

»Mladi za napredek Maribora 2016«

33. srečanje

Opazovanje vitalnih spremenljivk človeškega telesa s sodobno tehnologijo

Področje zdravstva

Raziskovalna naloga

Avtor: SERGEJA TOPOLŠEK

Mentor: ALEKSANDRA LAH TOPOLŠEK

Šola: II. GIMNAZIJA MARIBOR

Maribor, februar 2016

»Mladi za napredek Maribora 2016«

33. srečanje

Opazovanje vitalnih spremenljivk
človeškega telesa s sodobno tehnologijo

Področje zdravstva

Raziskovalna naloga

Maribor, februar 2016

KAZALO

1	UVOD	9
2	SRČNI UTRIP.....	11
2.1	Merjenje srčnega utripa	12
2.2	Elektrokardiografija.....	13
3	KRVNI TLAK.....	15
3.1	Vrednosti normalnega krvnega tlaka.....	16
3.1.1	Vplivi na vrednost krvnega tlaka.....	17
3.1.2	Spreminjanje sistoličnega in diastoličnega tlaka	17
3.2	Merjenje krvnega tlaka z manšeto	18
4	NASIČENOST TKIV S KISIKOM	18
4.1	Princip delovanja pulzne oksimetrije	19
5	HEMODINAMSKE METODE.....	21
5.1	Invazivne metode	21
5.2	Neinvazivne metode	21
6	DEJAVNIKI.....	22
6.1	Pasivni dvig nog	23
6.2	Potapljaški refleks	25
6.1	Valsalva manever	26
7	MONITOR OSYPKA MEDICAL AESCULON	27
8	EMPIRIČNI DEL RAZISKOVALNE NALOGE.....	29
8.1	Cilji.....	29
8.2	Hipoteze in raziskovalna vprašanja	30
8.3	Metodologija dela.....	30
8.3.1	Opis postopka izvedbe scenarija pasivnega dviga nog za 45°	31
8.3.2	Opis postopka izvedbe scenarija potapljaškega refleksa	32
8.3.3	Opis postopka izvedbe scenarija Valsalva manever	33
9	REZULTATI.....	34

9.1	Demografski podatki	34
9.2	Rezultati pri pasivnem dvigu nog za 45°	35
9.2.1	Povprečne vrednosti srčnega utripa pri pasivnem dvigu nog za 45°	35
9.2.2	Povprečne vrednosti krvnega tlaka pri pasivnem dvigu nog za 45°	36
9.2.3	Povprečne vrednosti nasičenosti tkiv s kisikom pri pasivnem dvigu nog za 45°	38
9.3	Rezultati pri izvedbi potapljaškega refleksa.....	39
9.3.1	Povprečne vrednosti srčnega utripa pri izvedbi potapljaškega refleksa	39
9.3.2	Povprečne vrednosti krvnega tlaka pri izvedbi potapljaškega refleksa	41
9.3.3	Povprečne vrednosti nasičenosti tkiv s kisikom pri izvedbi potapljaškega refleksa	42
9.4.	Rezultati pri izvedbi Valsalvovega manevra.....	43
9.4.1	Povprečne vrednosti srčnega utripa pri izvedbi Valsalvovega manevra	43
9.4.2	Povprečne vrednosti krvnega tlaka pri izvedbi Valsalvovega manevra	45
9.4.3	Povprečne vrednosti nasičenosti tkiv s kisikom pri izvedbi Valsalvovega manevra	46
9.5	Prikaz vrednosti p pri vseh treh scenarijih	48
10	RAZPRAVA, INTERPRETACIJA REZULTATOV	49
11	ZAKLJUČEK, SKLEPI	52
12	VIRI IN LITERATURA	53
13	DRUŽBENA ODGOVORNOST	57

KAZALO SLIK

Slika 1: Spremenljivost frekvence srčnega utripa med posameznimi R-R intervali.....	12
Slika 2: Stetoskop.....	13
Slika 3: Elektrode EKG.....	14
Slika 4: Namestitvev elektrod na človeškem telesu (za potrebe meritev z monitorjem Osypka Medical Aesculon)	15
Slika 5: Postopek merjenja krvnega tlaka	16
Slika 6: Manšeta za merjenje krvnega tlaka monitorja Osypka Medical Aesculon.....	18
Slika 7: Pulzni oksimeter monitorja Osypka Medical Aesculon.....	20
Slika 8: Infrardeča svetloba pulznega oksimetra.....	20
Slika 9: Pasivni dvig nog za 45° od horizontalne ravnine	24
Slika 10: Potapljaški refleks	25
Slika 11: Valsalva manever.....	27
Slika 12: Monitor Osypka Medical Aesculon	28
Slika 13: Pripomočki za izvedbo scenarija pasivnega dviga nog.....	31
Slika 14: Pripomočki za izvedbo scenarija potapljaškega refleksa.....	32
Slika 15: Pripomočki za izvedbo scenarija Valsalva manevra.....	33

KAZALO GRAFOV

Graf 1: Spol preiskovancev	34
Graf 2: Povprečne vrednosti srčnega utripa pri pasivnem dvigu nog za 45°	35
Graf 3: Povprečne vrednosti krvnega tlaka pri pasivnem dvigu nog za 45°	36
Graf 4: Nasičenost tkiv s kisikom pri pasivnem dvigu nog za 45°	38
Graf 5: Povprečne vrednosti srčnega utripa pri izvedbi potapljaškega refleksa	39
Graf 6: Povprečne vrednosti krvnega tlaka pri izvedbi potapljaškega refleksa	41
Graf 7: Nasičenost tkiv s kisikom pri izvedbi potapljaškega refleksa	42
Graf 8: Povprečne vrednosti srčnega utripa pri izvedbi Valsalvovega manevra	43
Graf 9: Povprečne vrednosti krvnega pri izvedbi Valsalvovega manevra	45
Graf 10: Povprečne vrednosti nasičenosti tkiv s kisikom	46

KAZALO TABEL

Tabela 1: Starost preiskovancev	34
Tabela 2: Statistični izračun podatkov srčnega utripa pri PLR s parnim t testom	36
Tabela 3: Statistični izračun podatkov krvnega tlaka pri PLR s t testom	37
Tabela 4: Statistični izračun podatkov nasičenosti tkiv s kisikom pri PRL s t testom.....	39
Tabela 5: Statistični izračun podatkov srčnega utripa pri DR s t testom	40
Tabela 6: Statistični izračun krvnega tlaka pri DR s t testom	41
Tabela 7: Statistični izračun nasičenosti tkiv s kisikom pri DR s t testom	43
Tabela 8: Statistični izračun srčnega utripa pri VM s t testom	44
Tabela 9: Statistični izračun krvnega tlaka pri VM s t testom	46
Tabela 10: Statistični izračun nasičenosti tkiv s kisikom pri VM s t testom	47
Tabela 11: Pregled potrditve rezultatov	48

POVZETEK

Človekove fiziološke spremenljivke so med seboj zelo povezane in se na dejavnike, ki delujejo nanje, odzovejo s spremembo vrednosti. Zanimalo me je, kako trije različni dejavniki (pasivni dvig nog, potapljaški refleks in Valsalva maneuver) vplivajo na vrednosti hemodinamskih spremenljivk, in sicer na krvni tlak, srčni utrip in nasičenost tkiv s kisikom. V simulacijskih prostorih sem z monitorjem Osypka Medical Aesculon izvedla navedene tri scenarije, v katere sem vključila 8 zdravih prostovoljcev. Z grafično, tabelsko in pisno analizo rezultatov sem prišla do ugotovitev, da je vpliv teh treh dejavnikov na hemodinamske spremenljivke zanemarljivo majhen, saj so bile njihove spremembe statistično nepomembne.

Ključne besede: hemodinamske spremenljivke, krvni tlak, srčni utrip, nasičenost tkiv s kisikom, pasivni dvig nog, potapljaški refleks, Valsalva maneuver.

ABSTRACT

Human physiological variables are tightly connected and they react on factors, which influence on themselves with changes of their values. I was wondering, how three different factors (passive legs rising, diving reflex and Valsalva maneuver) influence on values of hemodynamic variables, namely blood pressure, heart rate and saturation of tissues with oxygen. In the simulation area I performed three scenarios with monitor Osypka Medical Aesculon, in which I have included 8 healthy volunteers, and analysed the results. With graphical, table and writing analysis of results I find out, that impact of mentioned three factors on hemodynamic variables is negligibly small, because changes are statistically not significant.

Key words: hemodynamic variables, blood pressure, heart rate, saturation of tissues with oxygen, passive legs rising, diving reflex, Valsalva maneuver.

ZAHVALA

V prvi vrsti se iskreno zahvaljujem svoji mentorici, ki mi je nudila nasvete, podporo,
usmeritve in pomoč.

Zahvaljujem se tudi Univerzitetnemu kliničnemu centru Maribor, ki mi je ponudil svoje
simulacijske prostore, da sem lahko izvedla empirični del raziskovalne naloge.

Iskrena hvala tudi vsem prostovoljcem, ki so sodelovali pri poskusih in družini, ki mi je
pomagala pri računalniški obdelavi rezultatov.

1 UVOD

Fiziologija človeka vključuje življenjske procese v zdravem človeškem organizmu in tradicionalno obravnava človeka kot skupek medsebojno povezanih organov in organskih sistemov ter proučuje njihovo delovanje in interakcije. S sodobno medicinsko tehnologijo, ki jo nameravam uporabiti v raziskovalni nalogi, je sledljivost delovanja organov in organskih sistemov glede na zunanje in notranje dejavnike ne samo mogoča, temveč tudi natančna in merljiva.

V medicini je najpogostejša uporaba različnih monitorjev, s katerimi opazujemo delovanje organa ali organskega sistema v nekem določenem časovnem intervalu. Spremljanje kliničnih parametrov je v prvi vrsti namenjeno odkrivanju sprememb ali odsotnosti sprememb v kliničnem statusu posameznika (Fraser, Fogarty, 1989). Najpogosteje jih uporabljamo za neprekinjeno spremljanje vitalnih znakov ali parametrov. Lahko jih spremljamo ali merimo v določenih časovnih intervalih ali pa enkratno.

Vitalne spremenljivke, ki jih bom merila in opazovala so hitrost bitja srca (HR), krvni tlak, merjen neinvazivno (NIBP) in nasičenost tkiv s kisikom (SpO₂). Te variable lahko ocenimo z neinvazivnimi metodami (brez posega v telo in/ali sluznice) in invazivnimi metodami (poseg v telo in/ali sluznico). Invazivni posegi v telo, ki so pogosti pri dihalnih, možganskih in srčnih obolenjih pogosto izpostavljajo kritično bolne še k dodatnim tveganjem in neželenim posledicam, kot so okužbe, motnje srčnega ritma, poškodbe ožilja ... (Parežnik, R., Gabršček, Parežnik, L. & Voga, 2011, str. 39-48).

V raziskovalni nalogi bom uporabila neinvaziven pristop s pomočjo tehnologije neinvazivnega hemodinamskega¹ monitorja Osypka Medical Aesculon. Ocenila bom, ali različni zunanji dejavniki vplivajo na že prej omenjene fiziološke procese telesa (hitrost bitja srca, krvni tlak in nasičenost tkiv s kisikom). Dejavniki, s katerimi bom opazovala spremembe v hemodinamskih parametrih so pasivni dvig nog (»Passive Leg Rising«) za 45° od horizontalne ravnine, Valsalvov manever in potapljaški refleks (»Diving Reflex«). Mnogo znanstvenih raziskav s področij teh treh dejavnikov je bilo opravljenih tudi na slovenskem območju. Žerdin (2012) na primer navaja, da z večjim naklonom nog povzročimo večje odstopanje v merljivih hemodinamskih spremenljivkah.

¹ Hemodinamika – nauk o gibanju krvi po telesu. (definicija Velikega slovarja tujk)

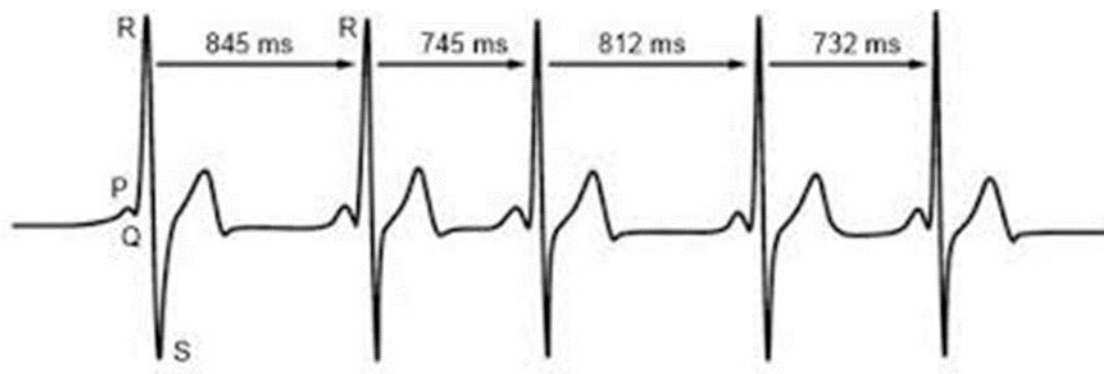
Glavni cilj raziskovalne naloge je preizkusiti monitor Osypka Medical Aesculon na zdravih prostovoljcih in z znanstvenim pristopom ugotoviti, ali se spremenljivke statistično razlikujejo pri poskusih. Testi so bili izvedeni enostavno in, kakor sem že navedla, neinvazivno (Križmarić, Matko, Sitar, Ferenčina, 2015). Prav tako želim teoretično preučiti spremenljivke, ki so v nalogi obravnavane, predstaviti monitor Osypko Medical Aesculon in invazivni ter neinvazivni pristop ter grafično, tabelsko (statistično) in pisno prikazati rezultate meritev.

