

Mladi za napredek Maribora 2016  
33. srečanje

ODKRIVANJE KORELACIJE MED  
ELEKTROKARDIOGRAFSKIMI IN  
ULTRAZVOČNIMI MERILI ZA HIPERTROFIJO  
LEVEGA PREKATA PRI DIJAKIH -  
KOMPETITIVNIH ŠPORTNIKI

ZDRAVSTVO

RAZISKOVALNA NALOGA

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

Maribor, februar 2016

»Mladi za napredek Maribora 2016«

33. srečanje

ODKRIVANJE KORELACIJE MED  
ELEKTROKARDIOGRAFSKIMI IN  
ULTRAZVOČNIMI MERILI ZA HIPERTROFIJO  
LEVEGA PREKATA PRI DIJAKIH –  
KOMPETITIVNIH ŠPORTNIKIH

ZDRAVSTVO

RAZISKOVALNA NALOGA

Maribor, februar 2016

## Kazalo

1.0 POVZETEK .....	5
2.0 ZAHVALE .....	6
3.0 UVOD .....	7
3.1 Teoretična podlaga naloge .....	7
3.1.1 Definicija hipertrofije.....	7
3.1.2 Hipertrofija levega prekata in motnje srčnega ritma .....	7
3.1.3 Hipertrofija levega prekata kot dejavnik tveganja za nenadno srčno smrt (NSS) .....	7
3.1.4 Hipertrofija levega prekata pri športnikih .....	7
3.1.5 Splošne EKG najdbe pri HLV: .....	8
3.1.6 Elektrokardiografska diagnoza hipertrofije levega prekata .....	9
3.1.7 Korelacija med elektrokardiografsko ugotovljeno in ultrazvočno potrjeno hipertrofijo levega prekata .....	9
3.1.8 Ehokardiografsko ugotavljanje hipertrofije levega prekata .....	9
3.2 Namen raziskave, hipoteze in cilji .....	10
3.2.1 Namen raziskave .....	10
3.2.2 Hipoteze .....	10
3.2.3 Cilji .....	10
4.0 RAZISKAVA.....	11
4.1 Preiskovani vzorec .....	11
4.2 Metode dela .....	11
4.3 Rezultati.....	11
4.3.1 Spol .....	11
4.3.2 Starost .....	11
4.3.3 Telesna višina .....	12
4.3.4 Telesna teža .....	12
4.3.5 Indeks telesne mase (ITM) .....	13
4.3.6 Krvni pritisk.....	13
4.3.7 Pulz .....	14
4.3.8 Sokolov indeks.....	15
4.3.9 Masa levega prekata .....	16
4.3.10 Indeksirana masa levega prekata .....	16
4.3.11 Vrste športov .....	17
4.3.11 Anamneza posnetega EKG in UZ srca v preteklosti .....	17

4.4 Razprava, interpretacija rezultatov .....	17
5.0 ZAKLJUČEK .....	21
6.0 DRUŽBENA ODGOVORNOST .....	23
7.0 PRILOGE .....	24
7.1 Priloga 1: Tabela 1: Deskriptivna statistika celotnega vzorca .....	24
7.2 Priloga 2: Tabela 2: Deskriptivna statistika - moški .....	24
7.3 Priloga 3: Tabela 3: Deskriptivna statistika – ženske.....	24
7.4 Priloga 4: Graf 1: Sestava vzorca po starosti v letih .....	25
7.5 Priloga 5: Graf 2: Sestava vzorca po spolu .....	25
7.6 Priloga 6: Graf 3: Korelacija med telesno težo in telesno višino .....	25
7.7 Priloga 7: Graf 4: Korelacija sistoličnega krvnega pritiska s telesno višino .....	26
7.8 Priloga 8: Graf 5: Korelacija med telesno višino in pulzom .....	26
7.9 Priloga 9: Graf 6: Korelacija med telesno višino in Sokolovim indeksom.....	26
7.10 Priloga 10: Graf 7: Korelacija med telesno višino in indeksirano maso levega prekata (g/m <sup>2</sup> )	27
7.11 Priloga 11: Graf 8: Korelacija med telesno težo in sistoličnim krvnim pritiskom (RR) .....	27
7.12 Priloga 12: Graf 9: Korelacija med telesno težo in diastoličnim krvnim pritiskom (RR).....	27
7.13 Priloga 13: Graf 10: Korelacija med telesno težo in pulzom .....	28
7.14 Priloga 14: Graf 11: Korelacija med telesno težo in Sokolovim indeksom .....	28
7.15 Priloga 15: Graf 12: Korelacija med telesno težo in indeksirano maso levega prekata (g/m <sup>2</sup> )	28
7.16 Priloga 16: Graf 13: Korelacija med sistoličnim in diastoličnim krvnim pritiskom .....	29
7.17 Priloga 17: Graf 14: Korelacija med sistoličnim krvnim pritiskom in Sokolovim indeksom .....	29
7.18 Priloga 18: Graf 15: Korelacija med sistoličnim krvnim pritiskom in indeksirano maso levega prekata .....	29
7.19 Priloga 19: Graf 16: Korelacija med pulzom in Sokolovim indeksom .....	30
7.20 Priloga 20: Graf 17: Korelacija med pulzom in indeksirano maso levega prekata .....	30
7.21 Priloga 21: Graf 18: Korelacija med Sokolovim indeksom in indeksirano maso levega prekata	30
7.22 Priloga 22: Graf 19: Podatki o snemanju EKG v preteklosti pri športnikih v našem vzorcu .....	31
7.23 Priloga 23: Graf 20: Podatek o opravljenem ultrazvoku srca v preteklosti pri športnikih v našem vzorcu.....	31
7.24 Priloga 24: Graf 21: Zastopanost posameznih športnih panog pri našem preiskovanem vzorcu .....	31
8.0 VIRI IN LITERATURA .....	32

## 1.0 POVZETEK

Hipertrofija levega prekata ni le posledica prirojenih bolezenskih stanj ali dolgotrajno zvišanega krvnega pritiska. Je tudi prilagoditev zdravega srca rednemu aerobnemu fizičnemu treningu. Namen raziskave je bil ugotoviti, ali obstaja pozitivna korelacija med elektrokardiografskimi in ultrazvočnimi merili hipertrofije levega prekata, ali nam lahko da Sokolov indeks lažno pozitivne rezultate. Med 100 dijaki, kompetitivnimi športniki, smo ugotovili statistično značilno pozitivno korelacijo med Sokolovim indeksom in ultrazvočno izmerjeno indeksirano maso levega prekata. Kar pri  $\frac{1}{4}$  sva odkrili višino Sokolovega indeksa, ki govori v prid hipertrofiji levega prekata, čeprav sva slednjo ultrazvočno potrdili le pri 1 dijaku. Ker je hipertrofija levega prekata izoliran dejavnik tveganja za nenadno srčno smrt, je pomembno, da jo odkrijemo pri vsakem posamezniku in nadalje opredelimo, ali gre zgolj za fiziološko prilagoditev »atletskega« srca ali za bolezensko stanje.

## **2.0 ZAHVALE**

Na prvem mestu bi se radi zahvalili vsem dijakom, ki so sodelovali v najini raziskavi.

Hvaležni sva mentorici za pomoč in podporo ter ravnatelju in celotnemu kolektivu profesorjev naše šole, ki so omogočili, da so dijaki prihajali v času rednega pouka na meritve.

Posebna zahvala gre gospodu hišniku za vso pomoč pri prenosu in namestitvi potrebne opreme.

Zdravnici - kardiologinji sva hvaležni za sodelovanje pri izvajanju ultrazvočnih meritev in snemanju elektrokardiogramov.

Za pomoč pri statistični obdelavi podatkov se iskreno zahvaljujemo docentu iz Medicinske fakultete.

Posebna zahvala gre direktorju podjetja Elmed za posojilo ultrazvočnega aparata Philips CX50, ter oddelku za Medicinsko elektroniko UKC Maribor za posojilo 12-kanalnega Shillerjevega elektrokardiografa, saj brez omenjenih aparatov naloge ne bi mogli izvesti.

## **3.0 UVOD**

### **3.1 Teoretična podlaga naloge**

Hipertrofija levega prekata (HLV) ni le posledica prirojenih bolezenskih stanj ali dolgotrajno zvišanega krvnega pritiska. Je tudi prilagoditev zdravega srca rednemu aerobnemu fizičnemu treningu.

#### **3.1.1 Definicija hipertrofije**

Po definiciji je hipertrofija povečanje organa ali tkiva zaradi povečanja volumna njegovih celic.

#### **3.1.2 Hipertrofija levega prekata in motnje srčnega ritma**

HLV je povezana z ventrikularnimi in supraventrikularnimi aritmijami. Posamezniki z elektrokardiografskimi (EKG) merili za HLV imajo višjo prevalenco in bolj kompleksne ventrikularne ekstrasistolije in nevarne aritmije v primerjavi z drugimi normotenzivnimi posamezniki brez HLV (1-5). Povezava je neodvisna od etiologije HLV (6). Ventrikularne aritmije so pogostejše pri posameznikih z ultrazvočno (UZ) ugotovljeno HLV v primerjavi s posamezniki brez HLV (3, 7-8).

#### **3.1.3 Hipertrofija levega prekata kot dejavnik tveganja za nenadno srčno smrt (NSS)**

HLV je dejavnik tveganja za NSS in za celokupno kardiovaskularno umrljivost. V Irski avtopsijski študiji umrlih za NSS med 15. in 35. letom starosti v letih 2005 do 2007 so ugotovili v 10 % HLV, brez kriterijev za drugo diagnozo (npr. hipertrofično kardiomiopatijo) (9).

Framinghamska študija je sicer ugotavljala korelacijo med maso levega prekata, hipertrofijo in NSS, vendar so bili vanjo vključeni posamezniki, stari nad 40 let (10).

#### **3.1.4 Hipertrofija levega prekata pri športnikih**

Pri treniranih atletih je HLV dokaj pogostna; HLV je pri športnikih tipično koncentrična (enakomerna zadebelitev stene levega prekata (LV)) pri izometričnih treningih in ekscentrična (neenakomerna zadebelitev stene LV, npr. zadebeli se le intraventrikularni septum) pri vztrajnostnih športih (11-13). Mehanizmi nastanka in posledice HLV pri športnikih so povsem drugačne kot pri hipertenzivni HLV (14-15). Pri hipertenzivni HLV gre za kronično tlačno obremenitev, atletsko srce pa ima večji volumen krvi, vendar je ta hipertrofija reverzibilna po večtedenski prekinitvi aktivnega treninga. Pri športni HLV sta ohranjeni tako sistolična kot diastolična funkcija (12), medtem ko je hipertenzivna HLV povezana s slabšanjem diastolične funkcije.

