

SEJAS MASKU IETEKME UZ KARDIORESPIRATORIEM RĀDĪTĀJIEM SLODZES VELOERGOMETRIJAS TESTA LAIKĀ

Effects of Face Masks on Cardiorespiratory Parameters During Exercise Veloergometry Test

Edgars Ozols

Zinta Galeja

Latvian Academy of Sport Education, Latvia

Aivars Kaupužs

Rezekne Academy of Technologies, Latvia

Abstract. The COVID-19 pandemic has sparked ongoing scientific discussions about the adverse effects of wearing face masks on cardiorespiratory indicators, and the subjective response to exertion. Many researchers have investigated the impact of wearing face masks on different physiological factors through various exercise routines, such as a progressive cycling test, the 6-minute walk test, and treadmill walking at a constant pace, yielding inconsistent findings. This study aimed to examine the physiological and perceptual responses of wearing surgical face masks during and after the veloergometry test. Fifteen healthy young adults (mean age, 26.8 ± 4.4 years, 5 males and 10 females) conducted the Astrand-Rhyming veloergometry protocol twice (with and without masks). Physiological outcomes (heart rate, maximal oxygen uptake, and oxygen saturation level), perceived exertion, and discomfort feeling by modified Borg scale were assessed. No significant differences were observed in physiological outcomes with or without masks during increasing load intensities ($p > 0.05$) except for the last minute of testing and the minute after testing ($p \leq 0.005$). Participants wearing masks reported the tendency of higher exertion level (3.8 ± 1.08 vs 4.4 ± 0.9) but statistical analysis can't definitively confirm it. While exercising with a face mask may not adversely affect cardiorespiratory factors, it can elevate perceived exertion levels and discomfort, particularly when exercise intensity exceeds a certain threshold.

Keywords: adults, cardiopulmonary exercise test, exertion, face masks.

Ievads

Introduction

Balstoties uz Latvijas Republikas Ministru Kabineta noteikumiem Nr. 662 "Epidemioloģiskās drošības pasākumi Covid-19 infekcijas izplatības ierobežošanai", Veselības aprūpes pakalpojumu sniegšanas vietās ir nepieciešamas lietot sejas maskas ārstniecības iestādes apmeklētājiem, ambulatoro veselības aprūpes

pakalpojumu saņēmējiem, izņemot gadījumu, ja sejas maskas lietošana nav iespējama (Ministru kabinets, 2021).

Vairāki pētījumi atklāja N95 un medicīnisko masku ietekmi uz kardiorespiratoriem rādītājiem (forsētas izelpas tilpuma, izelpas maksimumplūsmas, maksimāla slodzes jauda, plaušu ventilācijas, laktāta maksimālā līmeņa rādītāji bija zemāki ar masku) un subjektīvu atbildes reakciju uz slodzi (Epstein et al., 2021; Fikenzer et al., 2020; Shaw, Butcher, Ko, Zello, & Chilibeck, 2020).

Audumu masku lietošana slodzes laikā noved pie slodzes tolerances samazināšanās, kardiorespiratorās sistēmas funkciju samazināšanās, kā arī negatīvi ietekmē subjektīvas piepūles novērtējumu (Driver, et al., 2022).

Daudzās publikācijās tika akceptēts, ka ir nepieciešama turpmāka, ar sejas maskām saistīta, pētījumu veikšana, lai noteiktu sejas masku ietekmi uz ikdienas aktivitātēm, augstas intensitātes fiziskām aktivitātēm, dažāda veida un materiāla masku efektu uz kardiorespiratorās sistēmas rādītājiem (de Souza E Silva et al., 2018; Fikenzer et al., 2020; Scheid, Lupien, Ford, & West, 2020).

Pētījuma mērķis ir noteikt sejas masku ietekmi uz kardiorespiratorās sistēmas rādītājiem veloergometrijas slodzes testa laikā un pēc tās.

