



VPLIV ZAŠČITNIH POLOBRAZNIH MASK NA NASIČENJE KRVI S KISIKOM IN SRČNI UTRIP

MEDICINA
RAZISKOVALNA NALOGA

Avtorice: Nana Alič
Leonita Balagić
Ema Strle

Mentorica: Marjana Dolinar, prof. biologije

Somentorica: prof. dr. Andreja Marn Pernat, dr. med, spec. nefrologije in int. medicine

Somentor: dr. Igor Belič

Ljubljana, 2023

KAZALO VSEBINE

KAZALO VSEBINE	II
KAZALO SLIK.....	IV
KAZALO GRAFIKONOV	V
KAZALO TABEL	VI
IZVLEČEK.....	VII
1 UVOD	8
1.1 TEORETIČNI DEL	8
1.1.1 OSEBNA VAROVALNA OPREMA (OVO)	8
1.1.2 PRENOS IN IZMENJAVA PLINOV	10
1.1.3 ARTERIJSKI UTRIP IN TLAK	12
1.1.4 PULZNI OKSIMETER.....	12
1.2 RAZISKOVALNA VPRAŠANJA IN HIPOTEZE	14
1.2.1 1.3.1. RAZISKOVALNI VPRAŠANJI:	14
1.2.2 HIPOTEZI:	14
2 METODE IN MATERIALI	15
2.1 POTEK RAZISKOVALNEGA DELA	15
2.2 PREISKOVANCI.....	15
2.3 METODE DELA.....	15
2.4 PROTOKOL PRIDOBIVANJA PODATKOV	16
2.5 UPORABLJENA ORODJA IN METODE ZA ANALIZO PODATKOV	16
2.5.1 NORMIRANJE PODATKOV.....	16
2.5.2 OSTALA ORODJA	17
2.6 STATISTIČNA ANALIZA.....	17
3 REZULTATI	18
3.1 DEMOGRAFSKI PODATKI.....	18
3.2 NORMIRANJE IZMERJENIH PODATKOV PRI ENI OSEBI.....	20
3.3 REZULTATI ANALIZE PODATKOV.....	21

3.3.1	SRČNI UTRIP PRI HOJI PO STOPNICAH	21
3.3.2	SATURACIJA PRI HOJI PO STOPNICAH.....	22
3.3.3	SRČNI UTRIP PRI HOJI PO RAVNEM.....	23
3.3.4	SATURACIJA PRI HOJI PO RAVNEM	24
3.3.5	SRČNI UTRIP PO POČITKU.....	25
3.3.6	SATURACIJA PO POČITKU	26
3.4	TESTIRANJE PSIHOLOŠKO SUBJEKTIVNEGA VPLIVA UPORABE MASKE FFP3 IN FFP3X	27
3.4.1	SRČNI UTRIP PRI HOJI PO STOPNICAH	27
3.4.2	SATURACIJA PRI HOJI PO STOPNICAH.....	28
3.4.3	SRČNI UTRIP PRI HOJI PO RAVNEM.....	29
3.4.4	SATURACIJA PRI HOJI PO RAVNEM	30
3.4.5	SRČNI UTRIP PO POČITKU.....	31
3.4.6	SATURACIJA PO POČITKU	32
3.4.7	TEST SIGNIFIKANTNOSTI	33
3.4.8	HOJA PO STOPNICAH	33
3.4.9	HOJA PO RAVNEM.....	33
3.4.10	POČITEK	34
3.4.11	HOJA PO STOPNICAH	34
4	RAZPRAVA.....	35
5	ZAKLJUČEK.....	37
6	ZAHVALA.....	38
7	PRILOGE	39
8	VIRI IN LITERATURA	40

KAZALO SLIK

Slika 1: Kirurška maska, ki je sestavljena iz treh plasti.	9
Slika 2: Prenos kisika po krvi.	11
Slika 3: Prenos ogljikovega dioksida po krvi.	12
Slika 4: Shema meritve.	13
Slika 5: Spreminjanje absorpcije svetlobe s časom.	13
Slika 6: Absorpcija svetlobe v hemoglobinu je odvisna od valovne dolžine svetlobe.	13

KAZALO GRAFIKONOV

Grafikon 1: Starost žensk. Povprečna starost žensk je bila 23,2 leta.	18
Grafikon 2: Telesna teža žensk. Povprečna teža žensk je bila 65 kg.	18
Grafikon 3: Telesna višina žensk. Povprečna višina žensk je bila 165,3 cm.	18
Grafikon 4: Starost pri moških. Povprečna starost moških je bila 19,8 leta.	19
Grafikon 5: Teža pri moških. Povprečna teža moških je bila 65 kg.	19
Grafikon 6: Višina pri moških. Povprečna višina moških je bila 179,9 cm.	19
Grafikon 7: Normirani srčni utrip po 10-minutni hoji po stopnicah brez in pri različnih maskah.	21
Grafikon 8: Normirani SpO ₂ pri uporabi različnih zaščitnih mask in brez po 10-minutni hoji po stopnicah.	22
Grafikon 9: Normirani srčni utrip pri uporabi različnih zaščitnih mask in brez, po 10-minutni hoji po ravnem.	23
Grafikon 10: Normirani SpO ₂ pri uporabi različnih zaščitnih mask in brez, po 10-minutni hoji po ravnem.	24
Grafikon 11: Normirani srčni utrip pri uporabi različnih zaščitnih mask in brez, po 10-minutnem počitku.	25
Grafikon 12: Normirani SpO ₂ pri uporabi različnih zaščitnih mask in brez, po 10-minutnem počitku.	26
Grafikon 13: Normirani srčni utrip pri uporabi FFP3 IN FFP3X, po 10-minutni hoji po stopnicah.	27
Grafikon 14: Normirani SpO ₂ pri uporabi FFP3 IN FFP3X, po 10-minutni hoji po stopnicah.	28
Grafikon 15: Normirani srčni utrip pri uporabi FFP3 IN FFP3X, po 10-minutni hoji po ravnem.	29
Grafikon 16: Normirani SpO ₂ pri uporabi FFP3 IN FFP3X, po 10-minutni hoji po ravnem.	30
Grafikon 17: Normirani srčni utrip pri uporabi FFP3 IN FFP3X, po 10-minutnem počitku.	31
Grafikon 18: Normirani SpO ₂ pri uporabi FFP3 IN FFP3X, po 10-minutnem počitku.	32

KAZALO TABEL

Tabela 1: Lastnosti kirurških mask v skladu s standardom SIS EN ISO 14683.	9
Tabela 2: Primerjava lastnosti evropskih respiratorjev z respiratorji po ameriškem in kitajskem standardu.	10
Tabela 3: Primer normiranja podatkov pri eni osebi.	20
Tabela 4: Spremembe srčnega utripa pri uporabi različnih zaščitnih mask pri hoji po stopnicah.	21
Tabela 5: Spremembe saturacije pri uporabi različnih zaščitnih mask in brez po 10-minutni hoji po stopnicah.	22
Tabela 6: Spremembe srčnega utripa pri uporabi različnih zaščitnih mask in brez, po 10-minutni hoji po ravnem.	23
Tabela 7: Spremembe saturacije pri uporabi različnih zaščitnih mask po 10-minutni hoji po ravnem.	24
Tabela 8: Spremembe srčnega utripa pri uporabi različnih zaščitnih mask po 10-minutnem počitku.	25
Tabela 9: Spremembe saturacije pri uporabi različnih zaščitnih mask in brez, po 10-minutnem počitku.	26
Tabela 10: Normiran srčni utrip in spremembe srčnega utripa pri uporabi FFP3 IN FFP3X po 10-minutni hoji po stopnicah.	27
Tabela 11: Normirani srčni utrip in spremembe SpO ₂ pri uporabi FFP3 IN FFP3X, po 10-minutni hoji po stopnicah.	28
Tabela 12: Normirani srčni utrip in spremembe srčnega utripa pri uporabi FFP3 IN FFP3X, po 10-minutni hoji po ravnem.	29
Tabela 13: Spremembe normiranega SpO ₂ pri uporabi FFP3 IN FFP3X, po 10-minutni hoji po ravnem.	30
Tabela 14: Normirani srčni utrip in spremembe srčnega utripa pri uporabi FFP3X, po 10-minutnem počitku.	31
Tabela 15: Normirani srčni utrip in spremembe srčnega utripa pri uporabi FFP3X, po 10-minutnem počitku.	32
Tabela 16: Signifikantnost hoja po stopnicah.	33
Tabela 17: Signifikantnost hoja po ravnem.	33
Tabela 18: Signifikantnost - mirovanje.	34
Tabela 19: Signifikantnost hoja po stopnicah pri psihološko-subjektivnem testu.	34

VPLIV ZAŠČITNIH POLOBRAZNIH MASK NA NASIČENJE KRVİ S KISIKOM IN SRČNI UTRIP

IZVLEČEK

V času pandemije COVID-19 je bila obvezna uporaba zaščitnih obraznih mask. Pogosto smo naleteli na neprijetne spremljajoče občutke kot so: vlažnost obraza, nelagodje, topla lica, glavobol in utrujenost. Namen raziskovalne naloge je bil ugotoviti, ali uporaba različnih zaščitnih mask; kirurška maska z elastiko, maska FFP2 in maska FFP3 za osebno varovalno opremo, med različnimi telesnimi dejavnostmi in v mirovanju, res vpliva na nasičenost krvi s kisikom in srčni utrip. V raziskavi je sodelovalo 95 preiskovancev, dijaki od 1. do 4. letnika, starostne skupine od 15 do 20 let, in učitelji od 35 do 55 let Srednje zdravstvene šole, Ljubljana. Nasičenje krvi s kisikom in srčni utrip sta bila pri vsakem preiskovancu izmerjena pred začetkom preizkusa in nato po vsaki 10-minutni aktivnosti (hoja po stopnicah, počitek, hoja po ravnem). Analiza je bila narejena na normiranih podatkih za 95 preiskovancev. V času vsakega preizkusa je vsak preiskovanec uporabljal zaščitno masko 45 minut. Izračunana je bila srednja vrednost normiranih podatkov za meritve srčnega utripa po opravljeni hoji po stopnicah, in sicer najprej za poskus brez maske, potem pa še za vsako vrsto maske posebej. Ugotovljeno je bilo, da uporaba zaščitne maske pri različnih telesnih dejavnostih vpliva na izmerjeno nasičenost krvi s kisikom in srčni utrip. Ugotovljeno je bilo tudi, da že samo prepričanje preiskovancev, da je maska gostejša, pa čeprav v resnici ni bila, vpliva na srčni utrip v vseh telesnih aktivnostih. Prav tako je prepričanje, da je uporabljena maska gostejša, vplivalo na zvišanje vrednosti nasičenosti krvi s kisikom pri vseh telesnih aktivnostih, razen pri majhni fizični obremenitvi.

Ključne besede: saturacija, nasičenje krvi s kisikom, srčni utrip, zaščitne maske, telesna aktivnost, občutki.

1 UVOD

V času pandemije COVID-19 je bila vsesplošno obvezna uporaba pol-obraznih mask (Greenhalgh idr. 2020). Številni ljudje so opisovali nelagodje med uporabo zaščitne maske, kot so težje dihanje, zasoplost, občutek vročine, vlage in glavobol. Posamezniki so izražali tudi zaskrbljenost glede morebitnih nevarnosti za zdravje, kot je znižana saturacija. Zato je bil namen raziskovalne naloge ugotoviti, ali uporaba različnih zaščitnih mask (medicinska maska – v nadaljevanju MED, maska FFP2 in maska FFP3) za osebno zaščitno opremo vpliva na nasičenost krvi s kisikom (v nadaljevanju saturacija) in srčni utrip pri dijakih Srednje zdravstvene šole Ljubljana in nekaterih učiteljih.

Zaradi opisovanja različnih vrst občutkov, ki so bili povezani z nošenjem zaščitne maske, so pritegnile številne raziskovalce. Wojtasz idr. (2022) navajajo, da je uporaba obraznih mask povečala zaznavanje suhih ust in halitoze, da lahko maske FFP2 povzročijo povišano temperaturo kože obraza, večje nelagodje in nižjo oprijemljivost pri nošenju v primerjavi z medicinskimi kirurškimi maskami.

