

Polona Rogel¹

Povezanost 24-urnega krvnega tlaka z razvojem športnega srca pri ženskah in moških

Is Gender Difference in Development of Athlete's Heart Related to 24-Hour Blood Pressure?

IZVLEČEK

KLJUČNE BESEDE: športno srce – merjenje 24-urnega krvnega tlaka, razlike med spoloma

Dolgotrajna športna aktivnost povzroči razvoj športnega srca, za katerega je značilna razširjena votlina levega prekata in povečana debelina sten ter masa levega prekata. Te spremembe so pri moških veliko pogostejše kot pri ženskih športnicah.

Naš namen je preveriti naslednji hipotezi:

1. Večja masa levega prekata pri moških športnikih je povezana z višjim krvnim tlakom.
2. Večja masa levega prekata ni povezana z večjo telesno aktivnostjo pri moških v primerjavi z ženskami.

Preiskovali smo 15 parov športnih plesalcev, članov državne reprezentance, in 30 kontrolnih oseb (15 moških in 15 žensk). Pri vseh preiskovancih smo izmerili 24-urni krvni tlak in napravili ultrazvok srca ter obremenitveno testiranje na kolesu.

Plesalci imajo v primerjavi s plesalkami statistično značilno višji indeks mase levega prekata, izmerjen s pomočjo M-mode ($p < 0,004$) in 2D ($p < 0,001$), 24-urni sistolični krvni tlak ($p < 0,001$), dnevni ($p < 0,001$) in nočni sistolični krvni tlak ($p < 0,001$) in sistolični krvni tlak po Riva Rocciju ($p < 0,000$). Plesalci so pri obremenitvenem testiranju na kolesu dosegli značilno višji sistolični krvni tlak ob maksimalni obremenitvi ($p < 0,004$). Multivariantna analiza je pokazala, da indeks mase levega prekata, izmerjen z 2D-metodo, najbolje napovedujejo maksimalna obremenitev, ki jo je preiskovanec zmožen doseči na kolesu, sistolični krvni tlak pri maksimalni stopnji obremenitve, 24-urni sistolični tlak, dnevni sistolični krvni tlak, in krvni tlak izmerjen po Riva Rocciju.

Večjo maso levega prekata pri moških športnikih lahko deloma razložimo z višjim krvnim tlakom. Razlika v masi levega prekata ni povezana s stopnjo telesne aktivnosti, saj je ta enaka pri obeh članih plesnega para.

ABSTRACT

KEY WORDS: athlete's heart – 24h-blood pressure, gender differences

Long term athletic training is associated with an increase in left ventricular diastolic cavity dimensions, wall thickness, and mass. These changes are described as the »athlete's heart«. In men, athlete's heart is more frequently present than in women.

¹ Polona Rogel, štud. med., Klinični oddelek za hipertenzijo, Bolnica Petra Držaja, Vodnikova 62, 1525 Ljubljana.

We decided to test the following hypotheses:

1. Increased left ventricular mass in male athletes is related to higher blood pressure.
2. Increased left ventricular mass in male athletes is not related to intensity of training.

15 pairs of national sport dancing team and 30 control subjects (15 males, 15 females), were studied. In all subjects casual and 24-h ambulatory blood pressures, echocardiography and maximal stress testing were performed.

Female in comparison to male dancers had significantly lower M-mode ($p < 0.004$) and 2D left ventricular mass index ($p < 0.001$), 24-h systolic blood pressure ($p < 0.001$), day ($p < 0.001$) and night systolic blood pressure ($p < 0.001$), and casual systolic blood pressure ($p < 0.000$) and achieved significantly lower systolic blood pressure at maximal level of stress testing ($p < 0.004$). Multiple stepwise regression analysis showed that the best predictors of 2D left ventricular mass index are maximal work load and peak exercise systolic blood pressure, 24-h systolic blood pressure, day and casual systolic blood pressure.

Lower left ventricular mass index in female dancers can be partly explained by lower systolic blood pressures during 24-h and at exercise. Gender difference in left ventricular mass index is not related to the intensity of training, which is in sport dancing the same in both members of the pair.

