

# SPECIFIČNOSTI REANIMACIJE KOD SPORTAŠA

---

**Milin, Maris**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2024**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Kinesiology / Sveučilište u Zagrebu, Kineziološki fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:117:463777>

*Rights / Prava:* [Attribution 4.0 International](#)/[Imenovanje 4.0 međunarodna](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-02**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Faculty of Kinesiology, University of Zagreb - KIFoREP](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
KINEZIOLOŠKI FAKULTET**

**Maris Milin**

**SPECIFIČNOSTI REANIMACIJE KOD  
SPORTAŠA**

**diplomski rad**

**Zagreb, rujan 2024.**

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

DIPLOMSKI RAD

Sveučilište u Zagrebu

Kineziološki fakultet

Horvaćanski zavoj 15, 10000 Zagreb, Hrvatska

**Naziv studija:** Kineziologija; **smjer:** Kineziologija u edukaciji i Kineziterapija

**Vrsta studija:** sveučilišni

**Razina kvalifikacije:** integrirani prijediplomski i diplomski studij

**Studij za stjecanje akademskog naziva:** sveučilišna magistra kineziologije u edukaciji i kineziterapiji

**Znanstveno područje:** Društvene znanosti

**Vrsta rada:** Stručni rad

**Naziv diplomskog rada:** je prihvaćen od strane Povjerenstva za diplomске radove

Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu u akademskoj godini  
(2023./2024.) dana (18. ožujka 2024.).

**Mentor:** prof. dr. sc. *Zdravko Babić*

### Specifičnosti reanimacije kod sportaša

*Maris Milin, 0034085253*

#### Sastav Povjerenstva za ocjenu i obranu diplomskog rada i diplomskog ispita:

- |   |                      |
|---|----------------------|
| 1. prof. dr. sc. <i>Zdravko Babić</i>             | Predsjednik - mentor |
| 2. prof. dr. sc. <i>Marjeta Mišigoj-Duraković</i> | član                 |
| 3. izv. prof. dr. sc. <i>Maroje Sorić</i>         | član                 |
| 4. izv. prof. dr. sc. <i>Marija Rakovac</i>       | zamjena člana        |

**Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf format) obliku pohranjen u** Knjižnici Kineziološkog fakulteta,  
Horvaćanski zavoj 15, Zagreb

## BASIC DOCUMENTATION CARD

DIPLOMA THESIS

**University of Zagreb**

**Faculty of Kinesiology**

Horvacanski zavoj 15, 10000 Zagreb, Croatia

**Title of study program: Kinesiology; course: Kinesiology in Education and Kinesitherapy**

**Type of program: University**

**Level of qualification: Integrated undergraduate and graduate**

**Acquired title:** University Master of Kinesiology in Education and Kinesitherapy

**Scientific area:** Social sciences

**Type of thesis:** Professional work

**Master thesis:** has been accepted by the Committee for Graduation Theses of the Faculty of Kinesiology of the University of Zagreb in the academic year (2023/2024) on (March 18, 2024).

**Mentor:** *Zdravko Babić*, PhD, prof.

### **Specifics of Resuscitation of Athletes**

*Maris Milin*, 0034085253

#### **Thesis defence committee:**

- |  |                          |
|--|--------------------------|
| 1. <i>Zdravko Babić</i> , PhD, prof.             | chairperson - supervisor |
| 2. <i>Marjeta Mišigoj-Duraković</i> , PhD, prof. | member                   |
| 3. <i>Maroje Sorić</i> , associate prof.         | member                   |
| 4. <i>Marija Rakovac</i> , associate prof.       | substitute member        |

**Printed and electronic (pdf format) version of thesis is deposed** in Library of the Faculty of Kinesiology,  
Horvacanski zavoj 15, Zagreb

Ovim potpisima se potvrđuje da je ovo završna verzija diplomskog rada koja je obranjena pred Povjerenstvom, s unesenim korekcijama koje je Povjerenstvo zahtijevalo na obrani te da je ova tiskana verzija istovjetna elektroničkoj verziji predanoj u Knjižnici.

Mentor:

\_\_\_\_\_  
upisati titulu, ime i prezime

Student:

\_\_\_\_\_  
upisati ime i prezime

## **SPECIFIČNOSTI REANIMACIJE KOD SPORTAŠA**

### **Sažetak**

Iznenadna srčana smrt događa se kao što sam naziv govori iznenadno i neočekivano. Može se dogoditi bez prethodnih simptoma i upozorenja, ali mogu joj prethoditi aritmije ili bolovi u prsima i drugi simptomi. Kako bi bolje razumjeli iznenadnu srčanu smrt, u nastavku ovog rada objasnit će se epidemiologija, etiologija i prevencija nastanka. Kardiopulmonalna reanimacija je hitni postupak koji se provodi u trenutku nastupanja iznenadne srčane smrti. Nakon navedenog hitnog postupka potrebna je daljnja medicinska pomoć. U ovom radu prikazat će se specifičnosti iznenadne srčane smrti kod sportaša.

Sport ima pozitivne učinke na kardiovaskularno zdravlje isto kao i tjelesna aktivnost uopće. Osim pozitivnih učinaka sport može donijeti i određene rizike te su zbog toga sistematski pregledi neophodni. Važni su i specifični kardiološki pregledi kako bi se mogla prevenirati iznenadna srčana smrt ukoliko je to potrebno.

Iznenadna srčana smrt u sportu može se dogoditi tijekom treninga ili sportskog natjecanja. Uzroci mogu biti različiti – od koronarne bolesti, nasljednih bolesti, aritmija do upotrebe nedozvoljenih supstanci. Zbog uvjeta i okolnosti u kojima se sportaši nalaze potrebno je znati specifičnosti kardiopulmonalne reanimacije koja ovisi o brzini intervencije, prisutnosti defibrilatora, obučenosti osoblja, specifičnosti postupka i koja može osigurati rezultate bolje nego u općoj populaciji. Sekundarna prevencija iznenadne srčane smrti sportaša uzima u obzir rizične čimbenike te adekvatnu medicinsku skrb kako bi se spriječila mogućnost recidiva. Važno je provoditi medicinske preglede, kontrolirati rizične čimbenike, educirati se o problemu, pravilno planirati i programirati trenažni proces, koristiti zaštitnu opremu te redovito pratiti zdravstveno stanje sportaša. Rehabilitacija nakon iznenadne srčane smrti podrazumijeva medicinsko praćenje, tjelesnu rehabilitaciju, psihološku i socijalnu podršku te edukaciju. Educirati je potrebno sportaša, ali i skrbnike te osobe zadužene za plan i program trenažnog procesa.

### **Ključne riječi**

iznenadna srčana smrt, kardiopulmonalna reanimacija, sport, prevencija, rehabilitacija

## **SPECIFICS OF RESUSCITATION OF ATHLETES**

### **Abstract**

Sudden cardiac death occurs as the name suggests suddenly and unexpectedly. It can occur without prior symptoms and warning, but it can precede also by arrhythmias, retrosternal pain and other various symptoms. In order to better understand sudden cardiac death this paper will explain the epidemiology, etiology and prevention of occurrence. Cardiopulmonary resuscitation is an emergency procedure that is carried out at the time of sudden cardiac death. After the aforementioned emergency procedure, further medical attention is required. This paper will specifically explain sudden cardiac death in athletes.

Sports have positive effects on cardiovascular health as well as physical activity. In addition to the positive effects, sport can also bring certain risks and therefore systematic examinations are necessary. Specific cardiological examinations are also important so that sudden cardiac death can be prevented if possible.

Sudden cardiac death in sports can occur during training or sports competition. The causes can be different – from coronary artery disease, arrhythmias, hereditary diseases or the use of prohibited substances. Due to the conditions and circumstances in which athletes find themselves, it is necessary to know the specifics of cardiopulmonary resuscitation which will depend on the speed of the intervention, the presence of a defibrillator, the training of personnel, the specifics of the procedure and will ensure better results than in general population. Secondary prevention of sudden cardiac death of athletes takes into account risk factors and adequate medical care to prevent the possibility of relapse. It is important to conduct medical examinations, control risk factors, educate about the problem, proper plan and program of the training process, use protective equipment and regularly monitor the health condition of athletes. Rehabilitation after sudden cardiac death includes medical monitoring, physical rehabilitation, psychological and social support and education. It is necessary to educate athletes, but also caregivers and persons in charge of the plan and program of the training process.

### **Key words**

sudden cardiac death, cardiopulmonary resuscitation, sports, prevention, rehabilitation

## Sadržaj

1. Uvod.....	1
1.1. Iznenađna srčana smrt .....	1
1.1.1. Definicija.....	1
1.1.2. Epidemiologija .....	1
1.1.3. Etiologija .....	2
1.1.4. Prevencija .....	3
1.2. Kardiopulmonalna reanimacija .....	3
2. Sport.....	4
2.1. Definicija.....	4
2.2. Podjela.....	5
2.3. Pozitivni učinci sporta i tjelesne aktivnosti na kardiovaskularno zdravlje .....	6
3. Kardiovaskularni rizici sporta i tjelesne aktivnosti.....	8
3.1. Iznenađna srčana smrt u sportu .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2. Ostali kardiovaskularni rizici sporta i tjelesne aktivnosti .....	13
4. Primarna i sekundarna prevencija iznenađne srčane smrti u sportu .....	16
4.1. Sistematski pregledi sportaša .....	16
4.1.1. Specifičnosti kardiološkog pregleda u sportskoj kardiologiji .....	19
4.2. Mogućnosti sekundarne prevencije iznenađne srčane smrti sportaša .....	25
5. Specifičnosti kardiopulmonalne reanimacije u sportu i tjelesnoj aktivnosti.....	26
6. Značaj rehabilitacije bolesnika nakon iznenađne srčane smrti .....	39
7. Zaključak.....	37
8. Literatura.....	39



## **Kratice**

ACC – *American College of Cardiology*/Američki koledž za kardiologiju

AED – *automated external defibrillator*/automatski vanjski defibrilator

AHA – *American Heart Association*/Američko udruženje za srce

ARVD – aritmogena displazija desnog ventrikula

BMI – *body mass index*/indeks tjelesne mase

CPR – *cardiopulmonal resuscitation*/kardiopulmonalna reanimacija

EAP – *emergency action plan*/plan hitnih mjera

EKG – elektrokardiogram

ERC - *European Resuscitation Council*

ESC - *European Society of Cardiology*

HCM – hipertrofijska kardiomiopatija

ICD – *implantable cardioverter defibrillator*/ugradbeni kardioverter-defibrilator

ILCOR - *International Liaison Committee on Resuscitation*

ISZ – iznenadni srčani zastoj

KBS – koronarna bolest srca

MET – metabolički ekvivalent

MR – magnetska rezonancija

MSCT – *multi-slice computed tomography*

ORL – otorinolaringologija

SCD – *sudden cardiac death*/iznenadna srčana smrt

SPECT - *single-photon emission computed tomography*

VA – ventrikularna aritmija

VF – ventrikularna fibrilacija

VT – ventrikularna tahikardija

W – *Watt*

WPW – Wolff-Parkinson-White sindrom

## 1. Uvod

### 1.1. Iznenadna srčana smrt

#### 1.1.1. Definicija

U knjizi Sportska kardiologija (Babić, Bulj i suradnici, 2018) iznenadnu smrt zbog srčanih uzroka, poznatu i kao engl. *sudden cardiac death* (SCD) ili lat. *mors cardiaca subita*, opisuju kao neočekivani smrtni ishod koji se događa zbog prestanka normalne cirkulacijske (pumpne) funkcije srca. Definirana je kao smrtni ishod koji se javlja unutar jednog sata od pojave simptoma u situaciji kada nema drugih očiglednih uzroka koji bi mogli biti smrtonosni.

U slučajevima gdje interval između pojave simptoma i SCD-a traje manje od dva sata, kardiovaskularni uzrok može biti identificiran u otprilike 90% slučajeva (Čače, 2009).

#### 1.1.2. Epidemiologija

Navodi se (Babić, Bulj i suradnici, 2018) kako SCD kod mlađih sportaša predstavlja rijedak događaj, s godišnjom incidencijom od 1 : 100.000 do 1 : 200.000, međutim, u sportaškoj populaciji se događa 2 - 3 puta češće nego u onih koji se ne bave sportom. Relativni rizik od SCD-a gotovo se udvostručuje tijekom tjelesne aktivnosti, iako je apsolutni rizik i dalje nizak. Važno je istaknuti da neredovita tjelesna aktivnost povećava rizik za SCD u odnosu na redovito vježbanje. SCD može biti prvo kliničko očitovanje potencijalno fatalne kardiovaskularne bolesti te se često pojavljuje kod prethodno asimptomatskih sportaša. Uzroci SCD-a najčešće su kardiovaskularne bolesti; anatomske kongenitalne srčane bolesti, kardiomiopatije, koronarna aterosklerotska bolest, te razni drugi koji će se objasniti u nastavku ovog rada. Sportaši različitih dobnih skupina su pogođeni SCD-om, a češće se javlja u nogometaša, košarkaša i trkača. Incidencija SCD-a u starijih sportaša znatno je veća, a očekuje se da će rasti s porastom broja starijih osoba koje se bave sportom.

Ivetac (2020) prikazuje kako je incidencija SCD-a veća među muškarcima nego među ženama (3:1). Važno je poznavati patogenezu najčešćih kardiovaskularnih bolesti kako bismo prepoznali rizične čimbenike za SCD. U dijagnostici, pravilno prikupljena anamneza ima ključnu ulogu. Nakon detaljne anamneze, daljnja dijagnostička evaluacija uključuje tjelesni pregled i druge kardiološke testove.

Prema nekim autorima (Vukčeviću, 2011) primijećeno je da se SCD češće javlja u ranim jutarnjim satima, češće u ponedjeljak nego u drugim danima u tjednu, te češće tijekom zimskih mjeseci.

Drugi autori (Duraković i Mišigoj-Duraković, 2018) ukazuju na najveću učestalost SCD-a zabilježenu kod starijih osoba koje se bave rekreativnim sportskim aktivnostima ili tjelesnim radom u slobodno vrijeme s intenzitetom koji nije primjeren njihovom funkcionalnom i zdravstvenom statusu. U rezultatima hrvatske studije koja je trajala 27 godina registrirano je 15 SCD-a kod osoba mlađih od 35 godina. Istraživanje prikazuje uzroke SCD-a tijekom i neposredno nakon tjelesne aktivnosti. Uzroci tih smrtnih slučajeva bili su hipertrofijska kardiomiopatija, aritmogena displazija desne klijetke, hipoplastična aorta i koronarne arterije, bilateralna bronhopneumonija, miokarditis i akutni infarkt miokarda. Kod osoba starijih od 35 godina najčešće se radilo o koronarnoj bolesti srca.

Visoki postotak (56-80%) slučajeva (Bäck i suradnici, 2021) SCD-a kod mladih sportaša događa se tijekom vježbanja, dok se ostatak događa u mirovanju.

Rjeđi autori (Finocchiaro i suradnici, 2023) upućuju da intenzivno vježbanje koje obavljaju natjecateljski sportaši, za razliku od rekreacijskog vježbanja, može dovesti do većeg rizika od SCD-a.

### **1.1.3. Etiologija**

Postoje brojna patološka stanja koja mogu dovesti do ovog tragičnog ishoda (Babić, Bulj i suradnici, 2018). Najčešći uzroci SCD-a među sportašima su hipertrofična kardiomiopatija, aritmogena displazija desnog ventrikula, anomalije koronarnih arterija, aterosklerotska bolest koronarnih arterija te miokarditis. Dio sportaša koji su umrli od SCD-a imali su strukturno zdravo srce, osobito u mlađoj dobi. To sugerira da postoje genetske i druge predispozicije koje mogu dovesti do ovog problema, a koje trenutno nisu potpuno razumljive ili prepoznate.

Aljadah i suradnici (2021) navode kako je glavni mehanizam SCD-a maligna ventrikularna aritmija (VA), a bolesti srčanih zalistaka uzrokuju SCD na dva načina; mehanički i proaritmogeno.

Preostali uzročnici SCD-a te razlike u uzroku kod mlađe i starije populacije bit će navedeni i objašnjeni dalje u tekstu.