1.1 Teoretični del

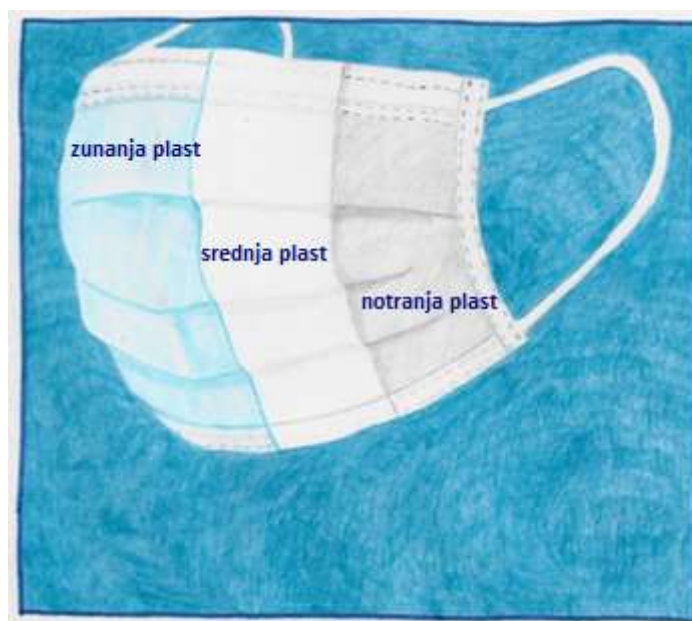
1.1.1 Osebna varovalna oprema (OVO)

Šinkovec (2021) v svoji diplomski nalogi opisuje osebno varovalno opremo kot tisto opremo, ki varuje zdravje in varnost osebe, ki uporablja osebno varovalno opremo. Za splošno populacijo pomembno, da skrbi za osnovno higieno in po potrebi uporablja zaščitno varovalno opremo. Za zdravstvene delavce velja, da nosijo zaščitno masko in dosledno skrbijo za higieno rok in roke tudi razkužujejo. Če je zdravstveni delavec v stiku okuženimi osebami pomeni, da potrebuje obsežnejšo in zmogljivejšo OVO. Za zaščito obraza in dihal se uporabljajo različne vrste respiratorjev (v nadaljevanju mask). Kirurške maske obravnava standard SIST EN 14683 in jih delimo na tri tipe: tip I, tip II in tip IIR. Kirurške maske nudijo uporabniku manjšo zaščito kot pol-maske. Pri vsakodnevnih opravilih se običajno uporabljajo kirurške maske, v zdravstvu pa je potrebna uporaba mask, ki nudijo boljšo zaščito, to so maske FFP2 in maske FFP3. Vizir ali zaščitna očala se uporabljajo za zaščito oči in ostalih predelov obraza. Pomembno je, da se dobro prilegajo obrazu in da tesnijo. Telo posameznika se zaščiti z zaščitnim plaščem ali kombinezonom, roke pa se zaščitijo z zaščitnimi rokavicami. Z uporabo primerne OVO se zmanjša verjetnost prenosa okužbe iz bolnikov na zdravstvene delavce. Kirurške maske so OVO, ki ščiti uporabnika pred delci v zraku. Le s pravilno uporabo OVO se lahko učinkovito zmanjšuje in preprečujejo širjenje okužb med osebami. Zaščitne maske predstavljajo pomembno sredstvo pri preprečevanju prenosa okužb. Slika 1 prikazuje sestavo maske, ki je iz treh plasti. Zunanja plast odbija tekočino, srednja plast filtrira in onemogoča prehod delcev, notranja plast pa absorbira vlago. V Evropi morajo kirurške maske ustrezati evropskemu standardu EN 14683:2019.

Šinkovec (2021) kirurške maske deli v tri skupine z različnimi lastnostmi, ki so prikazane v Tabeli 1: kirurške maske tipa I, kirurške maske tipa II in kirurške maske tipa IIR .

Tabela 1: Lastnosti kirurških mask v skladu s standardom SIS EN ISO 14683.

Kirurške maske	Filtracija bakterij – učinkovitost (%)	Diferenčni tlak (Pa/cm ²)	Odpornost na tekočine (kPA)	Mikrobiološka čistoča (cfu/g)
tip I	≥95	<40	ni definirano	≥30
tip II	≥98	<40	ni definirano	≥30
tip IIR	≥98	<60	≥16,0	≥30



Slika 1: Kirurška maska, ki je sestavljena iz treh plasti.

Maske lahko razvrstimo tudi v naslednje kategorije (Šinkovec, 2021):

- polobrazne maske – FFP,
- respiratorji z lastnim napajanjem – PAPR,
- respiratorji z lastnim izvorom zraka – SAR.

Šinkovec (2021) v nadaljevanju navaja, da se pol-obrazne maske (maske FFP) uporabljajo za zaščito osebe pred vdihavanjem delcev v zraku. Namenjena je za filtriranje in se tesno prilega obrazu, okoli nosu in ust. Maska za čiščenje zraka z lastnim napajanjem (PAPR), ki se uporablja v okolju z onesnaženim zrakom – takšno onesnaženje lahko vključuje prah, hlapne, škodljive pline ali kemične hlapne. Maska ima ventilator na baterije in skozi filtre posamezniku zagotavlja čisti zrak. Maska z lastnim izvorom zraka (SAR) je namenjena delavcem v okolju, kjer je zrak onesnažen, škodljiv ali neprijeten za dihanje. Ta maska neprekinjeno ali na zahtevo zagotavlja zrak za dihanje iz jeklenke ali cevi, priključene na zračni vod, kompresor, zračno črpalko ali čistilnik zraka. Zrak se dovaja osebi preko kapuce, obrazne maske ali ustnika. Maske so običajno sestavljene iz štirih različnih slojev. Zunanji sloj je sestavljen iz polipropilenskih vlaken. Pod zunanjim slojem je filtrirni, ki temelji na fizikalnih mehanizmi, kot so: difuzija, prestrežanje, nalet na vlakno, pod filtrirnim je vpojni sloj, na notranji strani pa je notranja hidrofobna plast. Maske se uporabljajo za zaščito osebe pred vdihovanjem nevarnih delcev, s filtracijo zraka, preden ta vstopi v dihalne organe. V Sloveniji se sledi evropskemu standardu EN 149:2001+A1:2009, ki deli maske na tri kategorije: FFP1, FFP2 in FFP3. Pri nas se zadnje čase poleg mask FFP pojavljajo tudi maske z oznakama N95 in KN95. Maske z oznako N95 so izdelani po ameriškem, maske z oznako KN95 pa po kitajskem standardu. Maske N95 in KN95 imajo zelo podobne lastnosti kot maske FFP2.

V Tabeli 2 Šinkovec (2021) predstavi lastnosti najpogosteje uporabljenih mask po evropskih ter ameriških in kitajskih standardih.

Tabela 2: Primerjava lastnosti evropskih respiratorjev z respiratorji po ameriškem in kitajskem standardu.

Standard	Kategorija respiratorja	Učinkovitost filtracije pri hitrosti	Prepustnost
EN 149:2001	FFP1	≥80%	<22%
	FFP2	≥94%	<8%
	FFP3	≥99%	<2%
NIOSH-42CFR84	N95	≥95%	ni definirano
GB 2626-2019	KN95	≥95%	<8%

Šinkovec (2021) v nadaljevanju opisuje, da je pri različnih kirurških maskah je pomembno, da se pravilno uporabljajo, da se tesno prilegajo obrazu. Poleg zaščitne maske zdravstveni delavci zelo pogosto uporabljajo tudi zaščito za oči v obliki vizirja ali zaščitnih očal, ki tesnijo.

Nwosu idr. (2021) navajajo, da so obrazne maske ključni sestavni deli osebne zaščitne opreme za zdravstvene delavce za zmanjšanje izpostavljenosti okužbam dihal. Zdravstveni delavci so izpostavljeni povečanemu tveganju za okužbe dihal, na prvi liniji pa imajo lahko 12-krat večje tveganje za okužbo s COVID-19 v primerjavi z ostalimi zaposlenimi.

V času pandemije COVID-19 je bila v veljavi vsesplošna obvezna uporaba zaščitnih mask. Na Nacionalnem inštitutu za javno zdravje so zapisali tudi priporočila za uporabo mask za preprečevanje okužb. NIJZ (2020) je objavil, da je uporaba mask eden izmed ukrepov, s katerim lahko prispevamo k obvladovanju širjenja koronavirusa SARS-CoV-2, a istočasno je pomembno tudi izvajanje drugih higienskih ukrepov, kot so higiena kašlja in kihanja, pravilno umivanje rok ter izogibanje dotikanju obraza in sluznic.

Ob vsesplošni obvezni uporabi zaščitnih mask v času pandemije COVID-19 so številni posamezniki opisovali neprijetne, nelagodne občutke v zvezi z masko, kot so vlažnost obraza, topla lica in utrujenost in glavobol.

1.1.2 Prenos in izmenjava plinov

Dolinar idr. (2018) navajajo, da je prenos dihalnih plinov po telesu razdeljen na:

- pljučno dihanje, ko zrak z vdihom vstopa v pljuča in z izdihom izstopa iz njih;
- izmenjavo kisika in ogljikovega dioksida med zrakom v pljučnih mešičkih in krvjo v pljučnih kapilah;
- prenos kisika in ogljikovega dioksida po krvnem obtoku:
 - kisik se po krvi iz pljuč prenaša do srca in nato do vseh tkiv po telesu,
 - ogljikov dioksid se prenaša po krvi iz vseh telesnih tkiv nazaj v pljuča.
- izmenjava kisika in ogljikovega dioksida med krvjo in celicami v tkivih. Sledi celično dihanje.

Pljučno dihanje omogočajo dihalni gibi, ki jih ritmično izvajajo dihalne mišice, ki povzročajo spremembe tlaka v celotni dihalni poti in v pljučnih mešičkih, zato zrak prehaja v pljuča in iz njih. Pljučno dihanje je mehanski proces.

Ločimo vdih (*inspirij*) in izdih (*ekspirij*).

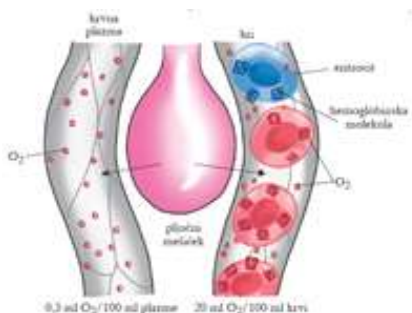
V nadaljevanju Dolinar idr. (2018) navajajo, da med vdihom vstopa zrak, v dihalno pot vse do pljučnih mešičkov. Ta zrak je bogat s kisikom. Med vdihom se trebušna prepona skrči in splošči, pomakne navzdol, skrčijo se medrebrne mišice, prsna votlina se razširi. Poveča se prostornina pljuč, tlak v njih se zmanjša tako, da je nižji od zunanjega zračnega tlaka in zato

zrak vdira skozi dihalne poti v pljuča vse do pljučnih mešičkov toliko časa, da se tlak v pljučih in zunanji zračni tlak izenačita. Trebušna prepona je najpomembnejša inspiratorna mišica. Vdihu pasivno sledi izdih. Trebušna prepona in medrebrne mišice se sprostijo. Prsna votlina se vrne v prvotni položaj, pljuča se skrčijo in začnejo stiskati pljučne mešičke, zato tlak v pljučnih mešičkih in v pljučih naraste nad zunanji zračni tlak; tako se zrak, bogat z ogljikovim dioksidom, začne iztiskati iz pljuč. Izdih postane aktiven med naporom. Najpomembnejše ekspiratorne mišice so mišice trebušne stene, saj med krčenjem povečujejo tlak v trebušni votlini in potiskajo trebušno prepono navzgor.

Prestor idr. (2013) opisujejo, da normalno dihanje ali evpnejo uravnava center za dihanje. Pri normalnem dihanju (12-20 vdihov/min) je ritem enakomeren, vdih si sledijo v enakomernih časovnih presledkih. Zdravo dihanje teče v enakomernem ritmu, je neopazno, izdih traja nekoliko dlje kot vdih, vmes je kratek odmor. Fiziološka nihanja dihanja so odvisna od frekvence srčnega utripa, budnosti, mirovanja in gibanja. Dihanje je lahko pospešeno ali tahipneji (20 - 40/ min), lahko je upočasnjeno bradipneja (2-10/min), prenehanje dihanja imenujemo apneja.