2 SRČNI UTRIP

Čeh v članku revije Naša lekarna (2012, str. 46) navaja, da je frekvenca srčnega utripa eden izmed zelo pomembnih pokazateljev našega zdravja. Srčna mišica se med delovanjem neprestano razteza in krči, zato je srčni utrip (označujemo ga tudi kot HB ali HR) posledica ritmičnega raztezanja, kjer se srce napolni s krvjo in krčenja srčne mišice, kjer pa srce kri potisne po žilah. Izražamo ga s frekvenco srčnega utripa (število utripov na minuto). Od posameznika do posameznika se razlikuje, saj se spreminja s potrebo telesa po absorbiranju kisika in izločanju ogljikovega dioksida. Srčni utrip srca pri zdravem človeku je približno od 60-krat do 100-krat na minuto, če pa njegov utrip odstopa od teh mejnikov oz. srce bije neenakomerno (močno pospešeno ali upočasnjeno), govorimo o motnjah srčnega ritma ali aritmiji. Srčni utrip je odvisen od številnih različnih dejavnikov, kot so na primer temperatura okolice, telesna aktivnost in zgradba telesa posameznika, uporaba zdravil itd. (Kranjec, Beguš, Geršak, Drnovšek, 2013, str. 135; Čeh, 2012, str. 46)

Delovanje srčne mišice nenehno nadzoruje avtonomni živčni sistem². HR nikoli ni stalen, temveč se konstantno spreminja z vsakim utripom, tudi med mirovanjem. Spremembo srčnega utripa imenujemo spremenljivost frekvence srčnega utripa (HRV). Kranjec, Beguš, Geršak in Drnovšek v članku (2013) navajajo, da je to »sprememba v intervalih med posameznimi utripi srca, poznanimi tudi kot R-R intervali«, kar prikazuje slika 1 (Kranjec, Beguš, Geršak, Drnovšek, 2013, str. 135).

² Avtonomni živčni sistem delimo na simpatični (nadzor notranjih organov) in parasimpatični (uravnavanje telesnih procesov) živčni sistem. Zanj velja, da je pod posameznikovim nezavestnim nadzorom.



Slika 1: Spremenljivost frekvence srčnega utripa med posameznimi R-R intervali

(Vir: Brezkontaktno merjenje frekvence srčnega utripa ter spremenljivosti frekvence srčnega utripa (znanstveni članek), 2013, str. 135)

2.1 Merjenje srčnega utripa

Krčenje srčne mišice povzroči močan pretok krvi po arterijah (t.i. žilah utripalnicah), kjer se zazna srčni utrip ali pulz. Merjenje in tipanje srčnega utripa nam omogoči pridobitev informacij, s katerimi se določa učinkovitost srca kot črpalke in kvaliteta pretoka krvi po arterijah. Otipamo ga lahko s prstnimi blazinicami, tako, da žilo pritisnemo ob tršo podlago (kost ali mišico), če pa pozorno opazujemo ga lahko opazimo s prostim očesom kot nihanje kože.

Mesta, kjer lahko prostoročno otipamo srčni utrip so naslednja³ (dodana so tudi strokovna imena teh mest):

- na vratu, levo ali desno ob sapniku (a. carotis),
- na notranji strani zapestja, proti palcu (a. radialis),
- na notranji strani nadlahti, nižje od pazdušne jamice ali nad komolčno kotanjo (a. brachialis),
- na senčnični strani glave (a. temporalis),
- na notranji in zgornji strani stegna noge (a. femoralis),
- zadaj in pod kolenom (a. poplitea),
- na hrbtišču stopala (a. dorsalis pedis) in
- na notranji strani gležnja, blizu ahilove tetive (a. tibialis posterior).

(Čeh, 2012, str. 46)

³ Pogoji: mesta se nahajajo nad arterijo.

Zgodi se, da je srčni pulz slabo tipen, zato se lahko meri s stetoskopom, in sicer nad konico srca na levi strani prsnega koša. Čeh (2012, str. 46) stetoskop definira kot medicinski pripomoček za poslušanje telesnih zvokov, zlasti srca in pljuč, ki danes predstavlja enega izmed nepogrešljivih diagnostičnih pripomočkov.

Pri poslušanju zdravnik membrano pritisne na bolnikove prsi ali hrbet in z njo omogoči poslušanje visokih tonov, medtem ko se konkavni zvon na kožo le prisloni in omogoča poslušanje nizkih tonov. Tudi pri stetoskopu se frekvenca srčnega utripa določi s štejem utripov srca v minuti (Čeh, 2012, str. 46).



Slika 2: Stetoskop
(Vir: *lasten vir*)

2.2 Elektrokardiografija

Elektrokardiografija, ena najstarejših kliničnih metod, je veda, s katero preučujemo delovanje srca na podlagi merjenja potencialnih razlik med različnimi deli telesa ob srčni aktivnosti, v članku navaja Vodušek (2004). Elektrokardiograf je posebna naprava, s katero zaznamo napetostne razlike na površini telesa, ki nastanejo zaradi razlik v potencialih med posameznimi predeli v srcu. Časovni zapis napetostnih razlik (potencialov), ki jih izmerimo imenujemo elektrokardiograf (EKG). EKG torej služi kot sredstvo, s katerim ugotavljamo

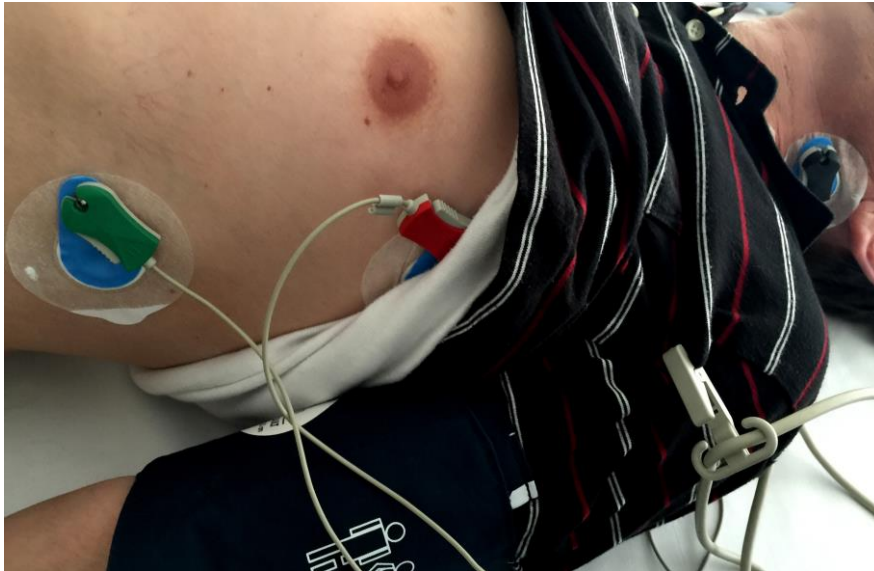
pravilnosti oz. nepravilnosti srčnega delovanja. Nenavadne oblike signalov EKG so pokazatelj nepravilnega delovanja srca, kar je lahko znak za različna srčna in žilna obolenja (Jenkins, Gerred, 2014).

S snemanjem EKG-ja lahko dobimo različne rezultate, odvisno od tega, na katere dele telesa priključimo snemalne elektrode, zato se za snemanje EKG uporabljajo standardne namestitve elektrod, da lahko dobljene rezultate med seboj primerjamo. EKG zapis nam podaja veliko različnih podatkov, kot na primer frekvenco bitja srca, periodičnost utripa, višino vrhov, trajanje med njimi itd. Te podatke pa razberemo iz grafa napetosti v odvisnosti od časa, ki ga imenujemo elektrokardiogram (EKG) (Jenkins, Gerred, 2014).



Slika 3: Elektrode EKG

(Vir: lasten vir)



Slika 4: Namestitev elektrod na človeškem telesu (za potrebe meritev z monitorjem Osypka Medical Aesculon)

(Vir: lasten vir)

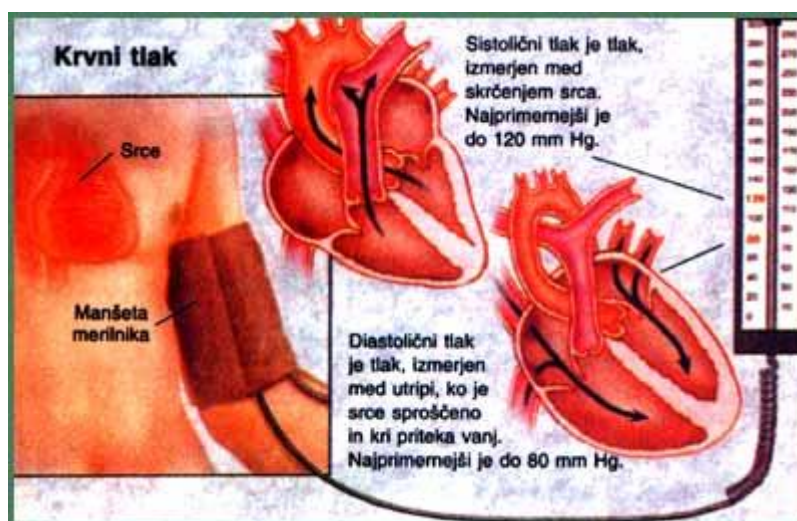
3 KRVNI TLAK

Krvni tlak imenujemo tisti tlak, s katerim kri pritiska na stene krvnih žil. Spada med najpogosteje merjene hemodinamske spremenljivke. Ločimo zgornji (sistolični) krvni tlak, ki ga izmerimo, ko srce iztisne kri v ožilje in spodnji (diastolični) krvni tlak, ki ga izmerimo, ko je srčna mišica v mirovanju (Accetto, Bulc, 2005).

Bistveno je odvisen od dveh dejavnikov: od moči oz. pritiska, s katerim srce črpa kri v krvni obtok in elastičnosti ter premera krvnih žil. Njegova naloga je zagotavljanje primerne pretoka krvi v ožilju (pretok po arterijah in venah), ki mora za pravilno delovanje organov zadostiti njihovim potrebam po kisiku in hranljivih snoveh (Bombek, 2000, str. 65).

Najvišji krvni tlak je v arterijah in arteriolah⁴, katerih naloga je odvajanje krvi iz srca po telesu. V kapilarah tlak pade, zato je hranilnim snovem in kisiku omogočen prehod iz krvi v telesna tkiva. Najnižji tlak je v venah, ki dovajajo kri z odpadnimi snovmi v srce (Bombek, 2000, str. 65).

Pomembno je, pod kakšnim tlakom potuje kri po žilah – če je previsok, lahko poškoduje ali raztrga žilo in povzroči možganske krvavitve, dolgoročno tudi poškoduje organe, če pa je prenizek, naših tkiv in organov ne doseže dovolj velika količina krvi in s tem vanje ne pride dovolj kisika in hranljivih snovi (Berwer, 2010, str. 10).



Slika 5: Postopek merjenja krvnega tlaka

(Vir: Krvni tlak, članek, 2012)

Dogovorjeno je, da krvni tlak izražamo v mm Hg (milimetri živega srebra). Pulzni tlak je razlika med sistoličnim in diastoličnim krvnim tlakom in navadno znaša okoli 50 mm Hg, srednji arterijski tlak je povprečen tlak celotnega srčnega ciklusa (Bombek, 2000, str. 65).

3.1 Vrednosti normalnega krvnega tlaka

O normalni višini krvnega tlaka je pravzaprav veliko razprav. Mnenja so si zelo deljena in se spreminjajo, zadnja priporočila za ohranitev zdravja priporočajo še nižje vrednosti, kakor jih

⁴ Arteriola – najbolj drobna arterija, ki se razdeli v kapilare. (definicija Velikega slovarja tujk)

je svetovala Svetovna zdravstvena organizacija. Danes tako velja, da naj bo optimalni idealni sistolični (zgornji) krvni tlak 120 mm Hg, diastolični (spodnji) pa 80 mm Hg. Ta optimalnost ni pogojena s starostjo posameznika, seveda pa veliko ljudi ne more vse življenje obdržati optimalnega krvnega tlaka. Prav zaradi tega se je uvedel nov pojem, t.i. normalni krvni tlak, katerega vrednost mora biti pod 130 mm Hg (zgornji) in pod 85 mm Hg (spodnji) (Jerše, 2004, str. 54; Middeke et al., 2001, str. 201).

3.1.1 Vplivi na vrednost krvnega tlaka

Na vrednost krvnega tlaka vplivajo številni različni dejavniki, kot so položaj telesa (stoječ, sedeč, ležeč), telesna aktivnost, strah, stres, razburjenje, bolečina ... Krvni tlak se takrat spremeni, vendar se po prenehanju dejavnika, ki nanj vpliva, kmalu vrne na izhodiščno raven. V takšnih primerih je to normalna reakcija organizma (Faulhaber, 2006, str. 4).

Vrednost krvnega tlaka se od posameznika do posameznika razlikuje, iz česar sledi, da imajo otroci nižji tlak kot odrasli, slednji pa še nekoliko nižjega kot starejši ljudje, pri katerih se zviša predvsem sistolični tlak. Povzamemo torej lahko, da vrednost krvnega tlaka z leti narašča (Cibic, 1997, str. 8). Opazovanje takšnih fiziološko pogojenih odstopanj pri omenjenih vitalnih spremenljivkah bo tudi temelj mojega raziskovanja.

3.1.2 Spreminjanje sistoličnega in diastoličnega tlaka

Krvni tlak, predvsem sistolični, podnevi zmeraj niha, neodvisno od zunanjih vplivov, ponoči pa je najnižji. Mnogo ljudi tega ne ve, zato lahko pride do neprijetnih presenečenj, ko si pogosto izmerijo različne vrednosti krvnega tlaka (Kapš, 2001, str. 91).

Kot sem že omenila, je krvi tlak ponoči najnižji, potem pa postopoma narašča od zgodnjega jutra, dokler ne doseže svojega vrha med 17. in 19. uro. Pri nekaterih je lahko prirastek kar velik, in sicer lahko krvni tlak naraste tudi za 15 mm Hg. Sistolični tlak se prav tako prehodno poveča po obrokih hrane za 5 do 10 mm Hg. Prirast traja od 30 do 60 minut, kasneje pa se ponovno normalizira (Kapš, 2001, str. 91).