### 3.1.5 Splošne EKG najdbe pri HLV:

5 poglavitnih EKG značilnosti (16-18)

- Povečana voltaža QRS kompleksa : povečana masa levega prekata (LV) ojača amplitudo napetosti, ki jo generirajo ta mišična vlakna. Povečana je amplituda pozitivnega – R vala v levih prekordialnih odvodih in negativnega – S vala v desnih prekordialnih odvodih. Povečana je tudi amplituda R vala v ekstremitetnih odvodih I in aVL s horizontalno ali levo QRS osjo.
- Podaljšano trajanje QRS kompleksa: povečanje mase LV je povezano z razširitvijo (daljšim trajanjem) QRS kompleksa, od subtilnih sprememb, do inkompletnega ali kompletnega levokračnega bloka (LKB).
- Leva deviacija osi: HLV je povezana s horizontalno ali levo QRS osjo ( $\geq -30^\circ$ ) v odvodih frontalne ravnine. HLV se lahko pojavi tudi z vertikalno QRS osjo (ali celo desno osjo), posebej pri mladostnikih in pri bolnikih z biventrikularno hipertrofijo.
- Motnje repolarizacije: huda HLV, predvsem zaradi tlačne obremenitve, je pogosto povezana z depresijo ST segmenta in inverzijo T vala v odvodih z relativno visokimi R vali; to so imenovali včasih obremenitev LV, ustrežnejši izraz je »s HLV povezane abnormnosti ST-T vala«. Nastane bodisi zaradi spremembe repolarizacije v hipertrofični mišici ali zaradi relativne subendokardne ishemije. Celične osnove inverzije T vala so odkrili na živalskih modelih HLV, kjer so odkrili regionalne razlike v značilnostih akcijskega potenciala (19): podaljšanje zgodnje repolarizacijske faze akcijskega potenciala v subepikardnih in srednjih miokardnih nivojih, medtem ko je ta faza ostala nespremenjena v subendokardu in medtem ko je bila plato faza akcijskega potenciala skrajšana. Neto učinek je bila pot repolarizacije od endokarda proti epikardu, torej obratna pot od običajne.
- Abnormnosti levega preddvora: večina posameznikov s HLV razvije abnormnosti v depolarizaciji levega preddvora zaradi zakasnjene prevodnosti ali dejanskega povečanja preddvora. 2 poglavitna markerja abnormnosti levega preddvora sta povečano trajanje P valov ( $\geq 120$  ms) v ekstremitetnih odvodih ali bifazni P valovi s prominentno negativno komponento ( $\geq 40$  ms v trajanju in/ali  $\geq 1$  mV v globino). Prisotnost abnormnosti levega preddvora ob sočasnem LKB je v večini povezana s HLV; med 220 bolniki z/brez levokračnega bloka je imelo 92 % tistih z abnormnostjo levega preddvora v EKG ultrazvočno potrjeno HLV; senzitivnost je 80 %, specifičnost 89 %, napovedna vrednost 88 % in natančnost 78 % (20).



### 3.1.6 Elektrokardiografska diagnoza hipertrofije levega prekata

#### 3.1.6.1 Glavni kriteriji za EKG diagnozo HLV:

- Sokolow-Lyon indeks: uporabljamo 2 kriterija: 1. vsota S vala v V1 in R vala v V5/V6  $\geq 3,5$  mV (35 mm), 2. R val v aVL  $\geq 1.1$  mV (11 mm) (včasih  $\geq 1,3$  mV (13 mm) – najpogosteje uporabljan;
- Romhilt-Estesov točkovnik (5 točk zanesljiva HLV, 4 točke možna HLV)
- Cornellov voltažni kriterij: za moške: S v V3 + R v aVL  $> 2,8$  mV (28 mm), za ženske: S v V3 + R v aVL  $> 2,0$  mV (20 mm) (21).

#### 3.1.6.2 Zanesljivost EKG diagnoze HLV

- Lažno negativen izvid: pri blagi HLV, obstruktivni pljučni bolezni, ženskah in debelosti ter pri kompletnem desnokračnem bloku (z nižjimi voltažami S valov v V1 in V2) so voltaže QRS kompleksov nižje (22).
- Lažno pozitiven izvid: povečane voltaže QRS kompleksov pri mladih moških (ne glede na dejansko prisotnost HLV) (16).
- Senzitivnost metode za odkrivanje zmerne do hude HLV je po različnih populacijskih študijah 30 – 60 %, specifičnost pa 80 – 90 % (17,23).

### 3.1.7 Korelacija med elektrokardiografsko ugotovljeno in ultrazvočno potrjeno hipertrofijo levega prekata

Pri hipertenzivnih bolnikih, ki so imeli ultrazvočno dokazano HLV in so izpolnjevali EKG kriterije za HLV so imeli večjo izmerjeno maso LV kot tisti, ki niso izpolnjevali EKG kriterijev (24).

### 3.1.8 Ehokardiografsko ugotavljanje hipertrofije levega prekata

Ehokardiografija je metoda izbora za ugotavljanje HLV, zanesljiva je tudi magnetna resonanca.

Ehokardiografski kriteriji za HLV:

- M-mode kriteriji: indeks mase LV  $\geq 134$  g/m<sup>2</sup> telesne površine za moške in  $\geq 110$  g/m<sup>2</sup> telesne površine za ženske (25- 26).
- 2D (dvodimenzionalna) ehokardiografija: 2 najbolj uporabljeni meritvi: površina – dolžina (area-length) in prirezana elipsa (truncated ellipse) (27). Po smernicah Ameriškega združenja za ehokardiografijo veljajo na osnovi 2D meritev naslednje kategorije HLV: 1. za moške: blaga HLV 103 – 116 g/m<sup>2</sup>, zmerna 117 – 130 g/m<sup>2</sup>, huda  $> 130$  g/m<sup>2</sup>; 2. za ženske: blaga HLV 89 – 100 g/m<sup>2</sup>, zmerna 101 – 112 g/m<sup>2</sup>,

huda  $> 112 \text{ g/m}^2$ . (6) . Indeks mase levega prekata  $> 95 \text{ g/m}^2$  predstavlja abnormno povečanje mase levega prekata (28-29).

- »strain« ehokardiografija in
- 3D ehokardiografija sta sodobnejši metodi, ki prihajata v poštev predvsem pri strukturnih boleznih srca, s patološko HLV, asimetrično HLV ipd.

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

### **3.2.1 Namen raziskave**

Namen raziskave je odkriti, ali je pri dijakih, starih 15-19 let EKG metoda za odkrivanje HLV dovolj zanesljiva, ali je preveč lažno pozitivnih/negativnih rezultatov in bi bilo potrebno zlasti pri kompetitivnih športnikih vključiti v redne preventivne preglede tudi ultrazvok srca, ne le snemanje EKG.

### **3.2.2 Hipoteze**

Najine hipoteze so:

1. Med EKG merili in UZ merili HLV obstaja pozitivna korelacija.
2. Sokolov indeks nam lahko da lažno pozitivne rezultate HLV.
3. Z UZ lahko odkrijemo HLV tudi pri posameznikih brez EKG kriterijev za HLV.

### **3.2.3 Cilji**

Najini cilji so:

- ugotoviti korelacijo med EKG merili HLV (zlasti Sokolovim indeksom) in med ultrazvočnimi meritvami mase levega prekata.
- Ugotoviti, ali imajo športniki v sklopu rednih preventivnih pregledov vključen EKG.
- Ugotoviti, ali imajo športniki v sklopu rednih preventivnih pregledov vključen UZ srca.
- Opredeliti, ali je EKG dovolj zanesljiva presejalna metoda za HLV, ali bi bilo potrebno opravljati tudi presejalne UZ preiskave pri posameznikih, ki izpolnjujejo EKG kriterije za HLV ali pri vseh.

## 4.0 RAZISKAVA

### 4.1 Preiskovani vzorec

V raziskavo sva vključili 100 dijakov, kompetitivnih športnikov, starih od 15 do 19 let.

### 4.2 Metode dela

Vsakega preiskovanca sva anketirali o opravljenih preventivnih, sistematskih šolskih, športnih pregledih, o snemanju EKG ali opravljenem UZ srca v preteklosti. V toplem, mirnem prostoru sva vsakemu preiskovancu s šolsko tehtnico izmerili telesno težo, višino in izračunali indeks telesne mase; z Omronovim elektronskim merilcem krvnega pritiska z nadlahtno manšeto sva vsakemu preiskovancu izmerili krvni pritisk in pulz, opravili sva 2 meritvi v razmiku 2 minut, in v nadaljnji obdelavi podatkov upoštevali povprečno vrednost obeh meritev. S Shillerjevimi 12-kanalnim elektrokardiografom sva vsakemu preiskovancu posneli 12-kanalni EKG ter s Phillipsovimi ultrazvočnim aparatom CX 50 opravili ultrazvok (UZ) srca (z 2D metodo »površina – dolžina« (area-length) in »prirezana elipsa« (truncated ellipse) za izračun mase levega prekata in indeksa mase levega prekata na telesno površino (na osnovi vnosa podatka o telesni teži in višini posameznika v UZ aparat ). Ultrazvočno meritev je opravljal 1 raziskovalec, da sva se izognili morebitni napaki zaradi interobserver variabilnosti. Podatke sva statistično obdelali s programom SPSS.

V raziskavi nisva zapisovali imen preiskovancev, marveč sva na zadnjo stran EKG posnetka posameznika zapisali njegovo zaporedno številko, anketne podatke ter vse zgoraj omenjene meritve.

Raziskavo je odobrila Komisija za biomedicinsko etiko Republike Slovenije.

## 4.3 Rezultati

### 4.3.1 Spol

Od 100 vključenih preiskovancev je bilo 63 moških (63 %) in 37 žensk (37 %) ( 7. 1 Priloga 1: Tabela 1, 7.2 Priloga 2: Tabela 2, 7.3 Priloga 3: Tabela 3, 7.5 Priloga 5: Graf 2).

### 4.3.2 Starost

Najnižja starost preiskovancev je bila 15 let, najvišja 19 let, povprečna  $16,5 \pm 1,1$  let. Pri moških je bila najnižja starost 15 let, najvišja 19 let, povprečna  $17,5 \pm 6,5$  let. Pri ženskah je bila najnižja starost 15 let, najvišja 18 let, povprečna  $16,3 \pm 1,1$  let (7.1 Priloga 1: Tabela 1, 7.2 Priloga 2: Tabela 2, 7.3 Priloga 3: Tabela 3, 7.4 Priloga 4: Graf 1).

