

# NAGLE SMRTI TIJEKOM SPORTSKIH AKTIVNOSTI

---

Trnski, Marta

Master's thesis / Diplomski rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Medicine / Sveučilište u Rijeci, Medicinski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:184:550683>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-05**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Medicine - FMRI Repository](#)



SVEUČILIŠTE U RIJECI  
MEDICINSKI FAKULTET  
SVEUČILIŠNI INTEGRIRANI PRIJEDIPLOMSKI I DIPLOMSKI  
STUDIJ MEDICINE

Marta Trnski  
NAGLE SMRTI TIJEKOM SPORTSKIH AKTIVNOSTI  
Diplomski rad

Rijeka, 2023.

Mentor rada: Prof.dr.sc. Dražen Cuculić, dr.med.

Komentor rada: Nasl.doc.dr.sc. Marina Bralić, dr.med.

Diplomski rad ocijenjen je 20. lipnja 2023. na Medicinskom fakultetu Sveučilišta u Rijeci,

pred povjerenstvom u sastavu:

1. Izv.prof.dr.sc. Kovička Matušan Ilijaš, dr.med. (predsjednik Povjerenstva)
2. Doc.dr.sc. Dora Fučkar Čupić, dr.med.
3. Prof.dr.sc. Dražen Kovač, dr.med.

Rad sadrži 27 stranica, 0 slika, 0 tablica, 30 literaturnih navoda.

Zahvala

S velikom radošću zahvaljujem svima koji su me pratili tijekom studija.

Hvala mojoj obitelji, mami i tati na neizmjerljivoj ljubavi i podršci. Mami koja je uvijek imala strpljenja i utješnu riječ i tati, mom Draženu, na beskrajnim satima koje je proveo slušajući me kako učim.

Zahvaljujem i svojoj dragoj baki i svima koji su moj put pratili blagoslovom i molitvama.

Hvala svima koji su mi pomogli pri izradi ovog rada, a posebno Prof.dr.sc. Draženu Cuculiću, mentoru svih mentora.

# Sadržaj

1. Uvod.....	1
2. Svrha rada.....	2
3. Nagle smrti tijekom sportskih aktivnosti.....	2
3.1. Definicija .....	2
3.2. Epidemiologija .....	2
4. Uzroci nagle smrti tijekom sportskih aktivnosti .....	4
4.1. Kardiovaskularni uzroci nagle srčane smrti .....	4
4.2. Nekardiovaskularni uzroci .....	8
4.2.1. Neurološki uzroci.....	8
4.2.2. Toplinski udar.....	8
4.2.3. Metabolički/endokrini uzroci .....	9
4.2.4. Respiratorni uzroci.....	9
5. Sudskomedicinski aspekt naglih smrti tijekom sportskih aktivnosti.....	10
6. Prevencija .....	11
6.1. Pravovremena dijagnoza i praćenje natjecateljskih sportaša .....	11
6.2. Probir kardiovaskularnih bolesti kod sportaša .....	11
6.3. Modaliteti probira.....	12
6.3.1. Ergometrija.....	13
6.3.2. EKG .....	13
6.3.3. Slikovne metode .....	13
6.4. Kriteriji za pozitivne slučajeve u probiru prije sudjelovanja .....	14
6.4.1. Obiteljska anamneza .....	14
6.4.2. Osobna anamneza .....	14
6.4.3. Fizikalni pregled .....	14
6.4.4. Elektrokardiogram .....	15
7. Zbrinjavanje naglih smrti tijekom sportskih aktivnosti.....	15
7.1. Pružanje hitne medicinske pomoći i pravovremena reakcija .....	15
7.2. Dostupnost automatskog vanjskog defibrilatora .....	16
8. Rasprava .....	18
9. Zaključci.....	20
10. Sažetak.....	21
11. Summary.....	22
12. Literatura .....	23
13. Životopis.....	27

Popis kratica i akronima

ARVD Aritmogena displazija desne klijetke

AVD Automatski vanjski defibrilator

BLS Basic life support

BrS Brugada sindrom

CAA Anomalije koronarnih arterija

CPVD Katekolaminergička polimorfna ventrikularna tahikardija

HCM Hipertrofična kardiomiopatija

ISS Iznenađna srčana smrt

KPR Kardiopulmonalna reanimacija

LQTS Sindrom dugog QT intervala

mmHg Milimetri živina stupca

UEFA Union of European Football Associations

VF Ventrikularna fibrilacija

WPW Wolff-Parkinson-Whiteov sindrom

## 1. Uvod

Iznenadna smrt je uvijek tragičan događaj, osobito kada se radi o zdravim mladim ljudima. Tjelesna aktivnost smatra se vjernim odrazom zdravstvenog stanja i kvalitete života, zbog čega javno mnijenje teško shvaća kako naizgled zdrava mlada osoba može umrijeti dok pokazuje veliku vitalnost u svojim uobičajenim tjelesnim aktivnostima. (1) Predmetom naglih smrti, tijekom sportskih aktivnosti osobito se bavi sportska medicina, kardiologija, primarna zdravstvena zaštita te pedijatrija. Uzrok neočekivane nagle smrti mladih sportaša najčešće je srčane prirode. Isto tako, sve češće korištenje steroida, hormona i stimulansa uzrokovalo je pojavu stečenih srčanih bolesti kod osoba mlađe i srednje životne dobi. Kada govorimo o nagloj smrti sportaša starije životne dobi, uzrok je drukčije etiologije. Kod tih osoba glavni su uzrok aterosklerotske promjene na koronarnim krvnim žilama. (2) Iako rijetko, iznenadne smrti tijekom sportskih aktivnosti događaju se i kod natjecateljskih sportaša. Takvi događaji su rijetki. No, kad se dogode, izazivaju pozorno zanimanje: medicine, politike i medija, koji su tada najviše fokusirani na prevenciju takvih i sličnih tragedija. (3)

## 2. Svrha rada

Svrha ovog rada je pregled literature o nagloj smrti tijekom sportskih aktivnosti, što uključuje: definiciju, epidemiologiju, glavne uzroke nagle smrti tijekom sportskih aktivnosti, sudsko medicinski aspekt naglih smrti, prevenciju te zbrinjavanje naglih smrti tijekom sportskih aktivnosti.