Sejas masku ietekme uz kardiorespiratoriem rādītājiem slodzes ergometrijas testa laikā

Physiological Changes During Aerobic Exercise Affected by Face Masks

Pasaules veselības organizācija 2020. gada 11. martā pasludināja SARS-CoV-2 uzliesmojumu par globālu pandēmiju, kā rezultātā daudzas pasaules valstis ieviesa dažādus preventīvus risinājumus pandēmijas samazināšanai - izolācija, distancēšanās, kā arī sejas masku lietošana neatkarīgi no cilvēka ikdienas darbībām, dzīves ritma. Vairāku profesiju pārstāvji sastapās ar sejas masku lietošanu, kas līdz šim nav bijusi aktuāla. Piemēram, pacienti, kuri apmeklēja fizioterapijas nodarbības, cilvēki fitnesa zālēs, sportisti fiziskās slodzes laikā bija spiesti lietot sejas maskas (Ministru kabinets, 2021). Tāpēc Latvijas sabiedrībā radās dažādi jautājumi, kā sejas masku lietošana ietekmēs, vai kādas izmaiņas radīs cilvēku veselībā.

Ķirurģisko masku lietošana nodrošina to, ka tās lietotājs neinficēs apkārtējo vidi, jo maskas samazina infekciozo aģentu transmisiju. Par cik šīs maskas ir veidotas drošai lietošanai, tās atbilst ES Regulācijai 2017/745 ar grozījumiem un tām jābūt ražotām saskaņā ar tehniskajiem standartiem. Šie tehniskie standarti nodrošina funkcijas un testēšanas metodes, lai novērtētu šādu parametru prasības:

- baktēriju filtrēšanas efektivitāti (BFE);
- elpojamība;
- aizsardzība pret šļakatām (ķermeņa šķidrums);
- mikrobu tīrība (bioslodze) (European Commission, 2020).

Ņemot vērā ar COVID-19 pandēmiju saistīto subjektu, kas lieto sejas maskas, skaita palielināšanos, tika veikti vairāki pētījumi, kuru mērķis bija noskaidrot šādu masku lietošanas fizioloģiskos efektus to lietotājiem. Būtisks aspekts ir ķirurģisko masku un FFP2/N95 respiratoru efekta uz kardiorespiratoru kapacitātes salīdzināšanas rezultāti: tika noskaidrots, ka FFP2/N95 respiratoru lietošana ir asociēta ar augstāku maksimālo skābekļa patēriņa ($VO_2\max$) samazināšanos, nekā ķirurģisko masku lietošana (Prado, Silvino, Motta-Santos & Dos Santos, 2022; Rakita, Nikolić, Mildner, Matiassek & Elbe-Bürger, 2020; Epstein et al., 2021; Shaw et al., 2020; Mapelli et al., 2021; Otsuka, Komagata & Sakamoto, 2020). Tāpat arī laboratorisko analīžu dati liecina par N95 tipa un citu medicīnisko masku negatīvu ietekmi uz kardiorespiratoriem rādītājiem (forsētas izelpas tilpums, izelpas maksimumplūsma, maksimāla slodzes jauda (W), plaušu ventilācija, laktāta maksimālā līmeņa rādītāji bija zemāki ar masku) un subjektīvu atbildreakciju uz slodzi (Epstein et al., 2021; Fikenzer et al., 2020; Shaw et al., 2020).

Ķirurģiskās maskas lietošanas ietekme uz laktāta sliksni veseliem indivīdiem, norāda uz to, ka kardiorespiratorās slodzes testēšanas laikā ķirurģiskās maskas izmantošana nepalielina laktāta sliksni augstāk, nekā slodzes testa veikšana bez maskas. Dalībnieku galvenā subjektīva atradne bija elpošanas diskomforts, lietojot sejas masku slodzes laikā (Prado et al., 2022; Rakita et al., 2020; Epstein et al., 2021; Shaw et al., 2020; Mapelli et al., 2021; Ostuka et al., 2020).

Pētījumu dati ir nevienozīmīgi, piemēram, Rakita et al., 2020, Epstein et al., 2021 un Shaw et al., 2020, kuros netika konstatēta statistiski būtiska atšķirība subjektīvas piepūles novērtējuma rezultātos ar un bez sejas maskas slodzes laikā Prado et al., 2021, Mapelli et al., 2021 un Ostuka et al., 2020, kas analizēja šo jautājumu, demonstrē subjektīvas piepūles novērtējuma rezultātu pieaugumu subjektiem, kas izmantoja sejas maskas slodzes laikā. Augstāk minētajos pētījumos ir minēts, ka sejas maskas izmantošana, veicot fiziskās aktivitātes, tiek uztverta kā subjektīvi nekomfortabla, kas savukārt negatīvi ietekmē slodzes toleranci. Faktori, kas ir saistīti ar paaugstinātu subjektīvas piepūles novērtējumu, ir: apgrūtināta elpošana, paaugstināta temperatūra un mitrums zem maskas, maskas ciešs kontakts ar seju un vispārējais diskomforts (Prado et al., 2022; Rakita et al., 2020; Epstein et al., 2021; Shaw et al., 2020; Mapelli et al., 2021; Ostuka et al., 2020).