#### **1.1.4. Prevencija**

Sistematski pregledi su osnovna metoda primarne prevencije SCD-a sportaša (Babić, Bulj i suradnici, 2018) i uključuju uzimanje osobne i obiteljske anamneze, tjelesni pregled te elektrokardiogram (EKG) koji pokazuju visoku osjetljivost za otkrivanje važnih bolesti kod mladih sportaša. Taj pristup je ključan za smanjenje incidencije SCD-a. Kod starijih sportaša, već i onih starijih od 35 godina, treba se koristiti personalizirani pristup kako bi se identificirali oni s visokim i vrlo visokim rizikom od nepovoljnih kardiovaskularnih događaja. Rizičnim skupinama preporučuje se test opterećenja kao dio pregleda prije početka intenzivnijih sportskih aktivnosti. Rekreativni sportaši posebno trebaju educiranje i planiranje aktivnosti kako bi se izbjegli prekomjerni napori. Suradnja između liječnika, trenera i sportaša ključna je za primjenu preporuka za tjelesnu aktivnost.

U primarnoj i sekundarnoj prevenciji SCD-a sportaša primjenjuju se različiti lijekovi i uređaji. Beta blokatori i drugi antiaritmici se često prvi primjenjuju u bolesnika s postojanom i nepostojanom ventrikularnom tahikardijom (VT) i drugim aritmijama (Ivetac, 2020), no najčešće je potrebno izbjegavanje natjecateljskih sportova. Ugradnja kardioverter-defibrilatora (ICD) pokazala se učinkovitom u prevenciji SCD-a u bolesnika s malignim aritmijama različitih uzroka.

#### **1.2. Kardiopulmonalna reanimacija**

Naglašava se (Babić, Bulj i suradnici, 2018) važnost lanca preživljavanja tijekom kardiopulmonalne reanimacije (CPR). Navedeni lanac uključuje rano prepoznavanje hitnog stanja, rano alarmiranje zdravstvenog sustava, ranu intervenciju, te održavanje cirkulacije i izmjene kisika, te daljnju skrb za bolesnika nakon postupka oživljavanja.

Primarni cilj tijekom CPR-a (Ivetac, 2020) je osigurati cirkulaciju kisikom bogate krvi te perfuziju vitalnih organa, osobito mozga. CPR se obično započinje od strane svjedoka koji prvi primijeti SCD, što je bolja opcija za bolesnika, ili hitne medicinske službe koja obično dolazi kasnije na mjesto incidenta.

Preživljavanje može doseći i do 35% uspješnosti ako se CPR započne u prvoj minuti gubitka svijesti (Vukčević, 2011). CPR se obično dijeli na temeljne (bez posebne opreme) i napredne (potrebna odgovarajuća oprema) mjere oživljavanja navodi (Kovačić, 2015).

Gluhak (2017) objašnjava razlike u CPR-u ovisno o dobi unesrećene osobe. Kod odraslih izvodi se 30 kompresija na prsni koš i dva upuha, a kod djece je taj omjer 15:2. Za razliku od ručnih kompresija (Couper i suradnici, 2018) postoje i mehanički uređaji koji nisu podložni tjelesnim ograničenjima i sposobni su pružati visokokvalitetne prsne kompresije. Vlade, zdravstvena administracija i sportske institucije mogu ulagati u edukaciju javnosti, sportskog osoblja, osoblja za sigurnost te zdravstvenih radnika kako bi odmah prepoznali SCD i započeli mjere oživljavanja, što može biti izuzetno povoljno za spašavanje života (Carrington i suradnici, 2022). Detaljno objašnjen CPR bit će u nastavku diplomskog rada.

## **2. Sport**

### **2.1. Definicija**

Milanović (2013) definira suvremeni sport kao jednu od najzanimljivijih i najrasprostranjenijih ljudskih aktivnosti. Ljudi se bave sportom u svim životnim dobima, na različite načine i s različitim ciljevima. On je snažan pokretač mnogih individualnih akcija i transformacija, kao i različitih društvenih događanja. Često je upravo ta aktivnost značajan čimbenik osobnog rasta i razvoja, kao i utjecaja pojedinca na njegovo primarno okruženje te dinamike i smjera razvoja određene društvene zajednice i društva.

U početku, riječ "sport" (iz engleskog "*disport*" i francuskog "*desport*") označavala je svaku igru i zabavu. Bit sportske aktivnosti je u izazovu, odnosno suprotstavljanju određenom elementu - protivniku, dužini puta, prepreci, opasnostima, materijalnim poteškoćama ili čak samom sebi. Pierre de Coubertin opisuje sport kao sustav intenzivnog tjelesnog vježbanja, temeljenog na želji za napretkom, koji može biti i rizičan (Milanović, 2013).

Maggingenska deklaracija iz 2003. godine (Milanović, 2013) definira sport kao temeljnu potrebu i pravo svake osobe te kao idealno sredstvo za usvajanje životnih vještina. Aktivno bavljenje sportom omogućuje mladim ljudima da nauče kako prihvatiti i proslaviti pobjede, ali i kako se nositi s porazima. Također, uče kako biti timski igrač, surađujući s drugima prema zajedničkom cilju, te kako poštovati pravila i protivnike. Kroz sportske aktivnosti, shvaćaju vrijednost postignuća kroz naporan rad i upoznaju svoje vlastite granice i mogućnosti. Bez obzira na raznolikost sportskih aktivnosti i načina njihovog provođenja, može se tvrditi da, uz prisustvo kvalitetnog i stručnog vođenja, sudjelovanje u bilo kojoj

sportskoj aktivnosti ima značajan opći i specifični utjecaj na kvalitetu života pojedinca i na društvo u cjelini.

## **2.2.Podjela**

Sport se dijeli (Milanović, 2013) na različite kategorije, uključujući vrhunski ili elitni, rekreativni ili masovni, kao i sport za sve ili sport osoba s invaliditetom, ovisno o razini vještina, sudionika i ciljnoj populaciji. Ove kategorije obuhvaćaju vrhunski sport, profesionalni sport, amaterski sport, školski sport, rekreativni sport te sport za sve i sport osoba s invaliditetom. Dolje navedena podjela je prema Milanoviću (2013).

Selektivni sport obuhvaća pojedince koji ispunjavaju rigorozne kriterije odabira, što znači da budući sportaši moraju demonstrirati izuzetne sposobnosti i osobine kako bi se bavili elitnim sportom.

Za sudjelovanje u masovnom sportu ili sportu za sve, potrebno je samo pokazati interes i motivaciju za redovitu tjelesnu aktivnost te nemati zdravstvenih ograničenja.

Vrhunski sport se razlikuje po izrazitoj orijentaciji prema maksimalnom razvoju čimbenika koji utječu na postizanje sportskih rezultata, selektivnom odabiru sudionika, profesionalizaciji većine aktera (sportaša, trenera, sudaca i drugih), te specifičnoj tehnologiji pripreme, provedbe i nadzora treninga.

U domeni profesionalnog sporta, sudjelovanje u sportskim aktivnostima predstavlja se kao zanimanje ili osnovno zanimanje sportaša.

Amaterski sport se razlikuje od profesionalnog sporta. Obično se radi o sportu niže kvalitete u kojem sportaši uglavnom zadovoljavaju svoje osnovne biološke i socijalne potrebe kako bi održali ili poboljšali svoje tjelesno i mentalno zdravlje.

Školski sport obuhvaća sportske aktivnosti koje se organiziraju unutar školskih sportskih društava za učenike.

Rekreativni sport - sport za sve obuhvaća segment sporta u kojem društvo osigurava adekvatne objekte, dostupne svakom potencijalnom korisniku sportsko-rekreativnih sadržaja, kao i stručnjake koji su adekvatno obučeni za postavljanje i vođenje kvalitetnih programa, a sudionici ovih programa obično sudjeluju u pokrivanju troškova njihove provedbe.

Sport osoba s invaliditetom je danas široko prihvaćen. Osmišljen je za pojedince koji se suočavaju s određenim zdravstvenim izazovima koji im otežavaju uobičajenu sportsku aktivnost.

### **2.3. Pozitivni učinci sporta i tjelesne aktivnosti na kardiovaskularno zdravlje**

Babić, Cerovec i suradnici (2018) navode kako dugotrajna i intenzivna tjelesna aktivnost, posebno aerobna, zahtijeva velike količine kisika za mišiće. Nedostatak kisika u mišićima signalizira srcu da poveća svoju funkciju pumpanja. Smanjenje aktivnosti simpatičkog živčanog sustava i blaga prevlast parasimpatičkog živčanog sustava dovode do smanjenja srčane frekvencije u stanju mirovanja i pri submaksimalnom opterećenju, nižeg arterijskog tlaka, manje koncentracije katekolamina u krvi te produženja dijastoličkog punjenja srca, što rezultira povećanjem udarnog volumena srca. Ove promjene, zajedno s drugim adaptacijama povezanima sa sportskom aktivnošću poput bolje prokrvljenosti mišića i učinkovitijeg korištenja kisika u miokardu, već u prvom stupnju adaptacije smanjuju opterećenje srca i poboljšavaju njegovu funkciju. Osim morfoloških promjena, javljaju se i funkcionalne promjene poput promjena u uvijanju srca i dijastoličkoj funkciji, što rezultira povećanjem maksimalnog udarnog i minutnog volumena srca za čak 100% ili više. Osim promjena na srcu, dolazi do drugih promjena u tijelu kao što je povećanje ukupnog volumena krvi i povećanje količine hemoglobina.

Akutni učinci: Akutno dinamičko opterećenje uzrokuje povećanje aktivnosti simpatičkog živčanog sustava, što rezultira brzim porastom sistoličkog krvnog tlaka. Tijekom dinamičkog aerobnog vježbanja, primjećuje se postupno povećanje sistoličkog krvnog tlaka, obično za oko 10 mmHg/MET, dok dijastolički tlak ostaje stabilan ili blago opada. Bitno je napomenuti da je arterijski krvni tlak rezultat minutnog volumena srca i ukupnog otpora u perifernim krvnim žilama (Babić, Cerovec i suradnici, 2018).

Tijekom vježbanja, aktivacija mišića dovodi do povećanog povratka venske krvi u srce i povećanja minutnog volumena srca. Istovremeno, krvne žile koje opskrbljuju mišiće šire se, smanjuje se otpor u perifernim krvnim žilama. To dovodi do sniženja krvnog tlaka. Stoga, tijekom vježbanja, primjećuje se samo blagi porast srednjeg arterijskog tlaka. Povećana aktivnost simpatičkog živčanog sustava i smanjena aktivnost parasimpatičkog živčanog sustava uzrokuju ubrzanje srčane frekvencije, stimulaciju srčanog mišića te suženje krvnih žila u splahnničkom području, bubrezima i venama. Sve to zajedno povećava minutni



volumen srca i periferni otpor u krvnim žilama kako bi se održao adekvatan arterijski tlak. Nakon završetka vježbanja, krvni tlak se u fazi mirovanja može sniziti ispod početnih vrijednosti, što se naziva hipotenzija nakon vježbanja, a taj učinak može trajati i do 22 sata nakon aktivnosti. Važno je istaknuti da aerobne vježbe izdržljivosti predstavljaju volumno opterećenje srca, dok vježbe s opterećenjem, osobito s većim udjelom statičkog opterećenja, stvaraju tlačno opterećenje srca. Stoga, uz porast sistoličkog krvnog tlaka tijekom vježbanja s opterećenjem dolazi i do porasta dijastoličkog tlaka (Babić, Cerovec i suradnici, 2018).

Kronični učinci: Redovito vježbanje i viši stupanj tjelesne forme mogu rezultirati nižim krvnim tlakom. Na primjer, dinamičko aerobno vježbanje niskog do umjerenog intenziteta može sniziti sistolički krvni tlak u rasponu od oko 6 do 7,4 mmHg kod hipertenzivnih osoba, dok se dijastolički tlak može smanjiti između 5 i 5,8 mmHg. Čak i relativno mala smanjenja krvnog tlaka, kao što su navedena, mogu značajno smanjiti rizik od srčanih bolesti i moždanog udara (Babić, Cerovec i suradnici, 2018).

Postoje veća sniženja krvnog tlaka kod hipertenzivnih osoba, gdje se sistolički tlak može sniziti za prosječnih 11 mmHg, dok se dijastolički tlak može smanjiti za prosječnih 8 mmHg. Učinci vježbanja na arterijski krvni tlak su vidljivi ubrzo nakon početka vježbanja, već nakon jednog tjedna pa sve do 10 tjedana, s dugoročnim ustrajnim vježbanjem umjerenog intenziteta koji donosi još veće učinke. Učinci vježbanja su također vidljiviji u žena, a učinak vježbanja ovisi o dozi primijenjenog vježbanja i osobnoj procjeni podnošenja napora. Velika je važnost i korist redovite tjelesne aktivnosti u prevenciji i rehabilitaciji kardiovaskularnih bolesnika. Preporuke se često usmjeruju na umjerenu tjelesnu aktivnost, posebice u starijoj dobi i kod kroničnih bolesti, no dodatna aktivnost po volumenu ili intenzitetu, uzimajući u obzir zdravstveno stanje i funkcionalne sposobnosti, donosi dodatne zdravstvene koristi (Babić, Cerovec i suradnici, 2018).

Koronarna bolest najčešće je uzrokovana aterosklerozom, a učinci redovite tjelesne aktivnosti vidljivi su kroz poboljšanje rizičnih čimbenika uključenih u patofiziologiju ateroskleroze. To uključuje bolji lipidni profil (smanjenje LDL kolesterola i triglicerida, povećanje HDL kolesterola), niži arterijski tlak, regulaciju tjelesne težine, povećanu osjetljivost na inzulin, bolju kontrolu glukoze, smanjenje upale i poboljšanu endotelnu funkciju arterija te pozitivni utjecaj na hemostazu. Tjelesna aktivnost sada se smatra jednim od ključnih čimbenika smanjenja rizika od kardiovaskularnih bolesti i smrtnosti. Čak više od 40% smanjenja rizika povezanog s redovitom tjelesnom aktivnošću ne može se objasniti drugim čimbenicima rizika, što ukazuje na direktan utjecaj aktivnosti na krvne žile. Tjelesna aktivnost utječe na promjene

u vaskularnom odgovoru, snižava simpatikusom uvjetovanu vazokonstrikciju te poboljšava vazodilatacijsku funkciju, što pomaže u smanjenju rizika od srčanih bolesti. Važno je naglasiti da čak i niske do umjerene razine tjelesne aktivnosti, poput svakodnevnog hodanja ili vrtlarstva, mogu donijeti značajne koristi za zdravlje. Prilagođena tjelesna aktivnost prema zdravstvenom stanju i sposobnostima pojedinca može značajno poboljšati kardiorespiratornu funkciju, endotelnu funkciju, te kvalitetu života, smanjujući tako rizik od srčanih bolesti i poboljšavajući opće zdravstveno stanje (Babić, Cerovec i suradnici, 2018).

Dugoročno redovito vježbanje također može značajno utjecati na smanjenje razine homocisteina (Babić, Bulj i suradnici, 2018), što je rizični čimbenik za razvoj ateroskleroze. Međutim, važno je naglasiti da su pozitivni učinci vježbanja održivi samo ako se redovito održava kontinuitet vježbanja, jer prestankom aktivnosti brzo nestaju pozitivni zdravstveni učinci.

### **3. Kardiovaskularni rizici sporta i tjelesne aktivnosti**

#### **3.1. Iznenadna srčana smrt u sportu**

Babić, Bulj i suradnici (2018) objašnjavaju kako je kardiorespiratorni arrest tijekom sudjelovanja u natjecateljskom ili rekreativnom sportu često uzrokovan neprepoznatim anomalijama srca kod mladih sportaša i rekreativaca, a kod osoba srednje ili starije dobi neotkrivenom ili prethodno poznatom koronarnom bolešću. Koronarna bolest srca (KBS) je glavni uzrok smrti u razvijenim zemljama, pri čemu srčane aritmije poput VT i ventrikularne fibrilacije (VF) često dovode do kardiorespiratornog aresta. Uvođenje automatskih vanjskih defibrilatora (AED) izvan zdravstvenih ustanova povećava šanse za preživljavanje jer omogućuje laicima da primijene defibrilaciju prije dolaska medicinskog tima. Primjena rane defibrilacije ovim uređajima značajno je povećala kvalitetu preživljavanja nakon bolničkog liječenja. Kvalitetno preživljenje godinu dana nakon kardiorespiratornog aresta je visoko za uspješno izliječene žrtve.