## 3. Nagle smrti tijekom sportskih aktivnosti

### 3.1. Definicija

Postoje različite definicije iznenadne smrti. Najčešće korištena definicija obuhvaća smrtni ishod unutar jednog sata od pojave simptoma. (3) Američki *The National Heart, Lung and Blood Institute* definirao je naglu srčanu smrti tijekom sportskih aktivnosti kao neočekivanu i iznenadnu smrt tijekom vježbanja bez očitog uzroka koji nije srčane etiologije. (4) Iznenadna smrt kod sportaša definira se kao smrt koja je uslijedila tijekom bavljenja sportskom aktivnošću ili unutar 1 do 3 sata nakon vježbanja. Takva smrt uključuje sve uzroke osim nasilja. Uzroci iznenadne smrti kod sportskih aktivnosti kategoriziraju se u dvije velike skupine: iznenadna srčana smrt i iznenadna smrt nekardijalnog uzroka. (5)

### 3.2. Epidemiologija

Raspon koji se uzima u obzir kada se govori o učestalosti iznenadne srčane smrti je od 1 na 40000 do 1 na 80000 iako postoje i podaci o stopama od 1 na 3000. Ovako velike varijacije prisutne su zbog korištenja različite metodologije za prikupljanje podataka. Uzrok tome je primjena različitih definicija nagle srčane smrti koje uzimaju u obzir osobe kojima se dogodila takva smrt tijekom napora, odmora, ili one koji su preživjeli reanimaciju. (6)

Hipertrofična opstruktivna kardiomiopatija (HOCM) te izražena hipertrofija lijeve klijetke vodeći su uzrok iznenadne smrti kod sportaša. Nakon navedena dva uzroka slijede i ostali



morfološki srčani defekti. Učestalost HOCM-a je 1 od 500 te se češće pojavljuje kod osoba muškog spola. (7)

Anomalije srčanih arterija su drugi uzrok po učestalosti nagle smrti kod sportaša. Pojavljuju se u 1,2% populacije. (8) Od poznatih uzroka navodi se i aritmogena displazija desne klijetke (ARVD) te se javlja u 1 od 2000 do 1 od 5000 sportaša. (2)

Iako se posljednjih desetak godina fokus stavlja na kardiovaskularne uzroke smrti, važno je govoriti i o uzrocima koji nisu kardijalnog podrijetla.

Studija iz 2011. godine, koja je koristila bazu podataka Američkog nacionalnog sveučilišnog atletskog saveza, pokazala je da je od 80 smrtnih slučajeva između 2004. i 2008. godine samo 56% bilo srčane etiologije. Toplinski udar i bolest srpastih stanica bili su vodeći uzroci ne-srčane iznenadne smrti.

Maron i suradnici su 2016. godine objavili studiju koristeći podatke iz američkog Nacionalnog registra iznenadne smrti sportaša od 1980. do 2011. godine. Ukupno je bilo 2046 smrti sportaša, od kojih su 802 obdukcijom klasificirane kao iznenadna srčana smrt. Najčešći uzroci iznenadne smrti, koji nisu povezani a srcem i traumom, bili su ilegalna upotreba droga i bolest srpastih stanica. Nusprodukt dubinske analize iznenadne srčane smrti bila je procjena broja slučajeva iznenadne sekundarne smrti. (10)

Nedavno je nekoliko dodatnih studija procijenilo prevalenciju srčane naspram nekardijalne iznenadne smrti, uključujući velike populacije i studije obdukcija. Najveća od navedenih studija je nacionalna populacijska studija iz Danske, koja koristi smrtovnice, posjete hitnoj službi i izvješća o obdukciji za procjenu učestalosti, činitelja rizika i uzroka iznenadne nekardijalne smrti. Ova studija prikazuje najčešće uzroke nekardijalne iznenadne smrti tijekom desetljeća. Zabilježen je 1691 slučaj iznenadne smrti, uključujući 1039 slučajeva u kojima je izvršena obdukcija. Od tih slučajeva, 28% je klasificirano kao iznenadna nekardijalna smrt. Autori su

otkrili da su mlađa dob i ženski spol češće povezani s iznenadnom nesrčanom smrću. Najčešći nekardijalni uzroci iznenadne smrti bile su plućne bolesti (40%), zarazne bolesti (20%), cerebrovaskularne bolesti (18%) i neurološke bolesti (8%). (10)

## 4. Uzroci nagle smrti tijekom sportskih aktivnosti

### 4.1. Kardiovaskularni uzroci nagle srčane smrti

Izenadna neočekivana smrt kod sportaša prvenstveno se promatra kao bolest srčane etiologije. Etiologija iznenadne srčane smrti u sportaša ovisi o dobi. (3) Koronarna ateroskleroza je najčešći uzrok iznenadne smrti u osoba starijih od 35 godina, dok nasljedne i strukturne bolesti srca prevladavaju u mlađih sportaša. (2)

Iako tjelovježba pruža određenu zaštitu od razvoja ili progresije bolesti koronarnih arterija, ona ne osigurava „imunitet“ na navedene bolesti; štoviše, uzrokuje prolazno povećanje rizika tijekom razdoblja aktivnosti. Studije iz Seattlea pokazale su da redovita energična tjelovježba štiti od primarnog srčanog zastoja. No, ako dođe do zastoja, veća je vjerojatnost da će se dogoditi tijekom vježbanja. Drugim riječima, osobe koje vježbaju imaju smanjenu vjerojatnost razvoja koronarne ateroskleroze i niži rizik od koronarne smrti. No, neki pojedinci imaju „aterogenu silu“ toliko jaku da se usprkos redovnoj tjelovježbi razvija teška koronarna bolest pa su izloženi još većem riziku tijekom vježbanja. (11)

Kardiovaskularni uzroci srčanog aresta tijekom sportskih aktivnosti, uključuju različite srčane bolesti. Najčešći uzroci su: aritmije, strukturne i nestrukturne kongenitalne srčane greške te koronarna srčana bolest.

Postoje različite urođene srčane bolesti koje se javljaju u općoj populaciji. Većina ih se kategorizira u strukturne i nestrukturne vrste. Kongenitalna strukturna bolest srca općenito će utjecati na protok krvi unutar srca i protok krvi iz srca. Primjeri uključuju hipertrofičnu

opstruktivnu kardiomiopatiju (HOCM), aritmogenu displaziju desne klijetke (ARVD) i anomalije koronarnih arterija. (12) Nestrukturna bolest srca uključuje poremećaje u električnom sustavu srca, što može izazvati nestabilne i opasne aritmije. Primjeri uključuju sindrom produženog QT intervala, Brugada sindrom, Wolff-Parkinson-Whiteov (WPW) sindrom i katekolaminergičku polimorfnu ventrikularnu tahikardiju (CPVD). Važni su i učinci na srce izazvani lijekovima. Anabolički steroidi i peptidni hormoni izazivaju strukturne promjene u srcu. Stimulansi mogu izazvati opasne aritmije. (3)

Budući da su kardiovaskularni uzroci vrlo važan čimbenik naglih smrti, tijekom sportskih aktivnosti, valja opširnije opisati neke od najznačajnijih uzroka.

