

Umjerenost u svemu – sportsko srce

Everything in Moderation – Athlete's Heart

ANA RESCHNER¹, NINA JAKUŠ², DORA FABIJANOVIĆ², IVO PLANINC²

1 - Dom zdravlja Zagreb Centar, Zagreb, Hrvatska

2 - Klinika za bolesti srca i krvnih žila, Klinički bolnički centar Zagreb, Zagreb, Hrvatska

SAŽETAK _____ Brojna klinička istraživanja dokazala su jasne koristi tjelesne aktivnosti za kardiovaskularno, ali i opće zdravlje svakoga čovjeka. Tjelesna aktivnost izaziva fiziološki odgovor organizma koji dovodi do različitih prilagodba pojedinih organskih sustava, a primjer jedne od njih jest i sportsko srce – benigni i reverzibilni odgovor kardiovaskularnog sustava na ponavljaju i intenzivnu tjelesnu aktivnost. Neke bolesti miokarda mogu dijeliti slične elektrokardiografske, ehokardiografske i druge karakteristike sa sportskim srcem. Pravodobno prepoznavanje takvih bolesti ključno je za zaštitu zdravlja svih koji se bave intenzivnijom tjelesnom aktivnosti rekreativno ili profesionalno.

KLJUČNE RIJEČI: tjelesna aktivnost, sportsko srce, bolesti miokarda

SUMMARY _____ Numerous clinical studies have demonstrated obvious benefits of physical activity for cardiovascular, as well as general health of every human being. Physical activity induces a physiological response resulting in different adaptations of individual organ systems. One of such adaptations is the athlete's heart representing a benign and reversible reaction of the cardiovascular system to repeated and intensive physical activity. Some of the myocardial diseases may share electrocardiographic, echocardiographic and other features similar to those of the athlete's heart. Timely recognition of such diseases is crucial to the health of everyone who is engaged in a more intensive physical activity, either recreationally or professionally.

KEY WORDS: physical activity, athlete's heart, myocardial diseases



Uvod

Još u doba antičke Grčke tjelesna je aktivnost smatrana važnom za održavanje zdravlja, a sport je (ponajprije atletika) bio sastavni dio školovanja mladih i zauzimao važnu ulogu u svakodnevnom životu. Herodikus (5. stoljeće prije Krista) smatra se ocem sportske medicine jer je prvi utvrdio važnost tjelesne aktivnosti za očuvanje zdravlja, ali ju je i primjenjivao pri liječenju raznih bolesti (1, 2).

Tijekom istoga razdoblja različiti filozofski pravci, a posebno filozofske škole Platona i Aristotela, smatraju umjerenost vrlinom ili putom do vrline. Filozofske norme ugrađuju se u razne aspekte života te antički liječnici poput Hipokrata i Galena promiču umjerenost u jelu, piću i tjelesnoj aktivnosti kao put zdravlju svake osobe (2 - 4).

U današnje vrijeme, u razvijenom svijetu postoji veliko nastojanje bavljenja rekreativnim sportovima. Prema dostupnim podacima, 2018. je oko 18 milijuna ljudi u Sjedinjenim Američkim Državama i oko 2,5 milijuna ljudi u Ujedinjenom Kraljevstvu rekreativno trčalo i sudjelovalo u rekreativnim organiziranim utrkama (5, 6). Podatci iz 2017. godine upućuju na oko 1,7 milijuna ljudi u Europskoj uniji koji se profesionalno bave sportom ili njihov posao uključu-

je sportsku aktivnost (7). S druge strane, podatci posebnog Eurobarometra o sportu i tjelesnoj aktivnosti iz 2017. godine upućuju na zabrinjavajuće nisku razinu tjelesne aktivnosti opće populacije, to jest na podatak da se gotovo 50% stanovništva uopće ne bavi tjelesnom aktivnosti, a samo 7% redovito se (barem 5 dana na tjedan) bavi njome.

