kosárlabdázók esetén is felfigyeltek (173).

Megemlítendő továbbá az a tény is, hogy a sportágak beosztása esetén a versenyen kivitelezett mozgás kerül értékelésre. Az edzés ugyanakkor más jellegű megterheléssel is járhat: egyes sportokban (tenisz, kosárlabda) az edzés során magas statikus komponensű mozgások is kivitelezésre kerülnek, holott a versenyen az adott sportágra ez már nem jellemző. Így az engedély megadásánál az edzésmódszereket is figyelembe kell venni, hiszen az edzés esetleg nagyobb megterheléssel járhat, mint maga a sport (16). Különösen igaz ez olyan sportágakban is, ahol nem túl magas szinten versenyzők is tartós, kimerítő, megterhelő edzést végeznek (triathlon).

I./6. Az edzésciklusok hatása a bal kamrai morfológiai adaptációra

A dolgozat másik hangsúlyos témája az edzés ciklusainak hatása a bal kamrai morfológiai edzésadaptációra. Az edzés kihagyásának, szüneteltetésének hatása a kardiovaszkuláris adaptációs paraméterekre már régóta ismert (8, 174). Újabban került a figyelem középpontjába az edzésciklusok esetleges befolyásoló hatása ezen jellemzőkre (114, 160, 175, 176). Feltételezések szerint az edzésadaptációs jelek nem konstansok, a különböző ciklusok során változnak (114, 142, 151, 160, 175, 176, 177). Ezen változások gyerekkorban valószínűleg jobban tettenérhetők (114).

Korábbi tanulmányok során az aktív edzésperiódusban Smith és mtsai (177) birkózókban vastagabb bal kamrai falakat mértek. Labdarúgóknál D'Ascenzi és mtsai (160) valamint Cabanelas és mtsai (142) nagyobb BK izomtömeget talált ugyanezen periódusban. Ezzel szemben Snoeckx és mtsai (151) futókban és biciklistákban, valamint Randers és mtsai (176) elit labdarúgóknál nem találtak különbséget a fent említett paraméterekben az edzésciklusok során. Fiatal sportolókon limitált adat áll rendelkezésre (114). Hansen és mtsai (175) három hónap futball edzés után vastagabb bal kamrai izomfalat írtak le túlsúlyos gyerekekben.

Összehasonlításképpen a gyerekek szívének fiziológiás fejlődéssel járó változását a Muscatine Tanulmány ismerteti (178).

II. CÉLKITŰZÉSEK

Az értekezésben a következő célokat tűztem ki:

- A sportágot jellemző kardiális edzésadaptáció leírása a sportágak dinamikus-statisztikus komponensei alapján történő csoportosítást alkalmazva mind a négy szívvüreg esetén.
- A különböző kategóriákban az edzésadaptáció jellegének bemutatása.
- Ennek segítségével az amerikai és az európai ajánlásokban megfogalmazott ajánlások objektíven meghatározott paraméterekkel történő alátámasztása az egyes sportágak ajánlhatóságát illetően kardiovaszkuláris betegségek esetén.
- Az edzésadaptáció leírása kategóriánként regressziós egyenletek segítségével, ami mind a morfológiai, funkcionális és regulációs paramétereket figyelembe veszi, és különbséget tesz az adott kategóriák (IA-IIIIC) között.
- Az edzés ciklusok hatásának bemutatása a kardiális edzésadaptációt jellemző paraméterekre. Ezen paraméterek vizsgálatára, a feltételezhetően kifejezettebb különbségek miatt, fiatal korú sportolókat vizsgáltunk.

III. MÓDSZEREK

III./1 Vizsgálati személyek

VIZSGÁLATI SZEMÉLYEK 1.

Vizsgálataimba a 2011. szeptember 1. és 2014. május 31. közötti időszakban a Testnevelési Egyetem Egészségtudományi és Sportorvosi Tanszékén megjelent sportolók kerültek prospektív bevonásra, akik a következő beválogatási kritériumoknak megfeleltek, valamint a vizsgálatba a Helsinki Nyilatkozat értelmében előzetes tájékoztatás után írásban beleegyezésüket adták. A vizsgálatba kizárólag férfi sportolókat vontunk be a nemi különbségek kiküszöbölése érdekében. A vizsgálati alanyok életkora 18-35 év között volt, amely felöleli az aktív felnőtt versenyzői életkort. A vizsgálati alanyok nem szenvedhettek semmilyen akut vagy krónikus, szisztémás vagy szervet/szervrendszert érintő betegségben (hipertóniában illetve obezitásban sem), nem állhattak semmilyen rendszeres gyógyszeres kezelés alatt (a táplálékkiegészítőket, multivitamin készítményeket leszámítva), saját elmondás alapján tiltott teljesítményfokozó szerrel nem éltek. A vizsgálati alanyok elsőfokú rokonaiban nem szerepelhetett a családi anamnézisben hirtelen szívhalál, illetve olyan betegség, ami örökölhető lehet és a sportbeli részvételt kizárta volna. Első fokú rokonokban a hipertónia nem szerepelt kizáró tényezőként. Sportolóink kizárólag az első- és másodosztályból kerültek ki, vagyis nemzetközi és hazai szinten sikeres, válogatott élsportolók voltak. A vizsgálatok lehetőség szerint az edzés alapozó időszakában történtek, egy hétnél hosszabb pihenő illetve edzéskihagyás nem előzte meg a vizsgálatokat. Bár voltak rendszeresen vizsgált sportolóink, minden sportoló eredménye csak egyszer szerepelhetett az értékelésnél. Testvér sportolók értékei közül csak egyet vettünk figyelembe. A beválogatási kritériumokat a 7. táblázatban foglalom még egyszer össze.

7. táblázat - Beválogatási kritériumok

Beválogatási kritériumok
- Férfi nem
- 18-35 éves kor
- Egészséges, akut/krónikus betegségben nem szenved
- Élvonalbeli sportoló
- Gyógyszeres kezelésben nem részesül
- Elsőfokú rokonokban örökölhető kardiovaszkuláris betegség nincs
- Írásos beleegyezés

A közel 3 éves periódus alatt összesen 544, 18-35 éves férfit vontunk be a vizsgálatunkba: 424 sportolót és 120 nem sportoló egészséges kontroll személyt. A sportolókat sportáguk szerint Mitchell és mtsai (16, 169) alapján osztottuk kilenc csoportba, a sportágak dinamikus és statikus komponenseit figyelembe véve.

Ez alapján az S1D1(IA) kategóriába 4 sportoló került: 3 sportlövő és 1 golfozó; az S1D2 (IB) kategóriába 6 sportoló került: 1 röplabdázó, 2 vívó és 3 asztaliteniszező; az S1D3 (IC) kategóriába 90 sportolót soroltunk: 2 távgyaloglót, 1 teniszezőt és 87 labdarúgót. Az S2D1 (IIA) kategóriába 2 műugrót tudtunk csak bevonni, az S2D2 (IIB) kategóriába 21 sportolót vontunk be: 16 ugró atlétát és 5 műkorcsolyázót, az S2D3 (IIC) kategóriába 70 sportoló került bevonásra: 32 középtávfutó, 1 jégkorongozó, 17 kézilabdázó, 1 korfballos és 19 úszó. Az S3D1 (IIIA) kategóriában 88 sportolót vizsgáltunk 1 dobóatlétát, 40 harcművészt, 1 tornászt és 46 súlyemelőt; Az S3D2 kategóriába (IIIB) 23 sportoló: 19 birkózót és 4 testépítőt; az S3D3 kategóriába pedig 120 sportoló került bevonásra 1 tízpróbázó, 17 evezős, 11 gyorskorcsolyázó, 31 kajakkenu versenyző, 5 kerékpáros, 15 triatlonos valamint 40 vízilabdás.

A sportkategóriák kialakításánál törekedtünk arra, hogy minél több sportág képviselőit vegyük figyelembe. Sajnos egyes kategóriák elemszáma igen alacsony a megfelelő statisztikai értékeléshez, aminek több oka is van: az adott sportágban a rendelkezésre álló sportolók nem megfelelő életkora (egyedül egyes sportokban a jobb eredményeket a fiatalabb, még 18 év alatti versenyzők érik el), nemzetközi szinten nem megfelelő sportteljesítmény, egyes erősportok képviselőiben a tiszta versenyzés

megkérdőjelezhetősége (ami a kardiovaszkuláris adaptáció szempontjából befolyásoló tényező lehet (5, 140)), valamint a belegegyezés és megfelelő együttműködés hiánya, illetve a sportolók között is előforduló magas vérnyomás betegség jelenléte. Éppen ezért az S2D1 kategóriában mért adatok ugyan bemutatásra kerülnek, de a statisztikai értékelésnél ezen csoport eredményeit nem vettük figyelembe. Ugyanakkor a magyar sikersportágakban, amik főként az S2D3 (IIC) és S3D3 (IIIC) kategóriákba sorolhatók, nagyon sok alanyunk eredményét nem tudtuk figyelembe venni az értékelés során, ugyanis további elemszám növelésnek nem lett volna statisztikai értelemben vett haszna.

A 8. táblázatban összefoglalva láthatók az egyes kategóriák elemszámai. Összességében a legalacsonyabb statikus komponensű sportokat 100, a közepes statikus komponensű sportokat 93, a magas statikus komponensű sportokat 231 sportoló képviselte. A dinamikus komponens esetében ezek a számok emelkedő dinamikus sorrendet tekintve 94, 50, 280.

8. táblázat - A sportolói csoportok elemszámai

A sportolói csoportok elemszámai					
		Statikus komponens			Összesen
		<u>S1</u>	<u>S2</u>	<u>S3</u>	
Dinamikus komponens	<u>D1</u>	4	2	88	94
	<u>D2</u>	6	21	23	50
	<u>D3</u>	90	70	120	280
Összesen		100	93	231	424

VIZSGÁLATI SZEMÉLYEK 2.

A dolgozat második célkitűzésének megválaszolására természetesen újabb vizsgálati személyeket alkalmaztunk. A bevonási kritériumok az életkor és a nemi megszorítás kivételével megegyeznek az előzőekben ismertettekkel (7. táblázat).

Vizsgálatunkba 18 válogatott fiatal úszót (13-15 év) valamint korban és nemből egyező nem sportoló 15 kontroll gyereket vontunk be. A sportolók mindannyian ugyanannak az egyesületnek az első osztályú versenyzői voltak. Így biztosítottuk az azonos edzést és terhelést mindenkiben. Edzismúltjukat tekintve legalább 4 éve ugyanabban az egyesületben edzettek versenyszerűen, a heti átlagos edzésóraszám 20 óra/hét felett volt.

A követéses vizsgálat obszervációs periódusa másfél év volt. Ezen idő alatt a sportolói csoportból 2 gyermek (1 lány és 1 fiú) egyesületet váltott, 1 fiú pedig vízilabdásként folytatta pályafutását, így nem került értékelésre. A megfigyelt 1,5 év során 6 mérést végeztünk az edzés mikro- és makrociklusainak figyelembevételével, 3 hónap különbségekkel: kiindulási érték (S), 1. Alapozó fázis (GEP1), 1. Versenyperiódus (RP1), Edzéskihagyás (DT), 2. Alapozó fázis (GEP2), 2. Versenyperiódus (RP2). Az első és ötödik mérés alkalmával a sportolók adatait egészséges, nem sportoló, kontroll gyermekek adataihoz hasonlítottuk, így kiküszöbölve a normál fejlődéssel járó változásokat. Mind a résztvevők, mind szüleik beleegyezését kértük a vizsgálatához a Helsinkai Nyilatkozat értelmében. A kutatást a Semmelweis Egyetem Etikai Bizottsága engedélyezte (TUKEB Nr. 121/2010).

A csoportokat jellemző antropometriai paraméterek, nyugalmi vitális paraméterek, valamint ezek különbségei a 9. táblázatban láthatók. A mérési módszerek a következőkben ismertettekkel megegyeznek. A nemi érettséget Janz és mtsai (178) ajánlásai alapján ítéltük meg.

9. táblázat - Vizsgálati személyek 2.

	Sportoló		Kontroll	
	Fiú	Lány	Fiú	Lány
Életkor (év)	13.8±0.7	13.8±0.9	13.8±0.7	13.8±0.9
TM (m)	1.66±0.07	1.67±0.08	1.60±0.12	1.63±0.06
TT (kg)	50.8±6.4	54.8±8.8	49.8±10.7	55.3±6.2
HR (1/perc)	63±9	57±4	69±12	75±11
BPS (mmHg)	112.5±2.7	111.2±11.7	120.0±7.0	121.4±11.1
BPD (mmHg)	67.5±2.7	67.5±5.2	64.4±6.8	67.1±9.1
Edzésmúlt (év)	6.4±1.4	5.9±1.7	-	-
Edzés (ó/hét)	23.2±4.1	20.3±5.5	0.28 (0-1)	0.23 (0-0.6)
Nemi érettség	2.87 (1-4)	3.3 (3-4)	3 (1-4)	3.6 (2-5)

TM: testmagasság; TT: testtömeg; HR: szívfrekvencia; BPS: szisztolés vérnyomás; BPD: diasztolés vérnyomás; Nemi érettség: 5 pontos skálán értékelve: 1: pre-, 2: korai-, 3: közép-, 4: késő-, 5: poszt pubertás. A normál eloszlású paraméterek jellemzése: átlag és szórás (átlag±SD); a nem normál eloszlású paraméterek jellemzése: medián (minimum és maximum).

III./2 Vizsgálati módszerek

Vizsgálataimat a Testnevelési Egyetem (korábban Semmelweis Egyetem Testnevelési és Sporttudományi Kar) Egészségtudományi és Sportorvosi Tanszékén végeztem. A vizsgálatokra lehetőség szerint a kora délelőtti órákban került sor a reggeli fokozott szimapikotónia hatásának kiküszöbölésére, nyugalomban, edzésmentes napon (a vizsgálat előtti nap este 6 óra után nem végezhetett az egyén sporttevékenységet, a vizsgálat előtti hétvégén nem vehetett részt versenyen vagy mérkőzésen).

A vizsgálatok gerincét az AHA 12 pontos ajánlása képezte (172). Első lépésben egy, a *sportorvosi* vizsgálatok során alkalmazott *kérdőív* került kitöltésre és aláírásra, a vizsgálatba beleegyező nyilatkozattal együtt. A kérdőív segítségével részletesen felmértük a sportolási szokásokat és a sportolói múltat (mit?, mióta?, milyen eredménnyel?, heti edzésmennyiség? esetleges kihagyás, oka?), az egyéni és családi anamnézist, különös tekintettel a korábbi illetve a családban előforduló

kardiovaszkuláris megbetegedésekre, kórházi tartózkodásra, sérülésekre, gyógyszeres kezelésre.

Ezt követte egy alapos *fizikális vizsgálat* (különös tekintettel a szívzörejekre, esetleges kardiovaszkuláris megbetegedés lehetőségét felvető szubjektív és objektív panaszokra), *vérnyomás méréssel* egybekötve: manuálisan, nem domináns kézen, illetve, 5 perces nyugalom után.

Ezek után egy *12 elvezetéses nyugalmi EKG* vizsgálat következett. Amennyiben mindent rendben találtunk, *echokardiográfiás* vizsgálatot végeztünk az Amerikai Echokardiográfiás Társaság ajánlásainak megfelelően: bal stabil oldalfekvő helyzetben Philips HD15 echokardiográfiás készülékkel (Koninklijke Philips, N.V. USA). A vizsgálat során a felvételeket rögzítettük, a kiértékelés utólag, off-line módon történt, minimum három (a falvastagság mérésénél 5-10) mérés átlagát vettük figyelembe. Extraszisztolákat illetve az ezeket követő és megelőző ütések nem értékeltük. A vizsgálatok lehetőség szerint az alapozó edzésperiódusban történtek.

A *statisztikai analízishez* Statistica for Windows 12.0 (StatSoft Hungary) szoftvert alkalmaztunk. A paraméterek normalitását Shapiro-Wilks teszttel vizsgáltuk. A normális eloszlású változók esetében ANOVA módszert, a nem normális eloszlású változók esetén pedig Kruskal-Wallis tesztet alkalmaztunk. A második kérdés megválaszolásához ezenkívül a nem edzettek eredményeinek összehasonlításakor Wilcoxon-tesztet, a sportolók eredményeinek összehasonlításához pedig ismétléses és Friedmann ANOVA módszert használtunk. Az első fajú hiba határát 5%-ban határoztuk meg a nemzetközi gyakorlatnak megfelelően. A méréseink menetének rövid összefoglalását a 10. táblázat tartalmazza.

10. táblázat - A vizsgálatok menete

A vizsgálatok menete
- Sportorvosi vizsgálati kérdőív
- Fizikális vizsgálat + vérnyomásmérés
- 12 elvezetéses EKG
- Echokardiográfia
- Statisztikai analízis

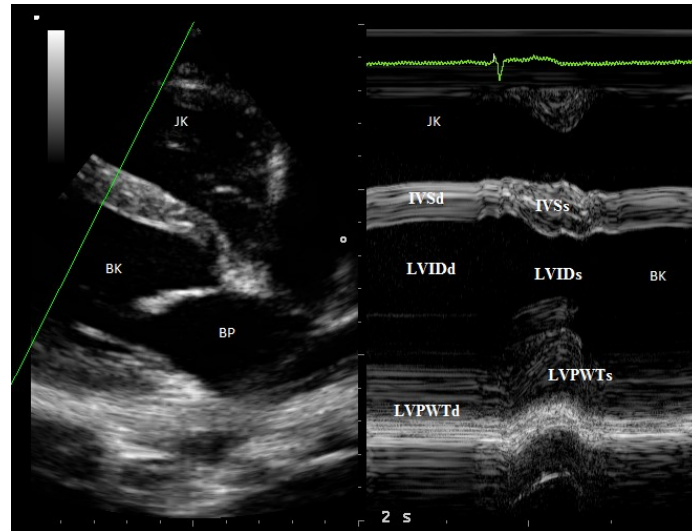
A következőkben ismertetett méréseket és számításokat végeztük az echokardiográfias felvételekből, a morfológiai, funkcionális és regulációs kardiális edzésadaptáció jellemzésére.

III./2.1 *Morfológiai edzésadaptáció vizsgálata*

A morfológiai edzésadaptáció jellemzésére a bal kamra esetében a paraszternális hosszszelvényi 2D vezérelt M-Mód felvételekből meghatároztuk a szeptum (IVS) és a bal kamrai hátsófal (LVPWT) vastagságot szisztolében és diasztolében, a bal kamrai belső átmérőt (LVID) szisztolében és diasztolében (részletesen ld. az 1. ábrán). A mérési síkot az ajánlásoknak megfelelően a mitrális billentyűvitorla csúcsához állítottuk be. Összehasonlítottuk a különböző csoportban ezen paraméterek abszolút, testfelületre, valamint a testfelület megfelelő hatványára (146) vonatkoztatott értékeit. Ezenkívül a bal kamra jellemzésére mértük 4-üregi csúcsi felvételtől a bal kamrai hosszanti belső átmérőt szisztolében és diasztolében (LVIDI és LVISI).

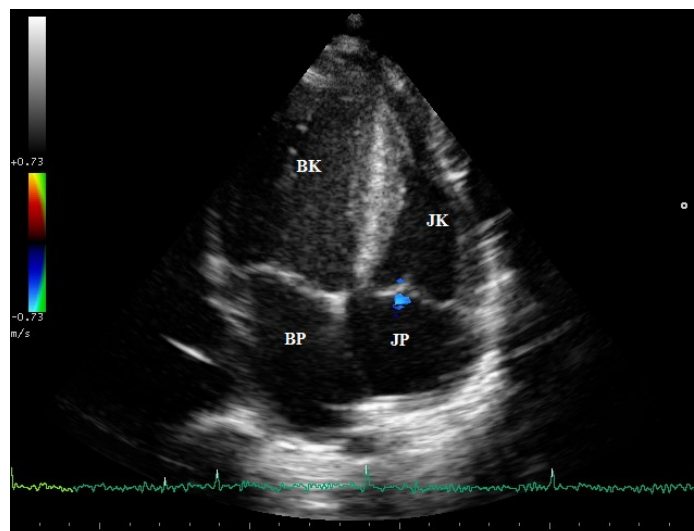
A következő képletek segítségével pedig meghatároztuk a bal kamrai izomtömeget (LVMM), ennek a testfelületre (BSA) vonatkoztatott, valamint a testfelület megfelelő hatványára vonatkoztatott értékét. Ezeknek jelölésére a továbbiakban a következő szabályt fogom alkalmazni: a relatív (rel) értékek a testfelület megfelelő hatványára vonatkoztatott értékek, míg az index (I) értékek a testfelületre vonatkoztatott értékeket fogják jelenteni, csakúgy mint az általam következetesen alkalmazott d: a diasztolés, s: pedig a szisztolés értékeket jelenti. Számoltuk továbbá az izomhányados vagy hipertrófia index értékét (MQ) valamint a végdiasztolés (EDV) és végszisztolés volument (ESV). Itt következnek a bal kamrai morfológiát bemutató ábrák

és képletek. A rövidítéseknél a nemzetközi irodalomban használatos angol kifejezések megfelelő rövidítéseit alkalmaztam a nemzetközi irodalmi adatokkal való egyszerűbb összehasonlítás érdekében.



1. ábra - 2D és M-Mód BK paraszternális hosszmetset

JK: jobb kamra; BK: bal kamra; BP: bal pitvar; IVS: interventrikuláris szeptum; LVID: bal kamrai belső átmérő; LVPWT: bal kamra hátsó fal; s: szisztolé; d: diasztolé.



2. ábra - 2D 4-üregű csúcsi felvétel

JK: jobb kamra; BK: bal kamra; BP: bal pitvar; JP: jobb pitvar.

Képlet BSA

$$BSA(m^2)=(71,84 \cdot \text{testtömeg}(kg)^{0,425} \cdot \text{testmagasság}(cm)^{0,725}):10000$$

Képlet LVMM

$$LVMM(g)=1,053 \cdot ((IVSd+LVIDd+LVPWTd(mm))^3-LVIDd(mm)^3):1000$$

Képlet MQ

$$MQ(\%)=100 \cdot (IVSd(mm)+LVPWTd(mm)):LVIDd(mm)$$

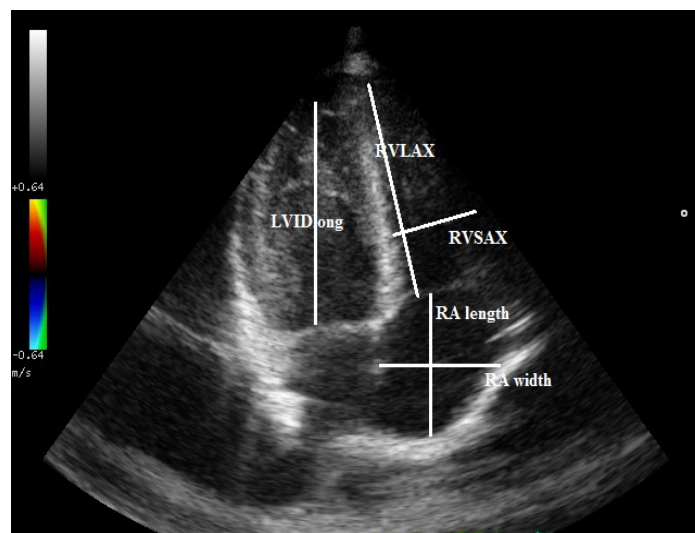
Képlet EDV

$$EDV(ml)=(LVIDd(mm))^3:1000$$

Képlet ESV

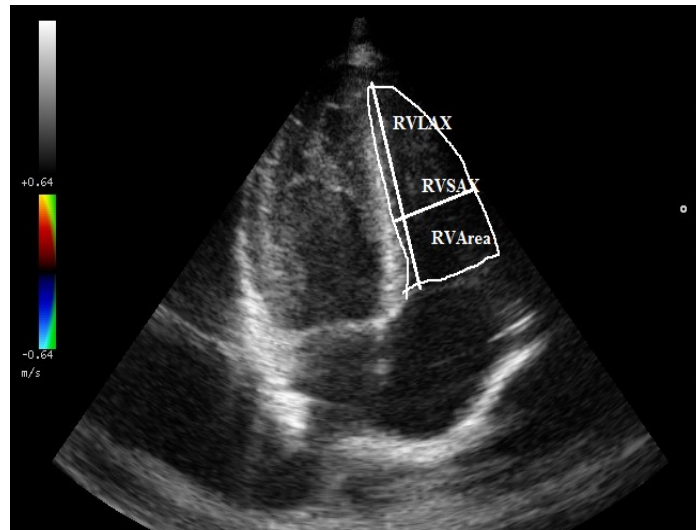
$$ESV(ml)=(LVIDs(mm))^3:1000$$

A pitvari morfológiai adaptáció, valamint a jobb kamrai morfológiai adaptáció vizsgálata technikai okok miatt nem minden sportolónál állt rendelkezésre, különös tekintettel a vizsgálat korábbi szakaszában végzett mérésekre. A pitvari adaptáció megítélésére a 4 üregű csúcsi felvételeken mért hosszanti és kereszt átmérőket (LA és RA width illetve length (hossz és szélesség)), valamint a területméréssel meghatározott bal és jobb pitvari területeket (RA és LA area) hasonlítottuk össze (3. ábra).



