

# ULOGA ELEKTROKARDIOGRAMA U IDENTIFIKACIJI RIZIKA OD IZNENADNE SRČANE SMRTI

KORESPONDENT

Biljana Zogović  
Medicinski fakultet  
Kosovska Mitrovica  
biljanazogovic92@gmail.com

## AUTORI

Biljana Zogović<sup>1</sup>, Miljan Stašević<sup>2</sup>, Ivan Radić<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Univerzitet u Prištini sa privremenim sedištem u Kosovskoj Mitrovici, Medicinski fakultet, Republika Srbija

<sup>2</sup> Dom zdravlja Donja Gušterica, Republika Srbija

## SAŽETAK

**Uvod:** Iznenađna srčana smrt predstavlja neočekivanu i naglu smrt mladih naizgled zdravih ljudi. Veliki broj ispitivanih slučajeva odnosio se na profesionalne sportiste. U literaturi nema puno podataka vezanih za one koji se sportom bave sporadično i rekreativno. U cilju moguće prevencije od iznenadne srčane smrti osmišljen je skrining protokol u kome značajnu ulogu ima EKG odrađen u miru. Na osnovu uspostavljenih kriterijuma promena na EKG-u se mogu tretirati kao normalne, granične i abnormalne. Abnormalni nalaz ukazuje na rizik od iznenadne srčane smrti.

**Clj rada:** Cilj ovog istraživanja je bio utvrđivanje rizika od iznenadne srčane smrti kod studenata koji su se fizičkom aktivnošću bavili rekreativno.

**Materijal i metode:** U istraživanju je učestovalo 500 studenata (oba pola) I i III godine Univerziteta u Prištini sa sedištem u Kosovskoj Mitrovici. U okviru redovnog sistematskog pregleda izvođen je EKG u miru. Analiziranjem njihovih promena na EKG-u i grupisanjem na osnovu skrining preporuka određivan je rizik za iznenadnu srčanu smrt.

**Rezultati:** Dobijeni rezultati pokazuju da je 44% studenata imalo promene na EKG-u i da je 8% studenata imalo abnormalni nalaz koji je ukazivao na mogući rizik od iznenadne srčane smrti.

**Zaključak:** Prepoznavanje promena na EKG-u i njihove interpretacije u skladu sa skrining preporukama predstavlja imperativ za lekare.

**Ključne reči:** fizička aktivnost, kardiovaskularni sistem, skrining protokol

## ENGLISH

### THE ROLE OF THE ELECTROCARDIOGRAM IN IDENTIFYING THE RISK OF SUDDEN CARDIAC DEATH

Biljana Zogović<sup>1</sup>, Miljan Stašević<sup>2</sup>, Ivan Radić<sup>1</sup>

<sup>1</sup> University in Priština - Kosovska Mitrovica, Faculty of Medical Sciences, Republic of Serbia

<sup>2</sup> Community Health centre, Donja Gušterica, Republic of Serbia

#### SUMMARY

**Introduction:** Sudden cardiac death (SCD) represents the unexpected and sudden death of young apparently healthy people. A large number of examined cases referred to professional athletes. There is not enough data in the literature related to those who performed sports in a sporadic and recreational manner. In order to prevent SCD, a screening protocol was determined, in which, an ECG performed at rest plays a important role. Based on the established criteria, changes on the ECG can be treated as normal, borderline and abnormal. An abnormal result indicates a risk of SCD.

**Objective:** The aim of this study was to determine the risk of SCD in students who practice physical activity recreationally.

**Methods:** The research involved 500 students (both sexes) of the 1st and 3rd year of study on the University of Pristina situated in Kosovska Mitrovica. As part of the regular systematic examination, an ECG was performed at rest. The risk of SCD was determined by analyzing the changes on the ECG and grouping them based on screening recommendations.

**Results:** The obtained results show that 44% of students had changes on the ECG and that 8% of students had an abnormal result indicated a possible risk of sudden cardiac death.

**Conclusion:** Therefore, timely recognizing and interpreting ECG changes in accordance with screening recommendations is an imperative for identification and possible prevention of SCD.