Moramo se podsjetiti i smjernica za prevenciju kardiovaskularnih bolesti Europskoga kardiološkog društva koje preporučuju tjelesnu aktivnost za zdrave ljude svih dobnih skupina. Prema njima, potrebno je najmanje 150 min na tjedan umjerene tjelesne aktivnosti (poput bržeg hodanja, spore vožnje biciklom, plesanja, vrtlarjenja) ili 75 min intenzivne tjelesne aktivnosti (trčanje, brza vožnja biciklom, plivanje, igranje tenisa), ili jednakovrijedna kombinacija aktivnosti. Za dodatno unaprjeđenje zdravlja preporučuje se i postupno povećanje do 300 min umjerene ili 150 min intenzivne tjelesne aktivnosti na tjedan (8). Prema svemu navedenom, vidi se da istodobno postoje velika potreba za daljnjim promicanjem tjelesne aktivnosti, kao i odgovornost prema očuvanju zdravlja vrlo velikog broja ljudi koji se već aktivno bave sportom, bilo rekreativno ili profesionalno. U ovom ćemo se tekstu usredotočiti na utjecaj tjelesne aktivnosti na kardiovaskularni sustav.

Fiziološki odgovor kardiovaskularnog sustava na tjelesnu aktivnost

Uloga kardiovaskularnog sustava tijekom tjelesne aktivnosti jesu pravodoban i primjeren transport hranjivih tvari skupinama mišića što su uključeni u obavljanje aktivnosti te isto tako pravodoban i primjeren transport nusprodukata metabolizma iz mišića u organe koji ih izlučuju. Navedeno se ostvaruje ubrzanjem cirkulacije, odnosno povećanjem srčanoga minutnog volumena putem povišenja frekvencije srca, povećanjem udarnog volumena i perifernom vazodilatacijom. Iako se osnovni fiziološki mehanizam kratkoročnog odgovora na tjelesnu aktivnost doima jednostavnim, dugotrajni učinci tjelesne aktivnosti na kardiovaskularni sustav vrlo su složeni te se razlikuju ovisno o njezinu tipu. Kada govorimo o tipovima tjelesne aktivnosti, primarno je možemo podijeliti na izotoničku (dinamičnu) i izometričku (statičnu). Izotonička aktivnost podrazumijeva aktivaciju velikih skupina mišića te njihovo skraćivanje i produljivanje u ponavljanim kontrakcijama, što dovodi do velikih opsega pokreta u zglobovima. Izometrička aktivnost, s druge strane, uključuje mnogo manju promjenu duljine mišića s puno manjim pokretima susjednih zglobova uz stvaranje velike mišićne sile (9).

Izotonička aktivnost velikih skupina mišića nalaže perifernu vazodilataciju i ubrzanje cirkulirajućeg volumena, što fiziološki odgovara volumnom opterećenju srca. Ponavljano izlaganje tom tipu tjelesne aktivnosti dovodi uglavnom do povećanja mase miokarda i volumena srčanih šupljina, odnosno njihove dilatacije. Primjeri aktivnosti koje su najvećim dijelom izotoničke jesu trčanje na duge staze, veslanje ili bicikliranje na duge staze. Izometrička aktivacija velikih mišićnih skupina rezultira pretežito povišenjem arterijskog tlaka i time tlačnim opterećenjem djeluje na srce. Prilagodba miokarda na ponavljaju izloženost izometričkoj tjelesnoj aktivnosti može se usporediti s procesom remodelacije koji karakterizira koncentrična hipertrofija lijeve klijetke. Aktivnosti koje pretežito uključuju ovaj tip aktivacije mišićne sile jesu dizanje utega, borilački sportovi ili atletske bakačke discipline. Sportovi su najvećim dijelom kombinacija opisanih tipova tjelesne aktivnosti. Pritom je važno naglasiti da se često rabe pojmovi aerobne i anaerobne tjelesne aktivnosti. Ta se klasifikacija temelji na načinu iskorištavanja hranjivih tvari za proizvodnju energije, odnosno vrsti metabolizma koja se zbiva tijekom određene aktivnosti. Većinom su izometričke aktivnosti jačeg intenziteta anaerobne, a izotoničke aktivnosti aerobne, no postoje i preklapanja. Na primjer, skokovi u dalj ili trkačka kategorija sprinta, iako su u svojoj mehaničkoj osnovi izotoničke, metaboličkim su odgovorom anaerobne aktivnosti (9 – 12).

