

**»Mladi za napredek Maribora 2015«**

**32. srečanje**

**ODKRIVANJE ELEKTROKARDIOGRAFSKIH SPREMENB  
PRI DIJAKIH – KOMPETITIVNIH ŠPORTNIKIH, KI SO  
POVEZANE Z VIŠJIM TVEGANJEM ZA NEVARNE MOTNJE  
SRČNEGA RITMA**

Raziskovalno področje: ZDRAVSTVO

RAZISKOVALNA NALOGA

Avtor: ANJA LOBNIK, EVA LOBNIK  
Mentor: KATJA HOLNTHANER ZOREC  
Šola: II. GIMNAZIJA MARIBOR

**2015, Maribor**

**»Mladi za napredek Maribora 2015«**

**32. srečanje**

**ODKRIVANJE ELEKTROKARDIOGRAFSKIH SPREMENB  
PRI DIJAKIH – KOMPETITIVNIH ŠPORTNIKIH, KI SO  
POVEZANE Z VIŠJIM TVEGANJEM ZA NEVARNE MOTNJE  
SRČNEGA RITMA**

Raziskovalno področje: ZDRAVSTVO

RAZISKOVALNA NALOGA

**2015, Maribor**

## Kazalo vsebine

POVZETEK .....	6
KLJUČNE BESEDE: .....	6
ZAHVALE .....	7
1. UVOD .....	8
1.1 Teoretična podlaga naloge .....	8
1.1.1 Epidemiološki podatki .....	8
1.1.2 Prevodni sistem srca.....	8
1.1.3 Akcijski potencial srčne mišice .....	8
1.1.4 EKG .....	9
1.1.5 EKG značilnosti prirojenih bolezni, ki so lahko povezane z NSS:.....	11
1.1.6 Spremembe EKG pri kompetitivnih športnikih.....	12
1.1.7 Primarna preventiva nenadne srčne smrti pri otrocih/adolescentih in/ali kompetitivnih športnikih.....	14
1.2 Namen raziskave, hipoteze in cilji .....	14
1.2.1 Namen raziskave je odkriti: .....	14
1.2.2 Hipoteze: .....	15
1.2.3 Cilji najinega dela so: .....	15
2. RAZISKAVA.....	15
2.1 Preiskovani vzorec .....	15
2.2 Metode dela .....	15
2.3 Rezultati.....	17
2.3.1 Spol.....	17
2.3.2 Starost .....	17
2.3.3 Športniki/ne-športniki .....	17
2.3.4 Družinska pojavnost nenadne srčne smrti (NSS).....	18
2.3.5 Družinska pojavnost motenj srčnega ritma.....	18
2.3.6 Sinkopa/izguba zavesti .....	18
2.3.7 Posnet EKG pred vključitvijo v raziskavo .....	19
2.3.8 Telesna višina .....	19
2.3.9 Telesna teža .....	20
2.3.10 Indeks telesne mase (ITM) .....	20
2.3.11 Obseg pasu .....	21
2.3.12 Krvni pritisk.....	21

2.3.13 Pulz .....	22
2.3.14 Elektrokardiogram – meritve parametrov .....	23
2.4 Razprava, interpretacija rezultatov .....	28
2.5 Zaključek, sklepi.....	31
3. PRILOGE .....	33
3.1 Slika 1: Prevodni sistem srca (21) .....	33
3.2 Slika 2: Akcijski potencial srčne mišice (22).....	33
3.3 Slika 3: Namestitev elektrod za snemanje 12-kanalnega EKG (23) .....	34
3.4 Slika 4: Frontalna ravnina snemanja standardnih, ekstremitetnih EKG odvodov z Einthovenovim trikotnikom (24).....	35
3.5 Slika 5: Horizontalna ravnina snemanja prekordialnih EKG odvodov (25).....	35
3.6 Slika 6: Branje EKG zapisa: valovi, segmenti, intervali, točke. (26) .....	36
3.7: Anketa in meritve .....	37
3.8 Graf 1: Razdelitev preiskovancev po spolu.....	38
3.9 Graf 2: Delitev preiskovancev glede na aktivno ukvarjanje s športom .....	38
3.10 Graf 3: Zastopanost posameznih športov med 114 športniki .....	39
3.11 Graf 4: Razporeditev športnikov in ne-športnikov glede na spol .....	39
3.12 Graf 5: Družinska obremenitev z nenadno srčno .....	40
3.13 Graf 6: Motnje ritma v širši družini pri športnikih in ne-športnikih.....	40
3.14 Graf 7: Sinkopa v preteklosti pri športnikih in ne-športnikih .....	41
3.15 Graf 8: EKG posnetek v preteklosti pri športnikih in ne-športnikih.....	41
3.16 Graf 9: EKG posnetek v preteklosti pri športnikih in ne-športnikih.....	42
3.17 Graf 10: Korelacija med telesno višino in telesno težo .....	42
3.18 Graf 11: Korelacija med obsegom pasu in telesno težo .....	43
3.19 Graf 12: Korelacija med sistoličnim krvnim pritiskom in telesno težo .....	43
3.20 Graf 13: Korelacija med diastoličnim krvnim pritiskom in telesno težo .....	44
3.21 Graf 14: Korelacija med Sokolovim indeksom in telesno težo .....	44
3.22 Graf 15: Korelacija med dvigom J točke in telesno težo .....	45
3.23 Graf 16: Korelacija med pulzom in dvigom J točke .....	45
3.24 Graf 17: Korelacija med Sokolovim indeksom in PQ dobo.....	46
3.25 Graf 18: Korelacija med QRS kompleksom in QT dobo .....	46
3.26 Graf 19: Korelacija med dvigom J točke in Sokolovim indeksom.....	47
3.27 Tabela 1: Vrednosti posameznih opazovanih parametrov za celoten vzorec (N=216) .....	47
3.28 Tabela 2: Vrednosti posameznih opazovanih parametrov za vse fante (N=107).....	48

3.29 Tabela 3: Vrednosti posameznih opazovanih parametrov za vsa dekleta (N=109) .....	48
3.30 Tabela 4: Vrednosti posameznih opazovanih parametrov za športnike/fante (N=69) .....	49
3.31 Tabela 5: Vrednosti posameznih opazovanih parametrov za športnice/dekleta (N=45).....	49
3.32 Tabela 6: Vrednosti posameznih opazovanih parametrov za ne-športnike/fante (N=38).....	50
3.33 Tabela 7: Vrednosti posameznih opazovanih parametrov za ne-športnike/dekleta (N=64) ....	50
4. VIRI IN LITERATURA .....	51
5. DRUŽBENA ODGOVORNOST .....	55

## **POVZETEK**

Nenadna srčna smrt (NSS) je pri adolescentih redka, pri kompetitivnih športnikih je 2 do 2,5-krat pogostejša. Zanimalo naju je, ali so pri naših dijakih - športnikih, spremembe v elektrokardiogramu (EKG), ki opozarjajo na možnost nevarnih aritmij, pogostejše kot pri vrstnikih. Vključili sva 114 športnikov in 102 ne-športnika, opravili anketo o dejavnikih tveganja za nenadno srčno smrt v družini, motnjah ritma, sinkopi, EKG-ju v preteklosti, izmerili telesno težo, višino, obseg pasu, indeks telesne mase, krvni pritisk, pulz in posneli 12-kanalni EKG ter podatke statistično obdelali. Pri športnikih je bila pogostejša hipertrofija levega prekata, med 1/3, ki nikoli ni imela EKG, sva odkrili 2 Wolf Parkinson Whitova sindroma, 1 sindrom podaljšane QT dobe in 2 EKG z Brugada vzorcem. Statistično značilne razlike v številu EKG posebnosti v primerjavi z ne-športniki nismo dokazali, ker pa imajo mladi športniki z EKG spremembami večje tveganje za NSS, bi morali imeti vsaj 1-krat posnet EKG.

**KLJUČNE BESEDE:** nenadna srčna smrt, aritmije, elektrokardiogram, hipertrofija levega prekata, sinkopa.

## **ZAHVALE**

V prvi vrsti bi se radi zahvalili vsem dijakom, ki so bili pripravljeni sodelovati v najini raziskavi.

Oddelku za medicinsko elektroniko UKC Maribor sva hvaležni za izposajo 12-kanalnega Schillerjevega elektrokardiografa.

Za snemanje elektrokardiogramov, učenje meritev in pomoč pri interpretaciji se zahvaljujema kardiologinji iz UKC Maribor, docentu iz Medicinske fakultete Maribor pa za pomoč pri statistični obdelavi podatkov.

Posebej sva hvaležni najini mentorici za skrbno organizacijo urnikov meritev in vso pomoč pri delu, saj sicer ne bi uspeli v 3 dneh, kolikor sva imeli na voljo izposojeno medicinsko opremo, vključiti v raziskavo 216 preiskovancev. Prav tako bi se radi zahvalili gospodu ravnatelju in celotnemu kolektivu profesorjev naše šole, ker so dovolili, da dijaki med rednimi urami pouka prihajajo na najine meritve.

Nazadnje se za nesebično pomoč pri prenašanju opreme, usmerjanju dijakov do prostorov, kjer so se odvijale meritve, zahvaljujema gospodu informatorju naše šole.

# 1. UVOD

## 1.1 Teoretična podlaga naloge

### 1.1.1 Epidemiološki podatki

Nenaden srčni zastoj (NSZ) in nenadna srčna smrt (NSS) sta pri otrocih in adolescentih redka. Incidenca NSZ je 0,5 do 20 na 100.000 adolescentov letno (1-5). V danski populacijski študiji so poročali, da je bila v letih 2000 - 2006 incidenca NSS pri otrocih od 1 - 18 leta starosti 1,1 - 1,5 na 100.000 otrok letno (6); kar četrtnina je imela pozitivno anamnezo srčnega obolenja, polovica prirojenega stanja, povezanega s srčnimi aritmijami. Pri 45 % otrok so bili nekaj dni (celo let) prej prisotni simptomi, kot so sinkopa, občutek težke sape, krči/epileptični napadi (7, 8).

Več študij je ugotavljalo za 2 do 2,5-krat večje tveganje za NSZ med atletskim tekmovanjem/treningom (9). V washingtonski študiji je bilo 25 % NSZ znotraj 1 ure treninga (7).

### 1.1.2 Prevodni sistem srca

Električni impulzi nastajajo v naravnem spodbujevalniku – sinoatrialnem (SA) vozlu, od koder potujejo skozi oba preddvora in proti atrioventrikularnemu (AV vozlu), ki določa, koliko impulzov se bo prevedlo v prekate (normalno vsi sinusni impulzi); naprej gredo impulzi skozi Hisov snop, nato pa po levem (levi prekat) in desnem (desni prekat) kraku prevodnega sistema do delovne miškulature prekatov, kar povzroči kontrakcijo (mišica se skrči) (Priloga 3.1, Slika 1).

### 1.1.3 Akcijski potencial srčne mišice

Membrana srčnomišične celice je vzdružna – pomeni, da je sposobna prevajati akcijski potencial (AP) (Priloga 3.2, Slika 2). V fazi mirovanja je razlika napetosti med notranjostjo in zunanostjo celice -90 mV (membrana je polarizirana). Depolarizacija membrane nastopi zaradi odprtja hitrih natrijevih kanalčkov (strma faza 0 v AP) (podobno drugim mišičnim celicam); razlika v napetosti se spremeni na +20mV, torej je AP membrane 110 mV (v celicah SA vozla je AP samo 70 mV, zato spontano prožijo impulze. Posebnost srčnomišičnega AP je plato – t.j. vzdrževanje potenciala na pozitivnem nivoju (faza 2 v AP). Nastane zaradi počasnih natrijevih/kalcijevih kanalčkov, ki ostanejo odprti nekaj sto milisekund; prične se kontrakcija mišice. Repolarizacija nastane z zapiranjem hitrih natrijevih in počasnih natrijevih/kalcijevih kanalčkov ter odprtjem kalijevih kanalčkov (faza 3 v AP); celica ponovno doseže mirovni AP. Podaljšana depolarizacija omogoča malo daljšo absolutno



refraktarno dobo srčnomišičnih celic od ostalih mišičnih celic, zato srčna mišica nikoli nima tetaničnih krčev, kar je pomembno za normalno črpalno funkcijo srca, ki potrebuje dovolj dolgo diastolično polnitev s krvjo (10).

#### **1.1.4 EKG**

EKG je posnetek električne aktivnosti srca. Vzdražnostni potencial posamezne srčnomišične celice se širi v času in prostoru; sočasno vzdraženje številnih srčnomišičnih celic povzroči nastanek dovolj velikega električnega potenciala, da ga lahko snemamo s površine telesa – površinski EKG (10).

Standardni površinski EKG snema električne potenciale na 12 mestih (Priloga 3.2, Slika 3):

- 3 bipolarne elektrode na okončinah (po Einthovenu),
- 3 unipolarne elektrode na okončinah (po Goldbergerju),
- 6 bipolarnih elektrod na sprednji strani prsnega koša (po Wilsonu).

Vsaka izmed 3 Einthovenovih bipolarnih elektrod snema razliko električnih potencialov med dvema okončinama in predstavlja enega izmed kotov enakostraničnega trikotnika (Einthovenov trikotnik) v frontalni ravnini (Priloga 3.4, Slika 4). Pozicija elektrod: nad zapestji in gležnji: standardne oznake elektrod: desna roka – rdeče, leva roka – rumeno, leva noga – zeleno, desna noga (ozemljitev) – črno; elektroda I (odvod I): desna roka [-] - leva roka [+], elektroda II (odvod II): desna roka [-] - leva noga [+], elektroda III (odvod III): leva roka [-] - leva noga [+]. Enaka pozicija elektrod kot za Einthovenovo snemanje se uporablja za unipolarne ekstremitetne odvode po Goldbergerju s snemanjem vsake posamezne okončine kot aktivne elektrode z referenco na indiferentno elektrodo (ta nastane s povezavo 2 drugih okončin); aktivna elektroda je priključena skozi upornike indiferentne elektrode. Unipolarni posnetki tečejo od središnice Einthovenovega trikotnika v kote trikotnika. Posnetke Goldbergerjevih odvodov imenujemo ojačani unipolarni ekstremitetni odvodi (»augmented«) in jih označimo: aVR (desna roka), aVL (leva roka), aVF (leva noga). Tudi Goldbergerjevi odvodi snemajo razlike v električnih potencialih med dvema točkama v frontalni ravnini (kot Einthovenovi). Wilsonovi unipolarni odvodi prsne stene snemajo spremembe električnih potencialov v horizontalni ravnini (Priloga 3.5, Slika 5). Vsaka izmed 6 elektrod snema razliko električnih potencialov v odnosu do indiferentne elektrode (stik 3 ekstremitetnih odvod skozi upornike) (10).

V EKG opisujemo (Priloga 3.6, Slika 6):

- P val – depolarizacija atrijev (električni dražljaj vzdraži preddvora); glavni srčni vektor gre od naravnega spodbujevalnika – sinoatrialnega (SA) vozla proti atrioventrikularnemu (AV) vozlu ter se širi od desnega na levi atrij;
- Delta val – »izboklina« v začetku QRS kompleksa, značilna za preekscitacijski Wolf Parkinson Whitov (WPW) sindrom; ni sestavina normalnega EKG;
- QRS kompleks – depolarizacija ventriklov (električni dražljaj vzdraži prekate); gre za hitro depolarizacijo levega in desnega prekata; ker je njuna mišična masa veliko večja v primerjavi z mišično maso atrijev, je amplituda QRS kompleksa veliko večja od amplitude P vala; v QRS je skrita repolarizacija atrijev (preddvora si »opomoreta«, da sta se ponovno sposobna vzdražiti ob novem električnem dražljaju); razširjen QRS kompleks predstavlja kračne bloke – zakasnitev prevajanja po levem ali desnem kraku His-Purkinjevega sistema v prekatih;
- T val – repolarizacija ventriklov (prekata si »opomoreta«, da sta se ponovno sposobna vzdražiti); prvi del T vala (od konca QRS kompleksa do vrha T vala) predstavlja absolutno refraktarno dobo prekata (doba, v kateri noben dražljaj ne more vzdražiti prekatne mišice), drugi del (druga polovica T vala) – efektivna refraktarna doba prekata (doba, v kateri z nadpražnim dražljajem lahko vzdražimo prekatno mišico, zato jo imenujemo »vulnerabilna doba« - nadpražni dražljaj sproži življenjsko nevarno motnjo srčnega ritma); traja okoli 160 ms;
- U val – naj bi predstavljal repolarizacijo interventrikularnega septuma; pogosto je tako nizke amplitude, da ga ne opazimo v površinskem EKG; kadar je viden, sledi T valu in ima podobno smer in amplitudo; posebej izrazit je ob hiperkaliemiji, hiperkalcemiji, hipertiroidizmu (povečanem delovanju ščitnice),
- RR interval – časovni interval med dvema zaporednima R zobcema; pove srčno frekvenco (normalna je 60 do vključno 99 utripov/min); traja: 600 do 1200 ms;
- PQ doba / PR interval – od začetka p vala do začetka QRS kompleksa; je čas potovanja električnega signala od SA vozla do AV vozla in vstopa v ventrikla; z njim ocenimo funkcijo AV vozla; normalno trajanje: 0,12 do 0,20 s; kratka PQ doba – preekscitacijski sindromi (WPW sindrom, Lown Ganong Levine sindrom (PQ<120 ms, QRS<120 ms); podaljšana PQ doba – AV bloki (moteno prevajanje električnih impulzov iz preddvorov na prekate na nivoju AV vozla);

- PR segment – povezava P vala in QRS kompleksa. Električni vektor kaže od AV vozla proti Hisovemu snopu in krakoma ter Purkinjevim vlaknom; ta električna aktivnost ne povzroči direktnih kontrakcij srčne mišice, običajno jo vidimo kot izolinijo v EKG; PR interval oz. PQ doba sta klinično pomembnejša kot PR segment; traja 50 – 120 ms;
- J točka – stičiščna točka med koncem QRS kompleksa in pričetkom T vala; običajno je v izoliniji; dvignjena: a) zgodnja repolarizacija, lahko ob bradikardiji (počasnem utripu) - fiziološka varianta, b) eden izmed znakov hipertrofije levega prekata (zadebelitve mišice), c) v akutni fazi miokardnega infarkta, perikarditisa; spuščena: a) učinki digitalisa (srčni glikozid), b) elektrolitske motnje, c) znaki netrasmuralne ishemije srčne mišice (pomanjkanje prekrvavitve v srčni mišici, ki ne gre skozi celotno mišično steno), d) Brugada sindrom/aritmogena displazija desnega prekata;
- ST segment – povezava med QRS kompleksom in T valom, obdobje repolarizacije ventriklov, normalno je v izoliniji; traja 80 - 120 ms; dvig: a) zgodnja repolarizacija, b) hipertrofija levega prekata, c) akutni miokardni infarkt (transmuralna ishemija – skozi celotno mišično steno ni prekrvavitve zaradi zamašene koronarne arterije), d) Brugada sindrom; spust: a) učinki digitalisa, b) akutna netrasmuralna ishemija srčne mišice, c) motnje elektrolitov, d) sekundarne motnje repolarizacije ob tahiaritmijah ali kračnih blokih (spremembe ST veznice kot posledica omenjenih situacij);
- ST interval – od J točke do konca T vala (normalno okoli 320 ms);
- QT interval/doba – od začetka QRS kompleksa do konca T vala; podaljšan/krajši je povezan z nevarnimi ventrikularnimi motnjami ritma in nenadno srčno smrtjo; variira s srčno frekvenco, elektroliti v serumu (kalij, kalcij, magnezij), na njem se odražajo učinki nekaterih zdravil (zlasti antiaritmiki razreda III po Vaughan Williamsovi klasifikaciji (amiodaron, ibutilid)), triciklični antidepresivi); normalna vrednost: variira glede na srčno frekvenco, npr. pri srčni frekvenci 60 utripov/min je do 420 ms (10).

