

---

Stefan Pandurović<sup>1</sup>, Vladimir Pantoš<sup>2</sup>, Biljana Đurić<sup>3</sup>,  
Nikola Topalović<sup>4</sup>, Rada Jeremić<sup>5</sup>, Marina Đelić<sup>6</sup>, Dejan Nešić<sup>7</sup>,  
Sanja Mazić<sup>8</sup>

## ISPITIVANJE UTICAJA VRSTE SPORTA NA UČESTALOST ELEKTROKARDIOGRAFSKIH PROMENA KOD STUDENATA MEDICINSKOG FAKULTETA KOJI SE BAVE SPORTOM

**Sažetak:** Kontinuirana fizička aktivnost dovodi do serije adaptivnih promena kardiovaskularnog sistema sportista, zajednički nazvanih sportsko srce. Distinkcija tako nastalih fizioloških promena na EKG-u od patoloških nalaza na miokardu značajna je u prevenciji iznenadne srčane smrti sportista.

Cilj ove studije bio je da ispita uticaj vrste sporta na učestalost elektrokardiografskih promena, između dve grupe ispitanika, od kojih jedni treniraju fudbal a drugi odbojku.

Studija uključuje 47 ispitanika, studenata i studentkinja Medicinskog fakulteta, Univerziteta u Beogradu, podeljenih u dve grupe zavisno od vrste sporta kojim se bave. Prvu grupu čini 29 odbojkaša, a drugu 18 fudbalera. Ispitanicima su izmereni antropometrijski parametri: telesna visina (TV), telesna masa (TM), indeks telesne mase (BMI) i procenat telesnih masti (%BF). Elektrokardiografsko testiranje vršeno je u miru, u ležećem položaju, korišćenjem dvanaestokanalnog elektrokardiografa. Iz dobijenih elektrokardiograma, upotrebom Sijetlovskog kriterijuma, analizirani su: srčana frekvencija, ritam, ritmičnost, respiratorna aritmija, električna osovina srca, trajanje i amplituda pojedinačnih talasa, segmenata i intervala, QTc interval, uvećanje desne i leve pretkomore, izolovani voltažni kriterijumi za postojanje hipertrofije leve, kao i desne komore, inkompletni blok desne grane, AV blok prvog stepena, AV blok drugog stepena – Mobitz tip I (Wenckebach), inverzija T talasa. Statistička

---

<sup>1</sup> Stefan Pandurović, Laboratorija za medicinu sporta i terapiju vežbanjem, Institut za medicinsku fiziologiju „Rihard Burijan“, Medicinski fakultet Univerziteta u Beogradu, stefan.pandurovic@gmail.com

analiza podataka izvršena je korišćenjem Studentovog T testa za zavisne uzorke i Hi kvadrat testa nezavisnosti, u okviru paketa *SPSS*.

Rezultati studije pokazuju prosečno veće vrednosti amplitude P talasa u  $V_1$  odvodu u grupi ispitanika koji treniraju fudbal ( $p=0,015$ ), uz statistički značajnu razliku u učestalosti inverzije T talasa u odvodima  $V_1 - V_3$  ( $p=0,048$ ) u istoj grupi ispitanika. Ispitanici koji treniraju odbojku pokazuju statistički značajno veću učestalost uvećanja leve pretkomore ( $p=0,019$ ).

Na osnovu prezentovanih rezultata možemo zaključiti da uočene promene u EKG-u ukazuju da različite vrste sporta mogu dovesti do promena u električnoj aktivnosti sprovodnog sistema srca i srčanog mišića.

**Ključne reči:** sportsko srce, fizička aktivnost, vežbanje, elektrokardiografija, Sijetlovski kriterijum

**Abstract:** Continuous physical activity leads to the series of adaptive changes to athletes' cardiovascular system, collectively called Athlete's heart. Recognising such physiological ECG changes and distinguishing them from the pathological myocardium-related findings, play an important role in sudden cardiac death prevention among athletes.

The aim of our study was to examine the effect of the type of sport on the frequency of electrocardiographic changes between two groups of subjects, football and volleyball players.

The study included 47 subjects, students of the University of Belgrade, School of Medicine, divided into two groups depending on type of sport they play. The first group consisted of 29 volleyball players, while the second group consisted of 18 football players. Anthropometric parameters: body height (BH), body weight (BW), body mass index (BMI), body fat percentage (%BF) were measured first. Resting electrocardiographic test was performed in supine position, using twelve-lead electrocardiograph. From obtained electrocardiograms, using the Seattle criteria for interpretation of ECG findings in athletes, following parameters were analyzed: heart rate, heart rhythm, rhythmicity, respiratory arrhythmia, cardiac axis, duration and amplitude of individual waves, segments and intervals, QTc, right and left atrial enlargement, isolated voltage criteria for left and right ventricular hypertrophy, incomplete right bundle-branch block, first degree AV block, second degree AV block-Mobitz type I (Wenckebach), T wave inversion. Statistical analysis was performed using paired T test and Chi square test of independence, within the *SPSS* package.