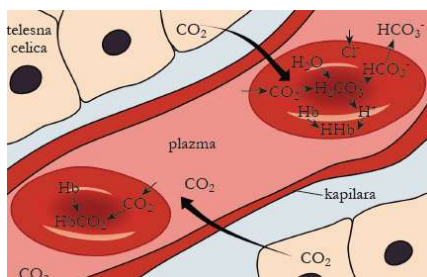
V učbeniku anatomije in fiziologije Dolinar idr. (2018) navajajo, da se večina kisika v krvi prenaša vezanega na hemoglobin, ki je v citoplazmi rdečih krvnih celic, zelo majhen del pa je raztopljen tudi v krvni plazmi. Če bi bila kri sestavljena le iz krvne plazme, bi lahko prenesla le 0,3 ml O_2 /100 ml plazme. Kri je poleg krvne plazme sestavljena tudi iz krvnih celic (rdeče krvne celice ali eritrociti, bele krvne celice ali levkociti, krvne ploščice ali trombociti), eritrociti pa vsebujejo hemoglobin, ki si ga lahko predstavljamo kot "kisikovo gobo", ki veže kisik.

Dolinar idr. (2018) skupno količino kisika, ki se prenaša v krvni plazmi in na eritrocitih, je 20 ml/100 ml krvi, prikazujejo v Sliki 2. Večina kisika v krvi se prenaša vezana na hemoglobin, le nekaj ga je raztopljenega v krvni plazmi, kar je prikazano v Sliki 3. Ker je hemoglobinska molekula sestavljena iz štirih polipeptidnih verig, so na eno molekulo hemoglobina lahko vezane štiri molekule kisika. Vsaka veriga ima pigmentno skupino, ki jo imenujemo hem, ki vsebuje atom železovega iona (Fe^{2+}), na katerega pa se veže kisik.



Slika 2: Prenos kisika po krvi.

V nadaljevanju Dolinar idr. (2018) navajajo, da se večina ogljikovega dioksida prenaša v krvni plazmi v obliki hidrogenkarbonatnih ionov. Nekaj CO_2 se raztopi v krvni plazmi, manjši del CO_2 je vezan na hemoglobin, kar je prikazano v Sliki 3. Dihalna plina prehajata prek stene krvnih kapilar in stene pljučnih mešičkov z difuzijo.



Slika 3: Prenos ogljikovega dioksida po krvi.

Derganc (2006) navaja, da nasičenost kisika v krvi pove delež zapolnjenosti hemoglobina s kisikom, pri polni nasičenosti je ves hemoglobin v krvi do konca zapolnjen s kisikom. Če smo zdravi in normalno dihamo, se v pljučih kri napolni s kisikom praktično do roba – nasičenost kisika je v arterijski krvi normalno nekje med 95 in 100 odstotki. Arterijska kri potuje do tkiv, kjer se del kisika porabi in nasičenost venozne krvi, ki prihaja nazaj v pljuča, je le še približno 70 odstotkov. Če je nasičenost nizka že v arterijski krvi, so tkiva slabo preskrbljena s kisikom in bolnik ima lahko hude težave. To se zgodi ob različnih dihalnih stiskah, na primer pri astmi, pljučnici ali pa preprosto pri slabotnih bolnikih, ki ne morejo dobro dihati.

1.1.3 Arterijski utrip in tlak

Pri zdravem človeku znaša srčni utrip v mirovanju v povprečju od 70 do 76 utripov na minuto. Dolinar idr. (2018) navajajo, da je srčni utrip odvisen od čustvenega stanja, fizične aktivnosti, prehranjevanja ipd. Utrip ali pulz je ritmično zaporedno širjenje in krčenje arterij. Zaradi utripanja srca nastajajo periodični valovi in širjenje arterijske stene, ki se prenaša prek aorte v arterije. Utrip lahko tipamo na tistih delih telesa, kjer so arterije tik pod kožo. Pulz tipamo tako, da blazinice dveh ali treh prstov položimo na arterijo, ki poteka nad kostjo.

1.1.4 Pulzni oksimeter

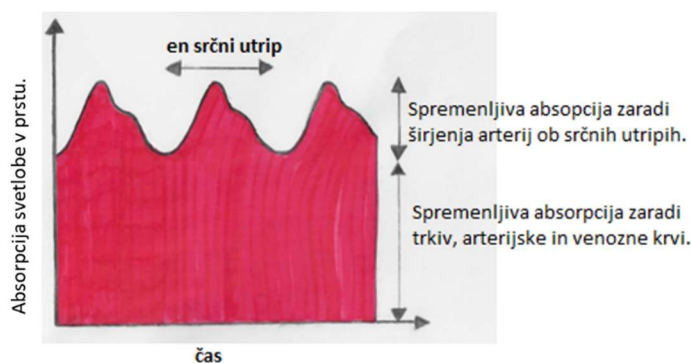
Derganc (2006) navaja, da delovanje pulznega oksimetra temelji na dejstvu, da hemoglobin s kisikom drugače prepušča rdečo svetlobo kot hemoglobin, na katerega kisik ni vezan. Kri, nasičena s kisikom (oksigenirana) je svetlo rdeče barve, kri z malo kisika pa je temnejša (deoksigenirana). Nasičenost kisika se lahko določi tako, da se posveti skozi kri in se prepuščeno svetlobo analizira s pomočjo znanih absorpcijskih lastnosti hemoglobina. V ščipalki pulznega oksimetra je na eni strani rdeče svetilo, na drugi strani prsta pa fotodetektor, ki meri absorpcijo svetlobe v krvi in iz nje določi nasičenost. Na Sliki 4 je prikazana shema meritve, kjer svetilo na eni strani sveti skozi prst, na drugi strani ščipalke pa je detektor, ki meri, koliko svetlobe se absorbira v prstu. Svetloba se na poti skozi prst ne absorbira le v oksigenirani krvi, ampak tudi v deoksigenirani krvi, v kosteh in v ostalih tkivih. Absorpcija svetlobe v prstu ob vsakem srčnem utripu najprej malo naraste in potem spet pade. Do tega pride, ker se zaradi povečanega krvnega tlaka ob stisku srca arterije malo razširijo. Slika 5 prikazuje spreminjanje absorpcije svetlobe s časom, saj se zaradi širjenja žil ob srčnih utripih absorpcija svetlobe v prstu s časom spreminja. Ker se širijo le arterije, lahko na podlagi s časom spremenljive absorpcije določimo nasičenost kisika le v arterijski krvi.

V nadaljevanju Derganc (2006) opisuje, da v venah vpliva srca ni več tako čutiti, zato se te ob srčnih utripih ne razširjajo. Če se od celotne absorpcije svetlobe v prstu odšteje del, ki se s časom ne spreminja, ostane le še s časom spreminjajoča se absorpcija, v kateri pa se skriva neposredna informacija o oksigenaciji krvi. Za meritev oksigenacije krvi s kisikom, se potrebuje pulzni oksimeter. Absorpcija svetlobe v prstu ni odvisna le od nasičenosti krvi s kisikom, ampak tudi od debeline prsta, saj več, kot je snovi, skozi katero potuje svetloba, manj svetlobe pride skozi. Pri ljudeh so prsti različno debeli, zato se mora pulzni oksimeter spopasti z nasičenostjo kisika in debelino prsta. Pulzni oksimeter mora absorpcijo svetlobe meriti vsaj pri dveh valovnih

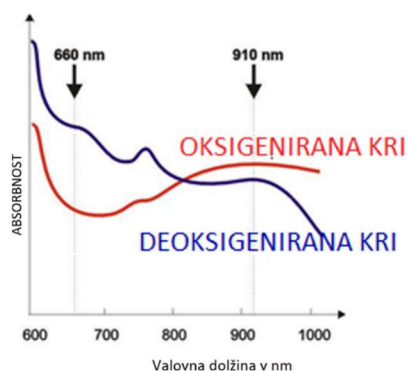
dolžinah svetlobe in zato sta v ščipalki dve svetili in dva detektorja, ena svetilo je običajno rdeče, drugo pa infrardeče. Absorpcija svetlobe v hemoglobinu je odvisna od valovne dolžine svetlobe. Slika 6 prikazuje, da je pri rdeči svetlobi (660 nm) absorpcija nasičenega hemoglobina s kisikom, ki je prikazana z rdečo črto manjša od absorpcije hemoglobina brez kisika, ki jo prikazuje modra črta.



Slika 4: Shema meritve.



Slika 5: Spreminjanje absorpcije svetlobe s časom.



Slika 6: Absorpcija svetlobe v hemoglobinu je odvisna od valovne dolžine svetlobe.

1.2 Raziskovalna vprašanja in hipoteze

Namen raziskovalne naloge je bil ugotoviti, ali uporaba različnih zaščitnih mask (MED, FFP2 in FFP3) za osebno varovalno opremo vpliva na saturacijo in srčni utrip.

1.2.1 1.3.1. Raziskovalni vprašanji:

- Ali uporaba različnih zaščitnih pol-obraznih mask pri različnih telesnih dejavnostih in v mirovanju vpliva na izmerjeno saturacijo in srčni utrip?
- Ali samo prepričanje preiskovancev, da je zaščitna pol-obrazna maska gostejša in je filtracija zraka večja, vpliva na izmerjeno saturacijo in srčni utrip?

Raziskovalnima vprašanjema sledita hipotezi.

1.2.2 Hipotezi:

1. Uporaba različnih zaščitnih pol-obraznih mask (MED, FFP2 in FFP3) pri različnih telesnih dejavnostih in v mirovanju vpliva na izmerjeno saturacijo in srčni utrip.
2. Le prepričanje preiskovancev (psihološko - subjektivni vpliv), da je uporabljena maska gostejša in debelejša, pri različnih telesnih dejavnostih in v mirovanju, vpliva na izmerjeno saturacijo in srčni utrip.

2 METODE IN MATERIALI

2.1 Potek raziskovalnega dela

Raziskavo meritev srčnega utripa in saturacije z različnimi zaščitnimi maskami pri različnih telesnih aktivnostih smo začeli septembra 2021 in zaključili februarja 2023 ter jo v celoti izvedli na Srednji zdravstveni šoli Ljubljana.

2.2 Preiskovanci

V raziskavi je sodelovalo 124 preiskovancev, dijakov od 1. do 4. letnika, starostne skupine od 15 do 20 let, in učiteljev od 35 do 55 let. Po čiščenju podatkov je bilo v analizo zajetih 95 preiskovancev, od tega 79 žensk in 16 moških.

Iz podatkovne baze so bile izločene vse osebe, pri katerih niso bile opravljene vse meritve. Izločeni so bili tudi podatki, ki so bili očitno nesmiselni, na primer (srčni utrip v mirovanju je bil višji kot po fizični aktivnosti). Ker je bilo v nekaterih skupinah število preiskovancev majhno, je bilo smiselno narediti analizo za vse preiskovance skupaj in ne po različnih skupinah (spol, starost ...).

Vsi preiskovanci so v raziskavi sodelovali prostovoljno. Pred začetkom merjenja smo pridobili njihova soglasja za uporabo podatkov v raziskovalne namene. Mladoletnim prostovoljnim preiskovancem so soglasja podpisali starši. Pred začetkom preizkusa so bili vsi preiskovanci seznanjeni z natančnim potekom dela in naučili so se pravilne uporabe in namestitve maske na obraz. Ženske preiskovanke niso imele nalakiranih ali umetnih nohtov, pred meritvami pa so vsi preiskovanci poskrbeli, da so bile roke čiste, suhe in ogrete.

2.3 Metode dela

Vsem preiskovancem je bila pred začetkom aktivnosti izmerjena saturacija in srčni utrip brez zaščitne maske. Preiskovanci so nato opravljali aktivnosti brez maske in z vsako izmed mask posebej v določenem zaporedju: 10 minut hoje po stopnicah, 10 minut počitka in 10 minut hoje po ravnem. Po koncu vsake aktivnosti, ki je trajala 10 minut, je bila vsakemu preiskovancu izmerjena saturacija in srčni utrip brez zaščitne maske in z različnimi zaščitnimi maskami.

Meritve so potekale pri vsakem preiskovancu 10 sekund. Po 10 sekundah merjenja saturacije je bila odčitana in zapisana najnižja vrednost, pri merjenju srčnega utripa pa najvišja izmerjena vrednost.

V vsakem preizkusu, ki je vedno trajal 45 minut, je hkrati sodelovalo največ do 15 preiskovancev. Vsi preiskovanci so v meritvah sodelovali štirikrat, in sicer brez maske, z masko MED, z masko FFP2 in z masko FFP3. Z manjšim številom preiskovancev (25), je bil izveden še psihološko – subjektiven preizkus, ko se je ugotavljalo, kako le prepričanje preiskovancev, da je maska gostejša pri različnih telesnih aktivnostih in v mirovanju vpliva na saturacijo in srčni utrip.