### **Hipertrofična kardiomiopatija**

Hipertrofična kardiomiopatija (HCM) složen je genetski poremećaj koji se obično dijagnosticira u mlađoj odrasloj populaciji. Dijagnoza se temelji na ehokardiografskoj identifikaciji hipertrofije lijeve klijetke, koja je povezana s nedilatiranom hiperdinamičkom komorom u odsutnosti drugog srčanog ili sistemskog poremećaja. Razlika između HCM-a i fiziološke hipertrofije lijeve klijetke (takozvano sportsko srce) je ključna. HCM je glavni uzrok iznenadne srčane smrti izazvane vježbanjem kod mladih, a posebno kod mladih sportaša s preklapajućim značajkama atletskog srca ili HCM-a. Razlikovanje između fiziološke hipertrofije lijeve klijetke i HCM-a je izazovno. Ehokardiografija omogućuje detaljnu procjenu strukture i funkcije lijeve klijetke, što je temelj ispravne dijagnoze. U određenim slučajevima su potrebne dodatne genetske studije za identifikaciju širokog fenotipa HCM-a da bi se ispravno razlikovala HCM od sportskog srca. (12)

## **Anomalije koronarnih arterija**

Anomalije koronarnih arterija (CAA) su heterogena skupina rijetkih kongenitalnih bolesti, čije su značajke i patofiziološki mehanizmi izrazito varijabilni - u rasponu od tihih anomalija do iznenadne srčane smrti u najtežim slučajevima. Iako su rijetke, kongenitalne CAA nose visok rizik od ishemije miokarda i iznenadne srčane smrti, posebno kod mladih, prethodno "zdravih" sportaša tijekom ili neposredno nakon snažnog napora. Iako su identificirane neke visokorizične značajke, koje mogu dovesti do ISS-a, specifični patofiziološki mehanizmi povezani s ISS-om još uvijek su slabo shvaćeni. Kada se slučajno dijagnosticira CAA, optimalna stratifikacija rizika od iznenadne srčane smrti ostaje izazovna, osobito u slučajevima anomalnog aortnog podrijetla koronarne arterije koja proizlazi iz suprotnog Valsalvinog sinusa aorte. U novije vrijeme, invazivno snimanje intravaskularnim ultrazvukom dobilo je ulogu u daljnjem identificiranju visokorizičnih anatomskih obilježja. Ova je metoda integrirana s tradicionalnim, neinvazivnim anatomskim slikovnim procjenama, obično visokokvalitetnom ehokardiografijom i magnetskom rezonancijom srca. Trebalo bi razviti multidisciplinarne programe i specifične ocjene rizika za ISS, da bi se odabrao pravi terapijski pristup, bilo klinički, bilo intervencijski/kirurški. Intravaskularni ultrazvuk iznimno je koristan alat za procjenu stenoze krvnih žila, čak i ako su još uvijek potrebne prospektivne studije za daljnju validaciju ove dijagnostičke strategije. (13)

## **Produljeni QT sindrom**

Sindrom dugog QT intervala (LQTS) je aritmogeni poremećaj karakteriziran produljenom ventrikularnom repolarizacijom koja dovodi do *torsade de pointes* vidljive na elektrokardiogramu. Implantabilni kardioverter-defibrilator je opcija za vraćanje ventrikularne fibrilacije na sinusni ritam, iako implantacija može rezultirati uskraćivanjem sportašu da se bavi sportom. (14)

## **Brugada sindrom**

Brugada sindrom (BrS) jedan je od glavnih nasljednih sindroma aritmije koji uzrokuje ventrikularnu fibrilaciju (VF) i iznenadnu srčanu smrt u mladim do sredovječnih muškaraca, posebno u Azijata. Dijagnoza BrS-a temelji se na spontanom ili lijekom izazvanom Brugada elektrokardiogramu tipa 1. Trenutna pouzdana terapija za pacijente s BrS, u čijoj je anamnezi VF, je implantacija kardioverter-defibrilatora. Što se tiče pacijenata s BrS-om bez anamneze VF-a, još uvijek je neizvjesno kako asimptomatske bolesnike s BrS-om treba učinkovito liječiti, jer je stratifikacija rizika za BrS još uvijek neadekvatna. Prijavljeni su različiti parametri te kombinacije nekoliko parametara za stratifikaciju rizika od BrS-a. Vjeruje se da je gen SCN5A jedini gen koji je odgovoran za BrS, a objavljeno je da je koristan za stratifikaciju rizika. (15)

## **WPW sindrom**

Kliničke elektrofiziološke studije u bolesnika s Wolff-Parkinson-Whiteovim sindromom koji pate od ventrikularne fibrilacije pokazale su visoku prevalenciju kratkog anterogradnog refraktornog razdoblja akcesornog puta (manje od ili jednako 250 ms), kratke predekscitirane RR intervale tijekom fibrilacije atriya (manje od ili jednako 250 ms) te postojanje više pomoćnih puteva. Nažalost, specifičnost ovih nalaza je niska, jer su prisutni u gotovo 50% bolesnika s WPW bez anamneze ventrikularne fibrilacije te u 17% bolesnika s asimptomatskim WPW. Farmakološkim testiranjem i testiranjem opterećenja otkriva se populacija oboljelih od WPW-a s malom vjerojatnošću da će imati kratko anterogradno refraktorno razdoblje akcesornog puta, ali ne isključuje sposobnost ovih pacijenata da razviju vrlo kratke RR intervale tijekom fibrilacije atriya. Studije prirodne povijesti pokazuju da se iznenadna smrt kod WPW-a javlja s incidencijom manjom ili jednakom 1:1000 godišnje. Niska prediktivna vrijednost elektrofizioloških i neinvazivnih studija za iznenadnu smrt čini ih lošim sredstvom za probir rizičnih pacijenata. Neki klinički čimbenici, poput učestalosti tahikardija i/ili otkrivanja

fibrilacije, markeri su većeg rizika od iznenadne smrti i indikacije za agresivnu elektrofiziološku evaluaciju. (16)

## 4.2. Nekardiovaskularni uzroci

Iako su kod sportaša najčešći uzroci iznenadne smrti srčane prirode, važno je uzeti u obzir nekoliko primjera nekardiovaskularnog uzroka. Sustav klasifikacije koji su opisali Lang et al. predlaže da se nekardijalna iznenadna smrt može klasificirati u četiri potkategorije, uključujući: neurološku, metaboličku/endokrinu, respiratornu i imunološku. (10)

### 4.2.1. Neurološki uzroci

Neurološka potkategorija podrazumijeva iznenadnu neobjašnjivu smrt kod epilepsije (SUDEP), napadaj s bradiaritmijom te intrakranijsko krvarenje. U velikoj studiji, primarno pedijatrijskih pacijenata, SUDEP je bio najčešći uzrok iznenadne nekardijalne smrti praćene intrakranijskim krvarenjem. Maron et al. opisao je kohortu od 1866 sportaša s iznenadnom smrću u razdoblju od 27 godina u Sjedinjenim Američkim Državama. U ovoj specifičnoj populaciji sportaša, zabilježena su dva smrtna slučaja povezana s epilepsijom te tri moždana udara. Dodatno, bilo je devet slučajeva cerebralnih aneurizmi. (10)