#### **1.1.5 EKG značilnosti prirojenih bolezni, ki so lahko povezane z NSS:**

- Sindrom kratke QT dobe: QT doba  $\leq 300$  ms, ki se ne spreminja s frekvenco, ozek, koničast T val; avtosomno dominantno dedovanje; mutacije genov KCNH2, KCNJ2 in KCNQ1, ki spreminjajo aktivnost kanalčkov, odgovornih za pretok kalija med celicami (kanalopatija)
- Sindrom podaljšane QT dobe (LQTS): QTc doba  $\geq 440$  ms (pri 50 % posameznikov), celo nad 500 ms (pri 10 %); 10 podtipov z okvarami na različnih ionskih kanalčkih

(kanalopatija) in genih; najpogostejši so prvi trije tipi, LQTS1 z odgovornim genom KVLQT1 in prizadetostjo kalijevih kanalčkov, LQTS2 (gen HERG) ter LQTS3 (gen SCN5A) s prizadetostjo natrijevih kanalčkov; bolnika ogroža nevarna aritmija »torsades de pointes« - polimorfna ventrikularna tahikardija, ki povzroči NSZ.

- WPW sindrom: preekscitacijski sindrom; kratka PQ doba (<120 ms), delta val na začetku QRS kompleksa; akcesorna pot - Kentov snop.
- LGL sindrom: preekscitacijski sindrom; PQ<120 m, QRS<120 ms, tahikardije; akcesorna pot – intranodalna, paranodalna vlakna, ki gredo popolnoma ali delno mimo AV vozla (ni poročil o NSS).
- Aritmogena displazije desnega prekata (ADRV): običajno se deduje avtosomno dominantno, prizadene gene, ki kodirajo dezmosomske proteine v srčni mišici, prizadene predvsem desni prekat; v EKG negativni T valovi v prekordialnih odvodih, v primeru ventrikularne tahikardije slika levokračnega bloka; v V<sub>1</sub>-V<sub>3</sub> se vidi epsilon val (terminalni del QRS kompleksa, blago privzdignjen od izolinije, ki se nadaljuje v negativen T val). Odkrili so vsaj 12 genskih lokusov, povezanih z ADRV.
- Brugada sindrom – sindrom, ki se kaže z enim izmed vzorcev inkompletnega desnokračnega bloka v EKG ter elevacijo ST segmenta v V<sub>1</sub>-V<sub>2</sub> odvodih; prizadeti so natrijevi kanalčki (kanalopatija).
- Hipertrofična kardiomiopatija (HCM) – genska mutacija, zaradi katere se srčna mišica prekomerno zadebeli, pogosto tudi na mestu iztoka iz levega prekata v aorto (hipertrofična obstruktivna kardiomiopatija (HOCM)); nevarne so motnje ritma zlasti ob naporu, ko se poveča obstrukcija iztoka iz levega prekata); v EKG so spremembe ST veznice in T valov, lahko so Q zobci v II, III, aVF ter V<sub>5</sub>-V<sub>6</sub>, pri apikalni zadebelitvi pa globoki negativni T valovi ob spustu J točke v skoraj v vseh odvodih, najizraziteje v V<sub>4</sub>-V<sub>6</sub> (3, 7, 10, 11, 12).

#### **1.1.6 Spremembe EKG pri kompetitivnih športnikih**

- sinusna bradikardija, respiratorna aritmija,
- podaljšana PR, QRS in QT doba,
- pozitiven voltažni kriterij za hipertrofijo levega prekata (HLV) (Sokolov indeks => 3,5 mV), brez drugih abnormnosti, ki bi govorile v prid patološki HLV (negativni, invertirani T valovi ali descendente denivelacije ST veznice),
- elevacije ST segmenta (14);

- AV blok I. stopnje in AV blok II. stopnje tipa Mobitz 1 sta dokaj pogosta, izjemno redki so Mobitz 2 in kompletni AV blok (III. stopnje), običajno ni posledičnih asistolnih pavz, ki bi bile daljše od 4 sekund (15);

Spirito in sod. so ugotovili jasno korelacijo med HLV, odkrito na osnovi EKG kriterijev, ter HLV, odkrito z UZ metodo (dvodimenzionalna M-mode ehokardiografija) (16).

Vrste športa naj ne bi vplivale na motnje repolarizacije v EKG (16), prav tako niso dokazali, da bi bile klinično pomembne, saj na perfuzijskih študijah miokarda med obremenitvijo atletov niso dokazali ishemije srčne mišice kljub izrazitim motnjam repolarizacije (15). Nasprotno pa so Zehender in soavtorju ugotavljali, da vrste športa in treninga pomembno vplivajo na spremembe ST veznice in T vala, HLV, in da so te spremembe reverzibilne po prekinitvi treningov (15)

Enostavne ventrikularne motnje ritma (posamezne ventrikularne ekstrasistole (VES)), ventrikularni bigeminus (vsak 2. utrip je VES), trigeminus (vsak 3. utrip je VES) so pri športnikih enako pogoste kot v ostali populaciji, kljub temu je potreben skrben pregled za izključitev prirojenih bolezni srca, ki bi lahko bile povezane z NSS (HCM, dilatativna kardiomiopatija, ADRV) (17).

Odkritje WPW pri športniku je pomembno, ker lahko pride do življenjsko nevarnih motenj ritma, zlasti če je nagnjenost k atrijskim fibrilacijam zaradi hitrega prevajanja električnih impulzov na ventrikle mimo AV vozla po akcesorni poti, ki nima dekrementalnih značilnosti kot AV vozol (ne upočasnjuje električnih impulzov) (17).

Pri kompetitivnih športnikih ni več NSS ob naporu kot v ostali populaciji, kadar so, so običajno povezane s prirojenimi boleznimi (najpogosteje HCM, anomalije koronarnega žilja), pri atletih nad 40 let pa z aterosklerotično koronarno boleznijo (17).

V avtopsijski študiji Corrada in sodelavcev so pri 22 športnikih kot najpogostejši vzrok NSS ugotovili ADRV, večina je imela prej sinkopo ali omotico ob naporu, na drugem mestu je bila aterosklerotična koronarna bolezen, motnje prevodnega sistema, anomalni vtok desne koronarne arterije iz napačnega aortnega sinusa, prolaps mitralne zaklopke; pri 1 atletu je bila vzrok smrti pljučna embolija in pri 1 ruptura aorte (18).

### **1.1.7 Primarna preventiva nenadne srčne smrti pri otrocih/adolescentih in/ali kompetitivnih športnikih**

Zaradi nezadostnih podatkov, pridobljenih na osnovi dosedanjih raziskav, ni natančnih navodil za optimalno presejanje otrok in mladostnikov.

Smernice ameriškega kardiološkega združenja (AHA) in Ameriške pediatrične akademije (AAP) priporočajo presejanje za odkrivanje bolezni, povezanih z NSS pri pediatrični populaciji v naslednjih primerih:

- med hospitalizacijo ob rojstvu: pulzna oksimetrija, skrbna družinska anamneza in fizikalni pregled otroka za izključitev kritične kongenitalne srčne bolezni;
- med rutinskimi pregledi otrok, če je v anamnezi sinkopa, omotica, bolečina v prsih, palpitacije (občutek neenakomernega preskakovanja srca), NSS pri sorodnikih < 50 let starosti, družinska pojavnost bolezni povezanih s tveganjem za NSS (npr. sindrom podaljšane QT dobe);
- *pri vseh otrocih in adolescentih, ki sodelujejo v kompetitivnih športnih je potreben kardiovaskularni pregled, vključno z vprašalnikom glede družinske obremenjenosti z NSS < 50 let, Marfanovim sindromom, dilatativno kardiomiopatijo, hipertrofično kardiomiopatijo, sindromom podaljšane QT dobe, drugimi nevarnimi aritmijami, glede pojavov sinkope, omotice, bolečine v prsih, palpitacij pri otroku/adolescentu v preteklosti;*
- fizikalni pregled vključuje meritve krvnega pritiska, snemanje EKG, avskultacijo srca za detekcijo morebitnega srčnega šuma (11, 12, 13).

## **1.2 Namen raziskave, hipoteze in cilji**

### **1.2.1 Namen raziskave je odkriti:**

- kolikšen delež dijakov naše šole, ki so kompetitivni športniki, ima spremembe v EKG, ki opozarjajo na možnost življenjsko nevarnih aritmij, v primerjavi z nešportniki,
- ali je več EKG sprememb pri vzdržljivostnih športih (tek na dolge proge, plavanje, kolesarjenje),
- ali je med dijaki, ki so družinsko obremenjeni z NSS, več EKG sprememb, ki opozarjajo na možnost življenjsko nevarnih aritmij;
- ali je pri adolescentih – športnikih pogosta HLV in ali je povezana z vrsto športa,
- ali so imeli dijaki na športnih pregledih posnet EKG.

### **1.2.2 Hipoteze:**

1. Pri športnikih je statistično značilno več EKG sprememb, ki opozarjajo na možnost življenjsko nevarnih aritmij, kot pri ne-športnikih.
2. Pri športnikih je statistično značilno več EKG sprememb, značilnih za HLV.
3. Pri športnikih je srčna frekvenca značilno nižja kot pri ne-športnikih.
4. Pri športnikih, ki se ukvarjajo z vzdržljivostnimi športi, je statistično značilno več EKG sprememb, ki opozarjajo na možnost življenjsko nevarnih aritmij.
5. Dijaki, ki so družinsko obremenjeni z NSS, imajo več EKG sprememb, ki opozarjajo na možnost življenjsko nevarnih aritmij.

### **1.2.3 Cilji najinega dela so:**

- ugotoviti, kolikšen delež dijakov športnikov in ne-športnikov je v svojem življenju že imel posnet EKG;
- opredeliti pomen spremljanja EKG pri vseh kompetitivnih športnikih;
- ugotoviti, ali so bili športniki, ki imajo EKG spremembe, ki opozarjajo na možnost življenjsko nevarnih aritmij, s tem seznanjeni, ali so na preventivnih športnih pregledih že bili napoteni na specialistično kardiološko obravnavo (v primeru, da niso bili, jim izročiti EKG posnetek z navodilom nadzornega kardiologa za njihovega osebnega zdravnika);
- opredeliti pomen snemanja EKG pri vseh dijakih - ne glede na aktivno ukvarjanje s športom (npr. v sklopu šolskega sistematskega pregleda).

## **2. RAZISKAVA**

### **2.1 Preiskovani vzorec**

V raziskavo sva vključili 216 dijakov (prostovoljcev) naše šole, in sicer 114 kompetitivnih športnikov in 102 ne-športnika. Polnoletni so sami podpisali izjavo, da se strinjajo z vključitvijo v raziskavo, za ostale pa so to storili starši.

### **2.2 Metode dela**

Sestavili sva anketo o pojavnosti NSS in/ali motenj srčnega ritma v preiskovančevi širši/ožji družini, o izgubi zavesti v preteklosti in snemanju EKG. (Priloga 3.7: Anketa in meritve).

Vsak preiskovanec je anketo izpolnil sam v ogrevanem, mirnem prostoru, kjer so potekale tudi meritve.

Vsem preiskovancem sva s šolsko elektronsko tehtnico izmerili telesno težo v kg (z natančnostjo 1 decimalnega mesta) in telesno višino v cm (z natančnostjo 0,5 decimalnega mesta) ter izračunali indeks telesne mase (ITM) (z natančnostjo 2 decimalnih mest). S šiviljskim metrom sva izmerili obseg pasu v cm (z natančnostjo 0,5 decimalnega mesta); z Omronovim elektronskim merilcem krvnega pritiska sva vsakemu preiskovancu sede izmerili na desni nadlahti krvni pritisk v mirovanju v mmHg (z natančnostjo 1 mmHg) in srčno frekvenco v številu utripov/min (z natančnostjo 1 utripa/min); pri tem sva uporabili manšeto, ki prekrije vsaj 2/3 nadlahti. Vse meritve sva zapisovali na konec anketnega lista, pripisali sva tudi spol in dopolnjeno starost v letih, ukvarjanje s kompetitivnim športom (vsaj 4 dni v tednu – dijaki s statusom športnika oz. dijaki iz športnih razredov naše šole) ter vrsto športa.

V sosednjem mirnem, ogrevanem kabinetu je kardiologinja vsakemu preiskovancu s Schillerjevim 12-kanalnim elektrokardiografom, z manualnim načinom snemanja EKG (6 standardnih + 6 prekordialnih odvodov) posnela EKG (kalibracija 1 cm = 1mV, hitrost potovanja papirja = 25 mm/s) in ga oštevilčila z enako zaporedno številko, kot jo je imel zapisano na anketnem listu, tako da smo vedeli, kateri EKG spada k določenemu anketnemu listu, hkrati pa zagotovili anonimnost vključenih preiskovancev.

Sledila je ročna analiza 216 elektrokardiogramov z EKG ravnilcem; izmerili sva naslednje parametre:

- PQ doba [ms],
- QRS kompleks [ms],
- QT dobo [ms],
- RR interval [ms],
- Sokolov indeks [mV],
- Dvig/spust J točke [mm],
- Frekvenca [št. utripov/min].

Po Bazzetovi formuli sva za vseh 216 EKG-jev izračunali korigirano QT dobo glede na frekvenco, torej QTc dobo [ms].

$$QTc (Bazett) = \frac{QT}{\sqrt{RR}}$$



## **2.3 Rezultati**

### **2.3.1 Spol**

Med 216 preiskovanci je bilo 107 moških (49,5 %) in 109 žensk (50,5%) (Priloga 3.8: Graf 1).

### **2.3.2 Starost**

Najvišja starost preiskovancev je bila 18 let, najnižja 15 let, povprečna  $16,3 \pm 1,0$  let. Med fanti je bila najvišja starost 18 let, najnižja 15 let, povprečna  $16,4 \pm 1,0$  let, med dekleti pa najvišja 18 let, najnižja 15 let povprečna  $16,1 \pm 0,9$  let.

### **2.3.3 Športniki/ne-športniki**

Med 216 preiskovanci je bilo 114 športnikov (52,8 %) , od tega 69 fantov (60,5 %) in 45 (39,5 %) deklet, ter 102 ne-športnika (47,2 %), od tega 38 fantov (37,3 %) in 64 deklet (62,7 %) (Priloga 3.9: Graf 2, Priloga 3.11: Graf 4)

#### **2.3.3.1 Vrste športa**

Med 114 športniki je bilo 17 plavalcev (14,9 % vseh športnikov), od tega 13 fantov (76,5 % plavalcev) in 4 dekleta (23,5 % plavalk), 20 nogometašev (17,5 % vseh športnikov), od tega 19 fantov (95 % nogometašev) in 1 dekle (5 % nogometašinj), 19 košarkarjev (16,7 % vseh športnikov), od tega 11 fantov (57,9 % košarkarjev) in 8 deklet (42,1 % košarkaric), 10 odbojkarjev (8,8 % vseh športnikov), od tega 3 fantje (30 % odbojkarjev) in 7 deklet (70 % odbojkaric), 12 atletov (10,5 % vseh športnikov), od tega 6 fantov (50 % atletov) in 6 deklet (50 % atletinj), 9 plesalcev (7,9 % vseh športnikov), od tega 3 fantje (33,3 % plesalcev) in 6 deklet (66,7 % plesalk), 6 predstavnikov borilnih veščin (5,3 % vseh športnikov), od tega 3 fantje (50 % borcev) in 3 dekleta (50 % bork), 6 teniških igralcev (5,3 % vseh športnikov), od tega 4 fantje (66,7 % teniških igralcev) in 2 dekleti (33,3 % teniških igralk), 2 triatlonca (1,8 % vseh športnikov), od tega 1 fant (50 % triatloncev) in 1 dekle (50 % triatloncev), 2 kolesarja (1,8 % vseh športnikov), od tega 1 fant (50 % kolesarjev) in 1 dekle (50 % kolesark), 4 rokometiši (3,5 % vseh športnikov), od tega 2 fanta (50 % rokometišev) in 2 dekleti (50 % rokometišic), 2 smučarja/deskarja (1,8 % vseh športnikov), od tega 1 fant (50 % smučarjev/deskarjev) in 1 dekle (50 % smučark/deskark), 1 hokejist (0,8 % vseh športnikov) - dekle, 1 sabljač (0,8 % vseh športnikov) - dekle, 2 veslača (1,8 % vseh športnikov), od tega 1 fant (50 % veslačev) in 1 dekle (50 % veslačic), 1 golfist (0,8 % vseh športnikov) – fant (Priloga 3.10: Graf 3).

#### **2.3.4 Družinska pojavnost nenadne srčne smrti (NSS)**

Od 216 preiskovancev je 43 (19,4 % vseh preiskovancev) družinsko obremenjenih z NSS, in sicer 17 fantov (39,5 %), 26 deklet (60,5 %) (Priloga 3.12: Graf 5).

Z NSS družinsko obremenjenih športnikov je 22, kar predstavlja 10,2 % vseh preiskovancev v vzorcu, oz. 51,2 % preiskovancev, ki so družinsko obremenjeni z NSS; 10 je fantov (45,5 %) in 12 deklet (54,5 %).