UVOD

Športno srce

Športno srce je v zgodovini športne medicine najstarejša in najrazburilivejša tema raziskav. Vplive telesne dejavnosti na srce so sprva preučevali pri živalih že v zadnjih desetletjih devetnajstega stoletja. Bergman je opazil, da imajo divje živali veliko večja srca kot udomačene živali iste vrste (1). Henschen pa je l. 1899 prvič opisal športno srce pri smučarjih pred tekmovanjem in po njem z uporabo perkutorne tehnike (2). Številne nove tehnike, ki so se razvile kasneje, npr. rentgen in ultrazvok, so omogočile natančnejši pregled srca. Tako so lahko ugotovili, da je dolgotrajno intenzivno treniranje povezano z razširitvijo votline, zadebelitvijo stene in povečanjem mase levega prekata. Tako srce so poimenovali športno srce (3-5). V zadnjem času so ugotovili, da je izraženost športnega srca genetsko pogojena (6). Nekaterih dejavnikov, ki bi utegnili vplivati na razvoj športnega srca, še niso proučevali (4). Med temi dejavniki je tudi spol. V večini študij so namreč proučevali le moške športnike, žensk pa ne (7-9).

Ugotovili so, da je v primerjavi z moškimi pri ženskih športnicah masa levega prekata manjša (10, 11). Intenzivna telesna dejavnost pri ženskah navadno ne povzroči zadebelitve

stene levega prekata, ki je pri večini športnic v mejah normale. Redko se pri ženskah razvijejo morfološke spremembe, povezane s telesno dejavnostjo, ki so značilne za hipertrofično kardiomiopatijo. V nekaterih študijah, ki so proučevale ženske športnice različnih disciplin, so ugotavljali, da imajo športnice v primerjavi z nešportnicami za 5-15% večji premer levega prekata in 4-25% večjo debelino stene, vendar so pri moških športnikih te spremembe mnogo bolj izražene (12-14). Nenadna srčna smrt je mnogo pogostejša pri moških kot pri ženskih športnicah (15, 16). Ko so primerjali vrhunске moške in ženske športnike enakih disciplin, etnične pripadnosti in približno enake intenzitete treninga, so ugotovili, da so imele ženske športnice 23% manjšo debelino stene levega prekata, 11% manjšo velikost levega prekata in 31% nižji masni indeks levega prekata (17, 18).

Čeprav so že opisali številne dejavnike, ki vplivajo na razlike v razvoju športnega srca med spoloma, nekateri dejavniki še niso bili raziskani (19). Zelo natančno so raziskali vpliv sistoličnega tlaka pri maksimalni obremenitvi, malo pozornosti pa je bilo posvečene 24-urnemu krvnemu tlaku (20-26). Niso tudi upoštevali stopnje treniranosti, ki ravno tako lahko prispeva k razlikam med spoloma glede prisotnosti športnega srca. V sicer

redkih študijah, ki so primerjale moške in ženske športnike, žal ni bilo ustrezne standardizacije stopnje treniranosti (10, 11). Stopnja treniranosti moških in ženskih športnikov je bila različna.

Da bi izključili stopnjo treniranosti kot dejavnik, ki vpliva na razvoj športnega srca, smo izbrali za raziskovalni model športne plesalce v paru, saj le pri njih lahko trdimo, da so moški izpostavljeni enakim naporom kot ženske. Zanimalo nas je, ali je 24-urni krvni tlak povezan z razlikami v spolu glede razvoja športnega srca.

NAMEN RAZISKAVE

Naš namen je bil preveriti naslednji hipotezi:

1. Večja masa levega prekata je pri moških športnikov povezana z višjim krvnim tlakom.
2. Večja masa levega prekata ni povezana z večjo telesno aktivnostjo pri moških v primerjavi z ženskami.

METODE DELA

Preiskovanci

Preiskovali smo petnajst parov športnih plesalcev, članov slovenske državne reprezentance, in trideset kontrolnih posameznikov, nešportnikov (15 moških in 15 žensk). Skupini se nista razlikovali glede starosti in telesne višine. Plesalci so posredovali podatke o tem, koliko let trenirajo športni ples in koliko ur na teden vadijo.