Study showed on average higher values of amplitude of P wave in the  $V_1$  lead among football players ( $p=0.015$ ), alongside significant difference in frequency of T wave inversion in leads  $V_1-V_3$  ( $p=0.048$ ).

Volleyball players demonstrated significantly higher frequency of left atrial enlargement ( $p=0.019$ ).

Based on presented results, we can conclude that observed ECG changes indicate that different types of sports may lead both to changes in electrical activity of cardiac conduction system and myocardium.

**Keywords:** athlete's heart, physical activity, physical exercise, electrocardiography, Seattle criteria

## Uvod

Fizička aktivnost je definisana kao svaki pokret tela nastao kontrakcijom skeletne muskulature i koji dovodi do potrošnje energije. Vežbanje je vrsta fizičke aktivnosti sastavljeno iz planiranih, definisanih i repetitivnih pokreta koji se izvode sa ciljem unapređenja ili održanja jedne ili više komponenti fizičke sposobnosti. [1] Organizovano bavljenje fizičkom aktivnošću koje je orijentisano ka postizanju rezultata i uređeno nizom pravila definiše se kao sport. Sportska aktivnost uglavnom ima takmičarski karakter – profesionalno (sportisti) ili amaterski (rekreativno bavljenje sportom). Profesionalni sportisti treniraju duže i višim intenzitetom od rekreativnih sportista. [2] Značaj fizičke aktivnosti je višestruk. U neke od istih ubrajaju se: pravilan rast i razvoj dece [3], smanjenje rizika za nastanak hroničnih nezaraznih bolesti (arterijska hipertenzija, diabetes mellitus, maligna oboljenja), poboljšanje mentalnog zdravlja [4], redukcija telesnih masti ( $\%BF$ ), uspostavljanje i održanje optimalne telesne mase [5, 6].

Usled kontinuirane fizičke aktivnosti kardiovaskularni sistem razvija seriju adaptivnih, fizioloških odgovora u organizmu sportiste, zajedničkim imenom nazvanih sportsko srce. Stepen i vrste promena koreliraju sa starošću, polom sportista, kao i vrstom sporta kojim se sportista bavi. [7] Ono podrazumeva kako morfološke tako i funkcionalne i elektrofiziološke adaptacije, koje se pri standardnom sportsko-medicinskom pregledu mogu elektrokardiografski uočiti. Značaj poznavanja ovako nastalih, fizioloških EKG promena je njihova distinkcija od patoloških nalaza koji povećavaju rizik od iznenadne srčane smrti (engl. *Sudden cardiac death – SCD*). Prevencija *SCD* se postiže isključenjem sportiste iz trenažnog procesa, jer je *SCD* vodeći uzrok smrti sportista na terenu. [7, 8] U cilju pravilne interpretacije EKG nalaza kod sportista, 2012. godine usvojen je u Sijetlu standardizovan kriterijum (*Seattle Criteria*), korišćen u ovoj studiji, kojim su prikazani fiziološki nalazi na EKG-u, nalazi nastali kao posledica srčane adaptacije na fizičku aktivnost, kao i abnormalni nalazi sugestivni na postojanje patoloških promena na srčanom mišiću koji zahtevaju dalju dijagnostičku evaluaciju. [9] Najčešće fiziološke EKG promene uočavane kod sportista su sinusna bradikardija, sinusna aritmija, ektopični atrijalni ritam, AV blok prvog stepena, AV blok drugog stepena – *Mobitz tip I (Wenckebach)*, inkompletan blok desne grane,

izolovani voltažni kriterijum za hipertrofiju leve komore, rana repolarizacija. [9] Najčešća karakteristika sportskog srca je uvećanje miokardne mase i praktično svih srčanih šupljina, a najpre hipertrofija leve komore [7], proporcionalno ekstenzivnoj nutritivnoj i oksidativnoj potražnji skeletne muskulature tokom fizičke aktivnosti, a u cilju povećanja minutnog volumena. Minutni volumen se uvećava na račun udarnog volumena, što objašnjava komorsku hipertrofiju kao fiziološku adaptaciju. [10, 11] Najčešći uzrok *SCD* kod sportista je hipertrofična kardiomiopatija [8], iz čega proističe važnost njene distinkcije od fiziološki nastale komorske hipertrofije, što može predstavljati pravi dijagnostički izazov. [12]

Cilj ove studije bio je da se analizira uticaj vrste sporta na učestalost elektrokardiografskih promena, između dve različite grupe ispitanika, studenata Medicinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu, od kojih jedni treniraju fudbal a drugi odbojku.