Med ne-športniki je družinsko obremenjenih z NSS 21 preiskovancev, kar predstavlja 9,7 % vseh preiskovancev v vzorcu, oz. 48,8 % preiskovancev, ki so družinsko obremenjeni z NSS; 7 je fantov (33,3 %) in 14 deklet (66,7 %).

#### **2.3.5 Družinska pojavnost motenj srčnega ritma**

41 preiskovancev (19,0 % vseh preiskovancev) družinskega člana z motnjami srčnega ritma v širši družini, in sicer 15 fantov (36,6 %) in 26 deklet (63,4 %); 24 je športnikov (58,5 %) in 17 ne-športnikov (41,5 %); med njimi ima 15 preiskovancev ožjega družinskega člana z motnjami ritma (6,9 % vseh preiskovancev), in sicer 6 fantov (40 %) in 9 deklet (60 %); 7 športnikov (46,7 %) in 8 ne-športnikov (53,3 %) (Priloga 3.13: Graf 6).

24 športnikov (21,1 % vseh športnikov) ima družinskega člana z motnjami srčnega ritma v širši družini, in sicer 12 fantov (50 %) in 12 deklet (50 %); od tega ima 7 športnikov (6,1 % vseh športnikov) ožjega družinskega člana z motnjami srčnega ritma, in sicer 4 fantje (57,1 %) in 3 dekleta (42,9 %).

17 ne-športnikov ima v širši družini člana z motnjami srčnega ritma (16,7 % vseh ne-športnikov), in sicer 3 fantje (17,6 %) in 14 deklet (82,4 %); od tega ima 8 ne-športnikov (7,8 % vseh ne-športnikov) ožjega družinskega člana z motnjami srčnega ritma, in sicer 2 fanta (25 %) in 6 deklet (75 %).

#### **2.3.6 Sinkopa/izguba zavesti**

Med 216 preiskovanci je 48 (22,2 % vseh preiskovancev) že utrpelo sinkopo, in sicer 17 fantov (35,4 %) in 31 deklet (64,6 %), od tega 24 športnikov (50 %) in 24 ne-športnikov (50 %) (Priloga 14: Graf 7).

Od 24 športnikov (21,1 % vseh športnikov), ki so že utrpeli sinkopo, je 11 fantov (15,9 %) in 13 deklet (28,8 %).

Od 24 ne-športnikov (23,5 %), ki so že utrpeli sinkopo, je 6 fantov (15,8 %) in 18 deklet.

Med 24 športniki, ki so doživeli sinkopo, je 11 fantov (45,8 %) in 13 deklet (54,2 %). Med 24 ne-športniki, ki so doživeli sinkopo je 6 fantov (25 %) in 18 deklet (75 %).

### **2.3.7 Posnet EKG pred vključitvijo v raziskavo**

119 preiskovancev (55,1 %) je imelo v preteklosti posnet EKG, in sicer 82 športnikov (68,9 %) ter 37 ne-športnikov (31,1 %); 97 preiskovancev (44,9 %) nikoli ni imelo posnetega EKG. Med vsemi 119 preiskovanci, ki so imeli v preteklosti posnet EKG, je 67 fantov (56,3 %) in 52 deklet (43,7 %). Med 97 preiskovanci, ki še nikoli poprej niso imeli posnetega EKG, je 32 fantov (33,0 %) in 65 deklet (67,0 %) (Priloga 3.15: Graf 8, Priloga 3.16: Graf 9).

Med 82 športniki, ki so že imeli v preteklosti posnet EKG, je 50 fantov (61,0 %) in 32 deklet (39,0 %). Med 37 ne-športniki, ki so že imeli v preteklosti posnet EKG je 17 fantov (45,9 %) in 20 deklet (54,1 %).

### **2.3.8 Telesna višina**

Najnižja telesna višina preiskovancev je bila 154 cm, najvišja 206 cm, povprečna  $174,0 \pm 8,7$  cm. Najmanjši fantje so merili 161 cm, največji 206 cm, povprečno  $180,1 \pm 7,2$  cm, najmanjša dekleta 154 cm, največja 189 cm, povprečno  $168,5 \pm 5,9$  cm.

S Pearsonovim testom korelacije sva ugotovili statistično značilno pozitivno korelacijo telesne višine z naslednjimi parametri: telesno težo ( $p < 0,0001$ ) (Priloga 3.17: Graf 10), ITM ( $p = 0,002$ ), obsegom pasu ( $p < 0,0001$ ), sistoličnim tlakom ( $p < 0,0001$ ), diastoličnim tlakom ( $p = 0,001$ ), Sokolovim indeksom ( $p = 0,001$ ), dvigom J točke ( $p < 0,0001$ ) ter negativno korelacijo s pulzom ( $p = 0,011$ ) in frekvenco v EKG ( $p = 0,021$ ).

Povprečna telesna višina vseh športnikov je bila  $176,4 \pm 8,5$  cm, ne-športnikov pa  $171,8 \pm 8,4$  cm (Priloge 3.27-3.33: Tabela 1-7)).

S t-testom sva ugotovili statistično značilno razliko v telesni višini med športniki in ne-športniki ( $p < 0,0001$ ). Športniki so imeli povprečno telesno višino za 4,6 cm večjo od ne-športnikov.

Povprečna telesna višina fantov športnikov je bila  $180,9 \pm 7,4$  cm, ne-športnikov pa  $178,5 \pm 6,6$  cm. Povprečna telesna višina deklet športnic je bila  $169,5 \pm 4,6$  cm, ne-športnic pa  $167,9 \pm 6,7$  cm. S t-testom nisva odkrili statistično značilne razlike v telesni višini med športniki in ne-športniki ( $p = 0,89$ ), pa tudi ne med športnicami in ne-športnicami ( $p = 0,162$ ).

### **2.3.9 Telesna teža**

Najnižja telesna teža preiskovancev je bila 42 kg, najvišja 106 kg, povprečna  $64,9 \pm 11,3$  kg. Najlažji fantje so tehtali 42 kg, najtežji 106 kg, povprečno  $70,7 \pm 11,5$  kg. Najlažja dekleta so tehtala 42 kg, najtežja 89 kg, povprečno  $59,2 \pm 7,6$  kg (Priloge 3.27–3.33: Tabele 1-7).

S Pearsonovim testom korelacije sva ugotovili statistično značilno pozitivno korelacijo telesne teže z naslednjimi parametri: telesno višino ( $p < 0,0001$ ) (Priloga 3.17: Graf 10), ITM ( $p < 0,0001$ ), obsegom pasu ( $p < 0,0001$ ) (Priloga 3.18: Graf 11), sistoličnim tlakom ( $p < 0,0001$ ) (Priloga 3.19: Graf 12), diastoličnim tlakom ( $p < 0,0001$ ) (Priloga 3.20: Graf 13), RR intervalom ( $p = 0,035$ ), Sokolovim indeksom ( $p = 0,006$ ) (Priloga 3.21: Graf 14), dvigom J točke ( $p < 0,0001$ ) (Priloga 3.22: Graf 15) ter negativno korelacijo s pulzom ( $p = 0,024$ ) in frekvenco v EKG ( $p = 0,016$ ).

Povprečna telesna teža športnikov je bila  $68,3 \pm 11,4$  kg, ne-športnikov pa  $61,0 \pm 9,8$  kg (Priloge 3.27-3.33: Tabele 1-7). S t-testom sva ugotovili statistično značilno razliko med skupinama ( $p < 0,0001$ ). Športniki so imeli povprečno telesno težo za 7,3 kg večjo od ne-športnikov.

Povprečna telesna teža fantov športnikov je bila  $73,1 \pm 11,3$  kg, ne-športnikov pa  $66,2 \pm 10,5$  kg. Povprečna telesna teža deklet športnic je bila  $61,0 \pm 6,7$  kg, ne-športnic pa  $57,9 \pm 8,0$  kg. S t-testom sva odkrili statistično značilno razliko v telesni teži med fanti športniki in ne-športniki ( $p = 0,003$ ), pa tudi med dekletimi športnicami in ne-športnicami ( $p = 0,032$ ).

### **2.3.10 Indeks telesne mase (ITM)**

Najnižji ITM v vzorcu je bil  $15 \text{ kg/m}^2$ , najvišji  $33 \text{ kg/m}^2$ , povprečen  $20,9 \pm 2,6 \text{ kg/m}^2$ . Pri fantih je bil najnižji  $16 \text{ kg/m}^2$ , najvišji  $33 \text{ kg/m}^2$ , povprečni  $21,4 \pm 2,8 \text{ kg/m}^2$ , pri dekletih pa najnižji  $15 \text{ kg/m}^2$ , najvišji  $27 \text{ kg/m}^2$  in povprečen  $20,4 \pm 2,3 \text{ kg/m}^2$  (Priloge 3.27-3.33: Tabele 1-7).

S Pearsonovim testom korelacije sva ugotovili statistično značilno pozitivno korelacijo ITM z naslednjimi parametri: telesno višino ( $p = 0,002$ ), telesno težo ( $p < 0,0001$ ), obsegom pasu ( $p < 0,0001$ ), sistoličnim tlakom ( $p < 0,0001$ ), diastoličnim tlakom ( $p = 0,001$ ), dvigom J točke ( $p = 0,012$ ).

Povprečen ITM vseh športnikov je bil  $21,5 \pm 2,5 \text{ kg/m}^2$ , vseh ne-športnikov pa  $20,2 \pm 2,5 \text{ kg/m}^2$ . S t-testom sva odkrili statistično značilno razliko v ITM med skupinama ( $p < 0,0001$ ). Športniki so imeli povprečno za  $1,3 \text{ kg/m}^2$  večji ITM od ne-športnikov.

Pri fantih športnikih je bil povprečen ITM  $22,0 \pm 2,7 \text{ kg/m}^2$ , pri ne-športnikih pa  $20,4 \pm 2,8 \text{ kg/m}^2$ . Pri dekletih športnicah je bil povprečen ITM  $20,8 \pm 2,1 \text{ kg/m}^2$ , pri ne-športnicah pa  $20,1 \pm 2,3 \text{ kg/m}^2$ . S t-testom sva odkrili statistično značilno razliko v ITM med fanti športniki in ne-športniki ( $p=0,005$ ), pri dekletih pa razlika ni bila statistično značilna ( $p=0,123$ ).

#### **2.3.11 Obseg pasu**

Med preiskovanci je bil najmanjši obseg pasu 60 cm, največji 99 cm, povprečen  $73,8 \pm 7,1$  cm. Fantje so imeli najmanjši obseg 61 cm, največji 99 cm, povprečen  $77,4 \pm 6,8$  cm. dekletih pa najmanjši 60 cm, največji 87 cm, povprečen  $70,3 \pm 5,4$  cm (Priloge 3.27-3.33: Tabele 1-7).

S Pearsonovim testom korelacije sva odkrili statistično značilno pozitivno korelacijo z naslednjimi parametri: telesno višino ( $p<0,0001$ ), telesno težo ( $p<0,0001$ ) (Priloga 3.18: Graf 11), ITM ( $p<0,0001$ ), sistoličnim tlakom ( $p<0,0001$ ), diastoličnim tlakom ( $p<0,0001$ ), Sokolovim indeksom ( $p=0,015$ ), dvigom J točke ( $p<0,0001$ ).

Povprečni obseg pasu vseh športnikov je bil  $75,4 \pm 6,9$  cm, vseh ne-športnikov pa  $72,0 \pm 6,8$  cm. S t-testom sva odkrili statistično značilno razliko med skupinama ( $p<0,0001$ ); športniki so imeli povprečno za 3,4 cm večji obseg pasu.

Pri fantih športnikih je bil povprečen obseg pasu  $77,9 \pm 6,6$  cm, pri ne-športnikih pa  $76,3 \pm 7,2$  cm, pri dekletih športnicah  $71,6 \pm 5,7$  cm, pri ne-športnicah pa  $69,4 \pm 5,0$  cm. Pri fantih s t-testom nisva ugotovili statistično značilne razlike v obsegu pasu med športniki in ne-športniki ( $p=0,239$ ), pri dekletih pa se je pokazala značilna razlika ( $p=0,036$ ).

#### **2.3.12 Krvni pritisk**

Najnižja vrednost sistoličnega pritiska v celotnem vzorcu je bila 95 mmHg, najvišja 183 mmHg, povprečna  $133 \pm 17$  mmHg. Pri fantih je bil najnižji sistolični pritisk 101 mmHg, najvišji 183 mmHg, povprečen  $141 \pm 17$  mmHg, pri dekletih pa najnižji 95 mmHg, najvišji 178 mmHg, povprečen  $127 \pm 15$  mmHg (Priloge 3.27-3.33: Tabele 1-7)).

S Pearsonovim testom korelacije sva odkrili statistično značilno pozitivno korelacijo sistoličnega pritiska z naslednjimi parametri: telesna višina ( $p<0,0001$ ), telesna teža ( $p<0,0001$ ) (Priloga 3.19: Graf 12), ITM ( $p<0,0001$ ), obseg pasu ( $p<0,0001$ ), dvig J točke ( $p=0,001$ ).

Povprečna vrednost sistoličnega krvnega pritiska je bila pri vseh športnikih  $137 \pm 18$  mmHg, pri vseh ne-športnikih pa  $130 \pm 16$  mmHg. T-test je pokazal statistično značilno razliko med skupinama ( $p=0,001$ ). Športniki so imeli v povprečju za 8 mm Hg višji sistolični krvni pritisk.

Pri fantih športnikih je bil povprečen sistolični pritisk  $143 \pm 17$  mmHg, pri ne-športnikih  $137 \pm 16$  mmHg, pri dekletih športnicah  $129 \pm 17$  mmHg, pri ne-športnicah pa  $125 \pm 13$  mmHg. S t-testom nisva potrdili statistično značilne razlike v sistoličnem krvnem pritisku pri fantih med športniki in ne-športniki ( $p=0,129$ ), pa tudi ne pri dekletih ( $p=0,130$ ).

Najnižja vrednost diastoličnega pritiska v celotnem vzorcu je bila 41 mmHg, najvišja 124 mmHg, povprečna  $72 \pm 12$  mmHg. Pri fantih je bil najnižji diastolični krvni pritisk 44 mmHg, najvišji 116 mmHg, povprečen  $74 \pm 11$  mmHg, pri dekletih pa najnižji 41 mmHg, najvišji 124 mmHg, povprečen  $71 \pm 12$  mmHg (Priloge 3.27-3.33: Tabele 1-7).

S Pearsonovim testom korelacije sva odkrili statistično značilno pozitivno korelacijo diastoličnega tlaka z naslednjimi parametri: telesna višina ( $p=0,001$ ), telesna teža ( $p<0,0001$ ) (Priloga 3.20: Graf 13), ITM ( $p<0,001$ ), obseg pasu ( $p<0,0001$ ), pulz ( $p<0,0001$ ).

Povprečna vrednost diastoličnega pritiska je bila pri vseh športnikih  $73 \pm 12$  mmHg, pri vseh ne-športnikih pa  $71 \pm 12$  mmHg. S t-testom sva ugotovili, da ni statistično značilne razlike med skupinama ( $p=0,358$ ).

Pri fantih športnikih je bila povprečna vrednost diastoličnega pritiska  $74 \pm 12$  mmHg, pri ne-športnikih pa  $73 \pm 10$  mmHg, pri dekletih športnicah  $71 \pm 11$  mmHg, pri ne-športnicah  $70 \pm 13$  mmHg. S t-testom sva ugotovili, da ni statistično značilne razlike v višini diastoličnega pritiska pri fantih športnikih in ne-športnikih ( $p=0,591$ ), pa tudi ne pri dekletih ( $p=0,895$ ).

### **2.3.13 Pulz**

Preiskovanci so imeli najnižjo vrednost pulza 47/min, najvišjo 130/min, povprečno  $76 \pm 15$ /min. Pri fantih je bil najnižji pulz 47/min, najvišji 120/min, povprečen  $72 \pm 14$ /min, pri dekletih pa najnižji 48/min, najvišji 130/min, povprečen  $80 \pm 14$ /min (Priloge 3.27-3.33: Tabele 1-7).

S Pearsonovim testom korelacije sva odkrili statistično značilno pozitivno korelacijo pulza z diastoličnim pritiskom ( $p<0,0001$ ), frekvenco v EKG ( $p<0,0001$ ) in QTc dobo ( $p<0,0001$ ) ter negativno korelacijo z naslednjimi parametri: telesna višina ( $p=0,011$ ), telesno težo

( $p=0,024$ ), QT dobo ( $p<0,0001$ ), RR intervalom ( $p<0,0001$ ), Sokolovim indeksom ( $p=0,23$ ) in dvigom J točke ( $p=0,002$ ) (Priloga 3.23: Graf 16).

Povprečen pulz je bil pri športnikih  $72 \pm 14$  utripov/min, pri ne-športnikih pa  $80 \pm 14$  utripov/min. S t-testom sva potrdili statistično značilno razliko med skupinama ( $p<0,0001$ ); športniki imajo v povprečju za 8 utripov/min nižji pulz od ne-športnikov.

Pri fantih športnikih je bil povprečen pulz  $74 \pm 13$  utripov/min, pri ne-športnikih pa  $73 \pm 15$  utripov/min, pri dekletih športnicah  $76 \pm 15$  utripov/min, pri ne-športnicah  $82 \pm 13$  utripov/min. S t-testom sva potrdili statistično značilno razliko v višini pulza med fanti športniki in ne-športniki ( $p=0,006$ ), pa tudi med dekleti športnicami in ne-športnicami ( $p=0,028$ ).

### **2.3.14 Elektrokardiogram – meritve parametrov**

#### **2.3.14.1 PQ doba**

V celotnem vzorcu je najkrajša PQ doba 86 ms, najdaljša 230 ms, povprečna  $149 \pm 26$  ms. Pri fantih je najkrajša PQ doba 86 ms, najdaljša 230 ms, povprečna  $150 \pm 27$  ms, pri dekletih pa najkrajša 100 ms, najdaljša 196 ms, povprečna  $149 \pm 25$  ms (Priloge 3.27-3.33: Tabele 1-7).

S Pearsonovim testom korelacije sva odkrili statistično značilno pozitivno korelacijo med PQ dobo in Sokolovim indeksom ( $p=0,030$ ) (Priloge 3.24: Graf 17), pozitivna korelacija z dvigom J točke pa je bila na meji statistične značilnosti ( $p=0,057$ ).