Protokol študije

Srčno frekvenco, telesno višino in telesno težo smo izmerili s konvencionalnimi metodami. Sistolični in diastolični krvni tlak smo izmerili trikrat zaporedoma v petminutnih presledkih po Riva Rocciju v sedečem položaju po 15 minutah mirovanja. Nato smo izračunali povprečje treh meritev. Vsi preskovanci so imeli normalen krvni tlak po merilih WHO-ISH (26).

Vsem preiskovancem smo izmerili 24-urni krvni tlak z merilnikom Space Lab 90202. Merilnik je krvni tlak izmeril vsakih 30 minut preko dneva in na vsako uro ponoči od 22.00 zvečer do 6.00 zjutraj.

Preiskovance smo tudi obremenitveno testirali. Obremenjevali smo jih na kolesu z električno zavoro, ki je s časom sorazmerno vedno bolj zavirala, tako da je bilo poganjanje kolesa vedno težje. Začetno breme je bilo 50 wattov, vsake 3 minute pa se je povečalo za nadaljnjih 50 wattov. Med obremenitvenim testiranjem smo spremljali 12-odvodni EKG (elektrokardiogram), srčno frekvenco in krvni tlak. Preiskovance smo obremenili do največjega napora, ki so ga še zmogli.

Pri vsakem preiskovancu smo izvedli ultrazvok srca. Ultrazvočno smo izmerili premer levega prekata in debelino medprekatnega pretina in zadnje stene levega prekata. Vse meritve smo izvedli po Penn konvenciji. Maso levega prekata smo iz M-mode posnetka izračunali po Devereux-Reichekovi formuli (27, 28). Maso levega prekata iz dvodimenzionalnega posnetka smo izračunali s pomočjo metode »površina-dolžina«, ki jo priporoča ameriško ehokardiografsko združenje (29).

Protokol študije je v skladu s Helsinško deklaracijo iz leta 1975. Študijo je odobrila komisija za medicinsko etiko pri ministrstvu za zdravstvo.

Statistične metode

Podatke smo analizirali s statističnim programom SPSS, verzija 7.0 (Windows 95). Izračunali smo srednjo vrednost in standardno deviacijo. Skupini smo primerjali s Studentovim neparnim t-testom. Podatke smo analizirali z multivariantno analizo. Če je bil $p < 0,05$, smo razliko obravnavali kot statistično pomembno oziroma značilno.

REZULTATI

Antropološke značilnosti, podatki, koliko let in koliko ur na teden trenirajo ples, srčna frekvenca, krvni tlak po Riva Rocciju in 24-urni, dnevni in nočni krvni tlak so prikazani v tabeli 1. Plesalci so imeli v primerjavi s kontrolnimi preiskovanci značilno nižji diastolični tlak po Riva Rocciju, nižji indeks telesne mase in srčni utrip. Skupini se nista razlikovali glede starosti, višine, teže in površine telesa, sistoličnega tlaka po Riva Rocciju, 24-urnega, dnevnega in nočnega sistoličnega in diastoličnega krvnega tlaka.

Tabela 1. Antropološke značilnosti, podatki, koliko let in koliko ur na teden trenirajo ples, srčna frekvenca, krvni tlak po Riva Rocciju in 24-urni, dnevni in nočni krvni tlak. SKT – sistolični krvni tlak, DKT – diastolični krvni tlak, SKT-R in DKT-R – sistolični in diastolični krvni tlak po Riva Rocciju, NS – neznačilna razlika.

	Plesalci (n = 30)	Kontrole (n = 30)	p vrednost
starost (leta)	20 ± 3	21 ± 2	NS
višina (cm)	171 ± 9	171 ± 10	NS
teža (kg)	62 ± 10	65 ± 11	NS
telesna površina (m ²)	1,72 ± 0,18	1,76 ± 0,18	NS
indeks telesne mase (kg/m ²)	21,1 ± 1,5	22,3 ± 2,4	0,027
trajanje treninga (leta)	9 ± 3		
intenzivnost treninga (ure na teden)	16 ± 7		
srčna frekvenca (utripi/minuta)	71 ± 12	80 ± 14	0,017
SKT-R (mmHg)	117 ± 9	119 ± 14	NS
DKT-R (mmHg)	70 ± 8	76 ± 10	0,015
24-h SKT (mmHg)	117 ± 9	112 ± 10	NS
24-h DKT (mmHg)	66 ± 5	69 ± 6	NS
dnevni SKT (mmHg)	119 ± 9	121 ± 11	NS
dnevni DKT (mmHg)	69 ± 5	72 ± 7	NS
nočni SKT (mmHg)	112 ± 10	109 ± 11	NS
nočni DKT (mmHg)	60 ± 6	62 ± 6	NS