Meritve srčnega utripa in saturacije s kisikom smo izvedli s tovarniško umerjenim pulznim oksimetrom H100B/H100N, verzija 2.7, EDAN. V raziskavi so bile uporabljene zaščitne maske: kirurška maska z elastiko, 3-slojna iz netkanega materiala z elastiko, tip IIR, skladna z zahtevami EN 14683:2019+AC: 2019 (MED), pol-obrazne maske za zaščito pred delci FFP2 NR, model, TRNMT-NRF M002, skladno z zahtevami EN 149:2001+A1:2009, učinkovitost bakterijske filtracije ≥ 95 % in pol-obrazne maske za zaščito pred delci FFP3 NR, skladno z

zahtevami EN149:2001+A1:2009. Za izvedbo raziskovalne naloge je bila uporabljena eksperimentalna metoda.

2.4 Protokol pridobivanja podatkov

Pri posameznem preiskovancu so meritve potekale po naslednjem redu:

Brez maske: pred aktivnostjo, po 10 minutah hoje po stopnicah, po 10 minutah počitka, po 10 minutah hoje po ravnem.

Z uporabo MED: po 10 minutah hoje po stopnicah, po 10 minutah počitka, po 10 minutah hoje po ravnem.

Z uporabo maske FFP2: po 10 minutah hoje po stopnicah, po 10 minutah počitka, po 10 minutah hoje po ravnem.

Z uporabo maske FFP3: po 10 minutah hoje po stopnicah, po 10 minutah počitka, po 10 minutah hoje po ravnem.

Prestor idr., (2006) opisujejo način merjenja saturacije;

- izbrano mesto merjenja preverimo, da je toplo;
- če je potrebno mesto očistimo oziroma odstranimo lak iz nohtov;
- vklopimo pulzni oksimeter in počakamo, da pride v fazo pripravljenosti;
- tipalo namestimo po navodilih proizvajalca;
- počakamo nekaj sekund, da oksimeter ugotovi pulz in izračuna saturacija s kisikom.

Pulzni oksimeter smo vzdrževali in čistili, po navodilih proizvajalca.

Testiranje psihološko - subjektivnega vpliva uporabe mask

Pri izvajanju testiranja so nekateri preiskovanci opisovali izjemno nelagodje med uporabo zaščitne maske, kot so težje dihanje, zasoplost, občutek vročine in vlage – imeli so občutek, da jih maske pretirano ovirajo pri dihanju. Zato smo se odločili izvesti dodaten preizkus, da ugotovimo psihološko - subjektivni faktor. Preiskovancem smo povedali, da bodo naredili še en poskus z novimi maskami FFP3, ki imajo povečano gostoto materiala in zato še dodatno ovirajo prehod zraka v pljuča. V resnici pa smo jih ponovno testirali z običajnimi maskami FFP3. Maske smo v vseh tabelah in grafih označili s FFP3X.

Dodaten test je bil izveden z manjšim številom preiskovancev (25), zato dobljeni rezultati niso direktno primerljivi z ostalimi, predstavljajo pa dobro osnovo za nadaljnje delovanje v raziskovanju problema.

Tako kot prej je bilo testiranje izvedeno v treh kategorijah, in sicer: hoja po stopnicah, hoja po ravnem in počitek. Najprej smo izvedli test z običajnimi maskami FFP3, potem pa smo celoten postopek testiranja ponovili še z maskami FFP3X.

2.5 Uporabljena orodja in metode za analizo podatkov

2.5.1 Normiranje podatkov

Izmerjeni podatki vsebujejo pare srčni utrip v utripih na minuto in nasičenje krvi s kisikom (SpO_2) v odstotkih. Direktno takšnih podatkov zaradi fiziološko-bioloških razlik posameznikov ne moremo primerjati, zato je bilo potrebno normiranje. Pri normiranju sta kot osnova vzeta srčni utrip in nasičenje krvi s kisikom v stanju mirovanja – pred aktivnostjo.

2.5.2 Ostala orodja

Za analizo podatkov smo uporabili izračunavanja srednjih vrednosti, standardne deviacije in testiranje hipotez s signifikantnostjo. Izračuni so bili narejeni v okolju MS Excel.

2.6 Statistična analiza

Iz podatkovne baze so bile izločene vse osebe, pri katerih niso bile opravljene vse meritve. Izločeni so bili tudi podatki, ki so bili očitno nesmiselni, na primer (srčni utrip v mirovanju je bil višji kot po fizični aktivnosti). Ker je bilo v nekaterih skupinah število preiskovancev majhno, je bilo smiselno narediti analizo za vse preiskovance skupaj.

Ker izmerjeni podatki vsebujejo pare srčni utrip v utripih na minuto in nasičenje krvi s kisikom (SpO_2) v odstotkih, ki jih zaradi fiziološko-bioloških razlik posameznikov ne moremo primerjati, je bilo potrebno normiranje podatkov. Pri normiranju sta kot osnova vzeta srčni utrip in nasičenje krvi s kisikom v stanju mirovanja – pred aktivnostjo.

Izračunali smo srednje vrednosti in standardne deviacije (odstopanje podatkov od normiranih vrednosti) normiranih podatkov za meritve srčnega utripa po opravljeni hoji po stopnicah in sicer najprej za poskus brez maske, potem pa še za vsako vrsto maske posebej. Na enak način so bile izračunane tudi srednje vrednosti in standardne deviacije normiranih vrednosti saturacije. Statistična analiza je bila ponovljena tudi za 10-minuten počitek po hoji po stopnicah in še za hojo po ravnem.

S testom signifikantnosti smo ocenili pomembnost razlike srčnega utripa in saturacije s kisikom med maskami MED, FFP2 in FFP3 ter statistično značilno pomembnost vpliva mask na srčni utrip in na vrednosti SpO_2 . Vrednost p uporabljamo za izvajanje statističnega testiranja hipotez. Test govori o tem, kako statistično pomembni (signifikantni) so vplivi različnih okoliščin na rezultate testiranj. Vrednost p nakazuje, ali je ničelna hipoteza veljavna ali ne. V smislu pomembnosti (signifikantnosti) lahko p vsebuje vrednosti med 0 in 1. Manjša, kot je vrednost p , večja je možnost, da ničelna hipoteza ne velja in da je večja verjetnost, da velja nasprotna hipoteza. Večja kot je vrednost p , večja je možnost, da ničelna hipoteza velja. Signifikantnost vrednosti p običajno ocenimo na treh nivojih:

1. S - Signifikantno: $p \leq 0,05$
2. MS - Mejno signifikantno: $0,05 < p \leq 0,10$
3. NS - Nesignifikantno: $p > 0,10$

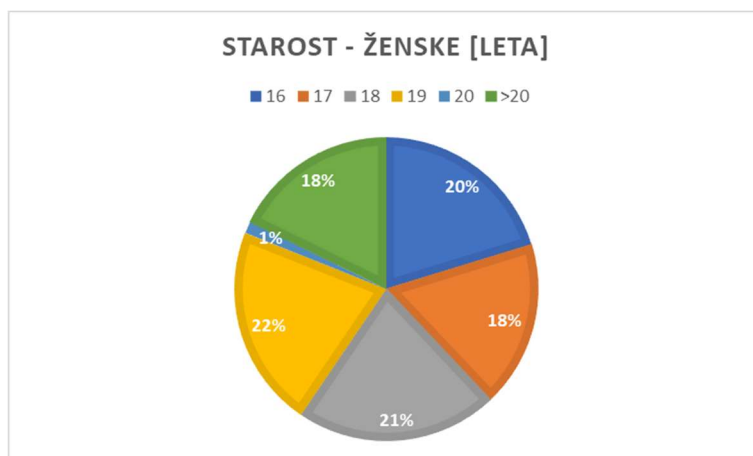
Veljavnost ničelne hipoteze je torej odvisna od vrednosti p . V našem primeru je ničelna hipoteza, da uporabljene maske ne vplivajo, tako na srčni utrip kot tudi ne na vrednosti SpO_2 . Za izračune vrednosti p zato primerjamo rezultate meritev dobljenih brez uporabe maske z meritvami pri različnih maskah.

Signifikantnost se je dokazovala tudi pri psihološko-subjektivnem preizkusu, ko smo preiskovancem povedali, da bodo naredili še en poskus z novimi maskami FFP3X, ki imajo povečano gostoto materiala in zato še dodatno ovirajo prehod zraka v pljuča, v resnici pa smo jih ponovno testirali z običajnimi maskami FFP3.

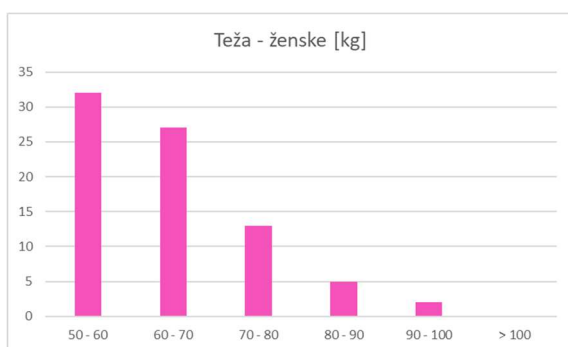
3 REZULTATI

3.1 Demografski podatki

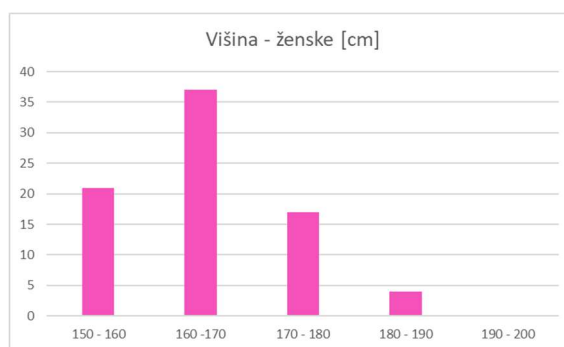
V analizo podatkov je bilo vključeno 95 preiskovancev, od tega 80 dijakov od 1. do 4. letnika, starih od 15 do 20 let ter 15 učiteljev, starih od 35 do 55 let. Med preiskovanci je bilo 79 žensk in 16 moških. Povprečna starost žensk je bila 23,2 let, povprečna teža 65 kg in povprečna višina 165,3 cm. Povprečne vrednosti pri moških preiskovancih so bile 19,8 let, 77,1 kg, 179,9 cm. Grafikoni 1, 2 in 3 prikazujejo razporeditev po starosti, telesni teži in višini pri ženskah. Grafikoni 4, 5 in 6 pri moških.



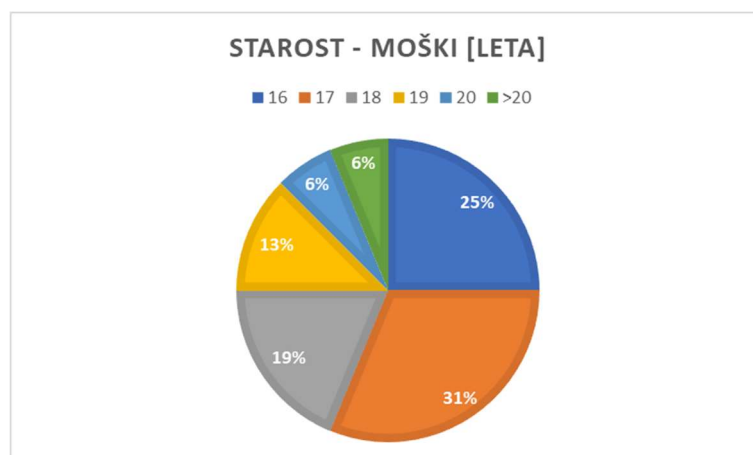
Grafikon 1: Starost žensk. Povprečna starost žensk je bila 23,2 leta.



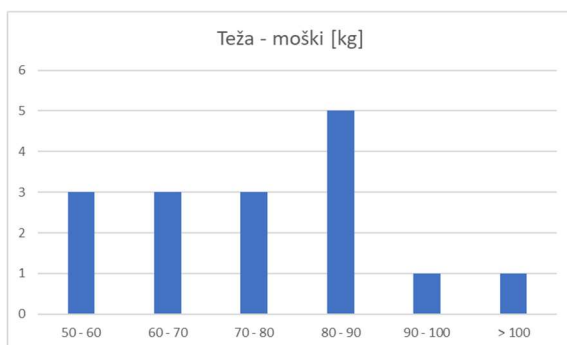
Grafikon 2: Telesna teža žensk. Povprečna teža žensk je bila 65 kg.



