

Ograničenja osoba s kardiološkim odstupanjima u sportskim aktivnostima

Žuvela, Franko

Master's thesis / Diplomski rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, School of Medicine / Sveučilište u Zagrebu, Medicinski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:105:498031>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-04-02**



Repository / Repozitorij:

[Dr Med - University of Zagreb School of Medicine Digital Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
MEDICINSKI FAKULTET**

Franko Žuvela

**Ograničenja osoba s kardiološkim
odstupanjima u sportskim aktivnostima**

DIPLOMSKI RAD



Zagreb, 2016.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
MEDICINSKI FAKULTET**

Franko Žuvela

**Ograničenja osoba s kardiološkim
odstupanjima u sportskim aktivnostima**

DIPLOMSKI RAD



Zagreb, 2016.

Ovaj diplomski rad izrađen je na Katedri za zdravstvenu ekologiju i medicinu rada i sporta pod vodstvom dr. sc. Hane Brborović, dr. med. i predan je na ocjenu u akademskoj godini 2015/1016.

POPIS KRATICA

ACC – eng. American College of Cardiology – Američki fakultet kardiologije

AHA – eng. American Heart Association – Američko društvo za srce

AR – aortalna regurgitacija

ARVC – aritmogena displazija desnog ventrikula

CT – eng. Computed tomography – kompjutorizirana tomografija

DCM – dilatativna kardiomiopatija

EKG – elektrokardiografija

FIA – fr. Fédération Internationale de l'Automobile - Međunarodna automobilistička federacija

HKM – hipertrofična kardiomiopatija

ICD – implantabilni kardioverter-defibrilator

KPVT – kateholaminergična polimorfna ventrikularna tahikardija

MR – Magnetska rezonanca

MVK – maksimalna voljna kontrakcija

UZV – ultrazvuk

VO_{2max} – maksimalan unos kisika

WADA – eng. World anti-doping agency - svjetska anti doping agencija

WPW – Wolff Parkinson White

SADRŽAJ

1.	SAŽETAK	
2.	SUMMARY	
3.	UVOD	1
4.	IZNENADNA SRČANA SMRT	2
5.	KLASIFIKACIJA SPORTA.....	4
6.	PREGLED SPORTAŠA – PRIMARNA PREVENCIJA.....	7
7.	PATOLOŠKI NALAZ EKG-A.....	9
7.1.	HIPERTROFIJA DESNOG ATRIJA I HIPERTROFIJA DESNOG VENTRIKULA	10
7.2.	DEPRESIJA ST SEGMENTA.....	10
7.3.	WOLFF PARKINSON WHITE (WPW) SINDROM.....	10
7.4.	BLOKOVI GRANA.....	11
7.5.	PATOLOŠKI Q VAL	11
7.6.	DEVIJACIJA ELEKTRIČNE OSI	11
8.	NAJČEŠĆI UZROCI SMRTI U SPORTAŠA	12
8.1.	HIPERTROFIČNA KARDIOMIOPATIJA	12
8.2.	MIOKARDITIS.....	14
8.3.	PERIKARDITIS	15
8.4.	ARITMOGENA DISPLAZIJA DESNOG VENTRIKULA (ARVC).....	16
8.5.	KONGENITALNE ANOMALIJE SRČANIH ARTERIJA.....	17
8.6.	BOLESTI SRČANIH ZALISTAKA.....	19
8.6.1.	STENOZA AORTALNE VALVULE	19
8.6.2.	AORTALNA REGURGITACIJA	20
8.6.3.	MITRALNA STENOZA.....	22
8.6.4.	MITRALNA REGURGITACIJA.....	23
8.7.	BOLESTI AORTE I MARFANOV SINDROM.....	25
8.8.	SRČANE KANALOPATIJE.....	29
9.	KORIŠTENJE DOPUŠTENIH I NEDOPUŠTENIH LIJEKOVA (DOPING). 31	
9.1.	β BLOKATORI.....	31
9.2.	DIURETICI	33
10.	ZAKLJUČAK.....	34
11.	ZAHVALE	35
12.	LITERATURA	36
13.	ŽIVOTOPIS	47

1. SAŽETAK

Ograničenja osoba s kardiološkim odstupanjima u sportskim aktivnostima

Franko Žuvela

Kardiovaskularne bolesti čine najčešće bolesti razvijenog svijeta kao i najčešći uzrok smrti u većini razvijenih zemalja. Upravo zbog velikog broja ljudi koji boluju od raznih kardiovaskularnih bolesti ovaj rad se bavi rizicima tih bolesnika pri bavljenju sportom. U rekreativnom i profesionalnom obliku sportska aktivnost nosi brojne pogodnosti, te može unaprijediti zdravlje pojedinca, ali nažalost može dovesti i do komplikacija, pogotovo kod populacije kardiovaskularnih bolesnika. Kao najtežu i najozbiljniju komplikaciju potrebno je izdvojiti iznenadnu srčanu smrt. Zbog vrlo rijetkih ranijih simptoma i naglog nastupa, iznenadna srčana smrt posebno je tragična, pogotovo kada se javi u mladim do tada zdravim sportaša. Najčešći uzrok odgovoran za 1/3 svih iznenadnih srčanih smrti je hipertrofična kardiomiopatija, ali može biti i neki od drugih brojnih uzroka poput miokarditisa, perikarditisa, kongenitalnih anomalija srca, bolesti srčanih zalistaka, bolesti aorte, kanalopatija i druge bolesti. Pošto većina slučajeva smrti nastupa naglo i bez ranijih simptoma jedini način da se smanji mortalitet je pravovremena i temeljita prevencija i rano otkrivanje mogućih uzročnika bolesti, te liječenje ili isključivanje iz sporta rizičnih sportaša. Uvođenje pregleda u što ranijoj fazi života sportaša, te redovito ponavljanje pregleda nužno je kako bi se što ranije otkrile rizične skupine sportaša. Temeljita anamneza i fizikalni pregled, popraćen 12 kanalnim EKG-om u mirovanju i naporu ima mogućnost značajno smanjiti incidenciju iznenadne srčane smrti.

Ključne riječi: iznenadna srčana smrt, hipertrofična kardiomiopatija, sport

2. SUMMARY

Limitations of individuals with cardiac irregularities in sport activities

Franko Žuvela

Cardiovascular disease are the most common group of disease of the developed world as well as the most common cause of death in majority of developed countries. Because of the large number of people suffering from various cardiovascular diseases, this paper deals with the risks of these patients participating in sport activities. Recreational and professional participation in sports carries a number of benefits, and can improve the health of individuals, but can also unfortunately lead to complications, especially in the population of cardiovascular patients. As the most serious complication it is necessary to single out sudden cardiac death. Because of its sudden onset and very few early symptoms, sudden cardiac death is particularly tragic, especially when it occurs to young previously healthy athletes. Hypertrophic cardiomyopathy is the most common cause and is responsible for 1/3 of all of sudden cardiac deaths. Some of the other causes include: myocarditis, pericarditis, congenital abnormalities of the heart, valvular heart disease, aortic disease, channelopathies and other diseases. Since most deaths occur suddenly and without previous symptoms the only way to reduce mortality is prevention and early detection of possible causes of diseases that can lead to sudden cardiac death, as well as appropriate treatment or exclusion from sport activities. The introduction of physical examinations in an early stage of the athlete's life as well as regular re-examination is crucial in order to detect athletes at risk early. A thorough history and physical examination followed by a 12-channel ECG at rest and under stress has the ability to significantly reduce the incidence of sudden cardiac death.

Key words: sudden cardiac death, hypertrophic cardiomyopathy, sport

3. UVOD

Veliki broj ljudi bavi se sportom sa željom unapređenja svoga zdravlja. Sportaši i sportski život često se gledaju kako ogledni primjeri zdravog života, a ipak samo u Sjedinjenim Američkim Državama godišnje tijekom kompetitivnih natjecanja od iznenadne srčane smrti premine otprilike između 100 i 150 sportaša (1). Možda se ta brojka ne čini velika u usporedbi sa drugim bolestima, ali treba imati na umu da se ovdje radi većinom o mladim, do tada smatranim zdravim ljudima.

Zahvaljujući sve boljim metodama liječenja i sve efikasnijim terapijama, broj kardioloških bolesnika koji se aktivno bavi sportom samo će se povećavati s vremenom. Sama kardiološka bolest ne mora nužno značiti i ograničenje bavljenja sportom, već je potrebno znati razlučiti pacijente koji su u riziku od pogoršanja i komplikacije od onih kojima će sportska aktivnost možda i pomoći u terapiji njihove bolesti.

Razumijevanje rizika pojedinih bolesti, ispravno i sistematično pregledavanje sportaša, postavljanje točne dijagnoze i korištenje prikladnih dijagnostičkih metoda ključno je da bi se mogla donijeti ispravna odluka, a sve kako bi se mogao bolesnom sportašu dati što bolji savjet oko prestanka, ograničenja, prilagodbe ili neometanog nastavka bavljenja željenim sportom.

4. IZNENADNA SRČANA SMRT

Iznenadna srčana smrt u mladih sportaša ima brojne uzroke, ali najčešći uzrok je neotkrivena hipertrofična kardiomiopatija (HKM) (2). Prema objavljenim studijama (3, 4, 5, 6, 7, 8) HKM predstavlja 1/3 svih uzroka iznenadne srčane smrti u SAD-u, te je primarni uzrok srčanih zastoja povezanih sa sportskom aktivnošću.

Kod sportaša starijih od 35 godina najčešći uzrok fatalnih incidenata su aterosklerotske promjene koronarne arterije (9, 10).

Prema Ivančević i sur. (2) drugi mogući uzroci iznenadne srčane smrti mogu biti:

1. komocija srca
2. anomalije koronarnih arterija
3. povećana masa srca
4. miokarditis
5. rupturirana aneurizma aorte
6. aritmogena displazija desne klijetke
7. stenoza aortne valvule
8. prerana aterosklerotska bolest koronarnih arterija
9. dilatativna kardiomiopatija
10. miksomatozna degeneracija mitralnog zaliska
11. sindrom produženog QT intervala
12. Brugada sindrom
13. Wolff–Parkinson–Whiteov sindrom
14. katekolaminergička polimorfna tahikardija
15. tahikardija s polazištem iz izlaznog trakta desne klijetke
16. vazospazam koronarnih krvnih žila
17. srčana sarkoidoza
18. trauma srca
19. ruptura cerebralne aneurizme

Iznenadna srčana smrt značajno češće pogađa muške sportaše u odnosu na žene i to u omjeru 10:1 (3, 4, 5, 6, 7, 11, 12, 13). Razlog velikom broju fatalnih

slučajeva u muškaraca povezan je i sa većim udjelom muških sudionika u kompetitivnim sportovima u odnosu na žene, kao i veći intenzitet i opterećenje tokom treninga u muškoj populaciji (14).

Nekoliko smjernica detaljno se bavi sportskim aktivnostima i srčanim bolestima (72, 73, 74), te sa posebnim osvrtom na iznenadnu srčanu smrt kao važnom mogućom komplikacijom. U ovom radu najveća pažnja biti će na najaktualnijim smjernicama iz 2015. Godine izdane od strane *American Heart Association (AHA)* i *American College of Cardiology (ACC)* (74).

5. KLASIFIKACIJA SPORTA

Sport se može klasificirati prema tipu i intenzitetu izvođenja radnje, te uzimajući u obzir opasnosti od tjelesne ozljede zbog sudara i posljedica sinkope (15). Vježbe se mogu podijeliti u dva glavna tipa dinamičke(izotonične) i statične(izometrične) (16, 17; 18, 19).