Kongenitalne anomalije kardiovaskularnog sustava često su uzrok SCD-a kod sportaša. Najčešći uzroci takvih smrti uključuju hipertrofijsku kardiomiopatiju (HCM) (36%), kongenitalne anomalije koronarnih arterija (13,7%), idiopatsku hipertrofiju lijeve klijetke (10,5%) i commotio cordis (10,1%) (Matunović, 2009). Manje česti poremećaji uključuju miokarditis, rupturu aortne aneurizme, dilatativnu kardiomiopatiju, sindrom Wolff-Parkinson-

White i produljeni QT interval. Uz navedene Matunovićeve uzroke česta je aritmogena displazija desne klijetke (Babić, Bulj i suradnici, 2018). Proučavajući prethodno navedene literaturne navode nailazimo na objašnjene uzroke nastanka SCD-a.

Hipertrofijska kardiomiopatija (HCM): Rijetka je bolest u općoj populaciji koja se nasljeđuje autosomno dominantno (prevalencija 0,1%). Do sada je identificirano više od 100 genskih mutacija odgovornih za razvoj ove bolesti. Morfološke karakteristike HCM uključuju povećanje mase lijeve klijetke bez kompenzacijske dilatacije, debljinu stijenke lijeve klijetke od 16 mm ili više, te omjer debljine septuma i slobodnog zida veći od 1,3 (asimetrična hipertrofija). Patološka hipertrofija u HCM dovodi do smanjenja opuštanja klijetki i uzrokuje disfunkciju dijastole s poremećajem punjenja lijeve klijetke. Histološka analiza miokardijalnog tkiva u HCM pokazuje potpunu dezorganizaciju. Oko 1/3 osoba s HCM ima sindrom "tuneliranja", najčešće medijalnog segmenta prednjeg zida lijeve koronarne arterije kroz hipertrofični miokard, što predstavlja dodatni rizični čimbenik za ishemiju miokarda i iznenadnu smrt. U otprilike 75% slučajeva HCM je neopstruktivnog tipa. Dijagnoza opstruktivne HCM postavlja se na temelju prisutnosti sistolnog e젝cijskog šuma, opstrukcije izlaznog trakta lijeve klijetke i sistolnog anteriornog pomicanja mitralnog zaliska koje se registrira ehokardiografski. Kod većine sportaša HCM ostaje bez simptoma sve do vremena iznenadne smrti i samo 21% sportaša je imalo neke simptome i znakove bolesti prije smrti. Simptomi mogu uključivati bol u prsima tijekom opterećenja, dispneju, vrtoglavicu i sinkopu. Sumnja na HCM treba postojati kod svakog sportaša s grubim sistolnim e젝cijskim šumom. Karakteristični šum se pojačava manevrima koji smanjuju venski dotok, kao što je produljeni Valsalvin manevar. Šum koji se pojačava pri stajanju također je sumnja na HCM. Konačna dijagnoza postavlja se najčešće ehokardiografskim pregledom. Sportaši s genetskom predispozicijom za HCM trebaju redovito obavljati ehokardiografske preglede svakih 12 do 18 mjeseci do 18. godine života, budući da se bolest najčešće fenotipski ne manifestira do kasne adolescencije.

Kongenitalne anomalije koronarnih arterija: Najčešća nepravilnost je polazište lijeve koronarne arterije iz desnog sinusa Valsalve. Kod sportaša koji su umrli zbog ove anomalije, utvrđeno je da je 31% njih imalo simptome prije smrti. Ti simptomi mogu uključivati sinkope uzrokovane naporom, aritmije, dispneju, bolove, pritisak i nelagodu u prsima. Ishemija nastaje zbog kompresije lijeve koronarne arterije koja prolazi između aorte i plućne arterije. Neki slučajevi anomalija koronarnih arterija mogu se vizualizirati ehokardiografski i *Multislice Computed Tomography* metodom (MSCT-om), ali za konačnu dijagnozu potrebna

je koronarna angiografija. Rjeđe anomalije koronarnih arterija uključuju polazište desne koronarne arterije iz lijevog sinusa Valsalve ili iz plućne arterije, prisutnost jedne zajedničke koronarne arterije, hipoplaziju, aneurizmu ili nepravilnosti u toku lijeve koronarne arterije. Intramuralni tok prednje descendentne arterije kroz miokard lijeve klijetke također je poznati uzrok SCD-a, što može biti izolirano, bez prisutnog HCM-a.

Idiopatska hipertrofija lijeve klijetke: Opisuje neobjašnjivo povećanje mase miokarda koje prelazi normalne granice hipertrofije sportskog srca. Ovo povećanje miokarda ne zadovoljava uvjete za dijagnozu HCM jer je hipertrofija simetričnog tipa, a histološka analiza miokarda ne pokazuje karakterističnu dezorganizaciju tkiva koja se vidi kod HCM-a. Također, nije potvrđena genetska osnova ovog poremećaja. Unatoč tome, i dalje postoje kontroverze oko toga je li idiopatska hipertrofija posebna bolest ili je varijanta HCM-a.

Miokarditis: Može biti uzrok SCD-a u sportu. Detaljnije je objašnjeno u sljedećem poglavlju.

Funkcionalni poremećaji kao uzroci SCD-a: *Wolff-Parkinson-White* (WPW) sindrom javlja se kod 0,15% ljudi u općoj populaciji i povezan je s povećanim rizikom od SCD-a među sportašima. Iznenadna smrt obično nastaje zbog pojave atrijske fibrilacije s brzim atrioventrikularnim prijenosom, što dovodi do VF-a. Prolongirani QT interval ukazuje na produljenu repolarizaciju klijetki i može uzrokovati polimorfnu VT poput *torsades de pointes*. Sindrom može biti prirođen (tada se naziva *Romano-Ward-Jervell* sindrom) ili stečen zbog upotrebe raznih lijekova (anti-aritmici IA klase, triciklički antidepresivi, antiparazitarni lijekovi, neselektivni antihistaminici, antibiotici) ili kao posljedica metaboličkih poremećaja (hipokalijemija, hipomagnezijemija).

*Commotio cordis*: Nedavno je dodan u popis češćih uzroka koji mogu dovesti do SCD-a. Smrtonosni ishod u ovom scenariju javlja se kod sportaša koji nemaju strukturnih ili funkcionalnih abnormalnosti u kardiovaskularnom sustavu, kao posljedica izravne, ali nepenetrantne mehaničke ozljede zida prsnog koša iznad područja srca. Trauma obično proizlazi iz udarca bejzbolskom loptom, hokejskim pakom ili izravnim udarcem rukom (poput onih kod hrvača ili borilačkih sportova). Točan mehanizam smrti još uvijek nije potpuno razjašnjen, ali se pretpostavlja da je rezultat traume tijekom električne ranjivosti srca tijekom repolarizacije klijetki, što dovodi do razvoja fatalnih VT/VF. Procjenjuje se da samo 10% ljudi koji doživi *commotio cordis* preživi.

Aritmogena displazija desnog ventrikula (ARVD): Predstavlja još jedan tip nasljedne kardiomiopatije, koja se karakterizira zamjenom miokarda masnim tkivom, a kasnije i

fibrozom, što dovodi do dilatacije desne klijetke. Najviše mutacija gena otkriveno je u genima za plakofilin 2 i dezmostein 2, proteine koji su važni za funkcioniranje dezmosoma. Ove mutacije ometaju međustaničnu signalizaciju putem *gap junction* dezmosoma, što može predisponirati pojedinca za životno opasne VT/VF, poput VT-a s oblikom kompletnog bloka lijeve grane, tijekom ili nakon sportske aktivnosti. Prevalencija ARVD-a je otprilike 1:2000 do 1:5000 u općoj populaciji, a češća je kod muškaraca nego kod žena u omjeru 3:1. U Europi, gdje se provodi probir 12-kanalnim EKG-om koji ima ograničenu osjetljivost za otkrivanje ove bolesti, ARVD je postao vodeći uzrok SCD-a među mladim sportašima u Italiji i Danskoj, odgovoran za oko 25% slučajeva SCD-a. Iako bolest često ne pokazuje simptome, ponekad se mogu javiti palpitacije, vrtoglavica i sinkopa, a ponekad je prvi znak bolesti upravo SCD. Natjecateljski sportovi povećavaju rizik od iznenadne srčane smrti pet puta kod adolescenata i mladih odraslih osoba s ARVD-om, te su glavni vanjski čimbenik koji doprinosi progresiji ARVD-a i povećanju rizika od nastanka VT/VF. Dijagnoza ARVD-a postavlja se na temelju ispunjenja određenog broja kriterija prema *Task Force Criteria* za ARVD, a europske i američke preporuke za sudjelovanje u natjecateljskim sportovima naglašavaju potrebu za prekid sudjelovanja osoba s ARVD-om u takvim aktivnostima kao terapijske mjere s ciljem smanjenja rizika.

Poremećaji ionskih kanala srca: Poremećaji ionskih kanala srca, poznati kao kanalopatije, čine skupinu genetskih odstupanja kod mladih sportaša s normalnom strukturom srca. Iako su manje uobičajeni u usporedbi s bolestima koje izazivaju strukturalne promjene u srcu poput HCM-a ili ARVD-a, važno ih je identificirati na vrijeme jer mogu biti uzrok VT/VF i SCD-a. Ostale kanalopatije uključuju sindrom Brugada i sindrom WPW, čiji je patofiziološki mehanizam za nastanak SCD-a sličan onom kod sindroma dugog QT intervala i katekolaminergičnog polimorfnog VT-a. Sindrom dugog QT intervala obilježen je nepravilnostima u depolarizaciji i/ili repolarizaciji ventrikula, što se vidi na EKG-u kao produženje QT intervala (iznad 440 ms kod muškaraca i 460 ms kod žena), što može dovesti do polimorfnog VT-a (*torsade de points*), koja može rezultirati VF-om i iznenadnim srčanim zastojem (ISZ). Iako je bolest u većini slučajeva bez simptoma, kod nekih osoba može doći do sinkope. Dijagnoza se postavlja na temelju EKG zapisa koji pokazuje produljeni QT interval koji nije uzrokovan sekundarnim uzrocima poput lijekova koji produžuju QT interval. Kod katekolaminergičnog polimorfnog VT-a, tjelesna aktivnost izaziva polimorfnu VT i ISZ. Bolest se ne može otkriti ultrazvukom srca ili standardnim EKG-om snimljenim u mirovanju.

Potrebno je provesti ergometrijsko testiranje ili snimiti 24-satni holter EKG, a bolest potvrđuje genetsko testiranje.

Prolaps mitralnog zaliska: većina osoba koje su tjelesno aktivne i imaju prolaps mitralnog zaliska, uz blagu do umjerenu regurgitaciju, mogu sudjelovati u svim vrstama sportskih natjecanja. Međutim, prema talijanskim istraživanjima, određeni pokazatelji kao što su inverzija T-vala u donjim odvodima na 12-kanalnom EKG-u, teška mitralna regurgitacija, sistolička disfunkcija lijeve klijetke i prisutnost SCD-a u obiteljskoj anamnezi i dr., upućuju na povećani rizik od SCD-a. Prema preporukama *European Society of Cardiology* (ESC) i *American Heart Association* (AHA), osobe s ovim karakteristikama trebaju se ograničiti na sudjelovanje u sportskim aktivnostima niskog intenziteta.

Marfanov sindrom: genetski uvjetovan poremećaj vezivnog tkiva, nasljedan na dominantan način s prevalencijom između 1:3.000 do 1:5.000. Osim što uzrokuje abnormalnosti u očima, koži, plućima te koštanoj i živčanom sustavu, ovaj sindrom također utječe na kardiovaskularni sustav. Takve promjene mogu rezultirati disekcijom ili rupturom aorte, što može dovesti do krvarenja u aneurizmu, perikardu ili torakalnoj šupljini. Ovi događaji često se javljaju tijekom povećane tjelesne aktivnosti, posebno zbog povećanog krvnog tlaka u prethodno proširenoj aorti. Prema ESC (2020) sportaši trebaju izbjegavati intenzivne sportove i imati prilagođenu, ograničenu aerobnu aktivnost.

Ateroskleroza koronarnih arterija: razvoj aterosklerotske koronarne bolesti srca predstavlja vodeći uzrok SCD-a i akutnog infarkta miokarda kod sportaša starijih od 35 godina, a može se manifestirati i kod mlađih sportaša kao posljedica genetske predispozicije za hiperlipidemiju. Ova bolest obilježena je suženjem koronarnih arterija zbog progresivnog zadebljanja unutarnjeg sloja arterija, poznatog kao intima, što rezultira nastankom aterosklerotskih plakova te predstavlja uzrok više od 80% slučajeva SCD-a kod starijih sportaša. Rizik od SCD-a kod sportaša s aterosklerozom koronarnih arterija povećava se tijekom tjelesne aktivnosti, što sugerira da je tjelesna aktivnost okidač za pojavu akutnih kardiovaskularnih događaja.

Uzroke nastanka SCD-a može se podijeliti na one u osoba mlađih od 35 godina i starijih od 35 godina (Matunović, 2009).

Mlađi od 35 godina: HCM, ARVD, anomalije koronarnih arterija, miokarditis, bolesti srčanih zalistaka (prolaps mitralnog zaliska, aortna stenoza, kongenitalne srčane bolesti), kanalopatije

(Brugadin sindrom, sindrom dugog QT intervala, sindrom kratkog QT intervala), dilatativna kardiomiopatija, ostali uzroci (droge, *commotio cordis*).

Stariji od 35 godina: KBS (akutna ishemija miokarda, kronična ishemija miokarda, VT povezan s ožiljnim promjenama miokarda, remodelacija srca), dilatativna kardiomiopatija, HCM, hipertenzivna bolest srca, bolesti zalistaka (aortna stenoza, prolaps mitralnog zalistaka), ostali uzroci.

Problematika SCD-a je složena i radi različitosti karakteristika sportaša (Emery i Kovacs, 2018). Sportovi zahtijevaju različite razine srčane izdržljivosti, čak i unutar iste sportske discipline. Pozicija na terenu, vrsta treninga te okolni stresovi, dob i spol dovode do potrebe individualne procjene rizika i koristi u svakog sportaša.

Odluka o tome treba li diskvalificirati ili ograničiti sudjelovanje sportaša je složena. ESC 2020. godine, te AHA i *American College of Cardiology* (ACC) objavili su znanstvene smjernice o preporukama za preparticipacijske i sistematske preglede sportaša, liječenje ili diskvalifikaciju natjecateljskih sportaša s kardiovaskularnim abnormalnostima. Ti dokumenti informiraju medicinsku zajednicu o konsenzusnim strategijama za zaštitu sportaša od SCD-a i ostalih nepovoljnih utjecaja na zdravlje, s naglaskom na izbjegavanju nepotrebnog isključivanja pojedinaca iz zdravog sportskog načina života ili natjecateljskih sportova (Emery i Kovacs, 2018)

### **3.2.Ostali kardiovaskularni rizici sporta i tjelesne aktivnosti**

Ostale kardiovaskularne rizike sporta su (Babić, Bulj i suradnici, 2018):

Miokarditis: Upala srčanog mišića koja obično proizlazi iz virusne infekcije *Coxsackie B* virusom (što čini oko polovine svih slučajeva), ili rjeđe, drugim virusima koji napadaju srce poput adenovirusa, ehovirusa, influence, ili drugim mikroorganizmima poput *Chlamydia pneumoniae*. Klasični simptomi miokarditisa uključuju početnu infektivnu fazu s produženom nesposobnošću za napor i simptome kongestivnog zatajenja srca poput otežanog disanja, kašlja i ortopneje. SCD najčešće se javlja u subakutnoj fazi bolesti. Sportašima se strogo preporučuje prekid natjecateljskih aktivnosti tokom perioda oporavka, koji može trajati do šest mjeseci. Prije početka ponovnog bavljenja sportom preporuča se sveobuhvatna kardiološka obrada radi isključenja perzistencije značajne redukcije globalne sistoličke

funkcije lijevog ventrikula, značajnih ventrikularnih aritmija, redukcije kardiorespiratornog kapaciteta, značajne fibroze miokarda. Svim sportašima s povišenom tjelesnom temperaturom se ne preporučuje trening ni natjecanje. Dilatativna kardiomiopatija može se razviti kao dugoročna komplikacija preboljelog miokarditisa.