**Key words:** physical activity, cardiovascular system, screening protocol

## UVOD

Pojačana fizička aktivnost (sporadična, redovna, intenzivna) postala je deo životnog stila savremenog čoveka, a vrlo često se koristi i kao sredstvo u postizanju boljih zdravstvenih rezultata. Bez obzira na brojne benefite koje ima, fizička aktivnost predstavlja i najčešći okidač za nastanak iznenadne srčane smrti (engl. SCD - Sudden Cardiac Death).

Pod iznenadnom srčanom smrću podrazumevamo prirodnu, neočekivanu, naprasnu smrt, pretežno u mladoj populaciji, bez prethodnih oboljenja. [1]

Pojava SCD je zahvaljujući svom medicinskom ali i širem, socijalnom značaju predstavljala predmet istraživanja u brojnim studijama. Najveći broj radova vezanih za SCD odnosio se na profesionalne sportiste, međutim nema puno podataka vezanih za one koje se sportom bave rekreativno ili tek povremeno. [2]

Ovaj podatak je važan imajući u vidu i činjenicu da je često vrlo teško postaviti precizne kriterijume u definisanju tipa fizičke aktivnosti. [3]

Vodeći uzrok iznenadne srčane smrti u mladoj populaciji su strukturalne srčane bolesti, a što se tiče nesrčanih oboljenja važnost imaju astma, hipertermija, dejstvo lekova i cerebralna krvarenja. Prilikom autopsija su takodje identifikovane nasledne jonske kanalopatije kod naizgled normalne srčane morfologije. [4]

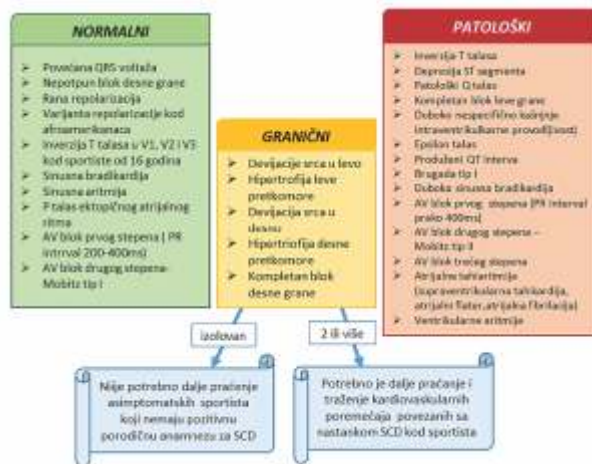
Zbog prirode ove pojave (javlja se iznenadno u relativno zdravoj populaciji) nameće se potreba za preventivnim delovanjem, pre svega kroz primenu skrining pregleda sa ciljem ranog otkrivanja osoba koje su u potencijalnom riziku za nastanak SCD. [2]

Skrining ispitivanja uključuju porodičnu i ličnu anamnezu, fizikalne pretrage i EKG nalaz u miru. [3]

Elektrokardiografija je neinvazivna metoda i predstavlja grafički zapis električne aktivnosti srčanih mišićnih ćelija, nastao usled zbirne interakcije na membranama miocita i voltažnih promena između elektroda postavljenih na određenim delovima tela.

Zbog svojih karakteristika (neinvazivnost, dostupnost, lako izvođenje, prihvatljivost za pacijenta i sl.) EKG se izdvojio kao nezamenljiva stavka skoro svih skrining protokola. Februara 2012. Godine u Sijetlu je održan skup internacionalnih eksperata sa glavnim ciljem da se formiraju jasne, klinički relevantne i lako izvodljive preporuke za interpretaciju EKG-a kod sportista. Tom prilikom su promene na EKG-u kategorisane kao normalne (nema potrebe za daljim ispitivanjem) i abnormalne (postoji potreba za daljim ispitivanjima). [4]

Kao rezultat međunarodnog konsenzusa iz 2017. donete su preporuke o odgovarajućoj proceni sportista i predstavljaju značajnu prekretnicu kriterijuma na osnovu kojih se sve abnormalnosti EKG-a mogu svrstati u tri velike grupe: normalna, granična i abnormalna. Ti kriterijumi i njihova kategorizacija su prikazani na Shemi broj 1.