Plesalci so v primerjavi s kontrolno skupino dosegli večjo porabo kisika med obremenitvijo. Glede maksimalne obremenitve, ki so jo zmogli, in sistoličnega tlaka ob maksimalnem naporu pa ni bilo značilnih razlik (tabela 2).

Ultrazvok srca je pokazal značilno debelejšo zadnjo steno levega prekata pri športnikih. Našli smo značilno višji indeks mase levega prekata (M-mode in 2D). Hipertrofijo levega prekata smo našli pri 4 moških plesalcih in 2 plesalkah (debelina stene > 12 mm, LVMI > 134 g/m² pri moških in > 110 g/m² pri

ženskah). Nihče v kontrolni skupini ni imel hipertrofije levega prekata.

Tabela 3 prikazuje antropološke značilnosti, podatke, koliko let in koliko ur na teden trenirajo, srčno frekvenco, krvni tlak po Riva Rocciju in 24-urni, dnevni in nočni krvni tlaki plesalcev in plesalk. Ti se niso razlikovali glede starosti, trajanja in intenzitete treningov. Moški plesalci so bili v povprečju višji in težji, imeli so večjo telesno površino in indeks telesne mase. Plesalke so imele višjo srčno frekvenco v mirovanju, nižji sistolični krvni

Tabela 2. Maksimalen napor, ki ga zmorejo preiskovanci, poraba kisika ob naporu in masa levega prekata pri plesalcih in kontrolnih posameznikih. IVS – debelina medprekatnega pretina med diastolo, LVEDD – končni premer levega prekata v diastoli, LVESD – premer levega prekata v sistoli, LVPW – debelina zadnje stene levega prekata med diastolo, LVMI – indeks mase levega prekata, SKT – sistolični krvni tlak.

	Plesalci (n = 30)	Kontrole (n = 30)	p vrednost
maksimalna obremenitev (watti)	248 ± 45	228 ± 69	NS
maksimalna poraba kisika (l/kg/min)	56 ± 6	50 ± 6	0,001
SKT ob maksimalni obremenitvi (mmHg)	181 ± 33	178 ± 35	NS
IVS (mm)	8,5 ± 1,9	8,1 ± 1,8	NS
LVEDD (mm)	48,5 ± 5,3	46,8 ± 5,6	NS
LVESD (mm)	31,5 ± 3,5	31,2 ± 5,1	NS
LVPW (mm)	9,3 ± 2,0	8,2 ± 1,4	0,027
M-mode LVMI (g/m ²)	95 ± 26	83 ± 20	0,042
2D LVMI (g/m ²)	107 ± 19	93 ± 17	0,009

Tabela 3. *Antropološke značilnosti, podatki, koliko ur tedensko in let so športniki trenirali, srčna frekvenca, krvni tlak izmerjen po Riva Rocciju, 24-urni, dnevni in nočni krvni tlak pri plesalkah in plesalcih. SKT – sistolični krvni tlak, DKT – diastolični krvni tlak, SKT-R – sistolični krvni tlak po Riva Rocciju, DKT-R – diastolični krvni tlak po Riva Rocciju.*