Kardiomiopatije: Skupina bolesti srčanog mišića koje su karakterizirane strukturnim i funkcionalnim abnormalnostima miokarda. Ove bolesti mogu biti nasljedne ili stečene i često dovode do poremećaja srčane funkcije, što može rezultirati različitim kliničkim manifestacijama, uključujući povećani rizik od srčanih aritmija i SCD-a, posebno u kontekstu tjelesne aktivnosti. Osobe s kardiomiopatijama moraju se pažljivo procjenjivati prije bavljenja sportom. Određene vrste kardiomiopatija, poput hipertrofične kardiomiopatije, mogu povećati rizik od ozbiljnih kardiovaskularnih događaja tijekom intenzivne tjelesne aktivnosti. Preporučeni je individualizirani pristup pri procjeni sposobnosti za sportske aktivnosti, s posebnim naglaskom na detaljne kardiološke pretrage kako bi se osigurala sigurnost sportaša.

Perikarditis: Upala perikarda, dvoslojnog fibroznog omotača koji okružuje srce može biti akutna ili kronična i često se manifestira bolovima u prsima, perikardijalnim izljevom i općim simptomima poput groznice i umora. Perikarditis može imati različite uzroke, uključujući infekcije, autoimune bolesti i traume. Osobe s perikarditisom trebaju izbjegavati tjelesne aktivnosti dok su simptomi prisutni i dok traje upala. Preporučuje se potpuni odmor sve dok se simptomi ne povuku i dok se upalni pokazatelji ne normaliziraju. Nakon oporavka, povratak sportskim aktivnostima treba biti postupan i pod nadzorom liječnika kako bi se osiguralo da je oporavak potpun i da nema rizika od komplikacija.

Prirođene srčane greške: Strukturne abnormalnosti srca prisutne od rođenja. Ove greške mogu uključivati nepravilnosti u srčanim zaliscima, zidovima srca, krvnim žilama i drugim dijelovima srčane anatomije, što može dovesti do različitih funkcionalnih problema u cirkulaciji krvi. Osobe s prirođenim srčanim greškama trebaju biti pažljivo procijenjene prije uključivanja u sportske aktivnosti. Preporučeno je da se odluke o bavljenju sportom temelje na kvantitativnim mjerenjima tjelesnih kapaciteta, kao što su ergospirometrija, umjesto na nominalnim kriterijima. Cilj je precizno odrediti odgovarajuću razinu opterećenja koja je sigurna za kardiovaskularni sustav pacijenata s prirođenim srčanim greškama, uzimajući u obzir individualne karakteristike svakog pacijenta.



Bolest srčanih zalistaka: Patološka stanja koja zahvaćaju srčane zaliske, uzrokujući njihove strukturne i funkcionalne promjene. Ova stanja mogu uključivati stenozu (suženje zalistaka, koje ometa normalan protok krvi) i insuficijenciju (regurgitaciju, kada se zalisci ne zatvaraju pravilno, što omogućava vraćanje krvi unazad). Bolesti srčanih zalistaka mogu biti uzrokovane različitim čimbenicima, uključujući urođene greške, degenerativne promjene, reumatske bolesti i infekcije. Ove promjene mogu dovesti do simptoma kao što su otežano disanje, bol u prsima, umor i srčana insuficijencija. Osobe s bolestima srčanih zalistaka trebaju biti podvrgnute temeljitim kardiološkim procjenama prije nego što im se dozvoli bavljenje sportom. Odluke o tjelesnoj aktivnosti trebaju se temeljiti na sljedećim čimbenicima: težina i tip bolesti zalistaka (različite vrste bolesti srčanih zalistaka, poput stenozе ili insuficijencije i njihova ozbiljnost, igraju ključnu ulogu u određivanju sigurnosti bavljenja sportom), simptomi (prisutnost simptoma kao što su bol u prsima, otežano disanje, vrtoglavica ili nesvjestica) treba pažljivo pratiti. Simptomatski pacijenti obično zahtijevaju ograničenje tjelesnih aktivnosti dok se njihovo stanje ne stabilizira), rezultati kardioloških pretraga (detaljne pretrage, uključujući ehokardiografiju, stres testove i druge relevantne dijagnostičke metode, ključne su za procjenu funkcije srčanih zalistaka i općeg stanja srca), postupni povratak sportskim aktivnostima (nakon operacija ili drugih medicinskih intervencija na srčanim zaliscima, povratak sportskim aktivnostima treba biti postupan i pažljivo nadziran).

Smetnje provođenja: Postoji nekoliko vrsta smetnji provođenja, a to su: bradikardni i kondukcijski poremećaj, blok prvog stupnja (PQ – prolongacija), blok drugog stupnja (tip Mobitz I i II), stečeni totalni AV blok i kongentalni totalni AV blok. Preporučuje se detaljna kardiološka procjena kako bi se utvrdilo vrstu i težinu smetnji provođenja. Odluke o tjelesnoj aktivnosti trebaju biti temeljene na ovoj procjeni, uzimajući u obzir specifičnosti smetnje i kliničko stanje pacijenta. Osobe sa smetnjama provođenja trebaju biti pažljivo nadzirane na prisutnost simptoma kao što su nesvjestica, vrtoglavica, umor ili palpitacije. Ako se simptomi jave ili pogoršaju, preporučuje se obustava tjelesne aktivnosti i konzultacija sa kardiologom. Preporuča se da se osobe sa smetnjama provođenja angažiraju u sportovima niskog intenziteta i izbjegavaju visoko-intenzivne, kontaktne ili takve sportove koji mogu povećati rizik od ozbiljnih komplikacija naročito tijekom sinkopa. Tjelesne aktivnosti trebaju biti prilagođene svakom sportašu na temelju njihove individualne kardiološke procjene. Tjelesna aktivnost moguća je i nakon ugradnje elektrostimulatora srca uz neke osobitosti (na prvome mjestu izbjegavanje kontaktnih sportova i opsežnih pomaka u ramenu na strani ugrađenog

elektrostimulatora srca). Postupni povratak sportskim aktivnostima uz stalno praćenje stanja srca je ključan. Redovite kardiološke pretrage i kontrole su neophodne kako bi se osigurala sigurnost i pravovremeno prilagodile aktivnosti prema promjenama u zdravstvenom stanju.

Aritmije: U skupini aritmija navode se supraventrikularne tahikardije u koje spada i fibrilacija atriya te druga skupina ventrikularnih ekstrasistola i tahikardija. Aritmije mogu značajno utjecati na sigurnost bavljenja sportom. Prije uključivanja u sportske aktivnosti, osobe s aritmijama trebaju proći detaljnu kardiološku procjenu kako bi se utvrdila vrsta, učestalost i ozbiljnost aritmije. Redovito praćenje i kontrola aritmija su ključni. Preporučuje se da osobe s aritmijama izbjegavaju visoko-intenzivne sportove i one koji uključuju veliko tjelesno naprezanje ili kontakte. Umjesto toga, preporučuju se umjereni aerobni sportovi kao što su hodanje ili plivanje. Ako se pojave novi ili pogoršani simptomi, preporučuje se obustava sportskih aktivnosti i konzultacija s kardiologom, te liječenje aritmija.

#### **4. Primarna i sekundarna prevencija iznenadne srčane smrti u sportu**

##### **4.1. Sistematski pregledi sportaša**

Cilj zdravstvene zaštite je očuvanje visokog stupnja zdravlja, funkcionalnih sposobnosti, prevencija ozljeda te pravilno doziranje opterećenja u skladu s fiziološkim i psihičkim mogućnostima sportaša (Ivetac, 2020). U slučaju sumnjivih nalaza ili prisutnosti simptoma poput vrtoglavice, sinkopa, palpitacija ili boli u prsima, izrazitih dispneja ili intolerancije napora, dodatne pretrage kao što su elektrokardiografija, test opterećenja i ultrazvučni pregled srca trebaju biti izvršene od strane specijalista kardiologa.

Bujošević i suradnici (2010) definiraju sportsku medicinu kao granu medicinske znanosti koja se bavi očuvanjem zdravlja sportaša i rekreativaca kroz prevenciju, terapiju i rehabilitaciju povreda, te unapređenje njihovih psihofizičkih sposobnosti radi postizanja optimalnih sportskih rezultata. Osim što se tiče zdravlja, sportska medicina ima i značajan socio-ekonomski utjecaj, s obzirom na to da sportske povrede čine 10-15% ukupnog broja povreda, često su najteže u razdoblju punog sportskog angažmana (20-30 godina života) te često rezultiraju privremenom ili čak trajnom radnom nesposobnošću. Redoviti sistematski pregledi su ključni u prevenciji i ranoj detekciji sportskih ozljeda i bolesti, a stručne udruge medicine sporta teže razvoju efikasnih i ekonomičnih modela pregleda kako bi se učinkovito ocijenilo zdravstveno stanje sportaša uz minimalne troškove i vrijeme. Važno je razumjeti da nedostatak tegoba ne znači i odsustvo bolesti. Tjelesna aktivnost i sportski rezultati podložni

su brojnim čimbenicima koji mogu utjecati na zdravlje, kako trenutno, tako i dugoročno. Iako ne postoji savršen model pregleda, svrsishodan sportsko-medicinski pregled prilagođen je individualnoj osobi, uzimajući u obzir dob, tjelesnu konstituciju, spol i vrstu sportske aktivnosti. Ovo omogućava otkrivanje potencijalnih zdravstvenih problema i pruža mogućnost upućivanja ispitanika na odgovarajuću tjelesnu aktivnost koja je u skladu s njegovim zdravstvenim stanjem. Sportski pregled obuhvaća sljedeće korake: prikupljanje anamnestičkih podataka, izvođenje fizikalnog pregleda, antropometrijska analiza, funkcionalna testiranja, laboratorijske analize, zaključak s procjenom sposobnosti.

Anamneza je jedan od ključnih dijelova pregleda. Sadrži podatke o identitetu sportaša, vrsti sporta i disciplini kojom se bavi, dinamici i vrsti treninga, kao i podatke o ranijim bolestima i ozljedama. Pažljivo prikupljanje anamnestičkih podataka može otkriti između 60% i 75% mogućih problema kod sportaša. U kombinaciji s ostalim komponentama pregleda, anamneza može otkriti različite čimbenike koji utječu na radnu sposobnost, kao i rizične čimbenike za nastanak potencijalnih poremećaja zdravlja kao posljedicu bavljenja određenom tjelesnom aktivnošću (Bujošević i suradnici, 2010).

Fizikalni pregled koristeći fizikalne metode (inspekcija, palpacija, auskultacija, perkusija, olfakcija) prikuplja niz informacija o trenutačnom stanju i funkcioniranju organa i sustava, što omogućuje otkrivanje znakova bolesti i deformacija. Radi se detaljan pregled po sustavima koji uključuje pregled glave i vrata, grudnog koša i pluća, srca i krvnih žila, abdomena, urogenitalnog sustava, mišićno-koštanog sustava, kože, te neurološki i psihijatrijski pregled. Ako je potrebno procijeniti trenutačno stanje, može biti potrebna konzultacija s drugim specijalistima (npr. ORL pregled za ronioce, oftalmološki pregled za strijelce) (Bujošević i suradnici, 2010).

Antropometrija je grana medicine koja se bavi mjerenjem morfoloških i funkcionalnih parametara (Bujošević i suradnici, 2010). Mnoga epidemiološka istraživanja ukazuju na vezu određenih antropometrijskih karakteristika s rizikom od razvoja kardiovaskularnih i metaboličkih bolesti. U okviru antropometrije mjeri se visina i tjelesna masa, određuje se indeks tjelesne mase (BMI), procjenjuje se nutritivni status i idealna tjelesna težina, određuje se sastav tijela i raspodjela tjelesne masti, te procjenjuje predviđeni rast. Sve te mjere uspoređuju se s općeprihvaćenim standardima prema dobi, spolu, vrsti sporta i disciplini. Odstupanja od standarda zahtijevaju preporuke kako poboljšati zdravstveni status sportaša i sportske rezultate.

EKG je uobičajeni dio sistematskog pregleda u Europskim i nekim drugim zemljama i međunarodnim sportskim savezima kojim se mogu razotkriti neke bolesti i stanja koja predstavljaju kontraindikaciju ili ograničenje za bavljenje sportom. Osjetljivost za otkrivanje srčanih bolesti, navode Čerkez Habek i suradnici (2020), primjenom 12-kanalnog EKG-a iznosi i do 94 %. Obavezno snimanje i analiza EKG-a kao dio preparticipacijskih i sistematskih pregleda sportaša su doveli do značajnog smanjenja učestalosti SCD-a na manje od jednog slučaja na 100.000 sportaša godišnje.

Iako naizgled vrlo pouzdan, EKG ima i kritike u preventivnim sportskim pregledima (Boyle i suradnici, 2023). Glavna kritika EKG pretrage sportaša je visok broj lažno pozitivnih testova. Iako je važno identificirati prave pozitivne slučajeve, lažno pozitivni slučajevi dovode do dodatnih ispitivanja, što može rezultirati nepotrebnim troškovima, ograničenjem sportskih aktivnosti i anksioznošću. Ti lažno pozitivni slučajevi uglavnom su rezultat fizioloških prilagodbi srca sportaša koje se manifestiraju kao inače abnormalne EKG zabilješke u općoj populaciji. Provedene su opservacijske studije kako bi se odredili jedinstveni EKG nalazi specifični za sportaše, a poboljšano karakteriziranje EKG-a sportaša dovelo je do razvoja standardiziranih kriterija za interpretaciju EKG-a.

Funkcionalna testiranja imaju za cilj procjenu trenutačne funkcionalne, odnosno radne sposobnosti. Izuzetno su važna za procjenu sposobnosti bavljenja određenim sportom, procjenu oporavka nakon dugotrajnog mirovanja zbog ozljeda te procjenu tjelesnih sposobnosti tijekom treninga i natjecateljskih ciklusa. Treningom se rezultati dobiveni funkcionalnim testiranjem mogu poboljšati (Bujošević i suradnici, 2010). Ovi testovi uključuju osnovne motoričke testove (dinamometrija i mjerenje fleksibilnosti trupa), testiranje respiratornog sustava (spirometrija za procjenu plućnih volumena), ergometriju te procjenu anaerobnog praga i aerobnih sposobnosti (npr. spiroergometrijski testovi maksimalne potrošnje kisika).

Laboratorijske analize mogu pružiti informacije o zdravstvenom stanju i procijeniti funkcionalnu sposobnost. Pregledom laboratorijskih vrijednosti moguće je dobiti uvid u prilagodbu na vježbe i trening, što može pomoći u planiranju treninga za postizanje optimalne sportske forme. Minimalne analize koje se preporučuju za svaki pregled uključuju krvnu sliku (s naglaskom na status željeza), sedimentaciju, razinu glukoze u krvi i pregled urina, dok se dodatno mogu provesti analize lipida, bilirubina, ureje, kreatinina, enzima, elektrolita i drugih analiza koje mogu pružiti informacije o trenutačnom zdravstvenom stanju i funkcionalnoj sposobnosti (Bujošević i suradnici, 2010).

Zaključak i procjena sposobnosti temelje se na svim prethodno navedenim komponentama sistematskog pregleda te odražavaju trenutačno zdravstveno stanje i funkcionalne sposobnosti ispitanika. Važno je shvatiti da je ljudski organizam složen sustav u kojem jedan poremećaj može utjecati na drugi (Bujošević i suradnici, 2010). Cilj sportske medicine nije samo zabraniti bavljenje sportom osobama s određenim zdravstvenim poremećajima, već ih, kad god je to moguće izliječiti ili usmjeriti na razinu opterećenja te sportsku granu ili disciplinu koja je u skladu s njihovim zdravstvenim stanjem.

Nakon provedenog preventivnog pregleda sportaša, izdaje se Svjedodžba o zdravstvenoj sposobnosti kojom se sportaš može kvalificirati kao sposoban, privremeno nesposoban ili nesposoban za sudjelovanje u sportskim aktivnostima. Zakon o sportu u Hrvatskoj propisuje obvezu obavljanja preventivnih pregleda sportaša najmanje šest mjeseci prije sudjelovanja u natjecateljskim sportovima. Dvije vodeće kardiološke organizacije, AHA i ESC, objavile su smjernice za provođenje zdravstvenih pregleda sportaša prije početka sportskih aktivnosti navode Čerkez Habek i suradnici (2020).