## **Materijal i metode**

### ***Ispitanici***

U istraživanju je učestvovalo ukupno 47 ispitanika, studenata i studentkinja Medicinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu, takmičara Univerzitetske lige. Ispitanici su, u zavisnosti od vrste sporta kojim se bave, podeljeni u dve grupe. Prvu grupu su činila 29 odbojkaša, od čega 12 muškog a 17 ženskog pola, uzrasta od 19 do 26 godina ( $22,7 \pm 1,8$  godina), koji se sportom aktivno bave tokom 3–15 godina trenirajući od 1 do 8 časova nedeljno. Drugu grupu su činila 18 fudbalera, od čega 8 muškog a 10 ženskog pola, uzrasta od 21 do 27 godina ( $24,5 \pm 1,9$  godina), koji aktivno treniraju tokom perioda od 1 do 19 godina, 1 do 4,5 časova nedeljno. Kriterijum za uključivanje ispitanika u studiju bio je aktivno, takmičarsko bavljenje sportom i učešće u Univerzitetskoj ligi. Sve procedure izvedene su u skladu sa Helsinškom deklaracijom. Protokol studije je odobren od strane Etičke komisije Medicinskog fakulteta, Univerziteta u Beogradu. Svi ispitanici su detaljno upoznati sa procedurom pregleda i protokolom studije i svojim potpisom su dali informisani pristanak za učestvovanje u ovoj studiji.

### ***Materijal i metode***

Merenja ispitanika obavljena su u prepodnevnom časovima, u Laboratoriji za medicinu sporta i terapiju vežbanjem Instituta za medicinsku fiziologiju, Medicinskog fakulteta, Univerziteta u Beogradu, na temperaturi komfora ( $18\text{--}22\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), pri vrednosti atmosferskog pritiska od 760 mmHg i relativnoj vlažnosti vazduha od 30 do 60%. Na samom početku istraživanja, svim ispitanicima izmereni su sledeći antropometrijski parametri: telesna visina (TV) izražena u centimetrima, korišćenjem standardnog laboratorijskog visinometra (*Seca 214 Portable Stadiometer, Cardinal Health, Ohio, USA*). Odmah potom određivana je telesna masa (TM), izražena u kilogramima,

indeks telesne mase (*Body mass index – BMI*) i procenat telesnih masti (*%BF*), pomoću bioimpedacionog analizatora telesnog sastava (*InBody 230 Body Composition Analyzer, Seoul, Korea*).

Ispitanici su zatim podvrgnuti elektrokardiografskom testiranju u miru, u ležećem položaju, koristeći dvanaestokanalni elektrokardiograf (*Cardioline Delta 3 Plus Digital ECG Machine, Italia*), standardne brzine kretanja trake od 25 mm/s, baždaren tako da 1 mm visine talasa odgovara vrednosti 0,1mV, što korespondira sa amplitudom talasa, dok 1 mm dužine trajanja talasa odgovara vrednosti od 0,04s. Iz tako dobijenih elektrokardiograma, a shodno Sijetlovskim kriterijumima (*Seattle Criteria, 2012*) [9] za EKG interpretaciju kod sportista, posmatrani su sledeći parametri: srčana frekvencija (*Heart rate – HR*), ritam, ritmičnost, respiratorna aritmija, električna osovina srca, trajanje i amplituda pojedinačnih talasa, segmenata i intervala, *QTc* interval, uvećanje desne pretkomore (*RAE – Right atrial enlargement*), uvećanje leve pretkomore (*LAE – Left atrial enlargement*), izolovani voltažni kriterijumi za postojanje *LVH* (*Left ventricular hypertrophy*) i *RVH* (*Right ventricular hypertrophy*), inkompletni blok desne grane (*IRBBB – Incomplete right bundle branch block*), AV blok prvog stepena, AV blok drugog stepena – *Mobitz tip I* (*Wenckebach*), inverzija T talasa (*TWI – T wave inversion*).