3. ábra - Csúcsi 4 üregű felvétel a pitvari méretek meghatározására

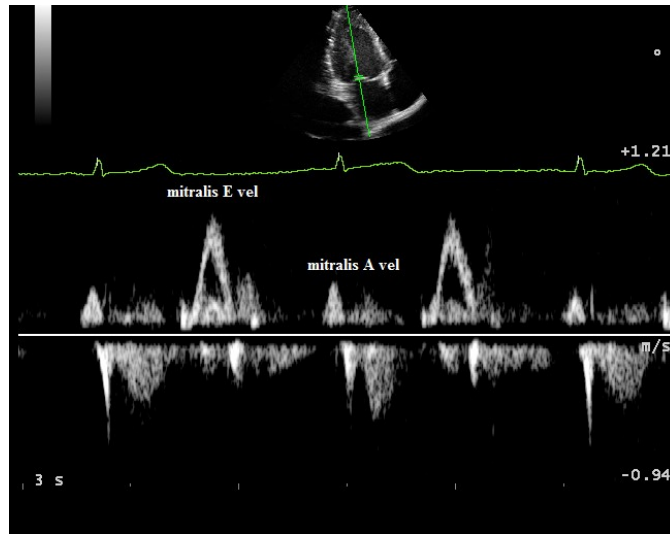
A jobb kamrai adaptációt szintén a 4-üregű csúcsi felvételek alapján a hosszanti (RVLAX) és (basális és középső harmad határában mért) rövid átmérők (RVSAX), valamint a terület körberajzolásával mért szisztolés és diasztolés területek (RVA) nagyságával jellemeztük.



4. ábra - Csúcsi 4-üregű felvétel a jobb kamrai méretek meghatározására

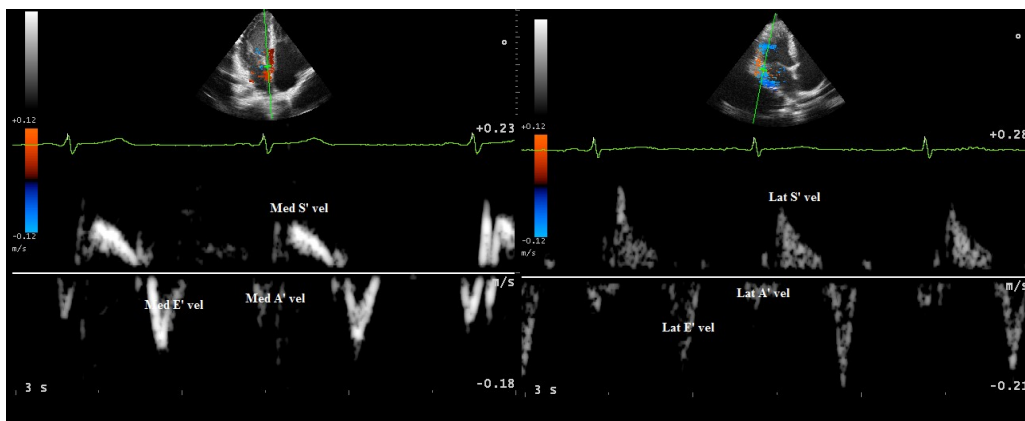
III./2.2 *Funkcionális edzésadaptáció jellemzése*

A bal kamrai funkcionális edzésadaptáció jellemzésére a diasztolés funkció tekintetében a hagyományos pulztilis Dopplerrel meghatározott mitrális beáramlási görbe korai (E) és késői (A) sebességét, valamint ezek arányát (E/A hányados) használtam (5. ábra).



5. ábra - Mitrális beáramlási görbe

Ezenkívül a szöveti Doppler (TDI) mérések segítségével a bal kamrai diasztolés funkciót jellemezhetjük a mitrális annuláris korai (E') és késői (A') sebességekkel, valamint ezek egymáshoz (E'/A') valamint a mitrális beáramlási görbén mért korai sebességhez (E/E') viszonyított arányával a mitrális annulus mind mediális, mind laterális részén mérve (6. ábra).



6. ábra - Szöveti Doppler felvétel a mitrális annulus mediális és laterális eredésénél

A bal kamrai szisztolés funkciót az M-Mód felvételek alapján számolt ejekciós frakcióval (EF), valamint a frakcionális rövidüléssel (FS) és cirkumferenciális roströvidülési sebességgel (VCF) jellemeztem. Szintén a bal kamrai szisztolés funkcióra következtethetünk a szöveti Dopplerrel meghatározott szisztolés (S') annuláris sebességekből, valamint az aortában mért áramlás maximális sebességéből (AVmax).

Képlet EF

$$EF(\%)=100 \cdot (SV(\text{ml}):EDV(\text{ml}))$$

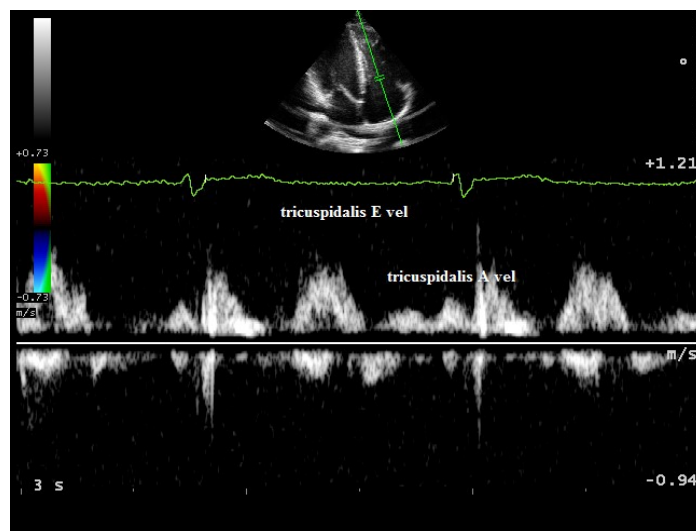
Képlet FS

$$FS(\%)=100 \cdot (LVIDd(\text{mm})-LVIDs(\text{mm})):LVIDd(\text{mm})$$

Képlet VCF

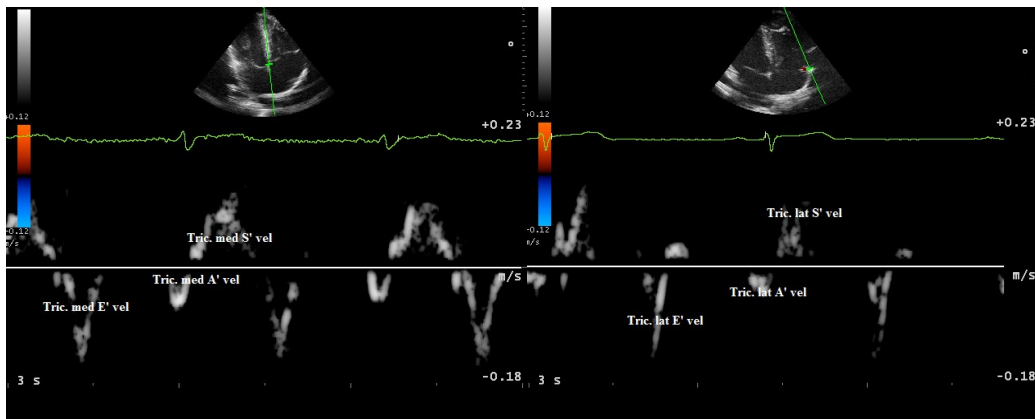
$$VCF(1/\text{sec})=FS \cdot 10:L\text{VET}$$

A jobb kamrai funkcionális adaptáció jellemzésére a bal kamrához hasonlóan a hagyományos pulzatilis Doppler vizsgálat segítségével meghatározott trikuszipidális beáramlási görbe korai (E) és késői (A) sebességét, valamint ezek arányát (E/A hányados) használtam (7. ábra). (CAVE: légzésziklustól függő, légzésvisszatartásban).



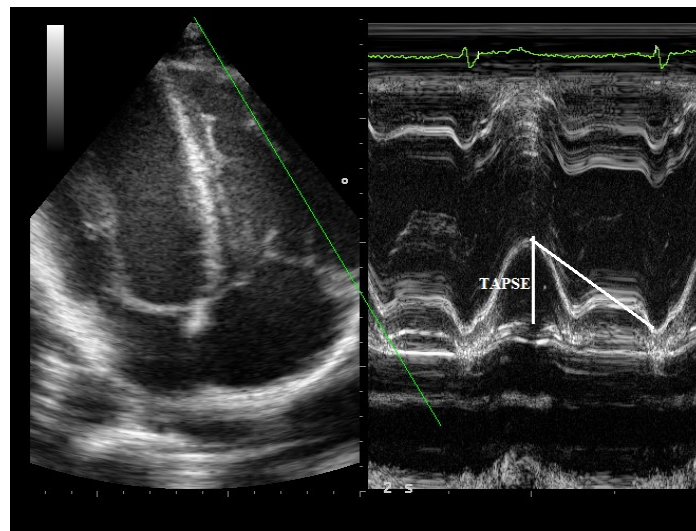
7. ábra - Trikuszipidális beáramlási görbe

Ezenkívül a bal kamrához hasonlóan a szöveti Doppler (TDI) mérések segítségével a jobb kamrai diasztolés funkciót jellemezhetjük továbbá a trikuszipidális annuláris korai (E') és késői (A') sebességekkel, valamint ezek egymáshoz (E'/A') valamint a trikuszipidális beáramlási görbén mért korai sebességhez (E/E') viszonyított arányával az annulus mind mediális, mind laterális eredésénél mérve (8. ábra).



8. ábra - Trikuszipidális annulus szöveti Doppler vizsgálata

A jobb kamrai szisztolés funkció megítélésére egyrészt a trikuszipidális annuláris sík szisztolés előmozdulásának mértékét (TAPSE), másrészt a szöveti Dopplerrel meghatározott szisztolés (S') annuláris sebességet alkalmaztuk (9. ábra).



9. ábra - TAPSE meghatározása

III./2.3 Regulációs edzésadaptáció jellemzése

A kardiális edzésadaptáció harmadik jellemzője a reguláció változása. Ezt a nyugalmi szívfrekvenciával (HR), a nyugalmi pulzusvolumennel (SV) és percérfogattal (CO), valamint ez utóbbi relatív és indexált formájával jellemezhetjük. A nyugalmi szívfrekvenciát a mitrális be- és aorta kiáramlási görbe segítségével határoztuk meg így az egyes szív ciklusok (szisztolé és diasztolé), valamint ezek komponenseinek részeinek hossza is meghatározható volt. Az alkalmazott képleteket a következőkben ismertetem.

Képlet SV

$$SV(\text{ml}) = EDV(\text{ml}) - ESV(\text{ml})$$

Képlet CO

$$CO(\text{l}/\text{min}) = SV(\text{l}) \times HR(\text{1}/\text{min})$$

IV. EREDMÉNYEK

Ebben a fejezetben ismertetem méréseink eredményeit, szisztematikusan haladva a testméret, a nyugalmi vérnyomás és szívfrekvencia értékek, valamint az „edzés múlt” bemutatásával. Ezek után következnek a bal kamrai edzettségi jelek, úgy mint reguláció, morfológia, funkció (szisztolés és diasztolés külön bemutatva). Majd a jobb kamrai morfológiai és funkcionális adaptációt jellemző paraméterek, végül pedig a pitvari méretek kerülnek ismertetésre. Ezt követően az edzesciklusok hatásának vizsgálatában elért eredményeket mutatom be. Az eredmények összevetése a hazai és nemzetközi irodalmi adatokkal a következő (megbeszélés) fejezetben történik.

IV./1 Alapadatok

Az alapadatok közül a csoportok jellemzésére az egyszerűbb antropometriai jellemzők (testtömeg, testmagasság, illetve az ezekből számolt testtömegindex és testfelület), a nyugalmi vitális paraméterek (szisztolés és diasztolés vérnyomás, valamint nyugalmi szívfrekvencia), valamint az edzettséget jelző paraméterek (sportkor és edzés-óraszám) kerülnek ismertetésre. A táblázatokban következetesen a normál eloszlású paraméterek jellemzésére az átlag és szórás (átlag \pm SD) értékét, míg a nem normál eloszlású paraméterek esetén a mediánt valamint az alsó és felső kvartiliseket használom.

11. táblázat - A csoportok antropometriai jellemzői

	Kont.	S1D1	S1D2	S1D3	S2D1	S2D2	S2D3	S3D1	S3D2	S3D3
Kor (év)	24 22-29	32 28-33	23,5 22-24	23 20-27	20 18-22	23 22-25	24 21-28	23 20-28	23 20-25	23 20-28
TM (m)	1,80 1,75- 1,83	1,77 1,69- 1,82	1,76 1,74- 1,82	1,82 1,77- 1,87	1,68 1,67- 1,68	1,83 1,79- 1,87	1,83 1,77- 1,89	1,77 1,71 1,82	1,78 1,72- 1,83	1,86 1,81- 1,93
TT (kg)	75,1 69,0- 84,0	75,0 63,5- 85,8	71,0 69,0- 75,0	77,0 72,0- 82,5	62,0 60,0- 64,0	79,0 73,0- 81,0	79,0 66,0- 87,0	80,5 69,0- 89,5	77,0 66,0- 93,3	83,0 75,0- 92,0
BSA (m ²)	1,96 1,84- 2,07	1,93 1,73- 2,08	1,87 1,83- 1,90	1,98 1,89- 2,08	1,70 1,68- 1,72	2,02 1,91- 2,07	1,94 1,81- 2,13	1,97 1,83- 2,11	1,94 1,78- 2,25	2,08 1,96- 2,23
BMI (kg/m ²)	23,38 21,59- 25,75	23,45 22,21- 25,83	22,93 22,6- 24,49	23,37 22,4- 24,39	22,1 21,26- 22,45	23,04 22,84- 24,78	22,04 20,76- 24,49	25,94 23,42- 28,34	25,16 22,49- 26,3	24,2 22,48- 25,96
Kont.: kontroll; TM: testmagasság; TT: testsúly (testtömeg); BSA: testfelület; BMI: body mass index (testtömeg index). A normál eloszlású paraméterek jellemzése: átlag és szórás (átlag±SD); a nem normál eloszlású paraméterek jellemzése: medián, alsó és felső kvartilisek.										

Az alapvető antropometriai paraméterek közül nem volt különbség a csoportok között az életkorban. A testmagasságban és a testtömegben a következő különbségek mutatkoztak meg:

12. táblázat - Különbségek a testmagasságban

Különbség	Szignifikancia
S3D1<S2D3	p<0,001
S3D1<S3D3	p<0,0001
S3D1<S1D3	p<0,01
S3D2<S3D3	p<0,001
S1D3<S3D3	p<0,001
Kontroll<S3D3	p<0,001

13. táblázat - A testtömegben megjelenő különbségek

Különbség	Szignifikancia
S2D3<S3D3	p<0,001
S1D3<S3D3	p<0,05
Kontroll<S3D3	p<0,001

A testfelületben megjelenő különbségek a testsúly és testmagasság közötti különbségekből adódnak. Legnagyobb testfelülettel az S3D3 kategória sportolói rendelkeznek: S3D3>S2D3, S3D1, S1D3, kontroll. P minden esetben kisebb, mint 0,01, a kontroll csoporthoz képest a különbség még kifejezettebb (p<0,0001).

14. táblázat - A BMI értékében megjelenő különbségek

Különbség	Szignifikancia
S3D1>S2D3	p<0,0001
S3D2>S2D3	p<0,01
S3D3>S2D3	p<0,01
S3D3>S3D1	p<0,05
S1D3<S3D1	p<0,0001
S3D1>kontroll	p<0,0001

15. táblázat - Nyugalmi vitális paraméterek

	Kont.	S1D1	S1D2	S1D3	S2D1	S2D2	S2D3	S3D1	S3D2	S3D3
HR (1/min)	70,5 62,3- 78,8	63,13 50,9- 67,3	52,0 47,1- 57,8	52,7 48,3- 59,5	63,0 62,9- 63,1	58,4 55,5- 67,1	53,8 48,9- 58,3	60,1 55,0- 69,5	59,8 54,4- 63,4	55,9 50,0- 62,9
BPS (Hgmm)	130 120-136	120 110-140	120 110-135	130 120-140	132,5 125-140	125 110-140	123,5 119-135	127 120-140	135 120-140	130 120-135
BPD (Hgmm)	80 70-86	80 60-90	76 70-80	75 70-85	75 70-80	77,5 70-89	80 72,5-85	80 70-90	79,5 70-95	75 70-84
Kont.: kontroll; HR: nyugalmi pulzusszám (heart rate); BPS: nyugalmi szisztolés vérnyomás; BPD: nyugalmi diasztolés vérnyomás. A normál eloszlású paraméterek jellemzése: átlag és szórás (átlag±SD); a nem normál eloszlású paraméterek jellemzése: medián, alsó és felső kvartilisek.										

A csoportok között a vérnyomásértékekben nem volt különbség, sem a szisztolés, sem a diasztolés értékekben.

16. táblázat - A nyugalmi szívfrekvenciában megjelenő különbségek

Különbség	Szignifikancia
kontroll>S2D3	<0,0001
kontroll>S1D2	<0,03
kontroll>S3D1	<0,001
kontroll>S3D2	<0,01
kontroll>S3D3	<0,00001
kontroll>S1D3	<0,00001
S3D1>S2D3	<0,0001
S3D1>S3D3	<0,005
S3D1>S1D3	<0,00001

Külön kiemelendő, hogy nincs szignifikáns különbség a kontroll csoport, valamint az S2D2 és S1D1 csoport között a nyugalmi szívfrekvencia tekintetében.

17. táblázat - Az edzettség jellemzői

	Kont.	S1D1	S1D2	S1D3	S2D1	S2D2	S2D3	S3D1	S3D2	S3D3
Sportkor (év)	0 0-0	16 6,5-24	15,5 13-19	15 13-19	16 16-16	12,5 9,5-15,5	14 10-18	14 11-17	16 13,5- 16,7	15 10-18
Edzés óraszám (óra/hét)	0 0-0	14 11-21,8	10 7-12	12 11-20	17,5 15-20	17,3 12-19,5	20 12-22	13,8 9-22	19,8 15-22	17,3 13-20
Kont.: kontroll; A nem normál eloszlású paraméterek jellemzése: medián, alsó és felső kvartilisek.										

Mivel a kontroll csoportban szigorúan nem sportoló, tehát heti 30 percnél mindenképpen kevesebbet mozgó egyéneket vizsgáltunk, így természetesen a kontroll csoport edzésóraszámja bármely csoporthoz hasonlítva szignifikánsan kisebb.

IV./2 Regulációs adaptációs jelek

A regulációs adaptáció jellemzésére a nyugalmi szívfrekvencia, a diasztázis, a szisztolé és a diasztolé időtartama, valamint a nyugalmi perctérfogat abszolút és relatív értéke és a relatív perctérfogat különbségét mutatom be az egyes sportágcsoportok és nem sportoló egyének esetében (18. táblázat).

18. táblázat - Regulációs edzésadaptáció

	Kont.	S1D1	S1D2	S1D3	S2D1	S2D2	S2D3	S3D1	S3D2	S3D3
HR (1/min)	70,5 62,3- 78,8	63,1 50,9- 67,3	52,0 47,1- 57,8	52,7 48,3- 59,5	63,0 62,9- 63,1	58,4 55,5- 67,1	53,8 48,9- 58,3	60,1 55,0- 69,5	59,8 54,4- 63,4	55,9 50,0- 62,9
SYS (msec)	331 309-350	358,2 336-362	353 324-368	350 332-367	361 318-384	335 324-359	359 334-392	330 313-346	343 321-354	363 341-387
EAT (msec)	94 48-163	129 96-338	370 139-402	320 194-410	225 200-251	196 118-257	240 144-347	154 83-262	196 136-278	247 159-337
DIA (msec)	543 476-650	619 533-869	803 670-916	792 674-868	689 674-705	684 588-741	766 656-886	662 552-760	740 650-826	722 620-826
CO (l/min)	5,93 4,92- 6,94	4,85 3,92- 5,55	4,22 3,75- 6,67	5,32 4,17- 6,45	5,18 4,99- 5,74	5,28 4,86- 5,93	5,45 4,80- 6,07	5,14 4,29- 6,51	5,29 4,48- 7,95	5,91 5,08- 7,19
CI (l/kg/min)	3,01 2,50- 3,58	2,61 2,28- 2,68	2,24 2,05- 3,64	2,66 2,18- 3,26	2,47	2,66 2,43- 2,96	2,79 2,37- 3,27	2,74 2,25- 3,32	2,88 2,45- 3,78	2,89 2,42- 3,33
rel CO l/perc/m ^{3/2}	2,11 1,78- 2,58	1,86 1,64- 1,96	1,64 1,52- 2,69	1,91 1,55- 2,28	1,73	1,91 1,70- 2,09	2,03 1,59- 2,33	1,95 1,62- 2,34	2,11 1,70- 2,40	2,00 1,70- 2,35
Kont.: kontroll; SYS: szisztolé időtartama; EAT: a diasztázis időtartama; DIA: diasztolé időtartama; CO: cardiac output, perctérfogat; CI: cardiac index, szívindex; rel CO: relatív perctérfogat; msec: miliszekundum. A nem normál eloszlású paraméterek jellemzése: medián, alsó és felső kvartilisek.										

A szisztolé időtartama egyes sportolói csoportokban szignifikánsan hosszabb a kontroll csoporthoz képest (19. táblázat).

19. táblázat - Különbségek a szisztolé időtartamában

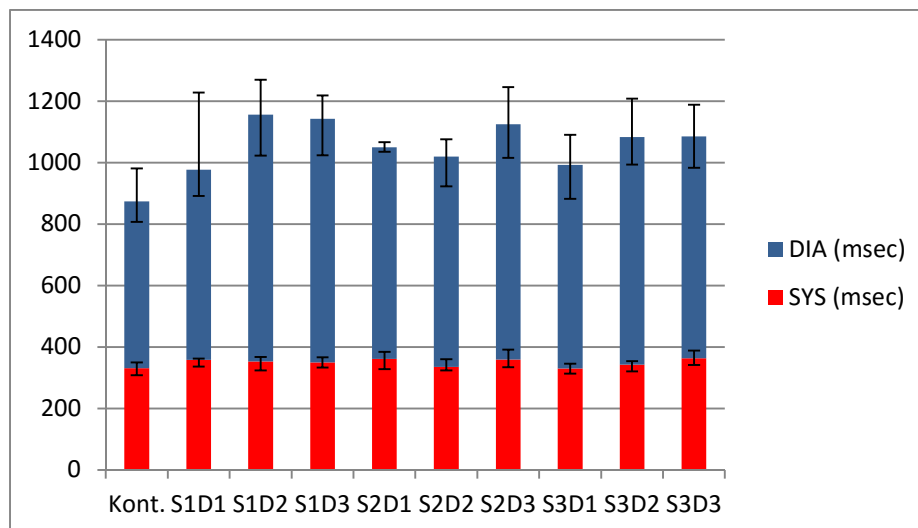
Különbség	Szignifikancia
kontroll<S2D3	<0,00001
kontroll<S3D3	<0,00001
kontroll<S1D3	<0,01
S2D3>S3D1	<0,001
S3D1<S3D3	<0,00001
S3D1<S1D3	<0,05

A diasztolé időtartamában markáns különbségek figyelhetők meg a legtöbb sportolói csoport és a kontrollok között, mely különbségért gyakorlatilag a diasztázis időtartamának különbsége felelős (20. táblázat).

20. táblázat - Különbségek a diasztolé időtartamában

Diasztolé időtartam		Diasztázis időtartam	
Különbség	Szignifikancia	Különbség	Szignifikancia
kontroll<S2D3	p<0,00001	kontroll<S2D3	p<0,00001
kontroll<S3D1	p<0,01	kontroll<S3D1	p<0,05
kontroll<S3D3	p<0,00001	kontroll<S3D3	p<0,00001
kontroll<S1D3	p<0,00001	kontroll<S1D3	p<0,00001
kontroll<S3D2	p<0,01	S3D1<S3D3	p<0,01
S3D1<S1D3	p<0,0001	S3D1<S1D3	p<0,00001
S3D1<S2D3	p<0,05	S2D2<S1D3	p<0,05

A szisztolé és a diasztolé időtartamában jelentkező eltéréseket összegezve a 10. ábra mutatja be.