#### **4.1.1. Specifičnosti kardiološkog pregleda u sportskoj kardiologiji**

Babić, Cerovec i suradnici (2018) navode kako bolesti srca, u odnosu na druge bolesti, najčešće dovode do zabrane sudjelovanja u sportskim aktivnostima, pri čemu su najčešći razlozi aritmije, smetnje u provođenju srčanih impulsa, visok krvni tlak te bolesti srčanih zalistaka. Osim srčanih problema, bolesti drugih organa nekad su razlog za diskvalifikaciju sportaša. SCD tijekom ili nakon sportske aktivnosti predstavlja šokantnu i tragičnu situaciju za sportsku zajednicu, javnost te medicinske stručnjake. Pitanje koje se postavlja nakon takvih događaja je može li se takva smrt spriječiti, pogotovo kod mladih i naizgled zdravih pojedinaca. Redoviti preventivni pregledi prije sudjelovanja u sportskim aktivnostima najbolji su način za smanjenje učestalosti SCD-a tijekom tjelesne aktivnosti, čak i ispod razine opće populacije. U nastavku su navedene metode kardiološkog pregleda u sportskoj kardiologiji.

Anamneza: Veliki dio patoloških srčanih stanja koja mogu uzrokovati iznenadnu smrt su nasljedna i često se pojavljuju unutar obitelji. Zbog toga je važno imati podatke o SCD-u u obitelji (prije 55. godine za muškarce ili 65. godine za žene), kao i o kardiomiopatijama, Marfanovom sindromu, sindromu produljenog QT intervala, Brugada sindroma, aritmijama, koronarnoj bolesti ili drugim ozbiljnim srčanim bolestima (Babić, Cerovec i suradnici, 2018). Osim povijesti bolesti, simptomi poput bolova u prsima, gubitka svijesti ili prijetnje gubitkom

svijesti, nepravilnih otkucaja srca ili palpitacija, kratkog daha ili umora koji nije proporcionalan opterećenju, mogu biti znak za daljnju kardiološku evaluaciju. Diferencijalna dijagnoza bolova u prsnom košu može biti izazovna. Kod mladih sportaša, kardiovaskularna bolest rijetko je uzrok bolova (manje od 5 %), ali je važno prvo isključiti tu mogućnost. Najčešći uzroci bolova u prsnom košu u toj dobnoj skupini, osim lokomotornih, su gastroezofagealni refluks i bronhospazam izazvan naporom. S druge strane, kod osoba starijih od 35 godina, kardiovaskularne bolesti su češći uzrok bolova (16 %), dok su česti uzroci uključivali i mišićno-koštane tegobe (36 %) te gastroezofagealni refluks (13 %).

Zaduha: Česta tegoba sportaša i može se pojaviti u različitim stupnjevima ozbiljnosti. Važno je prvo procijeniti ozbiljnost simptoma, uključujući smanjenje tjelesne sposobnosti, učestalost simptoma, povezanost s okolinskim čimbenicima, prisustvo dodatnih simptoma poput zviždanja ili promjena srčanog ritma te postojeće kardiološke i pulmološke bolesti ili čimbenike rizika. U slučaju zaduhe, preporučuje se kardiološka obrada radi precizne dijagnoze i liječenja (Babić, Bulj i suradnici, 2018).

Sinkopa: Gubitak svijesti i posturalnog tonusa, može biti posljedica raznih uzroka. Ako se javlja tijekom napora, zahtijeva temeljitu kardiološku obradu. Rizik od sinkope varira ovisno o vrsti sporta i opterećenju. Statistički gledano, sportovi s visokim statičkim i umjerenim dinamičkim opterećenjem nose veći rizik od sinkope navode Babić, Bulj i suradnici (2018).

Palpitacije: (Babić, Bulj i suradnici, 2018) mogu biti benignog karaktera u mirovanju, dok su češće povezane s poremećajima srčanog ritma tijekom napora. Važno je pratiti vrijeme pojave palpitacija, povezanost s okolinskim čimbenicima i stimulansima poput alkohola i kofeina te eventualno snimiti EKG tijekom simptoma radi precizne dijagnoze. U konačnici, dijagnostički postupci poput EKG-a tijekom simptoma mogu biti od pomoći u razlikovanju benignih stanja od ozbiljnijih kardioloških problema, kao što su ventrikularne ekstrasistole i tahikardija koje mogu biti povezane s KBS-om.

Fizikalni pregled sportaša koristi se metodama kao što su inspekcija, palpacija, perkusija i auskultacija, te jednostavnijim medicinskim instrumentima poput stetoskopa i tlakomjera, a obavlja ga liječnik. Pozitivni nalazi u fizikalnom pregledu mogu uključivati različite srčane šumove koji nisu fiziološki, promjene u tonovima srca ili klikove, znakove povećanja ili slabljenja srca, znakove nedovoljne opskrbe kisikom (poput cijanoze ili bljedila), povišene ili snižene vrijednosti pulsa i krvnog tlaka, te druge znakove na tijelu koji upućuju na prethodno navedena stanja koja su povezana s povećanim rizikom od SCD-a (poput promjena na

mišićima, kostima i očima koje se vide kod Marfanovog sindroma, asimetrije i gubitka pulsa na perifernim arterijama, pojava ksantelazama i drugih znakova povezanih s čimbenicima rizika za koronarnu bolest i slično) (Babić, Cerovec i suradnici, 2018).

Elektrokardiogram (EKG): Električni impuls srca, ključan za njegovu funkciju, širi se kroz tkiva sve do površine kože. Elektrokardiograf bilježi navedeni električni signal i prikazuje ga kao EKG krivulju. EKG krivulja se sastoji od nekoliko dijelova, uključujući P-val, QRS kompleks, ST segment, T-val, PR segment, PR interval i QT interval. Korištenjem standardnog 12-kanalnog EKG-a, krivulje se snimaju iz 12 različitih smjerova, pružajući detaljne informacije o ritmu, brzini i eventualnim poremećajima srčanog ritma, kao i o strukturalnim promjenama poput hipertrofije ili dilatacije srca te ishemiji miokarda. U sportaša su promjene na EKG-u češće nego u općoj populaciji, osobito kod onih koji se intenzivno bave sportom, dosežući više od 60% (Babić, Cerovec i suradnici, 2018). Tipične promjene u EKG-u sportaša uključuju sinusnu bradikardiju, atrioventrikularni blok prvog stupnja, blok desne grane, hipertrofiju lijevog ventrikula i nespecifične promjene na ST spojnici. Identificiranje tih promjena važno je radi razlikovanja od drugih promjena koje mogu ukazivati na srčane probleme, iako to ponekad zahtijeva dodatne kardiološke pretrage.

Ultrazvuk srca: Ehokardiografski pregled ili ultrazvuk srca je slikovna pretraga koja pruža detaljne informacije o izgledu i funkciji različitih struktura srca. Ova pretraga je bezbolna, neinvazivna, sigurna i nema kontraindikacija te se može ponavljati više puta za praćenje stanja srca tijekom vremena. Postupak se izvodi tako da se ultrazvučna sonda postavi na grudni koš, što omogućuje liječniku da na ekranu razlikuje različite dijelove srca, izmjeri njihove dimenzije te procijeni njihovu funkciju. Ehokardiografski pregled pruža informacije o dimenzijama srčanih struktura poput pretklijetki i klijetki, debljini srčanog mišića, promjeru uzlazne aorte te ukupnoj snazi srčanog mišića. Također, omogućuje detekciju segmentalnih poremećaja kontraktilnosti, stanja srčanih zalistaka te postojanje prirođenih srčanih mana. Osim toga, ehokardiografija može otkriti različite patologije poput suženja ili propuštanja srčanih zalistaka, prisutnost ugrušaka ili tumora te pratiti stanje nakon operativnih zahvata na srcu. Ova sofisticirana metoda zahtijeva iskustvo u kardiologiji te je rezervirana za liječnike s višegodišnjim iskustvom. Posebno je važna u sportskoj kardiologiji gdje je potrebno precizno detektirati stanja koja su rizik za iznenadnu srčanu smrt. Indikacije za uvođenje ehokardiografije u preparticipacijski pregled sportaša ovise o razini tjelesne aktivnosti, prethodnoj anamnezi, fizikalnom pregledu i EKG-u. Ova metoda sve više zamjenjuje rendgenski pregled toraksa u sportskoj kardiologiji zbog preciznijih informacija koje pruža.

Također, posljednjih godina se preporučuje tzv. ehokardiografski *screening* koji omogućuje širu dostupnost ove metode u sportskoj kardiologiji uz manje zahtjeve u odnosu na kompletni ehokardiografski pregled (Babić, Cerovec i suradnici, 2018).

Ergometrija: Ergometrija je jedna od metoda kardiološke dijagnostike koja predstavlja test opterećenja tijekom koje se ispitanik izloži standardiziranom i mjerljivom opterećenju. Ova neinvazivna metoda može se izvoditi na različitim uređajima poput pokretne trake ili bicikla, a koristi se kontinuirano progresivno opterećenje koje se povećava postepeno tijekom testiranja. Opterećenje se obično mjeri u *Wattima* (W) ili metaboličkim ekvivalentima (MET), što omogućuje procjenu aerobne potrošnje kisika. Tijekom testiranja prate se subjektivne smetnje, klinički status, EKG promjene i arterijski tlak, te se prekida u slučaju bilo kakvih patoloških odstupanja. Ergometrijski testovi su posebno korisni u otkrivanju koronarne bolesti srca kod sportaša, osobito onih koji su izloženi visokom intenzitetu treninga ili imaju druge rizične čimbenike aritmije ili druge simptome i znakove. Međutim, u sportaša se često mogu primijetiti promjene na EKG-u koje su specifične za njihovu populaciju, pa je važno uzeti u obzir te specifičnosti pri interpretaciji rezultata. Ergometrija također može biti korisna kao alat u trenažnom procesu za praćenje kardiorespiratornog kapaciteta i napretka u mišićnoj sposobnosti. Ipak, postoje određene kontraindikacije za provođenje ergometrije, uključujući nedavni infarkt miokarda, nestabilnu anginu pectoris, teške srčane aritmije, značajne srčane i plućne bolesti te druga stanja koja bi mogla ugroziti sigurnost ispitanika tijekom testiranja. S obzirom na potencijalne rizike i specifičnosti sportaške populacije, ergometrijski testovi zahtijevaju iskusne kardiologe ili druge medicinske stručnjake za njihovo provođenje i interpretaciju (Babić, Cerovec i suradnici, 2018).

Kontinuirano snimanje EKG-a i arterijskog tlaka (Holter): Holter monitoriranje je postupak u kardiološkoj praksi koji obuhvaća kontinuirano snimanje EKG-a tijekom više sati, obično 24 sata, ili diskontinuirano mjerenje arterijskog tlaka, često svakih pola sata do sat vremena. Kontinuirano praćenje električne aktivnosti srca tijekom 24 sata, obično izvan bolnice i za vrijeme svakodnevnih aktivnosti, naziva se 24-satni Holter EKG. Ovaj postupak je neinvazivan, bezbolan i nema kontraindikacija, te se koristi kod simptoma poput lupanja srca, gubitka svijesti (sinkope) ili drugih srčanih poremećaja radi njihove detekcije i diferencijacije. Pacijent tijekom dana prati svoje simptome poput lupanja srca, bolova u prsima, kratkoće daha ili opće slabosti te ih bilježi u dnevniku. Holter monitor se sastoji od malog uređaja koji se nosi na koži pomoću elektroda, što ne smeta normalnim aktivnostima. Nakon snimanja, liječnik analizira zabilježene parametre rada srca kao što su srčana frekvencija, aritmije,



promjene u EKG-u i druge vrijednosti koje mogu biti važne za procjenu stanja srca. Holter arterijskog tlaka je metoda mjerenja arterijskog tlaka tijekom dana i noći, obično svakih pola sata ili sat vremena, kako bi se dobile informacije o promjenama tlaka tijekom aktivnosti i mirovanja. Osim tlaka, bilježe se i vrijednosti pulsa, što je korisno za procjenu stanja srca kod sportaša i drugih pacijenata. Ovaj postupak se primjenjuje i kod sportaša kako bi se otkrile promjene u radu srca tijekom aktivnosti i natjecanja. Normalne promjene kao što su sinusna bradikardija ili porast pulsa tijekom treninga obično se očekuju, dok značajnije promjene zahtijevaju dodatnu obradu i liječenje (Babić, Cerovec i suradnici, 2018).

Magnetska rezonancija srca: Magnetska rezonancija (MR) srca predstavlja suvremenu i neinvazivnu metodu u kardiologiji. Ova dijagnostička tehnika se temelji na principima nuklearne magnetske rezonancije, koristeći detekciju minimalne radiofrekventne energije koja se oslobađa tijekom rotacije protona vodika u magnetnom polju. MR srca ima niz prednosti u kardiologiji, uključujući visoku prostornu rezoluciju, izvrsnu reproduktivnost što je korisno za praćenje bolesnika, odsustvo ionizirajućeg zračenja, visoki prirodni kontrast, različite tehnike unutar jedne procedure te sposobnost 3D rekonstrukcije. Također, rizik od alergijskih reakcija je manji u usporedbi s nekim drugim metodama, a MR omogućuje lakši prikaz desne klijetke. Međutim, postoji nekoliko nedostataka ove metode. Bolesnik treba surađivati tijekom pregleda, a prisutna je mogućnost klaustrofobije. Također, nemogućnost pružanja izravne skrbi dok je bolesnik u skeneru čini ovu metodu manje prikladnom za nestabilne bolesnike. Troškovi instalacije i rada opreme su visoki, a prisutnost feromagnetskih objekata može biti kontraindikacija za pregled (npr. elektrostimulatori, endoproteze). Glavne kliničke indikacije za MR srca uključuju procjenu volumena, mase i funkcije srčanih komora, dijagnozu različitih kardiomiopatija, miokarditisa, bolesti perikarda, prirođenih srčanih mana, tumora srca te procjenu plućnih vena i drugih srčanih struktura. MR srca posebno je koristan u slučajevima kada su druge metode, poput ehokardiografije, nedovoljne ili nedostatne za preciznu dijagnozu. Iako je ova tehnika sofisticirana, njezina upotreba u sportskoj kardiologiji se primjenjuje s jasno definiranim indikacijama, obično nakon prethodnih pregleda poput ehokardiografije (Babić, Cerovec i suradnici, 2018). Važno je naglasiti da MR srca ima ključnu ulogu u dijagnostici određenih stanja kao što su aritmogena displazija desnog ventrikula i *noncompaction* sindrom lijevog ventrikula, te je korisna i za praćenje bolesnika s prirođenim srčanim manama i drugim kompleksnijim kardiološkim stanjima.

Elektrofiziološko ispitivanje srca: Elektrofiziološko ispitivanje srca je postupak u kardiologiji koji se koristi za detaljno proučavanje srčanih aritmija i provodnog sustava. Ovaj invazivni

postupak pomaže u identifikaciji uzroka, lokacije te načina nastanka aritmija, te pruža smjernice za njihovo najučinkovitije liječenje. Pacijenti koji se podvrgavaju elektrofiziološkom ispitivanju su obično oni s poznatim aritmijama koje zahtijevaju dodatnu dijagnostiku ili terapiju poput ablacije. Osim toga, ova metoda se koristi i za dijagnosticiranje potencijalnih aritmija kod pacijenata sa simptomima poput lupanja srca, omaglice ili gubitka svijesti koji nisu jasno dijagnosticirani neinvazivnim metodama. Tijekom elektrofiziološkog ispitivanja, posebni kateteri se postavljaju u srce kroz vene ili arteriju, omogućujući snimanje električnih signala unutar srca i izazivanje aritmija radi njihove dijagnoze i liječenja. Ovaj postupak može uključivati i ablacijske tehnike poput radiofrekvencijske, laserske ili krioablacije, gdje se lokalno djeluje na srčano tkivo kako bi se prekinulo izvorište aritmija. Nakon postupka, pacijenti obično ostaju pod nadzorom u bolnici nekoliko dana i potom se preporuča daljnje praćenje i terapija. Iako elektrofiziološko ispitivanje može biti iznimno korisno u dijagnostici i liječenju aritmija kod sportaša, posebice kod "kružnih" supraventrikulskih tahikardija ili drugih specifičnih aritmija, njegova primjena se temelji na prethodnoj neinvazivnoj kardiološkoj obradi. Rezultati ovog postupka mogu varirati od potpunog izlječenja bez potrebe za daljnjom terapijom do potrebe za implantacijom ICD-a ili čak operativnim zahvatima, ovisno o specifičnim karakteristikama srčanih aritmija i općem zdravstvenom stanju sportaša (Babić, Cerovec i suradnici, 2018).