Srčana frekvencija dobijena je deljenjem broja 1.500 (broj milimetara koje milimetarska traka pređe za 60s, kretajući se brzinom od 25 mm/s) sa brojem milimetara koji odgovara rastojanju između dva uzastopna R talasa (R-R interval). Ritam je određen prisustvom ili, pak, odsustvom P talasa pre svakog QRS kompleksa. Za određivanje ritmičnosti srčane aktivnosti korišćen je broj milimetara između dva sukcesivna R talasa, a u cilju određivanja vremenskog odstojanja između dve ventrikularne sistole. Respiratorna (sinusna) aritmija, kao varijacija normalnog sinusnog ritma, zapažana je kao naizmenično ubrzanje pa usporenje srčane aktivnosti, što odgovara inspirijumu i ekspirijumu respektivno, tokom respiratornog ciklusa, a zapaža se kao nejednak R-R interval. Električna osovina srca (srednji QRS vektor) izračunata je pomoću referentno uzetog troosnog i šestoosnog sistema dobijenog ukrštanjem osovina tri standardna i tri unipolarna ekstremitetna odvoda (frontalna ravan), a pomoću Ajnthovenovog zakona, prema kojem je zbir voltaža QRS kompleksa I i III odvoda (pozitivna voltaža R talasa umanjena za negativnu voltažu Q i S talasa) jednak zbiru voltaža QRS kompleksa II odvoda. Trajanje pojedinačnih talasa, segmenata i intervala određivani su množenjem broja milimetara sa 0,04s (što odgovara vrednosti 1 mm u horizontalnoj skali), dok je amplituda dobijena množenjem broja milimetara sa 0,1mV (što odgovara vrednosti 1 mm u vertikalnoj skali). *QTc* interval (*QT interval corrected for heart rate*) dobijen je primenom *Bazzett*-ove korektivne formule kao količnik vrednosti QT intervala i kvadratnog korena RR intervala, oba izražena u milisekundama (ms). Kao pokazatelj postojanja uvećanja desne pretkomore (*RAE*) uzeta je amplituda P talasa  $\geq 2,5$  mV u donjim EKG odvodima – II, III, aVF, bez promena u njegovom trajanju, dok je za

kriterijum uvećanja leve pretkomore (*LAE*) uzet bifazičan P talas u  $V_1$  čiji završni deo pokazuje negativnu defleksiju  $\geq 1$ mm ispod izoelektrične linije, uz trajanje  $\geq 0,04$ s. Izolovani voltažni kriterijum za *LVH* i *RVH* je *Sokolow–Lyon index*. Za *LVH* to je suma amplitude S talasa u  $V_1$  i R talasa u  $V_5 \geq 3,5$  mV, dok je za *RVH* to suma amplitude S talasa u  $V_6$  i R talasa u  $V_1 \geq 10,5$  mV, uz skretanje električne osovine srca udesno. Dominantan dijagnostički kriterijum za inkompletan blok desne grane je prisustvo RSR' obrasca u prva dva prekordijalna odvoda ( $V_1$  i  $V_2$ ). AV blok prvog stepena karakterisan je prolongiranim PR intervalom  $\geq 200$  ms. AV blok drugog stepena, *Mobitz* tip I – *Weckenbach*, uočavan je progresivnim prolongiranjem svakog sukcesivnog PR intervala, sve do izostanka kondukcije jednog P talasa kroz AV čvor što se zapaža postojanjem P talasa uz izostanak QRS kompleksa. *TWI* je posmatran u prekordijalnim odvodima  $V_1 - V_3$  kao signifikantan ukoliko je negativna defleksija  $\geq 1$  mm.

### **Statistička analiza**

Prikazani rezultati dobijeni su metodama standardne deskriptivne statistike, a iskazani su kao aritmetička sredina ( $X$ )  $\pm$  standardna devijacija (SD), kao i učestalost ispitanika kod kojih postoji ispitivani parametar. U svrhu obrade antropometrijskih podataka, kao i svih numeričkih podataka u sklopu interpretacije EKG zapisa, korišćen je Studentov T test za dva zavisna uzorka, dok je za obradu nominalnih podataka korišćen Hi kvadrat test nezavisnosti. Testovima je dokazivano postojanje statistički značajne razlike u vrednostima parametara među ispitanicima koji treniraju fudbal i onih koji treniraju odbojku, pri čemu je vrednost  $p < 0,05$  smatrana statistički značajnom. Statističke analize izvršene su korišćenjem *Statistic package for social sciences 22 IBM U.S.A (SPSS22)* programa.

### **Rezultati**

U Prilogu I dati su antropometrijski parametri ispitanika ženskog pola: TM, TV, BMI i %BF. Statistički značajna razlika nije uočena u ispitivanim parametrima između ispitanica koje treniraju fudbal i onih koje treniraju odbojku.

Prilog II prikazuje antropometrijske parametre ispitanika muškog pola: TM, TV, BMI i %BF. Ne postoji statistički značajna razlika u vrednostima ovih parametara između ispitanika koji treniraju fudbal i onih koji treniraju odbojku.