Pri športnikih je bila povprečna PQ doba  $151 \pm 26$  ms, pri ne-športnikih pa  $148 \pm 25$  ms. S t-testom nisva odkrili statistično značilne razlike med skupinama ( $p=0,466$ ).

Pri fantih športnikih je bila povprečna PQ doba  $151 \pm 26$  ms, pri ne-športnikih  $147 \pm 29$  ms, pri dekletih športnicah  $149 \pm 28$  ms, pri ne-športnicah  $149 \pm 23$  ms. S t-testom nisva ugotovili razlik v trajanju PQ dobe pri fantih športnikih in ne-športnikih ( $p=0,410$ ), pa tudi ne pri dekletih ( $p=0,891$ ) (Priloge 3.27-3.33: Tabele 1-7).

#### **2.3.14.2 QRS kompleks**

V vzorcu je bil najožji QRS kompleks 70 ms, najširši 110 ms, povprečen  $85 \pm 7$  ms. Pri fantih traja najožji QRS kompleks 72 ms, najširši 110 ms, povprečen  $85 \pm 7$  ms, pri dekletih pa najožji QRS kompleks 70 ms, najširši 110 ms, povprečen  $85 \pm 8$  ms.

S Pearsonovim testom korelacije sva odkrili statistično značilno pozitivno korelacijo širine QRS kompleksa s trajanjem QT dobe ( $p=0,001$ ) (Priloga 3.25: Graf 18) in z dvigom J točke ( $p=0,020$ ). S trajanjem QTc dobe ni bilo povezave ( $p=0,170$ ).

Pri športnikih je bilo povprečno trajanje QRS kompleksa  $85 \pm 7$  ms, pri ne-športnikih pa  $84 \pm 8$  ms. S t-testom nisva odkrili statistično značilne razlike med skupinama ( $p=0,166$ ).

Pri fantih športnikih je bilo povprečno trajanje QRS kompleksa  $85 \pm 6$  ms, pri ne-športnikih  $85 \pm 9$  ms, pri dekletih športnicah  $87 \pm 9$  ms, pri ne-športnicah pa  $83 \pm 7$  ms. S t-testom sva ugotovili, da med fanti športniki in ne-športniki ni razlike v trajanju QRS kompleksa ( $p=0,739$ ), pri dekletih pa je statistično značilna razlika ( $p=0,035$ ) (Priloge 3.27-3.33: Tabele 1-7).

#### **2.3.14.3 QT doba in QTc interval**

Med preiskovanci je najkrajša QT doba 206 ms, najdaljša 560 ms, povprečna  $373 \pm 29$  ms. Pri fantih je najkrajša QT doba 320 ms, najdaljša 480 ms, povprečna  $373 \pm 23$  ms, pri dekletih je najkrajša 206 ms, najdaljša 560 ms, povprečna  $372 \pm 33$  ms.

S Pearsonovim testom korelacije sva odkrili statistično značilno pozitivno korelacijo med QT dobo in dolžino QRS kompleksa ( $p=0,001$ ) (Priloga 3.25: Graf 18), z RR intervalom ( $p=0,001$ ), z dvigom J točke ( $p=0,035$ ) ter negativno korelacijo med trajanjem QT dobe in pulzom ( $p<0,0001$ ) in frekvenco v EKG ( $p<0,0001$ ).

Pri športnikih je bila povprečna QT doba  $378 \pm 26$  ms, pri ne-športnikih  $367 \pm 30$  ms. T-test je potrdil statistično značilno razliko v trajanju QT dobe med skupinama ( $p<0,003$ ); športniki imajo povprečno za 12 ms daljšo QT dobo od ne-športnikov.

Pri fantih športnikih je bila povprečna dolžina QT dobe  $380 \pm 21$  ms, pri ne-športnikih  $360 \pm 21$  ms, pri dekletih športnicah  $375 \pm 32$  ms, pri ne-športnicah pa  $370 \pm 34$  ms. S t-testom sva potrdili statistično značilno razliko v dolžini QT dobe med fanti športniki in ne-športniki ( $p<0,0001$ ), medtem ko se pri dekletih ta razlika ni pokazala ( $p=0,439$ ).

Po Bazettovi formuli izračunana QTc doba je za ves vzorec najkrajša 323 ms, najdaljša 537 ms, povprečna  $403 \pm 32$  ms. Pri fantih je najkrajša QTc doba 323 ms, najdaljša 537, povprečna  $399 \pm 35$  ms, pri dekletih je najkrajša 336 ms, najdaljša 481 ms, povprečna  $406 \pm 29$  ms.



S Pearsonovim testom korelacije sva odkrili statistično značilno pozitivno korelacijo QTc dobe s pulzom ( $p < 0,0001$ ) in frekvenco v EKG ( $p < 0,0001$ ) ter negativno korelacijo z RR intervalom ( $p < 0,0001$ ), Sokolovim indeksom ( $p = 0,004$ ) in dvigom J točke ( $p < 0,0001$ ).

Pri športnikih je bila povprečna QTc doba  $397 \pm 34$  ms, pri ne-športnikih pa  $409 \pm 28$  ms. T-test je potrdil statistično značilno razliko v trajanju QTc dobe med skupinama ( $p = 0,004$ ); športniki imajo povprečno za 13 ms krajšo QTc dobo.

Pri fantih športnikih je bila povprečna dolžina QTc dobe  $394 \pm 36$  ms, pri ne-športnikih  $409 \pm 30$  ms, pri dekletih športnicah  $401 \pm 31$  ms, pri ne-športnicah  $409 \pm 28$ . S t-testom sva potrdili statistično značilno razliko v dolžini QTC dobe med fanti športniki in ne-športniki ( $p = 0,026$ ), medtem ko pri dekletih ni bilo značilne razlike ( $p = 0,150$ ) (Priloge 3.27-3.33: Tabele 1-7).

#### **2.3.14.4 RR interval**

Najkrajši RR interval vzorca je 520 ms, najdaljši 1440 ms, povprečen  $878 \pm 175$  ms. Pri fantih je najkrajši 520 ms, najdaljši 1440 ms, povprečen  $898 \pm 185$  ms, pri dekletih je najkrajši 520 ms, najdaljši 1340 ms, povprečen  $858 \pm 163$  ms.

S Pearsonovim testom korelacije sva odkrili statistično značilno pozitivno korelacijo med RR intervalom in QT dobo ( $p < 0,0001$ ), Sokolovim indeksom ( $p = 0,001$ ) in dvigom J točke ( $p < 0,0001$ ) ter negativno korelacijo s pulzom ( $p < 0,0001$ ), frekvenco v EKG ( $p < 0,0001$ ) in QTc dobo ( $p < 0,0001$ ).

Pri športnikih je bil povprečen RR interval  $935 \pm 179$  ms, pri ne-športnikih pa  $814 \pm 147$  ms. S t-testom sva potrdili statistično značilno razliko v RR intervalih med skupinama ( $p < 0,0001$ ); športniki so imeli povprečno za 120 ms daljši RR interval.

Pri fantih športnikih je bil povprečen RR interval  $953 \pm 180$  ms, pri ne-športnikih  $797 \pm 149$  ms, pri dekletih športnicah  $906 \pm 176$  ms, pri ne-športnicah  $824 \pm 146$  ms. S t-testom sva potrdili statistično značilno razliko v trajanju RR intervala med fanti športniki in ne-športniki ( $p < 0,0001$ ), pa tudi med dekleti ( $p = 0,009$ ) (Priloge 3.27-3.33: Tabele 1-7).

#### **2.3.14.5 Sokolov indeks**

Najmanjši Sokolov indeks v vzorcu je bil 1 mV, največji 8 mV, povprečen  $2,6 \pm 1,1$  mV. Pri fantih je bil najmanjši 1 mV, največji 8 mV, povprečen  $3,0 \pm 1,1$  mV, pri dekletih najmanjši 1 mV, največji 5 mV, povprečen  $2,3 \pm 0,9$  mV.

S Pearsonovim testom korelacije sva ugotovili statistično značilno pozitivno korelacijo med Sokolovim indeksom in telesno višino ( $p=0,001$ ), telesno težo ( $p=0,006$ ) (Priloga 3.21, Graf 14), obsegom pasu ( $p=0,015$ ), trajanjem PQ dobe ( $p=0,030$ ) (Priloga 24, Graf 17), RR intervalom ( $p=0,001$ ), dvigom J točke ( $p<0,0001$ ) (Priloga 26, Graf 19) ter negativno korelacijo s pulzom ( $p=0,023$ ), frekvenco v EKG ( $p=0,005$ ) in QTc dobo ( $p=0,004$ ).

Pri športnikih je bil povprečen Sokolov indeks  $2,80 \text{ mV} \pm 1,11$ , pri ne-športnikih pa  $2,44 \pm 0,97 \text{ mV}$ . T-test je pokazal statistično značilno razliko v Sokolovem indeksu med skupinama ( $p=0,013$ ); športniki so imeli povprečno za  $0,36 \text{ mV}$  večji Sokolov indeks.

Pri fantih športnikih je bil povprečen Sokolov indeks  $3,06 \pm 1,15 \text{ mV}$ , pri ne-športnikih  $2,84 \pm 1,00 \text{ mV}$ , pri dekletih športnicah  $2,40 \pm 0,91 \text{ mV}$ , pri ne-športnicah  $2,20 \pm 0,88 \text{ mV}$ . S t-testom nisva potrdili statistično značilne razlike v Sokolovem indeksu med fanti športniki in ne-športniki ( $p=0,333$ ), prav tako ne med dekleti ( $p=0,259$ ) (Priloge 3.27-3.33: Tabele 1-7).

#### **2.3.14.6 Dvig/spust J točke**

V vzorcu je bil razpon J točke od izolinije (0 mm) do dviga za največ 9 mm, povprečno za  $1,4 \pm 1,5 \text{ mm}$ . Spusta J točke nismo opazili v nobenem EKG. Pri fantih je bil razpon J točke od izolinije do največ 9 mm, povprečno  $1,9 \pm 1,5 \text{ mm}$ . Pri dekletih je bil razpon od izolinije do največ 4 mm, povprečno  $0,9 \pm 1,2 \text{ mm}$ .

S Pearsonovim testom korelacije sva ugotovili statistično pozitivno korelacijo med dvigom J točke in telesno višino ( $p<0,0001$ ), telesno težo ( $p<0,0001$ ), ITM ( $p=0,012$ ), obsegom pasu ( $p<0,0001$ ), sistoličnim krvnim pritiskom ( $p=0,001$ ), širino QRS kompleksa ( $p=0,020$ ), trajanjem QT dobe ( $p=0,035$ ), RR intervalom ( $p<0,0001$ ), Sokolovim indeksom ( $p<0,0001$ ) (Priloga 3.26, Graf 19) ter negativno korelacijo s pulzom ( $p=0,002$ ), frekvenco v EKG ( $p<0,0001$ ) in QTc dobo ( $p<0,0001$ ).

Pri športnikih je bil povprečen dvig J točke  $1,7 \pm 1,6 \text{ mm}$ , pri ne-športnikih pa za  $1,0 \pm 1,2 \text{ mm}$ . T-test je pokazal statistično značilno razliko v dvigu J točke med skupinama ( $p<0,0001$ ); športniki so imeli povprečno za  $0,7 \text{ mm}$  večji dvig J točke.

Pri fantih športnikih je bil povprečen dvig J točke  $2,1 \pm 1,6 \text{ mm}$ , pri ne-športnikih  $1,5 \pm 1,3 \text{ mm}$ , pri dekletih športnicah  $1,1 \pm 1,3 \text{ mm}$ , pri ne-športnicah  $0,8 \pm 1,1 \text{ mm}$ . S t-testom sva potrdili statistično značilno razliko v dvigu J točke med fanti športniki in ne-športniki

( $p=0,047$ ), medtem ko med dekleti razlike nisva dokazali ( $p=0,94$ ) (Priloge 3.27-3.33: Tabele 1-7).

#### **2.3.14.7 Frekvenca v EKG**

Med preiskovanci je bila najnižja frekvenca v EKG 43/min, najvišja 118/min, povprečna  $71 \pm 14$ /min, pri fantih je bila najnižja 43/min, najvišja 118/min, povprečna  $69 \pm 14$ /min, pri dekletih je bila najnižja 46/min, najvišja 116/min, povprečna  $73 \pm 14$ /min.

S Pearsonovim testom korelacije sva odkrili statistično značilno pozitivno korelacijo med frekvenco v EKG in pulzom ( $p<0,0001$ ) ter trajanjem QTc dobe ( $p<0,0001$ ) in negativno korelacijo s telesno višino ( $p=0,021$ ), telesno težo ( $p=0,016$ ), trajanjem QT dobe ( $p<0,0001$ ), RR intervalom ( $p<0,0001$ ), Sokolovim indeksom ( $p=0,005$ ), dvigom J točke ( $p<0,0001$ ).

Pri športnikih je bila povprečna srčna frekvenca v EKG posnetkih  $66 \pm 12$  utripov/min, pri ne-športnikih pa  $77 \pm 15$  utripov/min. S t-testom sva potrdili statistično značilno razliko med skupinama ( $p<0,0001$ ); športniki so imeli povprečno za 11 utripov/min nižjo srčno frekvenco.

Pri fantih športnikih je bila povprečna frekvenca srca v EKG posnetkih  $64 \pm 12$  utripov/min, pri ne-športnikih  $78 \pm 15$  utripov/min, pri dekletih športnicah  $68 \pm 14$  utripov/min, pri ne-športnicah  $76 \pm 14$  utripov/min. S t-testom sva potrdili statistično značilno razliko v srčni frekvenci med fanti športniki in ne-športniki ( $p<0,0001$ ), pa tudi med dekleti športnicami in ne-športnicami ( $p=0,007$ ) (Priloge 3.27-3.33: Tabele 1-7).

#### **2.3.14.8 Elektrokardiografske posebnosti**

- RSR vzorec smo odkrili pri 21 preiskovancih (9,7 % vseh preiskovancev), od tega je bilo 10 športnikov (9,6 %) in 11 ne-športnikov (10,8 %).
- LGL sindrom (kratka PQ doba brez delta vala) smo odkrili pri 5 preiskovancih (2,3 %), od tega je bil 1 športnik (0,9 % športnikov) in 4 ne-športniki (3,9 %).
- Zgodnja repolarizacija je bila prisotna pri 2 preiskovancih (0,9 %), oba sta športnika (1,8 % vseh športnikov z zgodnjo repolarizacijo).
- WPW sindrom smo odkrili pri 4 preiskovancih (1,9 %), od tega sta bila 2 športnika (1,8 % vseh športnikov) in 2 ne-športnika (2,0 %).
- Ventrikularni bigeminus je bil prisoten pri 1 preiskovancu (0,5 %), ki je bil ne-športnik (0,9 %).
- EKG po tipu Brugada sindroma smo odkrili pri 2 preiskovancih (0,9 %), oba sta bila športnika (1,8 % vseh športnikov).

- LQTS smo odkrili pri 1 preiskovancu (0,5 %), ki je bil športnik (0,9 % vseh športnikov).

S t-testom smo ugotovili, da med športniki in ne-športniki ni bilo statistično značilne razlike v številu EKG posebnosti ( $p=0,214$ ).

S chi-kvadrat testom pri posameznikih z anamnezo NSS v družini (ne glede na ukvarjanje s športom) nisva potrdili statistično značilno več EKG posebnosti, ki bi lahko bile povezane z nevarnimi motnjami srčnega ritma ( $p=0,0837$ ).

## **2.4 Razprava, interpretacija rezultatov**

Preiskovani vzorec dijakov starostnega razpona 4 let je bil enakomerno zastopan po spolu (49,5 % moških vs. 50,5 % žensk) in po ukvarjanju s kompetitivnim športom (52,8 % športnikov); med samimi športniki pa je bilo več fantov (3/5), ki so bili razvrščeni v 16 panog.

V družinski obremenitvi z NSS ni bilo značilne razlike med športniki in ne-športniki (10,2 % vs. 9,7 %); zanimivo je, da je v obeh skupinah prevladujejo dekleta.

Med športniki in ne-športniki ni razlike v pojavnosti sinkope v preteklosti, med športniki je majhna razlika po spolu, med ne-športniki pa je  $\frac{3}{4}$  deklet (tudi v celotnem vzorcu je več deklet po sinkopi, 2/3), kar je skladno z ugotovitvami dosedanjih raziskav (že Framinghamska raziskava je poročala večjo incidenco sinkop pri ženskah (19), Jungwaejeva skupina večjo incidenco vazovagalnih sinkop prav tako pri ženskah (20)).

Glede na to, da bi po smernicah ameriških pediatrov in združenja za športno medicino morali vsi otroci/adolescenti - kompetitivni športniki imeti pregled kardiovaskularnega sistema, vključno s posnetkom 12-kanalnega EKG (11, 12, 13), je presenetljiv podatek, da kar 1/3 naših športnikov še nikoli ni imela posnetega EKG. Redne letne preglede s snemanjem EKG so imeli edino plavalci in nogometaši, občasno še košarkarji, atleti, veslači.

V telesni teži med športniki in ne-športniki ni bilo pomembne razlike, zlasti ob primerjavi obeh skupin za isti spol, so pa bili tako športniki ( $p=0,003$ ) kot športnice ( $p=0,032$ ) značilno težji od vrstnikov, čeprav so imeli značilno višji ITM le fantje – športniki ( $p=0,005$ ), dekleta

športnice pa so imele značilno večji obseg pasu od vrstnic ( $p=0,036$ ). Te konstitucijske razlike pripisujeva razliki v mišični masi med skupino športnikov in ne-športnikov.

Med športniki in ne-športniki sva ugotovili sicer značilno razliko v višini sistoličnega pritiska, kar bi lahko razložili s pozitivno korelacijo sistoličnega pritiska s telesno višino ( $p<0,0001$ ), težo ( $p<0,0001$ ), ITM ( $p<0,0001$ ), obsegom pasu ( $p<0,0001$ ) (pri športnikih so bili ti parametri večji), ki pa se pri primerjavi skupin znotraj istega spola ni pokazala za značilno. Diastolični pritisk imajo športniki in ne-športniki primerljiv.