Dinamičke vježbe uključuju promjenu duljine mišića i pomak u zglobu sa ritmičkim kontrakcijama koje uzrokuju relativno malu intramuskularnu silu (15). Statične vježbe proizvode relativno veliku intramuskularnu silu sa minimalnom promjenom u duljini mišića i bez pomaka u zglobu (15). Ovakva podjela vježbi predstavlja dvije krajnosti dok u stvarnosti većina oblika fizičke aktivnosti uključuje i statičke i dinamičke komponente (15).

Osim prema mehaničkoj radnji mišića, mišićnu aktivnost možemo podijeliti prema tipu mišićnog metabolizma (15). Većina visoko intenzivnih statičkih vježbi provodi se primarno anaerobno, dok se visoko intenzivne dinamičke vježbe koje traju više od nekoliko minuta provode uz pomoć aerobnog metabolizma (15). Naravno ovo nije stroga definicija, te postoje odstupanja kao na primjer visoko dinamičke vježbe poput sprinta koje se odvijaju primarno anaerobnim metabolizmom (15).



Tablica 1

Tablica je rađena prema maksimalnoj statičkoj i dinamičkoj komponenti postignutoj tijekom natjecanja. Treba uzeti u obzir da tijekom treninga zbog velikog opterećenja mogu biti postignute veće vrijednosti. Povišenje dinamičke komponente definirano je na procijenjenim udjelima od maksimalnog unosa kisika (VO_{2max}) i povišenjem minutnog volumena. Povišena statička komponenta određena je procijenjenim udjelom od postignute maksimalne voljne kontrakcije(MVK) i rezultira sa povećanim opterećenjem krvnog tlaka.

(Mitchell i sur. (15))

Klasifikacija sporta prikazana u **Tablici 1** uspoređuje individualne kompetitivne sportove po dva generalna tipa vježbi: dinamičke i statičke (16, 17, 18, 19). Svaki sport je okarakteriziran po razini intenziteta (nisko, umjereno, visoko) dinamičke i statičke komponente vježbe potrebne da se izvede tijekom natjecanja (15). Prema tome, uzimajući u uvid njihovu dinamičku i statičku zahtjevnost, sportovi su klasificirani u skupine **III C** (visoko statički, visoko dinamički- boks, kajak, biciklizam, dekatlon, veslanje, brzo klizanje, triatlon), **II B** (umjereno statički, umjereno dinamički- američki nogomet, ragbi, sprint, sinkronizirano plivanje, umjetničko klizanje), **I A** (nisko statički, nisko dinamički- biljar, kuglanje, kriket, golf, yoga) itd. (15).

Kao primjer, sportašu sa kardiovaskularnom bolešću kojoj je kontraindiciran sport koji uzrokuje povišenje tlačnog opterećenja na lijevu klijetku preporučili bi smo da izbjegava sportove kategorija **III A** (gimnastika, borilački sportovi i sl.), **III B** (*bodybuilding*, skijanje, hrvanje i sl.), **III C** (boks, biciklizam, veslanje i sl.) (15).

Ovakva podjela ne uzima u obzir emocionalni stres kojem je sportaš izložen tijekom natjecanja, učinak okolišnih faktora, elektrolitski disbalans ili specifični trening pojedinih sportaša (15).

Tijekom sportskih natjecanja zbog emocionalnog napora može doći do povišenja aktivnosti simpatičkog sustava, koje dovodi do povišenja koncentracije katekolamina, a to dovodi do povišenja krvnoga tlaka, frekvencije i kontraktilnosti srca, što na kraju rezultira povišenim potrebama srčanog mišića za kisikom (15). Povišena aktivnost simpatikusa također može potaknuti aritmije i pogoršati postojeće srčane ishemije (15).

6. PREGLED SPORTAŠA – PRIMARNA PREVENCIJA

Rano otkrivanje i prevencija srčanih bolesti iznimno je važno kako bi se izbjegle moguće komplikacije i/ili progresija bolesti.

Kao najteža komplikacija tijekom sportske aktivnosti poseban naglasak treba staviti na rano otkrivanje simptoma i rizičnih faktora koji mogu dovesti do iznenadne srčane smrti. Pošto iznenadna srčana smrt najčešće nastupi bez ikakvih ranijih simptoma, preventivni pregledi vrlo su važni te ih treba provoditi temeljito i što ranije krenuti sa njima.

Pregled sportaša, kao i pregled svakog drugog pacijenta, sastoji se od osobne anamneze, obiteljske anamneze i kliničkog pregleda.

Prema preporukama Hrvatskog društva za sportsku medicinu (20; prema uzoru na smjernice izdane od strane *American Heart Association, European Society of Cardiology i International Olympic Committee*), uz standardni pregled kod sportaša treba posebno obratiti pažnju na parametre opisane u **Tablici 2**.

Tablica 2 (20)

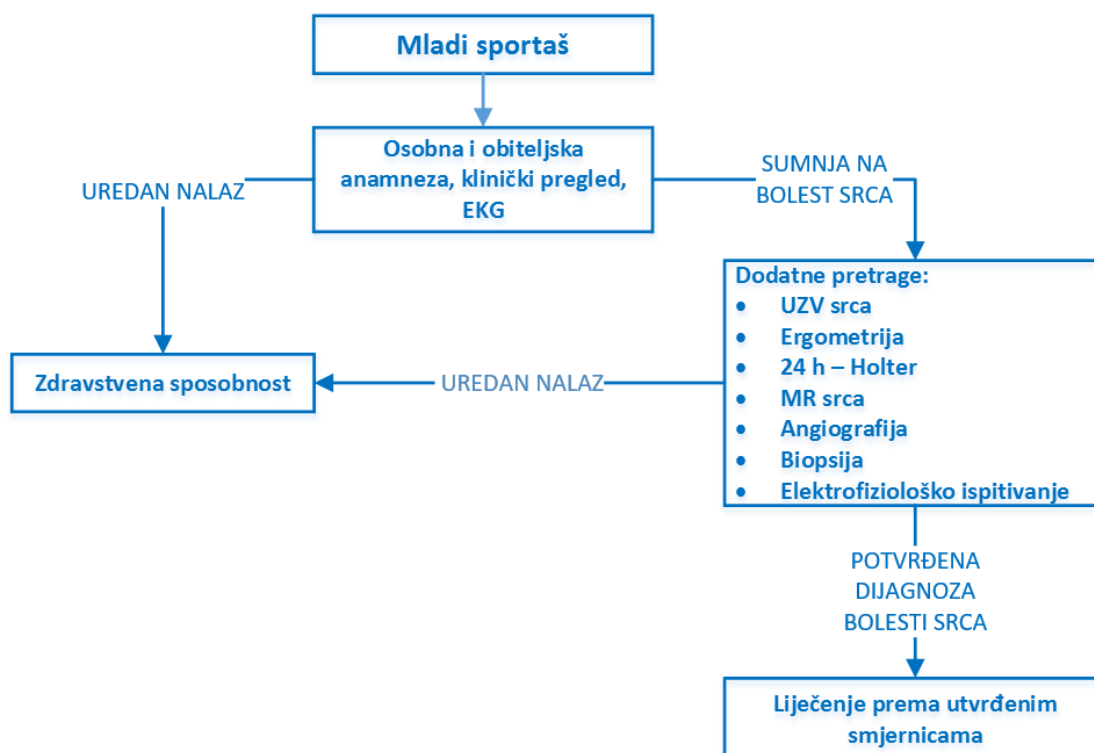
OSOBNANAMNEZNA <ol style="list-style-type: none">1. Nelagoda/bol u prsima za vrijeme napora2. Nerazjašnjeni gubitak svijesti (sinkopa)3. Nedostatak zraka (dispneja) u naporu4. Lupanje, preskakanje srca (palpitacije)5. Pretjerani umor koji nije u skladu s naporom6. Šum na srcu7. Povišeni krvni tlak8. Povišeni kolesterol	OBITELJSKANAMNEZA <ol style="list-style-type: none">1. Iznenadna smrt u obitelji (1. koljeno) prije 50. godine života zbog bolesti srca2. Invaliditet u užoj obitelji prije 50. godine života zbog bolesti srca3. Specifične srčane bolesti u obitelji: kardiomiopatije, kanalopatije, Marfanov sindrom
KLINIČKIPREGLED <ol style="list-style-type: none">1. Šum nad srcem2. Ekstra ton ili klik nad srcem3. Iregularan srčani ritam4. Krvni tlak (obje ruke)5. Puls femoralne arterije (koarktacija aorte)6. Tjelesne osobine koje upućuju na Marfanov sindrom	

Uz anamnezu i pregled kod sportaša je veoma važno napraviti i 12 kanalni EKG pregled, kako bi smo što ranije uočili moguće asimptomatske bolesti.

Iako neke države poput Sjedinjenih Američkih Država, ne uključuju 12 kanalni EKG u standardni pregled svojih sportaša, prema nekoliko studija provedenih u Italiji (gdje se provodi testiranje uz EKG) (10, 21, 22) dokazana je značajno povećana osjetljivost cjelokupnog pregleda pri korištenju 12 kanalnog EKG-a. Kao primjer, otkrivanje hipertrofične kardiomiopatije, koja je najčešći uzročnik iznenadne srčane smrti (2), uz primjenu EKG-a ima 77% veću šansu za postavljanje dijagnoze nego pregled bez EKG-a (14).

U **Tablici 3** prikazan je postupnik djelovanja koji može pomoći pri odlučivanju za sportsko sudjelovanje kod mladih sportaša (rađeno prema smjernicama *European Society of Cardiology – Sports Cardiology Section* (14) i prema Hrvatskom društvu za sportsku medicinu (20))

Tablica 3 (14, 20)

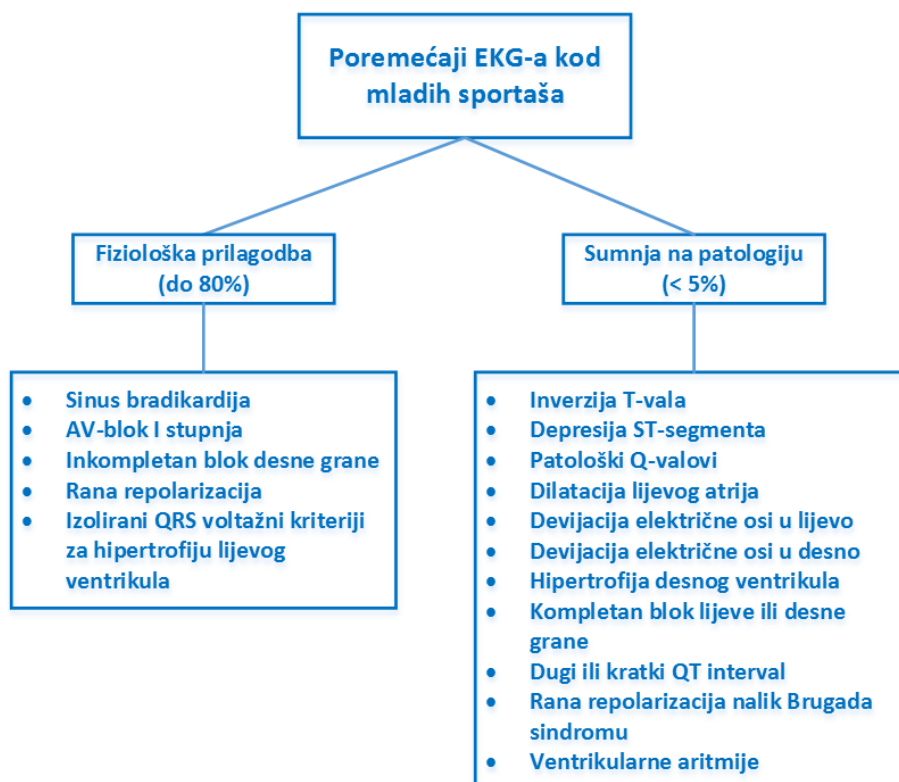


7. PATOLOŠKI NALAZ EKG-A

Pri očitavanju EKG nalaza sportaša javlja se problem razlikovanja patoloških promjena od promjena nastalih zbog prilagodbe srca na intenzivni trening sportaša. Zbog specifičnosti sportskog srca može doći do lažno pozitivnih nalaza te se zdravog sportaša može isključiti iz natjecanja, što je velika šteta za sportaša. Zbog toga je važno da kada kod je moguće EKG sportaša očituju specijalisti sa prijašnjim iskustvom i radom sa sportašima, koji će znati točno interpretirati nalaze.