Analizirani EKG parametri svih ispitanika prikazani su u Prilogu III. Među ispitanicima koji treniraju fudbal i onih koji treniraju odbojku uočena je statistički značajna razlika u vrednostima amplitude P talasa u  $V_1$  ( $p < 0,05$ ). P talas u prvom prekordijalnom odvodu pokazuje prosečno veće vrednosti amplitude kod ispitanika

koji treniraju fudbal ( $0,1 \pm 0,04$  mV), u odnosu na ispitanike koji treniraju odbojku ( $0,08 \pm 0,03$  mV) dok su vrednosti ostalih parametara – HR, QTc interval, LVH i RVH, bez uočene statistički značajne razlike među navedene dve grupe ispitanika.

U Prilogu IV su prikazani EKG parametri ispitanika očitani iz II standardnog odvoda, a koji se odnose na trajanje i amplitudu pojedinačnih talasa, segmenata i intervala. Među navedenim parametrima: trajanje P talasa, voltaža P talasa, PR interval, trajanje QRS kompleksa, QT interval, PQ segment, ST segment, voltaža Q talasa, voltaža R talasa, voltaža S talasa i voltaža QRS kompleksa, nisu uočene statistički značajne razlike među ispitanicima koji treniraju fudbal i onih koji treniraju odbojku.

Podaci prikazani u Prilogu V odnose se na promene na EKG zapisu uslovljene fizičkim vežbanjem. Statistički značajna razlika ( $p < 0,05$ ) uočena je u učestalosti pojave LAE kod ispitanika koji treniraju fudbal (10) u odnosu na ispitanike koji treniraju odbojku (25), kao i u pojavi inverzije T talasa (TWI) u prva tri prekordijalna odvoda, koja je nađena kod 7 ispitanika koji treniraju fudbal i 4 ispitanika koji treniraju odbojku ( $p < 0,05$ ). U frekvenci javljanja IRBBB i RAE nije nađena statistički signifikantna razlika među navedene dve grupe ispitanika. Ni kod jednog ispitanika analizom EKG zapisa nisu uočeni AV blok prvog stepena, AV blok drugog stepena – Mobitz tip I (Wenckebach), kao ni pojava respiratorne aritmije.

## Diskusija

Rezultati naše studije pokazali su postojanje sledećih, od značaja, fizioloških promena na EKG među ispitanicima, shodno *Seattle criteria* [9] interpretaciji, i to: sinusna bradikardija, LVH, RAE, LAE, IRBBB, TWI. Statistički značajna razlika, između dve grupe ispitanika, uočena je samo u učestalosti javljanja LAE i TWI, kao i amplitudi P talasa u  $V_1$ .

Karagjozova et al. [13] pokazali su povezanost između vrste sporta, shodno Mitchell-ovoj klasifikaciji [14] sa frekvencijom i stepenom fizioloških EKG promena nađenim kod sportista. Karagjozova et al. [13] su takođe pokazali da su nastale promene na EKG-u, uslovljene fizičkim vežbanjem (sinusna bradikardija, AV blok prvog stepena, rana repolarizacija, respiratorna aritmija, IRBBB), a kao rezultat povećanog vagalnog tonusa, karakteristične za sportove, kakvi su fudbal i odbojka, što je u suprotnosti sa rezultatima drugih autora [15,16], uključujući i našu studiju. Osim incidence IRBBB uočene u oko 50% naših ispitanika, ostatak navedenih promena ostao je nezapažen. Uočena učestalost javljanja IRBBB približno je ista učestalosti nađenim u studijama drugih autora (35–50%), a nastaje kao posledica remodelovanja desne komore i kašnjenja u sprovođenju impulsa kroz desnu granu AV snopa, usled pojačane plućne funkcije. [16–18] Povezanost između uticaja vrste sporta i učestalosti pojedinih EKG obrazaca nalaze Pelliccia et al. [19], čiji rezultati pokazuju najveću



učestalost javljanja *IRBBB* u populaciji fudbalera i odbojkaša, što je u saglasnosti sa rezultatima našeg istraživanja.

Nasuprot našoj studiji, dve studije: Huttin-a i Pambo-a [20,21], baveći se analizom EKG nalaza posebno kod fudbalera, pokazale su visoku učestalost sinusne bradikardije, AV bloka prvog stepena, produženog ili skraćenog *QTc* intervala, *LVH* i nisku učestalost *IRBBB*. Slično rezultatima koje smo prikazali, uočena je visoka učestalost *TWI* u anteroseptalnim odvodima ( $V_1 - V_3$ ), koja se smatra patološkim nalazom [9], te zahteva dalju dijagnostičku analizu i evaluaciju (ehokardiografija, *MRI* srca), imajući u vidu da je, prema Schnell-u, pojava *TWI* asocirana sa visokom prevalencom predisponirajućih stanja za nastanak *SCD* (do 45% slučajeva sa pozitivnim EKG nalazom), od kojih je najčešća hipertrofična ili aritmogena kardiomiopatija. [8, 12, 22]