Sportsko srce – definicija

Pojam sportskog srca u kardiologiji obuhvaća strukturnu i funkcionalnu prilagodbu srca na ponavljaju tjelesnu aktivnost jakog intenziteta. Funkcionalne odnosno hemodinamičke promjene već su prije opisane, a strukturne najčešće obuhvaćaju proširenje svih srčanih šupljina ili zadebljanje stijenka srca, ili njihovu kombinaciju. Općenito se takve promjene u sportaša smatraju benignima i reverzibilnima. Ipak, među najvećim dilemama i izazovima današnje kardiologije jest razlikovanje sportskoga srca od patoloških stanja što mogu izazvati teške posljedice u ljudi koji bi se nastavili baviti sportom jednakog intenziteta (13).

Ovdje ponajprije mislimo na rane stadije različitih kardiomiopatija koje mogu imati osobine što se preklapaju sa sportskim srcem. Također, kontradiktorni su podatci vezani uz dugotrajne učinke tjelesne aktivnosti na kardiovaskularne rizike u profesionalnih sportaša te zato s oprezom moramo tumačiti podatke o pojavnosti neželjenih kardiovaskularnih događaja (npr., nagle srčane smrti) i njihovoj kauzalnoj vezi s profesionalnim bavljenjem sportom (14). Drugim riječima, razumno je pretpostaviti da sportska aktivnost povisuje rizik od neželjenih kardiovaskularnih događaja u bolesnika s preegzistentnim rizičnim faktorima ili predilekcijom za neželjeni događaj (poput nasljednih kardiomiopatija, kanalopatija ili klasičnih rizičnih čimbenika ishemijske bolesti srca), no vrlo je prijeporno povećava li dugotrajna tjelesna aktivnost jakog intenziteta u, npr., profesionalnih sportaša rizik od takvih događaja.

Prijeklopne osobine sportskog srca i bolesti miokarda

Patološka stanja koja se često nameću kao diferencijalna dijagnoza sportskoga srca sigurno dijele neke njegove osobine. Tako zadebljanje stijenka miokarda može odgovarati i hipertrofijskoj ili infiltrativnoj kardiomiopatiji te hipertenzivnoj bolesti srca. Dilatacija lijeve klijetke s blago reduciranom ejectionskom frakcijom može odgovarati ranom stadiju idiopatske neishemijske (dilatacijske) kardiomiopatije. Izolirana dilatacija desne klijetke preklapa se s aritmogenom displazijom desne klijetke. Osim morfoloških promjena, ljudi sa sportskim srcem mogu imati i povišen rizik od atrijskih (supraventrikularnih) aritmija, posebno atrijskih ekstrasistola, atrijske fibrilacije i undulacije.

Aritmije moramo uvijek analizirati prema tomu pojavljuju li se izolirano ili kao prvi znak podležće strukturne bolesti srca (15). Pri svim ovim stanjima važno je uzimanje detaljne osobne i obiteljske anamneze da bi se otkrili mogući tragovi koji bi upućivali na preegzistentno patološko stanje.

Dijagnostički postupci u razlikovanju sportskoga srca i bolesti miokarda

Elektrokardiogram

Promjene elektrokardiograma vezane uz sportsko srce posljedica su hipertrofije stijenka, dilatacije srčanih šupljina i dominacije parasimpatičkog autonomnoga živčanog sustava, odnosno aktivacije vagusa. Prema posljednjim Međunarodnim preporukama za tumačenje elektrokardiograma u sportaša, normalnim se nalazom smatraju ove promjene EKG-a: izolirani voltažni kriteriji hipertrofije lijeve i/ili desne klijetke (uključujući inkompletni blok desne grane), rana repolarizacija (elevacija spoja QRS-kompleksa i ST-segmenta, odnosno J-točke za $\geq 0,1$ mV) u inferiornim ili lateralnim odvodima, inverzija T-valova od V1 do V3 u sportaša mladih od 16 godina te fiziološke aritmije (sinusna bradikardija ili aritmija) i blage smetnje atrioventrikularnog (AV) provođenja (AV-blok I. stupnja, AV-blok II. stupnja Mobitzova tipa 1). Također, jasno su predložene i karakteristike EKG-a koje nalažu daljnju obradu zbog toga što su granično ili jasno patološke (tablica 1.) (16).