Diastolični tlak se čez dan le malo spreminja, manj kakor sistolični. Po obilnejšem obroku se njegova vrednost zaradi razširjenosti žil na področju prebavne cevi celo zmanjša (Kapš, 2001, str. 91).

3.2 Merjenje krvnega tlaka z manšeto

Krvni tlak lahko merimo z ročnimi merilniki, avtomatskimi merilniki in polavtomatskimi merilniki (v bolnišnicah se uporabljajo tudi kompleksnejše naprave, ki merijo več stvari hkrati, npr. Osypka Medical Aesculon). Vse naprave izmerijo vrednost krvnega tlaka z manšeto. Manšeta je ena izmed najpogosteje uporabljenih neinvazivnih pripomočkov za merjenje krvnega tlaka. Velikost in postavitev manšete sta ključnega pomena za natančno merjenje. Manšete, ki so prevelike, izmerijo nižje vrednosti od normalne vrednosti, manšete, ki pa so premajhne, izmerijo višje vrednosti od normalnih. Namestimo jo lahko na nadlaket (območje od ramen do komolca) ali na podlaket (območje od komolca do zapestja). Včasih se je nameščala predvsem na predel nadlakti, vendar se danes zaradi lažje dostopnosti in nestandardno velikih manšet, namešča na predel podlakti (Schell et al., 2005).



Slika 6: Manšeta za merjenje krvnega tlaka monitorja Osypka Medical Aesculon

(Vir: lasten vir)

4 NASIČENOST TKIV S KISIKOM

Nasičenost tkiv s kisikom lahko merimo na različne načine in s tem dobimo različne intervale normalnih vrednosti. V preteklosti so ta parameter merili tako, da so bolniku odvzeli kri in jo

testirali v laboratoriju, kar pa je v primeru anestezije predolg postopek. Zaradi tega se je razvila pulzna oksimetrija (neinvaziven način merjenja količine kisika v krvi). Kisik se v krvi nahaja in prenaša v dveh oblikah, in sicer raztopljen v plazmi⁵ (2%) ter vezan na hemoglobin⁶ (98%). Za življenjske funkcije je najbolj pomemben kisik v kombinaciji s hemoglobinom. Ločimo merjenje nasičenosti arterijske in venozne krvi s kisikom. Arterijska nasičenost krvi s kisikom (SaO₂) nam pove, koliko kisika kri dovaja do tkiv (normalne vrednosti zdravega človeka so nekje od 95 pa so 100%, pri čemer manjše vrednosti povzročajo pomanjkanje kisika v telesu). Venozna nasičenost kisika (SvO₂) nam pove, koliko kisika je ostalo v krvi po tem, ko je kri prešla skozi vse telesne organe (normalne vrednosti zdravega človeka so nekje nad 60%, pri čemer previsoka vrednost nakazuje absorpcijo kisika v celicah). Merimo pa lahko tudi - zame najpomembnejše - nasičenost kisika v tkivih (StO₂) in nasičenost perifernih kapilar s kisikom (SpO₂). To meritev izvajamo s pulznim oksimetrom (Čikič, 2014).

4.1 Princip delovanja pulzne oksimetrije

Pulzno oksimetrijo lahko merimo in spremljamo s pulznim oksimetrom, napravo, katere naloga je merjenje pulza in nasičenosti arterijske krvi s kisikom. Deluje na principu merjenja absorpcije in refleksije infrardeče svetlobe v tkivu. Meritev poteka tako, da z infrardečo svetlobo presevamo tkivo, ki je dovolj ozko, da skozenj pride svetloba (navadno je to prst na roki, pri novorojenčkih pa stopalo). Tkivo torej najprej presevamo z rdečo svetlobo in izmerimo prepuščeno svetlobo, nato infrardečo svetlobo ugasnemo in ponovno izmerimo količino svetlobe v tkivu (sedaj torej takrat, ko vira svetlobe ni). Nato tkivo ponovno obsvetlamo z infrardečo svetlobo in izmerimo količino le-te v tkivu. Postopek se ponovi več kot sto krat na sekundo in tako izmerimo srčni utrip, prav tako pa dobimo podatke o spreminjanju absorpcije svetlobe v arterijski krvi. Pulzni oksimeter, ki je v obliki večje ščipalke za prst, vsebuje tudi analogno-digitalni pretvornik, ki meritve pretvori v odstotke nasičene krvi in pulz, izražen s številom utripov v minuti (Čikič, 2014).

⁵ Plazma – tekoči del krvi. (definicija SSKJ)

⁶ Hemoglobin - snov, ki daje rdečim krvničkam barvo in prenaša kisik v tkivo, krvno barvilo. (definicija SSKJ)



Slika 7: Pulzni oksimeter monitorja Osypka Medical Aesculon

(Vir: lasten vir)



Slika 8: Infrardeča svetloba pulznega oksimetra

(Vir: lasten vir)

5 HEMODINAMSKE METODE

Pri opazovanju delovanja organizma spremljamo spreminjanje kliničnih parametrov. Spremembe lahko merimo v določenih intervalih ali enkratno. Hemodinamske spremenljivke, ki jih najpogosteje opazujemo so elektrokardiogram (EKG), hitrost bitja srca (HR), krvni tlak (BP) in nasičenost tkiv s kisikom (SpO₂). Pri kritično obolelih, pa so za meritve na voljo tudi dodatne hemodinamske spremenljivke. Opazujemo in ocenimo jih lahko na dva načina:

- z invazivnimi metodami (poseg v telo) in
- z neinvazivnimi metodami (ni posega v telo).

(Bigatello, George, 2002)

5.1 Invazivne metode

Pri invazivnih metodah, kjer se posega v telo, se v srce, možgane, večje žile in telesne votline vstavijo razni katetri oz. tipala, ki nam podajajo podatke o stanju želene spremenljivke. Voga (2007) navaja, da so pri kritično obolelih bolnikih večinoma potrebni invazivni posegi v telo za spremljanje ocene funkcije dihal, srca in možganov. Zaradi invazivnih pristopov je tako bolnik izpostavljen k še večjim tveganjem in negativnim posledicam. Pride lahko do okužbe, motnje srčnega ritma, poškodbe ožilja in drugih bolezni ter obolenj (Parežnik, R., Gabršček, Parežnik, L. & Voga, 2011, str. 39-48).

5.2 Neinvazivne metode

Pri neinvazivnih metodah, kjer posega v telo ni, se na kožo namestijo različne manšete⁷, elektrode in tipala, ki nam podajajo podatke o stanju želene spremenljivke. Pri bolnikih se pogosto spremljajo tudi druge spremenljivke (globina zavesti, nasičenost možganov s hemoglobinom in kisikom, vrednost CO₂ v izdihanem zraku), ki pa jih je možno meriti z neinvazivnim pristopom in tako spremljanje teh parametrov ne predstavlja življenjskih tveganj za bolnika. Neinvazivne metode so bile razvite za najrazličnejše namene, saj lahko z

⁷ Manšeta - gumijasta votla preveza za stisnjenje nadlakti pri merjenju krvnega pritiska. (definicija SSKJ)

njimi hitro in nenevarno pridobimo podatke o želenih vrednostih spremenljivk v človeškem telesu. Dandanes pa nam razvoj teh neinvazivnih metod omogoča tudi spremljanje parametrov, ki se jih je prej dalo opazovati samo na invaziven način (srčni utrip, krvni tlak, nasičenost tkiv s kisikom itd.) (Voga, 2007).

Veliko časa so se ob iznajdbah invazivnih in neinvazivnih metod spremljanja hemodinamskega monitoringa večinoma posluževali le invazivnih načinov pristopa merjenja hemodinamskih parametrov. Predvidevali so namreč, da so rezultati, dobljeni z invazivnimi metodami natančnejši od neinvazivnih metod in načinov pridobivanja teh spremenljivk. S številnimi primerjanji in raziskavami so kasneje ugotovili, da so podatki, pridobljeni z uporabo neinvazivnih načinov nadzora enako natančni kakor invazivni načini. Tudi hitrost zaznavanja sprememb pri hemodinamskih spremenljivkah je enako hitra pri obeh načinih. Posledično so se neinvazivne metode začele dosti bolj prakticirati kakor pred raziskavami, veliko vlogo pa so odigrali tudi cenovni stroški, saj invaziven način nadzora predstavlja veliko večje finančno breme v primerjavi z neinvazivnim (Pinsky, 2006). Prav tako pa neinvaziven pristop ne predstavlja dodatnih tveganj za že tako ogrožene bolnike.

6 DEJAVNIKI

V empiričnem delu raziskovalne naloge bom izvedla tri različne poskuse oz. primerjala spremembe v hemodinamskih parametrih, ki jih povzročijo trije različni dejavniki:

- sprememba položaja telesa, natančneje pasivni dvig nog (»Passive Leg Raising«) za 45° od horizontalne ravnine;
- spremembe, ki jih povzroči Valsalvov manever;
- spremembe, ki jih povzroči potapljaški refleks (»Diving Reflex«).

6.1 Pasivni dvig nog

Pasivni dvig nog ali Passive Leg Raising (»PLR«) je preprost dvig nog od horizontalne ravnine pri človeku, ki leži na hrbtu. Cherpanath et al. (2016) navajajo, da pasivni dvig nog ustvarja reverzibilno povečanje venskega priliva, ki omogoča odzivnost te tekočine. Vendar je količina venske tekočine, ki se povrne odvisna od različnih kliničnih situacij, ki potencialno vplivajo na diagnostično izvedbo pasivnega dviga nog (Monnet, 2007).

Pasivni dvig nog je bil vse do leta 1992 element oživljanja, nato pa je bil iz smernic zaradi premajhnega števila kliničnih dokazov umaknjen. Ker pa v zadnjih raziskavah še zmeraj odkrivajo učinkovitost tega preprostega dviga nog pri izvajanju temeljnih postopkov oživljanja, obstaja možnost, da ga bodo čez nekaj časa ponovno vključili v smernice za kardiopulmonalno oživljanje. Raziskave namreč kažejo, da zgodnja uporaba pasivnega dviga nog v začetnih 30-ih sekundah prvega 2-3 minutnega cikla oživljanja povzroči povišanje iztisnjene količine krvi iz srca, zaradi česar življenjsko pomembni organi postanejo ponovno zadostno prekravljeni (Navarro, 2011; Axelsson et al., 2010).

Z dvigom nog nad horizontalno ravnino⁸ bolnik tako sproži gravitacijski prenos krvi iz spodnjih okončin telesa proti centralnemu žilnemu prostoru in (predvsem) srčni mišici (Monnet, 2008). Thiel et al. (2009) so s svojimi raziskavami tako ugotovili, da se ob dvigu nog iz spodnjih okončin prosti centralnemu prostoru prenese približno 150-200 ml krvi. Ta količina je odvisna od posameznika – stopnje višine dviga nog od horizontalne ravnine in stopnje odvisnosti srca pri bolniku na srčno polnitev ob prehodu krvi iz spodnjih okončin proti srčni mišici (Boulain et al., 2002).

Učinek pasivnega dviga nog na hemodinamične spremenljivke je potrebno oceniti v določeni časovni enoti (najprimernejša je od 30 do 90 sekund), saj na vrednosti hemodinamskih spremenljivk poleg dviga nog vplivajo tudi drugi faktorji znotraj telesa, ki pa še niso povsem raziskani. Tako je učinek PLR pri bolniku hitro viden na hemodinamskem monitorju, ko pa se noge spustijo nazaj v horizontalno ravnino se vrednosti spremenljivk ponovno vrnejo v izhodiščno vrednost (Monnet, Tebolu, 2008; Thiel et al., 2009).

⁸ Bolnik je v ležečem položaju.

Zaradi svoje preprostosti je bil PLR mnogokrat izvajan, tako med laiki kot tudi med zdravstvenim osebjem. Pritegnil je veliko zanimanja kot test za opazovanje funkcionalnega hemodinamskega monitoringa, saj na preprost način poveča srčno obremenitev in s tem povzroči spremembe merljivih hemodinamskih spremenljivk na funkcionalnem hemodinamskem monitorju (Monnet, 2007).



Slika 9: Pasivni dvig nog za 45° od horizontalne ravnine

(Vir: lasten vir)

Cowan in Cochran (2010) navajata, da se PLR sme uporabljati pri:

- hemodinamsko nestabilnih bolnikih,
- mehansko ventiliranih bolnikih,
- neprežračevanih bolnikih (spontano dihanje),
- pri bolnikih, ki se spremljajo preko neinvazivnega monitoringa,
- pri bolnikih s srčno aritmijo.

Cowan in Cochran (2010) pa prav tako navajata, da se PLR ne sme uporabljati v primerih:

- zloma medenice,
- zloma noge,
- trebušne hipertenzije⁹,
- močno razširjenega mehurja.

⁹ Trebušna hipertenzija – zvišanje trebušnega tlaka.

6.2 Potapljaški refleks

Pelizzari in Tovaglieri (2004) navajata, da potapljaški refleks ali Diving Reflex (»DR«) obsega vse lastnosti, ki človeku omogočajo zadrževanje pod vodo. Natančneje pa lahko potapljaški refleks definiramo kot odziv na fiziološke spremembe prilagoditve organskih sistemov, ki spodbujajo zadrževanje diha. Posledično pride do upočasnjenega bitja srca, zmanjšanje pretoka krvi v udih in postopnega povečanja povprečnega arterijskega krvnega tlaka (Lemaitre, Chowdhury, Schaller, 2015).

Potapljaški refleks se je sprva tretiral samo kot zadrževanje diha, lastnost potopitve obraza pod vodo mu je bila dodana kasneje. Deluje torej kot sposobnost ohranjanja kisika in si prizadeva ohranjati življenjske znake telesa pri potapljanju v hladni vodi. DR pri ljudeh je tako odvisen od različnih dejavnikov, vključno s temperaturo vode, načinom izvajanja, vsebnostjo kisika v arterijah, psihološki dejavnikov itd. Choate et al. (2014) navajajo, da je lahko simuliran v praktičnem laboratoriju in izveden z zadržkom diha in potopitvijo obraza v vodo (Lemaitre, Chowdhury, Schaller, 2015).