	Plesalke (n = 15)	Plesalci (n = 15)	p vrednost
starost (leta)	19 ± 4	20 ± 3	NS
višina (cm)	163 ± 4	178 ± 5	0,000
teža (kg)	54 ± 5	70 ± 5	0,000
telesna površina (m ²)	1,56 ± 0,08	1,87 ± 0,08	0,000
indeks telesne mase (kg/m ²)	20 ± 1	22 ± 1	0,000
trajanje treninga (leta)	9 ± 3	9 ± 3	NS
intenzivnost treninga (ure na teden)	16 ± 7	16 ± 7	NS
srčna frekvenca (utripi/minuto)	75 ± 11	67 ± 11	0,048
SKT-R (mmHg)	112 ± 9	120 ± 7	0,000
DKT-R (mmHg)	67 ± 6	72 ± 6	NS
24-h SKT (mmHg)	112 ± 6	123 ± 7	0,001
24-h DKT (mmHg)	66 ± 5	66 ± 5	NS
dnevni SKT (mmHg)	114 ± 7	125 ± 7	0,001
dnevni DKT (mmHg)	70 ± 4	69 ± 5	NS
nočni SKT (mmHg)	106 ± 7	118 ± 9	0,001
nočni DKT (mmHg)	60 ± 6	60 ± 5	NS

tlak po Riva Rocciju in 24-urni, dnevni in nočni sistolični krvni tlak. Skupini se nista značilno razlikovali v diastoličnem krvnem tlaku po Riva Rocciju, 24-urnem, dnevnem in nočnem diastoličnem krvnem tlaku.

Plesalke so v primerjavi s plesalci dosegle nižjo maksimalno obremenitev in sistolični krvni tlak ob maksimalni obremenitvi, medtem ko je bila maksimalna poraba kisika enaka. Plesalci so v primerjavi s plesalkami imeli večji premer levega prekata v diastoli in debelejšo zadnjo prekatno steno. M-mode

in 2D-indeks mase levega prekata sta bila pri plesalkah nižja kot pri plesalcih (tabela 4).

Multivariantna analiza je pri moških plesalcih pokazala, da 40 % variabilnosti 2D-indeksa mase levega prekata lahko razložimo s 24-urnim sistoličnim krvnim tlakom, sistoličnim krvnim tlakom po Riva Rocciju in dnevnim sistoličnim krvnim tlakom ($p < 0,035$). Najboljši napovedovalci indeksa 2D mase levega prekata pri moških plesalcih so maksimalna obremenitev in sistolični krvni tlak ob največji obremenitvi, 24-urni

Tabela 4. *Maksimalna obremenitev, maksimalna poraba kisika in indeks mase levega prekata pri plesalkah in plesalcih. SKT – sistolični krvni tlak, IVS – debelina medprekatnega pretina med diastolo, LVEDD – končni premer levega prekata v diastoli, LVESD – premer levega prekata v sistoli, LVPW – debelina zadnje stene levega prekata med diastolo, LVMI – indeks mase levega prekata.*

	Plesalke (n = 15)	Plesalci (n = 15)	p vrednost
smaksimalna obremenitev (watti)	210 ± 20	286 ± 23	0,000
maksimalna poraba kisika (l/kg/min)	54 ± 7	57 ± 5	NS
SKT ob maksimalni obremenitvi (mmHg)	164 ± 30	198 ± 27	0,004
IVS (mm)	8,1 ± 1,3	8,9 ± 1,3	NS
LVEDD (mm)	45,2 ± 3,8	50,7 ± 4,2	0,001
LVESD (mm)	30,3 ± 3,3	32,1 ± 3,3	NS
LVPW (mm)	8,3 ± 1,6	9,9 ± 1,6	0,026
M-mode LVMI (g/m ²)	82 ± 21	108 ± 25	0,004
2D LVMI (g/m ²)	95 ± 20	120 ± 12	0,001

sistolčni krvni tlak in sistolični krvni tlak po Riva Rocciju (43 % variabilnosti, $p < 0,016$).

Pri plesalkah 38 % variabilnosti indeksa 2D mase levega prekata lahko razložimo s sistoličnim krvnim tlakom ob največji obremenitvi, sistoličnim krvnim tlakom po Riva Rocciju, 24-urnim sistoličnim in dnevnim sistoličnim krvnim tlakom. Najboljši napovedovalci indeksa 2D mase levega prekata pri plesalkah so sistolični tlak pri največji obremenitvi, maksimalna obremenitev, 24-urni sistolični in dnevni sistolični krvni tlak (predstavljajo 45 % variabilnosti, $p < 0,011$).