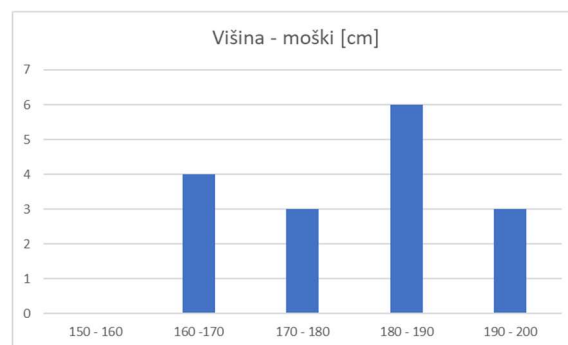
Grafikon 3: Telesna višina žensk. Povprečna višina žensk je bila 165,3 cm.



Grafikon 4: Starost pri moških. Povprečna starost moških je bila 19,8 leta.



Grafikon 5: Teža pri moških. Povprečna teža moških je bila 65 kg.



Grafikon 6: Višina pri moških. Povprečna višina moških je bila 179,9 cm.

3.2 Normiranje izmerjenih podatkov pri eni osebi

Pri normiranju izmerjenih podatkov smo za osnovo vzeli izmerjen srčni utrip in SpO₂ v stanju mirovanja, pred začetkom izvajanja testov. V Tabeli 3 je prikazan primer, ko je bil pred aktivnostjo pri izbranem preiskovancu izmerjen srčni utrip 88 /min. V postopku normiranja dobi vrednost 88 /min vrednost 1. Po 10 minutah hoje po stopnicah se je preiskovancu dvignil srčni utrip na 125 /min, kar je v normiranem sistemu vrednost 1,420. Po 10 min počitka je srčni utrip 78 /min ali 0,886 v normiranem sistemu. Na enak način so bile normirane tudi vrednosti SpO₂. V Tabeli 3 je za opazovano osebo izmerjena vrednost SpO₂ 99 % (ali 0,99). Ta vrednost postane v normiranem sistemu 1 in nato so vsem ostalim izmerjenim vrednostim prirejene normirane vrednosti npr. 100 -> 1,010; 98 -> 0,990; 97 -> 0,980. Že sam sistem merjenja SpO₂ je normiran, saj je največja možna izmerjena vrednost 100 % ali 1. Pre-normiranje je bilo potrebno, ker so bile meritve narejene na različnih osebah, ki smo jih primerjali in so bile za namene testiranja pomembne vrednosti SpO₂ za vsako testirano osebo posebej.

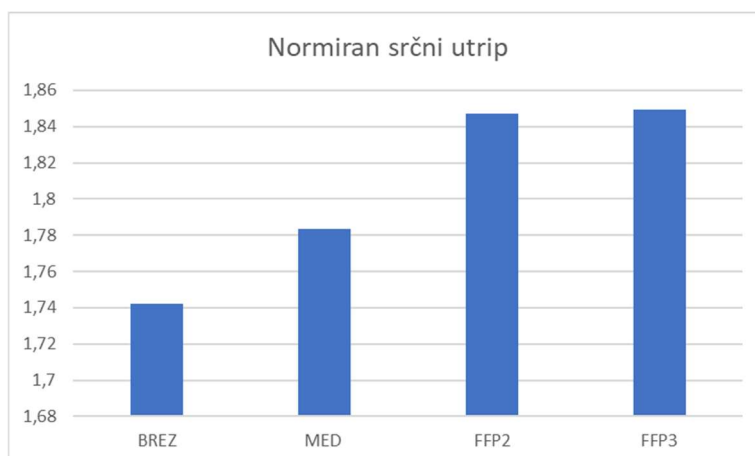
Tabela 3: Primer normiranja podatkov pri eni osebi.

ZAŠČITNE MASKE	POČITEK/AKTIVNOST	Srčni utrip [... /min]	Normiran srčni utrip	SpO ₂ [%]	Normiran SpO ₂
BREZ ZAŠČITNE MASKE	PRED AKTIVNOSTJO	88	1,000	99	1,000
	10 MIN HOJE PO STOPNICAH	125	1,420	99	1,000
	10 MIN POČITKA	78	0,886	100	1,010
	10 MIN HOJE PO RAVNEM	97	1,102	98	0,990
KIRURŠKE MASKE (MED)	10 MIN HOJE PO STOPNICAH	137	1,557	98	0,990
	10 MIN POČITKA	86	0,977	99	1,000
	10 MIN HOJE PO RAVNEM	111	1,261	98	0,990
FFP2 MASKE	10 MIN HOJE PO STOPNICAH	147	1,670	97	0,980
	10 MIN POČITKA	91	1,034	98	0,990
	10 MIN HOJE PO RAVNEM	123	1,398	98	0,990
FFP3 MASKE	10 MIN HOJE PO STOPNICAH	154	1,750	96	0,970
	10 MIN POČITKA	115	1,307	98	0,990
	10 MIN HOJE PO RAVNEM	123	1,398	97	0,980

3.3 Rezultati analize podatkov

3.3.1 Srčni utrip pri hoji po stopnicah

Pri hoji po stopnicah se je v povprečju zaradi uporabe zaščitne maske srčni utrip najbolj povečal pri uporabi maske FFP3 v primerjavi z MED, kar je prikazano v Grafikonu 7. V povprečju se je pri uporabi MED srčni utrip povečal za 4 % v primerjavi z enakim fizičnim naporom brez uporabe maske. Podobno se je srčni utrip pri uporabi maske FFP2 povečal za 10,5 %, pri maski FFP3 pa za 10,7 % (Tabela 4). Statistične značilne razlike so razvidne iz Tabele 16.



Grafikon 7: Normirani srčni utrip po 10-minutni hoji po stopnicah brez in pri različnih maskah.

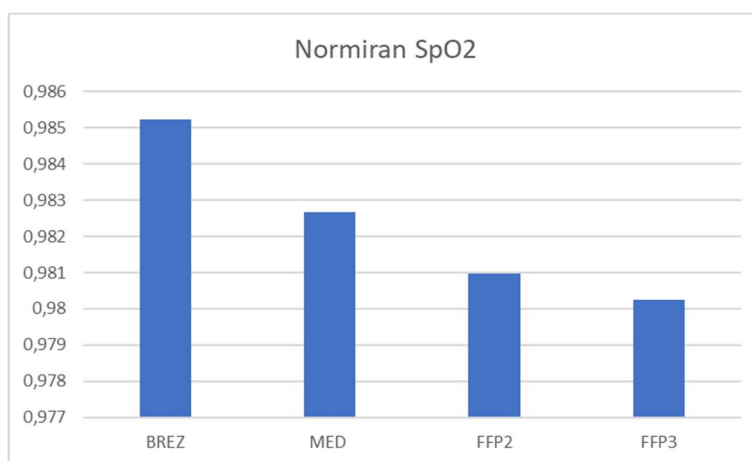
Tabela 4: Spremembe srčnega utripa pri uporabi različnih zaščitnih mask pri hoji po stopnicah.

Zaščitne maske	Normiran srčni utrip	Sprememba zaradi zaščitne maske [%]
BREZ	1,7423	
MED	1,7832	+4,0951
FFP2	1,8470	+10,4705
FFP3	1,8495	+10,7230

Standardna deviacija je 0,3890, kar predstavlja 21,5 % srednje vrednosti.

3.3.2 Saturacija pri hoji po stopnicah

Znižana vrednost saturacije se najbolj zaznava pri uporabi maske FFP3 v primerjavi z enakim fizičnim naporom, ko je bila uporabljena navadna medicinska maska. Znižane vrednosti saturacije so sicer majhne, pa vendar kažejo na to, da uporaba zaščitne maske vpliva na odziv organizma (Grafikon 8). Upad saturacije znaša pri uporabi MED 0,26 %, pri FFP2 0,43 % in pri FFP3 0,49 % (Tabela 5). Znižane vrednosti saturacije so sicer majhne, pa vendar kažejo na to, da uporaba maske vseeno vpliva na saturacijo. Statistične značilne razlike so razvidne iz Tabele 16.



Grafikon 8: Normirani SpO₂ pri uporabi različnih zaščitnih mask in brez po 10-minutni hoji po stopnicah.

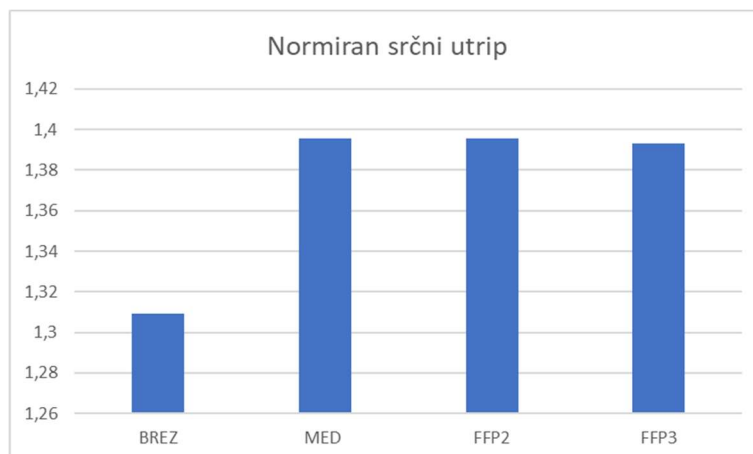
Tabela 5: Spremembe saturacije pri uporabi različnih zaščitnih mask in brez po 10-minutni hoji po stopnicah.

	Norm. SpO ₂	Sprememba zaradi maske [%]
BREZ	0,9852	
MED	0,9827	-0,2581
FFP2	0,9810	-0,4278
FFP3	0,9802	-0,4996

Standardna deviacija je 0,0165, kar predstavlja 1,68 % srednje vrednosti.

3.3.3 Srčni utrip pri hoji po ravnem

Pri hoji po ravnem, uporaba medicinske maske poveča srčni utrip v primerjavi s hojo, kjer maska ni bila uporabljena. Uporaba vseh treh zaščitnih mask približno enako poveča napor (Grafikon 9). Uporaba medicinske maske doda 8,7 % k srčnemu utripu glede na hojo, ko maska ni bila uporabljena. Uporaba FFP2 (8,6 %) in FFP3 (8,4 %) bistveno ne povečata napora, kot prikazuje Tabela 4. Statistično značilne razlike so razvidne iz Tabele 17.



Grafikon 9: Normirani srčni utrip pri uporabi različnih zaščitnih mask in brez, po 10-minutni hoji po ravnem.

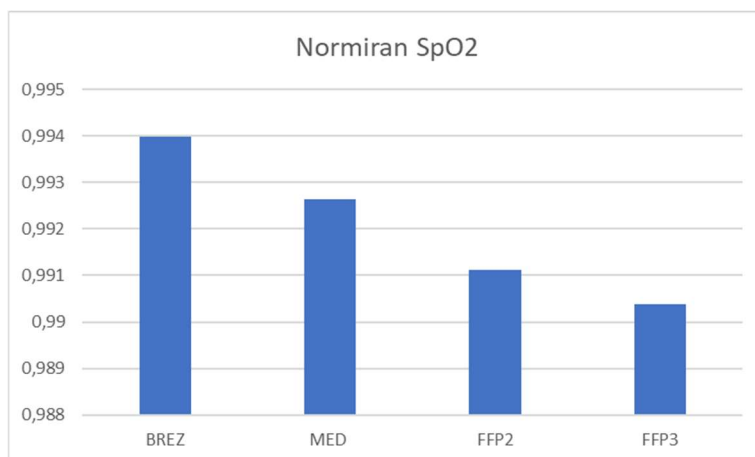
Tabela 6: Spremembe srčnega utripa pri uporabi različnih zaščitnih mask in brez, po 10-minutni hoji po ravnem.

	Normiran srčni utrip	Sprememba zaradi maske [%]
BREZ	1,3092	
MED	1,3958	+8,6634
FFP2	1,3955	+8,6395
FFP3	1,3929	+8,3718

Standardna deviacija je 0,3080, kar predstavlja 22,43 % srednje vrednosti.