10. ábra - Különbségek a szisztolés és diasztolés időtartamában
(medián; alsó és felső kvartilis értékek)

A nyugalmi perctérfogat (CO) értéke az S1D3 csoportban szignifikánsan alacsonyabb volt az S3D3 csoporthoz képest ($p=0,0266$). A perctérfogat értékét a testfelületre vonatkoztatva nem találtunk különbséget a csoportok között. A testfelület megfelelő hatványára vonatkoztatott relatív perctérfogat a kontroll csoportban magasabb értéket mutatott az S1D3 csoporthoz képest ($p=0,0291$).

IV./3 Bal kamrai adaptáció

A csoportok jellemzése, valamint a regulációs adaptáció bemutatása után rátérünk a két kamra morfológiai és funkcionális adaptációjának bemutatására, kezdve a bal kamrai morfológiai adaptációt leíró eredmények bemutatásával.

IV./3.1 Morfológiai adaptáció

A bal kamra morfológiai adaptációt jellemző eredmények ismertetése a mért abszolút (21. és 22. táblázat), külön táblázatban pedig a testméretekre vonatkoztatott relatív és indexált paraméterek (24. táblázat) segítségével történik. A korábbi irodalmi adatok ismeretében a fontosabb paraméterek bemutatását grafikonok segítségével is kiemeltebbé teszem.

21. táblázat - Morfológiai paraméterek (lineáris mért paraméterek)

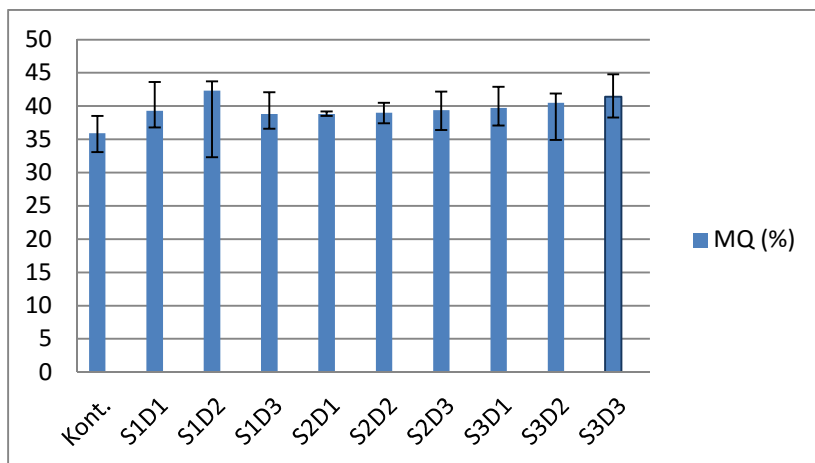
	Kont.	S1D1	S1D2	S1D3	S2D1	S2D2	S2D3	S3D1	S3D2	S3D3
IVSd (mm)	8,95 8,24- 9,49	10,27 9,98- 11,02	10,18 9,5- 10,9	10,15 9,5- 10,8	10,18 9,96- 10,4	10,16 9,46- 10,4	10,65 9,8- 11,46	9,82 9,41- 10,48	10,04 9,13- 11,18	11,16 10,3- 12,2
LVIDd (mm)	48,84 ±3,35	48,73 ±6,17	49,89 ±4,75	51,17 ±3,84	42,56 ±0,29	50,66 ±3,42	52,68 ±3,57	49,99 ±4,27	52,39 ±5,16	53,27 ±4,11
LVPWTd (mm)	8,6 8,14- 9,24	9,35 9,1- 10,33	9,42 9,2- 10,2	9,9 9,2- 10,4	10,6 10,32- 10,98	9,6 9,25- 9,85	10,0 9,55- 10,7	9,78 9,1- 10,48	9,9 9,08- 11,3	10,85 10,07- 11,64
LVIDs (mm)	31,5 29,8- 33,5	33,6 29,8- 35,0	32,3 30,3- 34,9	32,1 30,7- 34,0	29,9 29,2- 30,6	32,7 31,3- 35,1	35,5 33,0- 37,4	32,8 30,5- 35,2	33,7 31,9- 38,2	34,0 31,8- 36,9
LVIDI (mm)	84,2 ±9,0	84,5 ±6,1	90,1 ±12,6	89,3 ±7,3	85,8 ±0,14	89,4 ±7,1	87,3 ±7,6	87,8 ±8,8	88,3 ±6,0	93,9 ±9,4
LVISI (mm)	68,2 62,2- 71,6	67,9 63,3- 72,9	72,9 62,5- 75,5	70,7 64,9- 76,5	79,8 77,6- 80,1	75,2 69,7- 79,5	71,3 68,2- 78,5	73,4 70,0- 78,6	75,2 72,2- 79,3	74,0 64,7- 79,1

Kont.: kontroll; IVS: interventrikuláris szeptum (vastagság); LVIDd: végdiasztolés kamrai belső átmérő; LVPWT: bal kamra hátsófal vastagság; LVIDs: végszisztolés kamrai belső átmérő; LVIDI/LVISI: bal kamrai hosszanti átmérő diasztolé/szisztolé; s: szisztolé; d: diasztolé. A normál eloszlású paraméterek jellemzése: átlag és szórás (átlag±SD); a nem normál eloszlású paraméterek jellemzése: medián, alsó és felső kvartilisek.

22. táblázat - Számított térfogati paraméterek

	Kont.	S1D1	S1D2	S1D3	S2D1	S2D2	S2D3	S3D1	S3D2	S3D3
EDV (ml)	117,5 102,9- 133,4	114,5 90,1- 149,8	111,7 107,5- 145,5	135,4 116,2- 154,9	117,1 110,7- 118,2	124,3 114,1- 143,1	147,2 126,5- 169,1	122,9 101,1- 148,0	131,9 116,1- 192,6	148,3 131,1- 173,3
ESV (ml)	31,2 26,5- 37,5	38,0 27,4- 42,9	33,1 27,9- 42,5	26,6 28,9- 39,1	26,6 24,8- 28,5	35,0 30,7- 43,2	44,6 36,0- 52,3	35,2 28,3- 43,5	38,4 32,5- 55,7	39,3 32,0- 50,1
MQ (%)	35,9 33,1- 38,5	39,3 36,8- 44,7	42,3 32,3- 43,7	38,8 36,6- 42,0	38,8 38,5- 39,2	39,0 37,4- 40,5	39,4 36,4- 42,2	39,7 37,1- 42,9	40,5 34,9- 42,8	41,4 38,3- 44,8
LVMM (g)	184 166-212	206 203-243	222 202-244	244 221-269	186 186-187	238 209-250	267 226-297	226 192-257	239 207-297	288 257-323
Kont.: kontroll; EDV: végdiasztolés bal kamrai térfogat; ESV: végszisztolés bal kamrai térfogat; MQ: muszkuláris kvóciens; LVMM: bal kamrai izomtömeg. A normál eloszlású paraméterek jellemzése: átlag és szórás (átlag±SD); a nem normál eloszlású paraméterek jellemzése: medián, alsó és felső kvartilisek.										

A végdiasztolés és végszisztolés bal kamrai térfogatokban megjelenő különbségek párhuzamosan jelentkeznek. A kontroll csoportban mért értékek szignifikánsan kisebbek a magas dinamikus komponensű sportokhoz képest ($p < 0,001$ mindhárom magas dinamikus komponensű kategória esetén). A sportolói csoportok között egyedül az S3D3 kategóriában mértünk szignifikánsan nagyobb bal kamrai térfogatot az S3D1 ($p < 0,00001$) és S1D3 ($p < 0,05$) csoportban tapasztaltakhoz képest.



11. ábra - A muskuláris kvóciens alakulása

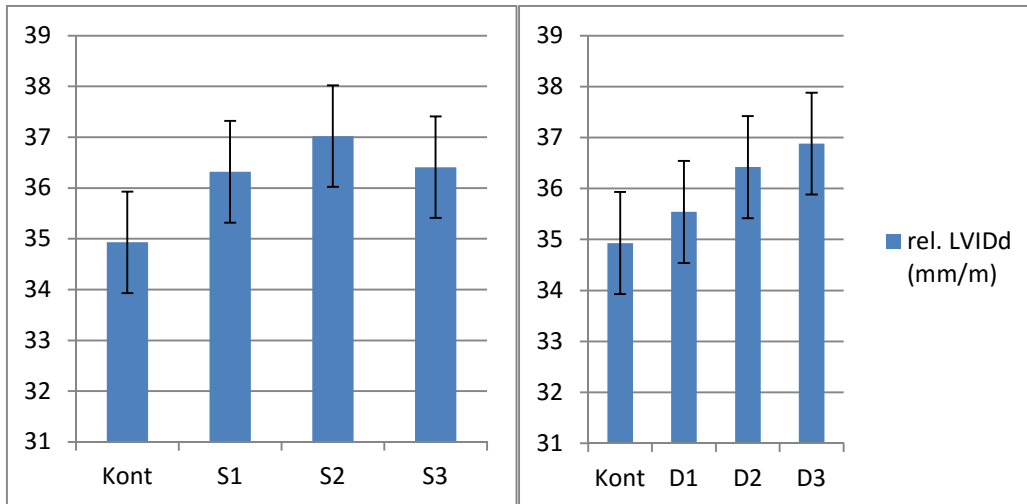
(Medián; alsó és felső kvartilis értékek)

23. táblázat - Különbségek a muskuláris kvóciens értékében

Különbség	Szignifikancia
kontroll<S2D3	p<0,001
kontroll<S3D1	p<0,00001
kontroll<S3D2	p<0,05
kontroll<S3D3	p<0,00001
kontroll<S1D3	p<0,0001
S1D3<S3D3	p<0,05

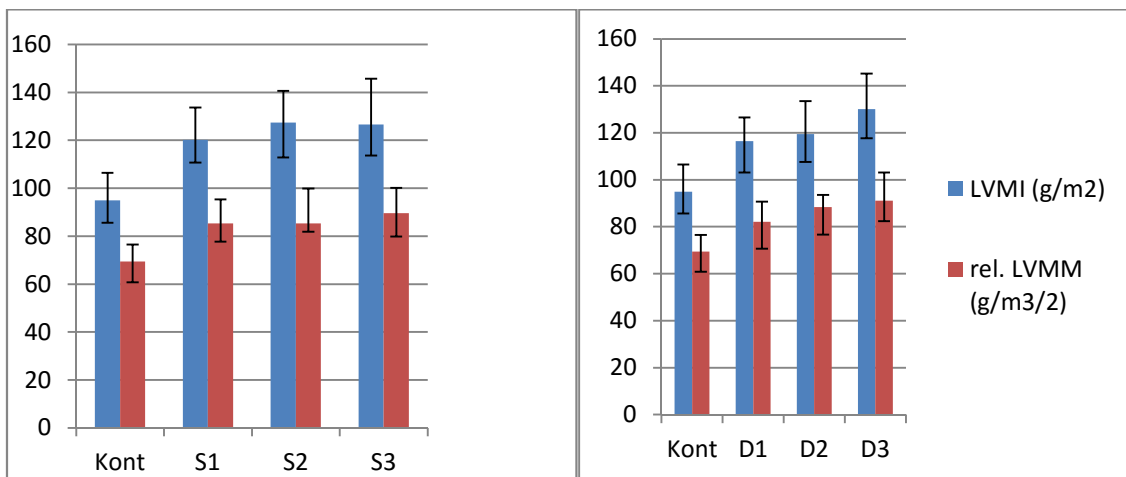
24. táblázat - Bal kamrai morfológia: indexált és relatív értékek

	Kont.	S1D1	S1D2	S1D3	S2D1	S2D2	S2D3	S3D1	S3D2	S3D3
Ind.Fal (mm/m ²)	9,17 8,41- 9,61	10,56 9,34- 12,14	10,42 9,66- 11,05	10,19 9,4- 10,77	12,23 12,05- 12,4	9,95 9,34- 10,38	10,32 9,46- 10,97	9,95 9,77- 10,97	10,05 9,37- 11,7	10,55 9,65- 11,41
Rel.Fal (mm/m)	12,71 11,93- 13,39	14,35 13,46- 15,97	14,24 13,74- 15,05	14,31 13,34- 15,16	15,94 15,8- 16,08	14,1 13,27- 14,39	14,49 13,95- 15,52	14,02 13,34- 14,97	14,27 13,5- 15,85	15,21 14,32- 16,32
Ind.LVIDd (mm/m ²)	24,9 23,75- 26,26	25,47 23,47- 27,92	26,09 25,05- 28,0	25,74 24,57- 27,1	25,04 24,87- 25,21	25,26 24,17- 26,52	26,35 24,71- 28,7	25,22 23,97- 26,67	26,55 25,41- 27,74	25,24 23,96- 27,08
Rel.LVIDd (mm/m)	34,93 ±2,11	35,34 ±3,55	36,37 ±3,9	36,36 ±2,55	32,65 ±0,04	35,82 ±2,2	37,51 ±2,35	35,62 ±2,59	36,98 ±2,39	36,89 ±2,6
Ind.LVMM (g/m ²)	94,9 85,6- 106,5	117,7 107,1- 127,7	117,7 107,4- 133,5	120,2 111,8- 134,7	109,7 108,8- 110,6	118,4 107,1- 127,4	130,1 117,7- 147,2	117,1 102,8- 126,6	119,8 111,0- 144,4	138,0 124,9- 160,7
Rel.LVMM (g/m ^{3/2})	69,4 60,8- 76,5	88,4 77,4- 93,5	85,9 78,4- 98,7	85,3 77,6- 95,5	84,1 83,0- 85,3	84,7 72,4- 94,2	91,8 84,1- 105,2	81,5 73,9- 91,4	89,2 79,8- 91,3	95,8 85,1- 110,8
<p>Kont.: kontroll; Fal: falvastagság, az interventrikuláris szeptum és a bal kamrai hátsófal vastagságának összege; EDD: végdisztolés bal kamrai belső átmérő; LVMM: bal kamrai izomtömeg; rel: relatív, a testfelület megfelelő hatványára vonatkoztatott érték; ind: indexált, a testfelületre vonatkoztatott érték. A normál eloszlású paraméterek jellemzése: átlag és szórás (átlag±SD); a nem normál eloszlású paraméterek jellemzése: medián, alsó és felső kvartilisek.</p>										



12. ábra - Rel LVIDd változása a statikus és a dinamikus komponens növekedésével (átlag \pm SD értékek)

Az ANOVA teszt eredménye alapján a magasabb dinamikus komponensű (D2 és D3) sportok mind a kontrollhoz ($p < 0,01$ és $p < 0,0001$), mind az alacsony dinamikus komponensű sportokhoz képest ($p < 0,001$) szignifikánsan nagyobb testméretre vonatkoztatott belső átmérőt eredményeznek.



13. ábra - A relatív és indexált LVMM változása a statikus és dinamikus komponens növekedésével (medián; alsó és felső kvartilis értékek)

A Kruskal-Wallis teszt eredménye alapján az Ind. LVMM értékében a kontroll csoport eredménye mindhárom sportkategóriához viszonyítva kisebb ($p < 0,0001$), de szignifikáns különbség a statikus komponens növekedésével nem figyelhető meg. Ugyanez igaz a relatív LVMM értékére is (25. táblázat).

25. táblázat - Különbségek a bal kamrai izomtömeg értékében

	LVMM	LVM Index	Rel. LVMM
Különbség	Szignifikancia	Szignifikancia	Szignifikancia
Kontroll<S2D3	$p < 0,00001$	$p < 0,00001$	$p < 0,00001$
Kontroll<S3D1	$p < 0,00001$	$p < 0,00001$	$p < 0,00001$
Kontroll<S3D2	$p < 0,00001$	$p < 0,00001$	$p < 0,00001$
Kontroll<S2D2	$p < 0,01$	$p < 0,01$	$p < 0,01$
Kontroll<S3D3	$p < 0,00001$	$p < 0,00001$	$p < 0,00001$
Kontroll<S1D3	$p < 0,00001$	$p < 0,00001$	$p < 0,00001$
S2D3>S3D1	$p < 0,01$	$p < 0,001$	$p < 0,001$
S3D3>S3D1	$p < 0,00001$	$p < 0,00001$	$p < 0,00001$
S3D3>S2D2	$p < 0,001$	$p < 0,001$	$p < 0,05$
S3D3>S1D3	$p < 0,00001$	$p < 0,00001$	$p < 0,001$

26. táblázat - Különbségek a bal kamrai belső átmérőben

LVIDd		rel. LVIDd	
Különbség	Szignifikancia	Különbség	Szignifikancia
S2D3>S3D1	$p < 0,001$	S2D3>S3D1	$p < 0,001$
S2D3>kontroll	$p < 0,00001$	S2D3>kontroll	$p < 0,00001$
S3D3>S3D1	$p < 0,00001$	S3D3>S3D1	$p < 0,05$
S3D3>S1D3	$p < 0,01$		
S3D3>kontroll	$p < 0,00001$	S3D3>kontroll	$p < 0,00001$
S1D3>kontroll	$p < 0,01$	S1D3>kontroll	$p < 0,01$

A testfelületre vonatkoztatott bal kamrai belső átmérő csak az S2D3 kategóriában mutatott szignifikáns különbséget a kontroll csoporthoz képest ($p < 0,001$).

A szisztolés belső átmérőben megfigyelhető különbségek párhuzamosan jelentkeznek a diasztolés átmérőben mért különbségekkel. (27. táblázat)

27. táblázat - A bal kamrai belső átmérő különbségei szisztolében (ESD)

Különbség	Szignifikancia
kontroll<S2D3	p<0,000001
kontroll<S3D2	p<0,05
kontroll<S3D3	p<0,00001
S1D3<S2D3	p<0,00001
S3D3<S1D3	p<0,01
S3D1<S2D3	p<0,001

28. táblázat - A bal kamrai hosszanti belső átmérő különbségei

LVIDI		LVISI	
Különbség	Szignifikancia	Különbség	Szignifikancia
S3D3>S1D3	p<0,01	kontroll<S3D1	p<0,001
S3D3>S2D3	p<0,01	kontroll<S3D2	p<0,01
S3D3>kontroll	p<0,00001	kontroll<S2D2	p<0,05
S3D3>S3D1	p<0,001	kontroll<S3D3	p<0,001
S1D3>kontroll	p<0,01		

29. táblázat - Különbségek a BK-i falvastagságokban

IVSd		LVPWTd	
Különbség	Szignifikancia	Különbség	Szignifikancia
kontroll<S2D3	p<0,000001	kontroll<S2D3	p<0,000001
kontroll<S3D1	p<0,000001	kontroll<S3D1	p<0,000001
kontroll<S3D2	p<0,0001	kontroll<S3D2	p<0,0001
kontroll<S2D2	p<0,001	kontroll<S3D3	p<0,000001
kontroll<S3D3	p<0,000001	kontroll<S1D3	p<0,000001
kontroll<S1D3	p<0,000001	S3D3>S2D3	p<0,01
S3D3>S3D1	p<0,000001	S3D3>S3D1	p<0,00001
S3D3>S2D2	p<0,05	S3D3>S2D2	p<0,01
S3D3>S1D3	p<0,000001	S3D3>S1D3	p<0,00001

A falvastagságban megfigyelt szignifikáns különbségek a 29. táblázatban láthatók. Külön kiemelendő a dolgozat eredményeinek szempontjából, hogy a falvastagság tekintetében nem volt szignifikáns különbség a kontroll csoport és az S1D2 valamint S1D1 kategória esetében sem az interventrikuláris szeptum, sem a bal kamrai hátsófal vastagságában.

30. táblázat - Különbségek a testfelületre vonatkoztatott falvastagságértékekben

Fal index		Relatív falvastagság	
Különbség	Szigifikancia	Különbség	Szigifikancia
Kontroll<S2D3	p<0,00001	Kontroll<S2D3	p<0,00001
Kontroll<S3D1	p<0,00001	Kontroll<S3D1	p<0,00001
Kontroll<S3D2	p<0,0001	Kontroll<S3D2	p<0,00001
		Kontroll<S2D2	p<0,01
Kontroll<S3D3	p<0,00001	Kontroll<S3D3	p<0,00001
Kontroll<S1D3	p<0,00001	Kontroll<S1D3	p<0,00001
		S3D3>S3D1	p<0,00001
		S3D3>S2D2	p<0,05
		S3D3>S1D3	p<0,001

IV./3.2 Funkcionális adaptáció

A bal kamra funkcionális adaptációja során a módszerek fejezetben bemutatott sorrendben először a diasztolés, utána pedig a szisztolés funkcionális edzésadaptációt leíró paramétereken végzett statisztika eredményét ismertetem.

IV./3.2.1 Diasztolés funkció

A diasztolés funkciót a hagyományos pulzatis Doppler módszerrel meghatározott E/A hányadossal, valamint a szöveti Doppleren mért mediális és laterális E'/A' és E/E' hányadosokkal jellemeztem (31. táblázat).

31. táblázat - A bal kamrai diasztolés funkció

	Kont.	S1D1	S1D2	S1D3	S2D1	S2D2	S2D3	S3D1	S3D2	S3D3
E/A	1,67 1,43- 1,94	1,91 1,7-2,05	2,0 1,8-2,54	1,94 1,66- 2,23	2,09 1,86- 2,33	1,94 1,6-2,32	2,08 1,71- 2,51	1,85 1,59- 2,16	2,01 1,81- 2,51	2,05 1,72- 2,38
Med. E/E'	6,61 5,37-7,5	6,49 6,18- 9,59	6,59 6,12- 7,06	6,32 5,61- 7,34	-	6,75 6,69- 7,55	7,61 6,52- 9,25	7,36 5,19-7,6	7,65 7,14- 8,67	6,48 5,69- 7,07
Med. E'/A'	1,53 1,39-1,9	1,28 1,14- 1,98	1,79 1,65- 1,93	1,85 1,61- 2,17	-	1,48 1,39- 1,97	1,79 1,52- 1,92	1,49 1,39- 2,43	1,84 1,82- 2,45	1,8 1,48- 2,25
Lat. E/E'	5,07 4,7-5,9	5,37 4,69- 6,46	6,09 5,02- 7,16	4,42 3,95- 5,22	-	5,79 4,5-6,24	5,74 4,47-7,2	4,82 3,85- 5,23	5,9 4,73- 7,06	5,11 4,29- 5,92
Lat. E'/A'	2,12 1,88- 2,53	2,45 1,72- 2,58	2,03 1,66- 2,04	2,83 2,33-3,2	-	2,24 2,11-2,7	2,09 1,67- 3,02	2,76 2,31- 2,84	2,26 1,73- 2,79	2,35 1,84- 2,83
Kont.: kontroll; Med: mediális; Lat: laterális; E: mitrális beáramlási görbén mért korai diasztolés sebesség; A: mitrális beáramlási görbe pitvari kontrakciós sebesség; E', A': a mitrális anulusnál meghatározott korai és késői diasztolés sebességek. A nem normál eloszlású paraméterek jellemzése: medián, alsó és felső kvartilisek.										

Az E/A hányados értéke a magas dinamikus komponensű sportok esetében szignifikánsan magasabb volt a kontrollhoz képest, a statikus komponens mértékének növekedésével a különbség egyre kifejezettebb (S1D3 $p < 0,002$, S2D3 $p < 0,001$, S3D3 $p < 0,000001$).

A szöveti doppler segítségével meghatározott diasztolés sebességekben nincs különbség a sportolói csoportok és a kontroll csoport között.

IV./3.2.2 Szisztolés funkció

A szisztolés funkciót az ejekciós frakció (EF), a cirkumferenciális roströvidülési sebesség (VCF), a rövidülési frakció, valamint ahol rendelkezésre állt, a szöveti doppler módszerrel meghatározott szisztolés sebességekkel jellemeztem. Eredményeinket a 32. táblázatban mutatom be.