Pētījumos ir konstatēts dispnojas pieaugums ar ķirurģisko sejas masku salīdzinot ar stāvokli bez ķirurģiskās sejas maskas. Mehānismi, kas ietekmēja dispnojas pieaugumu, veicot slodzi ar sejas masku, nav līdz galam noteikti. Tomēr, balstoties uz darbu rezultātiem var pieņemt, ka tādi faktori kā apgrūtināta elpošana, paaugstināta temperatūra un mitrums zem maskas, maskas ciešs kontakts ar seju un vispārējais diskomforts var būt saistīti arī ar lielāku elpošanas

diskomforta uztveri (Fikenzer et al., 2021; Hopkins et al., 2021; Prado et al., 2021).

Veicot gāzu apmaiņas analīzi, tika noteikts, ka N95 respiratoru izmantošana slodzes laikā samazina skābekļa saturāciju asinīs un palielina izelpas CO₂ līmeni. Citi pētījumi liecina, ka respiratoru izmantošana neizraisa skābekļa saturācijas izmaiņas asinīs. Pētījumi neatklāj skābekļa saturācijas samazināšanās vienas stundas iešanas testā subjektiem, kas izmantoja respiratorus ar N95 aizsardzības līmeni salīdzinājumā ar to subjektu rezultātiem, kas neizmantoja maskas (Roberge et al., 2013). Pētījumos neapstiprina oglekļa dioksīda spiediena (PaCO₂) palielināšanos viriešiem, kas izmantoja ķirurģiskas vai N95 sejas maskas vairāku pakāpju veloergometrijas testa laikā (Fikenzer et al., 2020).

Metodoloģija *Methodology*

Pētījums tika saskaņots un veikts atbilstoši LSPA Ētikas lietu komisijas izsniegtajam atzinumam Nr. 130 / 47813. Pētījuma konstatējošais eksperiments tika realizēts 2022. gada maija mēnesī.

Pirms datu ievākšanas un apstrādes, respondenti tika informēti par brīvprātīgu piedalīšanos pētījumā. Pētījuma dalībnieki: cilvēki vecumā no 18 līdz 40 gadiem, kas tika atlasīti pēc iekļaušanas/izslēgšanas kritērijiem.

Metodes: Astranda-Rhyming veloergometrijas protokols; sirdsdarbības frekvences (SF), skābekļa saturācijas (SpO₂), arteriālā asinsspiediena noteikšana (TA_{sist} / TA_{diast}) un modificētā Borga skala.

Pētījumā piedalījās 15 dalībnieki (5 vīrieši un 10 sievietes) ar vidējo vecumu 26,8±4,4 gadi, vidējais dalībnieku augums bija 173,6±7,85 cm, vidējais svars bija 71,3±12,3 kg. Testēšana notika divas reizes – ar un bez ķirurģiskās sejas maskas.

Pirms pētījuma uzsākšanas dalībnieki aizpildīja anketu, kurā bija nepieciešams atzīmēt iepriekš bijušas vai esošas saslimšanas, kas potenciāli varēja kalpot kā kontraindikācijas kardiopulmonālā testa veikšanai un to, vai dalībnieks smēķē. Nevienam no dalībniekiem nav atzīmējis ka smēķē. Par izslēgšanas kritērijiem no pētījuma tika uzskatīti SpO₂ miera stāvoklī <90%, SF >130x/min un <40x/min, TA_{sist} <180 mmHg, TA_{diast} >100 mmHg, nogurums miera stāvoklī >5 balles pēc modificētas Borga skalas.

Pētījumā iesaistīto dalībnieku testēšana notika divos etapos:

- testēšana bez ķirurģiskās sejas maskas;
- testēšanas ar 3 slāņu ķirurģiskas sejas maskas ar aizsardzības pakāpi IIR ABENA (Zhende Medical Co., Ltd. China).