#### 4.3.3 Telesna višina

Najnižji preiskovanci so merili 153 cm, najvišji 200 cm, povprečna višina je bila  $177,3 \pm 8,5$  cm. Pri moških je bila najnižja višina 162 cm, najvišja 200 cm, povprečna  $181,3 \pm 7,8$  cm. Pri ženskah je bila najnižja višina 153 cm, najvišja 192 cm, povprečna  $170,9 \pm 6,2$  cm (7.1 Priloga 1: Tabela 1, 7.2 Priloga 2: Tabela 2, 7.3 Priloga 3: Tabela 3).

S t-testom sva ugotovili, da ni bilo statistično značilne razlike v telesni višini med moškimi in ženskami ( $p=0.217$ ).

S Pearsonovim testom sva ugotovili statistično značilno pozitivno korelacijo telesne višine s telesno težo ( $p<0.0001$ ) (7.6 Priloga 6: Graf 3), sistoličnim krvnim pritiskom ( $p<0.0001$ ) (7.7 Priloga 7: Graf 4), z ITM ( $p<0.0001$ ), Sokolovim indeksom ( $p<0.0001$ ) (7.9 Priloga 9: Graf 6), maso levega prekata ( $p<0.0001$ ) in indeksirano maso levega prekata ( $p<0.0001$ ) (7.10 Priloga 10: Graf 7) ter statistično značilno negativno korelacijo s pulzom ( $p<0.0001$ ) (7.8 Priloga 8: Graf 5).

Pri moških je statistično značilna pozitivna korelacija telesne višine s telesno težo ( $p<0.0001$ ), ITM ( $p<0.0001$ ), sistoličnim pritiskom ( $p=0.029$ ), pulzom ( $p=0.004$ ), maso levega prekata ( $p<0.0001$ ). Nisva pa potrdili korelacije s Sokolovim indeksom in indeksirano maso levega prekata kot za celotni vzorec.

Pri ženskah je statistično značilna pozitivna korelacija telesne višine s telesno težo ( $p<0.0001$ ), IT ( $p<0.0001$ ), sistoličnim pritiskom ( $p=0.039$ ), Sokolovim indeksom ( $p=0.031$ ), maso levega prekata ( $p=0.003$ ) ter statistično značilno negativno korelacijo s pulzom ( $p=0.001$ ). Nisva pa potrdili korelacije z indeksirano maso levega prekata kot za celotni vzorec.

#### 4.3.4 Telesna teža

Najlažji preiskovanci so tehtali 44,1 kg, najtežji 118 kg, povprečna teža je bila  $68,4 \pm 11,8$  kg. Pri moških je bila najnižja teža 51 kg, najvišja 118 kg, povprečna  $72,7 \pm 12,1$  kg. Pri ženskah je bila najnižja teža 44,1 kg, najvišja 92 kg, povprečna  $61,0 \pm 6,7$  kg (7.1 Priloga 1: Tabela 1, 7.2 Priloga 2: Tabela 2, 7.3 Priloga 3: Tabela 3).

S t-testom sva ugotovili, da je bila statistično značilna razlika v telesni teži med moškimi in ženskami ( $p=0.029$ ), moški so bili težji.

S Pearsonovim testom sva ugotovili statistično značilno pozitivno korelacijo telesne teže s telesno višino ( $p<0.0001$ ) (7.6 Priloga 6: Graf 3), ITM ( $p<0.0001$ ), sistoličnim krvnim

pritisikom ( $p < 0.0001$ ) (7.11 Priloga 11: Graf 8), diastoličnim krvnim pritiskom ( $p = 0.026$ ) (7.12 Priloga 12: Graf 9), Sokolovim indeksom ( $p = 0.001$ ) (7.14 Priloga 14, Graf 11), maso levega prekata ( $p < 0.0001$ ) in indeksirano maso levega prekata ( $p < 0.0001$ ) (7.15 Priloga 15: Graf 12) ter statistično značilno negativno korelacijo s pulzom ( $p = 0.020$ ) (7.13 Priloga 13: Graf 10).

Pri moških je statistično značilna pozitivna korelacija med telesno težo in višino ( $p < 0.0001$ ), ITM ( $p < 0.0001$ ), sistoličnim krvnim pritiskom ( $p < 0.0001$ ), maso levega prekata ( $p < 0.0001$ ). Korelacije z diastoličnim pritiskom, pulzom, Sokolovim indeksom in indeksirano maso levega prekata (kot pri celotnem vzorcu) nisva potrdili.

Pri ženskah je statistično značilna pozitivna korelacija med telesno težo in višino ( $p < 0.0001$ ), ITM ( $p < 0.0001$ ), Sokolovim indeksom ( $p = 0.001$ ), maso levega prekata ( $p < 0.0001$ ) in indeksirano maso levega prekata ( $p = 0.030$ ) ter statistično značilno negativno korelacijo s pulzom ( $p = 0.034$ ). Le korelacije z diastoličnim pritiskom, ki se kaže v celotnem vzorcu, nisva potrdili.

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

Najnižji ITM je bil 17,84, najvišji 37,24, povprečni  $21,65 \pm 2,67$ . Pri moških je bil najnižji ITM 17,84, najvišji 37,24, povprečni  $22,11 \pm 3,02$ . Pri ženskah je bil najnižji ITM 18,03, najvišji 24,61, povprečni  $20,85 \pm 1,70$  (7.1 Priloga 1: Tabela 1, 7.2 Priloga 2: Tabela 2, 7.3 Priloga 3: Tabela 3).

S t-tesom sva ugotovili, da ni bilo statistično značilne razlike v ITM med moškimi in ženskami ( $p = 0.176$ )

#### **4.3.6 Krvni pritisk**

Najnižji sistolični krvni pritisk je bil 85 mmHg, najvišji 184 mmHg, povprečni  $135 \pm 17$  mmHg. Pri moških je bil najnižji sistolični pritisk 85 mmHg, najvišji 184 mmHg, povprečni  $140 \pm 18$  mmHg. Pri ženskah je bil najnižji sistolični pritisk 105 mmHg, najvišji 159 mmHg, povprečni  $126 \pm 12$  mmHg (7.1 Priloga 1: Tabela 1, 7.2 Priloga 2: Tabela 2, 7.3 Priloga 3: Tabela 3).

S t-testom sva ugotovili, da je bila statistično značilna razlika v višini sistoličnega krvnega pritiska med moškimi in ženskami ( $p = 0.041$ ), pri moških je bil višji.

S Pearsonovim testom korelacije sva ugotovili statistično značilno pozitivno korelacijo med sistoličnim krvnim pritiskom in telesno višino ( $p < 0.0001$ ) (7.7 Priloga 7: Graf 4), telesno težo

( $p < 0.0001$ ) (7.11 Priloga 11: Graf 8), diastoličnim krvnim pritiskom ( $p < 0.0001$ ) (7.16 Priloga 16: Graf 13), Sokolovim indeksom ( $p < 0.0001$ ) (7.17 Priloga 17: Graf 14), maso levega prekata ( $p < 0.0001$ ) in indeksirano maso levega prekata ( $p = 0.001$ ) (7.18 Priloga 18: Graf 15).

Pri moških je statistično značilna pozitivna korelacija sistoličnega krvnega pritiska s telesno višino ( $p = 0.029$ ), težo ( $p < 0.0001$ ), diastoličnim krvnim pritiskom ( $p < 0.0001$ ), Sokolovim indeksom ( $p = 0.011$ ), maso levega prekata ( $p = 0.004$ ), nisva pa potrdili korelacije z indeksirano maso levega prekata.

Pri ženskah je statistično značilna korelacija sistoličnega krvnega pritiska s telesno višino ( $p = 0.039$ ). S težo, diastoličnim krvnim pritiskom, Sokolovim indeksom, maso levega prekata in indeksirano maso levega prekata ni korelacije.

Najnižji diastolični krvni pritisk je bil 57 mmHg, najvišji 99 mmHg, povprečni  $75 \pm 9$  mmHg. Pri moških je bil najnižji diastolični pritisk 57 mmHg, najvišji 99 mmHg, povprečni  $76 \pm 9$  mmHg. Pri ženskah je bil najnižji diastolični pritisk 59 mmHg, najvišji 89 mmHg, povprečni  $74 \pm 8$  mmHg.

S t-testom sva ugotovili, da ni bilo statistično značilne razlike v višini diastoličnega krvnega pritiska med moškimi in ženskami ( $p = 0.327$ ).

S Pearsonovim testom sva ugotovili statistično značilno pozitivno korelacijo med diastoličnim krvnim pritiskom in telesno težo ( $p = 0.026$ ), sistoličnim krvnim pritiskom ( $p < 0.0001$ ). S Sokolovim indeksom, maso levega prekata in indeksirano maso levega prekata nisva potrdili korelacije.

Pri moških sva ugotovili le pozitivno korelacijo diastoličnega krvnega pritiska s sistoličnim krvnim pritiskom ( $p < 0.0001$ ).

Pri ženskah pa diastolični krvni tlak ni koreliral z nobenim opazovanim parametrom.

#### **4.3.7 Pulz**

Najnižji pulz preiskovancev je bil 47/min, najvišji 107/min, povprečni  $74 \pm 13$ /min. Pri moških je bil najnižji pulz 54/min, najvišji 103/min, povprečni  $73 \pm 12$ /min. Pri ženskah je bil najnižji pulz 47, najvišji 107, povprečni  $75 \pm 14$ /min (7.1 Priloga 1: Tabela 1, 7.2 Priloga 2: Tabela 2, 7.3 Priloga 3: Tabela 3).

S t-testom sva ugotovili, da ni bilo statistično značilne razlike v pulzu med moškimi in ženskami ( $p = 0.261$ ).

S Pearsonovim testom sva ugotovili statistično značilno negativno korelacijo s telesno višino ( $p < 0.0001$ ) (7.7 Priloga 7: Graf 5), telesno težo ( $p = 0.020$ ) (7.13 Priloga 13: Graf 10), Sokolovim indeksom ( $p = 0.001$ ) (7.19 Priloga 19: Graf 16), maso levega prekata ( $p = 0.002$ ) in indeksirano maso levega prekata ( $p = 0.011$ ) (7.20 Priloga 20: Graf 17). Nismo pa potrdili nobene korelacije s sistoličnim in diastoličnim krvnim pritiskom.