Srčna frekvenca, merjena z aparatom za merjenje krvnega pritiska, zlasti pa v EKG posnetkih je pri najinih športnikih ( $p<0,0001$ ) in športnicah ( $p=0,007$ ) signifikantno nižja, podobno kot je ugotavljal Zehender s sodelavci, ko je spremljal EKG-je atletov (15), saj gre za prilagoditev kardiovaskularnega sistema na redne intervalne treninge (10). V skladu s počasnejšim utripom/bradikardijo je bil tudi signifikatno daljši povprečen RR interval športnikov ( $p<0,0001$ ) in športnic ( $p=0,009$ ). Nekoliko drugačne sva dobili ostale EKG parametre, kar si razlagava z raznoliko skupino športnikov glede na panoge, medtem ko je Zehenderjeva skupina imela le trenirane atlete. (Priloga 9, Graf 3). PQ doba športnikov in ne-športnikov je bila primerljiva, QRS kompleks je bil značilno širši le pri dekletih športnicah glede na vrstnice, QT doba pa daljša le pri fantih športnikih, QTc doba (prilagojena frekvenci) pa je glede na statistično značilno nižjo frekvenco športnikov tudi značilno krajša pri športnikih ( $p=0,004$ ), vendar se je pri primerjavi skupin znotraj istega spola pokazala signifikantna le med fanti športniki in ne-športniki ( $p=0,004$ ), kar pa se sicer ujema s tem, da so dekleta športnice imele povprečno višji pulz od fantov športnikov. Med celotno skupino športnikov in ne-športnikov je bila značilna razlika v Sokolovem indeksu ( $p=0,013$ ), ki predstavlja voltažni kriterij za HLV, za katerega je Spirito potrdil dobro korelacijo z ultrazvočno potrjeno HLV pri mladih atletih (16), vendar znotraj spolov pri najini raziskavi razlika ponovno ni bila značilna, kar bi spet lahko pripisali veliki disperziji športnih panog, od vzdržljivostnih športov, kjer smo dobivali visoke Sokolove indekse, dejansko v območju HLV po voltažnem kriteriju (meja za HLV je 3,5 mV, naši plavalci in nogometaši so imeli čez 4 mV, pa vse do posameznika z 8 mV) do golfa, plesa in sabljanja, kjer smo dobili vrednosti, podobne ne-športnim vrstnikom. Spiritova skupina je sicer mnenja, da vrsta športa ne vpliva na spremembe repolarizacije (16), a ta ugotovitev temelji predvsem na primerjavi med atletskimi panogami, medtem ko sva midve opazovali poleg atletov še športnike iz 15.-ih drugih panog. Dvig J točke je bil značilno višji pri športnikih ( $p<0,0001$ ), predvsem na račun pomembnega dviga J točke pri fantih športnikih ( $p=0,047$ ); pri dekletih se ni izrazil kot pomemben noben

EKG kriterij HLV, kar je verjetno povezano s tem, da se ukvarjajo pretežno z drugimi športnimi panogami; verjetno bi v večjem vzorcu dokazali značilno razliko tako v Sokolovem indeksu kot v dvigu J točke za oba spola med skupino športnikov in ne-športnikov; saj tudi pri dekletih – plavalkah in pri triatlonki izmerimo Sokolov indeks nad 3,5 mV, dvig J točke je za več kot 2 mm. Elevacije ST segmenta nismo uvrstili kot dodaten kriterij HLV, kot Sharma s sodelavci v svoji raziskavi na 1000 treniranih elitnih mladih atletih (14), glede na to, da je ob dvigu J točke tako ali tako prisotna tudi elevacija ST veznice. Denivelacij ST veznice oz. spusta J točke, kar bi kazalo na patološko HLV, ki ni več reverzibilna po nekem časovnem obdobju brez napornih treningov, tudi mi (podobno kot Sharmova in Zehenderjeva skupina (14, 15)) nismo opazali.

Med športniki in ne-športniki ni bilo statistično značilne razlike v številu EKG posebnosti ( $p=0,214$ ), kjer sva opazovali prisotnost sprememb, ki niso neposredno povezane s HLV oz. prilagoditvijo srca na napor, nekatere so tudi npr. prirojene (WPW sindrom, Brugada sindrom, LGL sindrom, LQTS), saj športniki niso v osnovi »bolj bolna« skupina od ne-športnikov. Glede na to, da 1/3 športnikov še nikoli ni imela posnetega EKG, pa je zanimiv podatek, da sva prav med temi odkrili 2 preiskovanca z Brugada vzorcem v EKG (edina v celotnem vzorcu), prav tako edini preiskovanec z LQTS in QT dobo 560 ms oz. QTc dobo 481 ms. Oba sindroma sta povezana z življenjsko nevarnimi motnjami srčnega ritma in NSS, zlasti ADRV, v katero spada tudi sindrom Brugada in za katero je Corradova skupina v avtopsijski študiji ugotavljala, da je najpogostejši vzrok NSS pri športnikih (18). EKG vzorec WPW sindroma sva odkrili pri 4 preiskovancih, 2 športnikih (iz skupine, ki še ni nikoli imela posnetega EKG) in 2 ne-športnikih; tudi ta je lahko potencialno povezan z NSS, če pride do nastopa atrijske fibrilacije, ki se prevaja po akcesorni poti (ki nima dekrementalnih lastnosti in ne upočasnjuje prevajanja) mimo AV vozla na prekate, v katerih lahko degenerira v VF, zato je pomembno, da se odkrije pri športnikih, kot tudi opozarja skupina Serra-Grime in sodelavcev (17). RSR vzorec, LGL sindrom nista sami po sebi povezana z NSS, prav tako ne enostavne motnje srčnega ritma, kot je ventrikularni bigeminus, vendar je tudi pri teh posameznikih, če se ukvarjajo s tekmovalnim športom, potreben skrben pregled za izključitev prirojenih bolezni, ki bi lahko bile povezane z NSS (17).

Med družinsko obremenitvijo z NSS in EKG posebnostmi, ki bi lahko bile povezane z nevarnimi motnjami srčnega ritma, nisva potrdili statistično značilne korelacije ( $p=0,0837$ ), morda bi se pokazala na večjem vzorcu preiskovancev.

## 2.5 Zaključek, sklepi

NSS je pri otrocih in adolescentih redka. Pri športnikih je 2-2,5-krat večje tveganje za NSS med tekmovanjem/treningom, zato morajo v skladu s smernicami imeti vsi posnet EKG (11, 12, 13).

Kot so nakazovale dosedanje študije, tudi midve med športniki in ne-športniki nisva ugotovili razlike v pojavnosti EKG sprememb, ki so lahko povezane z NSS (Brugada vzorec, LQTS, WPW sindrom), saj gre za prirojene bolezni, pomembno pa je, da se ob teh najdbah opravi skrbna kardiološka preiskava za izključitev prirojenih boleznih, kot so ADRV, HCM, ki so bile najpogostejši vzrok smrti športnikov na avtopsijskih študijah (3, 7, 11, 12, 13, 18). Prve hipoteze nisva potrdili, pomembna pa je ugotovitev, da 1/3 naših športnikov nikoli ni imela posnetega EKG, in ravno v tej tretjini sva odkrili 2 športnika z Brugada vzorcem, 1 z LQTS in 2 z WPW vzorcem – spremembami, ki potrebujejo skrben kardiološki pregled za potrditev/izključitev omenjenih boleznih, ki so povezane z NSS, kar opozarja, da naši mladi športniki v skladu s smernicami (11, 12, 13) potrebujejo vsaj 1 posnetek EKG, ko vstopajo v tekmovalni šport. Glede na enako pogostnost pojavljanja EKG sprememb, ki so lahko povezane z NSS tudi pri ne-športnikih, pa bi dejansko vsi otroci/adolescenti morali imeti vsaj 1-krat v sklopu sistematskega pregleda posnet EKG; v naši raziskavi jih je imela le dobra polovica (pa ne kot rutinski posnetek, marveč zaradi sinkope, občutka palpitacij ipd.).

Posebna pozornost velja posameznikom (ne glede na ukvarjanje s športom) z anamnezo NSS v družini zaradi možnih dednih aritmogenih boleznih; z najinim relativno majhnim vzorcem nisva potrdili, da bi bili posamezniki s posebnostmi v EKG družinsko obremenjeni z NSS.

Pri športnikih sva ugotovili več EKG sprememb, ki nakazujejo HLV (potrdili sva 2. hipotezo), za razliko od študije Spiritove skupine, ki ni ugotavljala razlike med športniki in ne-športniki v repolarizaciji (16), ter v skladu z ugotovitvami Sharpe in sodelavcev na 1000 treniranih elitnih atletih, ki so to razliko prav tako potrdili (14); razlika z ne-športniki je bila izrazitejša pri fantih, in sicer na račun drugačne zastopanosti športnih panog, saj se je pokazala jasna razlika v Sokolovem voltažnem kriteriju za HLV in dvigu J točke med posameznimi športi (potrdili sva 4. hipotezo), največje vrednosti so imeli plavalci, nogometaši, atleti, triatlonci, veslači, primerljive ne-športnikom pa plesalci, sabljač, igralec golfa.

Prav tako sva potrdili 3. hipotezo, da imajo športniki statistično značilno nižjo srčno frekvenco v mirovanju od ne-športnikov zaradi prilagoditve kardiovaskularnega sistema na velike intervalne obremenitve (10).

5. hipoteze, da je pri posameznikih z anamnezo NSS v družini (ne glede na ukvarjanje s športom) več EKG posebnosti, ki so lahko povezane z nevarnimi motnjami srčnega ritma, nisva potrdili ( $p=0,0837$ ), morda bi se pokazala na večjem vzorcu preiskovancev.

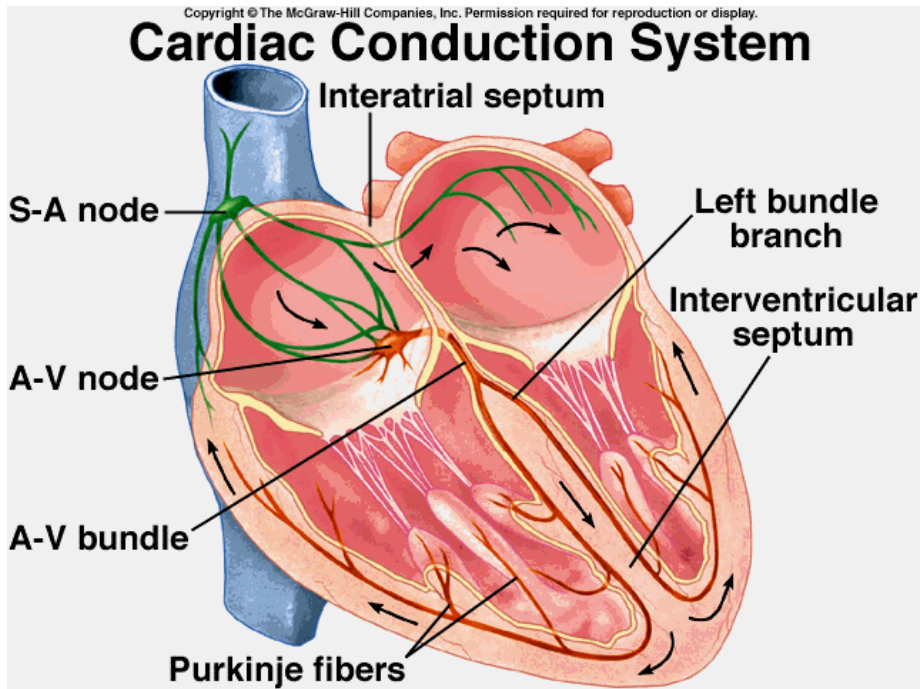
Na osnovi najine raziskave bi predlagali, da se vsem otrokom/adolescentom ne glede na družinsko obremenjenost z aritmijami/NSS vsaj 1-krat na sistematskem pregledu posname EKG, vsakemu športniku pa vsaj ob začetku ukvarjanja s tekmovalnim športom za izključitev posebnosti, ki so lahko povezane s prirojenimi boleznimi, nato pa glede na vrsto in intenzivnost športnega treninga občasna spremljanja, predvsem vzdržljivostnih športnikov, ki imajo izrazitejša spremembe repolarizacije in znake HLV v EKG.



### 3. PRILOGE

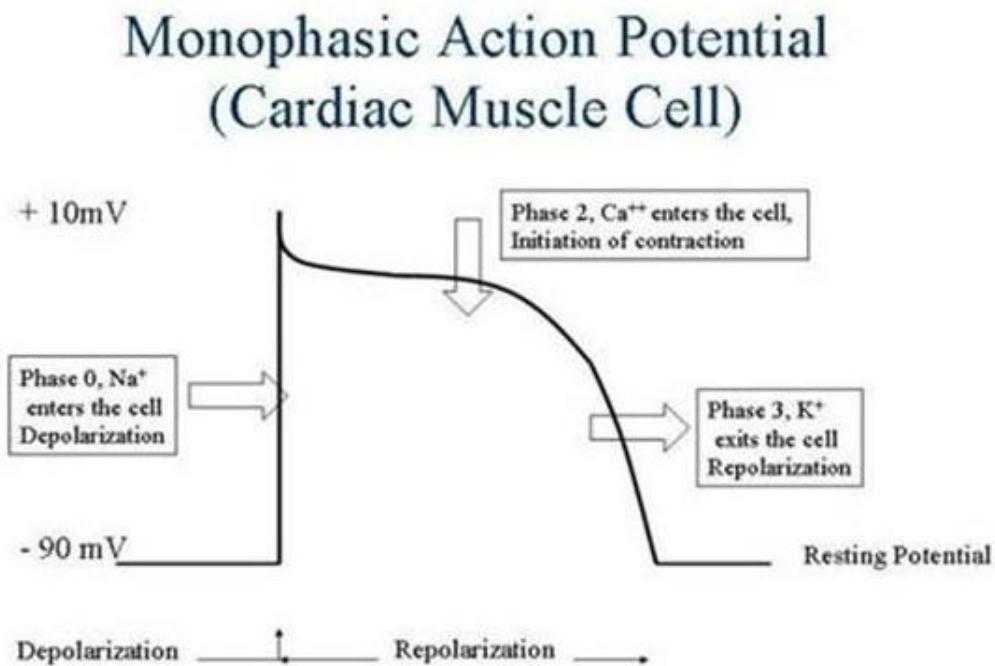
#### 3.1 Slika 1: Prevodni sistem srca (21)

Slika 1: Prevodni sistem srca



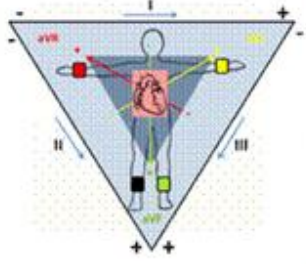
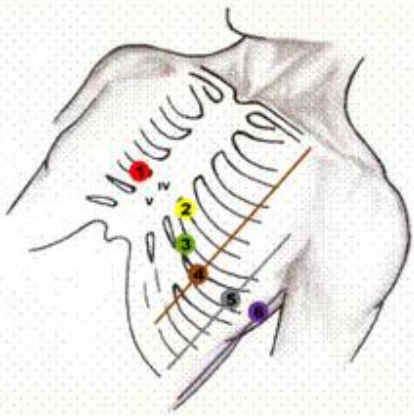
#### 3.2 Slika 2: Akcijski potencial srčne mišice (22)

Slika 2: Akcijski potencial srčne mišice



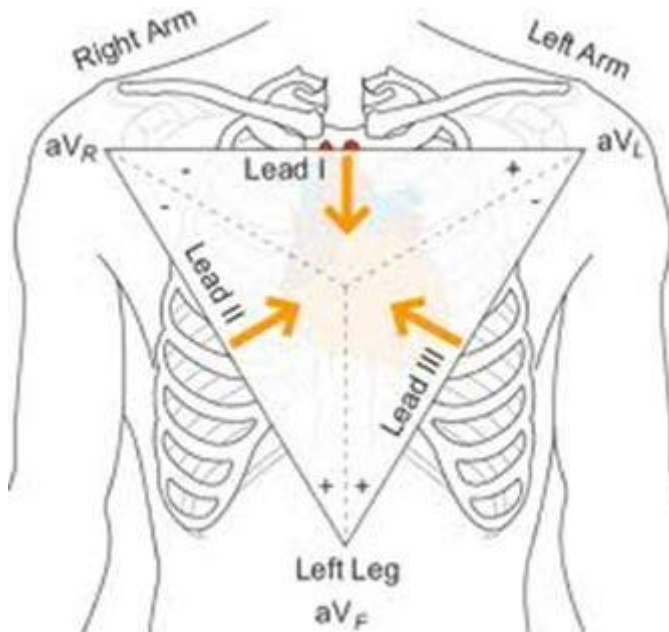
### 3.3 Slika 3: Namestitev elektrod za snemanje 12-kanalnega EKG (23)

Slika 3: Namestitev elektrod za snemanje 12-kanalnega EKG

limb	location of the lead		
 <p>bipolar extremity leads -Einthoven's leads-</p>	I	left upper limb	right upper limb
	II	+ left lower limb	- right upper limb
	III	left lower limb	left upper limb
<p>unipolar extremity leads -Goldberg's leads-</p>	aVR	right upper limb lead	
	aVL	left upper limb lead	
	aVF	left lower limb lead	
<p>unipolar chest leads -Wilson's leads-</p> 	V1	fourth intercostal space, just to the right of the sternum	
	V2	fourth intercostal space, just to the left of the sternum	
	V3	midway between V2 and V4, fifth intercostal space	
	V4	fifth intercostal space, midclavicular line on the left	
	V5	fifth intercostal space, anterior axillary line	
	V6	fifth intercostal space, midaxillary line	

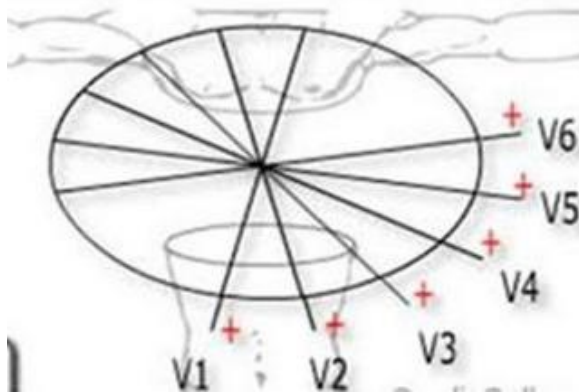
### 3.4 Slika 4: Frontalna ravnina snemanja standardnih, ekstremitetnih EKG odvodov z Einthovenovim trikotnikom (24)

Slika 4: Frontalna ravnina snemanja standardnih, ekstremitetnih EKG odvodov z Einthovenovim trikotnikom



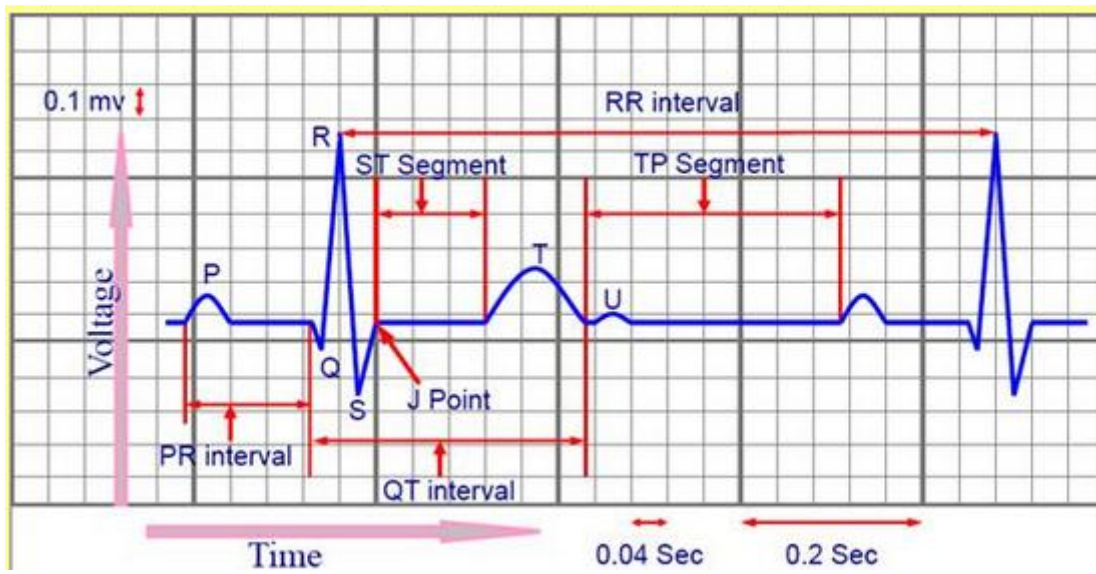
### 3.5 Slika 5: Horizontalna ravnina snemanja prekordialnih EKG odvodov (25)

Slika 5: Horizontalna ravnina snemanja prekordialnih EKG odvodov



### 3.6 Slika 6: Branje EKG zapisa: valovi, segmenti, intervali, točke. (26)

Slika 6: Branje EKG zapisa: valovi, segmenti, intervali, točke.