3.3.4 Saturacija pri hoji po ravnem

Saturacija se zaradi uporabe medicinske maske najbolj zniža pri FFP3 in najmanj pri uporabi MED. Pri manjšem naporu je vpliv uporabe mask pričakovano manjši (Grafikon 10). Pri manjšem naporu je vpliv uporabe mask pričakovano manjši, kot prikazuje Tabela 7. Statistične značilne razlike so razvidne iz Tabele 17.



Grafikon 10: Normirani SpO₂ pri uporabi različnih zaščitnih mask in brez, po 10-minutni hoji po ravnem.

Tabela 7: Spremembe saturacije pri uporabi različnih zaščitnih mask po 10-minutni hoji po ravnem.

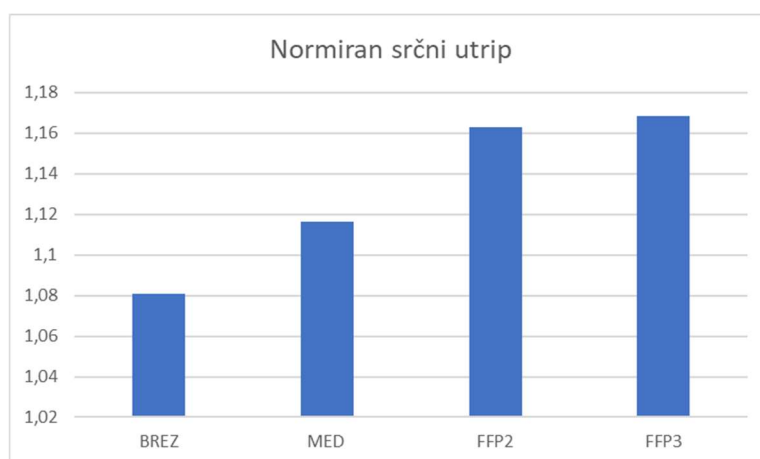
	Normiran SpO ₂	Sprememba zaradi maske [%]
BREZ	0,9940	
MED	0,9926	-0,1347
FFP2	0,9911	-0,2857
FFP3	0,9904	-0,3603

Standardna deviacija je 0,0136, kar predstavlja 1,37 % srednje vrednosti.

Nasičenje krvi s kisikom se zaradi uporabe MED zmanjša za 0,13 %, pri FFP2 za 0,28 % in pri FFP3 za 0,36 %. Pri manjšem naporu je vpliv uporabe zaščitnih mask pričakovano manjši. Zaradi nošenja maske se napor poveča, torej maska vpliva na napor.

3.3.5 Srčni utrip po počitku

V stanju mirovanja je zaznati nekoliko povečano potrebo po kisiku, ki se odrazi v povišanem srčnem utripu. Največja potreba po kisiku v času mirovanja po zaključeni hoji po stopnicah je bila pri maski FFP3 v primerjavi glede na stanje brez uporabe maske (Grafikon 5). V stanju mirovanja je zaznati nekoliko povečano potrebo po kisiku, ki se odrazi v povišanem srčnem utripu, in sicer za 3,5 % pri uporabi MED, za 8,2 % pri FFP2 in za 8,7 % pri FFP3, glede na stanje brez uporabe maske (Tabela 8). V stanju počitka ne bi smeli zaznati povečanja potrebe po kisiku, vendar ga zaznamo zaradi napora, ki je še prisoten od pretekle aktivnosti. Statistične značilne razlike so razvidne iz Tabele 18.



Grafikon 11: Normirani srčni utrip pri uporabi različnih zaščitnih mask in brez, po 10-minutnem počitku.

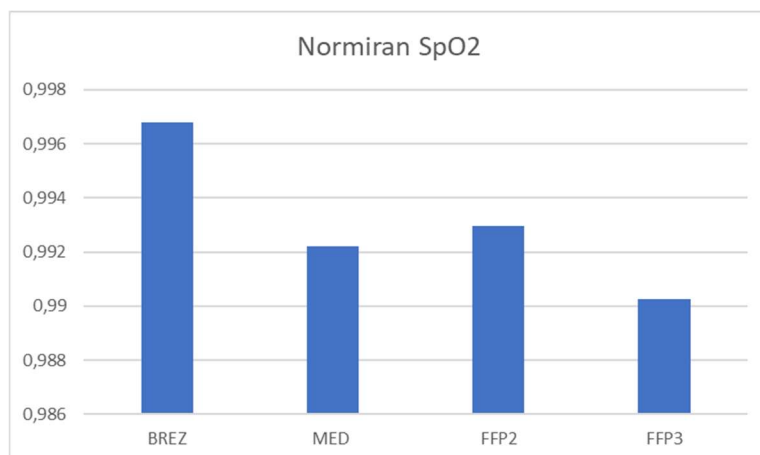
Tabela 8: Spremembe srčnega utripa pri uporabi različnih zaščitnih mask po 10-minutnem počitku.

	Normiran srčni utrip	Sprememba zaradi maske [%]
BREZ	1,0810	
MED	1,1163	+3,5270
FFP2	1,1628	+8,1808
FFP3	1,1685	+8,7442

Standardna deviacija je 0,2644, kar predstavlja 23,36 % srednje vrednosti.

3.3.6 Saturacija po počitku

V času mirovanja se pri uporabi zaščitne maske FFP3 zazna največji padec saturacije (Grafikon 12). Stanje mirovanja je bilo izmerjeno po hoji po stopnicah, zato je možno, da 10-minutni počitek za organizem še ne zadošča, da bi se stanje zares umirilo na stanje mirovanja. Temu gre pripisati dejstvo, da je upad nasičenja krvi s kisikom večji, kot pri hoji po ravnem. Hoja po ravnem je v tem smislu predstavljala dodatno umirjanje razmer, kljub nekoliko povišani fizični aktivnosti. V času mirovanja se zazna zmanjšanje saturacije glede na stanje brez maske, in sicer za 0,45 % pri medicinski, za 0,38 % pri FFP2 in za 0,65 % pri FFP3 (Tabela 9). Statistično značilne razlike so razvidne iz Tabele 18.



Grafikon 12: Normirani SpO₂ pri uporabi različnih zaščitnih mask in brez, po 10-minutnem počitku.

Tabela 9: Spremembe saturacije pri uporabi različnih zaščitnih mask in brez, po 10-minutnem počitku.

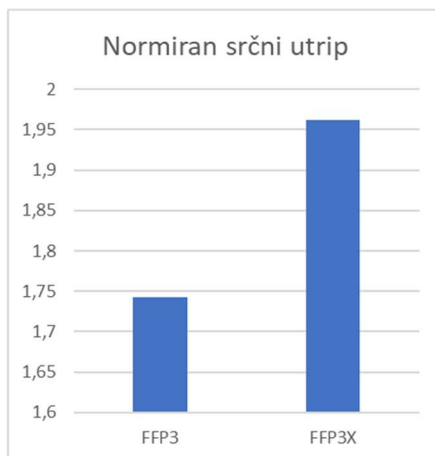
Zaščitne medicinske maske	Normiran SpO ₂	Sprememba zaradi maske [%]
BREZ	0,9968	
MED	0,9922	-0,4560
FFP2	0,9930	-0,3823
FFP3	0,9903	-0,6501

Standardna deviacija je 0,0137, kar predstavlja 1,38 % srednje vrednosti.

3.4 Testiranje psihološko subjektivnega vpliva uporabe maske FFP3 in FFP3X

3.4.1 Srčni utrip pri hoji po stopnicah

Pri uporabi mask FFP3 je normiran srčni utrip pri hoji po stopnicah v povprečju višji za 74,2 %, glede na utrip v stanju mirovanja. Pri FFP3X pa je povečanje kar 96,1 %, kar je za 21,97 % več kot pri maskah FFP3 (Grafikon 13). Samo prepričanje preiskovancev, da je maska gostejša, pa čeprav v resnici ni, je prispevalo k povišanju srčnega utripa za celih 21,97 % (Tabela 10). Je pa zaradi manjšega števila preiskovancev ta sprememba na meji standardne deviacije. Statistične značilne razlike so razvidne iz Tabele 19.



Grafikon 13: Normirani srčni utrip pri uporabi FFP3 IN FFP3X, po 10-minutni hoji po stopnicah.

Tabela 10: Normiran srčni utrip in spremembe srčnega utripa pri uporabi FFP3 IN FFP3X po 10-minutni hoji po stopnicah.

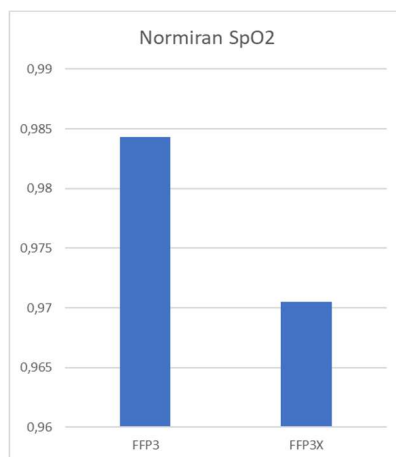
	Normiran srčni utrip	Sprememba zaradi maske [%]
FFP3	1,742211	
FFP3X	1,961984	21,9773

Standardna deviacija je 0,4842, kar predstavlja 22,16 % srednje vrednosti.

3.4.2 Saturacija pri hoji po stopnicah

Pri normiranem SpO_2 , se nasičenje krvi s kisikom pri FFP3X zmanjša za 1,3 % glede na FFP3. Pri znatni fizični obremenitvi že samo prepričanje, da je maska gostejša, kot je v resnici, zmanjša nasičenje krvi s kisikom (Grafikon 14). Ocena zmanjšanja normiranega SpO_2 je negotova zaradi majhnega števila preiskovancev in standardne deviacije v velikosti 2,12 % srednje vrednosti (Tabela 11).

Statistične značilne razlike so razvidne iz tabele 16.



Grafikon 14: Normirani SpO_2 pri uporabi FFP3 IN FFP3X, po 10-minutni hoji po stopnicah.

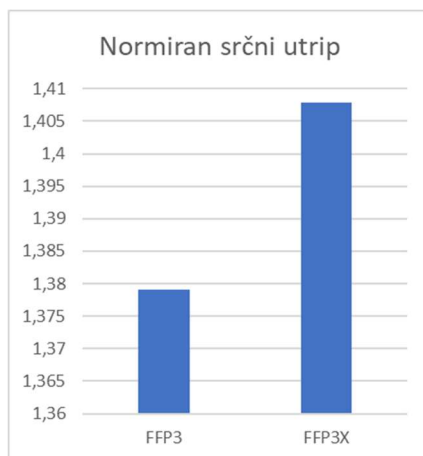
Tabela 11: Normirani srčni utrip in spremembe SpO_2 pri uporabi FFP3 IN FFP3X, po 10-minutni hoji po stopnicah.

	Normiran SpO_2	Sprememba zaradi maske [%]
FFP3	0,984312	
FFP3X	0,970515	-1,3797

Standardna deviacija je 0,0207, kar predstavlja 2,12 % srednje vrednosti.

3.4.3 Srčni utrip pri hoji po ravnem

Pri uporabi mask FFP3 je normiran srčni utrip pri hoji po ravnem v povprečju višji za 38 % glede na utrip v stanju mirovanja. Pri FFP3X pa je povečanje 41 %, kar je za 2,8 % več kot pri maskah FFP3 (Grafikon 15). Prepričanje preiskovancev, da je maska gostejša, je prispevalo povišanje srčnega utripa za 2,8 %, kar ni zanemarljivo. Tudi tukaj razmere nekoliko relativizira visoka standardna deviacija (Tabela 12).



Grafikon 15: Normirani srčni utrip pri uporabi FFP3 IN FFP3X, po 10-minutni hoji po ravnem.

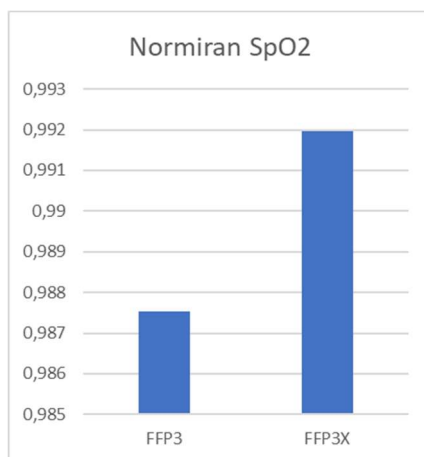
Tabela 12: Normirani srčni utrip in spremembe srčnega utripa pri uporabi FFP3 IN FFP3X, po 10-minutni hoji po ravnem.