Shema 1. Šematski prikaz kriterijuma i preporuke za abnormalnosti EKG nalaza. Preuzeto i adaptirano [5]

Normalan nalaz EKG-a odnosi se na fiziološku adaptaciju srca na vežbanje. Samostalni nalaz iz grupe graničnih promena verovatno ne predstavlja patološko stanje, dok prisustvo dva ili više nalaza zahteva dodatna ispitivanja. Abnormalni nalazi EKG-a nisu povezani sa adaptacijom srca na vežbanje i zahtevaju dalje ispitivanja.

Mora se naglasiti da se često od strane automatizovanog EKG-interpretacionog sistema i EKG zdravih osoba tumači kao abnormalan, stvarajući problem lažno pozitivnih EKG nalaza.

Studentska populacija obuhvata osobe 18-26 godina. Ovaj period života je najčešće i period intenzivnije fizičke aktivnosti, bilo u profesionalnom ili rekreativnom obliku. Tokom izvođenja zakonom predviđenih sistematskih pregleda studenata lekari se često sreću sa promenama na EKG snimku i dilemama da li te promene isključuju dalje bavljenje sportom. Edukacija lekara, poznavanje i prepoznavanje skrining kriterijuma omogućava klasifikaciju promena na EKG-u i lakše donošenje relevantnih preporuka.

## CILJ ISTRAŽIVANJA

Postavljeni cilj ovog istraživanja je da korišćenjem zvaničnih skrining kriterijuma u interpretaciji EKG-a izvršimo razgraničenje fizioloških promena na EKG-u u odnosu na patološke, prepoznavanje lažno pozitivnih rezultata i utvrđivanje mogućeg rizika od SCD kod studenata koji su se fizičkom aktivnošću bavili rekreativno.

## UČESNICI U ISPITIVANJU I METODE ISTRAŽIVANJA

U ispitivanju je učestvovalo 500 studenata prve i treće godine studija (od toga 201 su studenti muškog pola i 299 ženskog). Na osnovu anamnestičkih podataka utvrđeno je da

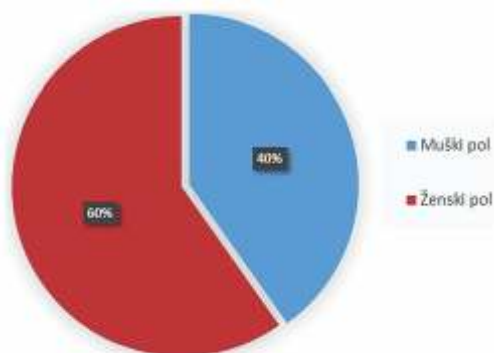
nisu imali operacije, hospitalizacije ili teža oboljenja kao i da nisu na medikamentoznom tretmanu. Učesnici ispitivanja su takođe dali podatke da se redovno rekreativno bave fizičkom aktivnošću (kolektivni sportovi, aerobik, body building i dr.). U sklopu redovnog sistematskog pregleda rađen je EKG u mi-ru. Istraživanje je trajalo u periodu od 2018 - 2020. godine i izvođeno je u prostorijama Zavoda za zaštitu studenata Univerziteta u Prištini sa privremenim sedištem u Kosovskoj Mitrovici. Podaci korišćeni u ovom radu dobijeni su analizom urađenih EKG snimaka, dok je za obradu podataka i grupisanje prisutnih promena korišćen EZR (Easy R) softverski program.

## REZULTATI

U ovom istraživanju učestvovalo je 500 studenata I i III godine studija na različitim fakultetima Univerziteta u Prištini sa sedištem u Kosovskoj Mitrovici. Od ukupnog broja 60% ispitanih su bile ženskog pola, dok 40% su bili muškog pola (Grafikon 1).