Pirms testēšanas tika novērtēta subjekta sirdsdarbības frekvence, skābekļa saturācija, arteriālais asinsspiediens un novērtēta dalībnieka noguruma pakāpe pēc modificētas Borga skalas (Tobase, 2023). Pēc vitālo rādītāju un noguruma pakāpes noteikšanas eksperimenta subjektam bija jāveic 10 minūšu dinamiskā

stiepšanās un iesildīšanās atbilstoši personiskajām vēlmēm. Pēc iesildīšanās dalībnieks veica slodzes testu uz veloergometra. Testēšanai tika pielietots Astranda-Rhyning veloergometrijas protokols ar sākuma jaudu 150W vīriešiem un 100W lielu jaudu sievietēm (Bruce, Kusumi & Hosmer, 1973; Hill & Timmis, 2002). Slodzes jauda bija nemainīga pie nosacījuma, ka pēc 2 minūtēm testējamais subjekts sasniedza mērķa sirdsdarbības frekvenci diapazonā no 125 līdz 170 sitieniem minūtē. Braukšanas ātruma kritērijs: 55 –65 apgriezieni minūtē. Ja pēc 2 minūtēm netika sasniegta mērķa sirdsdarbības frekvence, testēšanas jauda tika palielināta par 25W un tests tika pagarināts par 1 minūti. Sirdsdarbības frekvence (SF, x/min) un skābekļa saturācija (SpO₂, %) tika noteikta pirms testēšanas, katrā nākamajā minūtē testa laikā un uzreiz pēc slodzes. Dati tika mērīti, izmantojot Contec CMS50D1 pirksta pulsioksimetru. Pirms un pēc slodzes testējamiem subjektiem tika lūgts noteikt noguruma pakāpi. Kopējais slodzes laiks tika definēts, kā laiks no slodzes uzsākšanas līdz slodzes veloergometrijas testa beigām. Datu apstrādei tika izmantota matemātiskas statistiskas metodes (*aprakstošā statistika, Šapiro –Vilka tests, datu normālā sadalījuma noteikšanai, T-tests, rezultātu izmaiņu ticamības noteikšanai*).

Pētījuma rezultāti **Research Results**

Pētījuma dalībnieku sirdsdarbības frekvences slodzes testa laikā bez un ar sejas masku tika iegūti sekojoši rezultāti. Testēšanas sākumā dalībnieku sirdsdarbības frekvence (SF, x/min) bez sejas maskas vidēji bija 76 ± 6.6 sitieni minūtē (variācijas koeficients 8,7%) un ar sejas masku $74 \pm 6,9$ sitieni minūtē (variācijas koeficients 9,3%). Sirdsdarbības frekvences statistiski ticama atšķirība pirms testēšanas bez un ar sejas masku netika konstatēta ($p=0,14$). Veloergometrijas testa laikā vidējie sirdsdarbības frekvences rādītāji pakāpeniski palielinājās un tikai slodzes sestajā minūtē, sasniedzot submaksimālo līmeni, tika konstatēta statistiski nozīmīga rezultātu atšķirība testā ar sejas masku (1.tabula)