U **Tablici 4** (izrađeno prema Corrado i sur. (23) i prema Hrvatskom društvu za sportsku medicinu (20)) prikazan je postupnik koji može pomoći pri pregledu sportskog EKG-a i odlučivanju o daljnjem toku pregleda.

Tablica 4 (20, 23)



7.1. HIPERTROFIJA DESNOG ATRIJA I HIPERTROFIJA DESNOG VENTRIKULA

Prema Corrado i sur. (23) nalaz hipertrofije desnog atrija i/ili ventrikula rijedak je nalaz među sportašima. Takav nalaz ne smije se smatrati posljedicom remodeliranja srca kao odgovor na intenzivan sportski trening već treba posumnjati i pokušati isključiti moguće urođene ili stečene srčane bolesti.

7.2. DEPRESIJA ST SEGMENTA

Prema Corrado i sur. (23) iako se nalaz ST elevacije zbog rane repolarizacije može često naći u utreniranih sportaša, depresija ST segmenta u mirovanju rijetko se nalazi. Nalaz depresije ST segmenta u mirovanju kod sportaša traži daljnju obradu kako bi se isključila moguća srčana bolest. Depresija ST segmenta može se naći kod osoba sa hipertrofičnom kardiomiopatijom (24).

7.3. WOLFF PARKINSON WHITE (WPW) SINDROM

Prema Corrado i sur. (23) većina pacijenata sa WPW sindromom ostaje asimptomatska, ali imaju povećan rizik za razvoj atrijske fibrilacije koja može dovesti do ventrikularne fibrilacije i iznenadne srčane smrti (iako je rizik za to mali te iznosi 0.15% godišnje za asimptomatske pacijente i 0.25% godišnje za simptomatske (25, 26, 27)). Sportska aktivnost i vježbanje pokazali su povezanost sa povišenjem rizika od razvoja atrijske fibrilacije (28), koji ostaje povišen čak i nakon prestanka bavljenja sportom (23). Sportaši sa WPW sindromom moraju biti detaljno pregledani od strane specijaliste za tu bolest, koji će učiniti daljnje pretrage, propisati moguću terapiju, procijeniti rizik od nastavka sportske aktivnosti te isključiti druge bolesti srca koje bi mogle dodatno ugroziti sportaša.

7.4. BLOKOVI GRANA

Kompletan i inkompletan blok grane rijetko se javljaju u sportaša, te predstavljaju potencijalni marker za ozbiljnu skrivenu srčanu bolest (29, 30, 31, 32). Neke od bolesti koje mogu dovesti do bloka grane su: srčana ishemija, kardiomiopatije, miokarditis, kanalopatije, srčani tumori, sarkoidoza, Chagasova bolest i kongenitalne srčane bolesti (29, 30, 31, 32).

U slučaju nalaza kompletnog ili inkompletnog bloka lijeve ili desne grane potrebno je učiniti daljnje pretrage (ergometrija, 24h Holter, UZV, MR srca), kako bi se utvrdilo zdravstveno stanje sportaša (23).

7.5. PATOLOŠKI Q VAL

Prema preporukama Uberoi i sur. (33) pri pregledu mladih sportaša Q val dubine >3 mm i/ili trajanja >40 ms u bilo kojem odvodu osim AVR, III i V1 pobuđuje sumnju na hipertrofičnu kardiomiopatiju. Pri nalazu patoloških Q valova potrebno je napraviti prošireni pregled (opisan u **Tablici 3**), te dodatne pretrage poput mjerenja volumna klijetki, debljine srčane stjenke i provjera funkcije valvula (33).

7.6. DEVIJACIJA ELEKTRIČNE OSI

Srčana os se mijena sa dobi, tako je nakon rođenja desnostrana, te se okreće prema lijevo sa starenjem, a kako velik broj sportaša kreće sa pregledima u mladoj dobi, desnostrana srčana os je čest nalaz (33). U starijoj populaciji desnostrana srčana os je patološki nalaz te je često povezana sa plućnom bolesti (33). Kohortna studija sa 46 129 ispitanika sa malom vjerojatnosti od bolesti srca, pokazala je da 95% sportaša mlađih od 20 godina ima srčanu os između 0° i 102° , a 95% sportaša između 20 i 29 godina starosti ima srčanu os između -10° i 95° (34). Prema preporukama Uberoi i sur. (33) blaga ljevostrana ili desnostrana devijacija srčane osi bez povišenog tlaka ili plućne bolesti ne bi trebala predstavljati patološki nalaz. Za daljnju evaluaciju može se slijediti upute iz **Tablice 3**.

8. NAJČEŠĆI UZROCI SMRTI U SPORTAŠA

8.1. HIPERTROFIČNA KARDIOMIOPATIJA

Hipertrofična kardiomiopatija je primarna bolest srčanog mišića sa učestalosti od 1:500 (35). U polovine bolesnika bolest se nasljeđuje, a prenosi se autosomno dominantno (35). Ostali slučajevi su sporadični, a neki vjerojatno nastaju de novo mutacijama (35). HKM druga je po učestalosti od svih kardiomiopatija, a ujedno je i najčešći uzrok iznenadne srčane smrti u mladih sportaša (35, 36, 37).

Klinička dijagnoza postavlja se na temelju kliničke slike, nakon isključivanja drugih bolesti koje dovode do hipertrofije srca. Klasičan i najvažniji znak za dijagnozu bolesti je hipertrofija lijeve klijetke bez dilatacije lijeve klijetke, a u odsutnosti druge bolesti koja je mogla dovesti do takve hipertrofije (36, 38). Drugi znakovi bolesti koji se mogu javiti poput hiperdinamske funkcije lijeve klijetke, patogenetski promijenjenih sarkomera ili anteriornog pomicanja mitralne valvule u sistoli, nisu nužni za postavljanje dijagnoze (37).

Značajan komorbiditetni faktor je atrijska fibrilacija koja se javlja se u otprilike 20% bolesnika, najčešće u pacijenata starijih od 30 godina (36, 37). Moramo imati na umu da kod bolesnika sa HKM sudjelovanje u visoko zahtjevnim sportskim aktivnostima djeluje kao nezavisni faktor rizika te može samo po sebi potaknuti ventrikularnu tahikardiju ili ventrikularnu fibrilaciju, čak i kod osoba bez konvencionalnih rizičnih faktora (sinkopa, zastoj srca, slučajevi iznenadne srčane smrti u obitelji, debljina zida lijeve klijetke ≥ 30 mm, ventrikularna tahikardija, patološka reakcija krvnog tlaka na fizičku aktivnost) vezanih uz bolest (39, 40, 41, 42).

Prema aktualnim preporukama Maron i sur. (43):

1. Sudjelovanje u sportskim natjecanjima dozvoljeno je asimptomatskim pacijentima sa genetski pozitivnima nalazom na HKM ali bez dokaza o hipertrofiji lijeve klijetke (utvrđeno sa dvodimenzionalnim ultrazvukom

(UZV) i magnetskom rezonancom (MR) srca) i bez obiteljske povijesti iznenadne srčane smrti povezane sa HKM

2. Sportaši sa dijagnozom i ekspresijom HKM(povećanom lijevom klijetkom) ne bi se smjeli baviti većinom kompetitivnih sportova osim onih iz skupine **IA**. Ova preporuka je neovisna o dobi i spolu sportaša, te vrijedi za sve stadije hipertrofije lijeve klijetke, kao i za sve pacijente kojima su učinjene korektivne kirurške intervencije(npr. kirurška miektomija, alkoholna ablacija)
3. Nije preporučena primjena lijekova(npr. β blokatori) sa ciljem regulacije kardioloških simptoma, kako bi se omogućilo sudjelovanja u visoko intenzivnim sportovima
4. Ugradnja implantabilnog kardioverter-defibrilatora(ICD) sa ciljem omogućavanja sudjelovanja u visoko intenzivnim sportskim natjecanjima nije dozvoljena. Indikacije za ICD iste su za sportaše kao i za nesportsku populaciju sa HKM

8.2. MIOKARDITIS

Miokarditis je upalna bolest srčanog mišića koja se često očituje dispnejom u naporu, bolovima u prsima i aritmijom (43). Uzrok je iznenadne srčane smrti u 5% djece i 4%-7,5% sportaša (39, 44). Intenzitet infekcije nije povezan sa rizikom iznenadne srčane smrti, a većina slučajeva iznenadne srčane smrti povezanih sa miokarditisom dešava se u muškaraca, nekada i prije nego što su uočeni simptomi same bolesti (44, 45, 46).

Tijek bolesti očituje se sa 3 faze koje prelaze jedna u drugu bez jasne granice između svake (43). Bolest najčešće kreće virusnom infekcijom i akutnim oštećenjem mišića, nakon toga slijedi imuni odgovor bolesnika, a bolest završava oporavkom ili progresijom bolesti u dilatativnu kardiomiopatiju (DCM) (43). Trajanje cijelog procesa ovisi od osobe do osobe, ali može trajati po nekoliko mjeseci (47). Najpouzdanija metoda za potvrdu dijagnoze miokarditisa je biopsija srčanog mišića, ali zbog invazivnosti metode rijetko se radi, te se većina slučajeva liječi na temelju kliničkih znakova bolesti (43).

Prema aktualnim preporukama Maron i sur. (43):

1. Sportaši koji imaju kliničke simptome sukladne miokarditisu moraju napraviti sljedeće pretrage prije povratka u sportske aktivnosti: UZV srca, 24 satni holter i ergometrijski test ne prije 3-6 mjeseci od početka bolesti
2. Svi sportaši sa vjerojatnim ili potvrđenim miokarditisom ne bi smjeli sudjelovati u kompetitivnim sportovima dok traje bolest. Ova preporuka je neovisna o dobi, spolu i funkciji lijeve klijetke
3. Sportaši bi se smjeli vratiti sportskim aktivnostima ako zadovoljavaju sve sljedeće kriterije:
 - a) Povratak normalne ventrikulske srčane funkcije
 - b) Serumski markeri miokardijalnog oštećenja, upale i zatajenja srca u granicama normale
 - c) Normalan nalaz holtera i ergometrijskog testa, bez klinički relevantnih aritmija

8.3. PERIKARDITIS

Perikarditis je upalna bolest epikarda i perikarda, koja može biti infektivne i neinfektivne etiologije, te akutnog ili kroničnog trajanja (35).

Prema Maron i sur. (43) Dijagnoza se najčešće postavlja prema kliničkim simptomima:

1. Bol u prsima
2. Novi ili pogoršani perikardijalni izljev
3. Perikardijalno trenje
4. Elevacija ST segmenta

Prema aktualnim preporukama Maron i sur. (43) sportaši sa svim vrstama perikarditisa ne bi smjeli sudjelovati u sportskim aktivnostima tijekom akutne faze bolesti. Povratak sportskim aktivnostima dozvoljen je tek nakon potpunog povlačenja dokaza bolesti poput perikardijalnog izljeva na ehokardiografiji, te normalizacije upalnih markera. U slučaju razvoja kroničnog perikarditisa koji je doveo do konstrikcije, osoba se mora isključiti iz svih kompetitivnih sportova.