### 4.2.2. Toplinski udar

Još jedan važan okolišni uzrok iznenadne smrti sportaša nepovezanih s kardijalnom etiologijom je toplinski udar. U Maronovom istraživanju, toplinski udar činio je 2,5% iznenadnih smrti kod mladih sportaša. (17) Toplinski udar nastaje kada sustav regulacije tjelesne temperature nije u stanju uravnotežiti proizvodnju topline i gubitak topline, što rezultira dubokim upalnim odgovorom, ozljedom tkiva i multiorganskom disfunkcijom. Takvi događaju učestaliji su u ljetnim mjesecima i toplijim podnebljima te kod sportaša čiji sport zahtijeva tešku opremu. Dehidracija i aklimatizacija česti su predisponirajući činitelji za toplinski udar. (18)

#### 4.2.3. Metabolički/endokrini uzroci

Metabolička/endokrina potkategorija uključuje urođene pogreške metabolizma (IEM), poremećaj elektrolita i insuficijenciju nadbubrežne žlijezde. Postoji više uzroka IEM-a koji su povezani s iznenadnom smrću. Najčešći od njih su poremećaji u ciklusu oksidacije masnih kiselina i mitohondrijski poremećaji. (19) Relevantnija za sportaše je hiponatrijemija povezana s vježbanjem, koja je sekundarna zbog preopterećenja tekućinom. U najtežim slučajevima hiponatrijemija može dovesti do plućnog edema, edema mozga i smrti. Insuficijencija nadbubrežne žlijezde, dijabetes mellitus tipa I, te anoreksija nervosa, koja dovodi do hipoglikemije, drugi su važni faktori koji se javljaju rjeđe. (10)

#### 4.2.4. Respiratorni uzroci

Respiratorni uzroci iznenadne smrti uključuju plućnu emboliju, hipoventilacijski sindrom, opstrukciju dišnih putova, astmu, plućnu hipertenziju i respiratornu infekciju. Plućna embolija je najčešći uzrok respiratorno posredovane iznenadne nekardijalne smrti. U slučajevima plućne hipertenzije, iznenadna smrt može biti glavni simptom, a može biti povezana s respiratornim zatajenjem te zatajenjem desne klijetke ili aritmijom. (10)

## 5. Sudskomedicinski aspekt naglih smrti tijekom sportskih aktivnosti

Gotovo sve pretrage iznenadne srčane smrti zahtijevaju korelaciju posrednih podataka s obdukcijским i laboratorijskim podacima. Relativno mali broj uzroka prirodne smrti je sam po sebi očit na obdukciji. Potpuna obdukcija, uključujući detaljan neuropatološki i kardiovaskularni pregled s toksikološkim studijama, mora se provesti u kontekstu svih dostupnih kliničkih podataka i okolnosti smrti. Time se isključuju nekardijalni uzroci i otkrivaju oni koji su kardiovaskularnog podrijetla, ali nisu povezani s koronarnim uzrocima. Postoji detaljan protokol za praktičnu upotrebu u slučajevima sumnje na iznenadnu srčanu smrt. Patohistološka analiza može ponuditi prikaz strukturnih detalja srčane stijenke i koronarnih intraluminalnih promjena, osobito kada se izvode serijske studije presjeka. Iako neke tehnike imaju znatnu vrijednost u istraživačkom okruženju, mnogi činioči ograničavaju njihovu primjenu u svakodnevnoj forenzičkoj obdukcijскоj praksi, osobito kada je prisutna autoliza. (20)

Smjernice koje je dalo Švicarsko društvo za pravnu medicinu govore kako se *post mortem* pregled srca treba provesti za sve slučajeve ISS-a mlađe od 40 godina. Ako se ne može utvrditi morfološki (makroskopski i mikroskopski) ili toksikološki uzrok smrti, a biokemijske analize ne pokazuju značajan poremećaj, može se pretpostaviti takozvana "neodređena" ili "funkcionalna smrt". "Funkcionalna smrt" može biti posljedica, npr., poremećaja ritma ili epileptičnog napadaja. "Funkcionalna smrt" obično označava da forenzički patolog nije mogao pronaći nikakav strukturni/morfološki supstrat kao uzrok smrti. U obdukcijском izvješću slučajeve iznenadne neočekivane smrti, kao i u slučajevima kada je genetski određena kardiomiopatija, dijagnosticirana morfološkim pregledom, trebalo bi spomenuti mogućnost genetskog testiranja i prikupiti odgovarajuće uzorke potrebne za takvo testiranje. U slučaju sumnje na nasljedni srčani poremećaj, obitelj žrtve treba obavijestiti da nalazi obdukcije mogu biti od kliničke važnosti za njih. (21)



## 6. Prevencija

### 6.1. Pravovremena dijagnoza i praćenje natjecateljskih sportaša

Program procjene prije sudjelovanja u sportskim natjecanjima može značajno smanjiti pojavnost nagle srčane smrti među sportašima. Prije licenciranja za sportsko vježbanje važna je identifikacija sportaša sa srčanim poremećajem te odgovarajuća modifikacija tjelovježbe i intervencija povezana s bolešću. Za natjecateljske ili profesionalne sportaše preporučuje se uzimanje detaljne anamneze, fizikalni pregled i 12-kanalni elektrokardiogram (EKG) u mirovanju. (22)

Probir prije sudjelovanja u sportskim natjecanjima omogućuje primjenu odgovarajućih mjera za prevenciju iznenadne srčane smrti kod sportaša s klinički tihim kardiovaskularnim bolestima kroz promjenu načina života i profilaktičko liječenje. Navedene promjene načina života uključuju i ograničenje natjecateljskih sportskih aktivnosti (ako je potrebno), dok mjere profilaktičkog liječenja obuhvaćaju, ovisno o individualnim slučajevima, primjenu lijekova te ugradnju implantabilnih defibrilatora. (22)

### 6.2. Probir kardiovaskularnih bolesti kod sportaša

Kardiovaskularni probir kod mladih sportaša široko je rasprostranjen i preporučuje se njegovo rutinsko provođenje prije nego osoba sudjeluje u natjecateljskim sportovima. Provede se upitnici o povijesti bolesti prije sudjelovanja u natjecanjima te probir pomoću EKG-a koji nadmašuje anamnezu i fizikalni pregled. (23) Nema dovoljno podataka je li potrebno uključiti ehokardiogram za rutinski probir ako nema dokaza o kardiovaskularnim poremećajima koji opravdavaju izvedbu ehokardiografije. (22)