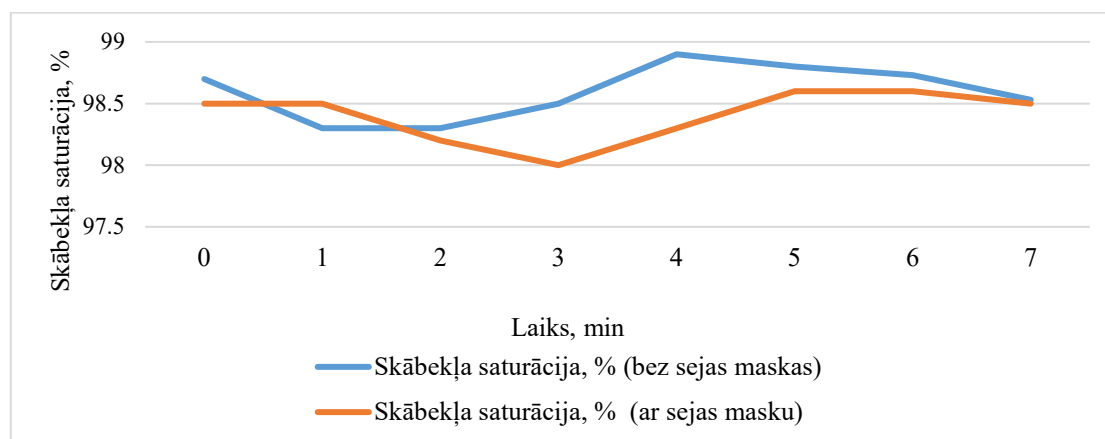
Testēšanas nobeigumā jeb 7.testa minūtē subjektiem bez sejas maskas sirdsdarbības frekvence bija $141 \pm 12,8$ (variācijas koeficients 9%), savukārt subjektiem ar sejas masku $147 \pm 9,5$ (variācijas koeficients 6,5%). Salīdzinot 7.minūtes rezultātus testēšanas SF, x/min bez un ar sejas masku ($p=0,004$). Abu vidējo rezultātu izkliede bija vienāda 9%. Iegūtie dati liecina, ka rezultātu izkliede starp subjektu uzradītiem sirdsdarbības frekvences rādītājiem nepārsniedz 11%. Variācijas koeficienta procentuālās vērtības norāda, ka rezultātu izkliede ir normas robežās, savukārt testējamiem subjektiem, neskatoties uz salīdzinoši nelielu skaitu, bija vienmērīgs fiziskās sagatavotības līmenis.

1. tabula. *Sirds darbības frekvence slodzes testā bez un ar sejas masku*
 Table 1 *Heart rates in test without and with a face mask*

Slodzes laiks (minūtes)	Bez sejas maskas (B _{SM})/ Ar sejas masku (A _{SM})	SF, x/min	(SD±)	Variācijas koeficients (%)	p
1	B _{SM}	136	15,9	11	0,19
	A _{SM}	134	12,5	9,3	
2	B _{SM}	142	11,5	8,1	0,88
	A _{SM}	143	11,6	8,2	
3	B _{SM}	147	10,1	6,9	0,7
	A _{SM}	147	11,9	8,4	
4	B _{SM}	150	11,3	7,5	0,1
	A _{SM}	152	10,3	7,7	
5	B _{SM}	153	10,6	6,9	0,39
	A _{SM}	155	10,3	7,7	
6	B _{SM}	155	11,2	7,2	0,005*
	A _{SM}	159	8,6	5,4	

* p<0,05

Analizējot subjektu skābekļa saturācijas parametrus katrā testēšanas minūtē, var secināt, ka nepastāv būtiska atšķirība starp šiem rādītājiem abās testēšanas reizēs (1. attēls).



1. attēls. *Skābekļa saturācija slodzes testā bez un ar sejas masku*
 Figure 1 *Oxygen saturation in exercise test without and with face mask*

Pētījuma dalībniekiem testā bez sejas maskas skābekļa saturācijas rādītājs pirms slodzes bija $98,7 \pm 0,96\%$, (variācijas koeficients 1%), savukārt subjektiem ar sejas masku $98,5 \pm 0,99\%$ (variācijas koeficients 1%). Salīdzinot rādītājus ar sejas masku un bez sejas maskas statistiski ticamas atšķirības netika konstatētas ($p=0,34$). Testēšanas pirmajā minūtē subjektiem bez sejas maskas SpO₂, uzrādījās