RAZPRAVA

Študija je pokazala, da je masa levega prekata pri športnih plesalcih, ki intenzivno vadijo, blago, vendar statistično značilno zvišana. Čeprav so številne študije pri različnih športih dokazale enako, pa se nobena od njih ni lotila raziskave, ki bi vključila športne plesalce (3-8). Pri tem športu, kot pri mnogih drugih, je masa levega prekata večja pri moških kot pri ženskah (17, 18). Ta razlika med spoloma je bila do sedaj razložena kot posledica:

- 1) razlike v velikosti telesa (28),
- 2) hemodinamskega odziva na obremenitev (20-24, 31-33) in
- 3) koncentracij posameznih spolnih hormonov, predvsem testosterona (34, 35).

Študije na živalih so pokazale, da živali moškega spola, ki so podvržene kroničnim telesnim obremenitvam, razvijejo večjo debelino stene in maso levega prekata kot istovrstne živali ženskega spola. Ta razlika se zmanjša ali izniči ob orhidektomiji in zopet poveča ob vnosu testosterona (36).

Raven obremenitev pri treningu lahko prispeva k že opisanim razlikam v masi levega prekata. Težko je proučevati športnike različnih spolov, saj le-ti niso nikoli enako trenirani. Čeprav trenirajo isto športno disciplino in se udeležujejo istih tekmovanj, potekajo treningi športnic in športnikov ločeno. Tudi zahteve za doseg določenih norm pri ženskah športnicah so drugačne kot pri moških športnikih, ki imajo zato ponavadi intenzivnejše treninge od športnic. Dve študiji, ki primerjata kardiovaskularne spremembe pri športnikih in športnicah, nista posvetili dovolj pozorno-

sti vplivu intenzivnosti treninga, ki so mu športniki in športnice izpostavljeni (10, 11). V prvi študiji sicer trdijo, da so imele športnice in športniki enako intenzivnost treningov, vendar ne opisujejo metode, s katero so raziskovalci to ugotovili (10). V drugi študiji avtorji priznavajo, da skupina športnic vsebuje večje število boljše treniranih športnic (11).

V naši študiji smo vzeli za model raziskave športni ples, saj je to šport, ki se izvaja v parih in kjer lahko zagotovo trdimo, da so bili ženske in moški enako obremenjeni, saj trenirajo isto število ur tedensko in imajo enake obremenitve. Pri naši študiji smo tako vpliv telesne dejavnosti na spremembo mase levega prekata med spoloma izenačili, tako da smo se pri raziskavi lahko osredotočili na ostale razlike med spoloma (antropološke značilnosti, krvni tlak po Riva Rocciju, 24-urni krvni tlak, dnevni in nočni krvni tlak) in njihove vplive na maso levega prekata.

Naša študija je pokazala, da imajo ženske športnice v primerjavi z moškimi športniki nižji krvni tlak po Riva Rocciju in 24-urni krvni tlak. Nižji sistolični krvni tlak pri športnicah, izmerjen po Riva Rocciju, so ugotovili tudi drugi (6).

Podobne razlike med spoloma v krvnem tlaku po Riva Rocciju so našli že v veliki epidemiološki raziskavi krvnega tlaka (38). Ugotovili smo tudi, da je masa levega prekata pri športnih plesalcih povezana s 24-urnim sistoličnim krvnim tlakom. Podobna povezava je bila opisana v študiji hipertenzivnih bolnikov (39).

Kolikor nam je znano, povezave med krvnim tlakom in maso levega prekata pri športnikih še ni nihče raziskoval s spremljanjem 24-urnega krvnega tlaka. Celo v obsežnih raziskavah športnega srca je bil vpliv krvnega tlaka obravnavan le mimogrede. V nekaterih študijah sploh ni podatkov o krvnem tlaku ali je omenjen le bežno (11). Raziskovalci poročajo, da je bil krvni tlak v povprečju (ne vedno!) pod 140/90 mmHg, kar pomeni, da so imeli nekateri športniki tudi hipertenzijo (5).

Ugotovili smo, da je nižji indeks mase levega prekata pri plesalkah povezan z nižjim sistoličnim krvnim tlakom ob maksimalni obremenitvi. O tem so poročali že pri moških vzdržljivostnih športnikih in pri normotenzivnih moških, ki niso izpostavljeni rednim

telesnim obremenitvam, pri katerih je masa levega prekata povezana s sistoličnim krvnim tlakom ob maksimalni obremenitvi (40, 41).