Analizom njihovih EKG snimaka normalan EKG nalaz imalo je 246 studenata, kod 222 su uočene promene na EKG-u dok su kod 32 nalaza identifikovani lažno pozitivni rezultati (Tabela 1). Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da 49% ispitanih studenata ima normalan EKG nalaz, 44% ima EKG sa uočenim promenama, a 7% lažno pozitivne rezultate (Grafikon 2). Analiza pojedinačnih poremećaja u okviru grupe promenjenih EKG nalaza prikazana je u tabeli 2, a njihov procentualni odnos na grafikonu broj 3. Grupni prikaz zastupljenosti i distribucije promena na EKG-u prikazan je na grafikonu 4. Naš sledeći cilj bio je da uočene promene na EKG-u sistematizujemo u skladu sa kriterijumima skrining protokola za identifikaciju rizika od SCD (Tabela 3). Promene su kategorisane kao normalan, graničan i abnormalan nalaz. Granični nalaz je uočen kod 3 studenta (0.6%), dok su u grupu sa abnormalnim nalazom svrstana 42 EKG-a (8.4%). Dobijeni procentualni prikaz promena na EKG-u sistematizovanih u skladu sa aktuelnim skrining protokolom dat je na grafikonu broj 5.

Dobijeni rezultati ukazuju da je 8% ispitivanih studenata imalo promena na EKG-u koje bi u skladu sa preporukama skrining protokola ukazivale na njihov povećani rizik od SCD. Ovakav nalaz zahteva dodatna kardiološka ispitivanja i čini pojačanu fizičku aktivnost (rekreaciju) kontra indikovanom do završetka tog procesa.

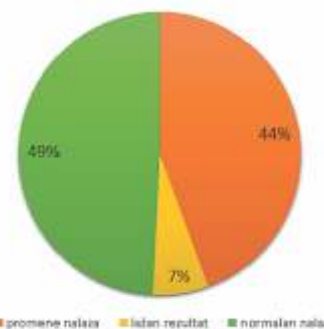


Grafikon 1. Distribucija učesnika po polu

Tabela 1. Tabelarni prikaz kvalifikacije EKG-a

Ukupan broj ispitanika	Normalan nalaz EKG	Promene EKG nalaza	Lažno pozitivni AIM
500	246	222	32

EKG-elektrokardiograf; AIM-Akutni Infarkt Miokarda

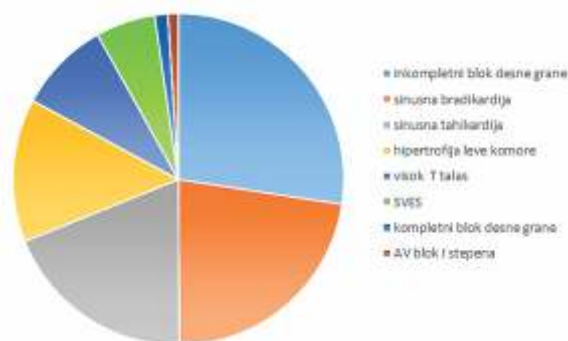


Grafikon 2. Procentualni prikaz kvalifikacije EKG-a

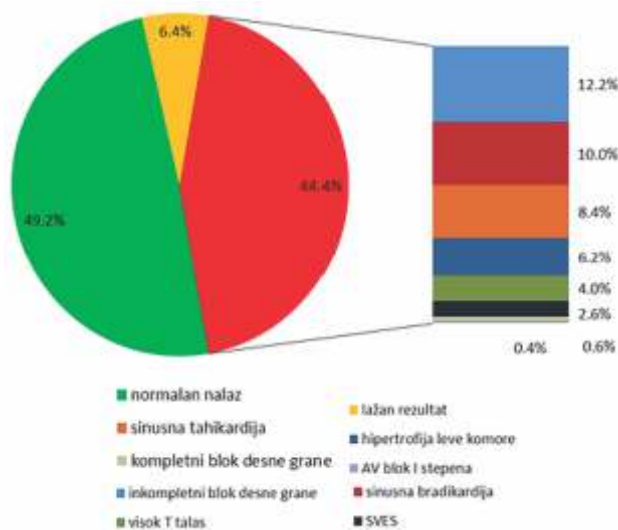
Tabela 2. Tabelarni prikaz promena na EKG-u

Promene EKG-a	222
Inkompletni blok desne grane	61
Sinusna bradikardija	50
Sinusna tahikardija	42
Hipertrofija leve komore	31
Visok T talas	20
SVES	13
Kompletni blok desne grane	3
AV blok prvog stepena	2