98,3 ± 1,16% (variācijas koeficients 1,2%), savukārt ar sejas masku 98,2 ± 1,14% (variācijas koeficients 1,2%). Salīdzinot rezultātus ar sejas masku un bez sejas maskas (p=1). Testēšanas otrajā minūtē subjekti bez sejas maskas SpO₂ uzrādīja 98,3 ± 0,7% (variācijas koeficients 0,7%), bet ar sejas masku uzrādīja 98 ± 0,53% (variācijas koeficients - 0,5). Salīdzinot rādītājus ar un bez sejas maskas (p=0.18). Testēšanas 3.minūte vidējais rādītājs SpO₂ subjektiem bez sejas maskas bija 98,5 ± 0,91% (variācijas koeficients 0,9%), savukārt ar sejas masku 98,3 ± 0,61% (variācijas koeficients 0,6%). Salīdzinot rādītājus ar un bez sejas maskas (p=0.79). Testēšanas 4.minūtē vidējais SpO₂ rādītājs subjektiem bez sejas maksas bija 98,9 ± 1,06% (variācijas koeficients 1,1%), savukārt ar sejas masku saturācija bija 98,6 ± 0,91% (variācijas koeficients 0,9%). Salīdzinot rādītājus ar un bez sejas maskas (p=0,38). 5.minūtes subjektu bez sejas maskas SpO₂ rādītājs bija 98,8 ± 0,68% (variācijas koeficients 0,7%), savukārt ar sejas masku 98,6 ± 0,73% (variācijas koeficients 0,7%). Salīdzinot rādītājus ar un bez sejas maskas (p=0.57). 6.minūtē subjektu bez sejas maskas SpO₂ uzrādīja 98,73 ± 0,7% (variācijas koeficients 0,7%), savukārt ar sejas masku 98,5 ± 0,74% (variācijas koeficients 0,8%). Salīdzinot rādītājus ar un bez sejas maskas (p=0.49). Pēc slodzes testa beigām 7.minūtē subjektiem bez sejas maskas SpO₂ uzrādījās 98,53 ± 0,99% (variācijas koeficients 1,0%), savukārt ar sejas masku 98,2 ± 1,01% (variācijas koeficients 1%). Salīdzinot rādītājus ar un bez sejas maskas (p=0,4).

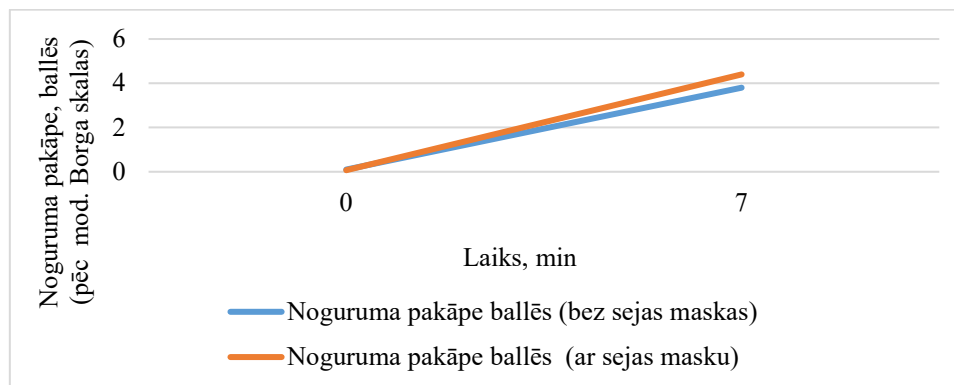
Skābekļa saturācijas parametrisko datu variācijas koeficienta noteikšanas rezultātā ir noteikts, ka datu izkliede nepārsniedz 1,2%. Analizējot subjektu skābekļa saturācijas parametrus katrā testēšanas minūtē, var secināt, ka nepastāv būtiska atšķirība starp šiem rādītājiem abās testēšanas reizēs, par ko liecina iegūtas p-vērtības.

Rādītāji, kas tika iegūti, izmantojot modificētu Borga skalu, un ir paredzēti subjektīvās noguruma pakāpes noteikšanai, tika vērtēti pirms un pēc testēšanas. Šim parametram vidējā vērtība pirms slodzes testa uzsākšanas subjektiem bez sejas maskas bija 0,13 ± 0,35 balles. Pēc slodzes noguruma pakāpes rādītājs palielinājās līdz 3,8 ± 1,08 ballēm, pēc testēšanas iegūto rezultātu izkliede ir 28%.

Savukārt, subjektiem ar sejas masku pirms testa uzsākšanas bija 3,8 ± 1,08 balles un pēc slodzes testa 4,4 ± 0,9 balles, pēc testēšanas iegūto rezultātu izkliede ir 21%.

Salīdzinot rezultātus ar un bez sejas maskas, tika konstatēta statistiski būtiska atšķirība (p=0.008), kas liecina par sejas maskas ietekmi uz subjektīvo noguruma pakāpes palielināšanos, veicot slodzes testu ar sejas masku (2. attēls).