TABLICA 1. Elektrokardiografske karakteristike koje nalažu daljnju obradu

Granično patološki znakovi EKG-a	Patološki znakovi EKG-a
lijeva električna os	inverzija T-valova
povećanje lijevog atrija	denivelacija ST-segmenta
desna električna os	patološki Q-zupci
povećanje desnog atrija	kompletni blok lijeve grane
kompletni blok desne grane	QRS ≥ 140 ms
	epsilon-val
	preekscitacija
	prolongacija QT-interval
	sinusna bradikardija < 30 /min
	PQ-interval ≥ 400 ms
	AV-blok II. stupnja Mobitzova tipa 2
	AV-blok III. stupnja
	≥ 2 ventrikularne ekstrasistole
	atrijske tahiaritmije
	ventrikularne tahiaritmije

Postoje li 2 ili više granično patoloških znakova ili samo jedan od patoloških znakova, preporučuje se daljnja obrada radi otkrivanja bolesti miokarda povezanih s naglom srčanom smrću.

EKG – elektrokardiografski, AV – atrioventrikularni

Prilagođeno prema ref. 16.

Ehokardiografija

Ultrazvuk srca jedna je od osnovnih dijagnostičkih metoda

u sportskoj kardiologiji te se rabi pri probiru sportaša prije početka profesionalne tjelesne aktivnosti, kao i u praćenju prilagodbe srčanog mišića na sportsku aktivnost. Iako se teoretski, s obzirom na fiziologiju tjelesne aktivnosti, u sportaša očekuje adaptacija u obliku hipertrofije i/ili dilatacije srca, prema podacima iz dostupnih istraživanja, te promjene obično nisu jako naglašene. Točnije, dostupna klinička istraživanja pokazuju da tek 0,4 – 1,7% profesionalnih sportaša ima debljinu interventrikularnog septuma > 12 – 13 mm (što odgovara gornjoj granici normale), a slično se vidi i kod mjerenja dimenzija lijeve klijetke koje vrlo često nakon indeksiranja na površinu tijela ostaju u normalnim vrijednostima. Ipak, prema dostupnim podacima, možemo vidjeti da u profesionalnih sportaša izloženih vrlo intenzivnoj i dugotrajnoj izotoničkoj aktivnosti (npr., trkači maratona ili sudionici triatlona) njih čak 14% ima unutarnji promjer lijeve klijetke u diastoli (engl. *Left ventricular end-diastolic diameter* – LVEDD) veći od 60 mm, što odgovara kategoriji patoloških dimenzija lijeve klijetke (17 – 19). Najčešći parametar procjene kontraktilnosti, odnosno sistoličke funkcije lijeve klijetke jest ejekcijska frakcija lijeve klijetke koja u vrlo treniranih sportaša može biti izračunom graničnih vrijednosti ili blago smanjena. Mehanizmi koji se spominju u podlozi jesu utjecaj vagusa i potreba za manjim srčanim minutnim volumenom u mirovanju, no i kontroverzniji patološki mehanizmi poput ponavljano oksidativnog stresa i supkliničkog oštećenja kardiomiocita tijekom dugotrajne intenzivne tjelesne aktivnosti. Ejekcijska frakcija u takvih sportaša postaje normalna ili supranormalna tijekom tjelesne aktivnosti, što je i dokazano ultrazvukom srca pri opterećenju (20, 21).

Primjena novih ultrazvučnih metoda, poput analize deformacije miokarda odnosno metode tkivnoga doplera i analize *speckle tracking*, može uvelike pridonijeti razlikovanju sportskoga srca od kardiomiopatija. Za razliku od sportskoga srca, zadebljani miokard hipertrofijske kardiomiopatije zbog svoje će inherentno niže kontraktilne vrijednosti imati manju deformaciju, odnosno snižene vrijednosti *strain*a, a slično ćemo vidjeti i u dilatacijskim kardiomiopatijama gdje će dilatacija lijeve klijetke biti pridružena sniženim parametrima deformacije miokarda. Nasuprot tomu, sportsko će srce uz hipertrofiju stijenka ili dilataciju šupljina zadržati normalne ili supranormalne parametre deformacije miokarda (22, 23).