EKG-elektrokardiogram; SVES supraventrikularne ekstrasistole; AV-atrioventrikularni



Grafikon 3. Procentualni prikaz promena na EKG-u

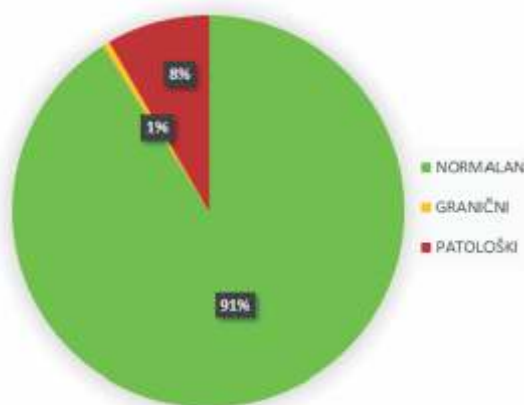


Grafikon 4. Grupni prikaz zastupljenosti i distribucije promena na EKG-u

**Tabela 3 - Prikaz promena na EKG-u grupisanih u skladu sa aktuelnim skrining preporukama (Sijetl 2017)**

<b>NORMALAN NALAZ</b>	455	91%
Bez promena	246	49,2%
Inkompletni blok desne grane	61	12,2%
Sinusna bradikardija	50	10%
Hipertrofija leve komore	31	6,2%
Visok T talas	20	4%
Kompletni blok desne grane	3	0,6%
SVES	13	2,6%
LAŽ no pozitivni nalaz IM	32	6,2%
<b>GRANIČNI</b>	3	0,6%
AV blok I stepena	3	0,6%
<b>ABNORMALNI</b>	42	8,4%
Sinusna tahikardija	42	8,4%
<b>UKUPNO</b>	500	

SVES-supraventrikularne ekstarsistole; IM-infarkt miokarda;  
AV-atrioventrikularnin blok prvog stepena



**Grafikon 5. Grafički prikaz promena na EKG-u u skladu sa aktuelnim skrining preporukama (Sijetl 2017)**

## DISKUSIJA

Iznenadna srčana smrt koja se po samoj svojoj definiciji tretira kao nagla i neočekivana, uočena je pretežno kod mladih i naizgled zdravih osoba. Zbog same prirode ove pojave ali i značajnih medicinskih i socijalnih aspekata, povećano je angažovanje naučnika u razumevanju njene etiopatogeneze kao i pronalaženje mehanizama njene prevencije.

Učestalost iznenadne srčane smrti kod ljudi koji imaju intenzivnu fizičku aktivnost (sportisti) je statistički značajno veća ( $p < 0.001$ ) u poređenju sa onima koji vode sedentarni stil života. [2] Kod osoba starosti do 35 godina iznenadna srčana smrt najčešće nastaje kao posledica kongenitalnih, naslednih ili srčanih abnormalnosti, dok su kod onih starijih najčešće uključene bolesti koronarnih arterija. [3] Proučavajući literaturu možemo zaključiti da postojanje samog skrining procesa u identifikaciji rizika od iznenadne srčane smrti nije predmet debate, već da se polemika vodi vezano za metode ili testove koji će biti uključeni u taj proces. [6] U tom smislu velika pažnja je posvećena neophodnosti uključivanja EKG-a u proces bazičnih ispitivanja. Polazeći od činjenice da se srce sportiste karakteriše fiziološkom adaptacijom srčanih struktura kao odgovor na pojačan fizički napor. [4] Potrebno je definisati: fiziološke promene na EKG-u, patološki nalaz i kako prepoznati lažno pozitivne rezultate.