8.4. ARITMOGENA DISPLAZIJA DESNOG VENTRIKULA (ARVC)

ARVC jedan je od uzroka iznenadne srčane smrti mladih ljudi i sportaša. Bolest se očituje gubitkom miocita desne klijetke, koje zamjenjuje masno i fibrozno tkivo, što posljedično dovodi do segmentnog ili difuznog slabljenja i stanjivanja srčane stijenke (48). Bolest je često povezana sa miokarditisom, a može zahvatiti i lijevu klijetku (48).

Genetske studije pokazale su da je ARVC dezmosomalna kardiomiopatija do koje dolazi zbog genetski defektnih proteina (plakoglobin, plakofilin 2, desmoplakin, desmokolin 2 i desmogleina 2) (49, 50).

Pri postavljanju dijagnoze prema Maron i sur. (43) u obzir se uzima:

1. Ranije pojavljivanje bolesti u obitelji
2. EKG nalaz inverzije T vala u prekordijalnim odvodima V₁, V₂ i V₃
3. Nalaz epsilon vala u EKG-u
4. Dilatacija desne klijetke
5. Nastanak aneurizme
6. Nakupine masnog tkiva u tkivu stijenke desne klijetke

ARVC nosi poseban rizik od ventrikulske tahiaritmije i iznenadne srčane smrti, a često se javljaju tijekom tjelesnih napora poput bavljenja sportom (11, 48; 51). Često treniranje i izlaganje sportskom naporu samo po sebi povećava rizik od moguće ventrikulske tahikardije, fibrilacije i srčane smrti (51).

Prema aktualnim preporukama Maron i sur. (43) za pacijente sa ARVC:

1. Sportaši sa definitivnom, graničnom ili mogućom dijagnozom ARVC ne bi smjeli sudjelovati u većini kompetitivnih sportova, uz mogući izuzetak nisko intenzivnih sportova skupine **IA**
2. Profilaktičko postavljanje ICD-a u sportaša sa ARVC, sa ciljem omogućavanja sudjelovanja u visoko intenzivnim sportovima nije preporučeno zbog mogućih komplikacija

8.5. KONGENITALNE ANOMALIJE SRČANIH ARTERIJA

Anomalni početak koronarne arterije iz pogrešnog valsalvinog sinusa ili iz pulmonalne arterije javlja se u otprilike 1% populacije (52). Nalaz anomalija srčanih arterija značajno češće se nalazi kod sportaša kod kojih je došlo do iznenadne srčane smrti, a u Sjedinjenim Američkim Državama procjenjuje se da su kongenitalne anomalije srčanih arterija odgovorne za otprilike 17% slučajeva iznenadne srčane smrti (39). Velika većina slučajeva iznenadne srčane smrti dogodi se tijekom ili neposredno nakon sportskih aktivnosti (53), ali može se javiti i u mirovanju (54).

Najčešće anomalno ishodište desne koronarne arterije je iz lijevog Valsalvinog sinusa, ali u populaciji sportaša preminulih uslijed iznenadne srčane smrti češće se nalazi ishodište lijeve koronarne arterije iz desnog Valsalvinog sinusa (55). Anomalno ishodište koronarne arterije iz pulmonalne arterije rjeđe se nalazi kod sportaša koji su iznenadno preminuli, ali je često povezano sa srčanim infarktom u djece i mladih (55).

Pacijenti sa anomalijama koronarnih arterija često su asimptomatski, mogu se javiti bol u prsima pri naporu i dispneja, ipak u 50% slučajeva iznenadne srčane smrti osobe nisu imale ranije simptome bolesti (53, 56).

EKG i ergometrija nisu pouzdane metode za otkrivanje anomalija srčanih arterija, te su puno pouzdanije metode koronarne angiografije, CT angiografije i MR angiografije (55).

Kirurški zahvat jedina je uspješna terapija, a omogućuje povratak intenzivnim sportskim aktivnostima 3 mjeseca nakon zahvata, uz uvjet da pacijent ne pokazuje znakove ishemije nakon postoperativnog stres testa (ergometrija) (57, 58).

Prema aktualnim preporukama Van Hare i sur. (55) za pacijente sa kongenitalnim anomalijama srčanih arterija:

1. Sportaši sa anomalnim izvorištem koronarne arterije iz pulmonalne arterije mogu sudjelovati samo u nisko intenzivnim sportovima skupine **IA**
2. Sportaši sa anomalnim izvorištem desne koronarne arterije iz lijevog Valsalvinog sinusa trebali bi biti podvrgnuti stres testu (ergometrija). Za pacijente bez prijašnjih simptoma i sa urednim nalazom ergometrije, odluku o sportskoj aktivnosti treba donijeti nakon savjetovanja i edukacije sportaša (u slučaju maloljetnika uključiti i roditelje) o mogućim rizicima
3. Nakon uspješne kirurške korekcije anomalnog ishodišta arterije iz krivog sinusa može se razmotriti povratak svim sportskim aktivnostima 3 mjeseca nakon zahvata, uz uvjet da pacijent ne pokazuje simptome bolesti i da ergometrijski test ne pokazuje znakove ishemije ili aritmije
4. Nakon korekcije anomalnog izvorišta koronarne arterije iz pulmonalne arterije, odluka o ograničenju sportske aktivnosti donosi se ovisno o postojanju znakova srčanog infarkta ili ventrikularne disfunkcije
5. Sportaši sa anomalnim ishodištem lijeve koronarne arterije iz desnog Valsalvinog sinusa, pogotovo kada arterija prolazi između pulmonalne arterije i aorte, trebali bi izbjegavati sve sportske aktivnosti uz mogući izuzetak sportova skupine **IA**.
6. Neoperirani sportaši sa anomalnim ishodištem desne koronarne arterije iz lijevog Valsalvinog sinusa koji pokazuju simptome aritmije ili znakove ishemije na ergometrijskom testu, trebali bi izbjegavati sve sportske aktivnosti, uz eventualni izuzetak sportova skupine **IA**

8.6. BOLESTI SRČANIH ZALISTAKA

Prema Nishimura i sur. (59) bolesti srčanih zalistaka mogu se podijeliti u 4 stadija (A, B, C, D) ovisno o stanju bolesti. Stadij A obuhvaća asimptomatske bolesnike sa rizikom od razvijanja klinički težeg oblika valvularne bolesti u budućnosti, kao npr. pacijenti sa bikuspidalnim aortalnim zaliscima ili pacijenti sa prolapsom zalistaka koji ne uzrokuju opstrukciju ili regurgitaciju. Stadij B obuhvaća asimptomatske pacijente sa blagom-umjerenom bolesti zalistaka ali sa normalnom funkcijom lijeve klijetke. U stadij C svrstavaju se pacijenti sa ozbiljnom valvularnom bolešću. Dodatno se dijele u dvije podskupine, tako da su u C1 pacijenti s očuvanom sistoličkom funkcijom, a u C2 pacijenti s disfunkcijom lijeve klijetke. Zadnji stadij D obuhvaća najteže oblike bolesti zalistaka, koji su automatski isključeni iz mogućnosti za sudjelovanje u kompetitivnim sportovima.

8.6.1. STENOZA AORTALNE VALVULE

Stenoza aortalne valvule jedan je od uzroka iznenadne srčane smrti pri naporu, te se procjenjuje da je odgovorna za otprilike 4% iznenadnih smrti u mladim sportaša (8). Prema Bonow i sur. (60) stadij aortalne stenoze najbolje se procjenjuje skupnim pregledom povijesti bolesti, fizikalnog pregleda i doppler kardiografije, te posebno uzimajući u obzir povijest dispneje u naporu, težeg podnošenja napora i angine uzrokovane tjelesnom aktivnošću.

Prema aktualnim preporukama Bonow i sur. (60) za pacijente sa aortalnom stenozom:

1. Sportaši sa aortalnom stenozom moraju se svake godine pregledati kako bi se odlučilo o dopuštenju za daljnje bavljenje sportom
2. Sportaši sa blagim oblikom aortalne stenoze (stadij B) i normalnom reakcijom na maksimalni napor smiju sudjelovati u svim sportovima
3. Sportaši sa umjerenim oblikom aortalne stenoze (stadij B) smiju sudjelovati u nisko do umjerenom statičkim i dinamičkim sportovima

- (skupine **IA**, **IB** i **IIA**) pod uvjetom da: prilikom testiranja (koje sportaša stavlja pod jednako opterećenje kao tijekom natjecanja ili treninga) sportaš ne pokazuje simptome bolesti, depresiju ST-segmenta ili ventrikularnu tahiaritmiju, te da ima normalne vrijednosti tlaka
4. Asimptomatski sportaši sa teškim oblikom aortalne stenozе (stadij C) ne bi smjeli sudjelovati u natjecateljskim sportovima, uz mogući izuzetak nisko intenzivnih sportova skupine **IA**
 5. Sportaši koji pokazuju simptome aortalne stenozе (stadij D) ne bi smjeli sudjelovati u bilo kakvim natjecateljskim sportovima

8.6.2. AORTALNA REGURGITACIJA

Najčešći uzroci kronične aortalne regurgitacije (AR) su: urođeni bikuspidalni aortalni zalisci, Marfanov sindrom, reumatska bolest srca i idiopatska hipertenzivna dilatacija ascendentnog dijela aorte (59).

Prema Bonow i sur. (60) kronična AR najčešće je asimptomatska bolest, te tek u podmaklom stadiju uzrokuje postupno povećanje lijeve klijetke. Jedan od čestih simptoma bolesti je nalaz srčanog šuma, a najpouzdanija metoda za postavljanje dijagnoze je Doppler UZV. AR uzrokuje povećano volumno i tlačno opterećenje na lijevu klijetku, koja može godinama normalno funkcionirati prije nego dođe do zatajenja sistoličke funkcije.

Upravo zbog mogućnosti kompenzacije srca i dugog asimptomatskog tijeka bolesti nužno je da se sportaši sa AR redovito pregledavaju i prate. Prema Bonow i sur. (60) preporuča se barem jednom godišnje puni fizikalni pregled zajedno sa Doppler ehokardiografijom. Za pacijente koji uz AR imaju i bikuspidalne aortalne zaliske važno je ustanoviti i morfologiju korijena aorte i ascendentnog dijela aorte zbog mogućih čestih aortopatija (60).