### **3.7: Anketa in meritve**

#### **ANKETA IN MERITVE**

##### ***ANKETA***

1. Ali je kdo v ožji/širši družini umrl nenadne srčne smrti oz. doživel nenadni srčni zastoj?

Obkroži pravilno trditev.

DA            NE

2. Ali se kdo v ožji/širši družini zdravi zaradi motenj srčnega ritma?

DA            NE

3. Če si na 2. vprašanje odgovoril z DA, ali gre za člana ožje družine (starši, bratje, sestre)?

DA            NE

4. Ali si kdaj izgubil zavest?

DA            NE

5. Ali so ti kdaj posneli EKG (elektrokardiogram)?

DA            NE

##### ***MERITVE:***

Spol:

Dopolnjena starost:

Tekmovalni šport (vsaj 4x tedensko): \_\_\_\_\_ (vrsta športa)

Telesna teža:

Telesna višina:

ITM:

Obseg pasu:

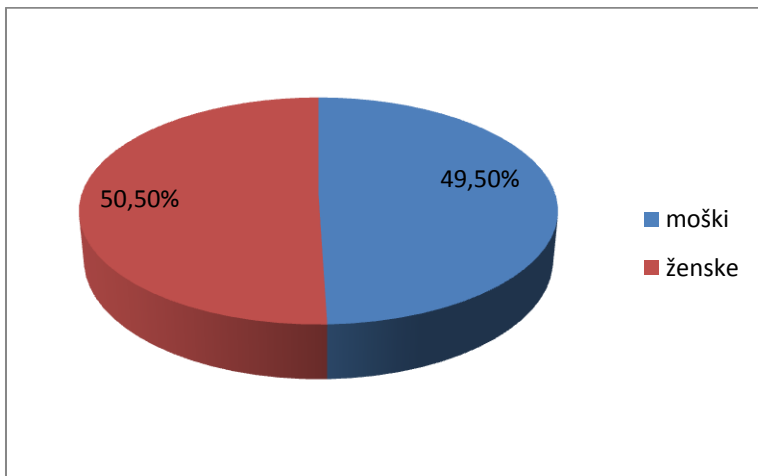
RR:

pulz:

EKG:

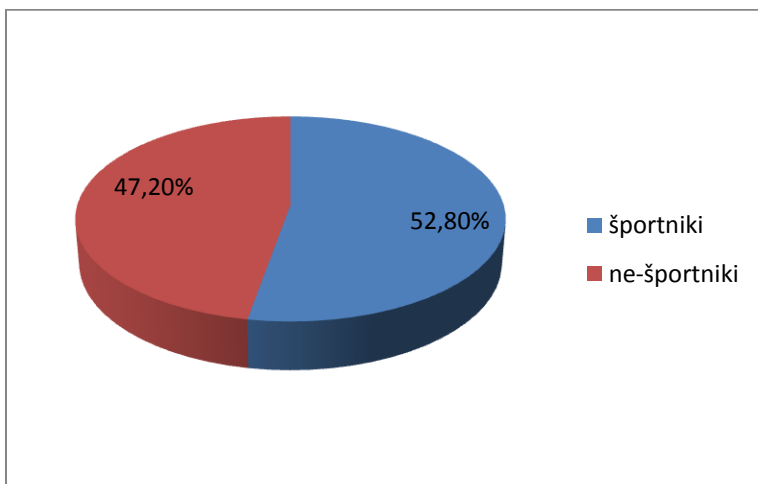
### 3.8 Graf 1: Razdelitev preiskovancev po spolu

Graf 1: Razdelitev preiskovancev po spolu



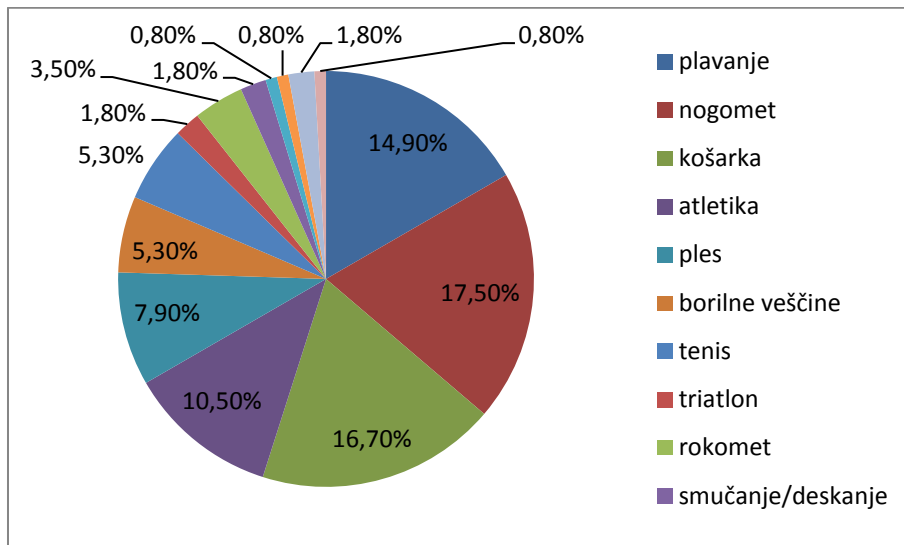
### 3.9 Graf 2: Delitev preiskovancev glede na aktivno ukvarjanje s športom

Graf 2: Delitev preiskovancev glede na aktivno ukvarjanje s športom



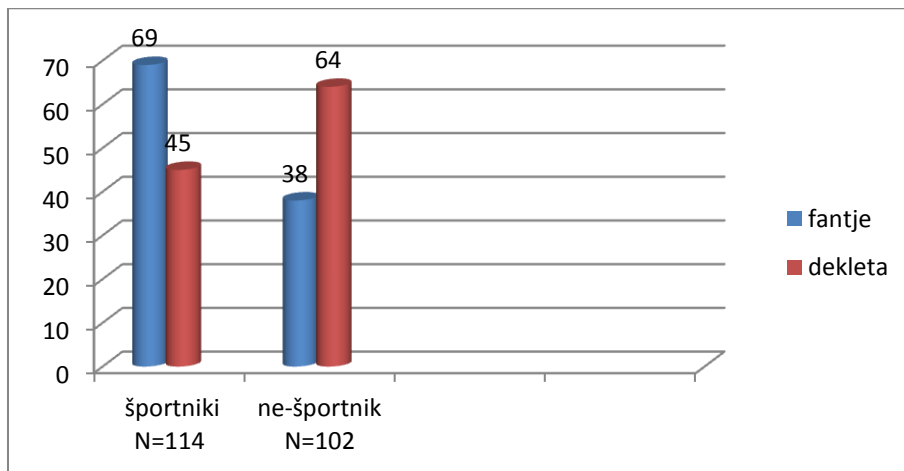
### 3.10 Graf 3: Zastopanost posameznih športov med 114 športniki

Graf 3: Zastopanost posameznih športov med 114 športniki



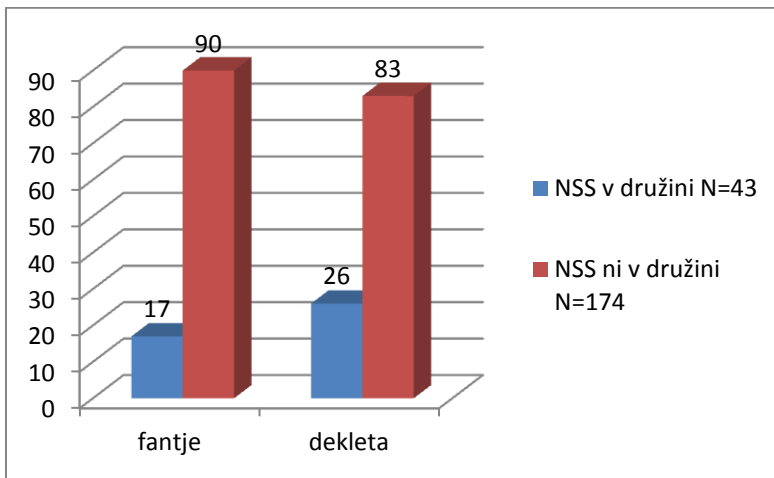
### 3.11 Graf 4: Razporeditev športnikov in ne-športnikov glede na spol

Graf 4: Razporeditev športnikov in ne-športnikov glede na spol



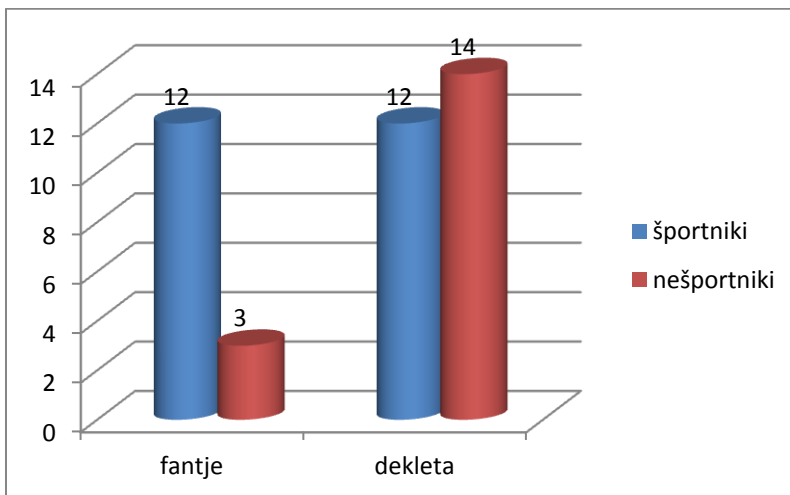
### 3.12 Graf 5: Družinska obremenitev z nenadno srčno

Graf 5: Družinska obremenitev z nenadno srčno smrtjo (NSS) pri fantih in dekletih



### 3.13 Graf 6: Motnje ritma v širši družini pri športnikih in ne-športnikih

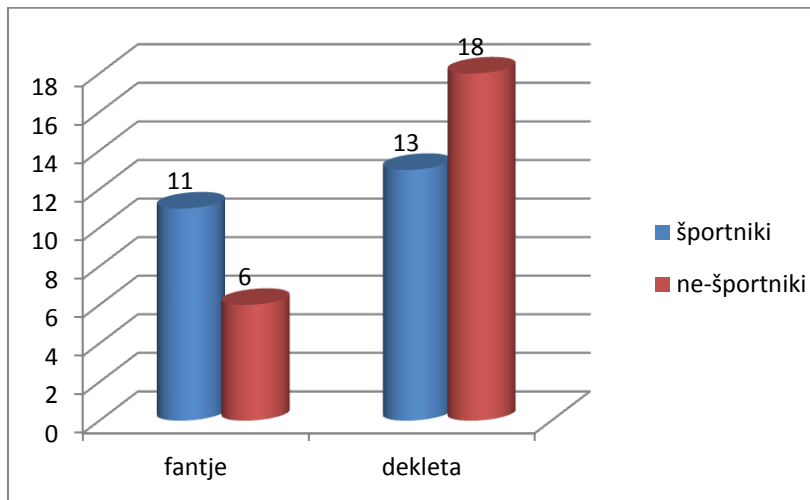
Graf 6: Motnje ritma v širši družini pri športnikih in ne-športnikih





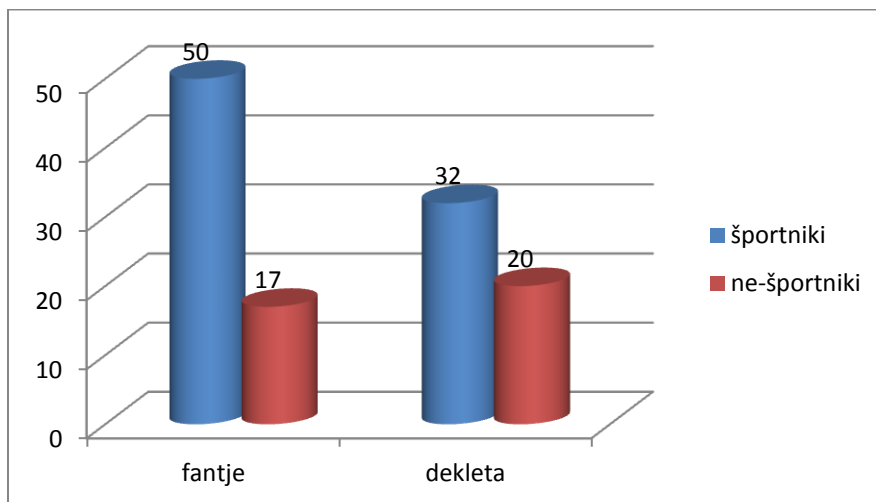
### 3.14 Graf 7: Sinkopa v preteklosti pri športnikih in ne-športnikih

Graf 7: Sinkopa v preteklosti pri športnikih in ne-športnikih



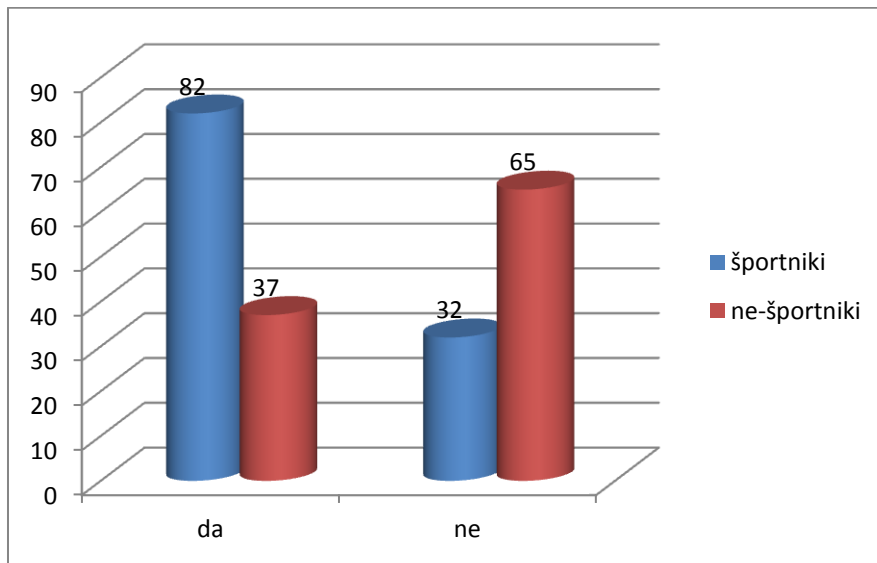
### 3.15 Graf 8: EKG posnetek v preteklosti pri športnikih in ne-športnikih

Graf 8: EKG posnetek v preteklosti pri športnikih in ne-športnikih



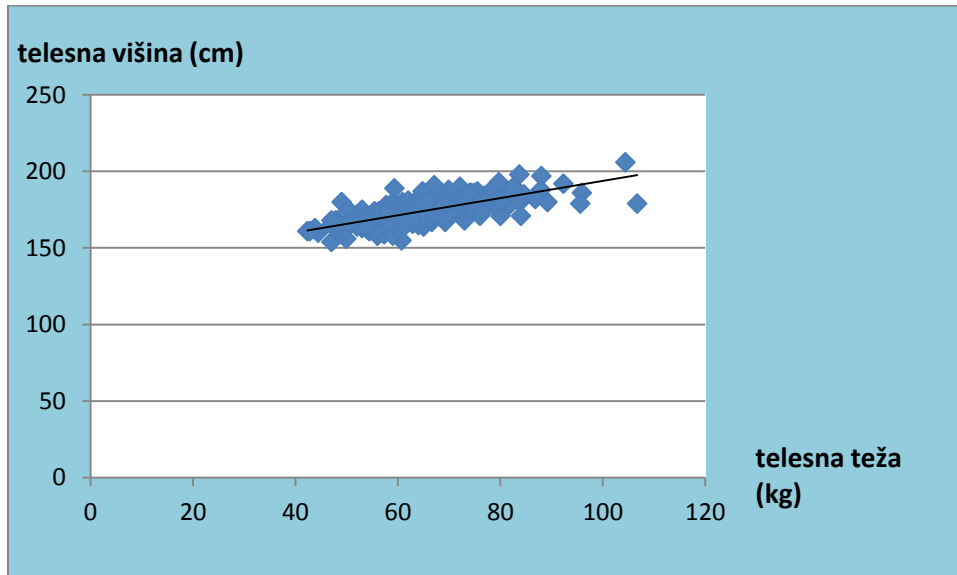
### 3.16 Graf 9: EKG posnetek v preteklosti pri športnikih in ne-športnikih