Koronarografija: Aterosklerotska koronarna bolest predstavlja najčešći uzrok SCD-a tijekom tjelesne aktivnosti kod osoba starijih od 35 godina, kao i uzrok infarkta miokarda i srčanog popuštanja. Promjene u EKG-u i ehokardiogramu mogu ukazivati na prisutnost ove bolesti, a njihovu vjerojatnost može potvrditi ergometrija, radionuklidne metode poput scintigrafije miokarda talijem ili *single-photon emission computed tomography* (SPECT), te MSCT koronarografija (Babić, Cerovec i suradnici, 2018). Međutim, invazivna koronarografija je zlatni standard u dijagnosticiranju ove bolesti. Kod koronarografije, posebnim kateterima se pristupa koronarnim arterijama kroz periferne arterije poput radijalnih i femoralnih. Kontrastno sredstvo se ubrizgava radi prikaza koronarnih arterija na rendgenskom ekranu, omogućujući detaljan pregled njihove morfologije i eventualnih patoloških promjena poput aterosklerotskih suženja. U slučaju potrebe za liječenjem, koriste se metode intervencijske kardiologije poput dilatacije suženja balonom (perkutana koronarna angioplastika), ugradnje stentova, liječenja balonima koji prenose lijekove, rotablacije te trombaspiracije u akutnom infarktu miokarda. Kod izrazito proširenih i morfološki nepovoljnih stanja koronarne bolesti, može biti indicirano i kardiokirurško aortokoronarno premoštenje. Komplikacije ovih

invazivnih postupaka su rijetke, u rasponu od nekoliko promila do postotaka. One mogu biti lokalne poput potkožnih hematoma, pseudoaneurizmi i fistula perifernih arterija ili općenitije kao što su poremećaji ritma, vazovagalne i anafilaktičke reakcije. Stručnjaci u području intervencijske kardiologije i njihovi timovi obično su sposobni adekvatno reagirati na većinu ovih komplikacija. Stoga se ova metoda koristi tek nakon provedene neinvazivne obrade i jasno postavljene indikacije, kako kod opće populacije tako i kod sportaša.

Novi modeli i preporuke o skrbi za profesionalne i vrhunske sportaše donose nove obveze i odgovornosti i za kardiologe. Kardiolozi imaju važnu ulogu u procjeni rizika povezanih sa sportskim aktivnostima, tumačenju nalaza i provođenju neinvazivnih dijagnostičkih testova. Međutim, često se primjenjuju načela suodlučivanja, gdje kardiolog i sportaš, njegova obitelj i trener zajedno razmjenjuju informacije, donose odluke i zajednički preuzimaju odgovornost za odabir vrste, trajanja i intenziteta sportskih aktivnosti. Obveza svih liječnika koji sudjeluju u donošenju odluka o sudjelovanju sportaša u natjecateljskim sportovima je da budu detaljno upoznati i da se pridržavaju trenutnih preporuka liječničkih stručnih udruga (Babić, Bulj i suradnici, 2018).

#### **4.2. Mogućnosti sekundarne prevencije iznenadne srčane smrti sportaša**

Osobe koje su preživjele iznenadni srčani zastoj (ISZ), pate od VT-a koji ne reagira na antiaritmike ili imaju značajno oštećenu funkciju lijeve klijetke, predstavljaju kandidate za implantaciju ICD-a radi prevencije SCD-a. Postavljanje ovog medicinskog uređaja značajno smanjuje smrtnost kod tih rizičnih osoba. Implantacija ICD-a u slučaju sekundarne prevencije SCD-a preporuča se kod pacijenata s HCM koji su preživjeli prvi ISZ ili imaju napad postojnog VT-a (Ivetac, 2020).

Čerkez Habek i suradnici (2020) pod mjere sekundarne prevencije navode primjenu ranog CPR-a i rane defibrilacije. Također, defibrilacija se može provesti AED-om ako je dostupan na mjestima gdje se odvijaju sportske aktivnosti.

Bäck i suradnici (2021) u smjernicama ESC iz 2020. godine za sekundarnu prevenciju fokusiraju se na smanjenje rizika kod sportaša koji su već preživjeli SCD ili imaju identificirane srčane bolesti. Mogućnosti sekundarne prevencije uključuju:

Individualiziranu procjenu rizika – evaluacija (detaljna kardiološka procjena svih sportaša s poznatim srčanim bolestima, uključujući kliničke pretrage kao što su ehokardiografija, stres testovi i Holter monitoring) i procjena (identifikacija specifičnih rizika i analiza mogućih provodnih abnormalnosti ili strukturnih srčanih bolesti)

Farmakološku terapiju – lijekovi (korištenje lijekova kao što su beta blokatori, antiaritmici ili drugi lijekovi prema indikacijama kako bi se kontrolirali simptomi i smanjio rizik od aritmija ili drugih srčanih događaja)

Implantaciju uređaja - implantacija defibrilatora (u nekim slučajevima, implantacija ICD-a može biti preporučena za prevenciju SCD kod sportaša s visokim rizikom)

Prilagodbu sportskih aktivnosti - modifikacija (prilagodba ili ograničavanje vrste i intenziteta sportskih aktivnosti u skladu s individualnim kardiološkim profilom i preporukama liječnika) i rehabilitacija (planiranje tjelesne rehabilitacije i sportskih aktivnosti koje su u skladu s preporukama za sigurnost)

Edukaciju i samopomoć – obuka (obuka sportaša, njihovih trenera i obitelji o prepoznavanju simptoma, upotrebi AED-a i postupcima u hitnim slučajevima)

Kontrolu i praćenje - redovne provjere (kontinuirano praćenje stanja sportaša s poznatim srčanim bolestima i redovne medicinske pretrage kako bi se pravovremeno reagiralo na promjene u zdravstvenom stanju)

Ove preporuke imaju za cilj smanjenje rizika od SCD-a kroz pravovremenu medicinsku intervenciju, prilagodbu sportskih aktivnosti i edukaciju, čime se povećava sigurnost sportaša s prethodnim srčanim događajima ili bolestima.

## **5.Specifičnosti kardiopulmonalne reanimacije u sportu i tjelesnoj aktivnosti**

Babić, Bulj i suradnici (2018) objašnjavaju evoluciju u liječenju kardiorespiratornog aresta koja je započela šezdesetih godina prošlog stoljeća s implementacijom nadzora srčanog ritma u koronarnim jedinicama za pacijente s akutnim infarktom srca, što je omogućilo napredak u tehnikama vanjske defibrilacije srca. Tijekom posljednjih nekoliko desetljeća provedena su brojna istraživanja usmjerena na poboljšanje preživljavanja u slučajevima ISZ-a i SCD-a,

posebice u vanbolničkim okolnostima. U tom su se razdoblju ostvarila značajna postignuća u liječenju žrtava ISZ-a, uključujući postupke primijenjene nakon oživljavanja u specijaliziranim jedinicama, kao što su jedinice intenzivnog liječenja i koronarne jedinice. Ključne promjene u smjernicama za CPR opisane su u smjernicama za oživljavanje koje su se kontinuirano ažurirale kroz godine pod vodstvom Međunarodne suradne komisije za reanimatologiju (engl. *International Liaison Committee on Resuscitation*, ILCOR) i Europskog vijeća za reanimatologiju (*European Resuscitation Council*, ERC). Od 2010. godine, naglasak je stavljen na važnost kvalitetne vanjske masaže srca kako bi se održala cirkulacija krvi i vitalnost srčanih mišića do dolaska medicinske pomoći i defibrilacije. U bolničkim uvjetima, skrb uključuje induciranu hipotermiju za određene slučajeve, hitnu koronarografiju i perkutane intervencije te optimalni oporavak hemodinamičkih pokazatelja i cerebralne cirkulacije. Smjernice nazvane "4C za srčani arrest" obuhvaćaju kardioverziju/defibrilaciju, kardiocerebralno oživljavanje, primjenu hipotermije i koronarografiju kao ključne aspekte zbrinjavanja žrtava ISZ-a. Ova su postignuća rezultat napretka u liječenju i brizi o pacijentima s kardiorespiratornim bolestima, što kontinuirano doprinosi poboljšanju preživljavanja u slučajevima ISZ-a i SCD-a.

Opis postupka CPR-a možemo vidjeti u posljednjim smjernicama ERC-a gdje se navodi da CPR obuhvaća različite postupke i terapijske mjere koje se primjenjuju kako bi se osoba koja je doživjela ISZ i/ili prestanak disanja ponovno oživjela. Glavni je cilj oživljavanja osigurati adekvatnu opskrbu krvlju i kisikom za mozak, srce i druge vitalne organe sve dok se normalna srčana aktivnost i spontano disanje ne uspostave. Iako se CPR dijeli na temeljne i napredne mjere, one su neraskidivo povezane jer je za uspješno oživljavanje s potpunim neurološkim oporavkom obično potrebno primijeniti oba tipa postupaka u odgovarajućem slijedu. Budući da ISZ obično nastaje izvan zdravstvenih ustanova, osobe koje su prisutne na licu mjesta, obično laici, trebale bi provesti temeljne mjere kako bi osigurale preživljavanje osobe u ISZ-u do dolaska hitne medicinske pomoći i primjene naprednih mjera oživljavanja. Ova se strategija često prikazuje kao lanac preživljavanja. Ako sve četiri faze lanca preživljavanja (rano prepoznavanje i pozivanje pomoći, rani CPR, rana defibrilacija i postreanimacijska skrb) funkcioniraju u skladu sa smjernicama, povećava se izgled preživljavanja kod osoba koje su doživjele ISZ. U konkretnim situacijama promptna primjena CPR-a od svjedoka događaja, brza upotreba defibrilatora, hitna intervencija tima hitne medicinske pomoći, te napredne metode održavanja života dovode do pozitivnog ishoda. Što se tiče trenutka započinjanja CPR-a, odnosno vremenskog prozora koji može mozak tolerirati

nakon potpunog prekida cirkulacije, a da ne dođe do trajnih oštećenja, većina stručnjaka se slaže da taj period maksimalno iznosi 3-4 minute. Međutim, ovo može varirati ovisno o različitim čimbenicima poput starosti pacijenta, općeg zdravstvenog stanja, uzroka i vrste SCD-a (šokabilni ili nešokabilni ritam) i trajanja zastoja cirkulacije, kao i temperature tijela. Opće prihvaćeni stav je da bi CPR trebalo početi odmah čim cirkulacija postane neadekvatna, pa čak i prije samog zastoja srca (ukoliko to liječnik smatra neophodnim), ili najkasnije u roku od 3-4 minute od zastoja. Ako se reanimacija započne unutar prve 3 minute nakon prestanka srčano-plućne funkcije, vjerojatnost za uspješan ishod je i do 75%. Međutim, ako se CPR započne unutar 4 minute od zastoja, mogućnost uspjeha je samo oko 50%, a nakon 5 minuta od nastanka zastoja srca, vjerojatnost za uspješnu reanimaciju drastično opada.

Ukoliko se ustanovi da osoba u nesvjesti diše, zabacivanjem glave otvore joj se dišni putevi te stavi u bočni položaj kako bi se spriječilo gušenje jezikom i povraćenim masama.. Ako osoba ne diše preporuča se započinjanje masaže srca s umjetnom ventilacijom, izvođenje 30 kompresija prsnog koša od 5-6 cm praćenih s dva upuha zraka u usta uz začepljen nos unesrećenog, pri omjeru 30:2. Kod starije djece i kod odraslih frekvencija masaže srca je 120 u minuti. Frekvencija umjetnog disanja, baš kao i frekvencija masaže srca, proporcionalna je normalnoj frekvenciji, pa tako kod odraslih optimalno iznosi oko 12-15 u minuti (uz ponavljanje svakih 4-5 sekundi), dok je kod djece preporučeno 20-30 u minuti (uz ponavljanje svakih 2-3 sekunde). Prije izvođenja endotrahealne intubacije za vrijeme upuha zraka ne provodi se masaža srca (Kovačić, 2015).

Defibrilacija predstavlja primjenu električne energije direktno na srčani mišić, a može se izvoditi neposredno na otvorenom prsnom košu ili posredno kroz stijenku prsnog koša. Indikacije za defibrilaciju su određeni srčani ritmovi, poput VF-a i VT-a bez pulsa. VF često proizlazi iz srčanih bolesti, srčanog udara ili VT-a (Kovačić, 2015). Drugi uzroci uključuju električni udar, toksične lijekove i poremećaje u ravnoteži kiselina i baza. Fibrilacija je glavni uzrok iznenadne smrti kod odraslih, a svaka minuta bez defibrilacije smanjuje uspjeh intervencije za 7-10%. Postoje monofazni i bifazni defibrilatori. Bifazni defibrilatori mogu prekinuti fibrilaciju s manje energije, što može smanjiti oštećenje srčanog mišića. Postoje automatski i ručni defibrilatori, ovisno o obučenosti osoblja, opremljenosti i zakonodavnim propisima. Uspješna defibrilacija zahtijeva da srčani mišić primi dovoljnu količinu električne energije.

Gluhak (2017) opisuje defibrilaciju AED-om, te kako se izvodi. Potrebno je slijediti glasovne upute koje daje uređaj. Postave se elektrode na prsni koš pacijenta prema oznakama na

elektrodama. AED automatski analizira srčani ritam pacijenta kako bi utvrdio je li potreban električni šok. Ako AED utvrdi da je šok potreban, slijede se upute za davanje šoka. Pritisne se dugme za šok kad uređaj da uputu. Električni šok pomaže obnavljanju normalnog srčanog ritma. Nakon primjene šoka, nastavi se s CPR-om ako je potrebno i prate daljnje upute AED-a do dolaska hitne medicinske pomoći. Prije same defibrilacije koju provodi medicinsko osoblje, nanosi se gel za bolju provodljivost na prsa pacijenta te pažljivo postavlja elektrode. Prva defibrilacija izvodi se energijom od 150-200 J s bifaznim defibrilatorom ili 360 J s monofaznim. Nakon defibrilacije, nastavlja se sa CPR-om sljedeće 2 minute bez procjene ritma. Ako je VT ili VF i dalje prisutan, postupak se ponavlja s maksimalnom energijom defibrilacije. Tijekom postupka CPR-a, osoblje treba obratiti pažnju na potencijalno reverzibilne uzroke i pridržavati se protokola za primjenu lijekova. U slučaju vidljivog ritma i palpabilnog pulsa koji ukazuju na znakove života ili nemogućnosti njihove uspostave, započinje se priprema pacijenta za transport u bolnicu. U slučaju asistolije, postupci reanimacije prate odgovarajuće protokole, a defibrilacija se ne provodi (kao i kod elektromehaničke disocijacije). Nakon 30 minuta od početka asistolije, ako nema znakova povratka spontane cirkulacije i postoje jasni znakovi smrti, prekida se CPR i proglašava se smrt. Prilikom susreta sa CPR-om kod traumatskih pacijenata, što može biti slučaj u nekim sportovima, tim hitne službe mora temeljito procijeniti situaciju jer se primjena CPR-a u takvim slučajevima suočava s određenim izazovima. U traumatskim slučajevima, ISZ nije obično posljedica primarnih srčanih problema, već drugih uzroka koji dovode do zaustavljanja srca. Na primjer, kod pacijenata s ozbiljnim ozljedama, nedostatak adekvatne ventilacije pluća, što je čest slučaj kod teških trauma, može dovesti do akumulacije ugljičnog dioksida i otežati uspješnu primjenu CPR-a. Razmatranje koristi od započinjanja CPR-a trebalo bi se provesti u slučajevima teških ozljeda gdje je prisutan srčani arrest i apsolutno odsustvo znakova života nakon inicijalnog pregleda pacijenta. To uključuje slučajeve opsežnih prodirućih rana bez znakova života i izgubljenih refleksa zjenica, kao i ozljede koje su nespojive sa životom, poput dekapitacije. Također, utopljenici, pacijenti u hipotermiji, ili oni koji su doživjeli strujni udar, trebaju biti podvrgnuti CPR-u i nakon duljeg vremena od prethodno preporučenog.