Prema aktualnim preporukama Bonow i sur. (60) za pacijente sa aortalnom regurgitacijom:

1. Sportaši sa AR trebali bi biti pregledani i evaluirani berem jednom godišnje kako bi se odlučilo smiju li se nastaviti baviti sportskim aktivnostima
2. Testiranja koje sportaša stavlja pod jednako opterećenje kao tijekom natjecanja ili treninga, korisno je u potvrđivanju asimptomatskog statusa i procjeni normalne reakcije krvnog tlaka na stres
3. Sportaši sa blago do umjerenom bolešću (stadij B) i normalnom ejekcijskom frakcijom lijeve klijetke, te sa nepostojećom ili blagom dilatacijom lijeve klijetke, smiju sudjelovati u svim kompetitivnim sportovima. Uz uvjet da su uredno prošli testiranje opisano pod točkom 2. ovih smjernica
4. Sportaši sa blago do umjerenom bolešću, normalnom ejekcijskom frakcijom lijeve klijetke i umjerenom dilatacijom lijeve klijetke (krajnji sistolički promjer lijeve klijetke <50mm[muškarci], <40mm[žene]) smiju sudjelovati u svim kompetitivnim sportovima u slučaju da su uredno prošli testiranje opisano pod točkom 2. ovih smjernica
5. Bavljenje svim kompetitivnim sportovima može se razmotriti za sportaše sa ozbiljnom AR i ejekcijskom frakcijom lijeve klijetke >50% (stadij C₁) i krajnjim sistoličkim promjerom lijeve klijetke <50mm za muškarce i <40mm za žene. Pod uvjetom da su uredno prošli testiranje opisano pod točkom 2. ovih smjernica i da Doppler ehokardiografija ne pokazuje progresiju AR ili pogoršanje dilatacije lijeve klijetke
6. Sportaši sa AR i promjerom aorte od 41-45mm mogu se razmotriti za bavljenje ne kontaktnim sportovima
7. Sportaši sa ozbiljnim AR i simptomima bolesti (stadij D), dekompenzacijom lijeve klijetke sa ejekcijskom frakcijom <50% (stadij C₂), krajnjim sistoličkim promjerom lijeve klijetke >50mm (stadij C₂) ili značajnim povećanjem krajnjeg dijastoličkog promjera lijeve klijetke (>70mm za muškarce i >65mm za žene), ne bi smjeli sudjelovati u kompetitivnim sportovima.

8.6.3. MITRALNA STENOZA

Najčešći uzrok mitralne stenozе je reumatska bolest (60). Mitralna stenozа rijetko uzrokuje iznenadnu srčanu smrt, ali fizički napor može uzrokovati iznenadno povišenje pulmonalnog kapilarnog i pulmonalnog arterijskog tlaka, što može dovesti do iznenadnog razvoja akutnog pulmonalnog edema (61).

Za procjenu stanja mitralne stenozе najbolje se osloniti na povijest bolesti, pregled bolesnika i Doppler ehokardiografiju (60).

U slučaju asimptomatskih sportaša sa blagim oblikom bolesti, Bonow i sur. (60) predlažu sportaša podvrgnuti testiranju koje simulira jednako opterećenje kao tijekom natjecanja ili treninga. Uz test treba provesti i Doppler ehokardiografiju kako bi se ustanovio pulmonalni arterijski sistolički pritisak tijekom opterećenja. Tek nakon tih testova treba donijeti odluku o nastavku sportske aktivnosti.

Prema aktualnim preporukama Bonow i sur. (60) za pacijente sa mitralnom stenozom:

1. Sportaši sa AR trebali bi biti pregledani i evaluirani berem jednom godišnje kako bi se odlučilo smiju li se nastaviti baviti sportskim aktivnostima
2. Testiranja koje sportaša stavlja pod jednako opterećenje kao tijekom natjecanja ili treninga, korisno je u potvrđivanju asimptomatskog statusa
3. Bavljenje svim kompetitivnim sportovima može se razmotriti za sportaše sa blagim oblikom mitralne stenozе (površina ušća mitralnih zalistaka $>2.0\text{cm}^2$, srednji gradijent tlaka u mirovanju $<10\text{mmHg}$) i urednim sinus ritmom
4. Sportaši sa teškim oblikom mitralne stenozе (površina ušća mitralnih zalistaka $<1.5\text{cm}^2$) te normalnim sinusnim ritmom ili atrijskom fibrilacijom ne bi smjeli sudjelovati u natjecateljskim sportovima uz moguću iznimku za nisko intenzivne sportove klase **I A**

5. Pacijenti koji imaju ili su imali atrijsku fibrilaciju, te uzimaju antikoagulacijsku terapiju, ne bi smjeli sudjelovati u bilo kojim sportovima sa mogućnosti tjelesnog kontakta ili sudara među sportašima

8.6.4. MITRALNA REGURGITACIJA

Prema Bonow i sur. (60) najčešći uzrok mitralne regurgitacije u sportskoj populaciji je prolaps mitralnih zalistaka uzrokovan miksomatoznom bolesti zalistaka. Drugi uzroci mogu biti: reumatska bolest srca, infektivni endokarditis i bolesti vezivnog tkiva poput Marfanovog sindroma.

Simptom koji se najčešće prvi otkrije je sistolički šum, a za potvrdu je najbolje koristiti Doppler ehokardiografiju (59, 62). Težina bolesti ovisi o količini povratnog volumena, koji postepeno dovodi do dilatacije lijeve klijetke i povišenja tlaka i volumena lijeve predklijetke (60).

Prema Bonow i sur. (60) zbog smanjenja sistemnog vaskularnog otpora fizička aktivnost ne uzrokuje značaju promjenu ili čak uzrokuje blago smanjenje povratne frakcije krvi. Doduše kod pacijenata sa značajno povišenom srčanom frekvencijom ili povišenim tlakom pri vježbanju, može doći do povećanog regurgitacijskog volumena i povišenog pulmonalnog kapilarnog tlaka.

Bonow i sur. (60) predlažu da barem jednom godišnje sportaša koji boluje od mitralne regurgitacije treba podvrgnuti testiranju koje simulira jednako opterećenje kao tijekom natjecanja ili treninga. Uz test treba provesti i Doppler ehokardiografiju kako bi se ustanovio pulmonalni arterijski sistolički pritisak tijekom opterećenja.

Prema aktualnim preporukama Bonow i sur. (60) za pacijente sa mitralnom stenozom:

1. Sportaši sa AR trebali bi biti pregledani i evaluirani barem jednom godišnje kako bi se odlučilo smiju li se nastaviti baviti sportskim aktivnostima

2. Testiranja koje sportaša stavlja pod jednako opterećenje kao tijekom natjecanja ili treninga, korisno je u potvrđivanju asimptomatskog statusa pacijenta
3. Sportaši sa blagom do umjerenom mitralnom regurgitacijom koji imaju uredan sinus ritam sa normalnom veličinom i funkcijom lijeve klijetke, te sa normalnim pulmonalnim arterijskim tlakom (stadij B), smiju sudjelovati u svim kompetitivnim sportovima
4. Bavljenje svim kompetitivnim sportovima može se razmotriti za sportaše sa umjerenom mitralnom regurgitacijom (stadij B), koji imaju sinus ritam sa normalnom funkcijom lijeve klijetke i blagim povećanjem lijeve klijetke (ako je povećanje povezano sa športskim povećanjem srca uslijed treninga[krajnjim sistoličkim promjerom lijeve klijetke <60mm za muškarce i <40mm za žene])
5. Sportaši sa ozbiljnom mitralnom regurgitacijom (stadij C₁) i sinus ritmom, normalnom funkcijom lijeve klijetke u mirovanju i srednjim povećanjem lijeve klijetke(ako je povećanje povezano sa športskim povećanjem srca uslijed treninga[krajnjim sistoličkim promjerom lijeve klijetke <60mm za muškarce i <40mm za žene]) smiju sudjelovati samo u nisko intenzivnim sportovima skupine **I A, II A i I B**
6. Sportaši sa mitralnom regurgitacijom i definitivnim patološkim povećanjem lijeve klijetke (krajnjim sistoličkim promjerom lijeve klijetke ≥65mm za muškarce i ≥40mm za žene), plućnom hipertenzijom ili sistoličkim zatajenjem lijeve klijetke u mirovanju (ejekcijska frakcija lijeve klijetke <60%), ne bi smjeli sudjelovati u svim kompetitivnim sportovima, uz mogući izuzetak nisko intenzivnih sportova skupine **I A**
7. Sportaši s povijesti bolesti atrijske fibrilacije koji su na dugotrajnoj antikoagulacijskoj terapiji ne bi smjeli sudjelovati u bilo kojim sportovima sa mogućnosti tjelesnog kontakta ili sudara među sportašima

8.7. BOLESTI AORTE I MARFANOV SINDROM

Akutna disekcija ili ruptura aorte u osoba sa Marfanovim sindromom, ili kao posljedica drugih aortopatija, bitan je uzrok iznenadne smrti sportaša (39).

Prema Braverman i sur. (63) poseban rizik od razvoja fatalne disekcije, rupture ili pogoršanja aneurizme aorte, zbog povišenog arterijskog tlaka i opterećenja na aortu prilikom intenzivne fizičke aktivnosti, imaju pacijenti sa:

1. Marfanovim sindromom
2. Loeys-Dietz sindromom
3. familijarnom aneurizmom torakalne aorte
4. aortopatijom povezanom sa bikuspidalnim zaliscima
5. aneurizmom aorte
6. druge genetski uzrokovane bolesti aorte

Kardiovaskularne komplikacije Marfanovog najčešće su prolaps mitralnih zalistaka, mitralna regurgitacija, dilatacija korijena aorte i disekcija aorte (64).

Za procjenu normalnog promjera aorte Devereux i sur. (65) predlažu korištenje takozvane Z vrijednosti koju se ne oslanja isključivo na mjerenje promjera uz pomoć CT-a i sličnih metoda, već u obzir uzima i visinu, tjelesnu masu, dob i spol ispitanika. Patološka vrijednost smatra se kada je $Z > 2.0$. Blaga dilatacija odgovara Z vrijednosti između 2 do 3, umjerena dilatacija Z vrijednosti između 3.01 i 4.0, dok se teškom dilatacijom smatra Z vrijednost veća od 4.0 (65, 66).

Računanje Z vrijednosti prema Devereux i sur. (65):

$$Z \text{ vrijednost} = \frac{(\text{stvarni izmjereni promjer aorte u cm} - \text{očekivani promjer aorte})}{0.261}$$

$$\text{Očekivani promjer aorte} = 2.423 + (\text{dob [u godinama]} \times 0.009) + (\text{površina tijela [u m}^2\text{]} \times 0.461) - (\text{spol [1 = muškarci; 2 = žene]} \times 0.267)$$

Prema aktualnim preporukama Braverman i sur. (63) za pacijente sa aortopatijama i Marfanovim sindromom:

1. Sportaši sa Marfanovim sindromom trebali bi, ovisno o veličini aorte, svakih 6 do 12 mjeseci napraviti ehokardiografiju (ako je potrebno i magnetska rezonancijska angiografija ili CT)
2. Sportaši sa familijarnom aneurizmom torakalne aorte ili poznatom patološkom mutacijom povezanom sa sindromom familijarne aneurizme torakalne aorte (ACTA2, MYH11, FBN1, TGFBR1, TGFBR2, MLCK, SMAD3, TGFB2 i drugi) trebali bi svakih 6 do 12 mjeseci napraviti ehokardiografiju (ako je potrebno i magnetska rezonancijska angiografija ili CT), kako bi se procijenila progresija bolesti aorte
3. Sportaši sa dimenzijama aorte blago iznad normalnog raspona (Z vrijednost između 2 i 2.5) ali bez obilježja Marfanovog sindroma, Loeys-Dietz sindroma ili familijarne aneurizme torakalne aorte, moraju napraviti ehokardiografiju ili magnetsku rezonancijsku angiografiju svakih 6 do 12 mjeseci
4. Sportaši sa bikuspidalnim aortalnim zaliscima smiju sudjelovati u svim sportskim aktivnostima ako korijen aorte i ascendentna aorta nisu dilatirane (Z vrijednosti <2).
5. Sportaši sa bikuspidalnim aortalnim zaliscima i dimenzijama aorte iznad normalnih vrijednosti (Z vrijednosti između 2 i 3) trebali bi napraviti ehokardiografiju ili magnetsku rezonancijsku angiografiju svakih 6 do 12 mjeseci, a još i češće u slučaju povećanja Z vrijednosti
6. Bavljenje nisko i umjereno statičkim te nisko dinamičkim kompetitivnim sportovima (skupina **I A** i **II A**) može se razmotriti za sportaše sa Marfanovim sindromom koji nemaju niti jedan od sljedećih patoloških stanja:
 - a. Dilatacija korijena aorte
 - b. Umjerena mitralna regurgitacija
 - c. Sistolička disfunkcija lijeve klijetke (ejekcijska frakcija <40%)
 - d. Promjer aorte <50mm, sa povijesti disekcije aorte u obitelji
7. Bavljenje nisko statičkim i nisko dinamičkim sportovima (skupina **I A**) može se razmotriti za sportaše sa aneurizmom torakalne aorte ili sa patološkom mutacijom povezanom sa familijarnom aneurizmom