Posljednjih godina poseban je naglasak na proučavanju prilagodbe desne klijetke na ponavljano intenzivnu tjelesnu aktivnost. U normalnim fiziološkim uvjetima desna je klijetka izložena malim plućnim vaskularnim otporima

i prilagođena niskim vrijednostima plućnog arterijskog tlaka. Intenzivna izotonička tjelesna aktivnost, posebno u profesionalnih sportaša, dovodi do većeg naprezanja stijenke desne klijetke u odnosu prema lijevoj klijetki zbog relativno većeg porasta arterijskog tlaka u plućnoj cirkulaciji od onoga u sistemske cirkulaciji (14, 24, 25). To znači da dugotrajna intenzivna izotonička aktivnost u profesionalnih sportaša može dovesti do izražene dilatacije desne klijetke koja u nekih može imati karakteristike slične aritmogenoj displaziji desne klijetke (engl. *Arrhythmogenic right ventricular dysplasia* – ARVD). Ipak, valja naglasiti da desna klijetka u sportskom srcu neće imati regionalne ispade kontraktilnosti te da je povećanje najčešće difuzno i zahvaća uglavnom podjednako sve dijelove klijetke. S druge strane, u ARVD-u često vidimo regionalne ispade kontraktilnosti desne klijetke, područja aneurizme, a od svih dijelova desne klijetke najčešće je dilatiran njezin izlazni trakt (26). Osim remodelacije klijetka, više kliničkih istraživanja dokazalo je povećanje lijevog atrija i, ovisno o tipu tjelesne aktivnosti, blagu dilataciju lijevog atrija u barem 20 – 25% sportaša (27, 28). Povećanje i remodelaciju lijevog atrija valja povezati i s povišenom stopom atrijskih aritmija u ljudi sa sportskim srcem. Najčešće kardiovaskularne bolesti koje možemo ehokardiografski otkriti u populaciji sportaša, a važne su za preporuku daljnje intenzivne sportske aktivnosti navedene su na tablici 2.

TABLICA 2. Najčešće kardiovaskularne bolesti koje možemo ehokardiografski otkriti u populaciji sportaša, a važne su za preporuku daljnje intenzivne sportske aktivnosti

hipertrofijska kardiomiopatija
neishemijska dilatacijska kardiomiopatija
aritmogena displazija desne klijetke
stečena ili kongenitalna aortalna stenoza
bikuspidalni aortalni zalistak
miksomatozna bolest mitralnog zalistka
bolesti vezivnog tkiva (Marfanova bolest)

Prilagođeno prema ref. 22.

Magnetska rezonancija srca

Magnetska rezonancija srca ključna je dijagnostička metoda, jer njome možemo vrlo precizno izračunati volumene svih srčanih šupljina, masu miokarda te debljinu stijenka i, što je najvažnije, sastav stijenka srca. Pri analizi stijenka srca najvažnija je analiza kasne imbibicije kontrastom koja upućuje na zone edema ili miokardijalne fibroze što, ovisno o rasprostranjenosti (difuzna ili regionalna; epikardijalna, mezokardijalna ili endokardijalna), upozorava na različite bolesti ili normalne procese prilagodbe. Magnetska rezo-

nancija srca posebno je važna u točnoj procjeni dimenzija i funkcije desne klijetke, koja se često ne može dovoljno dobro prikazati ultrazvučnim metodama. Velika je prednost magnetske rezonancije srca i u mogućnosti prikaza epikardijalnih koronarnih arterija magnetskom angiografijom, kojom se može potvrditi ili isključiti prisutnost anomalija koronarnih arterija ili eventualnih znakova koronarne ateroskleroze, odnosno koronarne bolesti srca (29).

Srčani biomarkeri

U više kliničkih istraživanja dokazani su porasti koncentracije troponina T, troponina I i NTproBNP-a nakon dugotrajne tjelesne aktivnosti jakog intenziteta u profesionalnih i rekreativnih sportaša, a redovito se prati pad tih koncentracija do normalnih vrijednosti u roku od 24 do 48 h nakon aktivnosti. Porast troponina objašnjava se povećanjem propusnosti membrane kardiomiocita zbog mehaničkog i oksidativnog stresa te apoptozom i nekrozom pojedinih kardiomiocita. Unatoč tomu porast troponina općenito se smatra fiziološkim odgovorom i dosad nije dokazan utjecaj tog porasta na funkciju miokarda. Otpuštanje NTproBNP-a tijekom intenzivne tjelesne aktivnosti objašnjava se rastezanjem kardiomiocita zbog volumnog i tlačnog opterećenja. Prema dosadašnjim istraživanjima, porast NTproBNP-a reverzibilan je i fiziološki je odgovor na tjelesnu aktivnost jakog intenziteta (14, 30).