Iako čest adaptacijski fenomen, sa učestalošću u preko 50% ispitanika u studijama drugih autora, frekvencija javljanja *LVH*, dobijena po izolovanom voltažnom kriterijumu *Sokolow-Lyon index*, bila je izrazito niska među ispitanicima u ovoj studiji. [15, 18, 23]

*LAE* predstavlja izuzetno redak nalaz u studijama gorepomenutih autora [15, 18, 23], dok je ista prisutna kod ukupno 35 naših ispitanika. *Seattle* klasifikacija je svrstava među abnormalne nalaze, i time implicira neophodnost dalje dijagnostičke evaluacije. Međutim, rezultati studija pojedinih autora, poput Król-a [24], nalažu da je uvećanje leve pretkomore još jedan u nizu elemenata koji čine sportsko srce, veće učestalosti u sportovima sa nižom dinamičkom a višom statičkom komponentom, što može objasniti prikazanu statističku razliku u okviru naše studije, gde je pojava *LAE* učestalija kod ispitanika koji treniraju odbojku.

Ograničenje ove studije prevashodno predstavlja nekorišćenje ostalih dijagnostičkih metoda za procenu srčane funkcije, uz elektrokardiografiju. Za puno razumevanje svih aspekata srčanog remodelovanja uzrokovanog fizičkim vežbanjem, pored standardnog dvanaestokanalnog elektrokardiografskog testiranja (EKG-a), indikovana je upotreba imidžing metoda, poput ehokardiografije ili *MRI*. [7] Napomenuto je važno zbog moguće niske senzitivnosti i specifičnosti EKG nalaza, pogotovo u diferencijalnoj dijagnostici mogućih stanja koja povećavaju rizik za nastanak *SCD*, među kojima su najčešće kardiomiopatije. [9,12] Zbog svega navedenog ispitanike sa *LAE* i *TWI* u našoj studiji potrebno je podvrgnuti dodatnoj dijagnostičkoj evaluaciji.

## Zaključak

Rezultati naše studije pokazali su postojanje statistički značajne razlike među dve grupe ispitanika, u dva ispitivana parametra: *LAE* i *TWI*, dok su preostali parametri, uključujući i one koji predstavljaju čest nalaz, a uslovljeni su fizičkim vežbanjem, bez uočene statistički značajne razlike. Veća učestalost *LAE* kod ispitanika koji treniraju odbojku mogla bi ukazati na veći stepen remodelovanja leve pretkomore. Učestalija pojava *TWI*



kod ispitanika koji treniraju fudbal mogla bi biti indikativan znak većeg stepena remodelovanja leve komore ili znak hipertrofične kardiomiopatije. Na osnovu prikazanih rezultata možemo zaključiti da uočene promene u EKG-u ukazuju da različite vrste sporta mogu dovesti do promena u električnoj aktivnosti sprovodnog sistema srca i srčanog mišića.

## *Literatura*

1. Dean A, Sciences H, Kingston RI, Island R, Edith PC, Heart BF, et al. Advanced fitness assessment & exercise prescription. Vol. 35, Choice Reviews Online. 1998: 35–6295.
2. Mazić S. Exercise as a therapy. *Med Podml.* 2016; 67(2): 1–4.
3. Alves JGB, Alves GV. Effects of physical activity on children's growth. *J Pediatr (Rio J).* 2019; 95: 72–8.
4. Warburton DER, Bredin SSD. Health benefits of physical activity: A systematic review of current systematic reviews. *Curr Opin Cardiol.* 2017; 32(5): 541–56.
5. Westerterp KR. Exercise, energy balance and body composition. *Eur J Clin Nutr.* 2018; 72(9): 1246–50.
6. Swift DL, McGee JE, Earnest CP, Carlisle E, Nygard M, Johannsen NM. The Effects of Exercise and Physical Activity on Weight Loss and Maintenance. *Prog Cardiovasc Dis.* 2018; 61(2): 206–13.
7. De Innocentiis C, Ricci F, Khanji MY, Aung N, Tana C, Verrengia E, et al. Athlete's Heart: Diagnostic Challenges and Future Perspectives. *Sport Med.* 2018; 48(11): 2463–77.
8. Emery MS, Kovacs RJ. Sudden Cardiac Death in Athletes. *JACC Hear Fail.* 2018; 6(1): 30–40.
9. Drezner JA, Ackerman MJ, Anderson J, Ashley E, Asplund CA, Baggish AL, et al. Electrocardiographic interpretation in athletes: The "Seattle Criteria". *Br J Sports Med.* 2013; 47(3): 122–4.
10. Elenan C, Giorgio M, Annik L, Giacomo F, Mariangela P. Exercise for Cardiovascular Disease Prevention and Treatment – chapter 8 : The positive effects of exercise in chemotherapy-related cardiomyopathy. *Adv Exp Med Biol.* 2017; 1000: 103–29.
11. Astorino TA, Edmunds RM, Clark A, King L, Gallant RA, Namm S, et al. High-Intensity Interval Training Increases Cardiac Output and V-O<sub>2</sub>max. *Med Sci Sports Exerc.* 2017; 49(2): 265–73.
12. Augustine DX, Howard L. Left Ventricular Hypertrophy in Athletes: Differentiating Physiology From Pathology. *Curr Treat Options Cardiovasc Med.* 2018; 20(12).
13. Karagjozova I, Petrovska S, Nikolic S, Maleska-Ivanovska V, Georgievska-Ismail L. Frequency of electrocardiographic changes in trained athletes in the republic of Macedonia. *Open Access Maced J Med Sci.* 2017; 5(6): 708–13.
14. Mitchell JH, Haskell W, Snell P, Van Camp SP. Task force 8: Classification of sports. *J Am Coll Cardiol.* 2005; 45(8): 1364–7.