- torakalne aorte (ACTA2, MYH11, FBN1, TGFBR1, TGFBR2, MLCK, SMAD3, TGFB2 i drugi), uz uvjet da nemaju niti jedan od sljedećih patoloških stanja:
- a. Dilatacija korijena aorte
 - b. Umjerena mitralna regurgitacija
 - c. Cerebrovaskularna bolest
 - d. Aneurizma ili disekcija granajućih žila aorte
8. Bavljenje nisko statičkim i nisko dinamičkim sportovima (skupina **I A**) može se razmotriti za sportaše sa Ehlers-Danlosovim sindromom ako nemaju niti jedan od sljedećih patoloških stanja:
- a. Aortalno proširenje ili disekcija, ili proširenje granajućih žila aorte
 - b. Umjerena do ozbiljna mitralna regurgitacija
 - c. Bilo koja druga izvan srčana stanja koja mogu sportaša dovesti u opasnost
9. Bavljenje nisko statičkim i nisko dinamičkim sportovima (skupina **I A**) može se razmotriti za sportaše koji su imali kiruršku korekciju korijena aorte ili ascedentnog dijela aorte zbog aneurizme ili disekcije. Uz uvjet da ne pokazuju znakove rezidualnog povećanja aorte ili zaostale disekcije, te da u sportu ne postoji šansa od tjelesnog kontakta ili sudara među sportašima
10. Za sportaše sa biskupidalnim aortalnim zaliscima i blago do umjereno dilatiranom aortom (Z vrijednost između 2 i 3.5), te bez znakova pridružene bolesti vezivnih tkiva ili familijarne aneurizme torakalne aorte, može se razmotriti sudjelovanje u nisko i srednje zahtjevnim statičkim i dinamičkim sportovima (skupina **I A, I B, I C, II A, II B, II C**). Za ove sportaše preporuča se izbjegavanje intenzivnog treninga sa utezima i sportova sa mogućnošću tjelesnog kontakta ili sudara među sportašima
11. Za sportaše sa dimenzijama aorte blago iznad normalnih vrijednosti (Z između 3 i 2.5), te bez znakova Marfanovog sindroma, Loey-Dietz sindroma, familijarne aneurizme torakalne aorte ili bikuspidalnim aortalnim zaliscima, može se razmotriti sudjelovanje u svim kompetitivnim sportovima. Prije donošenja odluke potrebno je provesti

detaljnu evaluaciju za isključenje mogućih genetskih bolesti aorte poput testiranja na mutacije gena FBN1, te druge gene povezane sa aortopatijama

12. Za sportaše sa dimenzijama aorte blago iznad normalnih vrijednosti (Z između 3 i 2.5), te bez znakova Marfanovog sindroma, Loeys-Dietz sindroma, familijarne aneurizme torakalne aorte ili bikuspidalnim aortalnim zaliscima, treba razmotriti izbjegavanje intenzivnog vježbanja sa utezima
13. Za sportaše sa bikuspidalnim aortalnim zaliscima i dilatiranom aortom između 43 i 45 mm, može se razmotriti dopuštenje za bavljenje nisko intenzivnim sportovima (skupina I A) i bez mogućnosti tjelesnog kontakta ili sudara među sportašima
14. Sportaši sa Marfanovim sindromom, Loeys-Dietz sindromom, familijarnom aneurizmom torakalne aorte, neobjašnjenom aortalnom aneurizmom, vaskularnim Ehlers-Danlos sindromom ili drugim povezanim aneurizmatским poremećajem, ne bi smjeli sudjelovati u kompetitivnim sportovima koji uključuju intenzivni fizikalni napor ili mogućnost tjelesnog sudara
15. Sportaši sa bikuspidalnim aortalnim zaliscima i teškim proširenjem aorte (vrijednost između 3.5 i 4) ne bi smjeli sudjelovati u bilo kojim sportovima koji nose rizik od tjelesnog kontakta ili sudara među sportašima
16. Sportaši sa bikuspidalnim aortalnim zaliscima i dilatacijom aorte >45mm ne bi smjeli sudjelovati u bilo kojim kompetitivnim sportovima
17. Sportaši sa kroničnom disekcijom aorte ili aneurizmom/disekcijom granajućih arterija, ne bi smjeli sudjelovati u bilo kojim kompetitivnim sportovima

8.8. SRČANE KANALOPATIJE

Ackerman i sur. (67) opisuju srčane kanalopatije kao genetski uzrokovane primarne bolesti srčanog ritma (učestalosti 1 na 1000), sa strukturno normalnim srcem, te sklonosti razvoju sinkope, iznenadne srčane smrti (često nakon polimorfne ventrikularne tahikardije) i ventrikularne fibrilacije.

U srčane kanalopatije spadaju:

1. Sindrom dugog QT intervala
2. kateholaminergična polimorfna ventrikularna tahikardija (KPVT)
3. Brugada sindrom
4. Sindrom rane repolarizacije
5. Sindrom kratkog QT intervala
6. Idiopatska ventrikularna fibrilacija

Sindrom dugog QT intervala najčešći je od svih kanalopatija te se javlja u približno 1 na 2000 ljudi (68).

Prema Ackerman i sur. (67) srčane kanalopatije su ozbiljna i potencionalno fatalna bolest, ali se ujedno mogu i uspješno liječiti lijekovima, denervacijskom terapijom, ugradnjom ICD, ili kombinacijom navedenih metoda. Moramo imati na umu da cilj terapije (pogotovo ugradnja ICD) nikada ne smije biti osposobljavanje sportaša za nastavak sportske aktivnosti, već se ona propisuje ovisno o realnim potrebama pacijenta (nevezanih za daljnju sportsku aktivnost).

Prema aktualnim preporukama Ackerman i sur. (67) za pacijente sa srčanim kanalopatijama:

1. Za sportaše sa dijagnozom ili sumnjom na srčane kanalopatije, potrebno je napraviti temeljiti pregled od strane specijalista za srčani ritam ili genetskog kardiologa
2. Za simptomatske sportaše sa dijagnozom ili sumnjom na srčane kanalopatije, preporuča se izbjegavanje svih oblika kompetitivnih

- sportova dok se sportaša temeljito ne pregleda, informira o rizicima, krene sa terapijom, te dok se simptomi nisu pojavili u razdoblju od barem 3 mjeseca
3. Za asimptomatske pacijente sa pozitivnim genskim testom na srčane kanalopatije može se razmotriti sudjelovanje u svim kompetitivnim sportovima uz sigurnosne mjere poput:
 - a. Izbjegavanje lijekova koji produljuju QT interval za sportaše sa sindromom dugog QT intervala
 - b. Izbjegavanje lijekova koji uzrokuju egzacerbaciju Brugada sindroma
 - c. Izbjegavanje dehidracije i primjerena rehidracija elektrolitima
 - d. Izbjegavanje razvoja i terapija hipertermije tijekom, febrilne bolesti, iscrpljenosti uslijed treninga ili sunčanice, za pacijente sa produljenim QT intervalom ili Brugada sindromom
 - e. Posjedovanje osobnog automatskog defibrilatora, kao dijela stalne sportske opreme sportaša
 - f. Uspostavljanje hitnog protokola sa osobljem škole ili sportskog kluba u kojem sportaš djeluje
 4. Kod ranije simptomatskih sportaša sa nekom od kanalopatija, te prikladnom terapijom i preventivnim mjerama, može se razmotriti sudjelovanje u svim kompetitivnim sportovima, u slučaju da je sportaš pod terapijom asimptomatski u zadnja 3 mjeseca
 5. Za sportaše sa ranije simptomatskom KPVT ili sa asimptomatskom KPVT i sportskim naporom induciranom bigeminijom ili ventrikularnom tahikardijom, preporuča se izbjegavanje svih kompetitivnih sportova uz mogući izuzetak sportova skupine **I A**

9. KORIŠTENJE DOPUŠTENIH I NEDOPUŠTENIH LIJEKOVA (DOPING)

9.1. β BLOKATORI

Zbog mogućeg smirujućeg učinka (pogotovo za sportove u kojima je potrebna preciznost i smirenost) za određene sportove Svjetska anti doping agencija (WADA) stavlja β blokatore u skupinu zabranjenih supstanci (69).

U zabranjene lijekove spadaju: acebutolol, alprenolol, atenolol, betaxolol, bisoprolol, bunolol, carteolol, carvedilol, celiprolol, esmolol, labetalol, levobunolol, metipranolol, metoprolol, nadolol, oxprenolol, pindolol, propranolol, sotalol, timolol (te drugi njima slični lijekovi).

Prema trenutnom pravilniku iz 2016. (69) WADA zabranjuje korištenje β blokatora tijekom natjecanja za sljedeće sportove:

- Automobilistički sportovi (svi sportovi pod okriljem Međunarodne automobilističke federacije [FIA])
- Biljar
- Golf
- Pikado
- Skijanje / *Snowboarding*
- Streljaštvo
- Streljaštvo
- Sportsko ronjenje

Sportovi u kojima su β blokatori dodatno zabranjeni čak i izvan natjecanja su streljaštvo i streljaštvo.

U slučaju da je sportašu potreban β blokator kao dio terapije, sportaš može tražiti odobrenje za korištenje lijeka od strane WADA-e ili druge mjerodavne organizacije.

Za odobrenje korištenja β blokatora (ili bilo koje druge zabranjene metode ili supstance) od strane WADA-e, prema trenutnom pravilniku iz 2016. (70), potrebno je dokazati da:

1. Zabranjena tvar ili zabranjena metoda u pitanju je potrebna za liječenje akutnog ili kroničnog medicinskog stanja, te da bi sportašu bilo značajno narušeno zdravlje u slučaju izostanka primjene dotične tvari ili metode
2. Malo je vjerojatno da će terapijska uporaba zabranjenih tvari ili zabranjenih metoda proizvesti bilo kakva dodatna poboljšanja performansi izvan onoga što se može očekivati zbog povratka sportaša u normalno zdravstveno stanje nakon liječenja bolesti
3. Ne postoji razumna alternativa za dotičnu zabranjenu tvar ili metodu
4. Potreba za uporabom zabranjenih tvari ili metode nije posljedica, u cijelosti ili djelomično, prethodnog korištenja zabranjene tvari ili metode

Prema WADA smjernicama za kardiovaskularne bolesti (71) kao jasnu indikaciju za primjenu β blokatora navodi se za:

1. Stabilna angina pektoris
2. Sekundarna prevencija nakon infarkta miokarda
3. Simptomatsko zatajenje srca (smanjena ejekcijska frakcija)
4. Supravnetrikularne i ventrikularne aritmije
5. Sindrom dugog QT intervala

Kao moguću terapiju za određene pacijente navode:

1. Akutni koronarni sindrom (nestabilan angina, akutni infarkt miokarda)
2. Hipertenzija bez druge srčane bolesti

Treba imati na umu da su gore navede smjernice samo okvirne te ne predstavljaju jedine uvjete u kojim će primjena β blokatora biti odobrena. Za stanje koje nije navedeno, ali sa točno postavljenom dijagnozom i dokazima bolesti, te pravilno poslanim zahtjevom koji zadovoljava sve uvjete pravilnika (70), može se dobiti odobrenje za korištenje.