S druge strane, povišene koncentracije srčanih biomarkera u profesionalnih sportaša u mirovanju i nevezano uz intenzivnu tjelesnu aktivnost zasigurno mogu biti posljedica podležeće bolesti miokarda ili bolesti koronarnih arterija te nalažu daljnju dijagnostičku obradu.

Tjelesna aktivnost – koliko je dovoljno, a koliko je previše

Općenito se utjecaj tjelesne aktivnosti na zdravlje, posebno kardiovaskularnog sustava, smatra pozitivnim te se redovita tjelesna aktivnost preporučuje za očuvanje zdravlja i smanjenje konstitutivnih rizičnih čimbenika kardiovaskularnih bolesti. Ostaje jasno pitanje koliko je tjelesne aktivnosti dovoljno za pozitivne učinke te ima li ponavljana tjelesna aktivnosti jakog intenziteta štetne učinke na zdravlje, odnosno na kardiovaskularni sustav. Tako, primjerice, velika prospektivna kohortna istraživanja rekreativnih sportaša, poput istraživanja PURE (130.000 ispitanika tijekom medijana praćenja 6,9 godina), Norfolk EPIC (24.500 ispitanika tijekom 18 godina) i *Aerobics Center Longitudinal Study* (55.000 ispitanika tijekom 15 godina), pokazuju jasnu redukciju mortaliteta i rizika od kardiovaskularnih bolesti u ljudi koji se rekreativno bave umjerenom ili intenzivnom tjelesnom aktivnosti (31 – 33). S druge strane, u istraživanju

Copenhagen City Heart Study (1098 zdravih rekreativnih trkača i 3950 zdravih netrkača) utjecaj trčanja na ukupni mortalitet bio je dvojak: trkači lakšeg i umjerenog intenziteta imali su nižu stopu mortaliteta, a oni jačeg intenziteta jednak mortalitet u usporedbi s kontrolnom skupinom sedentarnih zdravih osoba (34). Velika metaanaliza 10 kliničkih istraživanja s ukupno 42.807 profesionalnih sportaša upućuje na to da i u ovoj skupini ljudi žive dulje i imaju niži rizik od kardiovaskularnih bolesti u odnosu prema općoj populaciji (35).

Postavlja se i pitanje nagle srčane smrti u sportaša ili općenito u ljudi koji se rekreativno bave sportskom aktivnosti. Trenutačno dostupni podatci iz Sjedinjenih Američkih Dr-

žava upućuju na stopu od 1/80.000 do 1/200.000 na godinu, a što je niža stopa nagle srčane smrti od one u općoj populaciji (36, 37).

Zaključak

Naglasak na umjerenost u tjelesnoj aktivnosti trebao bi biti više poticaj onima koji se njome ne bave ili se bave samo povremeno, a manje preporuka za ograničenje tjelesne aktivnosti jačeg intenziteta. No, sve bi profesionalne ili rekreativne sportaše liječnici svakako morali primjerenom pratiti te pri otkrivanju pojedinih znakova preegzistentne srčane bolesti ili rizičnih čimbenika kardiovaskularnih bolesti jasno savjetovati o nastavku tjelesne aktivnosti i njezinim mogućim neželjenim učincima.