Slika 10: Potapljaški refleks

(Vir: lasten vir)

Z izvajanjem potapljaškega refleksa vplivamo na telesne funkcije, kot so:

- znižanje frekvence srca,
- zmanjšanje pretoka krvi in s tem dotoka kisika organom, ki so odpornejši na takšne pogoje delovanja,
- znižanje splošne ravni metabolizma,
- bistveno zmanjšanje krvnega pritiska,
- povečanje sprostitve mišic celotnega gibalnega sistema (s tem se sprosti celotno telo, pretok krvi pa se omeji samo na organe, ki nujno potrebujejo stalen dovod kisika, to so predvsem možgani in srce),

Intenzivnost vseh navedenih vplivov potapljaškega refleksa na telesne funkcije, pa se z globino samo povečuje (Pelizzari, Tovaglieri, 2004).

6.1 Valsalva manever

Valsalva manever¹⁰ (»VM«) se pogosto uporablja kot fiziološka tehnika za neinvazivno vrednotenje srčnih šumov in funkcije prekata, navajajo Bang et al. (2015). Izvaja se tako, da se poskuša ob zaprtih ustih in nosu močno izdihniti, pri čemer pride do povečanja krvnega tlaka, intratorakalnega¹¹ tlaka in dotoka krvi v srce. Klinično se Valsalvov manever uporablja kot diagnostično orodje, ki pomaga diagnosticirati nekatera patološka stanja srca. Včasih VM služi tudi kot mehanizem za popraviljanje določenih nenormalnih srčnih ritmov in lajša prsne bolečine. Sicer ga izvajamo vsakodnevno, pri napenjanju, dvigovanju težkih bremen, ob hitrem dvigu zunanjega tlaka (npr. spuščanje letala, potapljanje) itd. Zaradi dviga zunanjega tlaka se zapre ušesna troblja, kar prepreči izenačenje preko bobniča (Kolar et al., 2009, str. 383-392).

¹⁰ Manever – ukrep, ki omogoča kaj doseči.

¹¹ Intratorakalni tlak – tlak, ki ob krčenju prepone povzroči potovanje zraka v pluća zaradi povečanja prostornine prsnega koša in pri tem pade.



Slika 11: Valsalva maneuver

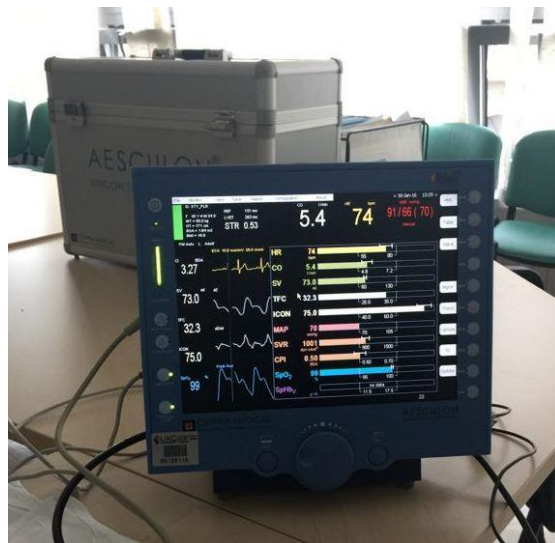
(Vir: lasten vir)

7 MONITOR OSYPKA MEDICAL AESCULON

Aesculon je neinvaziven monitor znamke Osypka Medical, ki nam podaja in sporoča stanje in spreminjanje parametrov iz področja srca in ožilja in je primeren tako za otroke, kakor tudi za odrasle in novorojenčke. Omogoča sistematično in relativno hiter dostop do zelenih podatkov in ima odlično sredstvo dokumentacije. Zaslon visoke ločljivosti omogoča enostavno razumevanje ponazoritve hemodinamskih spremenljivk bolnika in njihovo nenehno spreminjanje. Prav tako omogoča nastavitve kratkega časovnega obdobja neinazivnega merjenja krvnega tlaka z manšeto (na primer na 30 sekund), medtem ko se srčni utrip in nasičenost krvi s kisikom merita kontinuirano. Shranjevanje podatkov na monitorju Osypka Medical Aesculon je pravzaprav časovno neomejeno, zato lahko hemodinamske spremenljivke bolnika merimo in opazujemo tudi v daljših neprekinjenih časovnih obdobjih, podatki pa se shranijo v uporabniško definiranih intervalih (Osypka Medical; AESCULON® Electrical Cardiometry™, 2009).

Tehnične lastnosti monitorja (AESCULON® Electrical Cardiometry™, 2009):

- konstantno spremljanje spreminjanja uporabniško določenih hemodinamskih parametrov,
- zaslon visoke ločljivosti (12"),
- akumulator z zmogljivostjo delovanja 20 minut,
- povezovanje s sistemom Philips/HP,
- USB vmesnik za priročno varnostno kopiranje podatkov parametrov bolnika in tiskanje,
- delovanje z ali brez miške in tipkovnice.



Slika 12: Monitor Osypka Medical Aesculon

(Vir: lasten vir)

8 EMPIRIČNI DEL RAZISKOVALNE NALOGE

8.1 Cilji

Ob začetku projekta raziskovalne naloge sem si zadala kar nekaj ciljev. Moj glavni cilj je bil preizkusiti neinvazivni monitor Osypka Medical Aesculon na zdravih prostovoljcih in ugotoviti, če se (in kako) hemodinamske spremenljivke statistično razlikujejo v določenem časovnem intervalu pri posamezniku in kako se ti rezultati opazanj pri posamezniku razlikujejo z rezultati ostalih.

Teoretični cilji:

- predstaviti teoretično ozadje hemodinamskih spremenljivk (srčni utrip, krvni tlak in nasičenost tkiv s kisikom),
- predstaviti dejavnike na človeško telo, ki jih bom izvedla v empiričnem delu,
- predstaviti invazivno in neinvazivno diagnostično metodo opazovanja vitalnih spremenljivk,
- predstaviti monitor Osypka Medical Aesculon.

Empirični cilji:

- ugotoviti spremembo hemodinamskih spremenljivk (srčnega utripa, krvnega tlaka in nasičenosti tkiv s kisikom) v človeškem telesu pri pasivnem dvigu nog za 45° od horizontalne ravnine,
- ugotoviti spremembo hemodinamskih spremenljivk (srčnega utripa, krvnega tlaka in nasičenosti tkiv s kisikom) v človeškem telesu pri potapljaškem refleksu,
- ugotoviti spremembo hemodinamskih spremenljivk (srčnega utripa, krvnega tlaka in nasičenosti tkiv s kisikom) v človeškem telesu pri Valsalvovem manevru,
- zbrati rezultate meritev in jih grafično prikazati ter interpretirati.

8.2 Hipoteze in raziskovalna vprašanja

V raziskovalni nalogi postavljam naslednja raziskovalna vprašanja:

1. Ali je mogoče s spreminjanjem položaja telesa, dvigom nog, vplivati na srčni utrip, krvni tlak in nasičenost tkiv s kisikom?
2. Ali obstajajo razlike v omenjenih parametrih pri Valsalvovem manevru?
3. Ali pri potapljaškem refleksu pride do sprememb v hemodinamskih spremenljivkah?

V raziskovalni nalogi postavljam naslednje hipoteze:

H1: Pri pasivnem dvigu nog se bo povečal srčni utrip, krvni tlak in nasičenost tkiv s kisikom.

H2: Med izvajanjem Valsalvovega manevra se bo srčni utrip znižal, prav tako krvni tlak in nasičenost tkiv s kisikom.

H3: Potapljaški refleks izzove znižanje srčnega utripa, krvnega tlaka in nasičenost tkiv s kisikom.

8.3 Metodologija dela

Moj primarni vir literature so bili strokovni članki, tako domačih, kakor tudi tujih avtorjev. Prav tako sem analizirala tudi sekundarne vire: diplomska in magistrska dela, brošure (iz spleta), Slovar slovenskega knjižnega jezika, Veliki slovar tujk in drugo splošno spletno gradivo. Uporabila sem deskriptivno in deloma tudi komparativno metodo zbranega gradiva.

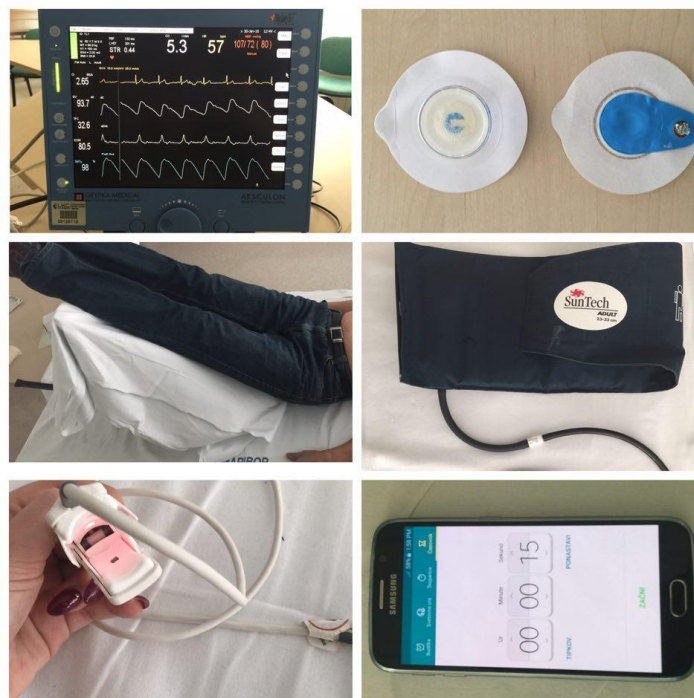
V empiričnem delu sem izvedla tri različne scenarije (t.i. dejavnike, ki vplivajo na spremembe v hemodinamski parametrih) v kliničnem (simuliranem) okolju UKC Maribor, pri katerih sem uporabila monitor Osypka Medical Aesculon (vanj sem vnesla parametre o starosti prostovoljca, telesni masi, telesni višini in spol), 8 zdravih prostovoljcev (starejših od 17 let, obeh spolov) in druge manjše pripomočke (posebej za vsak scenarij so navedeni pri opisu le-teh). Uporabila sem tri monitorjeve senzorje: površinske samolepilne EKG elektrode, nadlahtno manšeto za spremljanje krvnega tlaka in prstni senzor. Pred začetkom vsakega scenarija so prostovoljci 15 minut mirovali, da so se njihovi telesni parametri stabilizirali po predhodnem gibanju. Prav tako so imeli prostovoljci v vseh treh scenarijih nameščene prej omenjene senzorje: na koži so imeli pritrjene 4 EKG samolepilne elektrode za merjenje srčnega utripa, dve na levi strani vratu in dve na levi bočni strani prsnega koša, manšeto za

merjenje NIBP so imeli nameščeno na levi nadlahti, prstni senzor za merjenje SpO₂ pa na kazalcu desne roke. Po opravljenih vseh treh scenarijih sem rezultate, ki sem jih dobila, grafično analizirala in pisno predstavila.

8.3.1 Opis postopka izvedbe scenarija pasivnega dviga nog za 45°

Po 15 minutah mirovanja je preiskovanec legel in v ležečem položaju smo mu namestili senzorje. Ko je imel nameščeno manšeto, pulzni oksimeter in EKG elektrode smo sprožili začetek delovanja monitorja – začelo se je opazovanje in beleženje vseh parametrov. Po 2 minutah spremljanja teh hemodinamskih spremenljivk smo preiskovancu spremenili položaj telesa in njegove noge dvignili za 45° od horizontalne ravnine. Ob beleženju vseh spremenljivk smo po 2 minutah preiskovanca spustili v njegov izhodiščni položaj, v katerem je med beleženjem vseh spremenljivk v mirovanju ležal še 2 minuti.

Za izvedbo tega scenarija smo torej potrebovali monitor Osypka Medical Aesculon, EKG elektrode, nadlahtno manšeto, pulzni oksimeter (vsi trije pripomočki so bili priloženi k monitorju), blazino, na kateri je ležal preiskovanec, predmet, ki je s horizontalno ravnino tvoril kot 45° in štoparico.



Slika 13: Pripomočki za izvedbo scenarija pasivnega dviga nog

(Vir: lasten vir)

8.3.2 Opis postopka izvedbe scenarija potapljaškega refleksa

Po 15 minutah mirovanja je preiskovanec sedel na stol in komolce položil na delovno površino (mizo). Namestili smo mu vse senzorce. Na mizi pred preiskovancem je bila nastavljena posoda z vodo temperaturo 15° (količina približno 7,5 litra), katero smo po potrebi ohlajali z ledom. Preden je preiskovanec potopil obraz (čelo, nos in oči) pod vodo, smo mu v sedečem mirujočem položaju izmerili vrednosti vseh parametrov, ko pa so bili ti izmerjeni, smo dali preiskovancu znak, da se potopi pod vodo. Da je dihanje tudi pod vodo ostalo normalno, smo mu skozi usta namestili dihalno cev, ki si jo je navadno z eno roko držal sam, z drugo pa se je zaradi lažje izvedbe prijel za nos. Po natanko 30 sekundah je na naš znak preiskovanec dvignil potopljen obraz in sedaj so se mu v enakem položaju kakor na začetku ponovno izmerile vse hemodinamske spremenljivke. Po koncu poskusa smo preiskovancu ponudili papirnato brisačo za osušitev obraza.

Za izvedbo tega scenarija smo torej potrebovali monitor Osypka Medical Aesculon, EKG elektrode, nadlahtno manšeto, pulzni oksimeter (vsi trije pripomočki so bili priloženi k monitorju), stol, mizo, posodo za vodo, vodo, led, dihalno cev, termometer, štoparico in papirnate brisačke.