Pri moških sva ugotovili statistično značilno negativno korelacijo pulza s telesno višino ( $p = 0.004$ ) in Sokolovim indeksom ( $p = 0.002$ ); s težo, maso levega prekata in indeksirano maso levega prekata ni bilo nobene korelacije.

Pri ženskah sva ugotovili statistično značilno negativno korelacijo pulza s telesno višino ( $p = 0.001$ ), težo ( $p = 0.034$ ), maso levega prekata ( $p = 0.003$ ) in indeksirano maso levega prekata ( $p = 0.012$ ). S Sokolovim indeksom nisva potrdili korelacije.

#### 4.3.8 Sokolov indeks

Najnižji Sokolov indeks je bil 9 mm, najvišji 53 mm, povprečni  $28 \pm 9$  mm. Pri moških je bil najnižji Sokolov indeks 17 mm, najvišji 53 mm, povprečni  $32 \pm 8$  mm. Pri ženskah je bil najnižji Sokolov indeks 9 mm, najvišji 40 mm, povprečni  $23 \pm 7$  mm (7.1 Priloga 1: Tabela 1, 7.2 Priloga 2: Tabela 2, 7.3 Priloga 3: Tabela 3).

S t-testom sva ugotovili, da v Sokolovem indeksu ni bilo statistično značilne razlike med moškimi in ženskami ( $p = 0.334$ ).

S Pearsonovim testom smo ugotovili statistično značilno pozitivno korelacijo Sokolovega indeksa s telesno višino ( $p < 0.0001$ ) (7.9 Priloga 9: Graf 6), telesno težo ( $p = 0.001$ ) (7.14 Priloga 14: Graf 11), ITM ( $p < 0.0001$ ), sistoličnim krvnim pritiskom ( $p < 0.0001$ ) (7.17 Priloga 17: Graf 14), maso levega prekata ( $p < 0.0001$ ) in indeksirano maso levega prekata ( $p < 0.0001$ ) (7.21 Priloga 21: Graf 18) ter statistično značilno negativno korelacijo s pulzom ( $p = 0.001$ ) (7.19 Priloga 19: Graf 16). Z diastoličnim krvnim pritiskom nismo potrdili nobene korelacije.

Pri moških sva prav tako potrdili statistično značilno pozitivno korelacijo Sokolovega indeksa s sistoličnim krvnim pritiskom ( $p = 0.011$ ), maso levega prekata ( $p = 0.016$ ) in indeksirano maso levega prekata ( $p = 0.002$ ) ter statistično značilno negativno korelacijo s pulzom ( $p = 0.002$ ).

Pri ženskah sva potrdili statistično značilno pozitivno korelacijo Sokolovega indeksa s telesno višino ( $p = 0.003$ ), težo ( $p < 0.0001$ ), ITM ( $p = 0.010$ ), maso levega prekata ( $p < 0.0001$ ), indeksirano maso levega prekata ( $p = 0.001$ ). Nisva pa potrdili korelacije s sistoličnim krvnim pritiskom in pulzom.

#### 4.3.9 Masa levega prekata

Najnižja masa levega prekata je bila 62 g, najvišja 229 g, povprečna  $128 \pm 31$  g. Pri moških je bila najnižja masa levega prekata 87 g, najvišja 229 g, povprečna  $141 \pm 28$  g. Pri ženskah je bila najnižja masa levega prekata 62 g, najvišja 162 g, povprečna  $108 \pm 24$  g (7.1 Priloga 1: Tabela 1, 7.2 Priloga 2: Tabela 2, 7.3 Priloga 3: Tabela 3).

S t-testom sva ugotovili, da ni bilo statistično značilne razlike v masi levega prekata med moškimi in ženskami ( $p=0.274$ ).

S Pearsonovim testom smo ugotovili statistično značilno pozitivno korelacijo s telesno višino ( $p<0.0001$ ), telesno težo ( $p<0.0001$ ), ITM ( $p<0.0001$ ), sistoličnim krvnim pritiskom ( $p<0.0001$ ), Sokolovim indeksom ( $p<0.0001$ ), indeksirano maso levega prekata ( $p<0.0001$ ) ter statistično značilno negativno korelacijo s pulzom ( $p=0.002$ ). Korelacije z diastoličnim krvnim pritiskom nismo potrdili.

Pri moških sva potrdili korelacijo mase levega prekata s telesno višino ( $p<0.0001$ ), težo ( $p<0.0001$ ), ITM ( $p<0.012$ ), sistoličnim krvnim pritiskom ( $p=0.004$ ), Sokolovim indeksom ( $p=0.016$ ) indeksirano maso levega prekata ( $p<0.0001$ ). Korelacije s pulzom nisva potrdili.

Pri ženskah sva potrdili korelacijo mase levega prekata s telesno višino ( $p=0.003$ ), težo ( $p<0.0001$ ), ITM ( $p=0.017$ ), Sokolovim indeksom ( $p<0.0001$ ), indeksirano maso levega prekata ( $p<0.0001$ ) ter statistično značilno negativno korelacijo s pulzom ( $p=0.003$ ).

#### 4.3.10 Indeksirana masa levega prekata

Najnižja na telesno površino indeksirana masa levega prekata je bila  $40 \text{ g/m}^2$ , najvišja  $109 \text{ g/m}^2$ , povprečna  $69 \pm 13 \text{ g/m}^2$ . Pri moških je bila najnižja indeksirana masa levega prekata  $46 \text{ g/m}^2$ , najvišja  $109 \text{ g/m}^2$ , povprečna  $73 \pm 12 \text{ g/m}^2$ . Pri ženskah je bila najnižja indeksirana masa levega prekata  $40 \text{ g/m}^2$ , najvišja  $88 \text{ g/m}^2$ , povprečna  $63 \pm 12 \text{ g/m}^2$  (7.1 Priloga 1: Tabela 1, 7.2 Priloga 2: Tabela 2, 7.3 Priloga 3: Tabela 3).

S t-testom sva ugotovili, da ni bilo statistično značilne razlike med moškimi in ženskami v indeksirani masi levega prekata ( $p=0.862$ ).

S Pearsonovim testom korelacije smo ugotovili statistično značilno pozitivno korelacijo s telesno višino ( $p<0.0001$ ) (7.10 Priloga 10: Graf 7), telesno težo ( $p<0.0001$ ) (7.15 Priloga 15: Graf 12), ITM ( $p<0.0001$ ), sistoličnim krvnim pritiskom ( $p=0.001$ ) (7.18 Priloga 18: Graf 15), s Sokolovim indeksom ( $p<0.0001$ ) (7.21 Priloga 21: Graf 18) in maso levega prekata



( $p < 0.0001$ ) ter statistično značilno negativno korelacijo s pulzom ( $p = 0.011$ ) (7.20 Priloga 20: Graf 17). Korelacije z diastoličnim krvnim pritiskom nismo potrdili.

Pri moških sva potrdili pozitivno korelacijo indeksirane mase levega prekata s Sokolovim indeksom ( $p = 0.002$ ) in maso levega prekata ( $p < 0.0001$ ). Korelacije z višino, težo, ITM, sistoličnim pritiskom in pulzom nisva potrdili.

Pri ženskah sva ugotovili pozitivno korelacijo indeksirane mase levega prekata telesno težo ( $p = 0.030$ ), Sokolovim indeksom ( $p = 0.001$ ), maso levega prekata ( $p < 0.0001$ ) ter statistično značilno negativno korelacijo s pulzom ( $p = 0.012$ ). Korelacije z višino in sistoličnim pritiskom nisva potrdili.

#### **4.3.11 Vrste športov**

Preiskovanci so se ukvarjali z eno izmed spodaj omenjenih 16 športnih panog (7.24 Priloga 24: Graf 21).

11 preiskovancev se je ukvarjalo s plavanjem (11 %), 13 z nogometom (13 %), 12 z odbojko (12 %), 12 s košarko (12 %), 11 z atletiko (11 %), 11 z borilnimi veščinami (11 %), 6 s plesom (6 %), 3 z veslanjem (3 %), 2 z rokometom (2 %), 11 s tenisom (11 %), 1 s smučanjem (1 %), 2 s fitnessom (2 %), 1 s plezanjem (1 %), 1 z ameriškim nogometom (1 %), 1 s triatlonom (1 %), 2 s streljanjem (2 %).

#### **4.3.11 Anamneza posnetega EKG in UZ srca v preteklosti**

89 športnikov je imelo v preteklosti posnet EKG (89 %), 11 športnikov pa še nikoli (11 %) (7.22 Priloga 22: Graf 19).

2 športnika sta imela v preteklosti opravljen UZ srca (2 %), 98 športnikov pa še nikoli (98 %) (7.23 Priloga 23: Graf 20).

### **4.4 Razprava, interpretacija rezultatov**

V najinem vzorcu 100 dijakov, kompetitivnih športnikov, je bilo skoraj 2/3 moških (63 %), ker je takšno tudi razmerje med spoloma v športnih razredih na naši šoli. Povprečna starost je bila pri moških za 1 leto višja kot pri ženskah (moški  $17,5 \pm 6,5$  leta, ženske  $16,3 \pm 1,1$  leta).

V telesni višini ni bilo statistično značilne razlike med spoloma, medtem ko so bili moški statistično značilno težji od žensk ( $p = 0.029$ ); to si razlagava z različnimi športnimi panogami in s tem povezano različno mišično maso pri fantih in dekletih (več deklet se ukvarja s plesom, plezanjem, odbojko, košarko, več fantov se ukvarja z veslanjem, atletiko, plavanjem, nogometom, ameriškim nogometom). V indeksu telesne mase (ITM) ni bilo statistično

značilne razlike med spoloma ( $p=0.176$ ). Pokazala se je primerna prehranjenost preiskovancev, saj je bil povprečni ITM  $21,65 \pm 2,67$ . Ker je ITM odvisen tako od telesne višine kot od telesne teže in ker je bila pri ženskah statistično značilno nižja telesna teža kot pri moških, bi se verjetno v večjem vzorcu ali pa v bolj enakomerno zastopanim po spolu pokazala statistično značilna razlika v ITM, in sicer da bi bil pri ženskah nižji kot pri moških.