9.2. DIURETICI

Zbog mogućnosti razrjeđivanja urina (time i prikrivanja nedozvoljenih supstanci u urinu) i manipulacije tjelesne mase (pogotovo prije vaganja u boričkim sportovima), prema trenutnom pravilniku WADA-e iz 2016. g. (69) diuretici spadaju u zabranjene supstance tijekom i izvan natjecanja.

U zabranjene lijekove spadaju: acetazolamid, amilorid, bumetanid, canrenon, klortalidon, etakrinska kiselina, furosemid, indapamid, metolazon, spironolakton, tiazidi(klorotiazid, hidroklorotiazid i sl.), triamteren, vaptani (tolvaptan i sl.) (te drugi njima slični lijekovi).

Za odobrenje korištenja diuretika izvan natjecanja ili tijekom natjecanja potrebno je dobiti odobrenje od WADA-e (zadovoljiti uvjete iz pravilnika (70) o izuzeću zabrane) ili druge mjerodavne institucije.

10. ZAKLJUČAK

Najčešći uzrok iznenadne srčane smrti je hipertrofična kardiomiopatija. Javlja se češće u muškaraca, a kod polovine bolesnika bolest se nasljeđuje i to autosomno dominantno. Bolest je često asimptomatska, a utvrđuje se kao hipertrofija lijeve klijetke bez dilatacije koja nije mogla nastati zbog drugih srčanih uzroka.

Većina drugih kardioloških bolesti koje dovode do iznenadne srčane smrti često progrediraju bez uočenih simptoma, a da pri tome sportaš niti nema postavljenu dijagnozu.

Kako nastavak intenzivnog bavljenja sportom u većini slučajeva može dovesti do pogoršanja bolesti, nužno je sve sportaše adekvatno pregledati na početku karijere, prije natjecanja i u redovitim intervalima izvan natjecanja. Pregled sportaša mora se sastojati od osobne anamneze, obiteljske anamneze i kliničkog pregleda (svaki nadopunjen sa dodatnim postupcima iz **Tablice 2**).

Iako neke zemlje i dalje ne prakticiraju EKG pregled za sve sportaše, EKG pregled i analiza nalaza od strane stručnjaka u polju sportske kardiologije ključan je dio pregleda. Analiza EKG-a u mirovanju i naporu nudi nam mogućnost otkrivanja bolesti koje bi inače prošle neotkrivene. Pri uočavanju bilo kakvih patoloških stanja potrebno je proširiti spektar pregleda i utvrditi ili odstraniti sumnju na kardiološku bolest. Kada se temeljito ustvrdi stadij bolesti i procjeni rizik za sportaša, te se pogledaju smjernice za dotičnu bolest, tek tada može se donijeti odluka o isključivanju iz sporta ili nastavku sportske aktivnosti.

Tijekom liječenja sportaša koji ima kardiološku bolest, a aktivno sudjeluje u natjecanjima, liječnik mora imati na umu moguće konflikte sa doping pravilnicima pri propisivanju terapije.

11. ZAHVALE

Posebno se zahvaljujem mentorici dr. sc. Hani Brborovic koja mi je svesrdno pomagala i usmjeravala me tijekom izrade ovog Diplomskog rada.

Od srca se zahvaljujem roditeljima i djevojci na podršci i razumijevanju koje su mi pružili tijekom studija.

12. LITERATURA

1. Link MS, Estes M. Sudden Cardiac Death in the Athlete Bridging the Gaps Between Evidence, Policy, and Practice. *Circulation*.2012; 125:2511-2516
2. Ivančević Ž, Rumboldt Z, Bergovac M, Silobrčić V, Kuzman I, Štimac D, Tonkić A. Šport i srce.U: MSD priručnik dijagnostike i terapije / glavni urednik hrv. Izdanja Željko Ivančević; [izrada kazala Željko Ivančević i sur.]. 2 izd. Split : Placebo, 2010.
3. Maron BJ, Roberts WC, McAllister MH, Rosing DR, Epstein SE. Sudden death in young athletes. *Circulation* 1980;62:218–229.
4. Burke AP, Farb A, Virmani R, Goodin J, Smialek JE. Sports-related and non-sports-related sudden cardiac death in young adults. *Am Heart J* 1991;121:568–575.
5. Van Camp SP, Bloor CM, Mueller FO, Cantu RC, Olson HG. Nontraumatic sports death in high school and college athletes. *Med Sci Sports Exerc* 1995;27:641–647.
6. Maron BJ, Shirani J, Poliac LC, Mathenge R, Boberts WC, Mueller FO. Sudden death in young competitive athletes. Clinical, demographics, and pathological profiles. *JAMA* 1996;276:199–204.
7. Maron BJ, Gohman TE, Aeppli D. Prevalence of sudden cardiac death during competitive sports activities in Minnesota high school athletes. *J Am Coll Cardiol* 1998;32:1881–1884.
8. Maron BJ. Sudden death in young athletes. *New Engl J Med* 2003; 349:1064–1075

- 9.** Maron BJ, Thompson PD, Puffer JC, McGrew CA, Strong WB, Douglas PS, Clark LT, Mitten MJ, Crawford MH, Atkins DL, Driscoll DJ, Epstein AE. Cardiovascular preparticipation screening of competitive athletes. A statement for health professionals from the sudden death committee (clinical cardiology) and congenital cardiac defects committee (cardiovascular disease in the young), American Heart Association. *Circulation* 1996;94:850–856.
- 10.** Corrado D, Basso C, Schiavon M, Thiene G. Screening for hypertrophic cardiomyopathy in young athletes. *New Engl J Med* 1998; 339:364–369.
- 11.** Thiene G, Nava A, Corrado D, Rossi L, Pennelli N. Right ventricular cardiomyopathy and sudden death in young people. *N Engl J Med* 1988; 318:129–133.
- 12.** Corrado D, Thiene G, Nava A, Pennelli N, Rossi L. Sudden death in young competitive athletes: clinico-pathologic correlations in 22 cases. *Am J Med* 1990;89:588–596.
- 13.** Corrado D, Basso C, Rizzoli G, Schiavon M, Thiene G. Does sports activity enhance the risk of sudden death in adolescents and young adults? *J Am Coll Cardiol* 2003;42:1959–1963.
- 14.** 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. Cardiovascular pre-participation screening of young competitive athletes for prevention of sudden death: proposal for a common European protocol, *European Heart Journal* 2005; 26:516-524.
- 15.** Mitchell JH, Haskell W, Snell P, Van Camp SP. Task Force 8: Classification of Sports. *JACC* 2005; Vol. 45, No. 8, 1364-7.

- 16.** Asmussen E. Similarities and dissimilarities between static and dynamic exercise. *Circ Res* 1981; 48 Suppl 1:13-10.
- 17.** Mitchell JH, Wildenthal K . Static (isometric) exercise and the heart: physiological and clinical considerations. *Annu Rev Med* 1974; 25 pp. 369–381.
- 18.** Mitchell JH, Raven PB. Cardiovascular adaptation to physical activity In: Bouchard C, Shephard R, Stephen T(Eds.), *Physical Activity, Fitness, and Health: International Proceedings and Consensus Statement*, Human Kinetics, Champaign, IL, pp. 286–298; 1994
- 19.** Gallagher KM, Raven PB, Mitchell JH. Classification of sports and the athlete's heart In: R.A. Williams (Ed.), *The Athlete and Heart Disease: Diagnosis, Evaluation and Management*, Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, PA (1999), pp. 9–21
- 20.** Hrvatsko društvo za sportsku medicinu. Hrvatski liječnički zbor. Iznenađna srčana smrt [internet] [pristupljeno 24.05.2016.] Dostupno na: <http://www.sportskamedicina.hr/sportska-medicina/iznenadna-srcana-smrt/>
- 21.** Decree of the Italian Ministry of Health, February 18, 1982. Norme per la tutela sanitaria dell'attività sportiva agonistica (rules concerning the medical protection of athletic activity). *Gazzetta Ufficiale* March 5, 1982:63.
- 22.** Pelliccia A, Maron BJ. Preparticipation cardiovascular evaluation of the competitive athlete: perspectives from the 30-year Italian experience. *Am J Cardiol* 1995; 75:827–829.
- 23.** Corrado D, Pelliccia A, Heidbuchel H, Sharma S, Link M, Basso C, i sur. Recommendations for interpretation of 12-lead electrocardiogram in the athlete. *Eur. Heart J* 2010; 31:243-259.

- 24.** Funck-Brentano C, Jaillon P . Rate-corrected QT interval: techniques and limitations. *Am J Cardiol.* 1993;72:17B–22B.
- 25.** Munger TM, Packer DL, Hammill SC, Feldman BJ, Bailey KR, Ballard DJ, Holmes DR Jr, Gersh BJ. A population study of the natural history of Wolff–Parkinson–White syndrome in Olmsted County, Minnesota, 1953–1989. *Circulation* 1993; 87:866–873.
- 26.** Sorbo MD, Buja GF, Miorelli M, Nistri S, Perrone C, Manca S, Grasso F, Giordano GM, Nava A. The prevalence of the Wolff–Parkinson–White syndrome in a population of 116,542 young males. *G Ital Cardiol* 1995;25:681–687
- 27.** Sano S, Komori S, Amano T, Kohno I, Ishihara T, Sawanobori T, Ijiri H, Tamura K. Prevalence of ventricular preexcitation in Japanese school children. *Heart* 1998; 79:374–378.
- 28.** Kyndt F, Probst V, Potet F, Demolombe S, Chevallier JC, Baro I, Moisan JP, Boisseau P, Schott JJ, Escande D, Le Marec H. Novel SCN5A mutation leading either to isolated cardiac conduction defect or Brugada syndrome in a large French family. *Circulation* 2001;104:3081–3086
- 29.** Kreger BE, Anderson KM, Kannel WB. Prevalence of intraventricular block in the general population: The Framingham Study. *Am Heart J* 1989;117:903–910. 79.
- 30.** Agarwal AK, Venugopalan P. Right bundle branch block: varying electrocardiographic patterns. Aetiological correlation, mechanisms and electrophysiology. *Int J Cardiol* 71:33–39. 80.

- 31.** Hadarson T, Arnason A, Eli'asson GJ, Pa'lsso K, Eyjo'lfsson K, Sigfu'sson N. Left bundle branch block: prevalence, incidence, follow-up and outcome. *Eur Heart J* 1987;8:1075–1079. 81.
- 32.** Elizari MV, Acunzo RS, Ferreiro M. Hemiblocks revisited. *Circulation* 2007;115: 1154–1163
- 33.** Uberoi A, Stein R, Perez MV, Freeman J, Wheeler M, Dewey F, i sur. Specia Report: Interpretation of the Electrocardiogram of Young Athletes *Circulation*. 2011;124:746-757
- 34.** Mason JW, Ramseth DJ, Chanter DO, Moon TE, Goodman DB, Mendzelevski B . Electrocardiographic reference ranges derived from 79 743 ambulatory subjects. *J Electrocardiol*. 2007;40:228–234
- 35.** Krušlin B, Nola M. Bolesti srca. U: Damjanov I, Jukić S, Nola M(Ur.) Patologija. Zagreb. Medicinska Naklada 2011, str:374-378.
- 36.** Maron BJ, Maron MS. Hypertrophic cardiomyopathy. *Lancet* 2013; 381:242–55.
- 37.** Maron BJ, Ommen SR, Semsarian C, Spirito P, Olivotto I, Maron MS. Hypertrophic cardiomyopathy: present and future, with translation into contemporary cardiovascular medicine [published correction appears in *J Am Coll Cardiol*. 2014;64:1188]. *J Am Coll Cardiol* 2014;64:83–99
- 38.** Maron MS, Maron BJ, Harrigan C, Buross J, Gibson CM, Olivotto I, Biller L, Lesser JR, Udelson JE, Manning WJ, Appelbaum E. Hypertrophic cardiomyopathy phenotype revisited after 50 years with cardiovascular magnetic resonance. *J Am Coll Cardiol* 2009;54:220–8.