15. Pelliccia A, Maron BJ, Culasso F, Di Paolo FM, Spataro A, Biffi A, et al. Clinical significance of abnormal electrocardiographic patterns in trained athletes. *Circulation*. 2000; 102(3): 278–84.
16. Corrado D, Pelliccia A, Heidbuchel H, Sharma S, Link M, Basso C, et al. Recommendations for interpretation of 12-lead electrocardiogram in the athlete. *Eur Heart J*. 2010; 31(2): 243–59.
17. Corrado D, Biffi A, Basso C, Pelliccia A, Thiene G. 12-lead ECG in the athlete: Physiological versus pathological abnormalities. *Br J Sports Med*. 2009; 43(9): 669–76.
18. Drezner JA, Fischbach P, Froelicher V, Marek J, Pelliccia A, Prutkin JM et al. Normal electrocardiographic findings: Recognising physiological adaptations in athletes. *Br J Sports Med*. 2013; 47(3): 125–36.
19. Pelliccia A, Culasso F, Di Paolo FM, Accettura D, Cantore R, Castagna W, et al. Prevalence of abnormal electrocardiograms in a large, unselected population undergoing pre-participation cardiovascular screening. *Eur Heart J*. 2007; 28(16): 2006–10.
20. Pambo P, Adu-Adadey M, Ankrah PT, Agbodzakey H, Scharhag J. Electrocardiographic and Echocardiographic Findings in Ghanaian Female Soccer Players. *Clin J Sport Med*. 2020; Publish Ah(00).
21. Huttin O, Selton-Suty C, Venner C, Vilain JB, Rochecongar P, Aliot E. Electrocardiographic patterns and long-term training-induced time changes in 2484 elite football players. *Arch Cardiovasc Dis*. 2018; 111(5): 380–8.
22. Schnell F, Riding N, O’Hanlon R, Lentz PA, Donal E, Kervio G, et al. Recognition and significance of pathological T-wave inversions in athletes. *Circulation*. 2015; 131(2): 165–73.
23. Sohaib SMA, Payne JR, Shukla R, World M, Pennell DJ, Montgomery HE. Electrocardiographic (ECG) criteria for determining left ventricular mass in young healthy men : Data from the LARGE Heart study. *J Cardiovasc Magn Reson*. 2009; 11(1): 9–15.
24. Król W, Jędrzejewska I, Konopka M, Burkhard-Jagodzińska K, Klusiewicz A, Pokrywka A, et al. Left Atrial Enlargement in Young High-Level Endurance Athletes – Another Sign of Athlete’s Heart? *J Hum Kinet*. 2016; 53(1): 81–90.

## PRILOG I

**Tabela 1. Antropometrijski parametri ispitanika ženskog pola**

	Fudbal (n = 10)	Odbojka (n = 17)	p
Telesna masa (kg)	61,8 ± 7,8	67,1 ± 9,4	0,145
Telesna visina (cm)	171 ± 5	173 ± 6	0,283
BMI	21,1 ± 2,0	22,4 ± 3,5	0,318
%BF	24,0 ± 5,1	23,7 ± 7,3	0,913

Varijable su prikazane kao  $X \pm SD$ ; BMI – Indeks telesne mase; %BF – procenat telesnih masti  
Studentov T test za dva zavisna uzorka; \* $p < 0,05$