Preporuke i baza dokaza za kardiovaskularni probir kod sportaša starijih od 35 godina su ograničeni. Probir kod starijih sportaša mora biti usmjeren na aterosklerotsku koronarnu bolest. EKG probir može otkriti neke latentne kardiomiopatije, kao i električne poremećaje kod starijih sportaša. Osim toga, procjena čimbenika rizika za kardiovaskularne bolesti može identificirati osobe s višim rizikom kojima su potrebni dodatni testovi probira. (22) Unatoč tome što je kardiovaskularna arterijska bolest glavni uzrok iznenadne srčane smrti u starijih sportaša, ne preporučuje se rutinski probir na ishemiju testom opterećenja u asimptomatskih osoba. EKG tijekom vježbanja trebao bi biti rezerviran za simptomatske ili visokorizične sportaše na temelju sustava Europskog kardiološkog društva koji se naziva *Systematic Coronary Risk Evaluation* (SCORE). (24)

Ergometrija također može biti važna za procjenu odgovora krvnog tlaka na vježbanje, pojavu aritmija izazvanih vježbanjem i za procjenu funkcionalnog kapaciteta potrebnog za vježbanje. Testiranje tjelesnog opterećenja također može biti od pomoći u procjeni funkcionalnog kardiovaskularnog kapaciteta kod starijih osoba, koje su se nedavno bavile umjerenom ili teškom tjelovježbom. (22)

### 6.3. Modaliteti probira

Kardiovaskularna procjena prije sudjelovanja preporučuje se uglavnom samo na temelju anamneze (koja uključuje i osobnu i obiteljsku anamnezu) i fizikalnog pregleda. 12-kanalni EKG poboljšava osjetljivost probira zbog ranog otkrivanja kardiovaskularnih poremećaja koji na EKG-u imaju specifičan izgled. Neki od tih poremećaja su kardiomiopatije, sindromi predeksitacije i kanalopatije. Ove EKG promjene nalaze se u otprilike dvije trećine mladih natjecateljskih sportaša kod kojih je nastupila iznenadna srčana smrt.

Neki autori smatraju EKG lošim testom probira kod sportaša zbog velikog broja lažno pozitivnih rezultata. (25)

#### 6.3.1. Ergometrija

Uloga ergometrije je dijagnosticiranje kardiovaskularnih bolesti, procjena odgovora krvnog tlaka na tjelesnu aktivnost te otkrivanje aritmija (ponajprije malignih). Važna je i za uočavanje i procjenu simptoma koji se javljaju tijekom vježbanja, kao i za procjenu fizičke spremnosti i funkcionalnu sposobnost u odnosu na trening i vrstu sporta. (22)

#### 6.3.2. EKG

Najvažnije indikacije za ambulantno praćenje EKG-a su neobjašnjiva sinkopa i palpitacije tijekom ili nakon vježbanja. Također se može koristiti u dokumentaciji bradiaritmija ili kvantificiranju opterećenja preuranjenih ventrikularnih otkucaja povezanih s vježbanjem. Holter EKG praćenje također dolazi u obzir u posebnim slučajevima kao što je produljeni QT sindrom. (22)

#### 6.3.3. Slikovne metode

Slikovne metode integrirane su u probir prije sudjelovanja sportaša za koje se sumnja da imaju srčani poremećaj. Transtorakalna ehokardiografija i kardiovaskularna magnetska rezonanca otkrivaju većinu kardiomiopatija. Koronarna angiografija kompjutoriziranom tomografijom i kardiovaskularna magnetska rezonanca su neinvazivni modaliteti izbora za anomalije koronarnih arterija. (22)

#### 6.4. Kriteriji za pozitivne slučajeve u probiru prije sudjelovanja

Neki se kriteriji smatraju pozitivnim i čimbenicima rizika za ISS tijekom inicijalnog pregleda pa i zahtijevaju daljnje ispitivanje prije diskvalifikacije iz natjecateljskog sporta.

(22)

##### 6.4.1. Obiteljska anamneza

Obiteljska anamneza uključuje bliske srodnike s prijevremenim infarktom miokarda ili ISS-om u dobi <50 godina. Također su važne informacije o obiteljskoj povijesti kardiomiopatija, koronarne arterijske bolesti, Marfanovog sindroma, sindroma produljenog QT, teških aritmija ili drugih težih kardiovaskularnih bolesti. (22)

##### 6.4.2. Osobna anamneza

Izuzetno je važno u osobnoj anamnezi pitati o postojanju sinkopa ili presinkopa, bolovima u prsima pri naporu, kratkoći daha ili umora koja nije razmjerna stupnju fizičkog napora. Važna je i informacija o palpitacijama i nepravilnom radu srca. (22)

##### 6.4.3. Fizikalni pregled

Kod fizikalnog pregleda važno je usmjeriti se na simptome i znakove koji ukazuju na značajan kardiovaskularni rizik. Neki od njih su: značajke mišićno-koštanog sustava i oka koje ukazuju na Marfanov sindrom, potom smanjeni i odgođeni pulsevi femoralne arterije, srednji ili krajnji sistolički klikovi, abnormalni drugi srčani ton, srčani šumovi (sistolički stupanj  $\geq 2/6$  i bilo koji dijastolički), brahijalni krvni tlak  $\geq 140/90$  mmHg na više od jednog očitavanja. (22)

#### 6.4.4. Elektrokardiogram

Na elektrokardiogramu važno je obratiti pozornost na patologiju koja ukazuje na povećan kardiovaskularni rizik. Neki od tih slučajeva su proširenje lijevog i/ili desnog atrija, devijacija QRS osi u frontalnoj ravnini, povećani napon, abnormalni Q-valovi, blok desne ili lijeve grane snopa, depresija ST-segmenta ili spljoštenost ili inverzija T-vala u  $\geq 2$  odvoda, produženi korigirani QT interval, prijevremeni ventrikularni otkucaji ili teža ventrikularna aritmija, supraventrikularna tahikardija, atrijsko podrhtavanje ili fibrilacija, ventrikularna predeksitacija, atrioventrikularni blok prvog, drugog ili trećeg stupnja. (22)

## 7. Zbrinjavanje naglih smrti tijekom sportskih aktivnosti

### 7.1. Pružanje hitne medicinske pomoći i pravovremena reakcija

Unatoč probiru, iznenadni srčani zastoj može biti teško predvidjeti te spriječiti kod sportaša. Ipak, dokazi ukazuju na izvrsne stope preživljavanja u skupini sportaša kada se pravovremeno započne s odgovarajućom reanimacijom. Studija koja je koristila podatke prikupljene tijekom dviju godina iz američkog Nacionalnog registra za AVD (automatski vanjski defibrilator) za upotrebu u sportu pokazala je 89%-tnu stopu preživljenja nakon iznenadnog srčanog zastoja među srednjoškolskim sportašima. Nedavna studija otkrila je stopu preživljavanja od 93% nakon iznenadnog srčanog zastoja u talijanskim sportskim objektima s AVD-om na licu mjesta. Druga nedavna opservacijska studija pokazala je stopu preživljavanja od 100% među 28 japanskih sportaša koji su iskusili iznenadni zastoj srca tijekom maratona nakon brze reanimacije.