32. táblázat - Különbségek a szisztolés funkciót jellemző paraméterekben

	Kont.	S1D1	S1D2	S1D3	S2D1	S2D2	S2D3	S3D1	S3D2	S3D3
EF (%)	72,1 68,8- 77,0	70,4 66,9- 74,0	70,7 70,4- 74,1	74,5 70,8- 78,9	65,4 62,5- 68,3	71,1 65,2- 76,1	70,3 66,2- 74,3	71,7 65,8- 74,7	71,0 64,6- 77,8	72,7 68,3- 76,4
VCF (m/s)	1,26 ±0,21	1,14 ±0,09	1,13 ±0,09	1,24 ±0,18	0,94 ±0,02	1,14 ±0,18	1,08 ±0,17	1,22 ±0,19	1,07 ±0,19	1,16 ±0,18
FS (%)	34,9 32,2- 38,8	33,4 30,8- 36,2	33,6 33,3- 36,2	36,7 33,7- 40,1	29,9 27,9- 31,2	33,9 29,7- 37,9	33,3 30,4- 36,5	34,4 30,0- 36,7	33,8 29,2- 39,4	35,1 31,8- 38,2
Med S' (cm/s)	8,5 7,8-9,1	8,3 7,4-9,5	8,4 7,8-9,0	8,8 7,8-9,4	-	8,3 7,3-9,8	7,9 7,5-8,7	7,6 6,3-9,0	8,0 7,5-9,2	8,3 7,5-9,6
Lat S' (cm/s)	9,4 7,0-11,4	13,4 9,4-15,5	9,2 9,1-9,3	11,0 9,5-12,8	-	10,0 8,8-12,8	10,5 8,7-12,3	7,1 5,8-13,7	12,5 11,9-13,1	10,2 8,5-12,5
AVmax (m/s)	0,98 0,9-1,14	1,23 1,08-1,3	1,07 1,03- 1,08	1,11 1,02- 1,21	1,00 0,95- 1,04	1,04 0,92- 1,19	1,11 0,96- 1,24	1,02 0,95- 1,11	1,09 1,03- 1,19	1,18 1,04-1,3

Kont.: kontroll; EF: ejekciós frakció; VCF: cirkumferenciális roströvidülési sebesség; FS: rövidülési frakció; Med: mediális; Lat: laterális; S': TDI szisztolés sebesség; AVmax: aortabillentyűn mért maximális áramlási sebesség. A normál eloszlású paraméterek jellemzése: átlag és szórás (átlag±SD); a nem normál eloszlású paraméterek jellemzése: medián, alsó és felső kvartilisek.

33. táblázat - Különbségek a csoportok között a VCF-ben

Különbség	Szignifikancia
S2D3<S3D1	p<0,005
S2D3<S1D3	p<0,001
S2D3<kontroll	p<0,00005
Kontroll>S3D3	p<0,05

Az ejekciós frakcióban az S1D3 csoportban szignifikánsan magasabb értéket találtunk mint az S2D3 (p<0,0005) illetve az S1D2 (p<0,01) csoportban. A rövidülési frakcióban is ugyanezen eltéréseket találtuk (p<0,001 és p<0,01).

A szöveti Dopplerrel meghatározott szisztolés sebességek értékében nem volt különbség a csoportok között.

Az aorta maximális áramlási sebességében a kontroll csoportban szignifikánsan alacsonyabb értéket mértünk az S3D3 ($p < 0,00001$) és az S1D3 ($p < 0,001$) csoporthoz képest. Az S3D1 csoportban mért érték is szignifikánsan alacsonyabb volt az S3D3 kategória értékeinél ($p < 0,00001$).

IV./4 Jobb kamrai adaptáció

A jobb kamrai adaptáció bemutatása és megbeszélése esetében az elemszám a jobb kamra technikailag nehezebb vizsgálhatósága, valamint a változó minőségű echo-ablak miatt alacsonyabb.

IV./4.1 Morfológiai adaptáció

A jobb kamra morfológiai adaptációját a hosszanti és rövid átmérőkkel, valamint a kamrai négyüregű felvételen meghatározott térfogatváltozással jellemeztük (34. táblázat).

34. táblázat - Jobb kamra morfológiai adaptáció

	Kont.	S1D1	S1D2	S1D3	S2D1	S2D2	S2D3	S3D1	S3D2	S3D3
RVAd (cm ²)	21,7 ±5,1	23,1 ±2,1	24,4 ±2,4	32,6 ±6,5	-	24,0 ±4,7	28,2 ±6,0	21,9 ±3,0	29,5 ±4,6	32,7 ±6,9
RVAs (cm ²)	12,2 ±3,0	13,0 ±1,7	15,1 ±1,5	19,0 ±4,3	-	13,9 ±3,1	16,2 ±3,7	12,6 ±1,0	15,4 ±1,7	19,1 ±4,6
RVLaxd (cm)	8,01 ±1,02	7,94 ±1,03	9,51 ±1,04	9,35 ±0,98	-	7,87 ±0,80	8,66 ±1,22	8,07 ±1,45	8,81 ±1,37	9,39 ±1,06
RVSaxd (cm)	3,33 ±0,46	3,39 ±0,37	2,82 ±0,43	4,28 ±0,64	-	4,16 ±0,51	3,96 ±0,55	3,49 ±0,56	4,42 ±0,64	4,22 ±0,72
RVLaxs (cm)	5,83 ±0,91	5,92 ±0,86	6,69 ±0,94	7,33 ±0,92	-	6,07 ±0,51	6,45 ±1,02	5,74 ±1,00	6,92 ±0,47	7,16 ±1,22
RVSaxs (cm)	2,73 ±0,56	2,92 ±0,43	2,76 ±0,27	3,36 ±0,5	-	3,26 ±0,30	3,02 ±0,50	2,72 ±0,40	2,93 ±0,24	3,31 ±0,69
RVACH (cm ²)	43,9 ±6,4	43,6 ±5,7	37,9 ±4,3	42,3 ±4,1	-	42,1 ±5,8	42,1 ±7,75	42,3 ±4,79	47,8 ±7,8	41,6 ±7,1
Kont.: kontroll; RV: jobb kamra; LAx: hossz tengely; SAx: rövid tengely; A: felszín; d: diasztolés; s: szisztolés; Ch: változás. A normál eloszlású paraméterek jellemzése: átlag és szórás (átlag±SD).										

A jobb kamra morfológiai adaptációját tekintve különbség volt a magas dinamikus komponensű (S1D3 és S3D3) valamint a kontrollcsoport között a fenti paraméterek mindegyikében, kivéve az RVACH-t. A különbségek a diasztolés paraméterek tekintetében jelentősebbek voltak ($p < 0,00001$ minden diasztolés és $p < 0,01$ minden szisztolés paraméterre).

IV./4.2 Funkcionális adaptáció

A jobb kamrai funkcionális adaptációját a módszerek fejezetben ismertetett paraméterek tekintetében mért eredményeinkkel jellemezzük (35. táblázat).

35. táblázat – Jobb kamrai funkcionális adaptáció

	Kont.	S1D1	S1D2	S1D3	S2D1	S2D2	S2D3	S3D1	S3D2	S3D3
TAPSE (mm)	26,1 ±3,7	22,8 ±3,1	25,2 ±3,4	29,5 ±3,9	-	26,8 ±3,1	27,4 ±3,7	24,9 ±3,3	26,9 ±2,1	29,1 ±4,3
Tric.lat. S' (cm/s)	13,3 11,4- 15,1	15,2 13,7- 15,3	12,3	13,0 12,0- 16,3	-	11,0 10,0- 12,1	13,0 11,2- 14,1	12,2 10,4- 17,2	11,7 10,6- 12,8	11,2 11,2- 15,1
Tric.med. S' (cm/s)	9,0 7,7-10,7	10,7 8,8-15,7	10,7 8,4-12,9	9,0 8,0-11,0	-	7,5 6,8-9,1	8,8 8,1-9,8	8,1 6,5-8,7	8,2 7,6-8,7	8,8 8,0-9,8
Tric. E/A	1,77 1,64- 2,07	2,51	1,60	1,90 1,71- 2,14	-	2,25 1,85- 2,56	2,08 1,70- 2,29	1,82 1,71- 1,99	1,69	2,00 1,66- 2,28
Tric.med. E'/A'	1,72 1,48- 2,15	1,84 1,22- 2,29	1,41 1,34- 1,49	1,81 1,61- 2,55	-	1,80 1,63- 2,09	1,68 1,54- 1,93	1,66 1,50- 2,25	1,99 1,94- 2,05	1,79 1,44- 2,19
Tric.lat. E'/A'	1,40 1,18- 1,81	2,15 0,88- 2,55	1,33 1,16- 1,50	1,60 1,33- 2,00	-	1,69 1,17- 2,09	1,53 1,39- 1,89	1,39 1,04- 1,78	1,51 1,37- 1,53	1,67 1,32- 2,07
Tric.med. E/E'	4,22 3,46- 5,31	4,29	5,77	4,33 3,63- 5,00	-	5,52 5,47- 6,09	5,13 4,46- 5,55	5,07 4,18- 5,88	3,71	4,94 4,01- 6,15
Tric.lat. E/E'	3,92 3,24- 4,06	3,85	3,61	3,93 3,43- 4,46	-	5,04 3,97- 5,26	4,92 3,52- 5,21	4,38 3,83- 5,32	3,48	4,14 3,69- 4,75
Kont.: kontroll; RV: jobb kamra; TAPSE: trikuszipidális annulusz szisztolés előmozdulása; Tric: trikuszipidális; med: mediális; lat: laterális; S': szisztolés annuláris sebesség; E', A': diasztolés korai és késői annuláris sebességek; E, A: kora- és késődiasztolés trikuszipidális beáramlási sebesség. A nem normál eloszlású paraméterek jellemzése: medián, alsó és felső kvartilisek.										

A jobb kamrai funkciót jellemző paraméterekben nem volt különbség azon csoportok között, ahol a statisztikai módszer alkalmazható volt.

IV./5 Pitvari adaptáció

Bár egyes újabb echokardiográfias módszerekkel lehetőség van a pitvari funkció megítélésére (speckle tracking), kutatólaborunkban csak a morfológiai adaptációt leíró paraméterek vizsgálatára volt lehetőség. Eredményeinket a 36. táblázat tartalmazza.

36. táblázat - A pitvarok morfológiai adaptációja

	Kont.	S1D1	S1D2	S1D3	S2D1	S2D2	S2D3	S3D1	S3D2	S3D3
LAwidth (mm)	35,5 ±4,84	39,5	36,0	40,4 ±5,18	-	39,4 ±3,85	41,0 ±5,73	36,6 ±3,64	44,2	43,6 ±5,83
LAlength (mm)	44,3 ±4,43	43,1	44,8	48,7 ±4,89	-	47,3 ±7,17	48,1 ±7,09	45,1 ±5,62	54,0	50,7 ±6,74
RAwidth (mm)	36,7 ±4,18	39,4	41,1	42,5 ±4,89	-	42,9 ±1,78	44,6 ±6,50	35,5 ±1,59	43,8	44,9 ±6,64
RAlength (mm)	44,4 ±5,7	45,2	44,4	49,6 ±5,57	-	43,1 ±4,11	50,0 ±6,03	43,1 ±3,62	54,1	52,4 ±5,72
LAarea (cm ²)	14,9 14,3- 17,5	17,0	16,1	20,0 16,7- 22,3	-	18,7 16,8- 20,3	20,3 18,6- 21,5	17,6 14,1- 19,2	23,87	21,8 18,4- 25,3
RAarea (cm ²)	15,8 14,0- 17,8	16,0	18,3	21,9 18,4- 23,4	-	18,5 16,7- 20,2	22,5 20,6- 24,2	15,7 14,5- 16,2	23,70	23,4 20,1- 27,1
Kont.: kontroll; LA: bal pitvar; RA: jobb pitvar; length: hosszúság; width: szélesség; area: felszín. A normál eloszlású paraméterek jellemzése: átlag és szórás (átlag±SD), a nem normál eloszlású paraméterek jellemzése: medián, alsó és felső kvartilisek.										

Azon csoportok közül, ahol statisztikai módszer elvégezhető volt, szignifikáns különbséget találtunk a bal pitvari méretekben a kontroll és az S3D3 kategória sportjai között (mindhárom paraméter esetében az S3D3 kategóriában mért értékek szignifikánsan nagyobbak, LA width $p<0,00002$, LA length $p<0,002$, LA area $p<0,000001$). A jobb pitvari paraméterek tekintetében a magas dinamikus komponensű sportok mind szignifikánsan nagyobb pitvari méreteket eredményeztek a kontroll csoporthoz képest. A legmarkánsabb különbségek itt is a kontroll és az S3D3 kategória sportolói között figyelhetők meg (37. táblázat).

37. táblázat - Különbségek a jobb pitvari méretekben

RA width		RA length		RA area	
Különbség	Szign.	Különbség	Szign.	Különbség	Szign.
S1D3>Ko	p=0,012	S3D3>Ko	p<0,00005	S1D3>Ko	p=0,01
S2D3>Ko	p=0,029			S2D3>Ko	p=0,03
S3D3>Ko	p<0,00001			S3D3>Ko	p<0,00001

Szign: szignifikancia; Ko: kontroll; LA: bal pitvar; RA: jobb pitvar; length: hosszúság; width: szélesség; area: felszín.

IV./6 Aortagyök dilatációja

Legutoljára pedig az aortagyök nagyságát ismertetem. Ezen paraméter esetében, minthogy a nemzetközi irodalomban és az ajánlásokban az abszolút, nem testfelületre vonatkoztatott paraméterek szerepelnek, ezért értekezésemben én is csak ezen eredményeket mutatom be (38. táblázat).

38. táblázat - Az aortagyök átmérője

	Kont.	S1D1	S1D2	S1D3	S2D1	S2D2	S2D3	S3D1	S3D2	S3D3
AOD	29,2	31,0	28,0	29,9	26,7	27,9	29,2	27,8	28,7	31,3
(mm)	26,5- 31,6	30,8- 35,6	24,9- 28,4	26,9- 32,4	23,5- 29,8	26,9- 31,1	27,2- 31,5	25,2- 31,4	26,9- 31,6	28,5- 34,3

Kont.: kontroll; AOD: aortagyök átmérő. A paraméterek jellemzése: medián, alsó és felső kvartilisek.

Az aortagyök átmérőjében szignifikáns különbség csak az S3D3 és a kontroll (p<0,001) valamint az S3D1 kategória (p<0,00001) között volt.

IV./7 A bal kamrai adaptációt leíró regressziós egyenletek a különböző sportági csoportokban

A dolgozat talán egyik legfontosabb része a korábbi eredmények összefoglalásaként azon egyenletek ismertetése, amelyek (igen nagy elemszám mellett) alapján az egyes kategóriákban leírható a sportolók szívének (elegendő adat csak a bal kamra tekintetében áll eddig rendelkezésre) edzésadaptációja. Ennek alapján eldönthető, hogy a sportoló adott edzés mellett (az eltérő genetikai és egyéb környezeti faktorok miatt), mutatja-e a sportágra jellemző edzésadaptációt, illetve hol lehet ezen javítani. Az egyenletek felírása diszkriminancia analízis segítségével történt.

Kontroll csoport: $p=0,186$

$$2,542 \cdot a + 0,129 \cdot b + 6,947 \cdot c - 0,399 \cdot d + 9,404 \cdot e = 210,922$$

a: szívfrekvencia

b: diasztázisidő

c: relatív BK belső átmérő

d: relatív BK izomtömeg

e: $\frac{E}{A}$ hányados

S1D1 csoport: $p=0,009$

$$2,437 \cdot a + 0,128 \cdot b + 6,630 \cdot c - 0,291 \cdot d + 9,313 \cdot e = 204,168$$

S1D2 csoport: $p=0,013$

$$2,455 \cdot a + 0,133 \cdot b + 6,824 \cdot c - 0,310 \cdot d + 10,18 \cdot e = 213,113$$

S1D3 csoport: $p=0,200$

$$2,411 \cdot a + 0,134 \cdot b + 6,854 \cdot c - 0,319 \cdot d + 9,161 \cdot e = 208,222$$

Az S2D1 csoportra egyenlet az alacsony elemszám miatt nem írható fel.

S2D2 csoport: $p=0,047$

$$2,446 \cdot a + 0,126 \cdot b + 6,846 \cdot c - 0,327 \cdot d + 10,096 \cdot e = 208,697$$

S2D3 csoport: $p=0,112$

$$2,351 \cdot a + 0,124 \cdot b + 6,924 \cdot c - 0,281 \cdot d + 9,821 \cdot e = 208,327$$

S3D1 csoport: $p=0,148$

$$2,460 \cdot a + 0,126 \cdot b + 6,733 \cdot c - 0,307 \cdot d + 9,958 \cdot e = 205,837$$

S3D2 csoport: $p=0,292$

$$2,342 \cdot a + 0,119 \cdot b + 7,088 \cdot c - 0,297 \cdot d + 10,489 \cdot e = 214,154$$

S3D3 csoport: $p=0,254$

$$2,443 \cdot a + 0,130 \cdot b + 6,665 \cdot c - 0,239 \cdot d + 10,066 \cdot e = 209,086$$

IV./8 Bonferroni korrekció

A statisztikai adatok prezentálásánál elsődleges céлом az volt, hogy megmutassam melyik csoportra milyen fajta edzésadaptáció jellemző (excentrikus, koncentrikus, morfológiai, funkcionális). A statisztikai adatok bemutatásánál a precizitás kedvéért azonban mindenképpen megjegyzem, hogy helyesen akkor értékeljük az eredményeket, ha az első fajú hibát elosztjuk az összehasonlítások számával. Ez az ún. Bonferroni-Holms korrekció lényege. A korrekció után, amennyiben az összes adatot figyelembe vesszük, akkor $p < 0,0007$ alatti különbségeket tekinthetjük a dolgozatban szignifikánsnak, ha csak a bal kamrára koncentrálnunk, akkor a $p < 0,001$ különbségeket.

IV./9 Eredmények: Az edzés ciklusok hatásának vizsgálata

Az antropometriai paraméterek, nyugalmi szívfrekvencia és vérnyomás változását a 39. és 40. táblázat mutatja be.

39. táblázat - Az antropometriai és BK morfológiai jellemzők változása az edzésciklussal fiúkban

	Start (S)	Alapozó (GEP1)	Verseny (RP1)	Szünet (DT)	Alapozó2 (GEP2)	Verseny2 (RP2)	Különbség
TM (cm)	166.2 ±6.7	171.2 ±6.4	174.2 ±4.8	176.7 ±4.6	176.6 ±7.8	178.0 ±6.7	S<RP1, DT, GEP2,RP2 GEP1<DT, RP2
TT (kg)	50.8 ±6.4	52.6 ±6.6	57.0 ±5.1	61.2 ±6.7	63.3 ±8.3	63.9 ±7.8	S<RP1, DT, GEP2, RP2 GEP1<RP1, DT, GEP2, RP2 RP1<GEP2,RP2
IVSd (mm)	9.3 ±0.9	9.6 ±0.9	8.9 ±0.6	9.5 ±0.3	11.7 ±0.5	10.4 ±0.7	GEP2>RP1, DT
LVIDd (mm)	43.3 ±1.3	46.0 ±1.4	48.9 ±1.7	51.6 ±3.8	45.9 ±3.5	48.2 ±3.1	S>DT,RP2 GEP2<DT, RP2
LVPWTd (mm)	9.3 ±1.0	9.7 ±1.3	9.6 ±1.0	9.2 ±0.4	11.9 ±0.5	10.5 ±0.5	GEP2>DT
LVIDs (mm)	30.9 ±1.1	33.5 ±2.1	34.0 ±2.1	34.3 ±3.5	30.8 ±3.2	30.4 ±2.6	GEP2<GEP1
LVIDl (mm)	84.3 ±7.6	81.5 ±7.4	83.1 ±8.2	83.7 ±6.7	91.9 ±4.9	86.6 ±4.8	-
LVISl (mm)	62.3 ±4.7	63.4 ±5.3	62.9 ±11.1	64.3 ±6.2	65.2 ±4.2	62.7 ±4.8	-
rel. IVSd (mm/m)	7.7 ±0.5	7.6 ±0.7	6.86 ±0.4	7.2 ±0.5	8.8 ±0.4	7.7 ±0.6	RP1<GEP2

rel. LVIDd (mm/m)	34.5 ±1.9	36.3 ±1.4	37.7 ±0.6	39.0 ±2.4	34.4 ±1.4	35.9 ±1.2	GEP2<RP1, DT
rel. LVPWTd (mm/m)	7.8 ±0.4	7.6 ±0.9	7.4 ±0.8	7.0 ±0.4	8.9 ±0.5	7.9 ±0.4	GEP2>RP1, DT
<p>TM: testmagasság; TT: testtömeg; IVS: interventrikuláris szeptum; LVID: BK belső átmérő; LVPWT: BK hátsó fal; LVID/Sl: BK belső hosszátmérő; d: diasztolé; s: szisztolé; rel.: relatív/BSA^{1/2}, S: Kiindulási érték, GEP1,2: Alapozó fázis 1, 2, RP1,2: Versenyperiódus 1, 2, DT: Edzéskihagyás. A normál eloszlású paraméterek jellemzése: átlag és szórás (átlag±SD). A szignifikáns eltérések az utolsó oszlopban jelölve.</p>							

40. táblázat - Az antropometriai és BK morfológiai jellemzők változása az edzésciklussal lányokban

	S	GEP1	RP1	DT	GEP2	RP2	Különbség
TM (cm)	167.2 ±8.4	166.9 ±8.3	168.9 ±6.8	172.0 ±6.1	172.6 ±6.7	173.3 ±6.5	S<RP1, DT, GEP2,RP2 GEP1<RP2
TT (kg)	54.8 ±8.8	53.3 ±7.2	55.3 ±6.7	57.1 ±5.0	60.3 ±5.2	60.4 ±5.1	GEP2,RP2>S, GEP1,RP1
IVSd (mm)	9.1 ±0.8	8.9 ±0.8	8.7 ±0.8	8.4 ±0.7	10.5 ±1.3	9.4 ±0.8	GEP2> GEP1, RP1, DT
LVIDd (mm)	44.2 ±0.6	45.1 ±4.0	45.6 ±2.7	47.6 ±2.1	44.0 ±3.4	47.5 ±3.8	S< RP1, DT GEP2< DT
LVPWTd (mm)	9.4 ±0.3	9.3 ±1.1	9.2 ±0.8	8.9 ±0.5	10.6 ±1.0	9.6 ±1.0	GEP2> GEP1, RP1, DT
LVIDs (mm)	31.6 ±0.9	30.7 ±3.4	31.9 ±3.2	31.4 ±2.5	27.8 ±2.1	30.3 ±2.0	GEP2< GEP1
LVIDl (mm)	84.8 ±4.7	83.4 ±7.1	83.9 ±5.1	84.4 ±6.8	86.7 ±6.1	85.0 ±3.1	GEP2> GEP1, RP1
LVISl (mm)	61.7 ±4.6	59.0 ±6.7	64.6 ±4.4	62.0 ±6.2	64.9 ±5.6	62.6 ±4.7	GEP1< RP1, GEP2
rel. IVSd (mm/m)	7.2 ±0.7	7.1 ±0.5	6.6 ±0.5	6.5 ±0.4	8.0 ±1.0	7.2 ±0.7	GEP2>RP1, DT
rel. LVIDd (mm/m)	35.0 ±1.7	36.3 ±2.4	35.6 ±2.3	36.8 ±1.9	33.6 ±1.9	36.2 ±2.9	GEP2<GEP1, DT, RP2
rel. LVPWTd (mm/m)	7.5 ±0.4	7.3 ±0.9	7.2 ±0.8	6.8 ±0.4	8.1 ±0.8	7.4 ±0.8	-

IVS: interventrikuláris szeptum; LVID: BK belső átmérő; LVPW: BK hátsó fal; LVID/Sl: BK belső hosszátmérő; d: diasztolé; s: szisztolé; rel.: relatív; S: Kiindulási érték, GEP1,2: Alapozó fázis; RP1,2: Versenyperiódus; DT: Edzéskihagyás. A normál eloszlású paraméterek jellemzése: átlag és szórás (átlag±SD). A szignifikáns eltérések az utolsó oszlopban jelölve.

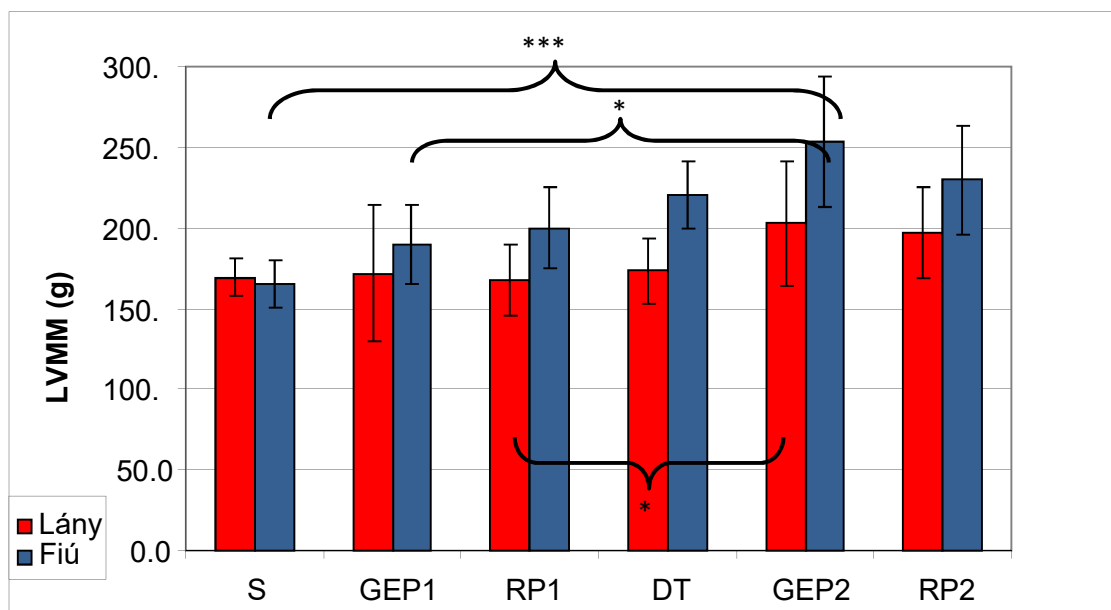
A testmagasság és testtömeg változása a normál fejlődést követi. A nemek között különbség nem volt.