Slika 14: Pripomočki za izvedbo scenarija potapljaškega refleksa

(Vir: lasten vir)

8.3.3 Opis postopka izvedbe scenarija Valsalva maneuver

Po 15 minutah mirovanja je preiskovanec sedel in namestili smo mu vse senzorje. Po 2 minutah mirovanja v sedečem položaju smo ocenili izhodiščne hemodinamske parametre. Nato je preiskovanec zajel sapo in skozi cevko (držal si jo je z roko) pihnil v manometer ter 15 sekund vzdrževal 40 mm Hg tlaka (5,5 kPa). Po izdihu smo mu ponovno izmerili in ocenili spremembe v hemodinamskih parametrih.

Za izvedbo tega scenarija smo torej potrebovali monitor Osypka Medical Aesculon, EKG elektrode, nadlahtno manšeto, pulzni oksimeter (vsi trije pripomočki so bili priloženi k monitorju), manometer, nastavek, s pomočjo katerega je preiskovanec pihnil v cev, stol in štoparico.



Slika 15: Pripomočki za izvedbo scenarija Valsalva manevara

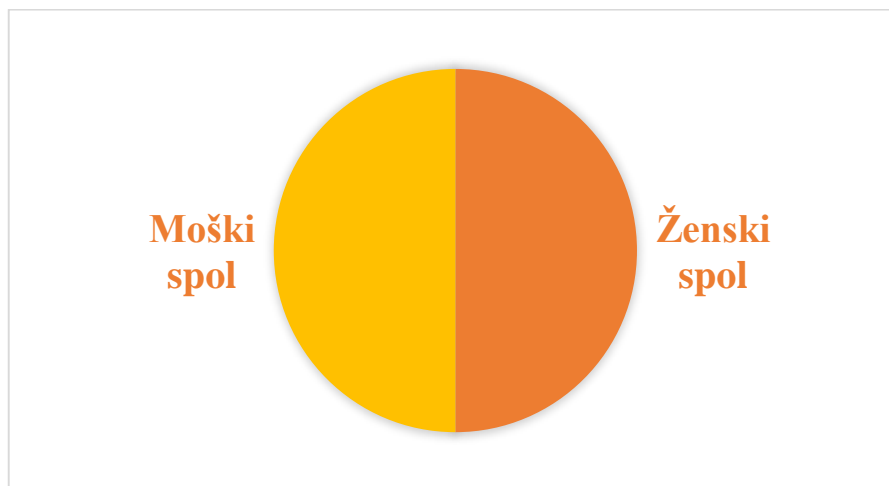
(Vir: lasten vir)

9 REZULTATI

9.1 Demografski podatki

Graf 1: Spol preiskovancev

(Vir: lasten vir)



V raziskavi je sodelovalo 8 preiskovancev, 4 osebe ženskega spola (50%) in 4 moškega spola (50%).

Tabela 1: Starost preiskovancev

(Vir: lasten vir)

Starost (leta)	17	18	23	31	40	44	48	50
Število oseb	1	1	1	1	1	1	1	1

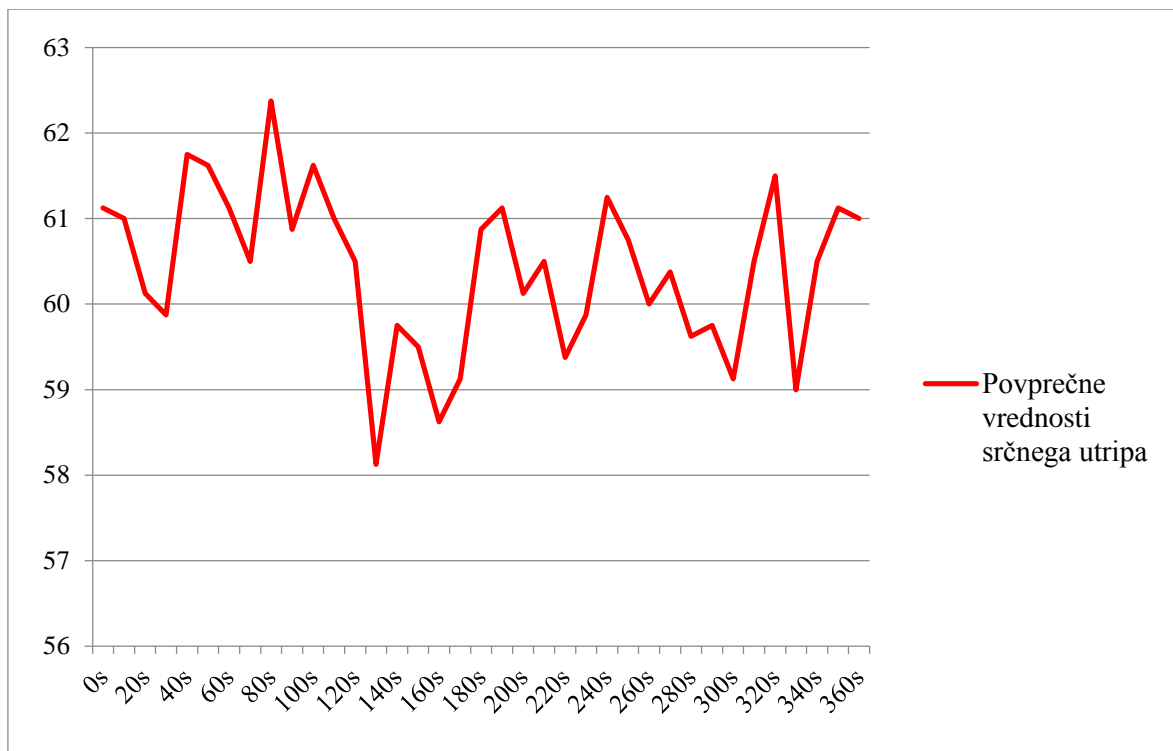
V raziskavi je sodelovalo 8 preiskovancev različnih starosti, najmlajša oseba je imela 17 let, najstarejša pa 50 let. Povprečna starost preiskovancev je bila 33,9 let. Mediana starosti preiskovancev je znašala 35,5 let, interval zaupanja (CI) 95%, standardni odklon pa znaša 13,43 let.

9.2 Rezultati pri pasivnem dvigu nog za 45°

9.2.1 Povprečne vrednosti srčnega utripa pri pasivnem dvigu nog za 45°

Graf 2: Povprečne vrednosti srčnega utripa pri pasivnem dvigu nog za 45°

(Vir: lasten vir)



V grafu 2 predstavljam povprečne vrednosti srčnega utripa preiskovancev, merjenega pri izvajanju scenarija pasivnega dviga nog za 45 stopinj. Graf prikazuje število utripov na minuto v odvisnosti od časa izraženega v sekundah. V prvem delu scenarija, ko so preiskovanci ležali v mirovanju 2 minuti (0-120 sekund), so njihove povprečne vrednosti HR nihale za približno 2 udarca na minuto (60-62,5 udarcev na minuto). Ko smo po 2 minutah prešli v drugi del scenarija (120-240 sekund) in preiskovancem dvignili noge smo opazili padec HR, ki je imel tendenco naraščanja proti izhodiščnim vrednostim. Po spustu nog v tretjem delu scenarija (240-360 sekund), smo opazili ponovni padec HR, nakar se je ustalil na povprečno izhodiščno vrednost HR preiskovancev (61 udarcev na minuto).

Tabela 2: Statistični izračun podatkov srčnega utripa pri PLR s parnim t testom

(Vir: lasten vir)

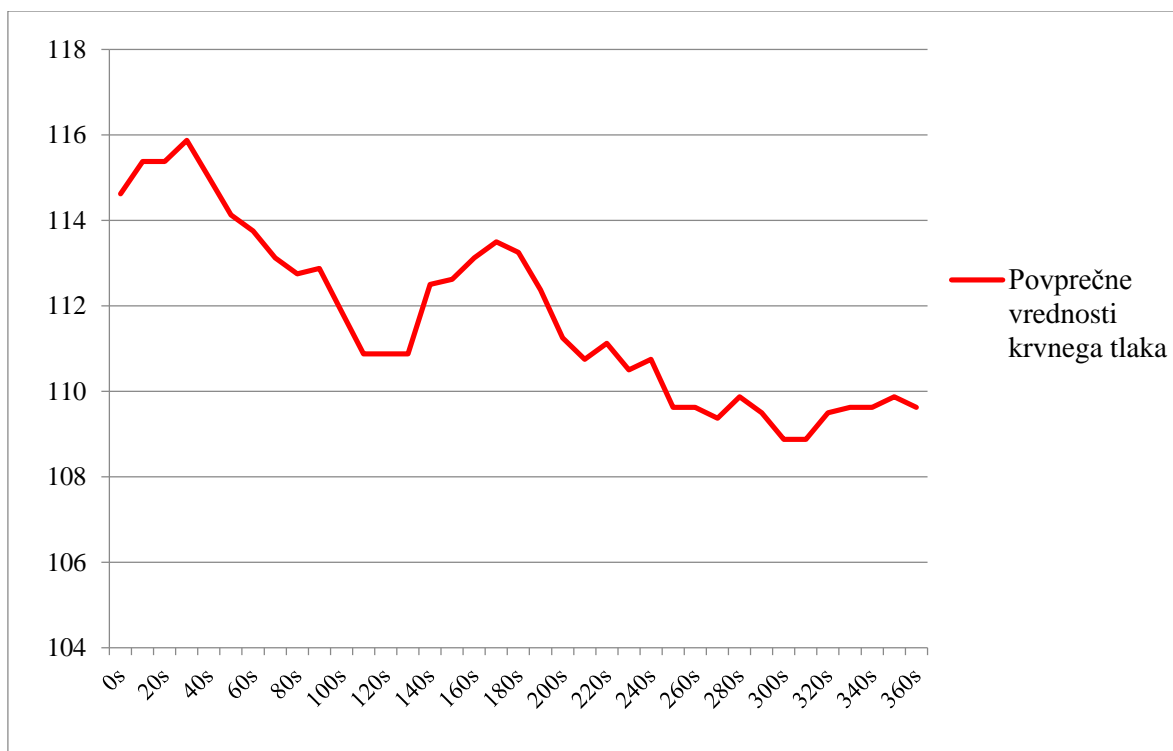
Meritev	HR pri 120 sekundah	HR pri 240 sekundah
Srednja vrednost (Mean)	60,50	61,25
Standardna deviacija (SD)	8,73	10,87
Standardna napaka povprečja (SEM)	3,09	3,84
Število (N)	8	8

95% interval zaupanja znaša -0,75 (razlika od -5,28 do 3,78), p vrednost znaša 0,7071 in po statističnih kriterijih ta razlika ni statistično pomembna.

9.2.2 Povprečne vrednosti krvnega tlaka pri pasivnem dvigu nog za 45°

Graf 3: Povprečne vrednosti krvnega tlaka pri pasivnem dvigu nog za 45°

(Vir: lasten vir)



V grafu 3 predstavljam povprečne vrednosti krvnega tlaka preiskovancev, merjenih pri izvajanju scenarija pasivnega dviga nog za 45 stopinj. Graf prikazuje vrednost krvnega tlaka izraženega v mm Hg v odvisnosti od časa izraženega v sekundah. V prvem delu scenarija, ko so preiskovanci 2 minuti ležali v mirovanju (0-120 sekund), je vrednost povprečne vrednosti njihovega BP v 40 sekundah narasla približno za 1 mm Hg (gibala se je nekje med 114,5-116 mm Hg), nato pa se je vse do 120 sekunde konstantno spuščala s kratko prekinitvijo med 80 in 100 sekundami. V drugem delu scenarija (120-240 sekund), ko smo preiskovancem dvignili noge je vrednost BP do 140 sekund ostala nespremenjena (približno 111 mm Hg), nato je narasla in ob prehodu v tretji del scenarija (240-360 sekund), težila k vrednosti tik pred dvigom nog. Kasneje lahko zaznamo postopno padanje vrednosti BP, ki je na koncu scenarija, po 6 minutah, mnogo nižja kakor v začetnem stanju (znaša približno 109,5 mm Hg).

Tabela 3: Statistični izračun podatkov krvnega tlaka pri PLR s t testom

(Vir: lasten vir)

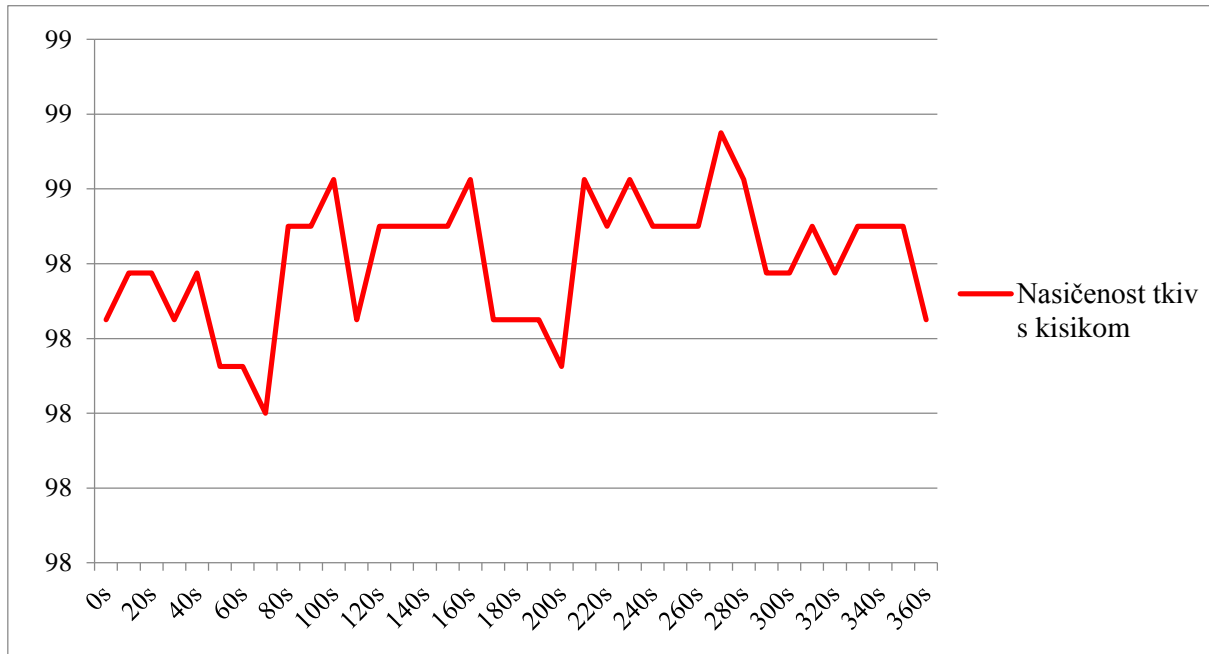
Meritev	SBP pri 120 sekundah	SBP pri 240 sekundah
Srednja vrednost (Mean)	110,88	110,75
Standardna deviacija (SD)	20,00	17,69
Standardna napaka povprečja (SEM)	7,07	6,25
Število (N)	8	8

95% interval zaupanja znaša 0,13 (razlika od -2,68 do 2,93), p vrednost znaša 0,9191 in po statističnih kriterijih ta razlika ni statistično pomembna.