	Normiran srčni utrip	Sprememba zaradi maske [%]
FFP3	1,379056	
FFP3X	1,407797	2,8741

Standardna deviacija je 0,4423, kar predstavlja 31,74 % srednje vrednosti.

3.4.4 Saturacija pri hoji po ravnem

Pri normiranem SpO_2 se nasičenje krvi s kisikom pri FFP3X poveča za 0,44 % glede na FFP3 (Tabela 13, Grafikon 16). Pri majhni fizični obremenitvi prepričanje, da je maska gostejša, kot je v resnici, bistveno ne spremeni nasičenja krvi s kisikom. Rezultat ne preseneča, saj je število preiskovancev premajhno, da bi se v polnosti lahko izrazila statistično potrjena tendenca. Še posebej to velja tudi zato, ker je standardna deviacija 1,34 % srednje vrednosti, kar je precej več, kot je ocenjena razlika (0,44 %) med SpO_2 za testirani maski.



Grafikon 16: Normirani SpO_2 pri uporabi FFP3 IN FFP3X, po 10-minutni hoji po ravnem.

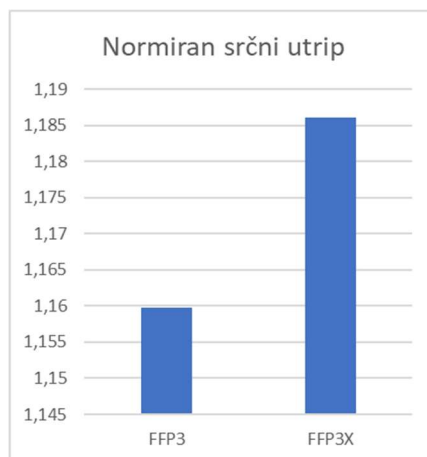
Tabela 13: Spremembe normiranega SpO_2 pri uporabi FFP3 IN FFP3X, po 10-minutni hoji po ravnem.

	Normiran SpO_2	Sprememba zaradi maske [%]
FFP3	0,987537	
FFP3X	0,991968	0,4432

Standardna deviacija je 0,0133, kar predstavlja 1,34 % srednje vrednosti.

3.4.5 Srčni utrip po počitku

Pri uporabi mask FFP3 je normiran srčni utrip pri počitku v povprečju višji za 16 % glede na utrip v stanju mirovanja. Pri FFP3X pa je povečanje 18,6 %, kar je za 2,6 % več kot pri maskah FFP3 (Grafikon 17). Prepričanje preiskovancev, da je maska gostejša, je prispevalo povišanje srčnega utripa za 2,6 % (Tabela 14). Razmere nekoliko zamegli visoka standardna deviacija.



Grafikon 17: Normirani srčni utrip pri uporabi FFP3 IN FFP3X, po 10-minutnem počitku.

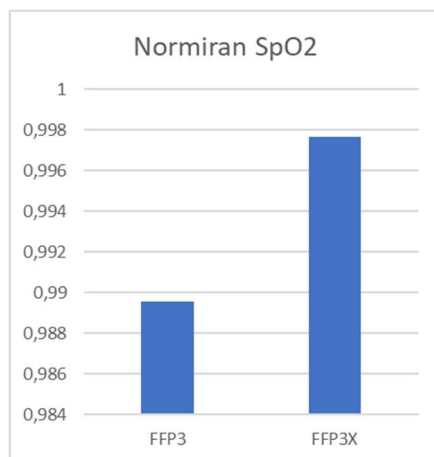
Tabela 14: Normirani srčni utrip in spremembe srčnega utripa pri uporabi FFP3X, po 10-minutnem počitku.

	Normirani srčni utrip	Sprememba zaradi maske [%]
FFP3	1,159845	
FFP3X	1,186125	2,6280

Standardna deviacija je 0,3313, kar predstavlja 28,25 % srednje vrednosti.

3.4.6 Saturacija po počitku

Pri normiranem SpO_2 se nasičenje krvi s kisikom pri FFP3X poveča za 0,8 % glede na FFP3 (Tabela 15, Grafikon 18). Pri počitku, ki je sledil hoji po stopnicah in ni trajal dovolj dolgo, da bi telo doseglo izhodiščno stanje mirovanja, sprememba v normiranem SpO_2 med obema maskama ni bistvena (0,8 %) in je pod vrednostjo standardne deviacije (1,3 %).



Grafikon 18: Normirani SpO_2 pri uporabi FFP3 IN FFP3X, po 10-minutnem počitku.

Tabela 15: Normirani srčni utrip in spremembe srčnega utripa pri uporabi FFP3X, po 10-minutnem počitku.

	Norm. SpO_2	Sprememba zaradi maske [%]
FFP3	0,989561	
FFP3X	0,997671	0,8110

Standardna deviacija je 0,0129, kar predstavlja 1,30 % srednje vrednosti.

3.4.7 Test signifikantnosti

Test signifikantnosti pokaže, da je pri maskah FFP2 in FFP3 vpliv mask na srčni utrip, kakor tudi na vrednosti SpO_2 dokazano pomemben. Pri maskah MED je vpliv na srčni utrip in SpO_2 manjši, a vendar dobro zaznan. V nekaj primerih je vpliv MED mejno signifikanten, pri hoji po ravnem pa pri SpO_2 dosega nesignifikantno vrednost (Tabele 16-18).

Zanimiv je še test signifikantnosti pri uporabi mask FFP3X v primerjavi s FFP3. Ničelna hipoteza je v tem primeru, da namišljeno gostejša maska FFP3X ne vpliva na rezultate meritev. Ničelna hipoteza je ovržena, namišljeno gostejša maska znatno vpliva na rezultate testov (Tabela 19).

3.4.8 Hoja po stopnicah

Tabela 16: Signifikantnost hoja po stopnicah.

	SRČNI UTRIP		SpO_2	
	p	Signifikantnost	p	Signifikantnost
MED	0,055606	MS	0,062925	MS
FFP2	0,000137	S	0,011912	S
FFP3	0,000328	S	0,004446	S

3.4.9 Hoja po ravnem

Tabela 17: Signifikantnost hoja po ravnem.

	SRČNI UTRIP		SpO_2	
	p	Signifikantnost	p	Signifikantnost
MED	0,003815	S	0,191685	NS
FFP2	0,001952	S	0,041970	S
FFP3	0,003051	S	0,016499	S

3.4.10 Počitek

Tabela 18: Signifikantnost - mirovanje.

	SRČNI UTRIP		SpO ₂	
	p	Signifikantnost	p	Signifikantnost
MED	0,092055	MS	0,000238	S
FFP2	0,000254	S	0,002426	S
FFP3	0,000107	S	0,000002	S

3.4.11 Hoja po stopnicah

Tabela 19: Signifikantnost hoja po stopnicah pri psihološko-subjektivnem testu.

	SRČNI UTRIP		SpO ₂	
	p	Signifikantnost	p	Signifikantnost
FFP3 - FFP3X	0,011519	S	0,004051	S

4 RAZPRAVA

Namen raziskovalne naloge je bil ugotoviti, ali uporaba različnih mask (maska MED, maska FFP2 in maska FFP3) za osebno zaščitno opremo res vpliva na nasičenost krvi s kisikom in srčni utrip. Pod nadzorovanimi raziskovalnimi pogoji smo iz številnih podatkov meritev saturacije in srčnega utripa po uporabi treh naštetih zaščitnih mask v različnih telesnih aktivnostih pridobili uporabne informacije, iz katerih lahko sklepamo, da uporaba različnih zaščitnih mask vpliva na srčni utrip in saturacijo.

Ugotovili smo, da se je pri hoji po stopnicah zaradi uporabe maske MED srčni utrip povprečno povečal za 4 % v primerjavi z enakim fizičnim naporom brez maske. Podobno se je srčni utrip pri uporabi maske FFP2 povečal za 10,5 % in pri maski FFP3 za 10,7 %. Sočasno s tem smo zaznali povprečni upad nasičenosti krvi s kisikom pri uporabi medicinske maske za 0,26 %, pri FFP2 za 0,43 % in pri FFP3 za 0,49 %. Upadi saturacije so sicer majhni, pa vendar kažejo na to, da uporaba maske med fizičnim naporom morda le vpliva na preskrbo organizma s kisikom in to kljub temu, da telo uporabi kompenzacijske mehanizme, kot so povišanje srčnega utripa, povišanje frekvenca vdihov in globine vdihov.

Tudi pri hoji po ravnem je uporaba maske MED dodala 8,7 % k srčnemu utripu v primerjavi z rezultati brez maske. Zvišanje srčnega utripa ni bilo odvisno od vrste maske, saj je bil srčni utrip primerljiv z maskama FFP2 (8,6 %) in FFP3 (8,4 %). Nasičenost krvi s kisikom se je zaradi medicinske maske zmanjšala za 0,13 %, pri FFP2 za 0,28 % in pri FFP3 za 0,36 %. Te ugotovitve kažejo, da je pri manjšem naporu, kot je hoja po ravnem, vpliv vrste maske na srčni utrip in na saturacijo pričakovano manjši oziroma ga ni.

Po počitku smo presenetljivo zabeležili nekoliko večji srčni utrip in večji upad saturacije pri maski FFP2 in FFP3 kot pri maski MED. To odraža povečano potrebo po kisiku, predvsem v primerjavi z meritvami brez maske. Treba je opozoriti, da je bilo stanje mirovanja izmerjeno po hoji po stopnicah, zato 10-minutni počitek za organizem morda ne zadošča, da bi se stanje zares umirilo na stanje mirovanja, ko se nadomesti ves kisikov dolg, ki nastane med naporom. Temu gre pripisati dejstvo, da je upad nasičenja krvi s kisikom večji kot pri hoji po ravnem.

Z našo raziskavo smo potrdili hipotezo, da je uporaba različnih zaščitnih pol-obraznih mask pri različnih aktivnostih vplivala na srčni utrip in na saturacijo. Pri maskah MED je vpliv na srčni utrip in saturacijo s kisikom manjši, a vendar dobro zaznan. V nekaj primerih je bil vpliv medicinske maske mejno signifikanten, le pri hoji po ravnem sprememba v saturaciji ni dosegla signifikantne razlike.

Opažanja naše raziskave so skladne z večino tujih ugotovitev. Kyung idr. (2020) s sodelavci so spremljali simptome in fiziološke parametre pri 97 bolnikih s kronično obstruktivno pljučno boleznijo, ki so uporabili pol-obrazno masko N95 s podobnimi karakteristikami kot naša maska FFP2, med 6-minutno hojo in po 10-minutnem počitku. Poročali so o povečanem občutku težjega dihanja (dispneje), višji frekvenci dihanja, nižji saturaciji s kisikom in večjem deležu ogljikovega dioksida v izdihanem zraku. Del ogljikovega dioksida, ki ga izdihnemo, ostane v maski, zato ga pri naslednjem vdihu spet vdihnemo. To kopičenje ogljikovega dioksida stimulira dihalni center k hitrejšemu in globljemu dihanju, kar občutimo kot težko dihanje. V naši raziskavi sicer nismo merili frekvenca in globine dihanja, do česar pa je zelo verjetno prišlo. Ta dva kompenzacijska mehanizma zagotavljata višjo oziroma potrebno saturacijo s kisikom. Zabeleženi padec saturacije pri naših preiskovancih je zato dodaten dokaz, da je resnično izmenjava kisika zaradi maske slabša in nezadostna, predvsem med fizičnim naporom, ko sta poraba in potreba po kisiku največji. Največ raziskav je bilo narejenih z masko N95 ali FFP2. Meta analiza objavljenih študij je potrdila povezavo med omenjeno masko in utrujenostjo, glavobolom, zvišanjem temperature in vlage v vdihanem zraku pod masko, ter zelo pomembno s padcem saturacije, znižanjem kisika in zvišanje ogljikovega dioksida ter motenim dihanjem - Kisielinski (2021). Pri zdravih mladih ljudeh in študentih je bila potrjena

povezava z višjim srčnim utripom, z oteženim razmišljanjem in koncentracijo ter celo z vrtoglavico - Liu (2020). Posamezne raziskave pri majhnih otrocih in tudi pri odraslih zatrjujejo, da v mirovanju in pri lažji aktivnosti ni nevarnosti, da bi maska FFP2 ogrozila izmenjavo dihalnih plinov - Eberhart (2020). Naši rezultati jasno kažejo, da pri gostejši maski, kot je FFP2 in zlasti FFP3, ter med fizičnim naporom pride do večjega porasta srčne frekvenca in večjega znižanja saturacije. Prednost naše raziskave je v tem, da smo sistematično in primerjalno preverili enake parametre brez maske in pri treh različnih maskah, ter pri treh različnih stanjih glede na potrebo po kisiku, to je med hojo po ravnem, po stopnicah in po počitku.