U odsutnosti specifičnog programa, stope preživljavanja nakon srčanog zastoja povezanog sa sportom u Torontu i Kanadi, bile su 43,8% u natjecateljskih sportaša i 44,8% u rekreativnih sportaša. Ipak, razlika između ove stope i onih uočenih u okruženjima u koja je optimalna

reanimacija bila dostupna, naglašava priliku za smanjenje stope smrtnosti od srčanog zastoja u sportskim okruženjima. Adekvatno obučeno osoblje, edukacija trenera i promatrača te pristup AVD-u na sportskim terenima presudni su za smanjenje učestalosti iznenadne srčane smrti nakon zastoja srca, kao što pokazuju visoke stope preživljavanja uočene u okruženjima sa sustavnim protokolima hitnog odgovora i korištenjem AVD-a. (27)

Vladine organizacije i sportske institucije trebale bi više pozornosti uložiti u edukaciju javnosti, sigurnosnog osoblja i zdravstvenih djelatnika u prepoznavanju iznenadne srčane smrti, traženju odgovarajuće pomoći, ranom započinjanju učinkovite kardiopulmonalne reanimacije (KPR) te korištenju automatskog vanjskog defibrilatora, koji vrlo često može biti spasonosan. Ljudi općenito nisu svjesni kako se nositi s događajima ISS-a, iako je podučavanje postupaka KPR-a vrijedno i jednostavno. Dokazano je da čak i obuka od samo 2 sata može dovesti do velikog povećanja spremnosti za početak korištenja KPR-a i AVD-a. Osim toga, nakon što je australska vlada osigurala obuku za osnovno održavanje života (engl. *Basic life support*, BLS) i korištenje AVD-a, 6-mjesečno istraživanje pokazalo je pozitivne odgovore na kliničke scenarije koji uključuju korištenje AVD-a, iako je samo polovina ispitanika izjavila da ima pristup AVD-u. (28)

## 7.2. Dostupnost automatskog vanjskog defibrilatora

Natjecateljskim sportašima, koji kolabiraju tijekom napora, teoretski mogu brzo pomoći educirani zdravstveni radnici ili osoblje kluba te ih (ako za to postoji indikacija) defibrilirati u okolnostima gdje je AVD dostupan. ISS je bila povezana s 8 puta višom stopom preživljavanja u usporedbi s ISS nevezanom za sport, uglavnom zbog boljeg početnog liječenja, uključujući *KPR koju provode promatrači* i korištenje AVD-a. Ipak, mnoga su istraživanja pokazala suboptimalnu primjenu KPR-a i AVD-a. Profesionalni sportaši često igraju na natjecanjima pod nadzorom medicinskog tima koji je spreman odmah djelovati kad god dođe do kolapsa na

terenu. Sportaši amateri su osjetljiviji na iznenadnu srčanu smrt zbog lošije edukacije promatrača za pružanje adekvatne pomoći. U Galskoj atletskoj udruzi, jednoj od najvećih amaterskih sportskih udruga u svijetu, istraživanje je pokazalo da je 60% ispitanika izjavilo da njihov klub posjeduje AVD, a samo 53% je navelo da je prošlo formalnu obuku za njegovo korištenje. Nekoliko drugih studija pokazalo je da su znanje i volja za korištenje AVD-a relativno niski među sudionicima amaterskih klubova. Na primjer, među 218 amaterskih sportskih klubova u Irskoj, 81,3% posjedovalo je AVD, a 12,9% je priznalo da ga ne održava redovito. (28)

## 8. Rasprava

Nagle smrti tijekom sportskih aktivnosti tragičan su događaj ne samo za bliske osobe preminulog sportaša i sportska udruženja, već i za cjelokupnu zajednicu. Prioritet u tim teškim trenucima postaje prevencija te pravovremena intervencija u slučaju ponovnog sličnog događaja. Iako se tjelovježba i sport vežu uz zdrav način života ovi tragični događaji podsjećaju kako kod osoba s povećanim rizikom sport može biti smrtonosan.

Važno je naglasiti da prevencija ima ključnu ulogu u očuvanju života i zdravlja sportaša i ljudi koji se bave tjelesnom aktivnošću. Smanjenje incidencije ovakvih smrtnih slučajeva temelji se na prepoznavanju rizičnih čimbenika, te primjeni pravovremenih i odgovarajućih mjera prevencije.

Osnovne preventivne mjere uključuju redoviti medicinski pregled koji se sastoji od osobne i obiteljske anamneze, fizikalnog pregleda i 12-kanalnog EKG-a. U slučaju da se tijekom ovih osnovnih postupaka uoče odstupanja i patološki EKG, potrebna je daljnja evaluacija kako bi se utvrdilo može li se osoba nastaviti baviti sportom, ili sportska aktivnost nosi povećan rizik iznenadne smrti.

Kamerunski nogometaš Marc-Vivien Foé, koji se tijekom utakmice Konfederacijskog kupa 2003. godine srušio na terenu, primjer je važnosti prevencije. Unatoč pružanju hitne medicinske pomoći, Foé je preminuo nekoliko minuta nakon incidenta. Obdukcijom je utvrđeno kako je Foé imao hipertrofičnu kardiomiopatiju koja može dovesti do malignih aritmija i smrti. (29)

Tragična smrt ovog profesionalnog igrača potaknula je krovno europsko udruženje nogometnih saveza UEFA-u (engl. *Union of European Football Associations*) i druge nogometne organizacije da poboljšaju medicinski nadzor i prevenciju iznenadnih srčanih smrti na terenu.



Uz prevenciju, edukacija sportaša, trenera i medicinskog osoblja vrlo je važan čimbenik u prepoznavanju simptoma i znakova srčanih problema i srčanog zastoja. Pravovremena reakcija te ispravno pružanje kardiopulmonalne reanimacije i korištenja automatskog vanjskog defibrilatora značajno povećavaju stopu preživljenja.

Danski nogometaš Christian Eriksen se, tijekom utakmice Europskog prvenstva 2021. godine, srušio na terenu, naizgled bez ikakvog razloga. Brza reakcija medicinskog osoblja koja je uključivala KPR i primjenu AVD-a pokazala se uspješnom. Eriksen je stabiliziran i prevezen u bolnicu. Naknadno je utvrđeno da je Eriksen doživio srčani zastoj uslijed pojave malignih aritmija. Nakon niza medicinskih pretraga, ugrađen mu je implatibilni kardioverter-defibrilator pa se vratio profesionalnom nogometu. (30)

U konačnici, identifikacija sportaša s povećanim rizikom od iznenadne srčane smrti najbolji je način kako spriječiti takav nemili događaj, a poboljšanje i unapređenje protokola hitne medicinske pomoći na sportskim događajima i dostupnost AVD-a ključno je za brzu i učinkovitu reanimaciju na sportskom terenu.