9.2.3 Povprečne vrednosti nasičenosti tkiv s kisikom pri pasivnem dvigu nog za 45°

Graf 4: Nasičenost tkiv s kisikom pri pasivnem dvigu nog za 45°

(Vir: lasten vir)



V grafu 4 predstavljam povprečne vrednosti nasičenosti tkiv s kisikom pri preiskovancih, merjenih pri izvajanju scenarija pasivnega dviga nog za 45°. Graf prikazuje nasičenost tkiv s kisikom izraženo v odstotkih (%) v odvisnosti od časa izraženega v sekundah. Pojavile so se zelo male razlike, odstopanja so kvečjemu za 1%. V prvem delu scenarija (0-120 sekund) je kisik v krvi sprva nekoliko upadel, a nato strmo narastel do 99%. Ob izvajanju drugega dela 6-minutnega scenarija (120-240 sekund), ko smo preiskovancem dvignili noge, je vrednost SpO₂ najbolj nihala, svoj višek vrednosti pa je dosegla v tretjem delu scenarija (240-360 sekund) pri 280 sekundah. Po 6 minutah je procentualna vrednost kisika v krvi enaka izhodiščni.

Tabela 4: Statistični izračun podatkov nasičenosti tkiv s kisikom pri PRL s t testom

(Vir: lasten vir)

Meritev	SpO ₂ pri 120 sekundah	SpO ₂ pri 240 sekundah
Srednja vrednost (Mean)	98,50	98,50
Standardna deviacija (SD)	1,20	0,93
Standardna napaka povprečja (SEM)	0,42	0,33
Število (N)	8	8

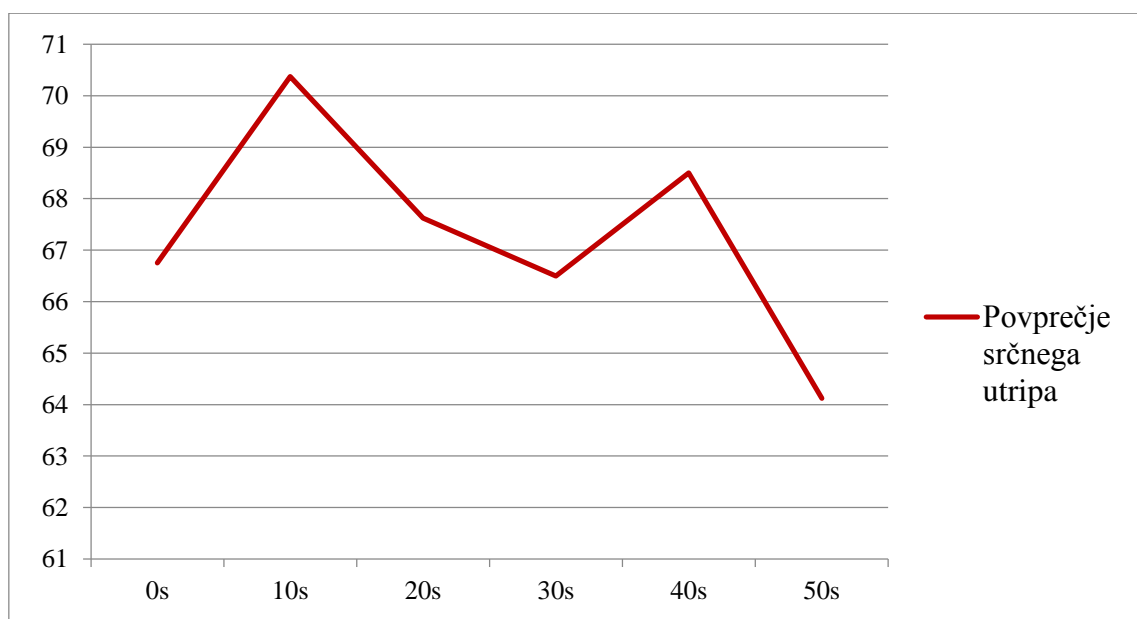
95% interval zaupanja znaša 0,00 (razlika od -0,45 do 0,45), p vrednost znaša 1,0000 in po statističnih kriterijih ta razlika ni statistično pomembna.

9.3 Rezultati pri izvedbi potapljaškega refleksa

9.3.1 Povprečne vrednosti srčnega utripa pri izvedbi potapljaškega refleksa

Graf 5: Povprečne vrednosti srčnega utripa pri izvedbi potapljaškega refleksa

(Vir: lasten vir)



V grafu 5 predstavljam povprečne vrednosti srčnega utripa preiskovancev, merjenega pri izvedbi scenarija potapljaškega refleksa. Graf prikazuje število utripov na minuto v odvisnosti od časa izraženega v sekundah. Izhodiščna povprečna vrednost srčnega utripa preiskovancev je na začetku znašala približno 67 utripov na sekundo, njihov položaj je bil v sedečem mirovanju. Ob potopitvi obraza v vodo pri 10 sekundah je HB preiskovancev narasel na v povprečju kar 70,5 utripov na sekundo. V naslednjih 20 sekundah je imel HB tendenco upadanja proti povprečni izhodiščni vrednosti, kar doseže v približno 30. sekundi, nakar njegova vrednost do 40. sekunde ponovno naraste, doseže vrednost približno 68,5 utripov na sekundo. V zadnjih 10 sekundah, ki jih prikazuje graf so bili preiskovanci ponovno v začetnem položaju, sedečem mirovanju. Opazimo lahko, da je po izvedbi potapljaškega refleksa povprečna vrednost HB močno upadla (64 utripov na sekundo pri 50 sekundah).

Tabela 5: Statistični izračun podatkov srčnega utripa pri DR s t testom

(Vir: lasten vir)

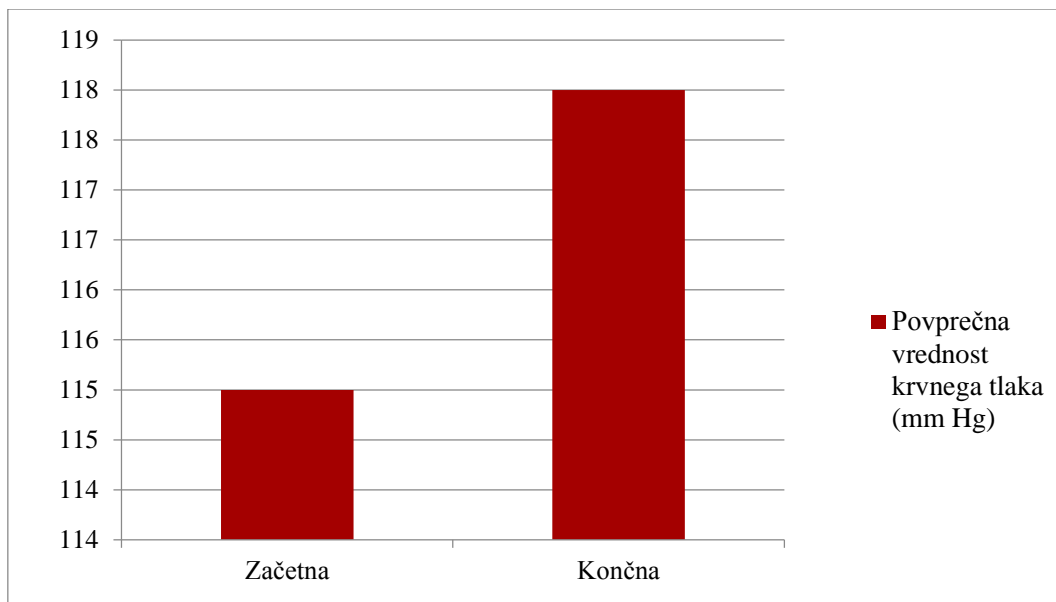
Meritev	HR pri 0 sekundah	HR pri 30 sekundah
Srednja vrednost (Mean)	66,75	66,50
Standardna deviacija (SD)	13,07	14,29
Standardna napaka povprečja (SEM)	4,62	5,05
Število (N)	8	8

95% interval zaupanja znaša 0,25 (razlika od -3,77 do 4,27), p vrednost znaša 0,8871 in po statističnih kriterijih ta razlika ni statistično pomembna.

9.3.2 Povprečne vrednosti krvnega tlaka pri izvedbi potapljaškega refleksa

Graf 6: Povprečne vrednosti krvnega tlaka pri izvedbi potapljaškega refleksa

(Vir: lasten vir)



V grafu 6 predstavljam povprečne vrednosti krvnega tlaka preiskovalcev (izraženega v mm Hg) merjenega pred in po potopitvi obraza pod vodo (obdobje 30 sekund). Povprečna vrednost krvnega tlaka preiskovancev pred izvajanjem potapljaškega refleksa je znašala 115 mm Hg, po izvedbi pa je narasla za 3 mm Hg, nova vrednost krvnega tlaka je bila 118 mm Hg.

Tabela 6: Statistični izračun krvnega tlaka pri DR s t testom

(Vir: lasten vir)

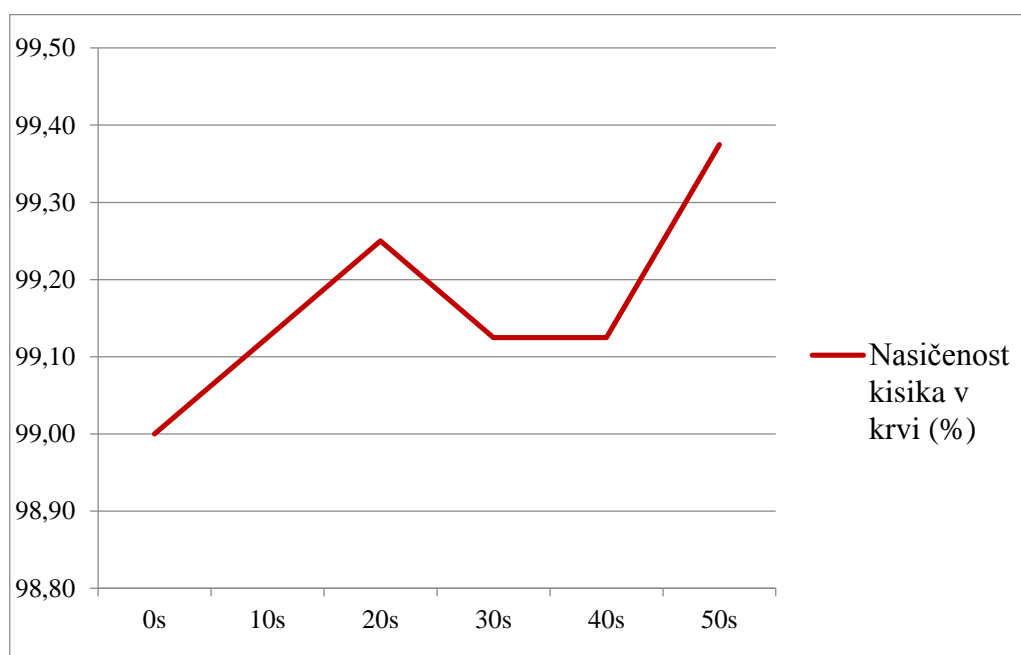
Meritev	SBP pri 0 sekundah	SBP pri 30 sekundah
Srednja vrednost (Mean)	115,00	118,0
Standardna deviacija (SD)	16,26	17,66
Standardna napaka povprečja (SEM)	5,75	6,24
Število (N)	8	8

95% interval zaupanja znaša -3,00 (razlika od -8,53 do 2,53), p vrednost znaša 0,2402 in po statističnih kriterijih ta razlika ni statistično pomembna.

9.3.3 Povprečne vrednosti nasičenosti tkiv s kisikom pri izvedbi potapljaškega refleksa

Graf 7: Nasičenost tkiv s kisikom pri izvedbi potapljaškega refleksa

(Vir: lasten vir)



V grafu 7 predstavljam povprečne vrednosti nasičenosti tkiv s kisikom, merjene med izvajanjem scenarija potapljaškega refleksa. Graf prikazuje nasičenost tkiv s kisikom izraženo v odstotkih (%) v odvisnosti od časa izraženega v sekundah. Razberemo lahko, da je med izvajanjem scenarija prišlo do minimalnih odstopanj povprečnih vrednosti SpO₂ preiskovancev, tako pred in med kakor tudi po potopitvi obraza v vodo. Povprečna izhodiščna vrednost kisika v krvi je bila 99,00%, med potopitvijo sprva pade, nato ostane v ravnovesju, največjo vrednost pa ima na koncu (50 sekund), in sicer približno 99,40%. Pride torej do spremembe za 0,40%.