U pojedinim studijama [7, 8] se ukazuje da je nedovoljna edukacija lekara u prepoznavanju atletskog EKG-a glavni problem za uključivanje EKG metode u rutinski skrining proces. Ispitivanjem učestalosti, etiologije i premortalnih abnormalnosti kod slučajeva vežbanjem indukovane izne-

nadne srčane smrti, pronađeno je da su 90% muškarci, 48% je imalo neku prethodnu dijagnozu, simptome, pozitivnu porodičnu anamnezu i/ili promene na EKG-u. Najčešće dijagnoze nakon autopsije bile su iznenadne aritmije, a takođe je značajno prisustvo i HMC (Hipertrofične Mišićne Kardiopatije) kao i ARVC (Aritmogene Kardiopatije Desne Komore). [2]

Nepobitna je činjenica da se EKG testiranjem najlakše otkrivaju poremećaji ritma, a takođe se mogu detektovati i kardiomiopatije i kanalopatije, koje su vodeći uzrok iznenadne srčane smrti kod sportista do 35. godine života. [comments of the international criteria] Skrining metode koje uključuju EKG pokazuju visoku senzitivnost u otkrivanju rizika ili bolesti kod mladih sportista, ali je uočena potreba za unapređenjem testova vezanih za specifičnost. [9, 10] Geza Halaszac [11] smatra da Sijetl kriterijumi usvojeni 2017. godine pokazuju najbolji balans između poboljšanja specifičnosti i gubitka senzitivnosti. Oni takođe smatraju da bi kompletan blok desne grane Hisovog snopa kod mladih sportista trebalo da se definiše kao abnormalni nalaz. U njihovim istraživanjima kao najčešći fiziološki nalazi na EKG-u kod mladih sportista uočeni su izolovana hipertrofija leve komore (26.9%), juvenilni T talas (bifazični sa terminalnim negativitetom u odvodima V1 - V4) primećen je kod 22% ispitanika, a sindrom rane repolarizacije kod 13.2%. Kao najčešće granične abnormalnosti uočene su devijacija osovine u levo (1.8%) i devijacija osovine u desno (0.9%). Inverzija T talasa posebno locirana u donjim odvodima predstavljala je najčešći abnormalni nalaz (0.8%).

U našim istraživanjima ciljnu grupu su činili studenti koji su praktikovali redovno umerenu fizičku aktivnost (rekreativno). U literaturi nema puno podataka vezanih za rekreativce pa je naš cilj bio da se njihovi EKG snimci dobijeni u miru analiziraju na osnovu Sijetl skrining preporuka iz 2017. godine.

Po ovom kriterijumu se sve promene EKG nalaza mogu svrstati u tri grupe. Najzastupljenije su bile one promene koje se smatraju normalnim: sinusna bradikardija (10%), SVES (2.6%), inkompletni blok desne grane (12.2%). AV blok prvog stepena (0.6%) nije prelazio vrednosti koje bi se smatrale patološkim. Naime AV blok prvog stepena se može smatrati potpuno normalnim nalazom ukoliko PR interval traje 200 - 400ms, trajanje PR intervala preko 400ms pripada abnormalnoj kategoriji.

Jedna od češćih dilema u EKG interpretaciji je diferencijalna dijagnoza rSr' obrasca u odvodima V1 - V2. Često se suočavamo sa ovim nalazom kod asimptomatskih, zdravih osoba, a uzroci mogu varirati od nepatoloških varijanti do teških, po život opasnih srčanih oboljenja, kao što je Brugada sindrom ili aritmogena displazija desne komore. [3]

Jednostavan metod na osnovu kog se može orijentaciono odrediti značajnost rSr' sastoji se od merenja osnove trougla formiranog uzlaznim i silaznim krakom od r' na 5 mm od vrha. Ako je osnova veća od 4 mm najverovatnije odgovara uzorku tipa 2 Brugada. Sportisti imaju osnovu trougla <4 mm. [12, 13, 14]

Od graničnih promena imali smo kompletni blok desne grane (0.6%), koji nije imao propratnih promena da bi zahtevao dodatna ispitivanja.

Sinusna tahikardija pripada supraventrikularnim aritmijama i kao takva spada u abnormalan nalaz. U našem ispitivanju ona je prisutna u 8.4%. Ovakav nalaz zahteva dodatna ispitivanja kod svih studenata kod kojih je uočen. Takođe je potrebno naglasiti da sa fizičkom aktivnošću treba tretirati dok se dodatna ispitivanja ne sprovedu do kraja.