Važno je da sve osobe uključene u sportsku zajednicu surađuju s ciljem očuvanja zdravlja samih sportaša. Zajednička suradnja medicinskog osoblja, trenera i sportaša te klubova (ali i krovnih sportskih udruženja) temelj je minimalizacije pojave naglih smrti tijekom sportskih aktivnosti te pruža sigurno okruženje za bavljenjem sportom i postizanje izvrsnih rezultata.

## 9. Zaključci

Nagle smrti tijekom sportskih aktivnosti rijedak su, ali tragičan događaj pa zahtijevaju sveobuhvatni pristup koji uključuje sudsko-medicinski aspekt, prevenciju i zbrinjavanje naglih smrti.

Povijest sporta ukazuje na određen broj svjetski poznatih profesionalnih sportaša koji su umrli na ovaj način. To je pobudilo svijest sportskih zajednica ali i šire javnosti pa se u modernom sportu naglasak sve više stavlja na pravovremenu prevenciju i efikasno zbrinjavanje naglih smrti na sportskim terenima.

Primjer napretka danski je nogometaš Eriksen koji je ovaj tragični događaj preživio zahvaljujući spremnosti medicinskog tima i pristupa AVD-u. Najveći napredak leži u činjenici da se ovaj nogometaš nakon niza pregleda, konzultacija i intervencija, vratio profesionalnom nogometu.

## 10. Sažetak

Sportski događaji općenito se smatraju reguliranim aktivnostima sa zdravim i spremnim sudionicima; stoga, kada se dogode smrti, one privlače velik interes javnosti. Nagla smrt tijekom sportskih aktivnosti definira se kao neočekivani gubitak života koji je uslijedio tijekom bavljenja sportskom aktivnošću ili neposredno nakon nje. Najčešće se javlja kod inače zdravih pojedinaca. Kada se govori o epidemiologiji, prisutne su velike varijacije zbog mnoštva različitih istraživanja koja koriste različite metodologije za prikupljanje podataka. Unatoč tome, važno je proučavati epidemiologiju da bismo imali uvid o ozbiljnosti ovakvih smrti te pobudili svijest o prevenciji sličnih događaja. Najčešći uzroci ovakvih smrti su kardiovaskularnog podrijetla; no, postoje i drugi uzroci. Dvije velike kategorije uzroka iznenadne smrti tijekom sportskih aktivnosti su kardiovaskularni i ne-kardiovaskularni uzroci. Kardiovaskularni uzroci iznenadne smrti tijekom sportskih aktivnosti uključuju različite srčane bolesti. Najčešće među njima su: aritmije, strukturne i nestrukturne kongenitalne srčane greške te koronarna srčana bolest. Nekardijalna iznenadna smrt kategorizira se u četiri skupine: neurološku, metaboličku/endokrinu, respiratornu i imunološku. Važnu ulogu u dijagnostici iznenadnih smrti tijekom sportskih aktivnosti ima sudska medicina. Pretrage koje se rade kako bi se utvrdila iznenadna srčana smrt zahtijevaju korelaciju posrednih podataka s obdukcijским i laboratorijskim podacima. U sprečavanju ovih tragičnih događaja glavnu ulogu ima prevencija, koja se temelji na kardiovaskularnom probiru. Na stopu preživljavanja uvelike utječe brza i efikasna hitna medicinska pomoć te dostupnost i uporaba AVD-a.

Ključne riječi: ljudi, stopa preživljavanja, obdukcija, smrt, iznenadna, srčana, srčana oboljenja, aritmije, srčana, koronarna bolest.

## 11. Summary

Sporting events are generally considered to be regulated activities with healthy and fit participants; therefore, when deaths occur, they attract a great deal of public interest. Sudden death during sports activities is defined as an unexpected loss of life that occurs during or immediately after sports activities. Most often, it occurs in otherwise healthy individuals. When it comes to epidemiology, there are significant variations due to the multitude of different studies that use different methodologies to collect data. Despite this, it is important to study epidemiology in order to have an insight into the seriousness of such deaths and to raise awareness about the prevention of similar events. The most common causes of such deaths are of cardiovascular origin, but there are also other causes. The two major categories of causes of sudden death during sports activities are cardiovascular and non-cardiovascular causes. Cardiovascular causes of sudden death during sports activities include various heart diseases. The most common among them are arrhythmias, structural and non-structural congenital heart defects and coronary heart disease. Non-cardiac sudden death is categorized into four groups: neurological, metabolic/endocrine, respiratory and immunological. Forensic medicine plays an important role in the diagnosis of sudden deaths during sports activities. Investigations performed to determine sudden cardiac death require correlation of circumstantial data with autopsy results and laboratory data. Prevention based on cardiovascular screening plays a major role in preventing these tragic events. The survival rates depend significantly on fast and efficient emergency medical intervention and the availability and use of AED.

Key words: humans, survival rate, autopsy, death, sudden, cardiac, heart diseases, arrhythmias, cardiac, coronary disease

## 12. Literatura

- (1) Boraita A. Muerte súbita y deporte. 'Hay alguna manera de prevenirla en los deportistas? [Sudden death and sport. Is there a feasible way to prevent it in athletes?]. *Rev Esp Cardiol.* 2002;55(4):333-6.
- (2) Patel V, Elliott P. Sudden death in athletes. *Clin Med (Lond).* 2012;12(3): 253-6.
- (3) Farzam K, Rajasurya V, Ahmad T. Sudden Death in Athletes [Internet]. *StatPearls*; 2022 [citirano 26.5.2023.]. Dostupno na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK539708/>
- (4) Lang JE, Pflaumer A, Davis AM. Causes of sudden death in the young - cardiac and non-cardiac. *Prog Pediatr Cardiol* 2017; 45:2–13.
- (5) Risgaard B, Lyngø TH, Wissenberg M, Jabbari R, Glinge C, Gislason GH, Haunsø S, Winkel BG, Tfelt-Hansen J. Risk factors and causes of sudden noncardiac death: A nationwide cohort study in Denmark. *Heart Rhythm.* 2015;12(5): 968-74.
- (6) Lippi G, Favaloro EJ, Sanchis-Gomar F. Sudden Cardiac and Noncardiac Death in Sports: Epidemiology, Causes, Pathogenesis, and Prevention. *Semin Thromb Hemost.* 2018; 44(8):780-786.
- (7) Wasfy MM, Hutter AM, Weiner RB. Sudden Cardiac Death in Athletes. *Methodist Debaquey Cardiovasc J.* 2016; 12(2):76-80.
- (8) Udelson JE. Evaluating and Reducing the Risk of Sudden Death in Hypertrophic Cardiomyopathy. *Circulation.* 2019; 5;139(6):727-729.
- (9) Engel HJ, Torres C, Page HL Jr. Major variations in anatomical origin of the coronary arteries: angiographic observations in 4,250 patients without associated congenital heart disease. *Cathet Cardiovasc Diagn.* 1975;1(2):157-69.