Az edzésperiódussal a nyugalmi szívfrekvencia valamint vérnyomás értékek nem változtak, a kornak megfelelő normál értékeket mutatták.

A kontroll csoport nemből és korban illesztett volt, nem volt különbség a sportolói és kontroll csoportok között a testtömeg, testmagasság, a nemi érettség illetve a nyugalmi vérnyomás értékeiben.

A nyugalmi szívfrekvencia lány sportolókon szignifikánsan alacsonyabb volt a kontrollhoz képest (ld 9. táblázat).

A szignifikáns különbségek az edzésciklusok változásával a 39. és 40. táblázat utolsó oszlopában láthatók.



14. ábra. A bal kamrai izomtömeg változása az edzésciklussal

LVMM: BK izomtömeg S: kiindulási érték, GEP1,2: Alapozó fázis 1, 2, RP1,2: Versenyperiódus 1, 2, DT: Edzéskihagyás. A szignifikancia szintje: *: $p < 0,05$, ***: $p < 0,001$. Az értékek bemutatása $\text{átlag} \pm \text{SD}$.

A legnagyobb BK izomtömeg és legkisebb belső átmérő értékek a második alapozó fázis végén, és nem a versenyperíódusban mérhetők. A relatív LVMM-ben nincs különbség.

41. táblázat a, b - Különbségek sportolók és kontrollok között kiinduláskor és a 2. alapozó fázis végén

Kiindulási Érték (S)				
	Fiú		Lány	
	Sportoló	Kontroll	Sportoló	Kontroll
IVSd (mm)	9.3±0.9	7.3±1.3 **	9.1±0.8	7.6±0.9 *
Rel. IVSd (mm/m)	7.7±0.5	5.8±0.7 ***	7.2±0.7	5.9±0.7 **
LVIDd (mm)	43.3±1.3	44.7±3.9	44.2±0.6	46.1±1.9
Rel.LVIDd (mm/m)	34.5±1.9	35.7±2.6	35.0±1.7	35.8±1.3
LVPWtd (mm)	9.3±1.0	8.1±1.0 *	9.4±0.3	8.0±0.9 *
Rel.LVPWtd (mm/m)	7.8±0.4	6.4±0.4**	7.5±0.4	6.2±0.7 **
LVMM (g)	183±37	125±18 ***	169±10	145±18
Rel.LVMM (g/m³)	144±23	99±9 ***	133±9	113±13
LVIDI (mm)	84.3±7.6	83.9±9.8	84.8±4.7	82.9±6.3
LVISl (mm)	62.3±4.7	60.9±9.3	61.7±4.6	64.6±5.4
E/A	1.85±0.32	2.12±0.58	2.59±0.55	1.94±0.69

IVS: interventrikuláris szeptum; LVID: BK belső átmérő; LVPWT: BK hátsó fal; LVID/Sl: BK belső hosszátmérő; d: diasztolé; s: szisztolé; rel.: relatív; S: kiindulási érték; LVMM: BK izomtömeg. Szignifikancia szintje: *: p<0,05, **: p<0,01, ***: p<0,001 a sportoló és kontroll csoport között. A normál eloszlású paraméterek jellemzése: átlag és szórás (átlag±SD).

Alapozó fázis 2 (GEP2)				
	Fiú		Lány	
	Sportoló	Kontroll	Sportoló	Kontroll
IVSd (mm)	11.7±0.5	7.8±0.5 ***	10.5±1.3	7.8±0.4 ***
Rel. IVSd (mm/m)	8.8±0.4	6.1±0.6 ***	8.0±1.0	6.1±0.3 ***
LVIDd (mm)	45.9±3.5	46.6±3.9	44.0±3.4	44.7±2.9
Rel.LVIDd (mm/m)	34.4±1.4	36.1±2.6	33.6±1.9	35.1±1.9
LVPWT (mm)	11.9±0.5	8.1±0.6 ***	10.6±1.0	7.8±0.5 ***
Rel.LVPWT (mm/m)	8.9±0.5	6.3±0.7 ***	8.1±0.8	6.1±0.4 ***
LVMM (g)	245±45	151±18 ***	203±39	137±17 **
Rel.LVMM (g/m³)	182±29	119±12 ***	154±27	107±12 **
LVIDl (mm)	91.9±4.9	84.5±5.7	86.7±6.8	83.9±8.2
LVISl (mm)	65.2±4.2	66.0±8.2	64.9±5.6	71.4±6.4
E/A	2.19±0.28	2.05±0.76	2.62±0.61	2.12±0.69

IVS: interventrikuláris szeptum; LVID: BK belső átmérő; LVPWT: BK hátsó fal; LVID/Sl: BK belső hosszátmérő; d: diasztolé; s: szisztolé; rel.: relatív; GEP2: Alapozó fázis; LVMM: BK izomtömeg. Szignifikancia szintje: *: p<0,05, **: p<0,01, ***: p<0,001 a sportoló és kontroll csoport között. A normál eloszlású paraméterek jellemzése: átlag és szórás (átlag±SD).

Már kiinduláskor szignifikánsan magasabb bal kamrai izomtömeg és relatív falvastagság figyelhető meg a csoportokban mindkét nemben. A második alapozó fázis végén a különbség még kifejezettebb.

V. MEGBESZÉLÉS

V./1 Alapadatok

Az alapvető csoportokat jellemző paraméterek közül nem volt különbség a csoportok között az életkorban. Így az életkor, mint edzésadaptációt befolyásoló tényező (8, 60, 63, 64, 66, 73, 84, 87, 92, 99, 100, 102-104, 108, 111, 114, 118-120, 136, 141, 142, 145, 148, 153-155) hatását a továbbiakban nem kellett figyelembe vennünk, csakúgy mint a nem edzettségi jeleket meghatározó szerepét (68, 80, 86, 99, 117, 126, 166), ugyanis a vizsgálat tervezésekor meghatároztuk, hogy csak férfi sportolók adatait vizsgáljuk.

A testmagasságban szignifikáns különbséget találtunk az egyes sportolói csoportok között, amely alátámasztja azt a régóta ismert tényt, hogy az egyes sportágak különböző alkatot igényelnek, elsőosztályú szinten csak a sportágnak megfelelő alkattal rendelkező sportolók tudnak igazán jó eredményeket elérni (7). A magasabb sportolókat a magas dinamikus komponensű sportok kategóriájában találjuk, ami alátámaszthatja ezen sportok magasabb növekedési hormon elválasztását is (7, 170). A testsúlyban megjelenő különbségek szintén a sportágaknak megfelelő alkatot, illetve a sportág végzéséhez szükséges, vagyis az edzések során kiépülő izomzat mennyiségét jellemzik. A testsúlyban szignifikáns különbség csak az S3D3 és S1D3, az S2D3 valamint a kontroll csoport között van. A BMI-hez hasonlóan ez a jellemzés azonban nem pontos, ugyanis a testzsír-százalék mérése nélkül nem tudjuk pontosan mennyi az izom, és mennyi a testzsír aránya az egyes kategóriákban. Éppen ezért a következőkben a testzsír-százalék pontos meghatározása, illetve újabban a derék-csípő arány használata a BMI helyett ajánlott, pontosabb értéket ad (7, 143, 170). A nagyobb testfelületet (a nagyobb testmagasság és nagyobb tömeg miatt) már korábban is több szerző megfigyelte sportolókon (67, 109, 134, 145, 173).

A nyugalmi szívfrekvencia meghatározása során, számos hazai és nemzetközi irodalmi adatnak megfelelően (1, 7, 40, 81, 83-85, 103, 119, 128-130, 138, 170) mi is azt találtuk, hogy a kontrollcsoport szívfrekvenciája a legtöbb sportolói csoporthoz képest magasabb. Az S1D1 és kontroll csoport között azonban nem volt különbség, ami azt mutatta, hogy ebben a sportágcsoportban a sport szívfrekvenciát csökkentő előnyös

hatása nem érvényesül. Ezek alapján felmerül a kérdés, hogy ezen sportágcsoportba tartozó sportágaknak van-e előnyös kardiovaszkuláris adaptációs hatásuk? Ugyanis amennyiben nincs, érthető az engedélyezésük egyes kardiovaszkuláris betegségek esetén is, hiszen de facto ezen sportok nincsenek hatással a kardiovaszkuláris rendszerre, ugyanakkor lehet, hogy az előnyös anyagcserére kifejtett hatások sem érvényesülnek (5, 25, 26, 29, 30, 103), valamint a versennyel járó emocionális és környezeti stresszhatások még károsak is lehetnek (7, 16, 170). A sportolók között nem meglepő módon az erősportolók szívfrekvenciája a legmagasabb (79, 116, 127, 128, 133), a már bevezetőben is ismertetett eltérő alkalmazkodási mechanizmusok miatt.

A nyugalmi szisztolés és diasztolés vérnyomásértékek nem különböztek a csoportok között, hiszen minden esetben egészséges, fiatal egyénekről volt szó. A vízi és szárazföldi sportágak együtt történő értékelése miatt nem mutatkozik meg munkacsoportunk által már korábban megfigyelt magasabb nyugalmi vérnyomás vízisportolók esetén (7, 118, 136, 137). Összegzésképpen elmondható, hogy a nyugalmi vérnyomást ebben a korban a rendszeres sport még nem csökkenti szignifikánsan, ugyanakkor megfordítva, az élsport nem jár vérnyomásnövelő hatással.

Az edzettséget leíró paramétereket tekintve a következőket mondhatjuk el: mivel a kontroll csoportban szigorúan nem sportoló, tehát heti 30 percnél mindenképpen kevesebbet mozgó egyéneket vizsgáltunk, így természetesen a kontroll csoport edzésórászáma bármely csoporthoz hasonlítva szignifikánsan kisebb. A különböző sportolói kategóriák élsportolói között nincs szignifikáns különbség az edzés múlt tekintetében, tehát minden versenysportot, amennyiben eredményességre törekszünk igen korán, de legkésőbb 8-9 éves korban el kell kezdeni. Kivételt ez alól egyedül az S1D1 kategória jelenthet, bár a különbség látszólag itt sem szignifikáns ($p=0,1$).

V./2 Regulációs paraméterek edzésadaptációja

A regulációs edzésadaptáció jellemzők közül az alacsonyabb nyugalmi szívfrekvencia sportolóknál (1, 40, 103, 119, 128-130) saját méréseinkben is szembetűnő. Ez részben a korábban kevésbé ismertetett hosszabb szisztolés időtartamnak is köszönhető, mely főleg a magas dinamikus komponensű sportok jellemzője. Szignifikáns a különbség ezen sportolóknál nemcsak a kontrollokhoz,

hanem az alacsony dinamikus- magas statikus komponensű (S3D1 főként erősportolók) értékeihez képest is. Ennek magyarázata további kutatásokat igényel, nem tartjuk kizártnak, hogy a nagyobb kamrai izomtömeg és egyben tágabb üregek összehúzódása esetleg hosszabb időt vesz igényben (természetesen ez a különbség miliszekundumban értendő). Ezen feltételezésünket alátámasztja, hogy megfigyeléseink szerint az izovolumetriás kontrakció ideje nő meg. (Ezen adatokat a terjedelem miatt nem közöljük).

Szinte a legtöbb sportolói csoportban megfigyelhető a hosszabb diasztolé a nem sportoló kontroll csoporthoz képest (1, 40, 63, 79, 103, 105, 109, 114, 117, 119, 127-130, 134, 144, 152), ami az irodalmi áttekintésben már részletezett koronária keringési előnyökkel jár. Az eredményeinkből kitűnik, hogy a hosszabb diasztoléért a hosszabb diasztázis (EAT) idő a felelős. Nem látható különbség ugyanakkor a diasztolé időtartamában a kontroll csoport és az S1D1, S1D2, és S2D2 sportolók értékei között. Ebből azt a következtetést vonhatjuk le, hogy ezen sportok üzőiben nem (vagy csak kevésbé) jelenik meg a kardiovaszkuláris adaptáció regulációs előnyeként a hosszabb diasztolé. Ennek eléréséhez magas dinamikus komponensű sport végzése elegendhetetlen. Ez alátámasztja azon korábbi megállapításunkat, hogy kardiovaszkuláris megbetegedések esetén az egyes sportágcsoportok nem azért engedélyezettek, mert előnyös hatásukat akarjuk kihasználni, hanem mert még magasabb szinten történő végzésük esetén is elhanyagolható a szív adaptációja (az anyagcsere előnyös változásaira (5, 25, 26, 30) ezen megállapítás természetesen nem vonatkozik).

A sportolókban korábban megfigyelt alacsonyabb nyugalmi perctérfogatot (7, 92, 170) nem sikerült méréseink során bizonyítani, sem az abszolút, sem a testfelületre vonatkoztatott értékekkel. A testfelület megfelelő hatványára (60, 87, 133, 136, 137, 145, 146, 152, 155) vonatkoztatott relatív perctérfogat szignifikáns különbséget egyedül az S1D3 és a kontroll csoport között mutatott, melyből messzemenő következtetés nem vonható le. Eredményeink összevethetők a nemzetközi irodalomban található adatokkal.

V.3 A bal kamrai edzésadaptáció

V.3.1 A bal kamra morfológiai adaptációja

A bal kamrai morfológiai edzésadaptáció tekintetében legtöbb adat az ultrahangos technika fejlődésének megfelelően a belső átmérőről és falvastagságról áll rendelkezésre a nemzetközi irodalomban. Először a belső átmérőkben jelentkező különbségekre, majd pedig a falvastagságra térek rá. A bal kamrai belső átmérő növekedése főleg a magas dinamikus komponensű sportágak jellemzője mind az abszolút (40, 44, 45, 46, 51, 59, 61, 63, 65, 79, 87, 88, 105, 113, 115, 116, 122, 134, 136, 137, 139, 141, 147, 152, 154-156, 157, 173), mind a testfelületre vonatkoztatott értékeket tekintve (127, 141), mely tekintetben méréseink megegyeznek a nemzetközi irodalommal (26. táblázat). Korábban egyedül Ayabakan és mtsai (154) valamint Cabanelas és mtsai (142) nem találtak nagyobb belső bal kamrai átmérőt előbbi fiatal úszókban, utóbbi focistákban. A kontroll csoporthoz képest minden magas dinamikus komponensű sportágban megfigyelhetők szignifikáns különbségek a bal kamrai belső átmérőkben. Ezen szignifikáns különbségek nem figyelhetők meg ugyanakkor a testfelületre vonatkoztatott értékekben. Ez az eltérés felhívja a figyelmet a munkacsoportunk által régóta hangsúlyozott (146), a testfelület megfelelő hatványára történő indexálásra (86, 87, 133, 136, 137, 145, 146, 152, 155). A szisztolés bal kamrai belső keresztátmérő az S2D3 kategóriában a legnagyobb, egyébként a változások a diasztolés belső átmérőben megfigyelhető különbségekkel párhuzamosan jelentkeznek. A bal kamrai hosszanti belső átmérő kontroll csoportban a magasabb statikus (magas dinamikus komponens mellett) komponensű sportokhoz képest mind szisztolében, mind diasztolében kisebb. Habár a diasztolés különbségek inkább a magas dinamikus komponensnek köszönhetők. Eredményeink megegyeznek Macchi és mtsai (156) eredményeivel, bár a legtöbb irodalmi adat a rövid átmérő és a kamrai térfogat (47, 50, 65, 83, 95, 109, 116, 127) különbségeit mutatja be.

A falvastagság tekintetében is nagyon sok, egymással összehangban lévő irodalmi adat áll rendelkezésre (40, 44, 46, 48, 51, 53, 61, 63, 65, 75, 82, 83, 85, 91, 95, 109, 113, 115, 116, 122, 124-126, 128, 134, 136, 137, 141-143, 147, 154, 158). Eredményeink a nemzetközi és hazai irodalomnak megfelelőek. Szignifikánsan vastagabbak a bal kamrai izomfalak a legtöbb sportolói kategóriában a nem sportoló

kontroll csoporthoz képest (IVSd: 46, 82, 91, 115, 125, 128, 141, 143, 147, 154, 158; LVPWT: 46, 82, 115, 116, 125, 128, 137, 141, 147, 154, 158; Fal: 40, 44, 48, 51, 53, 61, 63, 65, 75, 79, 83, 85, 95, 109, 113, 122, 124, 126, 134, 136, 142). Külön kiemelő ugyanakkor, hogy az S1D1 valamint az S1D2 csoportban az interventrikuláris szeptum vastagsága nem különbözik a kontroll csoporthoz képest. Ezen megállapítás két szempontból is különösen jelentős: az egyik, hogy az S1D1 kategóriában a regulációs adaptációs jelek hiánya mellett a morfológiai adaptáció sem figyelhető meg, további bizonyítékként arra, hogy ezen kategória sportágai nem okoznak pozitív változásokat a kardiovaszkuláris rendszerben. Jelen megfigyeléseink szerint az S1D2 kategória szintén nem okoz szignifikáns falvastagság változást (eredményeink itt az alacsony elemszám miatt fenntartással kezelendők), így ajánlása a különböző kardiovaszkuláris betegségben szélesebb körben alkalmas lehet, főleg hogy ebben a kategóriában a bal kamrai belső átmérő növekedése sem figyelhető meg. Eredményeink közül külön kiemelő az igen markáns falvastagságbeli különbségek az S3D3 sportkategóriában egyéb sportokhoz képest is. Ez a megfigyelés összhangban áll a nemzetközi irodalomban leírtakkal (13, 46, 50, 57, 63, 72, 79, 85, 95, 109, 110, 116, 127, 129, 133-135, 137, 140, 143, 147, 149). Azonos statikus komponens mellett magasabb dinamikus komponens esetén jelentősebb interventrikuláris szeptum vastagságot figyeltünk meg. A bal kamrai hátsófal vastagságot tekintve minimális különbséggel a szeptum esetében leírtak mérvadóak. A kontrollokhoz képest a legmarkánsabb eltérés a magas statikus komponensű sportágak esetén figyelhető meg. A sportolói csoportok között itt is az S3D3 kategóriában mért értékek a legmagasabbak.

A testfelületre vonatkoztatott falvastagság értékek a kontroll csoportban szignifikánsan kisebbek mint a legtöbb sportolói csoportban, mely eredmények az irodalmi adatoknak megfelelőek (53, 63, 79, 82, 95, 109, 133, 134, 146, 154, 158, 166). Itt sem található azonban különbség az S1D1, S1D2 és S2D2 csoportok és a nem sportoló egyének között, ami szintén ezen sportok szélesebb körű ajánlhatóságát támaszthatja a későbbiekben alá. A sportolói csoportok között szignifikáns különbség nem volt. A testfelület megfelelő hatványára vonatkoztatott bal kamrai falvastagságok, az abszolút értékeknek megfelelő eltérést mutatják. A kontroll csoport értékei a legtöbb sportolói csoporthoz képest szignifikánsan kisebbek voltak, kivéve az S1D1 és S1D2 csoportokat.

A falvastagságból számolt bal kamrai izomtömeg abszolút, relatív és indexált értékei mind ugyanazon különbséget mutatták, így az eredmények együtt kerülnek megbeszélésre (ez eltér a falvastagságnál tapasztaltaktól). A kontroll csoportban megfigyelt bal kamrai izomtömeg a legtöbb sportolói csoporthoz képest szignifikánsan alacsonyabb (LVM: 40, 44, 47, 50, 53, 65, 82, 83, 91, 105, 113, 114, 116, 120, 126, 127, 138, 141-143, 145, 147, 150, 154, 160, 166, 173; LVMI: 47, 59, 61, 65, 86, 109, 115, 116, 125, 133, 136, 137, 141, 144, 145, 149, 152, 155, 158), kivéve az S1D1 és S1D2 csoportokat. A bal kamrai izomtömeg növekedése a magas statikus-magas dinamikus komponensű (S3D3) csoportban számos egyéb sportolói csoporthoz képest is szignifikánsan nagyobb, pontosan az S3D1, S2D2, S1D3 csoportokhoz képest. Nem meglepő tehát, hogy a korábbi tanulmányok szerzői is ezen sportolói csoportokat vizsgálva találták a legnagyobb különbségeket a sportolói és kontroll csoport között (46, 53, 59, 61, 74, 77, 79, 82, 99, 105, 113, 115, 128, 133, 144, 147).

A muszkuláris kvóciens a kontroll csoportban szignifikánsan alacsonyabb, mint a magas statikus vagy a magas dinamikus komponensű sportok esetén, mely eredmények megfelelnek a nemzetközi irodalomban leírtaknak (7, 46, 53, 83, 125, 137). Szignifikáns különbséget a sportolói csoportok között csak a magas dinamikus komponensű csoportokban az alacsony és a magas statikus komponens mellett találtunk, ahol a magasabb statikus komponens szignifikánsan nagyobb értéket eredményezett.

A külön vizsgált statikus és dinamikus komponens esetén jelentkező különbségek (11. és 13. ábra) a bal kamrai izomtömeg illetve a muszkuláris kvóciens értékében azt mutatták, hogy sportolóink kifejezetten markáns edzésadaptációs jeleket hordoznak, de a kategóriák között szignifikáns eltérés nem volt. Ugyanakkor a bal kamrai belső átmérő diasztolés értéke a testfelület megfelelő hatványára vonatkoztatva a magas dinamikus komponens esetén nemcsak a kontrollokhoz, hanem az alacsonyabb dinamikus (D1) komponenshez képest is szignifikánsan magasabb értéket mutatott. Ez a megfigyelés a D1(A) kategóriás sportok szélesebb körben történő engedélyezését segítheti elő.

A számított végdiasztolés volumen kontroll és alacsony dinamikus komponensű sportolók esetében alacsonyabb volt, mint a magas dinamikus komponensű sportok esetében. Ez szintén alátámasztja azt a korábbi megfigyelést, hogy a belső átmérő és térfogat növekedéséhez a dinamikus aerob intenzív mozgás elengedhetetlen (7, 47, 50, 65, 83, 95, 109, 116, 127).

V.3.2 A bal kamra funkcionális edzésadaptációja

A diasztolés funkció megítélésére a hagyományos Doppler illetve a szöveti Doppler módszer segítségével meghatározott sebességek hányadosát használtuk. A diasztolés funkciót jól jellemző E/A hányados értéke kizárólag a magas dinamikus (S1D3, S2D3, S3D3) komponensű sportok esetében mutatott szignifikánsan jobb (magasabb) értéket, mint a kontroll csoportban. Ezen megfigyelésünk számos korábbi tanulmány következtetésével egybevág (2, 9, 40, 41, 52, 53, 59, 61, 65-67, 87, 105, 117-120, 125, 150), ugyanakkor ellentmond például Baldi (100), Brugger (102) és Gates (148) megfigyeléseinek, akik idős (!) sportolóknak nem találtak különbséget a diasztolés funkcióban nem sportoló kontrollokhoz képest (46, 64, 75, 100, 102, 115, 138, 141, 142, 148, 153). A szöveti doppler vizsgálatok eredményeinek ismertetése során a mitrális beáramlási görbén mért eredményekhez hasonlóan nem magukat a mért sebességértékeket, hanem ezek egymáshoz viszonyított arányát ismertetem. A szöveti Dopplerrel meghatározott sebességek hányadosaiban nem volt szignifikáns különbség a sportolói és a kontroll csoportok között, ami a korábbi megfigyeléseinknek (62) és a nemzetközi adatoknak is megfelel (59, 62, 67, 96, 100, 117, 160, 166). A korábbi megfigyelésekhez hasonlóan most is bebizonyosodott, hogy a TDI méréseknek a patológiás és fiziológiás állapotok elkülönítésében alapvető szerepük van, a fiziológiás bal kamrai sportadaptáció tekintetében a hagyományos Dopplerrel nyert eredményeket támasztják alá, többlet információt nem szolgáltatnak (41, 62). Természetesen itt fiatal felnőtt korosztály esetében vonjuk le a következtetéseinket.