Velika vrednost naše raziskave je v dodatnem poskusu, s katerim smo preverili morebitni psihološki vpliv na fiziološka parametra, srčni utrip in saturacijo, pri znani maski in lažno »gostejši« maski. Zaradi jasnih subjektivnih opažanj številnih preiskovancev, ki so med vsakim 45-minutnim preizkusom z različnimi maskami opisovali nelagodje med uporabo maske, kot so težje dihanje, zasoplost, občutek vročine in vlage, smo v tem dodatnem poskusu ponovno uporabili običajne maske FFP3, ki smo jih tokrat označili s FFP3X in za katere so preiskovanci mislili, da so gostejše in dodatno ovirajo prehod zraka v pljuča. Rezultati so zelo presenetljivi. Pri maski, označeni kot FFP3X, se je srčni utrip pri hoji po stopnicah povečal kar za 96 %, kar je za 21,97 % več kot pri enaki maski, a označeni s FFP3. Samo prepričanje preiskovancev, da je maska gostejša, pa čeprav v resnici ni bila, je prispevalo k povišanju srčnega utripa za celih 21,97 %. Podobno se je zgodilo z normirano saturacijo pri hoji po stopnicah, ki je bila zmanjšana za dodatnih 1,3 % nižja pri FFP3X v primerjavi s FFP3, čeprav je šlo za enako masko. Tudi pri hoji po ravnem je bil nepričakovano srčni utrip višji za 2,8 % pri FFP3X kot pri FFP3, medtem ko je bilo nasičenje krvi s kisikom pri FFP3X večje za nesignifikantnih 0,44 %. Slednje pomeni, da prepričanje, da je maska gostejša, kot je v resnici, bistveno ne spremeni nasičenja krvi s kisikom pri majhni fizični obremenitvi. Rezultat ne preseneča, saj je število preiskovancev premajhno, da bi se v polnosti lahko izrazila statistično potrjena tendenca. Še posebej to velja tudi zato, ker je standardna deviacija 1,34 % srednje vrednosti večja, kot je ocenjena razlika (0,44 %) med SpO_2 za testirani maski. Zanimivo je, da celo po počitku prispeva za 2,6 % k višjemu srčnemu utripu prepričanje testiranih oseb, da je maska gostejša. Saturacija po počitku pa se med FFP3X in FFP3 ne razlikuje, kar pomeni, da je srčni utrip bolj odvisen od aktivacije simpatičnega avtonomnega živčnega sistema kot saturacija s kisikom, ki je bolj objektiven kazalnik za vrednotenje vpliva pol-obrazne maske. Podobne raziskave v literaturi nismo zasledili in lahko predstavlja osnovo za nadaljnje raziskovanje vpliva obraznih mask v tej smeri.

Omejitve raziskave

Drugi del raziskave je bil izveden z manjšim številom preiskovancev (25), zato dobljeni rezultati niso direktno primerljivi s prvotno dobljenimi, predstavljajo pa dobro osnovo za nadaljnje delovanje v raziskovanju problema.

5 ZAKLJUČEK

Vsesplošno obvezna uporaba pol-obraznih mask zaradi pandemije COVID-19 je pri mnogih ljudeh povzročila nemalo težav. Poleg nelagodja, vlage in vročine pod pol-obrazno zaščitno masko se je med laično javnostjo in v strokovnih krogih pojavila zaskrbljenost glede morebitnih nevarnosti za zdravje, kot so znižana saturacija, težje dihanje, zasoplost, glavobol, razbijanje srca. Zato smo v obdobju od 2021 do 2023 pri dijakih in učiteljih Srednje zdravstvene šole Ljubljana izvedli raziskovalno nalogo z namenom ugotoviti, ali uporaba pol-obraznih mask za osebno zaščitno opremo morebiti spremeni nasičenost krvi s kisikom in srčni utrip v mirovanju, med lažjo in večjo fizično dejavnostjo, ter izvesti primerjavo med tremi različnimi maskami in s stanjem brez maske. Dodatno smo želeli tudi oceniti morebitni psihološki vpliv maske na oba fiziološka parametra.

Po začetnem presejanju preiskovancev in čiščenju podatkov smo s pomočjo analize srednjih vrednosti normiranih meritev pri 95 dijakih in učiteljih prišli do ugotovitve, da uporaba zaščitne maske MED pri fizični dejavnosti napor še dodatno poveča. Po 10-minutni hoji po stopnicah se je samo zaradi uporabe maske MED srčni utrip povečal za 4 % v primerjavi z enakim fizičnim naporom brez maske. Signifikantno višji srčni utrip sta povzročili maski FFP2 in FFP3 (za 10,5 % in 10,7 %). Po 10-minutni hoji po ravnem je srčni utrip ostal povečan za dobrih 8 % pri preiskovancih z masko v primerjavi s preiskovanci, ki so bili brez maske. Ni pa bilo statistično pomembne razlike med različnimi maskami. Po 10-minutnem počitku oziroma mirovanju je postala razlika v srčnem utripu brez in z masko MED majhna in statistično nepomembna (3,5 %), medtem ko je bil pomembno zvišan srčni utrip pri obeh ostalih maskah, za 8,2 % pri FFP2 in za 8,7 % pri FFP3, glede na stanje brez maske.

Uporaba maske je pri naših preiskovancih vplivala tudi na nasičenost krvi s kisikom. Tako pri hoji po stopnicah, kot po ravnem je bilo opaziti trend znižanja saturacije pri maski MED, medtem ko sta ostali dve maski, FFP2 in FFP3, povzročili med telesno dejavnostjo pomembno znižanje saturacije (med hojo po stopnicah za 0,43 pri maski FFP2 % in za 0,49 % pri maski FFP3 ter med hojo po ravnem za 0,28 % pri FFP2 in za 0,36 % pri FFP3). Pri manjšem naporu je bil torej vpliv mask pričakovano manjši. Zanimiva je ugotovitev, da je bila kljub počitku saturacija še vedno nižja, če so preiskovanci nosili masko (za 0,45 % pri MED, za 0,38 % pri FFP2 in za 0,65 % pri FFP3). Možno je, da 10-minutni počitek ni zadoščal za zmanjšanje kisikovega dolga, ki je nastal med naporom, ko so preiskovanci uporabili masko.

Ugotovljene spremembe srčnega utripa in nasičenja krvi s kisikom v naši raziskavi so majhne in znotraj normalnega fiziološkega območja, vendar niso klinično nepomembne, saj so številni preiskovanci med vsakim preizkusom z različnimi maskami navajali nelagodje med uporabo maske, predvsem težje dihanje, zasoplost, občutek vročine in vlage. V drugem delu raziskave smo dokazali izjemno pomemben psihološki vpliv na prenašanje zaščitnih mask. Preiskovanci, ki so mislili, da je maska FFP3X gostejša in zato dodatno ovira prehod zraka v pljuča, so imeli pri hoji po stopnicah za dobrih 21,97 % višji srčni utrip in za 1,3 % nižjo saturacijo kot pri enaki maski FFP3. Prepričanje preiskovancev, da je maska gostejša, pa ni pomembno vplivalo na spremembo srčnega utripa in saturacije pri hoji po ravnem in po počitku. Zaradi majhnega števila preiskovancev bodo za zanesljivo potrditev psihološkega vpliva potrebne dodatne raziskave.

Zaključimo lahko, da rezultati naše raziskave dokazujejo, da uporaba zaščitne maske pri telesni dejavnosti napor dodatno poveča. Vrsta obrazne maske vpliva na spremembo obeh fizioloških funkcij, srčnega utripa in saturacije krvi s kisikom. Odziv organizma na gostejšo masko je večji med intenzivnejšo fizično aktivnostjo. Naši rezultati tudi nakazujejo, da je vsaj del te reakcije organizma tudi psihološki, kar pa bo treba dodatno pojasniti.

6 ZAHVALA

Zahvaljujemo se somentorju dr. Igorju Beliču za ves trud, čas in nesebično pomoč pri raziskovalni nalogi, za številne nasvete, ideje, statistično obdelavo podatkov in njihovo razlago.

Zahvaljujemo se somentorici prof. dr. Andreji Marn Pernat, dr. med, specialistki nefrologije in interne medicine, za strokovno podporo in pomoč pri pisanju naloge ter mentorici Marjani Dolinar, prof. biologije, ki nam je bila v spodbudo in veliko pomoč pri celotnem raziskovalnem delu.

Zahvaljujemo se vsem prostovoljcem, ki so sodelovali pri naši raziskavi in Ireni Funda, inženirki kemijske tehnologije, za pomoč pri praktični izvedbi raziskovalnega dela.

7 PRILOGE

Srednja zdravstvena šola Ljubljana

SOGLASJE

Soglašamo, da _____ sodeluje v
ime in priimek dijaka/ dijakinje, razred

raziskavi vpliva različnih zaščitnih mask na nasičenost krvi s kisikom v namen izdelave raziskovalne naloge.

Vsi pridobljeni podatki bodo anonimni in uporabljeni izključno v raziskovalne namene.

Podpis staršev ali skrbnikov: _____

Datum: _____

8 VIRI IN LITERATURA

1. Dolinar M, Cunk Manić V, Tarman Šmit I, Anatomija in fiziologija človeka, Pipinova knjiga, 2018, stran 292-297.
2. Eberhart M, Orthaber S, Kerbl R. The impact of face masks on children – a mini review. *Acta Paediatrica* 2021; 110:1778-1783.
3. Kisielinski K, Giboni P, Prescher A s sod. Is a mask that covers the mouth and nose free from undesirable side effects in everyday use and free of potential hazards. *Int J Environ Res Public Health* 2021; 18:4344.
4. Kyung SY, Kim Y, Hwang H, Park JW, Jeong SH. Risks of N95 face mask use in subjects with COPD. *Respir Care*. 2020; 65(5): 658-664.
5. Liu C, Li G, He Y s sod. Effects of wearing masks on human health and comfort during the COVID-19 pandemic. *IOP Conf Ser Earth Environ Sci* 2020; 531:012034.

SPLETNI VIRI

1. Greenhalgh T, Schmid MB, Czypionka T idr., Face masks for the public during the COVID-19 crisis. *BMJ* 2020; 369 doi: <https://doi.org/10.1136/bmj.m1435>.
2. Izabela Wojtasz, Szczepan Cofta, Paweł Czudaj, Krystyna Jaracz, and Radosław Kaźmierski (2022) Effect of Face Masks on Blood Saturation, Heart Rate, and Well-Being Indicators in Health Care Providers Working in Specialized COVID-19 Center <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8835197/> (pridobljeno 1. 12. 2022).
3. Šinkovec A, Pandemija COVID-19 in osebna varovalna oprema v zdravstvu, DIPLOMSKO DELO, 2021, povzeto po <https://repozitorij.uni-lj.si/Dokument.php?id=147188&lang=slv> (pridobljeno 3. 2. 2023).
4. Arinze Duke George Nwosu, Edmund Ndudi Ossai, Okechukwu Onwuasoigwe, and Francis Ahaotu (2021) Oxygen saturation and perceived discomfort with face mask types, in the era of COVID-19: a hospital-based cross-sectional <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8464215/> (pridobljeno 2. 2. 2023).
5. Priporočila za uporabo mask v času širjenja okužbe s SARS CoV2 https://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/uploaded/priporocila_maske.pdf (pridobljeno 3. 2. 2022).
6. Strokovni seminar, prepoznavanje in ustrezno ukrepanje ob življenjsko ogroženem pacientu, 19. in 20. april 2013, hotel Bernardin, Portorož, <https://www.zbornica-zveza.si/wp-content/uploads/2021/03/Prepoznavanje-in-ustrezno-ukrepanje-ob-ogro%C5%BEenemu-pacientu-2013.pdf> (pridobljeno 20. 2. 2022).
7. Jure Derganc (2006) Na urgenci: pulzni oksimeter, povzeto po <https://kvarkadabra.net/2006/03/na-urgenci-pulzni-oksimeter/> (pridobljeno 28. 11. 2022).