Zanimiva je ugotovitev, da je povprečna vrednost sistoličnega krvnega pritiska v najinem vzorcu na zgornji meji normale ( $135 \pm 17$  mmHg), enako tudi pri moških ( $140 \pm 18$  mmHg), medtem ko je pri dekletih v povsem normalnem območju ( $126 \pm 12$  mmHg), razlika med spoloma je statistično značilna, pri moških je bil višji ( $p=0.041$ ), medtem ko v diastoličnem pritisku ni bilo značilne razlike, pa tudi vrednosti diastoličnega pritiska so bile v celotnem vzorcu ter pri obeh spolih posebej v normotenzivnem območju ( $75 \pm 9$  mmHg).

V celotnem vzorcu sva ugotovili sva pozitivno korelacijo med sistoličnim pritiskom in diastoličnim pritiskom ( $p<0.0001$ ), ki je prisotna tudi pri moških, pri ženskah pa ne, kar bi lahko razložili z ugotovitvijo, da pri ženskah diastolični krvni pritisk ni koreliral z nobenim opazovanim parametrom. Tako da je tudi korelacija sistoličnega krvnega pritiska s Sokolovim indeksom in maso levega prekata, ki se kaže v celotnem vzorcu, dejansko prisotna le pri moških (v vzorcu je 2/3 moških), čeprav bi pričakovali, da bo prisotna pri obeh spolih, saj je krvni pritisk eden izmed možnih vzrokov nastanka hipertrofije levega prekata, katero ocenjujemo s Sokolovim indeksom in UZ merjenjem mase levega prekata.

Za trenirane kompetitivne športnike bi pričakovali, da bodo bradikardni (srčni utrip pod 60/min) v mirovanju, dejansko pa so bili večinoma v normokardnem območju, saj je bila povprečna srčna frekvenca  $74 \pm 13$  utripov/min, med spoloma pa nismo dokazali statistično značilne razlike. Ugotovili sva statistično značilno negativno korelacijo pulza z maso levega prekata in indeksirane mase levega prekata, kar si razlagava s tem, da športniki, ki so boljše trenirani, ki se ukvarjajo z vzdržljivostnimi športi, imajo nižji srčni utrip v mirovanju in imajo večjo maso levega prekata. Pričakovali bi statistično značilno negativno korelacijo tudi med pulzom in EKG merilom hipertrofije levega prekata, torej Sokolovim indeksom, vendar se je le-ta pokazala zgolj pri moških ( $p=0.002$ ) ter seveda v celotnem vzorcu na račun 2/3 prevlade moških ( $p=0.001$ ). Zanimivo je, da se je pokazala statistično značilna negativna korelacija pulza s telesno višino in težo, in to pri obeh spolih.

V Sokolovem indeksu kot elektrokardiografskem merilu hipertrofije levega prekata ni bilo statistično značilne razlike med spoloma ( $p=0.334$ ). Ugotovili sva statistično značilno

pozitivno korelacijo Sokolovega indeksa z maso levega prekata ( $p < 0.0001$ ) in na telesno površino indeksirano maso levega prekata ( $p < 0.0001$ ) tako v celotnem vzorcu kot za oba spola posebej. S tem sva potrdili hipotezo, da je med EKG merili in ultrazvočnimi (ehokardiografskimi) merili hipertrofije levega prekata statistično značilna pozitivna korelacija. S tem sva potrdili najino 1. hipotezo, čeprav Goldberger s soavtorji (16) opozarja na lažno povečano voltažo QRS kompleksov, na osnovi katerih se meri Sokolov indeks, pri mladih moških, Levy s soavtorji (22) pa na lažno negativen EKG izvid pri blagi hipertrofiji levega prekata, ženskah, debelosti.

Večina preiskovancev v najinem vzorcu ni imela povečane mase levega prekata v smislu hipertrofije, saj je bila povprečna (na telesno površino posameznika) indeksirana masa levega prekata v celotnem vzorcu  $69 \pm 13 \text{ g/m}^2$ , pri moških  $73 \pm 12 \text{ g/m}^2$  in pri ženskah  $63 \pm 12 \text{ g/m}^2$ . Po smernicah Ameriškega združenja za ehokardiografijo (27) se pri moških začne blaga hipertrofija levega prekata pri indeksirani masi levega prekata  $103 - 116 \text{ g/m}^2$ , med našimi moškimi preiskovanci je bila najvišja ugotovljena vrednost  $109 \text{ g/m}^2$ ; blago hipertrofijo levega prekata smo z ehokardiografskimi kriteriji dejansko ugotovili le pri 1 moškem preiskovancu v celotnem vzorcu. Med ženskami v našem vzorcu ni nobena izpolnjevala ehokardiografskih kriterijev za hipertrofijo levega prekata, saj je bila najvišja vrednost indeksirane mase levega prekata pri naših preiskovankah  $88 \text{ g/m}^2$ , po omenjenih smernicah pa se začne blaga hipertrofija levega prekata pri indeksirani masi levega prekata med  $89 - 100 \text{ g/m}^2$ . V indeksirani masi levega prekata ni bilo statistično značilne razlike med spoloma ( $p = 0.862$ )

Torej jasna pozitivna korelacija med Sokolovim indeksom in indeksirano maso levega prekata (7.21 Priloga 21: Graf 18), ki velja tako za celoten vzorec kot za oba spola posebej, potrjuje dejstvo, da je ob večji masi levega prekata v EKG posnetku večja voltaža QRS kompleksov, kar pa še ne potrjuje tudi dejanske prisotnosti hipertrofije levega prekata, ki jo lahko ugotovimo oz. potrdimo šele z ultrazvočno meritvijo indeksirane mase levega prekata, kar se ujema s trditvijo Mirvisa s soavtorji (17) in Murphyja s soavtorji (23), da je specifičnost EKG metode za odkrivanje hipertrofije levega prekata šele pri zmerni in hudi hipertrofiji levega prekata  $80 - 90 \%$ .

Torej sva potrdili tudi 2. hipotezo. Sokolov indeks nam lahko da lažno pozitivne rezultate hipertrofije levega prekata.

3. hipoteze nisva potrdili; dejansko je ultrazvočne kriterije za hipertrofijo levega prekata izpolnjeval le 1 športnik, veslač, pa še ta za hipertrofijo blage stopnje, in ta je izpolnjeval tudi EKG kriterij, saj je bila vrednost njegovega Sokolovega indeksa 53 mm. Tako da nisva odkrili pri nikomer hipertrofije levega prekata samo z ultrazvokom, brez prisotnih EKG kriterijev (višjega Sokolovega indeksa).

## 5.0 ZAKLJUČEK

Hipertrofija levega prekata ni le posledica prirojenih bolezenskih stanj ali dolgotrajno zvišanega krvnega pritiska, marveč je tudi prilagoditev zdravega srca rednemu aerobnemu fizičnemu treningu. Ker je lahko povezana z nevarnimi motnjami srčnega ritma - ventrikularnimi aritmijami (3, 7-8) in ker je sama po sebi dejavnik tveganja za nenadno srčno smrt (9), jo je pri športnikih potrebno odkrivati/iskati.

Najin vzorec 15-19 let starih dijakov naše šole, kompetitivnih športnikov, je bil po spolu neenakomerno zastopan, saj je bilo skoraj 2/3 moških, pa tudi po športnih panogah je bil precej raznolik, več deklet se je ukvarjalo s plesom, plezanjem, odbojko, košarko, več fantov s plavanjem, veslanjem, atletiko, nogometom. Prehranjenost vzorca je bila primerna. Pri fantih je bil povprečni sistolični pritisk v zgornjem območju normale, ali celo malo čez, diastolični je bil v celotnem vzorcu v normotenzivnem območju. Večina preiskovancev, čeprav so trenirani športniki, in bi pri njih pričakovali nižjo srčno frekvenco v mirovanju, je bila normokardna. Dejansko pa so tudi v najinem vzorcu trenirani vzdržljivostni športniki imeli srčno frekvenco v bradikardnem območju, značilno so ti tudi imeli višjo indeksirano maso levega prekata in višji Sokolov indeks (statistično značilna negativna korelacija med pulzom in Sokolovim indeksom ter indeksirano maso levega prekata). Kar dobra desetina športnikov še nikoli v preteklosti ni imela posnetega EKG, ultrazvok srca pa sta v preteklosti opravila le 2 športnika (2 % preiskovancev).

V skladu s pričakovanjem sva potrdili prvi 2 hipotezi. Ugotovili sva jasno statistično značilno korelacijo med EKG merili in UZ merili hipertrofije levega prekata (torej med Sokolovim indeksom in indeksirano maso levega prekata (7.21 Priloga 21: Graf 18)), čeprav Goldberg s soavtorji (16) opozarja na lažno povečano voltažo QRS kompleksov (osnova za merjenje Sokolovega indeksa) pri mladih moških. Vendar je bilo povečanje mase levega prekata le pri 1 dijaku (veslaču) dejansko v območju začetne, blage hipertrofije levega prekata po ultrazvočnih kriterijih in smernicah Ameriškega združenja za ehokardiografijo (27). Čeprav Levy s soavtorji (22) opozarja na lažno negativen EKG izvid pri blagi hipertrofiji levega prekata, je bila tudi pri tem dijaku jasna pozitivna korelacija z višino Sokolovega indeksa, saj je bil 53 mm (meja za HLV je 35 mm).

Potrdili sva tudi 2. hipotezo. Čeprav je jasna korelacija med indeksirano maso levega prekata in Sokolovim indeksom, nam lahko Sokolov indeks da lažno pozitivne rezultate hipertrofije levega prekata, saj naj bi po definiciji, ki je zapisana v Goldberjevi Klinični

elektrokardiografiji (16), Braunwaldovem učbeniku kardiovaskularne medicine (18), vrednost Sokolovega indeksa 35 mm že predstavlja hipertrofijo levega prekata; po tem elektrokardiografskem kriteriju bi imelo hipertrofijo levega prekata 25 % naših preiskovancev, dejansko pa, kot sva že omenili, sva jo ultrazvočno potrdili le pri enem. To je skladno tudi z navedbami Mirvisa s sod. (17) in Murphyja s sod. (23), da je specifičnost EKG metode za odkrivanje hipertrofije levega prekata šele pri zmerni in hudi hipertrofiji 80 – 90 %.

Glede na jasno pozitivno korelacijo med EKG in UZ kriteriji za hipertrofijo levega prekata pričakovano nisva potrdili 3. hipoteze; pri nobenem preiskovancu nisva odkrili hipertrofije levega prekata le z ultrazvočno meritvijo brez prisotnih EKG kriterijev.