Tabela 7: Statistični izračun nasičenosti tkiv s kisikom pri DR s t testom

(Vir: lasten vir)

Meritev	SpO ₂ pri 0 sekundah	SpO ₂ pri 30 sekundah
Srednja vrednost (Mean)	99,00	99,25
Standardna deviacija (SD)	0,93	0,89
Standardna napaka povprečja (SEM)	0,33	0,31
Število (N)	8	8

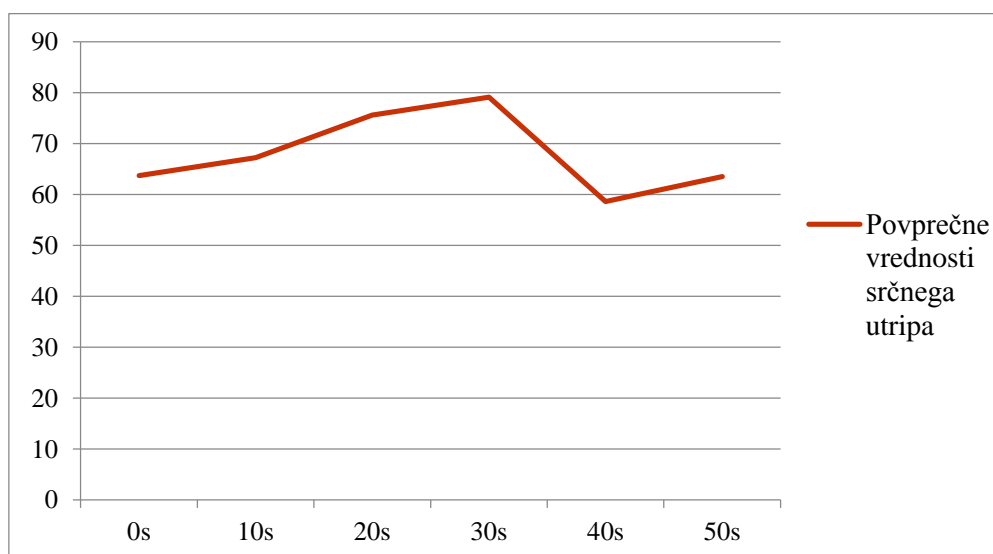
95% interval zaupanja znaša -0,25 (razlika od -0,84 do 0,34), p vrednost znaša 0,3506 in po statističnih kriterijih ta razlika ni statistično pomembna.

9.4. Rezultati pri izvedbi Valsalvovega manevra

9.4.1 Povprečne vrednosti srčnega utripa pri izvedbi Valsalvovega manevra

Graf 8: Povprečne vrednosti srčnega utripa pri izvedbi Valsalvovega manevra

(Vir: lasten vir)



V grafu 8 predstavljam povprečne vrednosti srčnega utripa preiskovancev, merjene pri izvajanju scenarija Valsalvovega manevra. Graf prikazuje število utripov na minuto v odvisnosti od časa izraženega v sekundah. Povprečna izhodiščna vrednost HB preiskovancev je bila približno 65 udarcev na minuto z rahlim postopnim večanjem. Med 15 sekundnim pihanjem – izvajanjem dejanskega Valsalva manevra podatkov nismo beležili, zato podatke od 20. sekunde smatramo že kot podatke po izvedbi le-tega. Opazimo lahko, da je povprečna vrednost HB preiskovancev kontinuirano naraščala tudi po izpihu, vse do 30 sekund, ko z 79 udarcev na minuto doseže svoj vrh vrednosti. Sledi padec povprečne vrednosti srčnega utripa preiskovancev, nakar vrednost HB začne težiti k izhodiščni vrednosti, ki jo na koncu merjenja (50 sekund) tudi doseže.

Tabela 8: Statistični izračun srčnega utripa pri VM s t testom

(Vir: lasten vir)

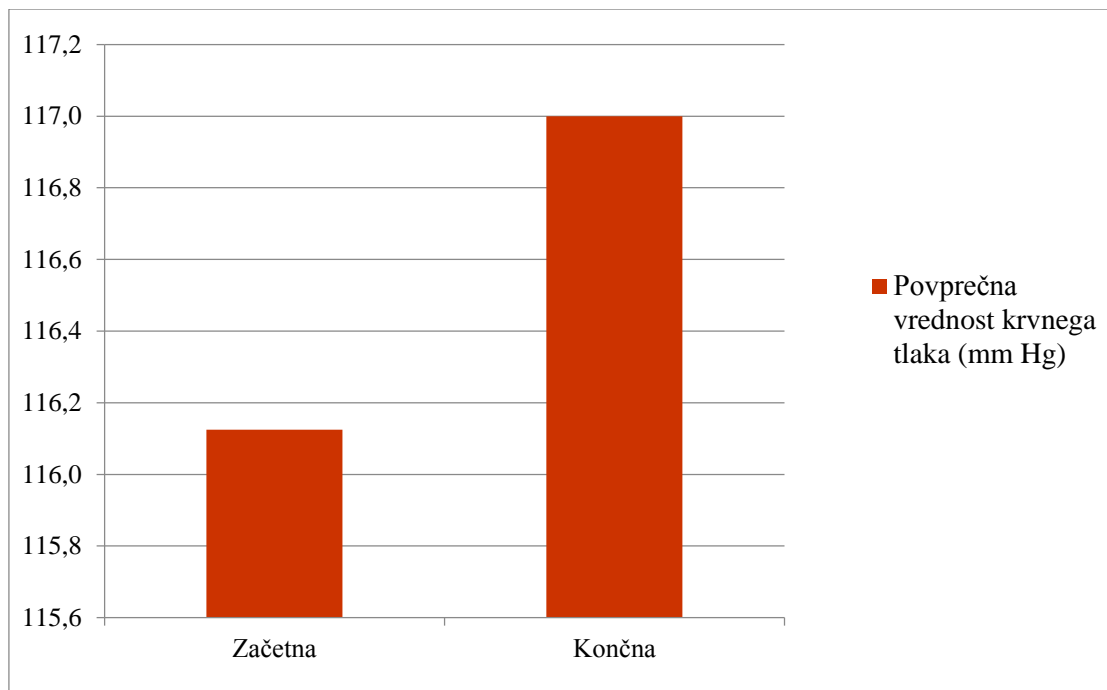
Meritev	HB pri 0 sekundah	HB pri 20 sekundah
Srednja vrednost (Mean)	63,75	75,63
Standardna deviacija (SD)	11,03	22,56
Standardna napaka povprečja (SEM)	3,90	7,98
Število (N)	8	8

95% interval zaupanja znaša -11,88 (razlika od -25,92 do 2,17), p vrednost znaša 0,0857 in po statističnih kriterijih ta razlika ni statistično pomembna.

9.4.2 Povprečne vrednosti krvnega tlaka pri izvedbi Valsalvovega manevra

Graf 9: Povprečne vrednosti krvnega pri izvedbi Valsalvovega manevra

(Vir: lasten vir)



V grafu 9 predstavljam povprečne vrednosti krvnega tlaka preiskovancev (izraženega v mm Hg), merjenega pred in po 15-tih sekundah pihanja. Povprečna vrednost krvnega tlaka preiskovancev pred izvajanjem Valsalvovega manevra je znašala 116 mm Hg, po izvedbi pa je narasla za 1 mm Hg, nova vrednost krvnega tlaka je bila 117 mm Hg. Opazimo lahko, da gre za minimalne spremembe.

Tabela 9: Statistični izračun krvnega tlaka pri VM s t testom

(Vir: lasten vir)

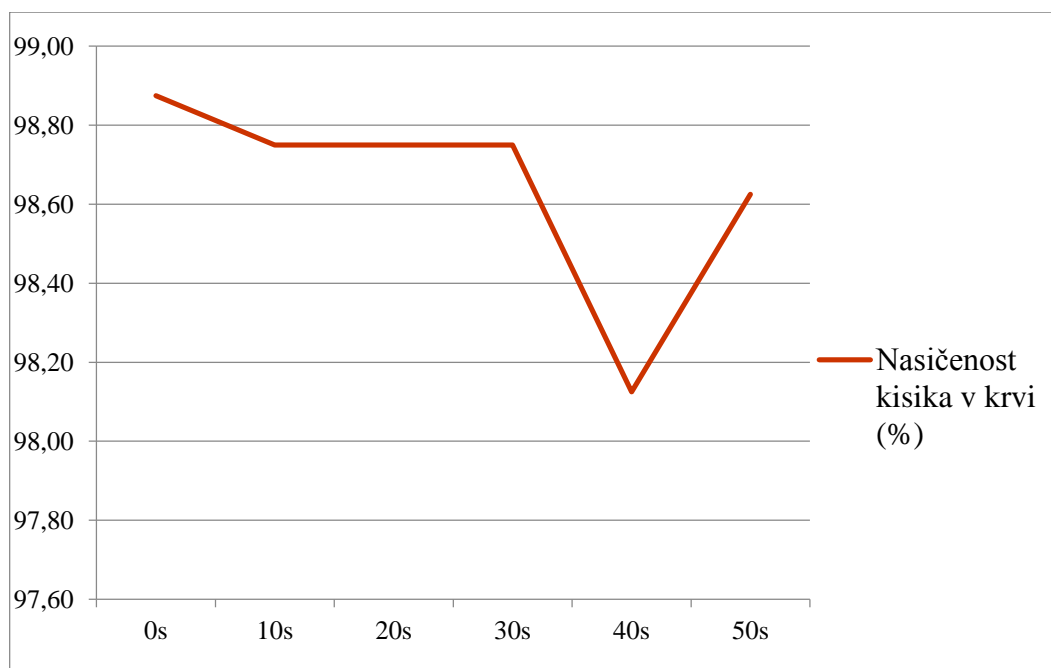
Meritev	SBP pri 0 sekundah	SBP pri 20 sekundah
Srednja vrednost (Mean)	116,13	117,00
Standardna deviacija (SD)	19,25	16,40
Standardna napaka povprečja (SEM)	6,80	5,80
Število (N)	8	8

95% interval zaupanja znaša -0,88 (razlika od -7,89 do 6,14), p vrednost znaša 0,7766 in po statističnih kriterijih ta razlika ni statistično pomembna.

9.4.3 Povprečne vrednosti nasičenosti tkiv s kisikom pri izvedbi Valsalvovega manevra

Graf 10: Povprečne vrednosti nasičenosti tkiv s kisikom

(Vir: lasten vir)



V grafu 10 predstavljam povprečne vrednosti nasičenosti tkiv s kisikom, merjene med izvajanjem scenarija Valsalvovega manevra. Graf prikazuje nasičenosti tkiv s kisikom izraženo v odstotkih (%) v odvisnosti od časa izraženega v sekundah. Razberemo lahko, da je med izvajanjem scenarija prišlo do minimalnih odstopanj povprečnih vrednosti SpO₂ preiskovancev, tako pred vdihom, kakor tudi po izdihu (pihanje je trajalo 15 sekund). Povprečna izhodiščna vrednost SpO₂ je bila 98,90%, pred in po vdihu je vrednost 98,75% stagnira (pihanje je iz grafa izvzeto, mejnik med obdobjem pred in po pihanju je 20. sekunda), nekje 35-40 sekund pa vrednost kisika v krvi močno pade in doseže svoj nižek z 98,10%. Ob koncu merjenja povprečna vrednost SpO₂ preiskovancev ne doseže svoje izhodiščne vrednosti, zaključni se s približno 98,60%.

Tabela 10: Statistični izračun nasičenosti tkiv s kisikom pri VM s t testom

(Vir: lasten vir)

Meritev	SpO₂ pri 0 sekundah	SpO₂ pri 20 sekundah
Srednja vrednost (Mean)	98,88	98,75
Standardna deviacija (SD)	0,99	1,16
Standardna napaka povprečja (SEM)	0,35	0,41
Število (N)	8	8

95% interval zaupanja znaša 0,13 (razlika od -0,41 do 0,66), p vrednost znaša 0,5983 in po statističnih kriterijih ta razlika ni statistično pomembna.

9.5 Prikaz vrednosti p pri vseh treh scenarijih

Tabela 11: Pregled potrditve rezultatov

(Vir: lasten vir)

	PLR (p)	Valsalva manever (p)	Potapljaški refleks (p)
Srčni utrip (HB)	0,7071	0,0857	0,8871
Krvni tlak (SBP)	0,9191	0,7766	0,2402
Nasičenost tkiv s kisikom (SpO₂)	1,0000	0,5983	0,3506

S pomočjo rezultatov meritev smo ugotovili, da ni večjih odstopanj opazovanih hemodinamskih spremenljivk. Največja verjetnost, katere vrednost je približana $p < 0,05$, je vidna pri meritvah srčnega utripa pri Valsalva manevru, kjer je vrednost $p=0,0857$. Ugotavljamo, da se vrednosti vseh merjenih hemodinamskih spremenljivk pri vseh treh scenarijih glede na izhodiščne vrednosti statistično pomembno ne spremenijo.

10 RAZPRAVA, INTERPRETACIJA REZULTATOV

Fiziološke hemodinamske prilagoditve, s katerimi se telo odzove na različne zunanje dejavnike in položaje telesa lahko vplivajo na vitalne parametre in spremembe ter prilagoditve v delovanju organskih sistemov.

Choate, Evans in Hodgson (2014) v raziskavi navajajo, da je ob potopitvi obraza v mrzlo vodo prišlo do znižanja srčnega utripa in povišanja krvnega tlaka, kar naj bi spodbujalo ohranjanje kisika in preusmerjalo pretok krvi vitalno pomembnih organov, kot sta srce in možgani. Pasivni dvig nog spet drugi avtorji (Monnet, Richard in Teboul, 2007) štejejo kot rešilni maneuver pri redistribuciji krvnega obtoka za stabilizacijo hemodinamskega ravnovesja. Stewart, Medow, Bassett et al. (2004) so ugotovili, da pri Valsalvovem manevru ob nenadni močni tlačni obremenitvi prsnega koša zaradi izdiha proti tlaku 40 mm Hg pride do hitrega porasta srčnega utripa in padca krvnega tlaka, ki se kasneje po tlačni razbremenitvi prsnega koša normalizirata. Skozi mojo raziskovalno nalogo sem tako tudi jaz dobila odgovore na postavljena raziskovalna vprašanja, ki sem si jih zadala pred začetkom raziskovanja.