ZAKLJUČEK

Študija je pokazala, da sta krvni tlak po Riva Rocciju in 24-urni krvni tlak dobra napovedovalca mase levega prekata pri športnikih. Ker sta nižja pri ženskah kot pri moških, deloma razložita razliko v masi levega prekata med spoloma.

ZAHVALA

Mentorju prof. dr. Alešu Žemvi se iskreno zahvaljujem za stokovno pomoč in vodenje pri nastajanju naloge. Zahvalila bi se tudi osebi v laboratoriju in pri obremenilnem testiranju na kolesu ter športnim plesalcem in prijateljem, ki so s svojim sodelovanjem omogočili raziskavo.

LITERATURA

1. Bergman R. Über Die Herzgrosse freilebender und domestizierter Tiere [Inaugural Dissertation]. München; 1884.
2. Henschen S. Skilaut und Skiweltlauf. Eine medizinische Sportstudie. *Mitt Med Klin Upsala (Jena)*; 1899.
3. Huston TP, Puffer JC, Rodney WM. The athletic heart syndrome. *N Engl J Med* 1985; 313: 24-32.
4. Rost R, Hollman W. Athlete's heart - a review of its historical assessment and new aspects. *Int J Sports Med* 1983; 4: 147-165.
5. Spirito P, Pelliccia A, Proschan MA, et al. Morphology of the «athlete's heart» assessed by echocardiography in 947 elite athletes representing 27 sports. *Am J Cardiol* 1994; 74: 802-6.
6. Karjalainen J, Kujala UM, Stolt A, et al. Angiotensin Gene M235T Polymorphism predicts left ventricular hypertrophy in endurance athletes. *JACC* 1999; 34: 494-9.
7. Douglas PS, O'Toole ML, Hiller WDB, Reichek N. Left ventricular structure and function by echocardiography in ultra-endurance athletes. *Am J Cardiol* 1986; 58: 805-9.
8. Maron BJ. Structural features of the athlete's heart as defined by echocardiography. *J Am Coll Cardiol* 1986; 7: 190-203.
9. Pelliccia A, Spataro A, Caselli G, Maron BJ. Absence of left ventricular wall thickening in athletes engaged in intense power training. *Am J Cardiol* 1993; 72: 1048-54.
10. Pelliccia A, Maron BJ, Culasso F, Spataro A, Caselli G. Athlete's heart in women. *JAMA* 1996; 276: 211-5.
11. Urhausen A, Monz T, Kindermann W. Sport-specific adaptation of left ventricular muscle mass. I. An echocardiographic study with combined isometric and dynamic exercise trained athletes (male and female rowers). *Int J Sports Med* 1996; 17: 145-51.
12. Fagard R, Van Den Broeke C, Vanhees L et al. Non invasive assessment of systolic and diastolic left ventricular function in female runners. *Eur Heart J* 1987; 8: 1305-1311.
13. Pollak SJ, McMillan ST, Mumpower E et al. Echocardiographic analysis of elite woman distance runners. *Int J Sports Med* 1987; 8: 81-83.
14. Riley - Hagan M, Peshock RM, Stray - Gundersen J, et al: Left ventricular dimensions and mass using magnetic resonance imaging in female endurance athletes. *Am J Cardiol* 1992; 69: 1067-1074.
15. Corrado D, Thiene G, Nava A, Rossi L, Pennelli N. Sudden death in young competitive athletes: clinicopathologic correlations in 22 cases. *Am J Med* 1990; 89: 588-96.
16. Maron BJ, Shirani J, Poliac LC, Mathenge R, Roberts WC, Mueller FO. Sudden death in young competitive athletes. *JAMA* 1996; 276: 199-204.
17. Pelliccia A, Marron BJ, Calasso F, et al. The athlete's heart in woman: Echocardiographic characterization of highly trained elite female athletes. *JAMA* 1996; 276: 211-215.
18. Maron BJ, Gardin JM, Flack JM et al. Prevalence of hypertrophic cardiomyopathy in general population of young adults: echocardiographic analysis of 4111 subjects in the CARDIA study. *Circulation* 1995; 92: 785-789.
19. Pelliccia A. Determinants of morphological cardiac adaptation in elite athletes: the role of athletic training and constitutional factors. *Int J Sports Med* 1996; 17: Suppl 3: 157-63.
20. Petrofsky JS, Burse RL, Lind AR. Comparison of physiological responses of women and men to isometric exercise. *J Appl Physiol* 1975; 38: 863-8.
21. Hanley PC, Zinsmeister AR, Clements IP, Bove AA, Brown ML, Gibbons RJ. Gender related differences in cardiac response to supine exercise assessed by radionuclide angiography. *J Am Coll Cardiol* 1989; 13: 624-9.
22. Gleim GW, Stachenfeld NS, Coplan NL, Nicholas JA. Gender differences in the systolic blood pressure response to exercise. *Am Heart J* 1991; 121: 524-30.
23. Higginbotham MB, Morris KG, Coleman E et al. Sex related differences in normal cardiac response to upright exercise. *Circulation* 1984; 70: 357-366.