Najina raziskava je torej potrdila jasno pozitivno korelacijo med EKG kriteriji in ultrazvočnimi kriteriji za hipertrofijo levega prekata, vendar sva pri 25 % dijakov odkrili vrednost Sokolovega indeksa, ki po definiciji pomeni hipertrofijo levega prekata, le pri 1 dijaku pa sva tudi z ultrazvočno izmerjeno indeksirano maso levega prekata potrdili blago hipertrofijo levega prekata. Zato bi predlagali, da se obvezno vsem kompetitivnim športnikom vsako leto na sistematskem športnem pregledu posname EKG, v primeru pozitivnega EKG kriterija za hipertrofijo levega prekata (Sokolov indeks  $\geq 35$  mm), pa še ultrazvok srca, saj je hipertrofija levega prekata izoliran dejavnik tveganja za nenadno srčno smrt, zato jo je pomembno odkriti pri vsakem posamezniku, ter ovrednotiti z nadaljnjimi specialističnimi kardiološkimi preiskavami, ali gre zgolj za prilagoditev »atletskega« srca ali za bolezensko stanje.

## 6.0 DRUŽBENA ODGOVORNOST

Raziskovalna naloga je plod najinega dela.

Ideja se je porodila na osnovi lanske raziskovalne naloge, kjer sva pri kompetitivnih športnikih dobili višje vrednosti Sokolovega indeksa kot EKG merila za hipertrofijo levega prekata, zato naju je zanimalo, ali imajo res dijaki v tekmovalnem športu že v starosti 15-19 let izraženo hipertrofijo levega prekata.

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 2016.**

Vseh 100 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 zadnjo stran EKG posnetka posameznega preiskovanca označili njegovo zaporedno številko, vpisali dopolnjeno starost, spol ter rezultate vseh meritev.

Zavedava se odgovornosti do dijakov, pri katerih sva ugotovili hipertrofijo levega prekata, zato je kardiologinja, ki je sodelovala v raziskavi, vse dijake seznanila z rezultati meritev in s potrebnimi morebitnimi dodatnimi ukrepi, enega izmed dijakov je na željo njegovih staršev še dodatno pregledala v bolnišnici.

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), ker je statistično značilna korelacija med EKG in ehokardiografskimi kriteriji za hipertrofijo levega prekata. Tiste, ki imajo EKG kriterije za HLV, pa bi bilo smiselno napotiti še na UZ srca glede na različne vrste HLV ter s tem povezano tveganje za nevarne motnje srčnega ritma in nenadno srčno smrt.

## 7.0 PRILOGE

### 7.1 Priloga 1: Tabela 1: Deskriptivna statistika celotnega vzorca

Tabela 1: deskriptivna statistika celotnega vzorca

n=100	min	max	povprečna vrednost	standardna deviacija
starost [leta]	15	19	16,51	1,1
višina[cm]	153	200	177,3	8,5
teža[kg]	44,1	118	68,4	11,8
indeks telesne mase/ITM[kg/m <sup>2</sup> ]	17,84	37,24	21,65	2,67
sistolični RR[mmHg]	85	184	135	17
diastolični RR[mmHg]	57	99	75	9
pulz[št.utripov/min]	47	107	74	13
Sokolov indeks[mm]	9	53	28	9
masa levega prekata[g]	62	229	129	31
indeks mase levega prekata[g/m <sup>2</sup> ]	40	109	69	13

### 7.2 Priloga 2: Tabela 2: Deskriptivna statistika - moški

Tabela 2: Deskriptivna statistika - moški

n=63	min	max	povprečna vrednost	standardna deviacija
starost[leta]	15	19	17,5	6,5
višina[cm]	162	200	181,3	7,8
teža[kg]	51	118	72,7	12,1
indeks telesne mase/ITM[kg/m <sup>2</sup> ]	17,84	37,24	22,11	3,02
sistolični RR[mmHg]	85	184	140	18
diastolični RR[mmHg]	57	99	76	9
pulz[št.utripov/min]	54	103	73	12
Sokolov indeks[mm]	17	53	32	8
masa levega prekata[g]	87	229	141	28
indeks mase levega prekata[g/m <sup>2</sup> ]	46	109	73	12

### 7.3 Priloga 3: Tabela 3: Deskriptivna statistika - ženske

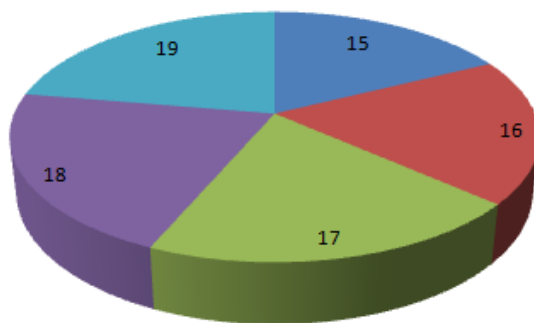
Tabela 3: Deskriptivna statistika - ženske

n=37	min	max	povprečna vrednost	standardna deviacija
starost[leta]	15	18	16,3	1,1
višina[cm]	153	192	170,9	6,2
teža[kg]	44,1	92	61	6,7
indeks telesne mase/ITM[kg/m <sup>2</sup> ]	18,03	24,61	20,85	1,7
sistolični RR[mmHg]	105	159	126	12
diastolični RR[mmHg]	59	89	74	8
pulz[št.utripov/min]	47	107	75	14
Sokolov indeks[mm]	9	40	23	7
masa levega prekata[g]	62	162	108	24
indeks mase levega prekata[g/m <sup>2</sup> ]	40	88	63	12



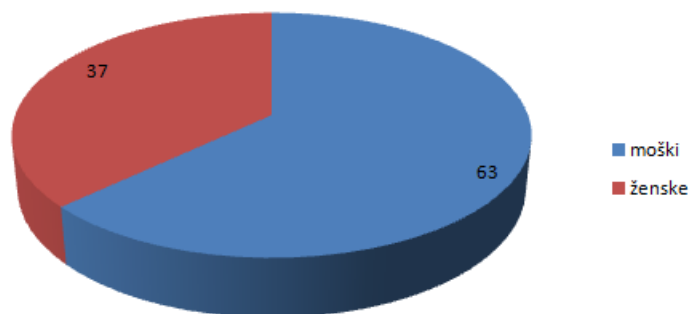
#### 7.4 Priloga 4: Graf 1: Sestava vzorca po starosti v letih

**STAROST (leta)**

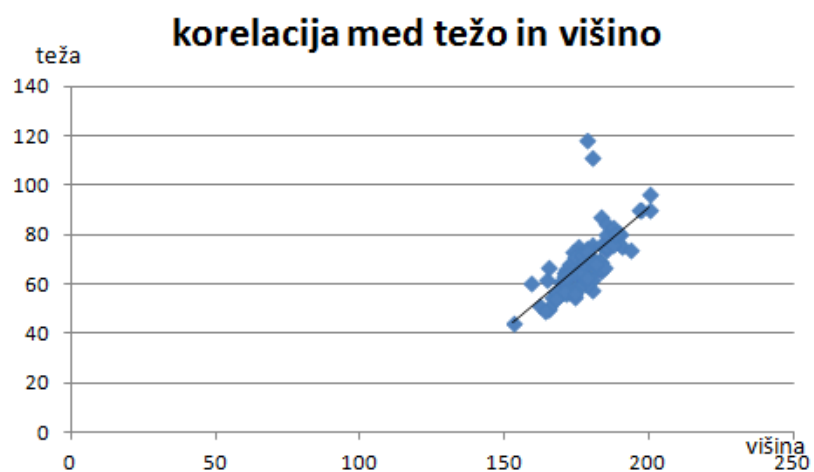


#### 7.5 Priloga 5: Graf 2: Sestava vzorca po spolu

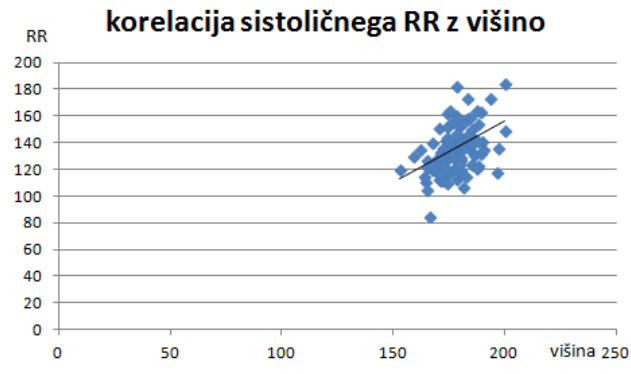
**SPOLPREISKOVANCEV**



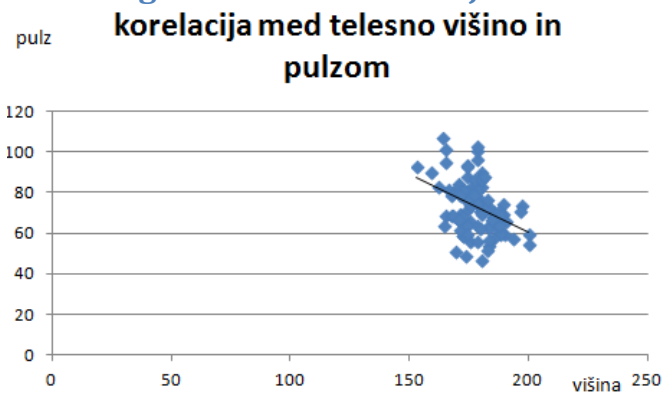
#### 7.6 Priloga 6: Graf 3: Korelacija med telesno težo in telesno višino



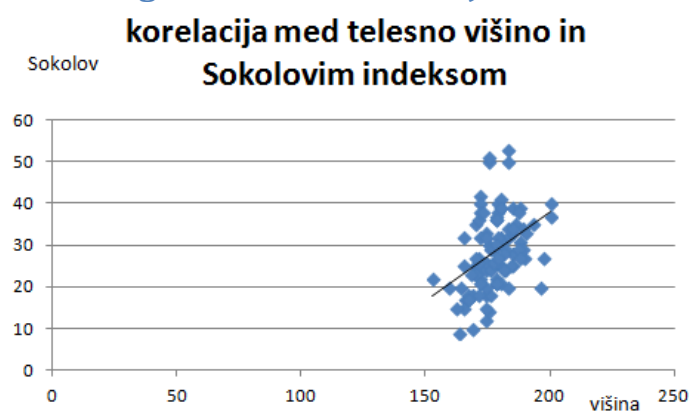
### 7.7 Priloga 7: Graf 4: Korelacija sistoličnega krvnega pritiska s telesno višino