Graf 9: EKG posnetek v preteklosti pri športnikih in ne-športnikih



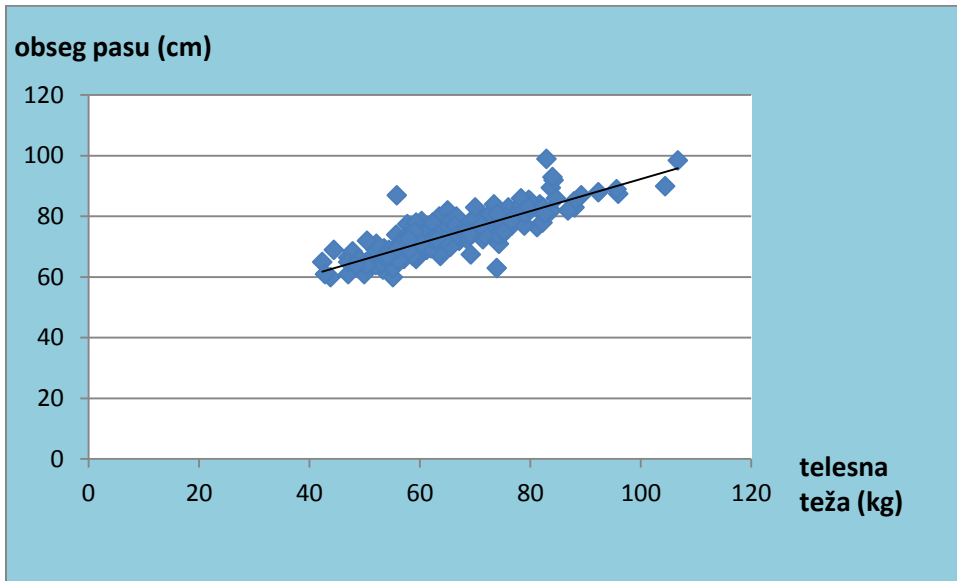
### 3.17 Graf 10: Korelacija med telesno višino in telesno težo

Graf 10: Korelacija med telesno višino in telesno težo



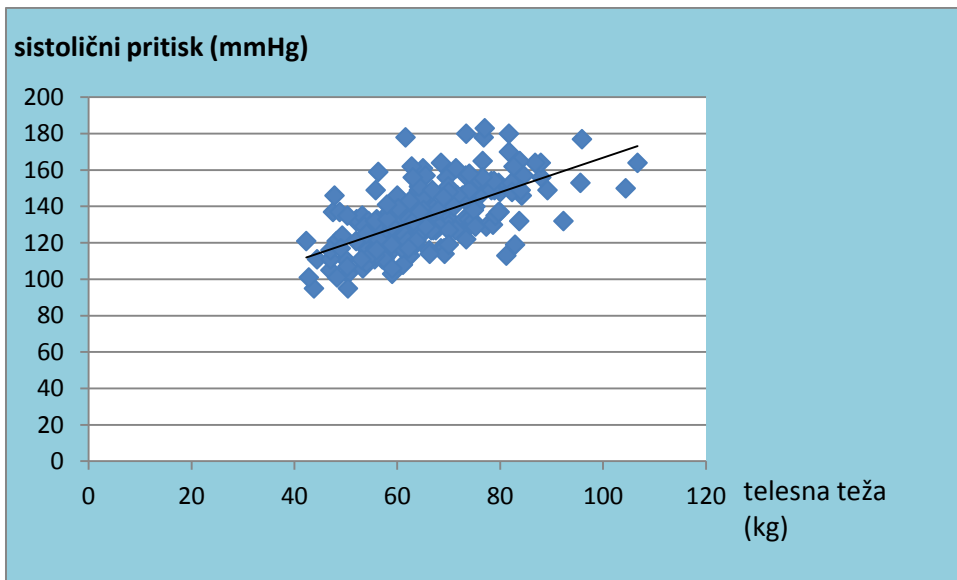
### 3.18 Graf 11: Korelacija med obsegom pasu in telesno težo

Graf 11: Korelacija med obsegom pasu in telesno težo



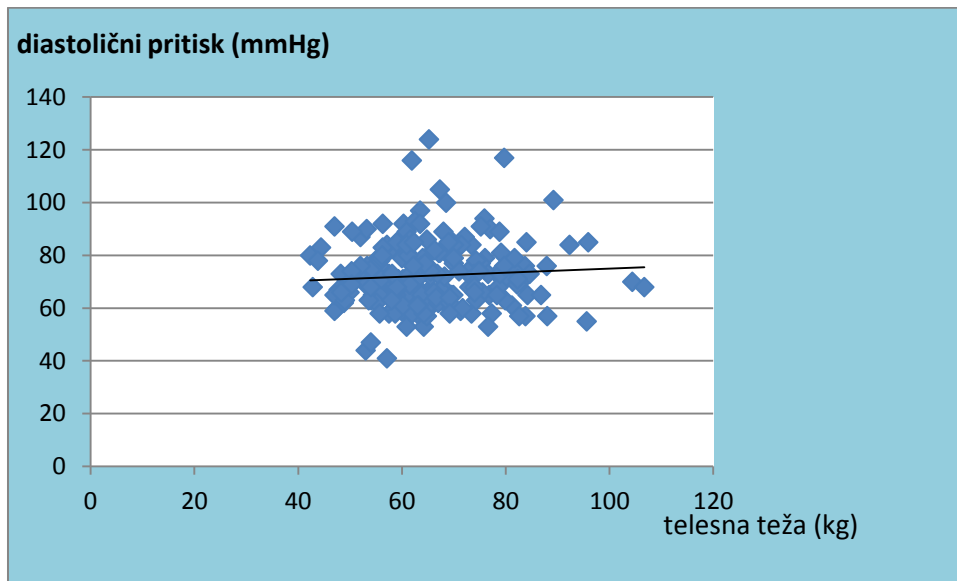
### 3.19 Graf 12: Korelacija med sistoličnim krvnim pritiskom in telesno težo

Graf 12: Korelacija med sistoličnim krvnim pritiskom in telesno težo



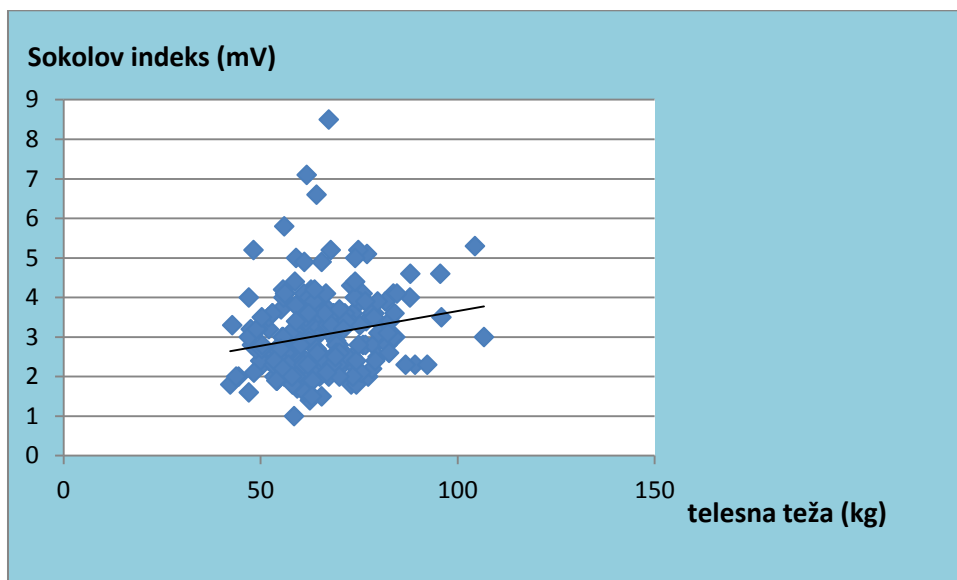
### 3.20 Graf 13: Korelacija med diastoličnim krvnim pritiskom in telesno težo

Graf 13: Korelacija med diastoličnim krvnim pritiskom in telesno težo



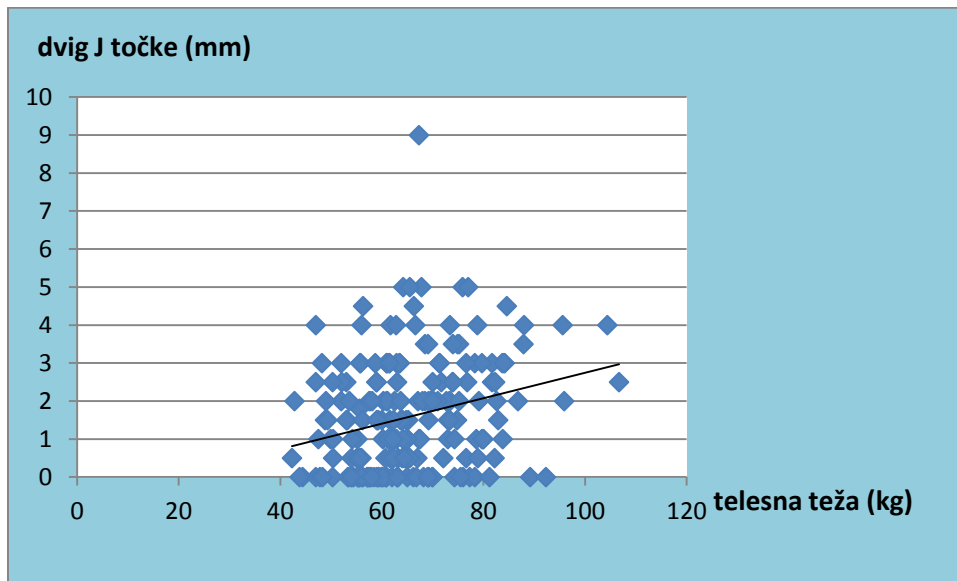
### 3.21 Graf 14: Korelacija med Sokolovim indeksom in telesno težo

Graf 14: Korelacija med Sokolovim indeksom in telesno težo



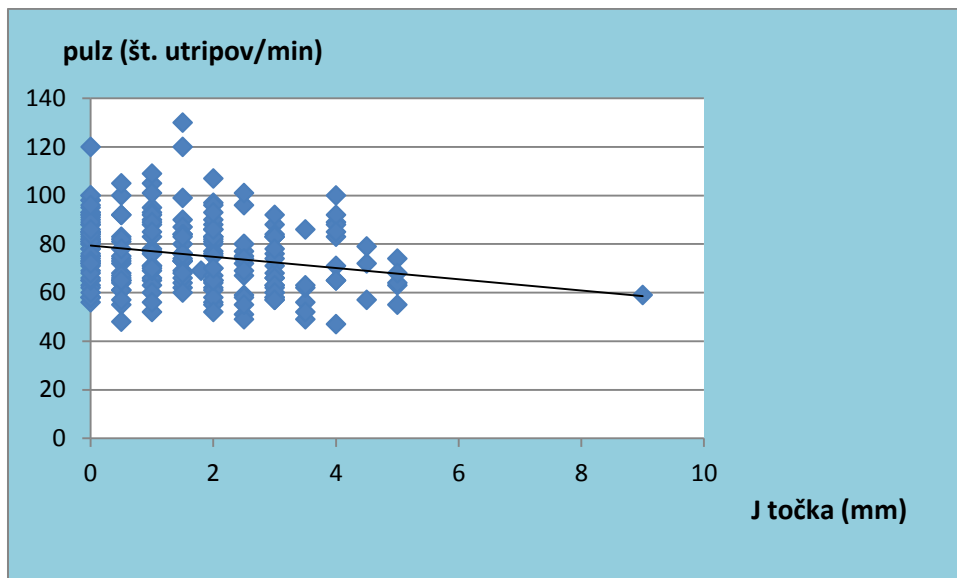
### 3.22 Graf 15: Korelacija med dvigom J točke in telesno težo

Graf 15: Korelacija med dvigom J točke in telesno težo



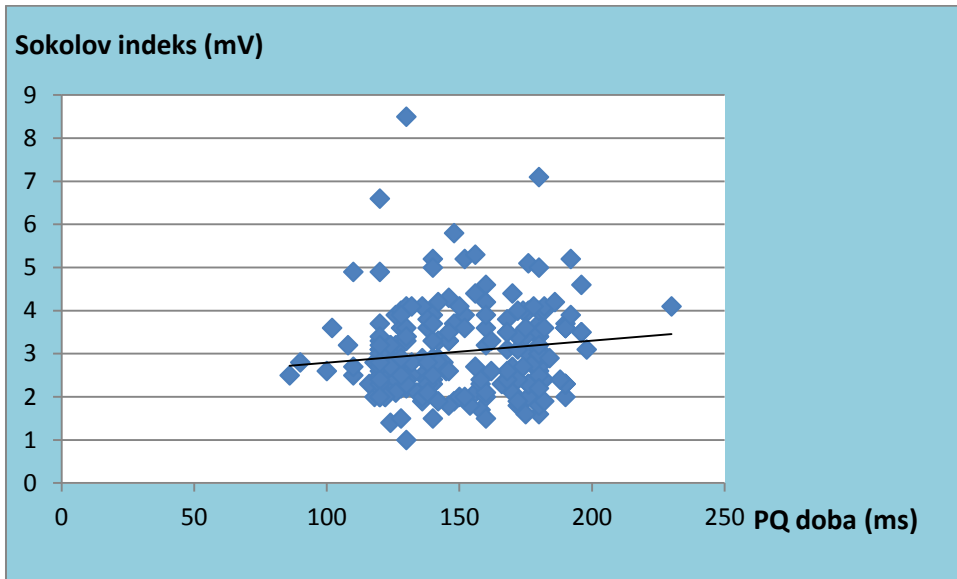
### 3.23 Graf 16: Korelacija med pulzom in dvigom J točke

Graf 16: Korelacija pulza z dvigom J točke



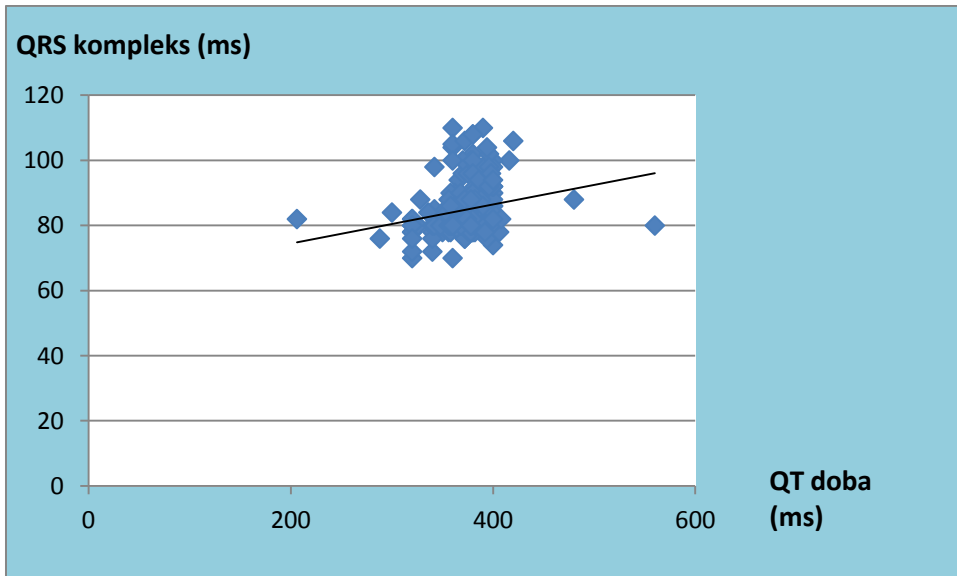
### 3.24 Graf 17: Korelacija med Sokolovim indeksom in PQ dobo

Graf 17: Korelacija med Sokolovim indeksom in PQ dobo



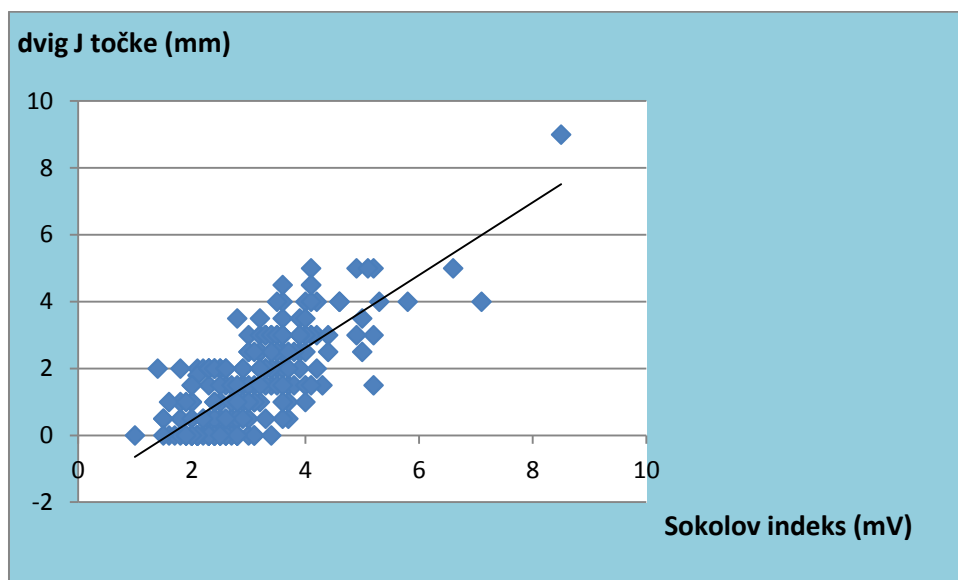
### 3.25 Graf 18: Korelacija med QRS kompleksom in QT dobo

Graf 18: Korelacija med QRS kompleksom in QT dobo



### 3.26 Graf 19: Korelacija med dvigom J točke in Sokolovim indeksom

Graf 19: Korelacija med dvigom J točke in Sokolovim indeksom



### 3.27 Tabela 1: Vrednosti posameznih opazovanih parametrov za celoten vzorec (N=216)

Tabela 1: Vrednosti posameznih opazovanih parametrov za celoten vzorec (N=216)