Uzroci ISZ-a u traumatskim situacijama mogu biti raznoliki, uključujući probleme s dišnim putem poput stranih tijela ili edema, probleme s disanjem kao što su pneumotoraks ili ozljede prsnog koša, te probleme s cirkulacijom poput hemoragijskog šoka ili tamponade srca. Hipoksija je često najčešći uzrok ISZ-a kod traume, nastala uslijed otežane ventilacije pluća

ili aspiracije krvi ili povraćenog sadržaja. U nekim slučajevima, ISZ može biti posljedica tamponade srca, gdje srce ne može adekvatno funkcionirati kao pumpa i osigurati cirkulaciju. Prilikom suočavanja s kardiopulmonalnim zastojem nakon traume, hitno je rješavanje svih reverzibilnih uzroka kao što su hipoksija, pneumotoraks, tamponada srca i hipovolemija uzrokovana gubitkom krvi. Nekontrolirano krvarenje je čest uzrok ISZ-a u traumi, stoga je važno brzo primijeniti odgovarajući pritisak na područja krvarenja i osigurati adekvatnu nadoknadu tekućine i krvi. Nakon toga, brzi transport u bolnicu omogućuje daljnje zbrinjavanje pacijenta i nastavak liječenja (Gluhak, 2017).

Veliki broj ljudi, osobito u srednje i slabije razvijenim zemljama, ne zna kako postupiti u slučaju SCD-a, navode (Carrington i suradnici, 2022), ali poučavanje CPR-a je korisno i jednostavno, što potvrđuje činjenica da čak i obuka od samo 2 sata može značajno povećati spremnost za pokretanje CPR-a i korištenje AED-a. Obuka i podizanje svijesti među populacijom o CPR-u, osnovnim mjerama reanimacije te kasnije i uporabi AED-a, trebali bi biti dio građanskog obrazovanja u školama, jer je to važno pitanje javnog zdravstva. Isto tako proširivanje znanja o CPR-u u sportskim kolektivima, te savezima na nacionalnom i međunarodnom nivou, među zdravstvenim i nezdravstvenim djelatnicima u sportu dodatno bi smanjilo smrtnost sportaša nakon SCD-a. Iako se primarna prevencija provodi putem pregleda profesionalnih sportaša radi otkrivanja kardiovaskularnih bolesti s rizikom od ISZ-a, kombinacija toga s povećanom obukom CPR-a i dostupnošću AED-a povećat će vjerojatnost preživljavanja osoba s nepredvidivim ISZ-om.

Unatoč visokoj učinkovitosti korištenja AED-a na javnim mjestima, u većini zemalja postoji ograničena dostupnost AED-a na javnim prostorima, a scenarij je jednako loš u neprofesionalnim sportskim klubovima. Nadalje, upotreba AED-a od strane svjedoka javlja se u manje od 2% ISZ-a koje su promatrali svjedoci, a prosječno vrijeme dolaska hitne medicinske pomoći može se produžiti do 30 minuta u udaljenim područjima, gdje bi sustavi dostave AED-a dronovima mogli povećati šanse za preživljavanje (Carrington i suradnici, 2022).

Potrebno je istaknuti CPR sportaša koji se bave sportovima na vodi kao što su plivanje, veslanje, jedrenje, jedrenje na dasci, kajak, kanu i sl. zbog toga što u takvim slučajevima može doći do utapanja, a samim tim mijenja se i način CPR-a. (Abelairas-Gómez i suradnici, 2019) objašnjavaju postupak reanimacije u slučaju utapanja. Žrtva utapanja uglavnom umire zbog nedostatka kisika, stoga je prioritet u slučaju utapanja oksigenacija i ventilacija. Zbog toga bi CPR trebao započeti s ventilacijom kako bi se osigurala odgovarajuća oksigenacija,



umjesto kompresijama, pri čemu je dobro upravljanje dišnim putem ključno. Važno je razlikovati dvije situacije: reanimaciju u vodenom okruženju i reanimaciju na kopnu. Budući da je moguće da će žrtva odgovoriti samo na ventilaciju, preporučuje se započeti ventilaciju u vodi prije izvlačenja na kopno ako se posjeduje dovoljno sigurnosti i obuke. Dokazano je da je moguće učinkovito ventilirati u vodi, što, s druge strane, može produžiti vrijeme spašavanja. Stoga se preporučuje što brže izvlačenje žrtve ako ne pokazuje znakove života nakon ventilacije u vodi. Jednom kad se nađe na kopnu, postoje različite tehnike za otvaranje dišnih putova, oksigenaciju i ventilaciju žrtve utapanja u stanju ISZ-a. Ventilacija usta na usta pokazala se učinkovitijom i bržom od drugih neinvazivnih metoda ventilacije. Upotreba samopunjenog balona (Ambu) čini se razumnom kad dva spasioca mogu upravljati dišnim putem, dok se ne preporučuje za upotrebu od strane samo jednog spasioca. Što se tiče oksigenoterapije, preporučuje se primjena kisika u koncentraciji od 100% što je prije moguće. Iako su oksigenacija i ventilacija prioritet kod utapanja, cjelokupna kvaliteta CPR-a mora biti optimalna. Kvaliteta kompresija značajno opada nakon izvođenja spašavanja u vodi, padajući ispod 70% nakon prve minute CPR-a. Preporučuje se da drugi spasilac započne sa CPR-om kako bi osigurao njegovu kvalitetu ili da se spasilac zamijeni nakon prve minute. U simuliranim uvjetima, korištenje automatskih mehanizama kompresije pokazalo se korisnim za povećanje kvalitete kompresija, s obzirom na visoke stope umora kod spasilaca, iako se njihov utjecaj na preživljavanje nije potvrdio. Preporučuje se prioritarno započinjanje CPR-a u slučaju jednog spasioca. Ako ih ima više, jedan bi trebao započeti sa CPR-om dok drugi suši prsa žrtve i koristi defibrilator. S obzirom na učinak potapanja, vrlo je vjerojatno da će doći do hipotermije. Razmatrajući tu temperaturu kao prognostički prag, postavljen je odlučujući okvir za spašavanje potopljene žrtve ovisno o vremenu potapanja. Međutim, uspostavljanje odlučujućeg okvira temeljenog samo na temperaturi vode i vremenu potapanja ima svoje ograničenje jer čimbenici okoliša, specifični za žrtvu ili sam tretman, mogu utjecati na prognozu. Poznavanje temperature pacijenta u predhospitalnom okruženju zahtijeva upotrebu termometara koji su sposobni bilježiti niske temperature. Treba izbjegavati mjerenje temperature u ušima zbog prisutnosti vode u akustičkim šupljinama. Hipotermična žrtva u stanju ISZ-a trebala bi neprekidno dobivati CPR. Preporučuje se korištenje automatskih mehanizama kompresije u slučaju ozbiljne hipotermije ( $<28\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) zbog torakalne krutosti. CPR se ne bi trebao zaustavljati osim ako postoji jasan dokaz da bi njegova primjena bila beskorisna (npr. sigurni znakovi smrti, raspadanje tijela, prisutnost masivnih teških ozljeda itd.).

Dominantno je stajalište danas, kako potvrđuju Finocchiaro i suradnici (2023), kako bi AED uređaji trebali biti brzo dostupni kako bi prvi šok mogao biti primijenjen unutar 3 minute od kolapsa. Edukacija u općoj populaciji je ključna, kao i postavljanje vanjskih defibrilatora na javnim mjestima te obuka na sportskim terenima kako bi se eksponencijalno povećala šansa za boljim ishodom. Postoji značajna stabilnost incidencije sportom povezanih ISZ-a između 2005. i 2018. godine; procijenjena incidencija je bila 7,00 na milijun stanovnika/godina u usporedbi sa 6,24 na milijun stanovnika/godina u posljednje 2 godine. Povećana edukacija opće populacije o reanimaciji od strane prolaznika i korištenju javnih AED-a dovela je do značajnog poboljšanja stope preživljavanja do otpusta iz bolnice (23,8% u prvom razdoblju u usporedbi sa 66,7% u posljednjem).

Boyle i suradnici (2023) donose nam zanimljive podatke o primjeni CPR-a i AED-a. Iako su dokazane koristi od hitnog CPR-a i upotrebe AED-a, njihova upotreba ostaje niska među općom populacijom. Prema Registru za poboljšanje preživljavanja ISZ-a, samo oko 40% prolaznika pokreće CPR, a 6% koristi AED. Niska upotreba AED-a posebno je zabrinjavajuća jer je njegova upotreba pokazala veći pozitivni utjecaj na ishode. Iako je vježbanjem uzrokovani ISZ najčešći sa šoknim ritmovima poput VT-a ili VF-a, što čini upotrebu AED-a imperativnom za optimalne ishode, korištenje AED-a ostaje nedovoljno. Višestruke studije sugeriraju da je nedovoljno prepoznavanje ISZ-a glavni čimbenik u odgođenom pokretanju CPR-a i upotrebi AED-a. ISZ se može prikazati kao aktivnost slična napadaju i agonijalno disanje, što ga čini teškim za prepoznavanje. U nekim studijama preko 70% prolaznika propustilo je prepoznati ISZ, pri čemu su mnogi pokušavali otvoriti dišne puteve prije početka pritiska na prsa.

Kako bi poboljšali prepoznavanje ISZ-a, FIFA je implementirala praktične tečajeve za medicinske službenike, liječnike tima i fizioterapeute te osmislila mobilne aplikacije za obuku i videozapise o liječenju. Da bi se povećala učestalost izvođenja mjera reanimacije u općoj populaciji, važno je razumjeti razloge zbog kojih prolaznici često ne reagiraju. Strah, pravne posljedice, strah od nanošenja štete i osjećaj nesposobnosti najčešći razlozi za neaktivnost. Za rješavanje tih zabrinutosti, ključni su obrazovanje i obuka. Dodatno, pružanje informativnih sesija i povećanje upoznatosti s ISZ-om kroz obuku osoblja tima može poboljšati udobnost u izvođenju CPR-a i korištenju AED-a. Obrazovanje i praktična obuka neophodni su u poboljšanju znanja i samopouzdanja u korištenju AED-a u srčanim hitnim situacijama, posebno na sportskim događajima gdje tjelesni napor dovodi pojedince u veći rizik od ISZ-a. Pružanjem obuke o korištenju AED-a osoblju, trenerima i sportašima dramatično se povećava

broj osoba koje mogu učinkovito reagirati na ISZ. Postavljanjem defibrilatora s jasnim i primjetljivim oznakama na sportskim terenima, osoblje, sportaši i gledatelji mogu biti upoznati s lokacijom AED-a, čime se povećavaju njihove šanse za preživljavanje tijekom epizode ISZ-a. Sportske organizacije snažno se potiču od strane AHA, ACC te FIFA-e da uspostave Plan hitnih mjera (*EAP-emergency action plan*) kako bi se osiguralo da se događaji ISZ-a učinkovito i pravilno rješavaju. EAP bi trebao uključivati obuku osoblja o tome kako reagirati na kolaps sportaša, kako pristupiti AED-u, pozvati hitne medicinske službe te prevesti osobu do najbliže napredne zdravstvene ustanove. Bitna komponenta EAP-a je obučiti svo medicinsko i nemedicinsko osoblje tima kako prepoznati ISZ i promptno reagirati. Redovne probe EAP-a i pretpripreme prije natjecanja pomažu u osiguranju da su pojedinci pripremljeni u slučaju ISZ-a na terenu. Osim obuke osoblja, EAP također mora uzeti u obzir specifičnosti natjecateljskog mjesta. Trebaju se identificirati bliske napredne kardiološke ustanove, a ključno je osigurati da je AED udaljen najviše 3 minute od kolabiranog sportaša kako bi se poboljšali izgledi za preživljavanje i funkcionalne ishode. Učinkovita komunikacija među svim sudionicima također je ključna za uspjeh EAP-a. Plan bi trebao biti redovito pregledavan i ažuriran, uzimajući u obzir povratne informacije svih sudionika, uključujući medicinsko osoblje, sportaše i trenere. Na taj način, EAP će ostati relevantan i učinkovit u osiguranju brze reakcije na ISZ. Ključni element EAP-a za ISZ uključuje komunikaciju između tri spasioca: prvi započinje CPR, drugi pronalazi najbliži AED, a treći kontaktira hitne medicinske službe. Pružanje CPR-a i brza defibrilacija, ako je potrebna, ključni su za preživljavanje sportaša. Kako bi se osiguralo da se ova dva koraka obave brzo i ispravno, predlaže se poziv na akciju: povećanje učenja CPR-a/AED-a za osoblje za trening sporta, trenere i sportaše. Ovi pojedinci imaju sposobnost brzog reagiranja, pri čemu su sportaši pokazali najbrže reakcijsko vrijeme nakon FIFA-ine obuke. Obrazovanje o pravilnoj procjeni i dijagnosticiranju ISZ-a trebalo bi biti prvi korak u obuci CPR-a. Ovo znanje može pomoći sportašima da prepoznaju kada se dogodio ISZ. Sportaša koji je kolabirao bez očitih ozljeda glave treba smatrati da ima ISZ dok se ne dokaže suprotno. Ovi sportaši koji su kolabirali mogu imati aktivnost sličnu napadaju, uključujući mioklonske trzaje, i to ne bi smjelo spriječiti početak CPR-a ili korištenje AED-a. Obrazovanje sportaša o tome koji su karakteristični znakovi potrebni za početak CPR-a može eliminirati kasno pristupanje pomoći. Stoga, inicijative poput odustajanja od procjene pulsa i pretpostavljanje ISZ-a kod sportaša bez svijesti i disanja korak su naprijed u smanjenju odgađanja CPR-a.

Behr i suradnici (2022) izvještavaju o izvrsnim stopama preživljavanja s povoljnim neurološkim ishodom nakon ISZ-a u sportskim centrima opremljenim AED-om. To opravdava napore u implementaciji programa za hitne situacije radi prevencije SCD-a, s distribucijom AED-a na sportskim arenama i obukom trenera i osoblja za izvođenje CPR-a i defibrilacije.

Edukacija laika o CPR-u te aplikacija na mobitelu koja obavještava o SCD-u u njihovoj blizini povećava broj reanimacija i upotrebe AED-a. Nerijetko prolaznici mogu reagirati brže i započeti s prvom pomoći prije dolaska hitne medicinske pomoći (Andelius i suradnici, 2023).

O niskom postotku laika koji započinju CPR pišu Benameur i suradnici (2011). Između 2005. i 2010. godine, u Francuskoj je provedena opsežna nacionalna anketa koja je obuhvatila osobe u dobi od 10 do 75 godina. Istraživanje slučajeva iznenadne smrti povezane sa sportom, uključujući srčane zastoje koji su reanimirani, obavljeno je putem izvještaja nacionalne hitne službe i pregledom medijskih objava na internetu. Ukupna stopa iznenadnih smrti povezanih sa sportom bila je 4,6 slučajeva na milijun stanovnika godišnje, a 6% tih slučajeva zabilježeno je kod mladih sportaša koji se natječu. Više od 90% slučajeva dogodilo se tijekom rekreativnih sportskih aktivnosti. Iako su većinu slučajeva svjedoci prisustvovali (93%), kardiopulmonalna reanimacija od strane prolaznika započeta je samo u 30,7% slučajeva.

ISZ povezan s vježbanjem rijedak je, posebno kod mladih ljudi. Srčani zastoji koji se javljaju tijekom ili odmah nakon tjelesne aktivnosti imaju značajno bolju prognozu preživljavanja u usporedbi s ljudima koji se ne bave tjelesnim vježbanjem kod osoba starijih od 35 godina. Ova studija (Bardai i suradnici, 2013) potvrđuje povoljan ishod za srčane zastoje povezane s vježbanjem i može utjecati na javnozdravstvene strategije usmjerene na prevenciju iznenadnih smrti uzrokovanih vježbanjem.

## **6.Značaj rehabilitacije bolesnika nakon iznenadne srčane smrti**

Rehabilitacija nakon iznenadne srčane smrti može značajno poboljšati kvalitetu života preživjelih. Programi rehabilitacije pomažu u tjelesnom, psihološkom i društvenom oporavku pacijenata (Bakx i suradnici, 2015). Tjelesna rehabilitacija uključuje vježbe koje pomažu u funkciji srca i poboljšanju ukupne kondicije, smanjujući rizik od ponovnog srčanog događaja. Psihološka komponenta rehabilitacije ključna je za suočavanje s emocionalnim i mentalnim

posljedicama iznenadne srčane smrti. Podrška stručnjaka može pomoći pacijentima u smanjenju anksioznosti i depresije. Edukacija pacijenata o zdravom načinu života, prepoznavanju simptoma i upravljanju rizicima bitna je za prevenciju budućih srčanih problema. Rehabilitacijski programi također potiču društvenu integraciju, omogućujući pacijentima povratak svakodnevnim aktivnostima i smanjenje osjećaja izoliranosti. Ovaj rad naglašava da je rehabilitacija nakon iznenadne srčane smrti ključna za dugoročno zdravlje i oporavak pacijenata, te da integrirani programi koji kombiniraju fizičke, psihološke i edukativne komponente pružaju najbolje rezultate.