A szisztolés funkció tekintetében sok szerzőhöz hasonlóan (40, 43, 46, 47, 53, 55, 59, 75, 99, 109, 112, 120, 126, 134, 150, 152, 155) valódi, élettanilag logikusan magyarázható szignifikáns különbséget nem találtunk. Az eredményeket az előző fejezetben ismertetem, melyek alapján összegzésképpen elmondhatjuk, hogy a sportolóknak feltételezett jobb szisztolés funkciót (7, 18, 57, 149) alátámasztani nem

tudtuk. Mivel méréseink nyugalomban történtek, ezért nem zárható ki a terhelés alatti jobb pumpafunkció sportolók esetében (18, 57). Ugyanakkor más szemszögből megvilágítva, méréseinkkel bizonyítottuk, hogy a markáns morfológiai bal kamrai fiziológiás adaptáció még extrém esetben sem okozza a bal kamrai pumpafunkció csökkenését. Ezen megfigyelést a hagyományos Dopplerrel meghatározott aorta áramlási sebességek, valamint a TDI mérések is tovább erősítik, hiszen mind az aortában mért maximális áramlási sebesség, mind laterálisan és mediálisan mért szisztolés sebességek a normál tartományban vannak (59, 61-63, 74, 96, 100, 158).

V./4 Jobb kamra edzésadaptáció

A jobb kamra morfológiai adaptáció tekintetében szignifikáns különbségeket találtunk a jobb kamrai diasztolés hossz- és rövidátmérő (ez utóbbi kifejezettebb), valamint a felszín tekintetében a kontroll csoport és a magas dinamikus komponensű sportok között az S1D3 és az S3D3 kategóriában. Ezen eredményeink megfelelnek az irodalomban leírtaknak (47, 50, 55, 59, 63, 70, 72-75, 94-98, 110). Ezen sportok tehát a jobb kamra kifejezett morfológiai adaptációját eredményezik, tehát jogosan tiltottak bizonyos kardiovaszkuláris elváltozások esetén (5, 16, 170). Ezen tiltás különösen azért jelentős, mert ahogy arra a következőkben kitérek, a bal kamránál jellemző funkcionális adaptációt a jobb kamránál nem figyeltek meg korábbi szerzők (11, 47, 55, 70, 95-97, 99, 110). A jobb kamrai szisztolés átmérők tekintetében ugyanezen különbségek figyelhetők meg, bár az eltérés nem olyan markáns. Külön kiemelném, hogy a magas dinamikus komponensű sportok közül az S2D3 kategória sportolóiban nem találtunk szignifikáns különbséget a JK-i morfológiát jellemző paraméterekben a kontroll csoporthoz képest, melynek magyarázatát egyelőre nem ismerjük. A JK-i felszínváltozásban nem volt különbség a csoportok között, ez utóbbi paraméter azonban már átvezet bennünket a jobb kamrai funkcióban tapasztaltak ismertetéséhez.

A jobb kamrai funkcionális adaptációt illetően nem volt különbség az egyes sportolói csoportok valamint a kontrollcsoport között sem a diasztolés, sem a szisztolés funkció tekintetében, szemben a bal kamrában megfigyeltekkel. Méréseink a korábbi irodalmi adatoknak megfelelőek (11, 47, 55, 70, 95-97, 99, 110). A szöveti Dopplerrel nyert eredmények sem mutattak különbséget, a korábbi megfigyeléseknek megfelelően (96). Megfordítva ugyanakkor azon sportolói csoportokban, ahol markáns jobb kamrai

morfológiai adaptációt találtunk (S1D3, S3D3), a hipertrófizált kamra funkciója nem rosszabb, mint az átlagpopulációé, illetve az egyéb sportolói csoportoké.

V./5 A pitvari adaptáció

Eredményeink alapján mind a bal, mind a jobb pitvari adaptáció legkifejezettebben az S3D3 kategória sportjaiban figyelhető meg, ahol igen markáns különbséget találtunk a sportolói és a kontroll csoportok között. Ezen eredményeink megfelelnek a korábbi irodalmi adatoknak (BP: 50, 52, 59, 65, 66, 68, 69, 95, 101-109, 112, 115, 142, 155, 156, 166; JP: 67, 68, 96, 72). A magas dinamikus komponensű sportok üzöi alacsonyabb statikus komponens esetén is nagyobb pitvari átmérőkkel rendelkeznek a jobb pitvar esetében. Fontos ugyanakkor megjegyezni, hogy a jobb pitvari méretek meghatározásánál az igen gyakori trikuszipidális elégtelenség jelenléte (amely sportolóknban bizonyítottan gyakoribb a kontroll csoporthoz képest- akár 90%-ban is jelen lehet) és mértéke nem került figyelembevételre, amely szintén befolyásolhatja a pitvarok méretét (leszámítva az esetleges súlyos mértékű trikuszipidális billentyű-elégtelenséget, amely kizárási kritériumot jelentett a mérésekből).

V./6 Aortagyök átmérő

Az aortagyök átmérője egyedül az S3D3 kategóriában mutatott a kontrollhoz és az S3D1 csoporthoz képest magasabb értékeket, de még a normál tartományon belül (16, 41, 93, 155, 173). Ez is alátámasztja Pelliccia és mtsai (93) megállapítását, hogy a fiziológiás kardiovaszkuláris adaptáció nem jár az aortagyök dilatációjával még a legkeményebb sportágak esetén sem.

V./7 Az adaptációt leíró egyenletek

A dolgozat talán egyik legfontosabb része a korábbi eredmények összefoglalásaként azon egyenletek ismertetése volt, amelyek igen nagy elemszám alapján írják le a sportolók szívének edzésadaptációját. Jelenleg az egyenletek elegendő adat hiányában csak a bal kamra tekintetében állnak rendelkezésre, ugyanakkor további vizsgálatok segítségével a jobb kamrai morfológia és esetlegesen a jobb (illetve a bal) pitvari morfológia is az egyenletek részévé válhat, ezzel is pontosítva az edzésadaptációt. Az egyenletek alapján eldönthető, hogy a sportoló adott edzés mellett (az eltérő genetikai és egyéb környezeti faktorok miatt), mutatja-e a sportágra jellemző edzésadaptációt, illetve hol lehet/kell ezen javítani. Az egyenletek segítségével összehasonlíthatóvá válik különböző nemzetek sportolóiban, különböző etnikumoknak a kardiális edzésadaptációja, a fiziológias adaptáció még pontosabb és objektív megítélhetősége. Kiugró értékek esetén felmerülhet a gyanú esetleges patológiás állapot, nem megengedett teljesítményfokozó szer használatára is (ld. szteroidok 140).

V./8 Az adaptációs paraméterek változása az edzéciklussal

Az antropometriai paraméterekben nem volt különbség edzett és nem edzett gyermekek, sem fiúk és lányok között. Ennek oka ebben az életkorban a fiúk és lányok eltérő érettségi szintje, vagyis a lányok előrehaladottabb érettségi státusza. A nyugalmi szívfrekvencia sportoló gyerekekben mindkét nemből szignifikánsan alacsonyabb volt, mely megfelel a korábbi irodalmi adatoknak (8, 87, 152, 154, 179). A 63/perces szívfrekvencia fiúkban és 57/perces szívfrekvencia lányokban kifejezett edzésbradikardiát jelent már ilyen idős korban is. A nyugalmi vérnyomás értékek a kornak megfelelőek.

A testmagasság és testtömeg a megfigyelés ideje alatt szignifikánsan emelkedett a fiziológias érés és fejlődés részeként (178). A nemi érettség is szignifikánsan változott mindkét nemből, fiúkban ez a különbség kifejezettebb (fiúk: $p=0,018$, lányok: $p=0,028$). A nyugalmi szívfrekvencia nem változik az edzésperiódus alatt, mely megfelel Snoeckx (151) és Rowland (179) megfigyeléseinek.

A sportolóknál kifejezett bal kamrai morfológiai adaptáció látható, amely egyezik a nemzetközi irodalomban fellelhető eredményekkel (8, 82, 136, 144, 145, 152, 154, 155, 157, 180). A bal kamrai hipertrófia tekintetében a falvastagodás kifejezettebb, ami a korábbi megfigyelések alapján az edzésadaptáció előrehaladott szintjét jelenti, hiszen elsődleges a kamrák tágulata, amit a falak hipertrófiája követ (87, 97, 137, 144, 145, 152, 154, 180). Az edzéssel tehát a falak megvastagodása volt megfigyelhető mind szisztolében mind diasztolében. A legmagasabb értékeket a második alapozó fázis végén kaptuk. Ezen megfigyelés alátámasztja az állóképességi alapozó edzések fontosságát ilyen fiatal korban, hiszen ezzel alapozható meg a versenyperiódusban elért maximális teljesítmény (142, 160).

Az edzéselhagyás hatására a falvastagság szignifikánsan csökkent, mely bizonyítja a fiziológiai kardiális edzésadaptáció reverzibilis voltát (151, 175, 177), szemben a patológiai eltéréseknél tapasztaltakkal.

VI. KÖVETKEZTETÉSEK

Az értekezésben méréseink alapján a következő megállapításokat tehetjük:

- A kardiális edzésadaptációt meghatározza a testméret, az edzés mennyisége, a sportág jellege, a nem, az életkor, az etnikum és a fizikai aktivitás szintje.
- Méréseink alapján célszerűnek tartanánk az ajánlásokban is a morfológiai adaptációt leíró adatok testméretekre vonatkoztatva történő bemutatását. Munkacsoportunk a már korábban is leírt eltérések miatt a testfelület megfelelő hatványára vonatkoztatott adatokat javasolja.
- A nyugalmi vérnyomásértékeket a 18-35 évesek esetén a rendszeres sport még nem csökkenti szignifikánsan, ugyanakkor megfordítva, az élsport nem jár vérnyomásnövelő hatással.
- A nyugalmi szívfrekvencia alakulása megfelel a korábbiakban is ismertetett adatoknak. Ugyanakkor jelen méréseinkben nem csak a diasztolé, hanem a szisztolé időtartama is hosszabbnak mutatkozott egyes sportolói csoportokban, bár a diasztolé időtartamában megfigyelhető különbségek kifejezettebbek.
- A nyugalmi szisztolés bal kamrai funkcióban nincs különbség, ami ugyanakkor nem zárja ki a terhelés alatti jobb kontrakciós képességet.
- A bal kamrai morfológiai adaptáció terén az irodalmi adatoknak megfelelő eredményekre jutottunk, vagyis a magas dinamikus-magas statikus komponensű sportágakban a legkifejezettebb az adaptáció mind az üregméreteket mind a falvastagságot tekintve. A legtöbb sportolói csoportban megfigyelhető a vastagabb bal kamrai izomzat.
- Az S1D1 kategóriában sem morfológiai sem regulációs adaptáció nem figyelhető meg, ami egyrészt érthetővé teszi ezen sportok engedélyezését egyes kardiovaszkuláris betegség esetén is, ugyanakkor a fizikai aktivitás előnyös hatásai így szintén nem jelentkeznek (az anyagcserében esetlegesen bekövetkező pozitív hatásokat jelen módszereinkkel nem tudjuk megítélni).
- A jobb bal kamrai relaxációs képesség egyedül a magas dinamikus komponensű sportok esetében mutatott jelentősen jobb értékeket a kontroll csoporthoz képest. Tehát a diasztolés funkció javítására főleg ezen sportok ajánlhatók.

- A TDI a patológiás és fiziológias állapotok elkülönítésében alapvető jelentőségű. Méréseink alapján azt a megállapítást tehetjük, hogy a bal kamrai funkcionális adaptáció terén a hagyományos Doppler vizsgálatokhoz képest nem nyújt többlet információt, inkább alátámasztja az így nyert eredményeket.
- A jobb kamrai adaptáció tekintetében a hazai és nemzetközi irodalomhoz hasonlóan markáns morfológiai adaptációt találtunk a magas dinamikus komponensű sportok közül az S1D3 és S3D3 csoportokban.
- Szemben a bal kamrában regisztráltakkal, a jobb kamra funkcionális adaptációja nem figyelhető meg. Ugyanakkor a hipertrófizált jobb kamra funkciója nem rosszabb, mint a kontroll csoporté, ami fontos differenciáldiagnosztikai jel az ARVD/C-vel szemben.
- A pitvari adaptáció tekintetében elsősorban az S3D3 kategóriában figyelhetők meg szignifikánsan nagyobb jobb és bal pitvari méretek.
- Az aortagyök dilatációja a normál tartományon felül nem tekinthető fiziológias edzésadaptációs jelnek.
- Az eredmények végén ismertetett egyenletek segítségével még pontosabban karakterizálható a fiziológias edzésadaptáció, továbbá összehasonlíthatóvá válik különböző etnikumok kardiális adaptációja. További vizsgálatok segítségével a férfiak és nők közötti különbségek is objektíven leírhatók lehetnek. Kiugró értékek esetén felmerülhet a gyanú esetleges patológiás állapot, nem megengedett teljesítményfokozószer használatára is.
- Munkacsoportunk az eredményeket figyelembe véve nagyobb hangsúlyt kíván fektetni az S1D2 kategóriába tartozó sportok kardiovaszkuláris adaptációjának minél pontosabb meghatározására, azzal a céllal, hogy ezen sportok is ajánlhatók legyenek kardiovaszkuláris betegség esetén szélesebb körben.
- Az ultrahangos technika fejlődésével egyre pontosabban írható le az egyes sportági csoportokban megfigyelhető kardiovaszkuláris adaptáció. Az újabb vizsgálómódszerek megjelenése ellenére a sportkardiológiai kutatásokban még nagyon sokáig az ultrahangos módszer lesz a mérvadó, a drágább, kevésbé hozzáférhető, sokkal speciálisabb radiológiai képzettséget és személyzetet igénylő MR módszerekhez képest.

A kardiális adaptáció edzesciklusoktól függő változásának tekintetében a következő megállapításokat tehetjük:

- Fiatal korban a kardiális adaptációt befolyásolja az edzés ciklusa.
- A legnagyobb falvastagság és ezzel együtt a legkisebb belső átmérő értékek az alapozó fázisban mérhetők, mely megalapozza a versenyperíódusban elérhető maximális teljesítményt.
- Fontosnak tartjuk a kardiális edzésadaptációval foglalkozó cikkek esetében az edzésperiódus megjelölését. Természetesen kívánatos lenne a különböző sportágak kardiális adaptációjának precíz összehasonlíthatósága érdekében az azonos edzesciklusban készült vizsgálatok összehasonlítása.
- Felnőttekben az edzésadaptáció ciklusfüggésének megítélésére további jól tervezett követéses vizsgálatok szükségesek.

Röviden összefoglalva tehát a dolgozatban a következő eredmények tekinthetők originális megállapításnak:

- Nemzetközi viszonylatban is elsők között vizsgáltuk fiatal (él)sportolókon a kardiovaszkuláris adaptáció változásait az edzesciklusokkal. Megállapítottuk, hogy az alapozó edzésperiódus végén mért bal kamrai morfológiai adaptációt leíró abszolút értékek a legmagasabbak. Méréseinkben biztosítva volt az azonos terhelés a hosszútávú követéses vizsgálat alatt.
- Felnőtt élsportolók tekintetében elsőként javasoltunk a dolgozatban kardiovaszkuláris adaptációt leíró egyenleteket, mellyel a különböző hazai és nemzetközi kutatócsoportok kardiovaszkuláris adaptációjának vizsgálata objektíven összehasonlíthatóvá válik. A sportolóknak ezenkívül nagymértékű segítséget tudunk nyújtani a jobb teljesítmény elérése érdekében. Az egyenletek további pontosítását tartjuk a későbbiekben szükségesnek a jobb kamrai és a pitvari adaptációt jellemző paraméterek figyelembevételével.
- Magyarországi viszonylatban a pitvari morfológiai adaptációt nagyszámú sportoló esetében először ismertettük a sportágak statikus és dinamikus komponenseit figyelembe véve.
- A jobb kamrai adaptációt a sportágak statikus-dinamikus komponensének figyelembevételével igen magas elemszám ismertettük.

- Nemzetközi szinten elsőként mutattuk be az S1D1 kategóriába tartozó sportok engedélyezhetőségének fiziológiai hátterét kardiovaszkuláris betegségek esetén objektíven meghatározott paraméterek segítségével.

VII. ÖSSZEFOGLALÁS

Dolgozatom céljával a kardiovaszkuláris edzésadaptáció bemutatását tűztem ki a dinamikus-statikus sportági csoportosítást figyelembe véve. Bár számos hazai és nemzetközi publikáció foglalkozik a kardiovaszkuláris adaptáció témájával egyes sportágakban, vagy sportági csoportokban, a sportágak statikus-dinamikus komponensek alapján történő összehasonlítást és csoportosítást alkalmazó kutatások száma elenyésző. De miért is olyan fontos ez? Két alapvető okból. Az első, hogy az egyes sportágak engedélyezése és tiltása különböző kardiovaszkuláris patológias állapotok esetében a statikus és dinamikus besorolás alapján történik. A másik alapvető ok, hogy a jóléti társadalmakat jelenleg olyan mértékű elhízási arány jellemzi a mozgásszegény életmód eredményeként, amely extrém kiadásokat jelent az egészségügyi rendszereknek (18, 19, 22). A mozgás, mint gyógyszer, terápiás lehetőség szinte mindenki számára ajánlható, sőt szinte kötelező. De kinek, milyen betegség mellett, mit és mennyit? Munkacsoportunk Magyarországon egyedülállóan nagyszámú adatbázissal rendelkezik a kardiovaszkuláris adaptációt leíró ultrahangos paramétereiből, mely segítségével immár több mint két évtizedes munka eredményei alapján tudjuk levonni következtetéseinket.

Az irodalmi adatok ismertetése után a kardiovaszkuláris adaptáció a hagyományoknak megfelelően került bemutatásra. Eredményeink ismertetése közben minden esetben kitértem a kontroll és sportolói csoportok között megjelenő különbségekre, valamint az esetleges sportolói kategóriák között fellelhető eltérésekre. Bizonyítottam, hogy az S1D1 kategória sportjai nem kardiovaszkuláris előnyeik, hanem pont az alkalmazkodási jelek hiánya miatt engedélyezettek a legtöbb kardiovaszkuláris betegségben is. Nagyobb figyelmet érdemelnek az S2D1 valamint a S1D2 és S1D3 kategória sportjai, amelyek nem járnak olyan markáns adaptációval, mint a magasabb statikus és dinamikus komponensű sportok.

További célul tehát fókuszáltan ezen kategóriák vizsgálatát tűzöm ki, valamint a jobb kamrai és pitvari adaptáció minél pontosabb megismerését és jellemzését. Ezáltal egyrészt a fiziológiás kardiovaszkuláris adaptáció még pontosabban megítélhető, másrészt pedig az adaptációt leíró egyenletekkel objektívan és nemzetközi szinten

összehasonlíthatóvá válik a kardiovaszkuláris adaptáció a statikus-dinamikus tengely mentén. A fiatal sportolókon pedig bebizonyítottuk, hogy az edzés ciklusa is befolyásolja a kardiovaszkuláris adaptációs jellemzőket, így a következőkben ez sem hagyható figyelmen kívül az eredmények összehasonlításánál. Ezzel a sportolók felkészítése tudományos és orvosi szinten jobban támogathatóvá válik, ami legális keretek között javítja az elérhető maximális teljesítményt.

VIII. SUMMARY

Aim of our study was to describe the training adaptation of the heart according to the static and dynamic components of sports. Training adaptation of the heart, called 'athletes' heart' in the literature is well discussed, however not according to the static and dynamic components of the sports. But why would it be so important? We name here two main reasons. The first is that participation and eligibility of sports by cardiovascular abnormalities is based upon this classification. Secondly, in the first world, obesity is affecting a large proportion of the society, causing enormous health care costs for the social systems. Physical activity as medicine can be prescribed to most of the population and is cost-effective. But in which dose and which activity is safe in individuals with cardiovascular abnormalities?

Our working group has the greatest database of echocardiographic data describing the training adaptation of the heart in healthy individuals in Hungary. Our results in this study base on a two decade experience.

In the introduction and so the results the athletes' heart is described along three groups of features: morphology-function-regulation, according to our tradition. In the results chapter significant differences among the nine athletic groups (S1,2,3-D1,2,3) are described such as differences to the control group. We demonstrated, that the S1D1 category is to recommend in most every congenital or acquired cardiovascular diseases not because of its' beneficial effects, but the lack of any cardiovascular adaptation present even in elite athletes. Further studies are needed to specify the cardiovascular training adaptation in sports of the categories S2D1, S1D2 and S1D3 for more extensive eligibility.

Further studies are planned to better describe the adaptation of the right ventricle and the atria too, to better characterize the cardiovascular adaptation to regular physical activity. Using the regression equations we presented, international comparison of the training adaptation of the heart would be available objectively.

The second part of the study examined the effect of the training period (general endurance preparation, race-specific, detraining) on the morphological features of the athletes heart. Our results in young athletes confirmed that the period of training has a

significant effect on the morphological characteristics of the athletes' heart. In the future, this must also be taken into consideration when comparing training adaptation of the heart.

With this study we have now an additional tool to legally support athletes' training with medical and scientifically results to reach maximal performance.

IX. IRODALOMJEGYZÉK

1. Billman GE. (2009) Cardiac autonomic neural remodeling and susceptibility to sudden cardiac death: effect of endurance exercise training. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*, 297: H1171-1193.
2. Csajági E. (2012) A fizikai aktivitás hatása változókorban lévő nők kardiális állapotára. *Cardiol Hung* 42: 51-55.
3. Di Francescomarino S, Sciartilli A, Di Valerio V, Di Baldassarre A, Gallina S. (2009) The effect of physical exercise on endothelial function. *Sports Med*, 39: 797-812.
4. Gielen S, Schuler G, Adams V. (2010) Cardiovascular effects of exercise training: molecular mechanisms. *Circulation*, 122: 1221-1238.
5. Kindermann W, Dickhuth HH, Nieß A, Röcker K, Urhausen A. *Sportkardiologie: Körperliche Aktivität bei Herzerkrankungen*. Steinkopff Verlag, Darmstadt, 2007.
6. Lippi G, Maffulli N. (2009) Biological influence of physical exercise on hemostasis. *Semin Thromb Hemost*, 35: 269-276.
7. Pavlik G. *Élettan-sportélettan*. Medicina Könyvkiadó Zrt., Budapest, 2011.
8. Pavlik G, Major Zs, Csajági E, Jeserich M, Kneffel Zs. (2013) The athlete's heart Part II. Influencing factors on the athlete's heart: Types of sports and age. *Acta Physiol Hung*, 100:1-27.
9. Pavlik G, Major Zs, Varga-Pintér B, Jeserich M, Kneffel Zs. (2010) The athlete's heart. Part I. *Acta Physiol Hung*, 97: 337-353.
10. Perk J, Backer GD, Gohlke H, Graham I, Reiner Z, Verschuren WM, Albus C, Benlian P, Boysen G, Cifkova R, Deaton C, Ebrahim S, Fisher M, Germanò G, Hobbs R, Hoes A, Karadeniz S, Mezzani A, Prescott E, Ryden L, Scherer M, Syvanne M, Scholte O, Reimer WJ, Vrints C, Wood D, Zamorano JL, Zannad F; Comitato per Linee Guida Pratiche (CPG) dell'ESC. (2012) European guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice (version 2012) The Fifth Joint Task Force of the European Society of Cardiology and Other Societies on Cardiovascular Disease Prevention in Clinical Practice (constituted by representatives of nine societies and by invited experts). *Eur J Prev Cardiol*, 19: 585-667.