N=216	minimum	maximum	povprečna vrednost	standardni odklon
Starost [leta]	15	18	16,3	1,0
Telesna višina [cm]	154	206	174,0	8,7
Telesna teža [kg]	42	106	64,9	11,3
ITM [kg/m <sup>2</sup> ]	15	33	20,9	2,6
Obseg pasu [cm]	60	99	73,8	7,1
Sistolični pritisk [mmHg]	95	183	133	17
Diastolični pritisk [mmHg]	41	124	72	12
Pulz [št. utripov/min]	47	130	76	15
PQ doba [ms]	86	230	149	26
QRS kompleks [ms]	70	110	85	7
QT doba [ms]	206	560	373	23
RR interval [ms]	520	1440	878	175
Sokolov indeks [mV]	1	8	2,6	1,1
J točka / dvig [mm]	0	9	1,4	1,5
Frekvenca v EKG [št. utripov/min]	43	118	71	14
QTc doba [ms]	323	537	403	32

ITM = indeks telesne mase

### 3.28 Tabela 2: Vrednosti posameznih opazovanih parametrov za vse fante (N=107)

Tabela 2: Vrednosti posameznih opazovanih parametrov za vse fante (N=107)

N=107	minimum	maximum	povprečna vrednost	standardni odklon
Starost [leta]	15	18	16,4	1,0
Telesna višina [cm]	161	206	180	7,2
Telesna teža [kg]	42	106	70,7	11,5
ITM [ $\text{kg}/\text{m}^2$ ]	16	33	21,4	2,8
Obseg pasu [cm]	61	99	77,4	6,8
Sistolični pritisk [mmHg]	101	183	141	17
Diastolični pritisk [mmHg]	44	116	74	11
Pulz [št. utripov/min]	47	120	72	14
PQ doba [ms]	86	230	150	27
QRS kompleks [ms]	72	110	85	7
QT doba [ms]	320	480	373	23
RR interval [ms]	520	1440	898	185
Sokolov indeks [mV]	1	8	3,0	1,1
J točka / dvig [mm]	0	9	1,9	1,5
Frekvenca v EKG [št. utripov/min]	43	118	69	14
QTc doba [ms]	323	537	399	35

ITM = indeks telesne mase

### 3.29 Tabela 3: Vrednosti posameznih opazovanih parametrov za vsa dekleta (N=109)

Tabela 3: Vrednosti posameznih opazovanih parametrov za vsa dekleta (N=109)

N=109	minimum	maximum	povprečna vrednost	standardni odklon
Starost [leta]	15	18	16,1	0,9
Telesna višina [cm]	154	189	168,5	5,9
Telesna teža [kg]	42	89	59,2	7,6
ITM [ $\text{kg}/\text{m}^2$ ]	15	27	20,4	2,3
Obseg pasu [cm]	60	87	70,3	5,4
Sistolični pritisk [mmHg]	95	178	127	15
Diastolični pritisk [mmHg]	41	124	71	12
Pulz [št. utripov/min]	48	130	80	14
PQ doba [ms]	100	196	149	25
QRS kompleks [ms]	70	110	85	8
QT doba [ms]	206	560	372	33
RR interval [ms]	520	1340	858	163
Sokolov indeks [mV]	1	5	2,3	0,9
J točka / dvig [mm]	0	4	0,9	1,2
Frekvenca v EKG [št. utripov/min]	46	116	73	14
QTc doba [ms]	336	481	406	29

ITM = indeks telesne mase



### 3.30 Tabela 4: Vrednosti posameznih opazovanih parametrov za športnike/fante (N=69)

Tabela 4: Vrednosti posameznih opazovanih parametrov za športnike / fante (N=69)

N=69	minimum	maximum	povprečna vrednost	standardni odklon
Starost [leta]	15	18	16,6	1,0
Telesna višina [cm]	161	206	180,9	7,4
Telesna teža [kg]	42	106	73,1	11,3
ITM [kg/m <sup>2</sup> ]	16	33	22,0	2,7
Obseg pasu [cm]	61	98	77,9	6,6
Sistolični pritisk [mmHg]	101	183	143	17
Diastolični pritisk [mmHg]	53	116	74	12
Pulz [št. utripov/min]	47	101	69	13
PQ doba [ms]	120	230	151	26
QRS kompleks [ms]	76	106	85	6
QT doba [ms]	340	480	380	21
RR interval [ms]	620	1440	953	180
Sokolov indeks [mV]	1	8	3,06	1,15
J točka / dvig [mm]	0	9	2,1	1,6
Frekvenca v EKG [št. utripov/min]	43	95	64	12
QTc doba [ms]	323	537	394	36

ITM = indeks telesne mase

### 3.31 Tabela 5: Vrednosti posameznih opazovanih parametrov za športnice/dekleta (N=45)

Tabela 5: Vrednosti posameznih opazovanih parametrov za športnice / dekleta (N=45)

N=45	minimum	maximum	povprečna vrednost	standardni odklon
Starost [leta]	15	18	16,3	1,1
Telesna višina [cm]	158	181	169,5	4,6
Telesna teža [kg]	48	80	61,0	6,7
ITM [kg/m <sup>2</sup> ]	16	27	20,8	2,1
Obseg pasu [cm]	63	87	71,6	5,7
Sistolični pritisk [mmHg]	101	178	129	17
Diastolični pritisk [mmHg]	47	105	71	11
Pulz [št. utripov/min]	48	130	76	15
PQ doba [ms]	100	190	149	28
QRS kompleks [ms]	72	110	87	9
QT doba [ms]	206	400	375	32
RR interval [ms]	560	1340	906	176
Sokolov indeks [mV]	1	5	2,40	0,91
J točka / dvig [mm]	0	4	1,1	1,3
Frekvenca v EKG [št. utripov/min]	46	116	68	14
QTc doba [ms]	336	467	401	31

ITM = indeks telesne mase

### 3.32 Tabela 6: Vrednosti posameznih opazovanih parametrov za ne-športnike/fante (N=38)

Tabela 6: Vrednosti posameznih opazovanih parametrov za ne-športnike / fante (N=38)

N=38	minimum	maximum	povprečna vrednost	standardni odklon
Starost [leta]	15	18	16,2	1,0
Telesna višina [cm]	161	191	178,5	6,6
Telesna teža [kg]	47	84	66,2	10,5
ITM [kg/m <sup>2</sup> ]	16	28	20,4	2,8
Obseg pasu [cm]	64	99	76,3	7,2
Sistolični pritisk [mmHg]	113	180	137	16
Diastolični pritisk [mmHg]	44	101	73	10
Pulz [št. utripov/min]	55	120	77	15
PQ doba [ms]	86	190	147	29
QRS kompleks [ms]	72	110	85	9
QT doba [ms]	320	290	360	21
RR interval [ms]	520	1180	797	149
Sokolov indeks [mV]	2	7	2,84	1,00
J točka / dvig [mm]	0	5	1,5	1,3
Frekvenca v EKG [št. utripov/min]	55	118	78	15
QTc doba [ms]	345	485	409	30

ITM = indeks telesne mase

### 3.33 Tabela 7: Vrednosti posameznih opazovanih parametrov za ne-športnike/dekleta (N=64)

Tabela 7: Vrednosti posameznih opazovanih parametrov za ne-športnice / dekleta (N=64)

N=64	minimum	maximum	povprečna vrednost	standardni odklon
Starost [leta]	15	17	16,0	0,8
Telesna višina [cm]	154	189	167,9	6,7
Telesna teža [kg]	42	89	57,9	8,0
ITM [kg/m <sup>2</sup> ]	15	27	20,1	2,3
Obseg pasu [cm]	60	87	69,4	5,0
Sistolični pritisk [mmHg]	95	162	125	13
Diastolični pritisk [mmHg]	41	124	70	13
Pulz [št. utripov/min]	58	120	82	13
PQ doba [ms]	110	196	149	23
QRS kompleks [ms]	70	108	83	7
QT doba [ms]	288	560	370	34
RR interval [ms]	520	1280	824	146
Sokolov indeks [mV]	1	5	2,20	0,88
J točka / dvig [mm]	0	4	0,8	1,1
Frekvenca v EKG [št. utripov/min]	46	112	76	14
QTc doba [ms]	353	481	409	28

ITM = indeks telesne mase

#### 4. VIRI IN LITERATURA

1. Atkins DL, Everson-Stewart S, Sears GK, et al. Epidemiology and outcomes from out-of-hospital cardiac arrest in children: the Resuscitation Outcomes Consortium Epistry-Cardiac Arrest. *Circulation* 2009; 119:1484-91.
2. Maron BJ, Gohman TE, Aepil D. Prevalence of sudden cardiac death during competitive sports activities in Minnesota high school athletes. *J Am Coll Cardiol* 1998; 32:1881-4.
3. Maron BJ, Doerer JJ, Haas TS, et al. Sudden deaths in young competitive athletes: analysis of 1866 deaths in the United States, 1980-2006. *Circulation* 2009; 119:1085-92.
4. Van Camp SP, Bloor CM, Mueller FO, et al. Nontraumatic sports death in high school and college athletes. *Med Sci Sports Exerc* 1995; 27:641-7.
5. Harmon KG, Asif IM, Klossner D, Drezner JA. Incidence of sudden cardiac death in National Collegiate Athletic Association athletes. *Circulation* 2011; 123:1594-600.
6. Winkel BG, Risgaard B, Sadjadieh G, et al. Sudden cardiac diath in children (1-18 years): symptoms and causes of death in a nationwide setting. *Eur Heart J* 2014; 35:868-75.
7. Meyer L, Stubbs B, Fahrenbruch C, et al. Incidence, causes, and survival trends from cardiovascular-related sudden cardiac arrest in children and young adults 0 to 35 years of age: a 30-years review. *Circulation* 2012; 126:1363-72.
8. Drezner JA; Fudge J, Harmon KG, et al. Warning symptoms and family history in children and young adults with sudden cardiac arrest. *J AM Board Fam Med* 2012; 25(4):408-15.
9. Corrado D, Basso C, Schiavon M, Thiene G. Does sports activity enhance the risk of sudden cardiac death? *J Cardiovasc Med (Hagerstown)* 2006; 7:228-33.
10. Mann DL, Zipes DP, Libby P, Bonow RO. Braunwald's Heart Disease: A Textbook of Cardiovascular Medicine. 10th ed. Philadelphia: Elsevier, 2014.
11. Maron BJ, Thompson PD, Puffer JC, et al. Cardiovascular preparticipation screening of competitive athletes. A statement for health professionals from the Sudden Death

Committee (clinical cardiology) and Congenital Cardiac Defects Committee (cardiovascular disease in the young), American Heart Association. *Circulation* 1996; 94(4):850-6.

12. Maron BJ, Thompson PD, Ackerman MJ, et al. Recommendations and considerations related to preparticipation screening for cardiovascular abnormalities in competitive athletes: 2007 update: a scientific statement from the American Heart Association Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism: endorsed by the American College of Cardiology Foundation. *Circulation* 2007; 115(12):1643-55.
13. American Academy of Family Physicians, American Academy of Pediatrics, American College of Sports Medicine. *Preparticipation Physical Evaluation*, 4th ed, Bernhardt D, Roberts W (Eds), American Academy of Pediatrics, Elk Grove Village, IL 2010.
14. Sharma S, Whyte G, Elliott P, Padula M, Kaushal R, Mahon N and McKenna W.J. Electrocardiographic changes in 1000 highly trained junior elite athletes. *Br J Sports Med.* 1999; 33(5):319-324.
15. Zehender M, Meinertz T, Keul J, Just H. ECG variants and cardiac arrhythmias in athletes: clinical relevance and prognostic importance. *Am Heart J* 1990; 119(6):1378-91.
16. Spirito P, Maron BJ, Bonow RO, Epstein SE. Prevalence and significance of an abnormal ST segment response to exercise in a young athletic population. *Am J Cardiol* 1983; 51(19):1663-6.
17. Serra-Grima R, Estorch M, Carrio I, Subirana M, Berna L, Prat T. Marked ventricular repolarization abnormalities in highly trained athletes' electrocardiograms: clinical and prognostic implications. *J Am Coll Cardiol* 2000; 36(4):1310-6.
18. Corrado D, Thiene G, Nava A, Rossi I, Pennelli N. Sudden death in young competitive athletes: clinicopathologic correlations in 22 cases. *Am J Med* 1990; 89(5):588-96.
19. Chen L, Chen MH, Larson MG, Evans J, Benjamin EJ, Levy D. Risk factors for syncope in a community-based sample (The Framingham Heart Study). *Am J Cardiol* 2000; 85(10):1189-93.

20. Jungwae P, Shin YJ, Hye RY, Young KO, June H, Dae-Hee S, Jun HK, June SK. Gender difference in patients with recurrent neurally mediated syncope. *Yonsei Med J* 2000; 51(4):499-503.
21. URL slika 1: <http://legacy.owensboro.kctcs.edu/gcaplan/anat2/notes/Image345.gif> [3. 2. 2015].
22. URL slika 2:  
[http://intranet.tdmu.edu.ua/data/kafedra/internal/klinpat/classes\\_stud/en/nurse/rn-bsn%20\(2%20year%20program\)/full%20time%20study/methods%20of%20diseases%20diagnostics%20with%20the%20basis%20of%20clinical%20pathophysiology/2/22.%20Method%20and%20technique%20of%20ECG%20registration%20and%20coding.files/image011.jpg](http://intranet.tdmu.edu.ua/data/kafedra/internal/klinpat/classes_stud/en/nurse/rn-bsn%20(2%20year%20program)/full%20time%20study/methods%20of%20diseases%20diagnostics%20with%20the%20basis%20of%20clinical%20pathophysiology/2/22.%20Method%20and%20technique%20of%20ECG%20registration%20and%20coding.files/image011.jpg) [3. 2. 2015].
23. Slika 3:  
[http://intranet.tdmu.edu.ua/data/kafedra/internal/klinpat/classes\\_stud/en/nurse/rn-bsn%20\(2%20year%20program\)/full%20time%20study/methods%20of%20diseases%20diagnostics%20with%20the%20basis%20of%20clinical%20pathophysiology/2/22.%20Method%20and%20technique%20of%20ECG%20registration%20and%20coding.htm](http://intranet.tdmu.edu.ua/data/kafedra/internal/klinpat/classes_stud/en/nurse/rn-bsn%20(2%20year%20program)/full%20time%20study/methods%20of%20diseases%20diagnostics%20with%20the%20basis%20of%20clinical%20pathophysiology/2/22.%20Method%20and%20technique%20of%20ECG%20registration%20and%20coding.htm) [3. 2. 2015].
24. URL slika 4:  
[http://intranet.tdmu.edu.ua/data/kafedra/internal/klinpat/classes\\_stud/en/nurse/rn-bsn%20\(2%20year%20program\)/full%20time%20study/methods%20of%20diseases%20diagnostics%20with%20the%20basis%20of%20clinical%20pathophysiology/2/22.%20Method%20and%20technique%20of%20ECG%20registration%20and%20coding.files/image036.jpg](http://intranet.tdmu.edu.ua/data/kafedra/internal/klinpat/classes_stud/en/nurse/rn-bsn%20(2%20year%20program)/full%20time%20study/methods%20of%20diseases%20diagnostics%20with%20the%20basis%20of%20clinical%20pathophysiology/2/22.%20Method%20and%20technique%20of%20ECG%20registration%20and%20coding.files/image036.jpg) [3. 2. 2015].
25. URL slika 5:  
[http://intranet.tdmu.edu.ua/data/kafedra/internal/klinpat/classes\\_stud/en/nurse/rn-bsn%20\(2%20year%20program\)/full%20time%20study/methods%20of%20diseases%20diagnostics%20with%20the%20basis%20of%20clinical%20pathophysiology/2/22.%20Method%20and%20technique%20of%20ECG%20registration%20and%20coding.files/image055.jpg](http://intranet.tdmu.edu.ua/data/kafedra/internal/klinpat/classes_stud/en/nurse/rn-bsn%20(2%20year%20program)/full%20time%20study/methods%20of%20diseases%20diagnostics%20with%20the%20basis%20of%20clinical%20pathophysiology/2/22.%20Method%20and%20technique%20of%20ECG%20registration%20and%20coding.files/image055.jpg) [3. 2. 2015].

26. URL slika 6:

[http://intranet.tdmu.edu.ua/data/kafedra/internal/klinpat/classes\\_stud/en/nurse/rnbsn%20\(2%20year%20program\)/full%20time%20study/methods%20of%20diseases%20diagnostics%20with%20the%20basis%20of%20clinical%20pathophysiology/2/22.%20Method%20and%20technique%20of%20ECG%20registration%20and%20coding.files/image079.jpg](http://intranet.tdmu.edu.ua/data/kafedra/internal/klinpat/classes_stud/en/nurse/rnbsn%20(2%20year%20program)/full%20time%20study/methods%20of%20diseases%20diagnostics%20with%20the%20basis%20of%20clinical%20pathophysiology/2/22.%20Method%20and%20technique%20of%20ECG%20registration%20and%20coding.files/image079.jpg) [3. 2. 2015].

## **5. DRUŽBENA ODGOVORNOST**

Raziskovalna naloga je plod najinega dela. Ideja se je porodila že pred 2 letoma, ob pripravi projektne naloge »Nenadna srčna smrt« v okviru predmeta »informatika«, ko sva ob zbiranju gradiva naleteli na primere športnikov, zlasti nogometašev, ki so utrpeli NSS med tekmovanjem, kot npr. nogometaš Livorna – Morosini, aprila 2012.

V zahvalah sva opredelili, kakšna je bila pomoč zunanjih sodelavcev.

V nalogi je transparentno, kaj je rezultat najinih ugotovitev, zaključkov raziskave, in kaj je povzeto po drugih avtorjih, navedenih v poglavju »Viri in literatura«.

**Raziskavo je odobrila Komisija Republike Slovenije za medicinsko etiko v januarju 2015.**

Vseh 216 preiskovancev je prostovoljno pristalo k sodelovanju v najini raziskavi in so bili seznanjeni z njenim potekom in namenom. Preiskovanci so ostali anonimni, saj sva na anketni listič posameznega preiskovanca in njegov EKG označili z enako zaporedno številko, nanj pa vpisali le dopolnjeno starost in spol.

Zavedava se, da naju dobljeni rezultati zavezujejo, da posameznike, ki so imeli v EKG naključno odkrite spremembe, ki bi lahko bile povezane z nevarnimi motnjami ritma, opozoriva, oz. jim izročiva EKG posnetke s komentarjem naše nadzorne kardiologinje za izbranega zdravnika.

Na osnovi dobljenih rezultatov bi radi opozorili, da morajo imeti vsi športniki vsaj 1-krat posnet EKG, kot je tudi zapisano v smernicah Ameriškega kardiološkega združenja za spremljanje mladih športnikov (uradnih evropskih smernic za otroke/adolescente športnike ni).