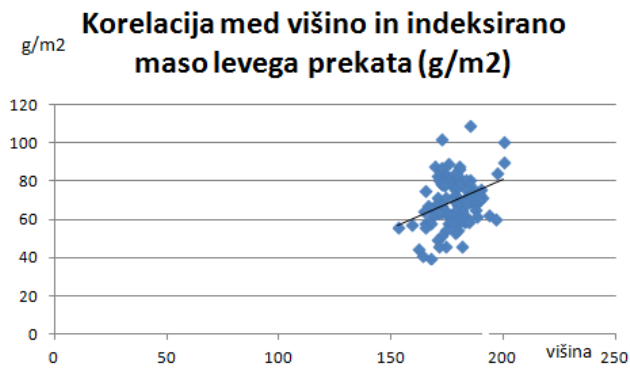
### 7.8 Priloga 8: Graf 5: Korelacija med telesno višino in pulzom



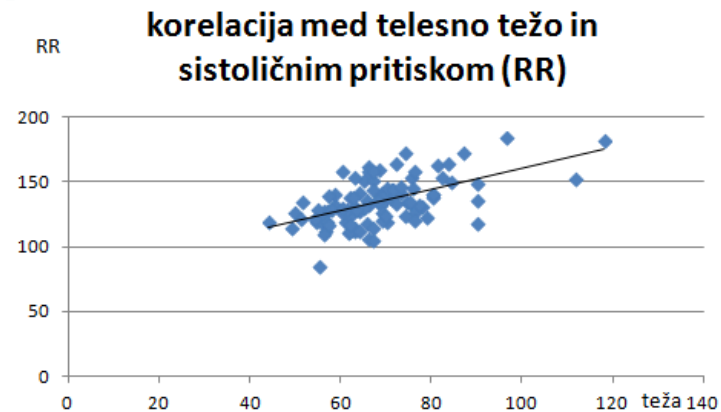
### 7.9 Priloga 9: Graf 6: Korelacija med telesno višino in Sokolovim indeksom



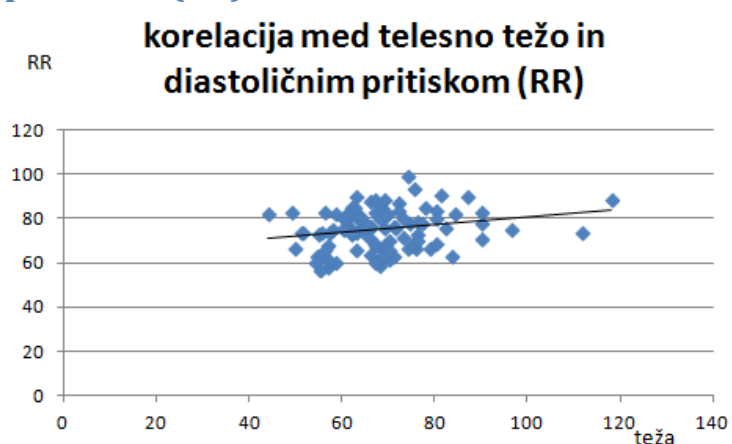
### 7.10 Priloga 10: Graf 7: Korelacija med telesno višino in indeksirano maso levega prekata (g/m<sup>2</sup>)



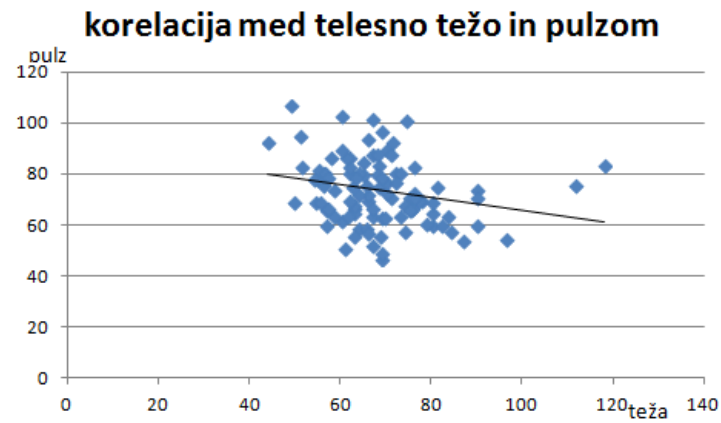
### 7.11 Priloga 11: Graf 8: Korelacija med telesno težo in sistoličnim krvnim pritiskom (RR)



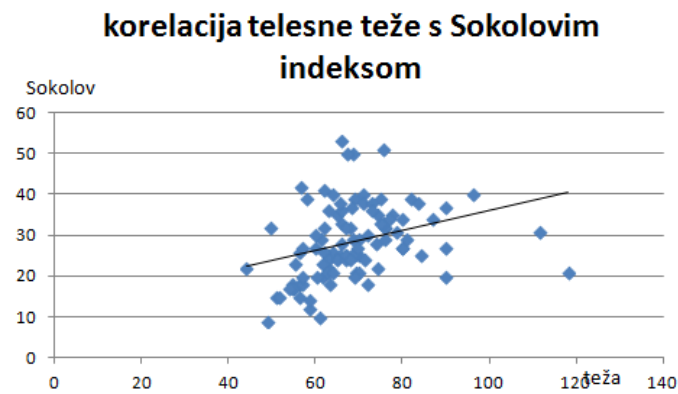
### 7.12 Priloga 12: Graf 9: Korelacija med telesno težo in diastoličnim krvnim pritiskom (RR)



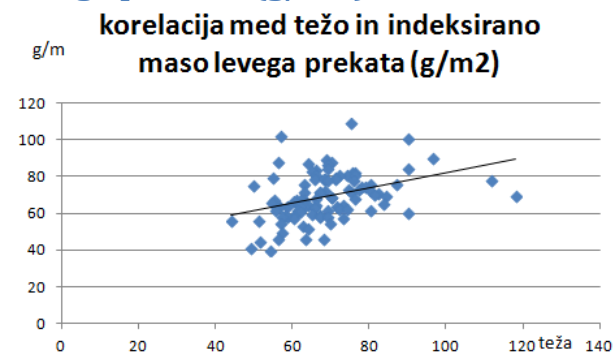
### 7.13 Priloga 13: Graf 10: Korelacija med telesno težo in pulzom



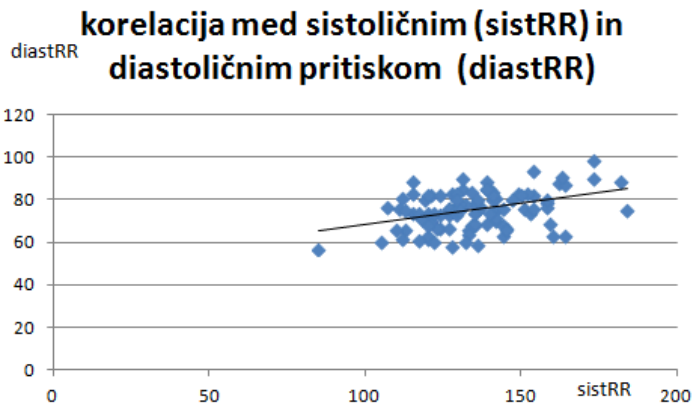
### 7.14 Priloga 14: Graf 11: Korelacija med telesno težo in Sokolovim indeksom



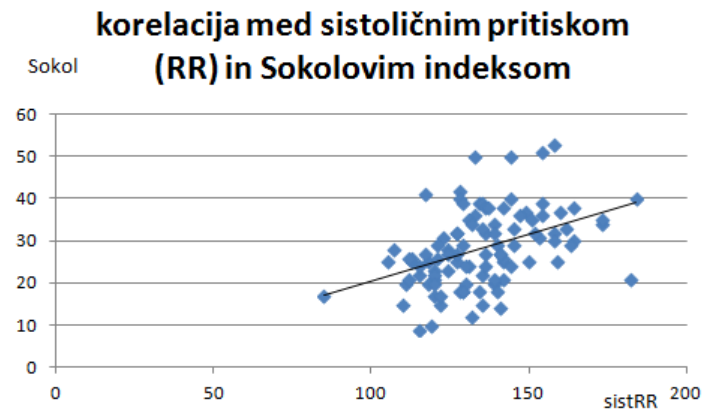
### 7.15 Priloga 15: Graf 12: Korelacija med telesno težo in indeksirano maso levega prekata (g/m<sup>2</sup>)



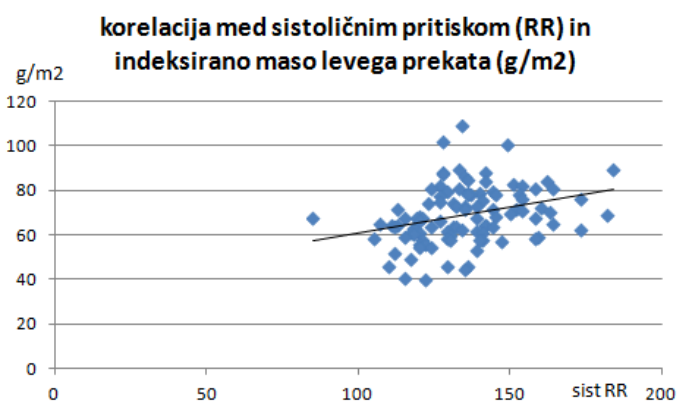
### 7.16 Priloga 16: Graf 13: Korelacija med sistoličnim in diastoličnim krvnim pritiskom



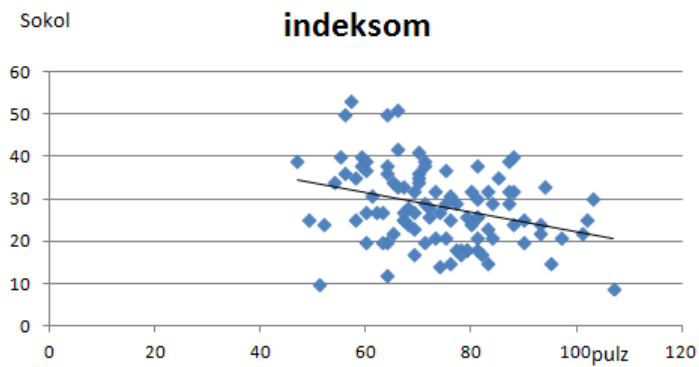
### 7.17 Priloga 17: Graf 14: Korelacija med sistoličnim krvnim pritiskom in Sokolovim indeksom