24. Mitchell JH, Tate C, Raven P. Acute responses and chronic adaptation to exercise in women. *Med Sci Sports Exerc* 1992; *Suppl* 24: 258-265.
25. Zwiren LD, Curetion KJ, Hutchinson P. Comparison of circulatory responses to submaximal exercise in equally trained men and women. *Int J Sports Med* 1983; 4: 225-259.
26. Ann. 1999 World Health Organisation - International Society of Hypertension Guidelines for the Management of Hypertension. *J Hypertens* 1999; 17: 151-183.
27. Devereux RB, Reichek N. Echocardiographic determination of left ventricular mass in man. *Circulation* 1977; 55: 613-8.
28. Devereux RB, Lutas EM, Casale PN, et al. Standardization of M-mode echocardiographic left ventricular shape in idiopathic dilated cardiomyopathy with or without only mild ventricular dilatation. *Am Coll Cardiol* 1984; 4: 1222-1230.
29. Schiller NB, Shah PM, Crawford M, et al. Recommendations for quantitation of the left ventricle by two - dimensional echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 1989; 2: 358-67.
30. Adams KF, Vincent LM, McAllister SM, El - Ashmawy H, Sheps DS. The influence of age and gender on left ventricular response to supine exercise in asymptomatic normal subjects. *Am Heart J* 1987; 113: 732-42.
31. Higginbotham MB, Morris KG, Coleman RE, Cobb FR. Sex-related differences in the normal cardiac response to upright exercise. *Circulation* 1984; 70: 357-66.
32. Zwiren LD, Cureton KJ, Hutchinson P. Comparison of circulatory responses to submaximal exercise in equally trained men and women. *Int J Sports Med* 1983; 4: 255-9.
33. Koenig H, Goldstone A, Chung YL. Testosterone-mediated sexual dimorphism of the rodent heart. *Circ Res* 1982; 50: 782-7.
34. McGill HC, Anselmo VC, Buchanan JM, Sheridan PJ. The heart is a target organ for androgen. *Science* 1980; 207: 775-7.
35. Koenig H, Goldstone A, Lu CY. Testosterone mediated sexual dimorphism of the rodent heart: ventricular lysosomes, mitochondria, and cell growth are modulated by androgens. *Circ Res* 1982; 50: 782-787.
36. Burt VL, Cutler JA, Higgins M et al. Trends in the prevalence, awareness, treatment, and control of hypertension in the adult US population. Data from the health examination surveys, 1960 to 1991. *Hypertension* 1995; 26: 60-9.
37. Appel LJ, Stason WB. Ambulatory blood pressure monitoring and blood pressure self-measurement in the diagnosis and management of hypertension. *Ann Intern Med* 1993; 118: 867-82.
38. Karjalainen J, Maentysaari M, Viitasalo M, Kujala U. Left ventricular mass, geometry, and filling in endurance athletes: association with exercise blood pressure. *J Appl Physiol* 1997; 82 (2): 531-7.
39. Gottdiener JS, Brown J, Zoltick J, Flecher RD. Left ventricular hypertrophy in men with normal blood pressure: relation to exaggerated blood pressure response to exercise. *Ann Intern Med* 1990; 112: 161-6.

Prispelo 17. 10. 2003