Anders Hansen i suradnici (2015) rehabilitaciju nakon iznenadne srčane smrti povezuju s poboljšanim stopama preživljavanja. Sustavni rehabilitacijski programi uključuju vježbe koje poboljšavaju kardiovaskularnu kondiciju i funkcionalne kapacitete pacijenata, čime se smanjuje opterećenje srca i poboljšava njegova učinkovitost. Psihološka podrška tijekom rehabilitacije igra ključnu ulogu u smanjenju simptoma anksioznosti, depresije i posttraumatskog stresa kod preživjelih. Redovite sesije sa stručnjacima pomažu pacijentima da se emocionalno stabiliziraju. Edukacija je ključna komponenta rehabilitacije, gdje se pacijenti poučavaju o zdravom načinu života, prepoznavanju simptoma i upravljanju rizicima. Ovo pomaže u smanjenju šansi za ponovnu srčanu smrt. Rehabilitacija također pomaže pacijentima da se vrate svakodnevnim aktivnostima i društvenom životu, čime se poboljšava njihova ukupna kvaliteta života i smanjuje osjećaj izoliranosti.

Anksioznost i depresija često se javljaju kod osoba koje su preživjele SCD (Cronberg i suradnici, 2015). Rehabilitacija pomaže u obnovi tjelesne kondicije i funkcionalnih sposobnosti pacijenata. Rehabilitacija pruža psihološku podršku pacijentima koji se suočavaju s emocionalnim posljedicama iznenadne srčane smrti. Edukacija pacijenata o zdravim životnim navikama, prepoznavanju simptoma i upravljanju rizicima ključna je za sprječavanje ponovljenih srčanih događaja. Pacijenti uče kako bolje upravljati svojim zdravljem i izbjeći buduće komplikacije. Sveobuhvatni rehabilitacijski programi značajno poboljšavaju kvalitetu života pacijenata. Rehabilitacija omogućuje pacijentima da se ponovno uključe u društvene aktivnosti, čime se poboljšava njihova ukupna društvena interakcija i osjećaj pripadnosti zajednici.

Åneman i suradnici (2015) rehabilitaciju smatraju ključnom za neurološki oporavak pacijenata koji su preživjeli iznenadnu srčanu smrt, jer takvi pacijenti često pate od cerebralne hipoksije ili drugih neuroloških oštećenja. Ciljani programi rehabilitacije pomažu u obnovi

moždanih funkcija i poboljšanju kognitivnih sposobnosti. Rad naglašava važnost multidisciplinarnog pristupa rehabilitaciji, uključujući suradnju kardiologa, neurologa, fizioterapeuta, psihologa i drugih stručnjaka. Ovaj timski pristup osigurava sveobuhvatnu njegu i optimalne rezultate za pacijente. Tjelesna terapija je ključni aspekt rehabilitacije, pomažući pacijentima da povrate snagu, koordinaciju i mobilnost. Programi vježbanja prilagođeni su individualnim potrebama pacijenata kako bi se maksimalno poboljšala njihova tjelesna funkcija. Psihološka podrška je važna za suočavanje s emocionalnim i mentalnim posljedicama iznenadne srčane smrti.

## 7. Zaključak

Pozitivni učinci sporta i tjelesne aktivnosti na kardiovaskularno zdravlje dobro su dokumentirani. Redovita tjelesna aktivnost može poboljšati opću funkciju srca i krvožilnog sustava, smanjiti rizik od srčanih bolesti te poboljšati opće zdravstveno stanje pojedinca. Međutim, iako su sportaši često u boljoj tjelesnoj kondiciji, i dalje postoji rizik od kardiovaskularnih incidenata, uključujući i iznenadnu srčanu smrt.

Iznenadna srčana smrt (SCD) predstavlja ozbiljan javnozdravstveni problem, posebno u kontekstu sporta, gdje su mladi sportaši podložni riziku zbog intenzivnih tjelesnih aktivnosti i potencijalno neotkrivenih srčanih bolesti. Ovaj fenomen često je povezan s kardiovaskularnim incidentima koji se mogu pojaviti čak i kod onih koji su inače zdravi i tjelesno aktivni. Kardiopulmonalna reanimacija (CPR) igra ključnu ulogu u spašavanju života tijekom srčanog zastoja, a njezina specifična primjena u sportu zahtijeva posebnu pažnju.

Specifičnosti kardiološkog pregleda u sportskoj kardiologiji su ključne za prepoznavanje čimbenika rizika i srčanih bolesti koje mogu dovesti do iznenadne srčane smrti. Ovi pregledi uključuju temeljitu anamnezu, fizikalni pregled, elektrokardiografiju (EKG), a po potrebi ehokardiografiju i druge dijagnostičke testove kako bi se identificirali potencijalni problemi i osigurala sigurnost sportaša tijekom tjelesnih aktivnosti.

Iznenadna srčana smrt u sportu može biti povezana s različitim uzrocima, uključujući strukturne srčane bolesti, koronarnu bolest, aritmije, genetske poremećaje i druge srčane bolesti. Razumijevanje specifičnosti ovih bolesti i stanja ključno je za pravovremeno prepoznavanje rizika i poduzimanje odgovarajućih preventivnih mjera.

Specifičnosti kardiopulmonalne reanimacije u sportu i tjelesnoj aktivnosti obuhvaćaju potrebu za brzom intervencijom educiranog medicinskog i nemedicinskog sportskog osoblja, širenje mreže AED-a (automatski vanjski defibrilator) na sportskim terenima uz kontinuiranu obuku navedenog osoblja i sudionika za optimalnu reakciju u hitnim situacijama. Ovdje je važno istaknuti da treninzi izvedbe CPR-a moraju biti prilagođeni sportskom okruženju kako bi se osigurala što učinkovitija intervencija tijekom kritičnih trenutaka.

Sekundarna prevencija iznenadne srčane smrti uključuje sustavno praćenje rizičnih skupina, redovite kardiološke preglede, genetsko testiranje u slučaju sumnje na nasljedne poremećaje te edukaciju sportaša, trenera i medicinskog osoblja o prepoznavanju simptoma i pravilnom postupanju u hitnim situacijama kod takvih sportaša. Timski pristup i suradnja između

sportske medicine, kardiologije i trenera ključni su za stvaranje sigurnog okruženja za sportaše i minimiziranje rizika od iznenadne srčane smrti tijekom sportskih aktivnosti.

Naposlijetku, rehabilitacija sportaša - kardioloških bolesnika, osobito onih koji su preživjeli SCD, ključna je za povratak sportaša u svakodnevni život. Sportaša se priprema kroz različite aspekte; psihološke, socijalne, fizičke kako bi bio educiran o problemu i znao se ponašati u skladu s istim.



## 8.Literatura

- Abelairas-Gómez, C., Bierens, J. J. L. M., González-Salvado, V. i Tipton, M. J. (2019). El ahogamiento: epidemiología, prevención, fisiopatología, reanimación de la víctima ahogada y tratamiento hospitalario. *Emergencias : revista de la Sociedad Espanola de Medicina de Emergencias*, 31(4), 270–280.
- Aljadah, M., Avishay, D. M., Jones, C. R., Kaur, R., Keshavamurthy, S., Kichloo, A., Kumar, A., Shaikh, J. D. i Shiwalkar, N. (2021). Sudden cardiac death: epidemiology, pathogenesis and management. *Reviews in cardiovascular medicine*, 22(1), 147-158. <https://doi.org/10.31083/j.rcm.2021.01.207>
- Andelius, L., Berglund, E., Claesson, A., Folke, F., Gerds, T. A., Gislason, G. H., Hansen, C. M., Hollenberg, J., Jonsson, M., Køber, L., Lippert, F., Rajan, S., Ringh, M., Tofte Gregeis, M. C. i Torp-Pedersen, C. (2023). Smartphone – activated volunteer responders and bystander defibrillation for out-of-hospital cardiac arrest in private homes and public locations. *European Hearth Journal: Acute Cardiovascular Care*, 12(2), 87-95. <https://doi.org/10.1093/ehjacc/zuac165>
- Anders Hansen, P., Eggert Jensen, S., Fonager, K., Frischknecht Christensen, E., Gislason, G., Knudsen Lippert, F., Kober, L., Kragholm, K., Lang-Jensen, T., Mazur Hendriksen, O., Normark Mortensen, R., Rajan, S., Steen Rasmussen, B., Torp-Pedersen, C. i Wissenberg, M. (2015). Return to work in out-of-hospital cardiac arrest survivors: A nationwide register-based follow-up study. *Circulation*, 131(19), 1682-1690. <https://doi.org/10.1161/circulationaha.114.011366>
- Åneman, A., Bosch, F., Cranshaw, J., Cronberg, T., Erlinge, D., Friberg, H., Gasche, Y., Hassager, C., Horn, J., Hovdenes, J., Kjaergaard, J., Kleger, G. R., Kuiper, M., Lilja, G., Nielsen, N., Pellis, T., Persson, S., Stammet, P., Trial I. TTM., Undén, J.,...Wise, M. P. (2015). Neurologic function and health-related quality of life in patients following targeted temperature management at 33°C vs 36°C after out-of-hospital cardiac arrest: A randomized clinical trial. *Journal of the American Medical Association*. 72(6), 634-641. <https://doi.org/10.1001/jamaneurol.2015.0169>
- Babić, Z., Bulj, N., Cerovec, D., Cigrovski Berković, M., Degoricija, V., Delić-Brkljačić, D., Duraković, Z., Gabrić, I. D., Ivančev, V., Ivanuša, M., Manola, Š., Meštrović, T., Mišigoj-Duraković, M., Muačević-Katanec, D., Musić Milanović, S., Mustajbegović,

- J., Nikolić Heitzler, V., Peršić, V., Pintarić, H.,...Vrsalović, M. (2018). *Sportska kardiologija – Kardiologija sporta, tjelesne i radne aktivnosti*. Zagreb: Medicinska naklada.
- Babić, Z., Cerovec, D., Duraković, Z. i Mišigoj-Duraković, M. (2018). Tjelesno vježbanje i srčano-žilni sustav. U S. Sinković (ur.), *Tjelesno vježbanje i zdravlje* (str. 213-305). Zagreb: Znanje d. o. o.
- Bäck, M., Börjesson, M., Castelli, S., Collet, J. P., Corrado, D., Drezner, J. A., ESC Scientific Document Group, Gati, S., Graham Stuart, A., Halle, M., Hansen, D., Heidbuchel, H., Myers, J., Niebauer, J., Papadakis, M., Pelliccia, A., Piepoli, M. F., Prescott, E., Ross-Hesslink, J. W.,...Wilhelm, M. (2021). 2020 ESC Guidelines on sports cardiology and exercise in patients with cardiovascular disease: The Task Force on sports cardiology and exercise in patients with cardiovascular disease of the European Society of Cardiology (ESC). *European Heart Journal*, 42(1), 17-96. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehaa605>
- Bakx, W. G. M., de Krom, M. C. F. T. M., Gorgels, T. P. M., Moulaert, V. R. M., van Heugten, C. M., Verbunt, J. A., Wade, D. T. i Winkens, B. (2015). Early neurologically-focused follow-up after cardiac arrest improves quality of life at one year: A randomised controlled trial. *International journal of cardiology*, 193, 8-16. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2015.04.229>
- Bardai, A., Berdowski, J., Blom, M., Bots, M. L., de Beus, M. F., Doevendans, P. A., Grobbee, D. E., Koster, R. W., Mosterd, A., Tan H. L. i Tijssen, J. G. P. (2013). Exercise-related out-of-hospital cardiac arrest in the general population: incidence and prognosis. *European Heart Journal*, 34(47), 3616-3623. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/eh401>
- Behr, E. R., Blom, N. A., Charron, P., Corrado, D., Dagres, N., de Chillou, C., de Riva, M., Eckardt, L., ESC Scientific Document Group, Friede, T., Haugaa, K. H., Hocini, M., Lambiase, P. D., Marijon, E., Merino, J. L., Peichl, P., Priori, S. G., Reichlin, T., Schulz-Menger, J.,...Zeppenfeld, K. (2022). 2022 ESC Guidelines for the management of patients with ventricular arrhythmias and the prevention of sudden cardiac death: Developed by the task force for the management of patients with ventricular arrhythmias and the prevention of sudden cardiac death of the European Society of Cardiology (ESC). Endorsed by the Association for European Paediatric and

- Congenital Cardiology (AEPC). *European Heart Journal*, 43(40), 3997–4126.  
<https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehac262>
- Benameur, N., Celermajer, D. S., Desnos, M., Dumas, F., Empana, J. P., Jouven, X., Le Heuzey, J. Y., Marijan, E., Mustafic, H., Perier, M. C., Rieu, M., Tafflet, M. i Toussaint, J. F. (2011). Sports – related sudden death in the general population. *Circulation*, 124(6), 672-681.  
<https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.110.008979>
- Boyle, N. G., Bradfield, J. S., Dolezal, B., Han, J., Hanson, J., Hsu, J. J. i Malik, A. (2023). Sudden cardiac arrest in athletes and strategies to optimize preparedness. *Clinical cardiology*, 46(9), 1059–1071. <https://doi.org/10.1002/clc.24095>
- Bujošević, M., Đurđev, Z. i Mileusnić, M. (2010). Svrsishodnost i metodologija sistematskog pregleda u sportskoj medicini. *Aktuelno u praksi*, 93.
- Carrington, M., Chalal, C. A. A., Cipriani, A., D'Ascenzi, F., Khanji, M. Y., Providência, R. i Ricci, F. (2022). Cardiopulmonary resuscitation and defibrillator use in sports. *Frontiers in cardiovascular medicine*, 9, 819609.  
<https://doi.org/10.3389/fcvm.2022.819609>
- Couper, K., Perkins, G. D., Poole, K., Smyth, M. A. i Yeung, J. (2018). Mechanical CPR: Who? When? How?. *Critical care*, 22(1), 140. <https://doi.org/10.1186/s13054-018-2059-0>
- Cronberg, T., Friberg, H., Hassager, C., Koopmans, M., Kulper, M., Lilja, G., Martini, A., Mellinghoff, J., Nielsen, N., Nilsson, G., Östman, I., Pelosi, P., Wanscher, M. i Wise, M. P. (2015). Anxiety and depression among out-of-hospital cardiac arrest survivors. *Resuscitation*, 97, 68-75. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2015.09.389>
- Čače, N. (2009). Iznenađna srčana smrt. *Paediatrica Croatica*, 53(1), 40-45.
- Čerkez Habek, J., Jug, J. i Strčić, J. (2020). Iznenađna srčana smrt sportaša. *Acta medica Croatica*, 74(4), 321-328.
- Duraković, Z. i Mišigoj-Duraković, M. (2018). Kardiovaskularne opasnosti. U S. Sinković (ur.), *Tjelesno vježbanje i zdravlje* (str. 305-317). Zagreb: Znanje d. o. o.
- Emery, M. S. i Kovacs, R. J. (2018). Sudden cardiac death in athletes. *JACC: Heart failure*, 6(1), 30-40. <https://doi.org/10.1016/j.jchf.2017.07.014>

- Finocchiaro, G., Han, J., Lalario, A., Merro, E., Papadakis, M., Sharma, S. i Sinagra, G. (2023). Sudden Cardiac Death in Athletes: Facts and Fallacies. *Journal of cardiovascular development and disease*, 10(2), 68. <https://doi.org/10.3390/jcdd10020068>
- Gluhak, G. (2017). *Kardiopulmonalna reanimacija u izvanbolničkoj hitnoj službi* (završni rad). Sveučilište Sjever, Varaždin.
- Ivetac, D. (2020). *Iznenadna srčana smrt* (diplomski rad). Fakultet zdravstvenih studija, Sveučilište u Rijeci.
- Kovačić, K. (2015). *Kardiopulmonalna reanimacija* (završni rad). Sveučilišni odjel zdravstvenih studija, Sveučilište u Splitu.
- Matunović, R., Mijailović, Z. M., Stajić, Z. i Tavčiovski, D. (2009). Iznenadna srčana smrt sportista. *Medicinski Pregled*, 62(1-2), 37-41.
- Milanović, D. (2013). Suvremeni sport. *Teorija treninga* (str. 25-30). Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Vukčević, V. (2011). Iznenadna srčana smrt. *Srce i krvni sudovi*, 30(3), 175-176.