11. Sanchis-Gomar F, Garatachea N, Catalán P, López M, Lucia A, Serrano-Ostáriz E. (2015) Strenuous endurance exercise and right ventricular systolic function: No evidence of long-term sequelae. *Int J Cardiol*, 20: 297-298.
12. Bacon SL, Sherwood A, Hinderliter A, Blumenthal JA. (2004) Effects of exercise, diet and weight loss on high blood pressure. *Sports Med*, 34: 307-316.
13. Cornelissen VA, Smart NA. (2013) Exercise training for blood pressure: a systematic review and meta-analysis. *J Am Heart Assoc*, 2: e004473.
14. Halbert JA, Silagy CA, Finucane P, Withers RT, Hamdorf PA, Andrews GR. (1997) The effectiveness of exercise training in lowering blood pressure: a meta-analysis of randomised controlled trials of 4 weeks or longer. *J Hum Hypertens*, 11: 641-649.
15. Whelton SP, Chin A, Xin X, He J. (2002) Effect of aerobic exercise on blood pressure: a meta-analysis of randomized, controlled trials. *Ann Intern Med*, 136: 493-503.
16. Maron BJ, Zipes DP. (2005) 36th Bethesda Conference: Eligibility Recommendations for Competitive Athletes With Cardiovascular Abnormalities. *J Am Coll Cardiol*, 45: 735-1097.
17. Burelle Y, Wambolt RB, Grist M, Parsons HL, Chow JC, Antler C, Bonen A, Keller A, Dunaway GA, Popov KM, Hochachka PW, Allard MF. (2004) Regular exercise is associated with a protective metabolic phenotype in the rat heart. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*, 287: H1055-1063.
18. Dunton GF, Berrigan D, Ballard-Barbash R, Graubard B, Atienza AA. (2009) Joint associations of physical activity and sedentary behaviors with body mass index: results from a time use survey of US adults. *Int J Obes (Lond)*, 33: 1427-1436.
19. González-Gross M, Meléndez A. (2013) Sedentarism, active lifestyle and sport: Impact on health and obesity prevention. *Nutr Hosp*, 28 (Suppl 5): 89-98.
20. O'Donovan G, Blazeovich AJ, Boreham C, Cooper AR, Crank H, Ekelund U, Fox KR, Gately P, Giles-Corti B, Gill JM, Hamer M, McDermott I, Murphy M, Mutrie N, Reilly JJ, Saxton JM, Stamatakis E. (2010) The ABC of Physical Activity for Health: a consensus statement from the British Association of Sport and Exercise Sciences. *J Sports Sci*, 28: 573-591.
21. Courneya KS, Friedenreich CM. (2011) Physical activity and cancer: an introduction. *Recent Results Cancer Res*, 186: 1-10.

22. Matthews CE, Moore SC, Sampson J, Blair A, Xiao Q, Keadle SK, Hollenbeck A, Park Y. (2015) Mortality Benefits for Replacing Sitting Time with Different Physical Activities. *Med Sci Sports Exerc*, 47: 1833-1840.
23. *Speed-Andrews AE, Courneya KS. (2009) Effects of exercise on quality of life and prognosis in cancer survivors. Curr Sports Med Rep, 8: 176-181.*
24. Carvalho VO, Bocchi EA, Guimarães GV. (2011) Aerobic exercise prescription in adult heart transplant recipients: a review. *Cardiovasc Ther*, 29: 322-326.
25. Chrysohoou C, Angelis A, Tsitsinakis G, Spetsioti S, Nasis I, Tsiachris D, Rapakoulias P, Pitsavos C, Koulouris NG, Vogiatzis I, Dimitris T. (2015) Cardiovascular effects of high-intensity interval aerobic training combined with strength exercise in patients with chronic heart failure. A randomized phase III clinical trial. *Int J Cardiol*, 179: 269-274.
26. Davies EJ, Moxham T, Rees K, Singh S, Coats AJ, Ebrahim S, Lough F, Taylor RS. (2010) Exercise based rehabilitation for heart failure. *Cochrane Database Syst Rev*, CD003331.
27. Kawauchi TS, Almeida PO, Lucy KR, Bocchi EA, Feltrim MI, Nozawa E. (2013) Randomized and comparative study between two intra-hospital exercise programs for heart transplant patients. *Rev Bras Cir Cardiovasc*, 28: 338-346.
28. Nytrøen K, Gullestad L. (2013) Exercise after heart transplantation: An overview. *World J Transplant*, 3: 78-90.
29. Piepoli MF, Davos C, Francis DP, Coats AJ, ExTraMATCH Collaborative. (2004) Exercise training meta-analysis of trials in patients with chronic heart failure (ExTraMATCH). *BMJ*, 328:189.
30. Schrier RW, Abraham WT. (1999) Hormones and hemodynamics in heart failure. *N Engl J Med*, 341: 577-585.
31. Asif IM, Yim ES, Hoffman JM, Froelicher V. (2015) Update: Causes and symptoms of sudden cardiac death in young athletes. *Phys Sportsmed*, 43: 44-53.
32. Calvo N, Brugada J, Sitges M, Mont L. (2012) Atrial fibrillation and atrial flutter in athletes. *Br J Sports Med*, 46 Suppl 1: i37-43.
33. Choi G, Kopplin LJ, Tester DJ, Will ML, Haglund CM, Ackerman MJ. (2004) Spectrum and frequency of cardiac channel defects in swimming-triggered arrhythmia syndromes. *Circulation*, 110: 2119-2124.

34. Corrado D, Pelliccia A, Bjørnstad HH, Vanhees L, Biffi A, Borjesson M, Panhuyzen-Goedkoop N, Deligiannis A, Solberg E, Dugmore D, Mellwig KP, Assanelli D, Delise P, van-Buuren F, Anastasakis A, Heidbuchel H, Hoffmann E, Fagard R, Priori SG, Basso C, Arbustini E, Blomstrom-Lundqvist C, McKenna WJ, Thiene G; Study Group of Sport Cardiology of the Working Group of Cardiac Rehabilitation and Exercise Physiology and the Working Group of Myocardial and Pericardial Diseases of the European Society of Cardiology. (2005) Cardiovascular pre-participation screening of young competitive athletes for prevention of sudden death: proposal for a common European protocol. Consensus Statement of the Study Group of Sport Cardiology of the Working Group of Cardiac Rehabilitation and Exercise Physiology and the Working Group of Myocardial and Pericardial Diseases of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J*, 26: 516-524.
35. Link MS, Estes III. NAM. (2008) Sudden cardiac death in athletes. *Progr Cardiovasc Diseases*, 51: 44-57.
36. Maron BJ, Haas TS, Doerer JJ, Thompson PD, Hodges JS. (2009) Comparison of U.S. and Italian experiences with sudden cardiac deaths in young competitive athletes and implications for preparticipation screening strategies. *Am J Cardiol*, 104: 276-280.
37. Pelliccia A, Fagard R, Bjørnstad HH, Anastassakis A, Arbustini E, Assanelli D, Biffi A, Borjesson M, Carrè F, Corrado D, Delise P, Dorwarth U, Hirth A, Heidbuchel H, Hoffmann E, Mellwig KP, Panhuyzen-Goedkoop N, Pisani A, Solberg EE, van-Buuren F, Vanhees L, Blomstrom-Lundqvist C, Deligiannis A, Dugmore D, Glikson M, Hoff PI, Hoffmann A, Hoffmann E, Horstkotte D, Nordrehaug JE, Oudhof J, McKenna WJ, Penco M, Priori S, Reybrouck T, Senden J, Spataro A, Thiene G; Study Group of Sports Cardiology of the Working Group of Cardiac Rehabilitation and Exercise Physiology; Working Group of Myocardial and Pericardial Diseases of the European Society of Cardiology. (2005) Recommendations for competitive sports participation in athletes with cardiovascular disease: a consensus document from the Study Group of Sports Cardiology of the Working Group of Cardiac Rehabilitation and Exercise Physiology and the Working Group of Myocardial and Pericardial Diseases of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J*, 26:1422-1445.
38. Corrado D, Calore C, Zorzi A, Migliore F. (2013) Improving the interpretation of the athlete's electrocardiogram. *Eur Heart J*, 34: 3606-3609.

39. Corrado D, Pelliccia A, Heidbuchel H, Sharma S, Link M, Basso C, Biffi A, Buja G, Delise P, Gussac I, Anastasakis A, Borjesson M, Bjørnstad HH, Carrè F, Deligiannis A, Dugmore D, Fagard R, Hoogsteen J, Mellwig KP, Panhuyzen-Goedkoop N, Solberg E, Vanhees L, Drezner J, Estes NA 3rd, Iliceto S, Maron BJ, Peidro R, Schwartz PJ, Stein R, Thiene G, Zeppilli P, McKenna WJ; Section of Sports Cardiology, European Association of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. (2010) Recommendations for interpretation of 12-lead electrocardiogram in the athlete. *Eur Heart J*, 31: 243-259.
40. Dores H, Freitas A, Malhotra A, Mendes M, Sharma S. (2015) The hearts of competitive athletes: An up-to-date overview of exercise-induced cardiac adaptations. *Rev Port Cardiol*, 34: 51-64.
41. Cheng TO. (2009) Hypertrophic cardiomyopathy vs. athlete's heart. *Int J Cardiol*, 131: 151-155.
42. Palka P, Lange A, Fleming AD, Donnelly JE, Dutka DP, Starkey IR, Shaw TR, Sutherland GR, Fox KA. (1997) Differences in myocardial velocity gradient measured throughout the cardiac cycle in patients with hypertrophic cardiomyopathy, athletes and patients with left ventricular hypertrophy due to hypertension. *J Am Coll Cardiol*, 30: 760-768.
43. Vinereanu D, Florescu N, Sculthorpe N, Tweddel AC, Stephens MR, Fraser AG. (2001) Differentiation between pathologic and physiologic left ventricular hypertrophy by tissue Doppler assessment of long-axis function in patients with hypertrophic cardiomyopathy or systemic hypertension and in athletes. *Am J Cardiol*, 88: 53-58.
44. Maron BJ: (1986) Structural features of the athlete heart as defined by echocardiography. *J Am Coll Cardiol*, 7: 190-203.
45. Pelliccia A, Maron BJ, Culasso F, Spataro A, Caselli G. (1996) Athlete's heart in women. Echocardiographic characterization of highly trained elite female athletes. *JAMA*, 276: 211-215.
46. Pluim BM, Van der Laarse A, Van der Wall EE. (2000) The athlete's heart: a meta-analysis of cardiac structure and function. *Circulation*, 101: 336-344.
47. Scharhag J, Schneider G, Urhausen A, Rochette V, Kramann B, Kindermann W. (2002) Athlete's heart: right and left ventricular mass and function in male endurance athletes and untrained individuals determined by magnetic resonance imaging. *J Am Coll Cardiol*, 40: 1856-1863.

48. Sharma S. (2003) Athlete's heart - effect of age, sex, ethnicity and sporting discipline. *Exp Physiol* 88: 665-669.
49. Sheikh N, Sharma S. (2014) Impact of ethnicity on cardiac adaptation to exercise. *Nat Rev Cardiol*, 11: 198-217.
50. Utomi V, Oxborough D, Whyte GP, Somauroo J, Sharma S, Shave R, Atkinson G, George K. (2013) Systematic review and meta-analysis of training mode, imaging modality and body size influences on the morphology and function of the male athlete's heart. *Heart*, 99: 1727-1733.
51. Barbier J, Ville N, Kervio G, Walther G, Carré F. (2006) Sports-specific features of athlete's heart and their relation to echocardiographic parameters. *Herz*, 31: 531-43.
52. D'Ascenzi F, Cameli M, Zacá V, Lisi M, Santoro A, Causarano A, Mondillo S. (2011) Supernormal diastolic function and role of left atrial myocardial deformation analysis by 2D speckle tracking echocardiography in elite soccer players. *Echocardiography*, 28: 320-326.
53. Douglas PS, O'Toole ML, Hiller DB, Reichek N. (1986) Left ventricular structure and function by echocardiography in ultraendurance athletes. *Am J Cardiol*, 58: 805-809.
54. Papadakis M, Wilson MG, Ghani S, Kervio G, Carre F, Sharma S. (2012) Impact of ethnicity upon cardiovascular adaptation in competitive athletes: relevance to preparticipation screening. *Br J Sports Med*, 46 (Suppl 1): i22-28.
55. Scharf M, Brem MH, Wilhelm M, Schoepf UJ, Uder M, Lell MM. (2010) Cardiac magnetic resonance assessment of left and right ventricular morphologic and functional adaptations in professional soccer players. *Am Heart J*, 159: 911-918.
56. Weiner RB, Baggish AL. (2012) Exercise-induced cardiac remodeling. *Prog Cardiovasc Dis*, 54: 380-386.
57. Fisman EZ, Embon P, Pines A, Tenenbaum A, Drory Y, Shapira I, Motro M. (1997) Comparison of left ventricular function using isometric exercise Doppler echocardiography in competitive runners and weightlifters versus sedentary individuals. *Am J Cardiol*, 79: 355-359.
58. Harrison MR, Clifton GD, Pennell AT, DeMaria AN, Cater A. (1991) Effect of heart rate on left ventricular diastolic transmitral flow velocity patterns assessed by Doppler echocardiography in normal subjects. *Am J Cardiol*, 67: 622-627.

59. Moro AS, Okoshi MP, Padovani CR, Okoshi K. (2013) Doppler echocardiography in athletes from different sports. *Med Sci Monit*, 19: 187-193.
60. Pavlik G, Olexó Zs, Sidó Z, Frenkl R. (1999) Doppler-echocardiographic examinations in the assessment of the athletic heart. *Acta Physiol Hung*, 86:7-22.
61. Caso P, D'Andrea A, Galderisi M, Liccardo B, Severino S, De Simone L, Izzo A, D'Andrea L, Minnini N. (2000) Pulsed Doppler tissue imaging in endurance athletes: relation between left ventricular preload and myocardial regional diastolic function. *Am J Cardiol*, 85: 1131-1136.
62. Csajági E. Athlete's heart and Tissue Doppler Imaging. The role of TDI in the evaluation of the functional characteristics of the athlete's heart. Lambert Academic Publishing, Saarbrücken, 2013.
63. D'Andrea A, Caso P, Scarafile R, Salerno G, De Corato G, Mita C, Di Salvo G, Allocca F, Colonna D, Caprile M, Ascione L, Cuomo S, Calabró R. (2007) Biventricular myocardial adaptation to different training protocols in competitive master athletes. *Int J Cardiol*, 115: 342-349.
64. Teske AJ, Prakken NH, De Boeck BWL, Velthuis BK, Doevendans PA, Cramer MJM. (2009) Effect of long term and intensive endurance training in athletes on the age related decline in left and right ventricular diastolic function as assessed by Doppler echocardiography. *Am J Cardiol*, 104: 1145-1151.
65. Tumuklu MM, Ildizli M, Ceyhan K, Cinar CS. (2007) Alterations in left ventricular structure and diastolic function in professional football players: assessment by tissue Doppler imaging and left ventricular flow propagation velocity. *Echocardiography*, 24: 140-148.
66. D'Ascenzi F, Cameli M, Lisi M, Zacà V, Natali B, Malandrino A, Benincasa S, Catanese S, Causarano A, Mondillo S. (2012) Left atrial remodelling in competitive adolescent soccer players. *Int J Sports Med*, 33: 795-801.
67. D'Ascenzi F, Cameli M, Padeletti M, Lisi M, Zacà V, Natali B, Malandrino A, Alvino F, Morelli M, Vassallo GM, Meniconi C, Bonifazi M, Causarano A, Mondillo S. (2013) Characterization of right atrial function and dimension in top-level athletes: a speckle tracking study. *Int J Cardiovasc Imaging*, 29: 87-94.
68. D'Ascenzi F, Pelliccia A, Natali BM, Zacà V, Cameli M, Alvino F, Malandrino A, Palmitesta P, Zorzi A, Corrado D, Bonifazi M, Mondillo S. (2014) Morphological and

functional adaptation of left and right atria induced by training in highly trained female athletes. *Circ Cardiovasc Imaging*, 7: 222-229.

69. Gabrielli L, Enríquez A, Córdova S, Yáñez F, Godoy I, Corbalán R. (2012) Assessment of left atrial function in hypertrophic cardiomyopathy and athlete's heart: a left atrial myocardial deformation study. *Echocardiography*, 29: 943-949.
70. Oxborough D, Sharma S, Shave R, Whyte G, Birch K, Artis N, Batterham AM, George K. (2012) The right ventricle of the endurance athlete: the relationship between morphology and deformation. *J Am Soc Echocardiogr*, 25: 263-271.
71. Oxborough D, Shave R, Warburton D, Williams K, Oxborough A, Charlesworth S, Foulds H, Hoffman MD, Birch K, George K. (2011) Dilatation and dysfunction of the right ventricle immediately after ultraendurance exercise: exploratory insights from conventional two-dimensional and speckle tracking echocardiography. *Circ Cardiovasc Imaging*, 4: 253-263.
72. Pagourelas ED, Kouidi E, Efthimiadis GK, Deligiannis A, Geleris P, Vassilikos V. (2013) Right atrial and ventricular adaptations to training in male Caucasian athletes: an echocardiographic study. *J Am Soc Echocardiogr*, 26: 1344-1352.
73. De Luca A, Stefani L, Galanti G. (2013) Right ventricle chamber of young trained athletes: morphology and function. *Asian J Sports Med*, 4: 281-288.
74. Esposito R, Galderisi M, Schiano-Lomoriello V, Santoro A, De Palma D, Ippolito R, Muscariello R, Santoro C, Guerra G, Cameli M, Mondillo S, De Simone G. (2014) Nonsymmetric myocardial contribution to supranormal right ventricular function in the athlete's heart: combined assessment by speckle tracking and real time three-dimensional echocardiography. *Echocardiography*, 31: 996-1004.
75. Perseghin G, De Cobelli F, Esposito A, Lattuada G, Terruzzi I, La Torre A, Belloni E, Canu T, Scifo P, Del Maschio A, Luzi L, Alberti G. (2007) Effect of the sporting discipline on the right and left ventricular morphology and function of elite male track runners: A magnetic resonance imaging and phosphorus 31 spectroscopy study. *Am Heart J*, 154: 937-942.
76. Heinonen I, Kudomi N, Kemppainen J, Kiviniemi A, Noponen T, Luotolahti M, Luoto P, Oikonen V, Sipilä HT, Kopra J, Mononen I, Duncker DJ, Knuuti J, Kalliokoski KK. (2014) Myocardial blood flow and its transit time, oxygen utilization, and efficiency of highly endurance-trained human heart. *Basic Res Cardiol*, 109: 413.

77. Kjaer A, Meyer C, Wachtell K, Olsen MH, Ibsen H, Opie L, Holm S, Hesse B. (2005) Positron emission tomographic evaluation of regulation of myocardial perfusion in physiological (elite athletes) and pathological (systemic hypertension) left ventricular hypertrophy. *Am J Cardiol*, 96: 1692-1698.
78. Laaksonen MS, Kalliokoski KK, Lutolahti M, Kemppainen J, Teräs M, Kyröläinen H, Nuutila O, Knuuti J. (2007) Myocardial perfusion during exercise in endurance-trained and untrained humans. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, 293: R837-843.
79. Fagard RH. (1996) Athlete's heart: a meta-analysis of the echocardiographic experience. *Int J Sports Med*, 17 (Suppl 3): S140-144.
80. Pelliccia A, Maron BJ. (1997) Outer limits of the athlete's heart, the effect of gender, and relevance to the differential diagnosis with primary cardiac diseases. *Cardiol Clinics*, 15: 381-396.
81. Vasilias D, Venckunas T, Marcinkeviciene JE, Bartkeviciene A. (2008) Development of structural cardiac adaptation in basketball players. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*, 13: 985-989.
82. Venckunas T, Lionikas A, Marcinkeviciene JE, Raugaliene R, Alekrinskis A, Stasiulis A. (2008) Echocardiographic parameters in athletes of different sports. *J Sports Sci Med*, 7: 151-156.
83. Morganroth J, Maron BJ, Henry WL, Epstein SE. (1975) Comparative left ventricular dimensions in trained athletes. *Ann Intern Med*, 82: 521-524.
84. Prakken NH, Cramer MJ, Teske AJ, Arend M, Mali WP, Velthuis BK. (2011) The effect of age in the cardiac MRI evaluation of the athlete's heart. *Int J Cardiol*, 149: 68-73.
85. Naylor LH, George K, O'Driscoll G, Green DJ. (2008) The athlete's heart: a contemporary appraisal of the 'Morganroth Hypothesis'. *Sports Med*, 38: 69-90.
86. Pavlik G, Olexó Zs, Bánhegyi A, Sidó Z, Frenkl R. (1999) Gender differences in the echocardiographic characteristics of the athletic heart. *Acta Physiol Hung*, 86: 273-278.
87. Pavlik G, Olexó Zs, Osváth P, Sidó Z, Frenkl R. (2001) Echocardiographic characteristics of male athletes of different age. *Br J Sports Med*, 35: 95-99.
88. Pelliccia A, Culasso F, Di Paolo F, Maron BJ. (1999) Physiologic left ventricular cavity dilatation in elite athletes. *Ann Intern Med*, 130: 23-31.

89. Bellafiore M, Sivverini G, Palumbo D, Macaluso F, Bianco A, Palma A, Farina F. (2007) Increased cx43 and angiogenesis in exercised mouse hearts. *Int J Sports Med*, 28: 749-755.
90. Brown MD. (2003) Exercise and coronary vascular remodelling in the healthy heart. *Exp Physiol*, 88: 645-658.
91. Hildick-Smith DJR, Shapiro LM. (2001) Echocardiographic differentiation of pathological and physiological left ventricular hypertrophy. *Heart*, 85: 615-619.
92. Tomanek RJ. (1994) Exercise-induced coronary angiogenesis: a review. *Med Sci Sports Exerc*, 26: 1245-1251.
93. Pelliccia A, Di Paolo FM, Blasiis ED, Quattrini FM, Pisicchio C, Guerra E, Culasso F, Maron BJ. (2010) Prevalence and clinical significance of aortic root dilation in highly trained competitive athletes. *Circulation*, 122: 698-706.
94. D'Andrea A, La Gerche A, Golia E, Teske AJ, Bossone E, Russo MG, Calabrò R, Baggish AL. (2015) Right heart structural and functional remodeling in athletes. *Echocardiography*, 32 Suppl 1: 11-22.
95. D'Andrea A, Riegler L, Golia E, Cocchia R, Scarafile R, Salerno G, Pezzullo E, Nunziata L, Citro R, Cuomo S, Caso P, Di Salvo G, Cittadini A, Russo MG, Calabrò R, Bossone E. (2013) Range of right heart measurements in top-level athletes: The training impact. *Int J Cardiol*, 164: 48-57.
96. Erol MK, Karakalleoglu S. (2002) Assessment of right heart function in the athlete's heart. *Heart Vessels*, 16: 175-180.
97. Major Zs, Csajági E, Kneffel Zs, Kováts T, Szauder I, Sidó Z, Pavlik G. (2014) Comparison of left and right ventricular adaptation in endurance-trained male athletes. *Acta Physiol Hung*, 102: 23-33.
98. La Gerche A, Heidbüchel H, Burns AT, Mooney DJ, Taylor AJ, Pflugger HB, Inder WJ, MacIsaac AT, Prior DL. (2011) Disproportionate exercise load and remodelling of the athlete's right ventricle. *Med Sci Sports Exerc*, 43: 974-981.
99. Petersen SE, Hudsmith LE, Robson MD, Doll HA, Francis JM, Wiesmann F, Jung BA, Hennig J, Watkins H, Neubauer S. (2006) Sex-specific characteristics of cardiac function, geometry, and mass in young adult elite athletes. *J Magn Res* 24: 297-303.

100. Baldi JC, McFarlane K, Oxenham HC, Whalley GA, Walsh HJ, Doughty RN. (2003) Left ventricular diastolic filling and systolic function of young and older trained and untrained men. *J Appl Physiol* 95: 2570-2575.
101. Pelliccia A, Maron BJ, Di Paolo FM, Biffi A, Quattrini FM, Pisicchio C, Roselli A, Caselli S, Culasso F. (2005) Prevalence and clinical significance of left atrial remodeling in competitive athletes. *J Am Coll Cardiol*, 46: 690-696.
102. Brugger N, Krause R, Carlen F, Rimensberger C, Hille R, Steck H, Wilhelm M, Seiler C. (2014) Effect of lifetime endurance training on left atrial mechanical function and on the risk of atrial fibrillation. *Int J Cardiol*, 170: 419-425.
103. Apor P. (2013) Pitvarfibrilláció és a fizikai aktivitás. *Orv Hetil*, 154: 503-509.
104. Basavarajaiah S, Makan J, Naghavi SH, Whyte G, Gati S, Sharma S. (2006) Physiological upper limits of left atrial diameter in highly trained adolescent athletes. *J Am Coll Cardiol*, 47: 2341-2342.
105. Hoogsteen J, Hoogeveen A, Schaffers H, Wijn PF, van der Wall EE. (2003) Left atrial and ventricular dimensions in highly trained cyclists. *Int J Cardiovasc Imaging*, 19: 211-217.
106. Graff-Iversen S, Gjesdal K, Jugessur A, Myrstad M, Nystad W, Selmer R, Thelle DS. (2012) Atrial fibrillation, physical activity and endurance training. *Tidsskr Nor Laegeforen*, 132: 295-299.
107. Furlanello F, Bertoldi A, Dallago M, Galassi A, Fernando F, Biffi A, Mazzone P, Pappone C, Chierchia S. (1998) Atrial fibrillation in elite athletes. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 9 (Suppl 8): S63-68.
108. Grimsmo J, Grundvold I, Maehlum S, Arnesen H. (2010) High prevalence of atrial fibrillation in long-term endurance cross-country skiers: echocardiographic findings and possible predictors-a 28-30 years follow-up study. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*, 17: 100-105.
109. D'Andrea A, Riegler L, Cocchia R, Scarafile R, Salerno G, Gravino R, Golia E, Vriza O, Citro R, Limongelli G, Calabrò P, Di Salvo G, Caso P, Russo MG, Bossone E, Calabrò R. (2010) Left atrial volume index in highly trained athletes. *Am Heart J*, 159: 1155-1161.