LITERATURA

1. Pritchard DM. Sport, War and Democracy in Classical Athens. U: Papakonstantinou Z (ur.). Sport in the Cultures of the Ancient World. New Perspectives. 1. izd. New York: Routledge; 2010.
2. Tipton CM. The history of "Exercise is Medicine" in ancient civilizations. *Adv Physiol Educ* 2014;38:109–17. DOI: 10.1152/advan.00136.2013.
3. Shields C. Aristotle. U: Zalta EN (ur.). The Stanford Encyclopedia of Philosophy; 2016. Dostupno na: <https://plato.stanford.edu/archives/win2016/entries/aristotle/>. Datum pristupa: 23. 5. 2019.
4. Kraut R. Plato. U: Zalta EN (ur.). The Stanford Encyclopedia of Philosophy; 2017. Dostupno na: <https://plato.stanford.edu/archives/fall2017/entries/plato/>. Datum pristupa: 23. 5. 2019.
5. Running USA (Internet). Royal Oak; 2019. Dostupno na: https://runningusa.org/RUSA/News/2019/Running_USA_Releases_2019_US_Running_Trends_Report.aspx. Datum pristupa: 23. 5. 2019.
6. Sport England. Active Lives Adult Survey Report 2017./2018. London: Sport England; 2019. Dostupno na: <https://www.sportengland.org/activelives/>. Datum pristupa: 23. 5. 2019.
7. European Commission. Survey requested by the European Commission, Directorate-General for Education, Youth, Sport and Culture, and coordinated by the Directorate-General for Communication, Special Eurobarometer 472 on Sport and Physical Activity. Brussels: European Commission; 2017. Dostupno na: https://ec.europa.eu/sport/news/2018/new-eurobarometer-sport-and-physical-activity_en. Datum pristupa: 23. 5. 2019.
8. Piepoli MF, Hoes AW, Agewall S i sur.; ESC Scientific Document Group. 2016 European Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice: The Sixth Joint Task Force of the European Society of Cardiology and Other Societies on Cardiovascular Disease Prevention in Clinical Practice (constituted by representatives of 10 societies and by invited experts). Developed with the special contribution of the European Association for Cardiovascular Prevention & Rehabilitation (EACPR). *Eur Heart J* 2016;37(29):2315–81. DOI: 10.1093/eurheartj/ehw106.
9. Asmussen E. Similarities and dissimilarities between static and dynamic exercise. *Circ Res* 1981;48(Suppl. 1):I3–10.
10. Gallagher KM, Raven PB, Mitchell JH. Classification of sports and the athlete's heart. U: Williams RA (ur.). The Athlete and Heart Disease: Diagnosis, Evaluation and Management. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins; 1999., str. 9–21.
11. Mitchell JH, Haskell W, Snell P, Van Camp S. Task Force 8: Classification of Sports. *J Am Coll Cardiol* 2005;45:1364–7. DOI: 10.1016/j.jacc.2005.02.015.
12. Kovacs R, Baggish AL. Cardiovascular adaptations in athletes. *Trends Cardiovasc Med* 2016;26:46–52. DOI: 10.1016/j.tcm.2015.04.003.
13. Oakley D. General cardiology: The athlete's heart. *Heart* 2001;86:722–6. DOI: 10.1136/heart.86.6.722.
14. Eijssvogels TMH, Fernandez AB, Thompson PD. Are there deleterious cardiac effects of acute and chronic endurance exercise? *Physiol Rev* 2016;96:99–125. DOI: 10.1152/physrev.00029.2014.
15. Calvo N, Brugada J, Sitges M, Mont L. Atrial fibrillation and atrial flutter in the athletes. *Br J Sports Med* 2012;46(Suppl. 1):i37–43. DOI: 10.1136/bjsports-2012-091171.
16. Sharma S, Drezner JA, Baggish A i sur. International Recommendations for Electrocardiographic Interpretation in Athletes. *J Am Coll Cardiol* 2017;69:1057–75. DOI: 10.1016/j.jacc.2017.01.015.
17. Pelliccia A, Maron BJ, Spataro A i sur. The upper limit of physiologic cardiac hypertrophy in highly trained elite athletes. *N Engl J Med* 1991;324:295–301. DOI: 10.1056/NEJM199101313240504.
18. Sharma S, Maron BJ, Whyte G i sur. Physiologic limits of left ventricular hypertrophy in elite junior athletes: relevance to differen-