Većina naslednih i kongenitalnih kardiovaskularnih bolesti (KVB) kod sportista sa rizikom od ventrikularne tahikardije i ventrikularne fibrilacije može se identifikovati tokom života. [15, 16] Međutim, postoje određene urođene i nasledne bolesti KVS-a ( koronarne anomalije, preuranjeni koronarni sindrom, kateholaminergička polimorfna ventrikularna tahikardija) koje se ne mogu identifikovati izvođenjem samo EKG-a u mirovanju. [17,18, 19] Uz to, abnormalni EKG nalazi KVB sa niskim rizikom od potencijalnih smrtonosnih srčanih događaja (tj. atrijska fibrilacija, AV nodalna tahikardija sa ponovnim ulaskom) dovode u pitanje svrhu srčanog skrininga u identifikaciji sportista u riziku. [20, 21, 7, 8] Takođe se mora naglasiti da postoje mišljenja da primena EKG-a kao neophodne metode u skriningu rizika od iznenadne srčane smrti nije zasnovana na naučnim dokazima imajući u vidu činjenicu da je prevalenca SCD-a niska, a rizik od lažno pozitivnih rezultata visok. Ne postoje studije koje bi demonstrirale smanjeni rizik od SCD kod mladih ljudi kojima je u skrining pregled uključen EKG. [22] Zato su Wasfy i saradnici [16] dali preporuku da ukoliko postoje pozitivni anamnestički podaci i fizikalni nalaz, onda je neophodno uključivanje EKG metode u skrining proces.



Shema 2. Algoritam kardiološkog skrining protokola kod mladih sportista  
Preuzeto i adaptirano [22]

## ZAKLJUČAK

Na osnovu dobijenih podataka i kriterijuma Sijetl skrining protokola iz 2017. godine za identifikaciju rizika od iznenadne srčane smrti (SCD) možemo zaključiti sledeće:

1. Na osnovu analize EKG snimka 91% ispitivanih je imalo normalni nalaz, 1% granični i 8% patološki nalaz.
2. U okviru grupe normalnog nalaza prisutni su: inkompletan blok desne grane, sinusna bradikardija, hipertrofija leve komore, Visok T talas, SVES i kompletan blok desne grane.
3. Granični nalaz - AV blok prvog stepena - uočen je kod 3 ispitanika (0.6%).
4. Abnormalni nalaz - Sinusna tahikardija - uočen je kod 42 ispitanika (8.4%).
5. Lažno pozitivni nalaz je nađen kod 32 ispitanika (6.2%).

Imajući u vidu da zastupljenost abnormalnog nalaza nije zanemarljiva, dobijeni rezultati sugerišu opravdanost rutinskog izvođenja EKG metode u sistematskim pregledima studenata. Kao imperativ nameće se dodatna edukacija lekara i njihovo upoznavanje sa kriterijumima Sijetl skrining protokola za identifikaciju rizika od SCD.

## LITERATURA

1. Wisten A, Börjesson M, Krantz P, Stattin EL. Exercise related sudden cardiac death (SCD) in the young—pre-mortal characterization of a Swedish nationwide cohort, showing a decline in SCD among athletes. *Resuscitation*. 2019; 144: 99-105.
2. Baranchuk A, Enriquez A, García-Niebla J, Bayés-Genís A, Villuendas R, Bayes de Luna A. Differential diagnosis of rSr' pattern in leads V1-V2. Comprehensive review and proposed algorithm. *Annals of Noninvasive Electrocardiology*. 2015; 20(1): 7-17.
3. Baggish AL, Hutter Jr AM, Wang F, Yared K, Weiner RB, Kupperman E, et al. Cardiovascular screening in college athletes with and without electrocardiography: a cross-sectional study. *Annals of Internal Medicine*. 2010; 52(5): 269-275.
4. Bille K, Figueiras D, Schamasch P, Kappenberger L, Brenner JI, Meijboom FJ, et al. Sudden cardiac death in athletes: the Lausanne Recommendations. *European Journal of Preventive Cardiology*. 2006; 13(6): 859-875.
5. Schmied C, Borjesson M. Sudden cardiac death in athletes. *Journal of Internal Medicine*. 2014; 275(2): 93-103.
6. 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; 296(13): 1593-1601.
7. Corrado D, Pelliccia A, Bjørnstad HH, Vanhees L, Biffi A, Borjesson M, et al. Cardiovascular pre-participation screening of young competitive athletes for prevention of sudden death: proposal for a common European protocol: consensus statement of the Study Group of Sport Cardiology of the Working Group of Cardiac Rehabilitation and Exercise Physiology and the Working Group of Myocardial and Pericardial Diseases of the European Society of Cardiology. *European Heart Journal*. 2005; 26(5): 516-524.