110. Sciomer S, Vitarelli A, Penco M, Liistro F, Schina M, Commisso C, Vizza CD, Dagianti A. (1998) Anatomico-functional changes in the right ventricle of the athlete. *Cardiologia*, 43: 1215-1220.
111. Ehsani AA, Ogawa T, Miller TR, Spina RJ, Jilka SM. (1991) Exercise training improves left ventricular systolic function in older men. *Circulation*, 83: 96-103.
112. Pelliccia A, Kinoshita N, Pisicchio C, Quattrini F, Dipaolo FM, Ciardo R, Di Giacinto B, Guerra E, De Blasiis E, Casasco M, Culasso F, Maron BJ. (2010) Long-term clinical consequences of intense, uninterrupted endurance training in olympic athletes. *J Am Coll Cardiol*, 55: 1619-1625.
113. Apor A, Merkely B, Morrell T, Zhu S, Ghosh E, Vágó H, Andrásy P, Kovács SJ. (2013) Diastolic function in olympic athletes vs. controls: Stiffness and relaxation based echocardiographic comparison. *J Exerc Sci Fit*, 11: 29-34.
114. Csajági E, Szauder I, Major Zs, Pavlik G. (2015) Left ventricular morphology in different periods of the training season in elite young swimmers. *Pediatr Exerc Sci*, 27: 185-191.
115. Missault L, Duprez D, Jordaens L, Buyzere M de, Bonny K, Adang L, Clement D. (1993) Cardiac anatomy and diastolic filling in professional road cyclists. *Eur J Appl Physiol*, 66: 405-408.
116. Pearson AC, Schiff M, Mrosek D, Labovitz AJ, Williams GA. (1986) Left ventricular diastolic function in weight lifters. *Am J Cardiol*, 58: 1254-1259.
117. Caselli S, Di Paolo FM, Pisicchio C, Pandian NG, Pelliccia A. (2015) Patterns of left ventricular diastolic function in olympic athletes. *J Am Soc Echocardiogr*, 28: 236-244.
118. Kneffel Z, Varga-Pintér B, Tóth M, Major Z, Pavlik G. (2011) Relationship between the heart rate and E/A ratio in athletic and non-athletic males. *Acta Physiol Hung*, 98: 284-293.
119. Galetta F, Franzoni F, Femia FR, Bartolomucci F, Carpi A, Santoro G. (2004) Left ventricular diastolic function and carotid artery wall in elderly athletes and sedentary controls. *Biomed Pharmacother*, 58: 437-442.
120. Bhella PS, Hastings JL, Fujimoto N, Shibata S, Carrick-Ranson G, Palmer MD, Boyd KN, Adams-Huet B, Levine BD. (2014) Impact of lifelong exercise "dose" on left ventricular compliance and distensibility. *J Am Coll Cardiol*, 64: 1257-1266.

121. Powers SK, Quindry JC, Kavazis AN. (2008) Exercise-induced cardioprotection against myocardial ischemia-reperfusion injury. *Free Radic Biol Med*, 44: 193-201.
122. Basavarajaiah S, Boraita A, Whyte G, Wilson M, Carby L, Shah A, Sharma S. (2008) Ethnic differences in left ventricular remodelling in highly-trained athletes. *J Am Coll Cardiol*, 51: 2256-2262.
123. Chandra N, Papadakis M, Sharma S. (2012) Cardiac adaptation in athletes of black ethnicity: differentiating pathology from physiology. *Heart*, 98: 1194-1200.
124. Di Paolo FM, Schmied C, Zerguini YA, Junge A, Quattrini F, Culasso F, Dvorak J, Pelliccia A. (2012) The athlete's heart in adolescent Africans. *J Am Coll Cardiol*, 59: 1029-1036.
125. Pelà G, Li Calzi M, Crocamo A, Pattoneri P, Goldoni M, Anedda A, Musiari L, Biggi A, Bonetti A, Montanari A. (2015) Ethnicity-related variations of left ventricular remodeling in adolescent amateur football players. *Scand J Med Sci Sports*, 25: 382-389.
126. Rawlins J, Carre F, Kervio G, Papadakis M, Chandra N, Edwards C, Whyte GP, Sharma S. (2010) Ethnic differences in physiological cardiac adaptation to intense physical exercise in highly trained female athletes. *Circulation*, 121: 1078-1085.
127. Luijckx T, Cramer MJ, Prakken NH, Buckens CF, Mosterd A, Rienks R, Backx FJ, Mali WP, Velthuis BK. (2012) Sport category is an important determinant of cardiac adaptation: an MRI study. *Br J Sports Med*, 46: 1119-1124.
128. Azevedo LF, Perlingeiro PS, Hachul DT, Gomes-Santos IL, Brum PC, Allison TG, Negrão CE, De Matos LD. (2014) Sport modality affects bradycardia level and its mechanisms of control in professional athletes. *Int J Sports Med*, 35: 954-959.
129. Abad CC, do Nascimento AM, Gil S, Kobal R, Loturco I, Nakamura FY, Mostarda CT, Irigoyen MC. (2014) Cardiac autonomic control in high level Brazilian power and endurance track-and-field athletes. *Int J Sports Med*, 35: 772-778.
130. Shi X, Stevens GH, Foresman BH, Stern SA, Raven PB. (1995) Autonomic nervous system control of the heart: endurance exercise training. *Med Sci Sports Exerc*, 27: 1406-1413.
131. Heiss HW, Barmeyer J, Wink K, Hell G, Cerny FJ, Keul J, Reindell H. (1976) Studies on the regulation of myocardial blood flow in man. I. Training effects on blood flow

and metabolism of the healthy heart at rest and during standardized heavy exercise. *Basic Res Cardiol* 71: 658-675.

132. Rowell LB. *Human circulation: regulation during physical stress*. Oxford University Press, New York, 1986.
133. Pavlik G, Kemény D, Kneffel Zs, Petrekanits M, Horváth P, Sidó Z. (2005) Echocardiographic data in Hungarian toplevel water polo players. *Med Sci Sports Exerc*, 37: 323-328.
134. D'Andrea A, Limongelli G, Caso P, Sarubbi B, Della Pietra A, Brancaccio P, Cice G, Scherillo M, Limongelli F, Calabró R. (2002) Association between left ventricular structure and cardiac performance during effort in two morphological forms of athlete's heart. *Int J Cardiol*, 86: 177-184.
135. Urhausen A, Kindermann W. (1992) Echocardiographic findings in strength- and endurance-trained athletes. *Sports Med*, 13: 270-284.
136. Manolas VM, Pavlik G, Bánhegyi A, Faludi J, Sidó Z, Olexó Zs. (2001) Echocardiographic changes in the development of athlete's heart in 9 to 20-year-old male subjects. *Acta Physiol Hung*, 88: 259-270.
137. Petridisz L, Kneffel Zs, Kispéter Zs, Horváth P, Sidó Z, Pavlik G. (2004) Echocardiographic characteristics in adolescent junior male athletes of different sport events. *Acta Physiol Hung*, 91: 99-109.
138. Owen A, Theakston SC, O'Donovan, Bird SR. (2004) Right and left ventricular diastolic function of male endurance athletes. *Int J Cardiol*, 95: 231-235.
139. Makan J, Sharma S, Firoozi S, Whyte G, Jackson PG, McKenna WJ. (2005) Physiological upper limits of ventricular cavity size in highly trained adolescent athletes. *Heart*, 91: 495-499.
140. Climstein M, O'Shea PO, Adams KJ, DeBeliso M. (2003) The effects of anabolic-androgenic steroids upon resting and peak exercise left ventricular heart wall motion kinetics in male strength and power athletes. *J Sci Med Sport*, 6: 387-397.
141. Akova B, Yesilbursa D, Sekir U, Gür H, Serdar A. (2005) Myocardial performance and aortic elastic properties in elite basketball and soccer players: relationship with aerobic and anaerobic capacity. *J Sports Sci Med*, 4: 185-194.
142. Cabanelas N, Freitas S, Gonçalves L. (2013) Morphological and functional changes in athletes' hearts during the competitive season. *Rev Port Cardiol*, 32: 291-296.

143. George KP, Batterham AM, Jones B. (1998) The impact of scalar variable and process on athlete-control comparisons of cardiac dimensions. *Med Sci Sports Exerc*, 30: 824-830.
144. Iglesias-Cubero G, Batalla A, Rodriguez Reguero JJ, Barriales R, Gonzalez V, Lopez de la Iglesia J, Terrados N. (2000) Left ventricular mass index and sports: the influence of different sports activities and arterial blood pressure. *Int J Cardiol*, 75: 261-265.
145. Rizzo M, Gensini F, Fatini C, Manetti P, Pucci N, Capalbo A, Vono MC, Galanti G. (2003) ACE I/D polymorphism and cardiac adaptations in adolescent athletes. *Med Sci Sports Exerc*, 35: 1986-1990.
146. Pavlik G, Olexó Zs, Frenkl R. (1996) Echocardiographic estimates related to various body size measures in athletes. *Acta Physiol Hung*, 84: 171-181.
147. Barbier J, Lebillier E, Ville N, Rannou-Bekono F, Carré F. (2006) Relationship between sports-specific characteristics of athlete's heart and maximal oxygen uptake. *Eur J Cardiovasc Prev Rehab*, 13: 115-121.
148. Gates PE, Tanaka H, Graves J, Seals DR. (2003) Left ventricular structure and diastolic function with human ageing. Relation to habitual exercise and arterial stiffness. *Eur Heart J*, 24: 2213-2220.
149. Poulsen SH, Hjortshøj S, Korup E, Poenitz V, Espersen G, Sogaard P, Suder P, Egeblad H, Kristensen BØ. (2007) Strain rate and tissue tracking imaging in quantitation of left ventricular systolic function in endurance and strength athletes. *Scand J Med Sci Sports*, 17: 148-155.
150. Schannwell CM, Schneppenheim M, Plehn G, Marx R, Strauer BE. (2002) Left ventricular diastolic function in physiologic and pathologic hypertrophy. *Am J Hypertens*, 15: 513-517.
151. Snoeckx LH, Abeling HF, Lambregts JA, Schmitz JJ, Verstappen FT, Reneman RS. (1983) Cardiac dimensions in athletes in relation to variations in their training program. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 52: 20-28.
152. Obert P, Stecken F, Courteix D, Lecoq AM, Guenon P. (1998) Effect of long-term intensive endurance training on left ventricular structure and diastolic function in prepubertal children. *Int J Sports Med*, 19: 149-154.

153. Prasad A, Popovic ZB, Arbab-Zadeh A, Fu Q, Palmer D, Dijk E, Greenberg NL, Garcia MJ, Thomas JD, Levine BD. (2007) The effect of aging and physical activity on Doppler measures of diastolic function. *Am J Cardiol*, 99: 1629-1636.
154. Ayabakan C, Akalin F, Mengüray S, Çotuk B, Odabaş I, Özüak A. (2006) Athlete's heart in prepubertal male swimmers. *Cardiol Young*, 16: 61-66.
155. Zdravkovic M, Perunicic J, Krotin M, Ristic M, Vukomanovic V, Soldatovic I, Zdravkovic D. (2010) Echocardiographic study of left ventricular remodeling in highly trained preadolescent footballers. *J Sci Med Sport*, 13: 602-606.
156. Macchi C, Catini C, Catini CR, Contini M, Zito A, Urbano F, Miniati B, Molino Lova R, Gulisano M, Brizzi E. (2001) A comparison between the heart of young athletes and of young healthy sedentary subjects: a morphometric and morpho-functional study by echo-color-doppler method. *Ital J Anat Embryol*, 106: 221-231.
157. Sharma S, Maron BJ, Whyte G, Firoozi S, Elliott P, McKenna W. (2002) Physiologic limits of left ventricular hypertrophy in elite junior athletes; relevance to differential diagnosis of athlete's heart and hypertrophic cardiomyopathy. *J Am Coll Cardiol*, 40: 1431-1436.
158. Mantziari A, Vassilikos VP, Giannakoulas G, Karamitsos TD, Dakos G, Girasis C, Papadopoulou KN, Ditsios K, Karvounis H, Styliadis IH, Parcharidis G. (2010) Left ventricular function in elite rowers in relation to training induced structural myocardial adaptation. *Scand J Med Sci Sport*, 20: 428-433.
159. O'Keefe JH, Patil HR, Lavie CJ, Magalski A, Vogel RA, McCullough PA. (2012) Potential adverse cardiovascular effects from excessive endurance exercise. *Mayo Clin Proc*, 87: 587-595.
160. D'Ascenzi F, Pelliccia A, Cameli M, Lisi M, Natali BM, Focardi M, Giorgi A, D'Urbano G, Causarano A, Bonifazi M, Mondillo S. (2015) Dynamic changes in left ventricular mass and in fat-free mass in top-level athletes during the competitive season. *Eur J Prev Cardiol*, 22: 127-134.
161. Weinstock J, Estes NA 3rd. (2013) The heart of an athlete: black, white, and shades of grey with no gold standard. *Circulation*, 127: 1757-1759.
162. Ekelund LG, Suchindran CM, Karon JM, McMahan RP, Tyroler HA. (1990) Black-white differences in exercise blood pressure. The Lipid Research Clinics Program Prevalence Study. *Circulation*, 81: 1568-1574.

163. Kalinowski L, Dobrucki IT, Malinski T. (2004) Race-specific differences in endothelial function: predisposition of African Americans to vascular diseases. *Circulation*, 109: 2511-2517.
164. Nguyen QM, Srinivasan SR, Xu JH, Chen W, Berenson GS. (2008) Racial (black-white) divergence in the association between adiponectin and arterial stiffness in asymptomatic young adults: the Bogalusa heart study. *Am J Hypertens*, 21: 553-557.
165. Pauliks LB, Cole KE, Mergner WJ. (1999) Increased insulin-like growth factor-1 protein in human left ventricular hypertrophy. *Exp Mol Pathol*, 66: 53-58.
166. Wilhelm M, Roten L, Tanner H, Wilhelm I, Schmid JP, Saner H. (2011) Gender differences of atrial and ventricular remodelling and autonomic tone in nonelite athletes. *Am J Cardiol*, 108: 1489-1495.
167. European Sports Charter (revised). Brussels, Council of Europe, 2001.
168. Farfelj, VSz.: A sportedzés fiziológiája. Módszertani tájékoztató 5. MTS OT. Budapest, 1967, 9-23.
169. Mitchell JH, Haskell WL, Snell P, Van Camp SP. (2005) Task Force 8: Classification of sports. *J Am Coll Cardiol*, 45: 1364-1367.
170. Jákó P. A sportorvoslás alapjai. Országos Sportegészségügyi Intézet, Budapest, 2003.
171. Maron BJ, Araújo CD, Thompson PD, Fletcher GF, de Luna AB, Fleg JL, Pelliccia A, Balady GJ, Furlanello F, Van Camp SP, Elosua R, Chaitman BR, Bazzarre TL: (2001) Recommendations for Preparticipation Screening and the Assessment of Cardiovascular Disease in Master Athletes: An Advisory for Healthcare Professionals From The Working Groups of the World Health Federation, the International Federation of Sports Medicine, and the American Heart Association Committee on Exercise, Cardiac Rehabilitation and prevention. *Circulation*, 103: 327-334.
172. Pelliccia A, Zipes DP, Maron BJ. (2008) Bethesda Conference #36 and the European Society of Cardiology Consensus Recommendations Revisited: A comparison of U.S. and the European criteria for eligibility and disqualification of competitive athletes with cardiovascular abnormalities. *J Am Coll Cardiol*, 52: 1990-1996.
173. Uberoi A, Sadik J, Lipinski MJ, Van Le V, Froelicher V. (2013) Association between cardiac dimensions and athlete lineup position: analysis using echocardiography in NCAA football team players. *Phys Sportsmed*, 41: 58-66.

174. Maron BJ, Pelliccia A, Spataro A, Granata M. (1993) Reduction in left ventricular wall thickness after deconditioning in highly trained Olympic athletes. *Br Heart J*, 69: 125-128.
175. Hansen PR, Andersen LJ, Rebelo AN, Brito J, Hornstrup T, Schmidt JF, Jackman SR, Mota J, Rêgo C, Oliveira J, Seabra A, Krstrup P. (2013) Cardiovascular effects of 3 months of football training in overweight children examined by comprehensive echocardiography: a pilot study. *J Sports Sci*, 31: 1432-1440.
176. Randers MB, Andersen LJ, Orntoft C, Bendiksen M, Johansen L, Horton J, Hansen PR, Krstrup P. (2013) Cardiovascular health profile of elite female football players compared to untrained controls before and after short-term football training. *J Sports Sci*, 31: 1421-1431.
177. Smith SA, Humphrey RH, Wohlford JC, Flint DL. (1994) Myocardial adaptation and weight fluctuation in college wrestlers. *Int J Sports Med*, 15: 70-73.
178. Janz KF, Dawson JD, Mahoney LT. (2000) Predicting heart growth during puberty: The Muscatine Study. *Pediatrics*, 105: E63.
179. Rowland TW, Unnithan VB, MacFarlane NG, Paton JY. (1994) Clinical manifestations of the 'athlete's heart' in prepubertal male runners. *Int J Sports Med*, 15: 515-519.
180. Triposkiadis F, Ghiokas S, Skoularigis I, Kotsakis A, Giannakoulis I, Thanapoulos V. (2002) Cardiac adaptation to intensive training in prepubertal swimmers. *Eur J Clin Invest*, 32: 16-23.

X. SAJÁT PUBLIKÁCIÓK JEGYZÉKE

I. Disszertációhoz kapcsolódó publikációk

Csajági E, Szauder I, Major Z, Pavlik G. Left Ventricular Morphology in Different Periods of the Training Season in Elite Young Swimmers. *Pediatr Exerc Sci.* 2015;27(2):185-91. IF: 1,452

Pavlik G, Major Zs, **Csajági E**, Jeserich M, Kneffel Zs: The athlete's heart. Part II. Influencing factors on the athlete's heart: kinds of sports, age, gender, performance level. *Acta Physiol Hung* 2013;100(1):1-27. IF: 0,747

II. Disszertációtól független publikációk

Cikk

Szauder I, **Csajági E**, Major Z, Pavlik G, Ujhelyi G. Treatment of Hypertension: Favourable Effect of the Twice-Daily Compared to the Once-Daily (Evening) Administration of Perindopril and Losartan. *Kidney Blood Press Res.* 2015;40(4):374-85. IF: 2,123

Major Z, **Csajági E**, Kneffel Z, Kováts T, Szauder I, Sidó Z, Pavlik G. Comparison of left and right ventricular adaptation in endurance-trained male athletes. *Acta Physiol Hung.* 2015;102(1):23-33. IF: 0,734

XI. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton szeretném kifejezni köszönetemet témavezetőmnek, Prof. Dr. Pavlik Gábor DSc-nek témavezetéséért, közös munkánk során nyújtott segítségéért és támogatásáért.

Köszönöm továbbá a Testnevelési Egyetem Egészségtudományi és Sportorvosi Tanszék vezetőjének, Prof. Dr. Tóth Miklós Dsc-nek, hogy lehetővé tette számomra a kutatómunkám végzését a tanszéken, ehhez minden technikai segítséget megadva.

Köszönet illeti az Osztrák Sportorvosi Intézet (ÖISM) vezetőjét Prof. Dr. Norbert Bachl DSc-t és Munkatársait, akikkel az Osztrák-Magyar Akció Alapítvány Ernst Macht Ösztöndíja keretében dolgozhattam először együtt, mely együttműködés a továbbiakban is fennmaradt. Köszönöm a Professzor Úr belém vetett bizalmát, útmutatásait és a nagyszerű közös munkát.

Köszönettel tartozom Dr. Eperjessy Katalin adjunktus asszonynak, aki révén a Szent Imre Kórház kardiológiai osztályán végezhettem echokardiográfiás vizsgálatokat, és akitől nagyon sokat tanultam a patológiás állapotok jellemzőiről.

Nagyon hálás vagyok továbbá szüleimnek, akik lehetővé tették számomra az orvosi diploma megszerzését és minden segítséget és támogatást megadtak kutatói munkám során is.

XII. FÜGGELÉK

XII./1 Táblázatok jegyzéke

1. táblázat - A kardiális edzésadaptáció jellemzői.....	9
2. táblázat - EKG eltérések sportolóknál	18
3. táblázat - Az edzettségi jelek megjelenése különböző életkorú sportolóknál	24
4. táblázat - A ciklikus mozgások felosztása az erőteljességi övezetek szerint	29
5. táblázat - Sportmozgások beosztása	29
6. táblázat - A sportmozgások beosztása a statikus-dinamikus komponens alapján	31
7. táblázat - Beválogatási kritériumok	38
8. táblázat - A sportolói csoportok elemszámai.....	39
9. táblázat - Vizsgálati személyek 2.	41
10. táblázat - A vizsgálatok menete.....	43
11. táblázat - A csoportok antropometriai jellemzői	52
12. táblázat - Különbségek a testmagasságban.....	52
13. táblázat - A testtömegben megjelenő különbségek	53
14. táblázat - A BMI értékében megjelenő különbségek.....	53
15. táblázat - Nyugalmi vitális paraméterek.....	54
16. táblázat - A nyugalmi szívfrekvenciában megjelenő különbségek	54
17. táblázat - Az edzettség jellemzői	55
18. táblázat - Regulációs edzésadaptáció	56
19. táblázat - Különbségek a szisztolé időtartamában.....	57
20. táblázat - Különbségek a diasztolé időtartamában	57
21. táblázat - Morfológiai paraméterek (lineáris mért paraméterek).....	59
22. táblázat - Számított térfogati paraméterek.....	60
23. táblázat - Különbségek a muszkuláris kvóciens értékében	61
24. táblázat - Bal kamrai morfológia: indexált és relatív értékek.....	62
25. táblázat - Különbségek a bal kamrai izomtömeg értékében	64
26. táblázat - Különbségek a bal kamrai belső átmérőben	64
27. táblázat - A bal kamrai belső átmérő különbségei szisztolében (ESD).....	65
28. táblázat - A bal kamrai hosszanti belső átmérő különbségei.....	65
29. táblázat - Különbségek a BK-i falvastagságokban.....	65

30. táblázat - Különbségek a testfelületre vonatkoztatott falvastagságértékekben	66
31. táblázat - A bal kamrai diasztolés funkció.....	67
32. táblázat - Különbségek a szisztolés funkciót jellemző paraméterekben.....	68
33. táblázat - Különbségek a csoportok között a VCF-ben	68
34. táblázat - Jobb kamra morfológiai adaptáció.....	70
35. táblázat - Jobb kamrai funkcionális adaptáció.....	71
36. táblázat - A pitvarok morfológiai adaptációja	72
37. táblázat - Különbségek a jobb pitvari méretekben	73
38. táblázat - Az aortagyök átmérője.....	73
39. táblázat - Az antropometriai és BK morfológiai jellemzők változása az edzésciklussal fiúkban	76
40. táblázat - Az antropometriai és BK morfológiai jellemzők változása az edzésciklussal lányokban.....	78
41. táblázat a, b - Különbségek sportolók és kontrollok között kiinduláskor és a 2. alapozó fázis végén.....	81

XII./2 Ábrák jegyzéke

1. ábra - 2D és M-Mód BK paraszternális hosszmetset.....	44
2. ábra - 2D 4-üregű csúcsi felvétel.....	44
3. ábra - Csúcsi 4 üregű felvétel a pitvari méretek meghatározására	45
4. ábra - Csúcsi 4-üregű felvétel a jobb kamrai méretek meghatározására	46
5. ábra - Mitrális beáramlási görbe.....	47
6. ábra - Szöveti Doppler felvétel a mitrális annulus mediális és laterális eredésénél ...	47
7. ábra - Trikuszipidális beáramlási görbe.....	48
8. ábra - Trikuszipidális annulus szöveti Doppler vizsgálata	49
9. ábra - TAPSE meghatározása	49
10. ábra - Különbségek a szisztolé és diasztolé időtartamában (medián; alsó és felső kvartilis értékek).....	58
11. ábra - A muszkuláris kvóciens alakulása (Medián; alsó és felső kvartilis értékek) .	61
12. ábra - Rel LVIDd változása a statikus és a dinamikus komponens növekedésével (átlag ± SD értékek).....	63

13. ábra - A relatív és indexált LVMM változása a statikus és dinamikus komponens növekedésével (medián; alsó és felső kvartilis értékek).....	63
14. ábra. A bal kamrai izomtömeg változása az edzéciklussal	79