- tial diagnosis of athlete's heart and hypertrophic cardiomyopathy. *J Am Coll Cardiol* 2002;40:1431-6.
19. Pelliccia A, Culasso F, Di Paolo FM, Baron MJ. Physiologic left ventricular cavity dilatation in elite athletes. *Ann Intern Med* 1999;130:23-31.
 20. Middleton N, Shave R, George K, Whyte G, Hart E, Atkinson G. Left ventricular function immediately following prolonged exercise. A meta-analysis. *Med Sci Sports Exercise* 2006;38:681-7. DOI: 10.1249/01.mss.0000210203.10200.12.
 21. Abergel E, Chatellier G, Hagege AA i sur. Serial left ventricular adaptations in world-class professional cyclists: implications for disease screening and follow-up. *J Am Coll Cardiol* 2004;44:144-9. DOI: 10.1016/j.jacc.2004.02.057.
 22. Grazioli G, Sanz M, Montserrat S, Vidal B, Sitges M. Echocardiography in the evaluation of athletes. *F1000 Res* 2015;4:151. DOI: 10.12688/f1000research.6595.1.
 23. Cikes M, Sutherland GR, Anderson LJ, Bijmens BH. The Role of Echocardiographic Deformation Imaging in Hypertrophic Myopathies. *Nat Rev Cardiol* 2010;7:384-96. DOI: 10.1038/nrcardio.2010.56.
 24. Kovacs G, Berghold A, Scheidl S, Olschewski H. Pulmonary arterial pressure during rest and exercise in healthy subjects: a systematic review. *Eur Respir J* 2009;34:888-94. DOI: 10.1183/09031936.00145608.
 25. La Gerche A, Heidbuchel H, Burns AT i sur. Disproportionate exercise load and remodeling of the athlete's right ventricle. *Med Sci Sports Exerc* 2011;43:974-81. DOI: 10.1249/MSS.0b013e31820607a3.
 26. Marcus FI, McKenna WJ, Sherill D i sur. Diagnosis of arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy/dysplasia: proposed modification of the Task Force Criteria. *Eur Heart J* 2010;31:806-14. DOI: 10.1093/eurheartj/ehq025.
 27. Pelliccia A, Maron BJ, Di Paolo FM i sur. Prevalence and clinical significance of left atrial remodeling in competitive athletes. *J Am Coll Cardiol* 2005;46:690-6. DOI: 10.1016/j.jacc.2005.04.052.
 28. D'Andrea A, Riegler L, Cocchia R i sur. Left atrial volume index in highly trained athletes. *Am Heart J* 2010;159:1155-61. DOI: 10.1016/j.ahj.2010.03.036.
 29. Gati S, Sharma S, Pennell D. The role of cardiovascular magnetic resonance imaging in the assessment of highly trained athletes. *JACC: Cardiovasc Imag* 2018;11:247-59. DOI: 10.1016/j.jcmg.2017.11.016.
 30. Carbone A, D'Andrea A. Cardiac dysfunction and athlete's heart: new insights into pathophysiology and treatment. *E-Journal of Cardiology Practice* 2017;14(36).
 31. Lear SA, Hu W, Rangarajan S i sur. The effect of physical activity on mortality and cardiovascular disease in 130 000 people from 17 high-income, middle-income, and low-income countries, the PURE study. *Lancet* 2017;390:2643-54. DOI: 10.1016/S0140-6736(17)31634-3.
 32. Lachman S, Matthijs Boekholdt S, Luben RN i sur. Impact of physical activity on the risk of cardiovascular disease in middle-aged and older adults: EPIC Norfolk prospective population study. *Eur J Prev Cardiol* 2018;25:200-8. DOI: 10.1177/2047487317737628.
 33. Lee D, Pate RR, Lavie CJ i sur. Leisure-time running reduces all-cause and cardiovascular mortality risk. *J Am Coll Cardiol* 2014;64:472-81. DOI: 10.1016/j.jacc.2014.04.058.
 34. Schnohr P, O'Keefe JH, Marott JL, Lange P, Jensen GB. Dose of jogging and long-term mortality. The Copenhagen city heart study. *J Am Coll Cardiol* 2015;65:411-9.
 35. Garatachea N, Santos-Lozano A, Sanchis-Gomar F i sur. Elite athletes live longer than the general population: a meta-analysis. *Mayo Clinic Proc* 2014;(89):1195-200. DOI: 10.1016/j.mayocp.2014.06.004.
 36. Landry CH, Allan KS, Connelly MB i sur. Sudden cardiac arrest during participation in competitive sports. *N Engl J Med* 2017;377:1943-53. DOI: 10.1056/NEJMoa1615710.
 37. Farioli A, Christophi CA, Quarta CC, Kales SN. Incidence of sudden cardiac death in a young active population. *J Am Heart Assoc* 2015;4:e001818. DOI: 10.1161/JAHA.115.001818.



ADRESA ZA DOPISIVANJE:

Adresa za dopisivanje:
Ivo Planinc, dr. med., spec. kardiolog
Klinika za bolesti srca i krvnih žila
Klinički bolnički centar Zagreb
Kišpatićeva 12
10000 Zagreb, Hrvatska
e-mail: ivo.planinc@gmail.com

PRIMLJENO/RECEIVED:

5. 5. 2019./May 5, 2019

PRIHVAĆENO/ACCEPTED:

19. 5. 2019./ May 19, 2019