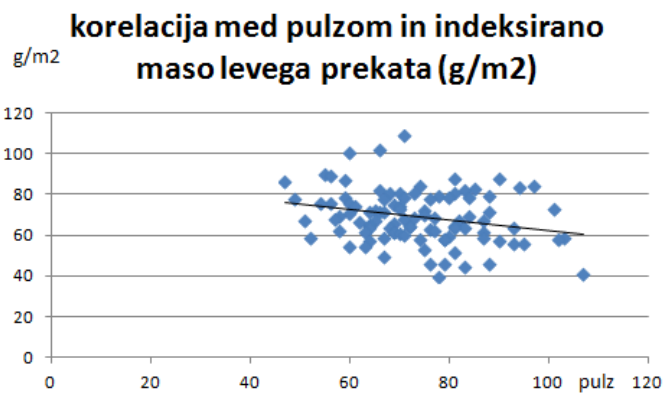
### 7.18 Priloga 18: Graf 15: Korelacija med sistoličnim krvnim pritiskom in indeksirano maso levega prekata



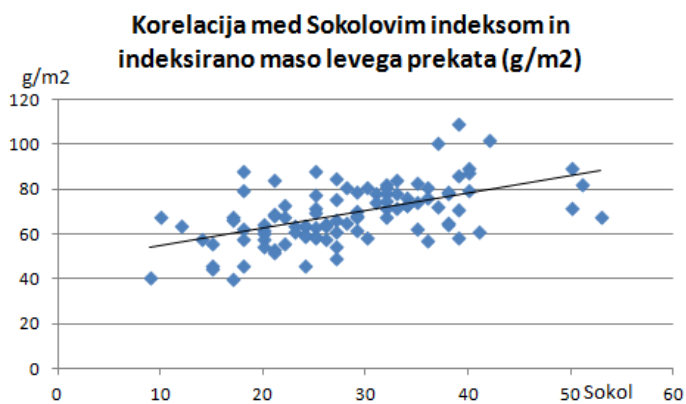
### 7.19 Priloga 19: Graf 16: Korelacija med pulzom in Sokolovim indeksom



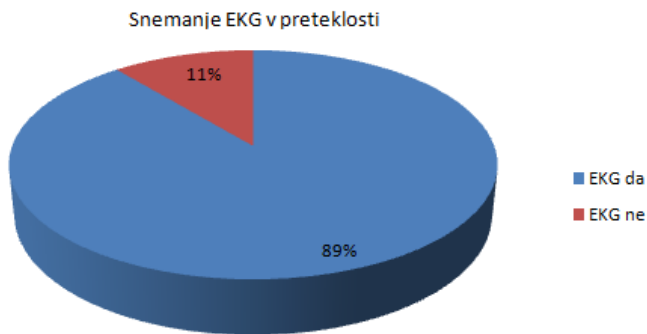
### 7.20 Priloga 20: Graf 17: Korelacija med pulzom in indeksirano maso levega prekata



### 7.21 Priloga 21: Graf 18: Korelacija med Sokolovim indeksom in indeksirano maso levega prekata



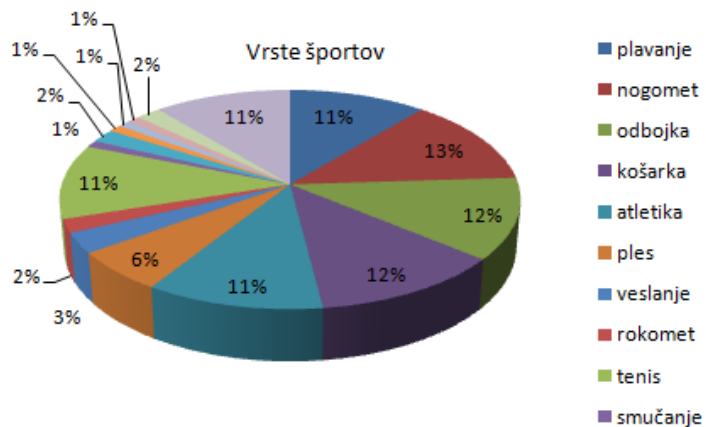
### 7.22 Priloga 22: Graf 19: Podatki o snemanju EKG v preteklosti pri športnikih v našem vzorcu



### 7.23 Priloga 23: Graf 20: Podatek o opravljenem ultrazvoku srca v preteklosti pri športnikih v našem vzorcu



### 7.24 Priloga 24: Graf 21: Zastopanost posameznih športnih panog pri našem preiskovanem vzorcu



## 8.0 VIRI IN LITERATURA

1. Messerli FH, Ventura HO, Elizardi DJ, et al. Hypertension and sudden death. Increased ventricular ectopic activity in left ventricular hypertrophy. *Am J Med* 1984; 77:18-22.
2. Aronow WS, Epstein S, Schwartz KS, Koenigsberg M. Correlation of complex ventricular arrhythmias detected by ambulatory electrocardiographic monitoring with echocardiographic left ventricular hypertrophy in persons older than 62 years in a long-term health care facility. *Am J Cardiol* 1987; 60:730-2.
3. Levy D, Anderson KM, Savage DD, et al. Risk of ventricular arrhythmias in left ventricular hypertrophy: the Framingham heart Study. *Am J Cardiol* 1987; 60:560-5.
4. Siegel D, Cheitlin MD; Black DM, et al. Risk of ventricular arrhythmias in hypertensive men with left ventricular hypertrophy. *Am J Cardiol* 1990; 65:742-7.
5. Rials SJ, Wu Y, Ford N, et al. Effect of left ventricular hypertrophy and its regression on ventricular electrophysiology and vulnerability to inducible arrhythmia in the feline heart. *Circulation* 1995; 91:426-30.
6. Spacek R, Gregor P. Ventricular arrhythmias in myocardial hypertrophy of various origins. *Can J Cardiol* 1997; 13:455-8.
7. Ghali JK, Kadakia S, Cooper RS, Liao YL. Impact of left ventricular hypertrophy on ventricular arrhythmias in the absence of coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol* 1991; 17:1277-82.
8. Mammarella A, Paradiso M, Basili S, et al. Morphologic left ventricular patterns and prevalence of high-grade ventricular arrhythmias in the normotensive and hypertensive elderly. *Adv Ther* 2000; 17:222-9.
9. Margey R, Roy A, Tobin S, et al. Sudden cardiac death in 14- to 35-year olds in Ireland from 2005 to 2007: a retrospective registry. *Europace* 2011; 13:1411-8.
10. Haider AW, Larson MG, Benjamin EJ, Levy D. Increased left ventricular mass and hypertrophy are associated with increased risk for sudden death. *J Am Coll Cardiol* 1998; 32:1454-9.
11. Fagard RH. Impact of defferent sports and training on cardiac structure and function. *Cardiol Clin* 1997; 15:397-412.
12. Pluim BM, Zwinderman AH, van der Laarse A, van der Wall EE. The athlete's heart. A meta-analysis of cardiac structure and function. *Circulation* 2000; 101:336-44.
13. Abernethy WB, Choo JK, Hutter AM Jr. Echocardiographic characteristics of professional football players. *J Am Coll Cardiol* 2003; 41:280-4.



14. Cuspidi C, Lonati L, Sampieri L, et al. Similarities and differences in structural and functional changes of left ventricle and carotid arteries in young borderline hypertensives and in athletes. *J Hypertens* 1996; 14:759-64.
15. Di Bello V, Pedrinelli R, Giorgi D, et al. Ultrasonic videodensitometric analysis of two different models of left ventricular hypertrophy. *Athlete's heart and hypertension. Hypertension* 1997; 29:937.
16. Goldberger AL, Goldberger ZD, Shvilkin A. *Goldberger's Clinical Electrocardiography: A Simplified Approach*, 8th ed, Elsevier/Saunders, Philadelphia 2012.
17. Mirvis, DM. *Electrocardiography: A Physiologic Approach*, Mosby, St. Louis 1993.
18. Mirvis DM, Goldberger AL. *Electrocardiography*. In: Braunwald's heart Disease: A Textbook of Cardiovascular Medicine, 9th ed, Bonow RO, Mann DL, Zipes DP, Libby P (Eds), W.B. Saunders, Philadelphia 2011.
19. Shipsey SJ, Bryant SM, Hart G. Effects of hypertrophy on regional action potential characteristics in the rat left ventricle: a cellular basis for T-wave inversion? *Circulation* 1997; 96:2061-8.
20. Mehta A, Jain AC, Mehta MC, Billie M. Usefulness of left atrial abnormality for predicting left ventricular hypertrophy in the presence of left bundle branch block. *Am J Cardiol* 2000; 85:354-9.
21. Casale PN, Devereux RB, Alonso DR, et al. Improved sex-specific criteria of left ventricular hypertrophy for clinical and computer interpretation of electrocardiograms: validation with autopsy findings. *Circulation* 1987; 75:565-72.
22. Levy D, Labib SB, Anderson KM, et al. Determinants of sensitivity and specificity of electrocardiographic criteria for left ventricular hypertrophy. *Circulation* 1990; 81:815-20.
23. Murphy ML, Thenabadu PN, de Soyza N, et al. Sensitivity of electrocardiographic criteria for left ventricular hypertrophy according to type of cardiac disease. *Am J Cardiol* 1985; 55:545-9.
24. Fragola PV, Colivicchi F, Fabrizi E, et al. Assessment of left ventricular hypertrophy in patients with essential hypertension. A rational basis for the electrocardiogram. *Am J Hypertens* 1993; 6:164-9.
25. Abergel E, Tase M, Bohlender J, et al. Which definition for echocardiographic left ventricular hypertrophy? *Am J Cardiol* 1995; 75:498-502.

26. Devereux RB, Lutas EM, Casale PN, et al. Standardization of M-mode echocardiographic left ventricular anatomic measurements. *J Am Coll Cardiol* 1984; 4:1222-30.
27. Schiller NB, Shah PM, Crawford M, et al. Recommendations for quantitation of the left ventricle by two-dimensional echocardiography. American Society of Echocardiography Committee on Standards, Subcommittee on Quantitation of Two-Dimensional Echocardiograms. *J Am Soc Echocardiogr* 1989; 2:358-67.
28. Stevens SM, Farzaneh-Far R, Na B, et al. Development of an echocardiographic risk-stratification index to predict heart failure in patients with stable coronary artery disease: the Heart and Soul study. *JACC Cardiovasc Imaging* 2009; 2:11-20.
29. Turakhia MP, Schiller NB, Whooley MA. Prognostic significance of increased left ventricular mass index to mortality and sudden death in patients with stable coronary heart disease (from the Heart and Soul Study). *Am J Cardiol* 2008; 102:1131-5.