Prvo raziskovalno vprašanje, ki sem si ga zastavila v uvodnem delu se je glasilo:

Ali je mogoče s spreminjanjem položaja telesa, dvigom nog, vplivati na srčni utrip, krvni tlak in nasičenost tkiv s kisikom?

Glede na dobljene rezultate meritev v vzorcu osmih prostovoljcev sem ugotovila, da se izmerjene hemodinamske spremenljivke srčni utrip, ($p=0,7071$) krvni tlak ($p=0,9191$) in nasičenost tkiv s kisikom ($p=1,0000$) statistično ne spremenijo glede na izhodiščno vrednost.

Drugo raziskovalno vprašanje je bilo naslednje:

Ali obstajajo razlike v omenjenih parametrih pri Valsalvovem manevru?

S pomočjo statističnega parnega t testa sem prišla do odgovora, da pri Valsalvovem manevru ne pride do večjih odstopanj pri nasičenosti tkiv s kisikom ($p=0,5983$) in krvnem tlaku

($p=0,7766$), sprememba se pojavi le pri srčnem utripu ($p=0,0857$), kar je največja verjetnost, ki je približana vrednosti $p < 0,05$.

Tretje raziskovalno vprašanje pa je bilo naslednje:

Ali pri potapljaškem refleksu pride do sprememb v hemodinamskih spremenljivkah?

Glede na dobljene rezultate meritev v vzorcu osmih prostovoljcev sem ugotovila, da se izmerjene hemodinamske spremenljivke srčni utrip ($p=0,8871$), krvni tlak ($p=0,2402$) in nasičenost tkiv s kisikom ($p=0,3506$) statistično ne spremenijo glede na izhodiščno vrednost.

Ob začetku izdelovanja moje raziskovalne naloge sem si postavila 3 hipoteze, in sicer:

H1: Pri pasivnem dvigu nog se bo povečal srčni utrip, krvni tlak in nasičenost tkiv s kisikom.

Te hipoteze, glede na dobljene rezultate ne morem potrditi, ampak jo bom ovrгла, saj do pomembnejših statističnih sprememb pri hemodinamskih spremenljivkah ob pasivnem dvigu nog za 45 stopinj od horizontalne ravnine ne pride.

H2: Med izvajanjem Valsalvovega manevra se bo srčni utrip znižal, prav tako krvni tlak in nasičenost tkiv s kisikom.

To hipotezo bom glede na dobljene rezultate ovrгла, saj do pomembnejših statističnih sprememb pri hemodinamskih spremenljivkah ob izvajanju Valsalvovega manevra ni prišlo.

H3: Potapljaški refleks izzove znižanje srčnega utripa, krvnega tlaka in nasičenost tkiv s kisikom.

Tudi te hipoteze, glede na dobljene rezultate ne morem potrditi, ampak jo bom ovrгла, saj do pomembnejših statističnih sprememb pri hemodinamskih spremenljivkah ob izvajanju potapljaškega refleksa ne pride.

Če te dobljene rezultate primerjam s študijami drugih avtorjev, kot so Žerdin (2012), Stewart, Medow, Bassett et al. (2004) in Choate, Evans ter Hodgson (2014), ugotovim, da si dobljeni

rezultati med seboj niso podobni. Njihove raziskave so bile usmerjene na večje skupine tako bolnikov, kot zdravih prostovoljcev, jaz sem pa imela v raziskavo vključenih le 8 zdravih prostovoljcev. Prav tako je hemodinamski monitor Osypka Medical Aesculon imel možnost zapisovanja podatkov na pomnilni medij le na vsakih 10 sekund, kar me je omejevalo pri natančni obdelavi izmerjenih parametrov. Najbolj sem bila omejena pri neinvazivnem merjenju krvnega tlaka, saj je posamezni cikel merjenja z inflacijo in deflacijo manšete trajal med 20-40 sekund.

11 ZAKLJUČEK, SKLEPI

Fiziologija človeka vključuje življenjske procese v zdravem človeškem organizmu in tradicionalno obravnava človeka kot skupek medsebojno povezanih organov in organskih sistemov ter proučuje njihovo delovanje in interakcije. S sodobno medicinsko tehnologijo, ki sem jo v raziskavi uporabila, je sledljivost delovanja organov in organskih sistemov glede na zunanje in notranje dejavnike mogoča, merljiva, vendar ne preveč natančna. S preprostimi manevri, kot je pasivni dvig nog nad horizontalno ravnino zaposli določeno količino krvi iz venskega rezervoarja s tem, da jo preusmeri iz mirovanja v gibajoči tok (Monnet, 2008). V svoji raziskavi zaradi omejenosti in nenatančnosti hemodinamskega monitorja žal nisem dobila takšnih rezultatov, kot sem jih pričakovala. Posledično sem zaradi tega ovrgla tudi vse tri zastavljene hipoteze in raziskovalna vprašanja.

Na podlagi domače in tuje literature sklepam, da dejansko prihaja do sprememb v hemodinamiki omenjenih parametrov, sama pa žal zaradi omejenosti v premalo natančni medicinski tehnologiji teh rezultatov nisem dobila. Če bi jih želela dobiti, bi morala podaljšati časovne intervale izvajanja posameznih raziskav ali pa uporabiti natančnejšo neinvazivno hemodinamsko medicinsko tehnologijo, npr. monitor CNAP Monitor 500, ki meri vse vitalne spremenljivke kontinuirano in neinvazivno.

12 VIRI IN LITERATURA

Literatura:

- Axelsson, C., Holmberg, S., Karlsson, T., Axelsson, A. B. in Herlitz, J. (2010). Passivelegraising during cardiopulmonary resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest-Does it improve circulation and outcome? *Resuscitation*, 81 (12), 1615-1620.
- Bang, D., Son, Y., Lee, Y. H. in Yoon, K. (2015). Doppler ultrasonography measurement of hepatic hemodynamics during Valsalva maneuver: healthy volunteer study. *Ultrasonography*, 34 (1), 32-38.
- Bombek, M. (2000). Visok krvni tlak – arterijska hipertenzija. V I. Krajnc, B. Pečovnik Balon (ur.), *Interna medicina* (str. 65-75). Maribor: Visoka zdravstvena šola.
- Boulain, T., Achard, J. M., Teboul, J. L., Richard, C., Perrotin, D. in Ginies, G. (2002) Changes in BP Induced by Passive Leg Raising Predict Response to Fluid Loading in Critically Ill Patients. *Chest*, 121, 1245-1252.
- Brewer, S. (2010). *Premagovanje visokega krvnega tlaka*. Maribor: Videotop.
- Cherpanath, T. G., Hirsch, A., Geerts, B. F., Lagrand, W. K., Leeflang, M. M., Schultz, M. J, idr. (2016). Predicting Fluid Responsiveness by Passive Leg Raising: A Systematic Review and Meta-Analysis of 23 Clinical Trials. *Crit Care Med*, 44 (2).
- Choate, J. K., Denton, K. M., Evans, R. G. in Hodgson, Y. (2014). Using stimulation of the diving reflex in humans to teach integrative physiology. *Adv Physiol Educ*, 38 (4), 355-365.
- Cibic, B. (1997). *Visok krvni tlak*. Ljubljana: Rdeči križ Slovenije.

Čikič, Ž. (2014). *Pulzna oksimetrija*. Seminarska naloga.

Faulhaber, H. D. (2006). *Obvladajmo visok krvni pritisk*. Ljubljana: Mladinska knjiga.

Fraser, C. G. in Fogarty, Y. (1989). Interpreting laboratory results. *BMJ*, 298 (6689), 1659-60.

Jerše, M. (2004). *Srce, skrivnostna in občutljiva črpalka*. Ljubljana: Rdeči križ Slovenije.

Kapš, P. (2001). *Ateroskleroza tihi ubijalec*. Novo mesto: Erro.

Kolar, P., Neuwirth, J., Šanda, J., Suchánek, V., Svatá, Z., Volejník, J. idr. (2009). Analysis of diaphragm movement during tidal breathing and during its activation while breath holding using MRI synchronized with spirometry. *Physiol. Res.*, 58, 383-392.

Kranjec, J., Beguš, S., Geršak, G. in Drnovšek, J. (2013). Brezkontaktno merjenje frekvence srčnega utripa ter spremenljivosti frekvence srčnega utripa. *Elektrotehniški vestnik*, 80 (3), 135-140.

Lemaitre, F., Chowdhury, T. in Schaller, B. (2015). The trigeminocardiac reflex – a comparison with the diving reflex in humans. *Arch Med Sci*, 11 (2), 419-426.

Middeke, M., Pospisil, E. in Völker, K. (2001). *Kako brez zdravil znižati visok krvni tlak*. Ptuj: In obs medicus.

Monnet, X., Richard, C. in Teboul, J. L. (2007). Passive leg raising. *Yearbook of Intensive Care and Emergency Medicine*, 10 (8), 542-548.

Monnet, X. in Teboul, J. L. (2008). Passive leg raising. *Intensive Care Med*, 34 (4), 659-663.

- Thiel, S. W., Kollef, M. H. in Isakow, W. (2009). Non-invasive stroke volume measurement and passive leg raising predict volume responsiveness in medical ICU patients: an observational cohort study. *Critical Care*, 13 (4), 111.
- Parežnik, R., Gabršček, Parežnik, L. & Voga, G. (2011). Invazivni hemodinamski nadzor s pljučnim arterijskim katetrom. V G. Voga, R. Parežnik (ur.), *Ocena srčne funkcije in cirkulacije pri kritično bolnih* (str. 39-48). Celje.
- Pelizzari, U. in Tovaglieri, S. (2004). *Manual of freediving: underwater on a single breath*. Reddic: Idelson-Gnocchi.
- Pinsky, M. R. (2006). Hemodynamic monitoring over the past 10 years. *Crit Care*, 10 (1), 117.
- Schell, K., Bradley, E., Bucher, L., Seckel, M., Lyons, D., Wakai, S., idr. (2005). Clinical comparison of automatic, noninvasive measurements of blood pressure in the forearm and upper arm. *Am J Crit Care*, 14 (3), 232-241.
- Stewart, J. M., Medow, M. A., Bassett, B. in Montgomery, L. D. (2004). Effects of thoracic blood volume Valsalva maneuver. *American Journal of Physiology – Heart and Circulatory Physiology*, 287 (2), 798-804.
- Vodušek, D. (2014). *Elektrokardiografija*. Seminarska naloga.
- Voga, G. (2007). Ocena srčne funkcije in stanja cirkulacije pri kritično bolnih. *Zdravniški vestnik*, 1, I-19-I-27.
- Žerdin, A. (2012). *Neinvazivna ocena hemodinamičnih spremenljivk pri spremembi položaja telesa*. Diplomsko delo. Maribor.

Spletni viri:

Accetto, R., Bulc, M. (2005). *Visok krvni tlak – arterijska hipertenzija*. Pridobljeno 12. 1. 2016, s http://www.krka.si/media/prk/dokumenti/0586_visok_tlak_arterijska_hipertenzija.pdf.

AESCULON® Electrical Cardiometry™. (2009). Pridobljeno 20. 1. 2016, s http://www.bluegrass.se/Osypka/pdf/aesculon_flyer_english.pdf.

Bigatello, L. M., George E. (2002). *Hemodynamic monitoring*. Pridobljeno 15. 1. 2016, s <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12024086>.

Cowan, E. in Cochran, J. (2010). *Passive Leg Raising: Exercise That Assists in Evaluation of Fluid Responsiveness in the Hemodynamically Unstable Patient*. Pridobljeno 16. 1. 2016, s <http://www.uwmedicine.org/research/research-trials/clinical-researchers>.

Čeh, B. (2012). *Srčni utrip veliko pove*. *Naša lekarna*, 52 (1), 46. Pridobljeno 10. 1. 2016, s <http://www.nasa-lekarna.si/clanki/clanek/srcni-utrip-veliko-pove/>.

Jenkins, D. in Gerred, S. (2014). *ECG library*. Pridobljeno 22. 1. 2016, s <http://www.ecglibrary.com/ecghome.php>.

Navarro, K. (2007). *Prove it: Passive leg raise improves outcome following cardiac arrest*.

Pridobljeno 16. 1. 2016, s

http://d20337292.u296.foretag.surftown.se/upload/ServiceManual/Masimo/Beskrivning_PIW_h.

Osypka Medical; AESCULON® Electrical Cardiometry™. (2009). Pridobljeno 20. 1. 2016, s <http://www.osypkamed.com/products/monitors/aesculon>.

13 DRUŽBENA ODGOVORNOST

Idejo za raziskovalno nalogo sem dobila zaradi materinega magistrskega izobraževanja, ko sem prebirala njeno gradivo. Pogovorili sva se in določili okvir moje naloge, sicer na nekoliko nižjem, a vseeno kompleksnem nivoju zahtevnosti. Raziskovalna naloga je moje delo, v zahvali pa je opredeljeno, kakšna je bila pomoč drugih ljudi. Prav tako je v poglavju »Viri in literatura« navedeno, kaj je povzeto po drugih avtorjih, »rezultati« so moje delo.

Vseh 8 prostovoljcev je bilo seznanjenih s potekom in namenom raziskave, bili so anonimni (za označevanje sem uporabila le njihove inicialke in zaporedno številko scenarija). Vrednosti parametrov preiskovancev, ki so odstopale od normalnih in pričakovanih, sem izmerila še enkrat in preiskovanca opozorila k nepravilnostim. Ni bilo primera, kjer vrednosti parametrov v ponovnem merjenju ne bi ustrezali pričakovanim in primernim (prostovoljci so bili zdravi).

Ljudi bi rada opozorila, naj vrednosti hemodinamskih telesnih spremenljivk, kot je na primer krvni tlak, merijo pogosto in ob morebitnih odstopanjih od pričakovane in hkrati normalne vrednosti obiščejo svojega osebnega zdravnika.