- 
8. Corrado D, Pelliccia A, Heidbuchel H, Sharma S, Link M, Basso C, et al. Recommendations for interpretation of 12-lead electrocardiogram in the athlete. *European Heart Journal*. 2010; 31(2): 243-259.
  9. Drezner JA, O'Connor FG, Harmon KG, Fields KB, Asplund CA, Asif IM, et al. AMSSM position statement on cardiovascular preparticipation screening in athletes: current evidence, knowledge gaps, recommendations and future directions. *British Journal of Sports Medicine*. 2017; 51(3): 153-167.
  10. García-Niebla J, Llonop-García P, Valle-Racero JI, Serra-Autonell G, Batchvarov VN, De Luna AB. Technical mistakes during the acquisition of the electrocardiogram. *Annals of Noninvasive Electrocardiology*. 2009; 14(4): 389-403.
  11. Halasz G, Cattaneo M, Piepoli M, Romano S, Biasini V, Menafoglio A, et al. Pediatric athletes' ECG and diagnostic performance of contemporary ECG interpretation criteria. *International Journal of Cardiology*. 2021; 335: 40-46.
  12. Serra G, Baranchuk A, Bayes-De-Luna A, Brugada J, Goldwasser D, Capulzini L, et al. New electrocardiographic criteria to differentiate the Type-2 Brugada pattern from electrocardiogram of healthy athletes with r'-wave in leads V1/V2. *Europace*. 2014; 16(11): 1639-1645.
  13. Harmon KG, Asif IM, Maleszewski JJ, Owens DS, Prutkin JM, Salerno JC, et al. Incidence, etiology, and comparative frequency of sudden cardiac death in NCAA athletes: a decade in review. *Circulation*. 2015; 132(1): 10.
  14. Asif IM, Drezner JA. Sudden cardiac death and preparticipation screening: the debate continues—in support of electrocardiogram-inclusive preparticipation screening. *Progress in Cardiovascular Diseases*. 2012; 54(5): 445-450.
  15. Drezner JA, Ackerman MJ, Anderson J, Ashley E, Asplund CA, Baggish AL, et al. Electrocardiographic interpretation in athletes: the 'Seattle criteria'. *British Journal of Sports Medicine*. 2013; 47(3): 122-124.
  16. Serratos-Fernández L, Pascual-Figal D, Masiá-Mondéjar MD, Sanz-de la Garza M, Madaria-Marijuan Z, Gimeno-Blanes JR, et al. Comments on the New International Criteria for Electrocardiographic Interpretation in Athletes. *Revista Española de Cardiología (English Edition)*. 2017; 70(11): 983-990.
  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; 119(8): 1085-1092.
  18. Wasfy MM, Hutter AM, Weiner RB. Sudden cardiac death in athletes. *Methodist DeBakey Cardiovascular Journal*. 2016; 12(2): 76.
  19. Panhuyzen-Goedkoop NM, Jørstad HT, Smeets JLRM. A new consensus document on electrocardiographic interpretation in athletes: does it help to prevent sudden cardiac death in athletes?. *Netherlands Heart Journal*. 2018; 26(3): 127-132.
  20. Soori R, Gharehlo AAN, Hashemi N, Hashemi N, Ingle L. Sudden Cardiac Death (SCD) in Athletes: A Mini-Review. *World Heart Journal*. 2020; 12(1): 71-76.
  21. Roberts WO, Asplund CA, O'Connor FG, Stovitz SD. Cardiac preparticipation screening for the young athlete: why the routine use of ECG is not necessary. *Journal of Electrocardiology*. 2015; 48(3): 311-315.
  22. Wisten A, Andersson S, Forsberg H, Krantz P, Messner T. Sudden cardiac death in the young in Sweden: electrocardiogram in relation to forensic diagnosis. *Journal of Internal Medicine*. 2004; 255(2): 213-220.