- 39.** Maron BJ, Doerer JJ, Haas TS, Tierney DM, Mueller FO. Sudden deaths in young competitive athletes: analysis of 1866 deaths in the United States, 1980-2006. *Circulation* 2009;119:1085–92.
- 40.** Maron BJ, Rowin EJ, Casey SA, Link MS, Lesser JR, Chan RH, Garberich RF, Udelson JE, Maron MS. Hypertrophic cardiomyopathy in adulthood associated with low cardiovascular mortality with contemporary management strategies. *J Am Coll Cardiol* 2015;65:1915–28.
- 41.** Maron BJ, Ackerman MJ, Nishimura RA, Pyeritz RE, Towbin JA, Udelson JE. Task Force 4: HCM and other cardiomyopathies, mitral valve prolapse, myocarditis and Marfan syndrome. *J Am Coll Cardiol* 2005;45: 1340–5.
- 42.** Gersh BJ, Maron BJ, Bonow RO, Dearani JA, Fifer MA, Link MS, Naidu SS, Nishimura RA, Ommen SR, Rakowski H, Seidman CE, Towbin JA, Udelson JE, Yancy CW. 2011 ACCF/AHA guideline for the diagnosis and treatment of hypertrophic cardiomyopathy: executive summary: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *J Am Coll Cardiol* 2011;58:2703–38.
- 43.** Maron BJ, Udelson JE, Bonow RO, Nishimura RA, Ackerman MJ, Estes NAM 3rd, Cooper LT Jr, Link MS, Maron MS. Eligibility and disqualification recommendations for competitive athletes with cardiovascular abnormalities: Task Force 3: hypertrophic cardiomyopathy, arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy and other cardiomyopathies, and myocarditis. *J Am Coll Cardiol* 2015;66:2362–71.
- 44.** Weber MA, Ashworth MT, Risdon RA, Malone M, Burch M, Sebire NJ. Clinicopathological features of paediatric deaths due to myocarditis: an autopsy series. *Arch Dis Child*. 2008;93:594–8.

- 45.** Kitulwatte ID, Kim PJ, Pollanen MS. Sudden death related myocarditis: a study of 56 cases. *Forensic Sci Med Pathol* 2010;6:13–9.
- 46.** Corrado D, Basso C, Thiene G. Sudden cardiac death in young people with apparently normal heart. *Cardiovasc Res* 2001;50:399–408.
- 47.** Cooper LT Jr. Myocarditis. *N Engl J Med* 2009; 360:1526–38.
- 48.** Basso C, Corrado D, Marcus FI, Nava A, Thiene G. Arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy. *Lancet* 2009;373:1289–300.
- 49.** Corrado D, Thiene G. Arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy/dysplasia: clinical impact of molecular genetic studies. *Circulation* 2006;113: 1634–7.
- 50.** Sen-Chowdhry S, Syrris P, McKenna WJ. Role of genetic analysis in the management of patients with arrhythmogenic right ventricular dysplasia/cardiomyopathy. *J Am Coll Cardiol* 2007;50:1813–21. h
- 51.** James CA, Bhonsale A, Tichnell C, Murray B, Russell SD, Tandri H, Tedford RJ, Judge DP, Calkins H. Exercise increases age-related penetrance and arrhythmic risk in arrhythmogenic right ventricular dysplasia/cardiomyopathy-associated desmosomal mutation carriers. *J Am Coll Cardiol* 2013;62: 1290–7
- 52.** Tuo G, Marasini M, Brunelli C, Zannini L, Balbi M. Incidence and clinical relevance of primary congenital anomalies of the coronary arteries in children and adults. *Cardiol Young* 2012:1–6
- 53.** Basso C, Maron BJ, Corrado D, Thiene G. Clinical profile of congenital coronary artery anomalies with origin from the wrong aortic sinus leading to

sudden death in young competitive athletes. *J Am Coll Cardiol* 2000;35:1493–501.

54. De Rosa G, Piastra M, Pardeo M, Caresta E, Capelli A. Exercise-unrelated sudden death as the first event of anomalous origin of the left coronary artery from the right aortic sinus. *J Emerg Med* 2005;29: 437–41.

55. Van Hare GF, Ackerman MJ, Evangelista JK, Kovacs RJ, Myerburg RJ, Shafer KM, Warnes CA, Washington RL. ; Eligibility and disqualification recommendations for competitive athletes with cardiovascular abnormalities: Task Force 4: congenital heart disease: a scientific statement from the American Heart Association and American College of Cardiology. *J Am Coll Cardiol* 2015; 66: 2372–84.

56. Frommelt PC. Congenital coronary artery abnormalities predisposing to sudden cardiac death. *Pacing Clin Electrophysiol* 2009;32 suppl 2:S63–6.

57. Warnes CA, Williams RG, Bashore TM, Child JS, Connolly HM, Dearani JA, del Nido P, Fasules JW, Graham TP Jr., Hijazi ZM, Hunt SA, King ME, Landzberg MJ, Miner PD, Radford MJ, Walsh EP, Webb GD. ACC/AHA 2008 guidelines for the management of adults with congenital heart disease: a report of the American College of Cardiology/ American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Writing Committee to Develop Guidelines on the Management of Adults With Congenital Heart Disease). *J Am Coll Cardiol* 2008;52: e143–263

58. Graham TP Jr., Driscoll DJ, Gersony WM, Newburger JW, Rocchini A, Towbin JA. Task Force 2: congenital heart disease. *J Am Coll Cardiol* 2005;45: 1326–33.

59. Nishimura RA, Otto CM, Bonow RO, Carabello BA, Erwin JP 3rd, Guyton RA, O’Gara PT, Ruiz CE, Skubas NJ, Sorajja P, Sundt TM 3rd, Thomas JD.

2014 AHA/ACC guideline for the management of patients with valvular heart disease: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines .J Am Coll Cardiol. 2014;63:2438–88.

60. Bonow RO, Nishimura RA, Thompson PD, Udelson JE. Eligibility and disqualification recommendations for competitive athletes with cardiovascular abnormalities: Task Force 5: valvular heart disease: a scientific statement from the American Heart Association and American College of Cardiology. J Am Coll Cardiol 2015;66:2385–92.

61. Rahimtoola SH, Durairaj A, Mehra A, Nuno I. Current evaluation and management of patients with mitral stenosis. Circulation. 2002;106:1183–8.

62. Zoghbi WA, Enriquez-Sarano M, Foster E, Grayburn PA, Kraft CD, Levine RA, Nihoyannopoulos P, Otto CM, Quinones MA, Rakowski H, Stewart WJ, Waggoner A, Weissman NJ, American Society of Echocardiography. Recommendations for evaluation of the severity of native valvular regurgitation with twodimensional and Doppler echocardiography. J Am Soc Echocardiogr. 2003;16:777–802.

63. Braverman AC, Harris KM, Kovacs RJ, Maron BJ; Eligibility and disqualification recommendations for competitive athletes with cardiovascular abnormalities: Task Force 7: aortic diseases, including Marfan syndrome: a scientific statement from the American Heart Association and American College of Cardiology. J Am Coll Cardiol 2015;66:2398–405.

64. Loeys BL, Dietz HC, Braverman AC, Callewaert BL, De Backer J, Devereux RB, Hilhorst-Hofstee Y, Jondeau G, Faivre L, Milewicz DM, Pyeritz RE, Sponseller PD, Wordsworth P, De Paepe AM. The revised Ghent nosology for the Marfan syndrome. J Med Genet. 2010;47:476–85.

65. Devereux RB, de Simone G, Arnett DK, Best LG, Boerwinkle E, Howard BV, Kitzman D, Lee ET, Mosley TH Jr., Weder A, Roman MJ. Normal limits in relation to age, body size and gender of twodimensional echocardiographic aortic root dimensions in persons\$15 years of age. *Am J Cardiol.* 2012;110: 1189–94.

66. Lang RM, Bierig M, Devereux RB, Flachskampf FA, Foster E, Pellikka PA, Picard MH, Roman MJ, Seward J, Shanewise JS, Solomon SD, Spencer KT, Sutton MS, Stewart WJ, Chamber Quantification Writing Group, American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee, European Association of Echocardiography. Recommendations for chamber quantification: a report from the American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee and the Chamber Quantification Writing Group, developed in conjunction with the European Association of Echocardiography, a branch of the European Society of Cardiology. *J Am Soc Echocardiogr.* 2005; 18:1440–63.

67. Ackerman MJ, Zipes DP, Kovacs RJ, Maron BJ; Eligibility and disqualification recommendations for competitive athletes with cardiovascular abnormalities: Task Force 10: the cardiac channelopathies: a scientific statement from the American Heart Association and American College of Cardiology. *J Am Coll Cardiol* 2015;66:2424–8.

68. Schwartz PJ, Stramba-Badiale M, Crotti L, Pedrazzini M, Besana A, Bosi G, Gabbarini F, Goulene K, Insolia R, Mannarino S, Mosca F, Nespola L, Rimini A, Rosati E, Salice P, Spazzolini C. Prevalence of the congenital long-QT syndrome. *Circulation.* 2009;120: 1761–7.

69. World anti-doping agency. The World Anti-Doping Code. The 2016 prohibited list international standard [internet] [pristupljeno 21.05.2016.]. Dostupno na:

<https://wada-main-prod.s3.amazonaws.com/resources/files/wada-2016-prohibited-list-en.pdf>

70. World anti-doping agency. World anti-doping code international standard therapeutic use exemptions january 2016 [internet]; 2016 [pristupljeno 21.05.2016.]. Dostupno na:

https://wada-main-prod.s3.amazonaws.com/resources/files/wada-2016-istue-final-en_0.pdf

71. World anti-doping agency. TUE Physician Guidelines Medical Information to Support the Decisions of TUECs cardiovascular conditions: the therapeutic use of beta-blockers in athletes [internet]; 2015 [pristupljeno 21.05.2016.]. Dostupno na:

https://wada-main-prod.s3.amazonaws.com/resources/files/wada-tpg-cardiovascular_conditions-1.1.pdf

72. Bethesda Conference Report 36th Bethesda Conference: Eligibility Recommendations for Competitive Athletes With Cardiovascular Abnormalities J Am Coll Cardiol 2005; Vol. 45, No. 8: 1312-75.

73. Pelliccia A, Zipes DP, Maron BJ. Bethesda Conference #36 and the European Society of Cardiology Consensus Recommendations revisited a comparison of U.S. and European criteria for eligibility and disqualification of competitive athletes with cardiovascular abnormalities. J Am Coll Cardiol 2008; Vol. 52, No. 24: 1990-6.

74. A Scientific Statement From the American Heart Association and American College of Cardiology: Eligibility and Disqualification Recommendations for Competitive Athletes With Cardiovascular Abnormalities:. J Am Coll Cardiol. 2015;66(21):2343-450.

13. ŽIVOTOPIS

Rođen sam 04.04.1990. godine u Zagrebu. Osnovnoškolsko obrazovanje pohađao sam u Osnovnoj školi Matka Laginje u Zagrebu. Srednjoškolsko obrazovanje pohađao sam u XV. Gimnaziji u Zagrebu, završno sa 2009. godinom, te sam iste godine upisao Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.