- (10) Eilers L, Malossi S. Sports-Related Sudden Non-Cardiac Death [Internet]. American College of Cardiology; 2021 [citirano 29.5.2023.] Dostupno na: <https://www.acc.org/latest-in-cardiology/articles/2021/01/22/14/45/sports-related-sudden-non-cardiac-death>
- (11) Harries M, Williams C, Stanish W, Michelis M. Oxford Textbook of Sports Medicine. 2. izd. Oxford, Ujedinjeno Kraljevstvo: Oxford University Press; 1994. STRANICE
- (12) Bahlmann E, Kuck KH, Nienaber CA. Sportlerherz oder hypertrophe Kardiomyopathie? So gelingt die Differenzierung [Athlete's heart and hypertrophic cardiomyopathy: contribution on clinical and morphologic differentiation]. Dtsch Med Wochenschr. 2015;140(15):1158-64.
- (13) Schiavone M, Gobbi C, Gasperetti A, Zuffi A, Forleo GB. Congenital Coronary Artery Anomalies and Sudden Cardiac Death. Pediatr Cardiol. 2021;42(8):1676-1687.
- (14) Longo UG, Risi Ambrogioni L, Ciuffreda M, Maffulli N, Denaro V. Sudden cardiac death in young athletes with long QT syndrome: the role of genetic testing and cardiovascular screening. Br Med Bull. 2018; 1;127(1):43-53.
- (15) Nakano Y, Shimizu W. Brugada Syndrome as a Major Cause of Sudden Cardiac Death in Asians. JACC Asia. 2022; 19;2(4):412-421.
- (16) García-Cosío Mir F. Muerte súbita en el síndrome de Wolff-Parkinson-White [Sudden death in the Wolff-Parkinson-White syndrome]. Rev Esp Cardiol. 1989;42(4):234-9.
- (17) Maron BJ, Doerer JJ, Haas TS, Tierney DM, Mueller FO. Sudden deaths in young competitive athletes: analysis of 1866 deaths in the United States, 1980-2006. Circulation. 2009; 3;119(8):1085-92
- (18) Asplund CA, O'Connor FG. Challenging Return to Play Decisions: Heat Stroke, Exertional Rhabdomyolysis, and Exertional Collapse Associated with Sickle Cell Trait. Sports Health. 2016; 8(2):117-25.

(19) van Rijt WJ, Koolhaas GD, Bekhof J, Heiner Fokkema MR, de Koning TJ, Visser G, Schielen PC, van Spronsen FJ, Derks TG. NAVESTI I DODATI “I SUR”. Inborn Errors of Metabolism That Cause Sudden Infant Death: A Systematic Review with Implications for Population Neonatal Screening Programmes. *Neonatology*. 2016;109(4):297-302

(20) Fineschi, V., Pomara, C. A Forensic Pathological Approach to Sudden Cardiac Death. [Internet]. *Forensic Pathology Reviews*; 2004 [citirano 29.5.2023.]. Dostupno na: [https://doi.org/10.1007/978-1-59259-786-4\\_5](https://doi.org/10.1007/978-1-59259-786-4_5)

(21) Wilhelm M, Bolliger SA, Bartsch C, Fokstuen S, Gräni C, Martos V, Medeiros Domingo A, Osculati A, Rieubland C, Sabatasso S, Saguner AM, Schyma C, Tschui J, Wyler D, Bhuiyan ZA, Fellmann F, Michaud K. NAVESTI I DODATI “I SUR”. Sudden cardiac death in forensic medicine – Swiss recommendations for a multidisciplinary approach. *Swiss Med Wkly*. 2015;22;145: w14129.

(22) El-Tahlawi M. How do you prevent “sudden death” during sports activities? [Internet]. *European Society of Cardiology 2021* [citirano 29.5.2023.]. dostupno na: <https://www.escardio.org/Journals/E-Journal-of-Cardiology-Practice/Volume-19/how-do-you-prevent-sudden-death-during-sports-activities>

(23) Fudge J, Harmon KG, Owens DS, Prutkin JM, Salerno JC, Asif IM, Haruta A, Pelto H, Rao AL, Toresdahl BG, Drezner JA. Cardiovascular screening in adolescents and young adults: a prospective study comparing the Pre-participation Physical Evaluation Monograph 4th Edition and ECG. *Br J Sports Med*. 2014;48(15):1172-8.

(24) Piepoli MF, Hoes AW, Agewall S, Albus C, Brotons C, Catapano AL, Cooney MT, Corrà U, Cosyns B, Deaton C, Graham I, Hall MS, Hobbs FDR, Løchen ML, Löllgen H, Marques-Vidal P, Perk J, Prescott E, Redon J, Richter DJ, Sattar N, Smulders Y, Tiberi M, van der Worp HB, van Dis I, Verschuren WMM, Binno S; ESC Scientific Document Group. PRVA R

NAVESTI I DODATI “I SUR”. 2016 European Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice: The Sixth Joint Task Force of the European Society of Cardiology and Other Societies on Cardiovascular Disease Prevention in Clinical Practice (constituted by representatives of 10 societies and by invited experts) Developed with the special contribution of the European Association for Cardiovascular Prevention & Rehabilitation (EACPR). *Eur Heart J.* 2016 1;37(29):2315-2381.

(25) Lynge TH, Jeppesen AG, Winkel BG, Glinge C, Schmidt MR, Søndergaard L, Risgaard B, Tfelt-Hansen J. Nationwide Study of Sudden Cardiac Death in People with Congenital Heart Defects Aged 0 to 35 Years. *Circ Arrhythm Electrophysiol.* 2018;11(6):e005757.

(26) Corrado D, Basso C, Pavei A, Michieli P, Schiavon M, Thiene G. Trends in sudden cardiovascular death in young competitive athletes after implementation of a preparticipation screening program. *JAMA.* 2006; 4;296(13):1593-601.

(27) Fanous Y, Dorian P. The prevention and management of sudden cardiac arrest in athletes. *CMAJ.* 2019; 15;191(28):E787-E791

(28) Carrington M, Providência R, Chahal CAA, D'Ascenzi F, Cipriani A, Ricci F, Khanji MY. Cardiopulmonary Resuscitation and Defibrillator Use in Sports. *Front Cardiovasc Med.* 2022; 15; 9:819609.

(29) Downie A. Confederations Cup remembers foe ten years on [Internet]. Thomson Reuters; 2013 [citirano 5.6.2023.]. Dostupno na: <https://www.reuters.com/article/uk-soccer-confederations-foe-idUKBRE95P1C820130626>,

(30) Reed J. Christian Eriksen: How tiny device led to his “miracle” football return [Internet]. BBC; 2022 [citirano 5. 6. 2023.]. Dostupno na: <https://www.bbc.com/news/health-60375933>



## 13. Životopis

Marta Trnski rođena je 4. siječnja 1998. godine u Bjelovaru gdje završava osnovnu školu i gimnaziju. Nakon završetka Gimnazije Bjelovar upisuje studij medicine na Medicinskom fakultetu Sveučilišta u Rijeci.