## PRILOG II

**Tabela 2. Antropometrijski parametri ispitanika muškog pola**

	Fudbal (n = 8)	Odbojka (n = 12)	p
Telesna masa (kg)	79,9 ± 13,4	82,4 ± 12,3	0,668
Telesna visina (cm)	186 ± 6	187 ± 7	0,634
BMI	23,2 ± 3,8	23,5 ± 2,5	0,863
%BF	11,5 ± 4,3	12,6 ± 4,8	0,605

Varijable su prikazane kao  $X \pm SD$ ; BMI – Indeks telesne mase; %BF – procenat telesnih masti  
Studentov T test za dva zavisna uzorka; \* $p < 0,05$

### PRILOG III

**Tabela 3. Elektrokardiografski parametri svih ispitanika**

	Fudbal (n = 18)	Odbojka (n = 29)	p
HR (1/min)	70 ± 11	73 ± 9	0,300
P u V1 (mV)	0,1 ± 0,04*	0,08 ± 0,03	0,015
QTc interval (ms)	350 ± 29	352 ± 35	0,821
RVH (mV)	4,1 ± 2,2	3,5 ± 1,2	0,206
LVH (mV)	24,0 ± 8,1	23,6 ± 6,3	0,864

Varijable su prikazane kao X ± SD; HR – srčana frekvencija, RVH – zbir voltaže R talasa u V1 i S talasa u V6 odvodu; LVH – zbir voltaža S talasa u V1 i R talasa u V5 odvodu

Studentov T test za dva zavisna uzorka; \*p<0,05

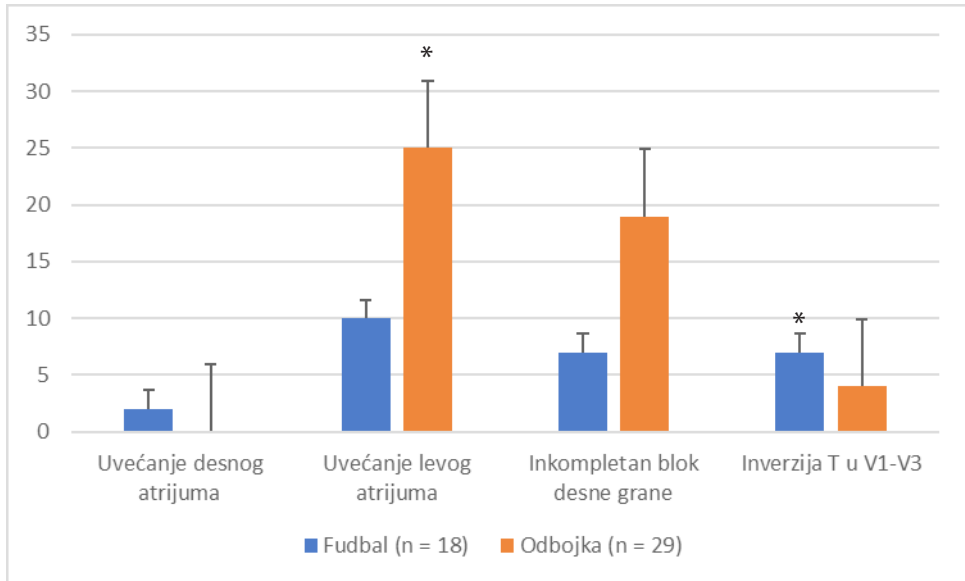
### PRILOG IV

**Tabela 4. Elektrokardiografski parametri ispitanika očitani iz II odvoda**

	Fudbal (n = 18)	Odbojka (n = 29)	p
P talas trajanje (s)	0,08 ± 0,01	0,07 ± 0,02	0,162
P talas voltaža (mV)	0,14 ± 0,04	0,13 ± 0,04	0,209
PR interval (s)	0,14 ± 0,02	0,14 ± 0,02	0,865
QRS trajanje (s)	0,05 ± 0,02	0,05 ± 0,01	0,682
QT interval trajanje (s)	0,36 ± 0,03	0,35 ± 0,04	0,544
PQ segment trajanje (s)	0,05 ± 0,02	0,06 ± 0,02	0,341
ST segment trajanje (s)	0,11 ± 0,03	0,10 ± 0,03	0,183
Q talas voltaža (mV)	0,69 ± 0,50	0,68 ± 0,39	0,912
R talas voltaža (mV)	10,50 ± 3,95	10,29 ± 2,71	0,867
S talas voltaža (mV)	1,39 ± 1,37	1,41 ± 0,82	0,984
QRS voltaža (mV)	0,84 ± 0,38	0,83 ± 0,26	0,917

Varijable su prikazane kao X ± SD;

Studentov T test za dva zavisna uzorka; \*p<0,05

**PRILOG V****Grafikon 1. Promene na EKG zapisu uslovljene fizičkim vežbanjem**

Hi kvadrat test nezavisnosti; \* $p < 0,05$