Analizējot maksimālā skābekļa patēriņa rādītājus, tika konstatēts, ka testā, kad subjektiem tika piedāvāts veikt slodzi bez maskas, tas bija vidēji 2,73 ± 0,62 L/min liels, savukārt, kad tests bija jāveic ar masku, šis parametrs bija 2,49 ± 0,49 L/min liels. Veicot parametru salīdzināšanu ar pielāgotu T-testu (pēc iepriekšējas analīzes ar Šapiro-Vilka testu) ir konstatēts, ka p-vērtība ir vienāda ar 0,008, kas liecina par to, kad starp rādītājiem nepastāv būtiskās atšķirības.



2. attēls. *Noguruma pakāpes izmaiņas bez un ar sejas masku*
Figure 2 *Difference of fatigue level without and with a face mask*

Diskusija un secinājumi **Discussion and Conclusions**

Šī pētījuma rezultāti norāda, ka ķirurģisko sejas maskas slodzes laikā, būtiski neietekmē kardiorespiratorās sistēmas rādītājus, lai gan, veicot slodzi ar masku submaksimālā intensitātē sirdsdarbības frekvence būtiski palielinājās. Šie rezultāti ir pretrunā ar pieņēmumu, ka ķirurģiskas sejas maskas nēsāšana var negatīvi ietekmēt fizioloģiskos parametrus. Šīs hipotēzes pamatā var būt citi pētījumi, kas norādīja, ka vingrošana ar sejas maskām var radīt ievērojamus veselības apdraudējumus un noslogot dažādas fizioloģiskas sistēmas, piemēram, plaušu, asinsrites un imūnsistēmu (Chandrasekaran & Fernandes, 2020). Pierādījumi no iepriekšējiem pētījumiem apstiprina šo fizioloģisko ietekmi. Piemēram, nesen veiktā pētījumā, kurā tika pētīta ķirurģiskas sejas maskas un N95 sejas maskas nēsāšanas ietekme uz kardiopulmonālās slodzes spēju 12 veseliem vīriešiem pakāpeniskas maksimālās slodzes testa laikā, tika konstatēts, ka ar abām maskām ir ievērojami samazinājusies viņu plaušu funkcija un ventilācija; viņi arī novēroja kardiopulmonālās slodzes samazināšanos (Fikenzer et al., 2020). Lassings et al. (2020) pārbaudīja ķirurģiskas sejas maskas ietekmi uz kardiopulmonālajiem parametriem slodzes laikā pie maksimālā laktāta līdzsvara stāvokļa 14 veseliem vīriešiem. Ķirurģisko sejas masku izmantošana vingrojumu laikā palielināja elpceļu pretestību un sirdsdarbības frekvenci. Līdzīgi citā pētījumā (Driver et al., 2022) tika novērots ievērojams VO_2 max, minūšu ventilācijas un maksimālās sirdsdarbības rādītāju samazinājums pakāpeniskā skrejceļņa skriešanas testa laikā 31 pieaugušajiem ar auduma masku.

Lai gan nesen veiktajā zinātniskās literatūras meta analizē, kas iekļāva četrdesmit piecus pētījumus ar 1264 dalībniekiem, tika konstatēts, ka slodzes laikā masku izmantošana nedaudz ietekmē gan fizioloģiskos, gan psiholoģiskos parametrus, tostarp gāzu apmaiņu, plaušu funkciju un subjektīvu diskomfortu, tomēr kopumā ietekme uz vingrinājumu veiktspēju nav būtiska (Zheng, Poon,

Wan, Dai & Wong 2023). Mūsu pētījuma rezultāti saskan ar šīm atziņām, jo tikai vienā no rādītājiem (SF) testēšanas pēdējā minūtē un minūti pēc testēšanas, bija vērojama būtiska atšķirība ($p=0.005$ un $p=0.004$) starp rādītājiem ar un bez sejas maskas. Iespējams būtiskāko ietekmi sejas masku izmantošana izraisa subjektīvajos rādītājos (diskomforts, mitruma sajūta u.c.), ko daļēji apliecina modificētās Borga skalas rezultāts ar statistiski nozīmīgu atšķirību starp rādītājiem ($p=0,008$), tomēr šo parametru variācijas koeficienti abās testēšanas reizēs (28% un 21%) neļauj apgalvot par datu objektivitāti, jo rezultātu izkliede ir salīdzinoši liela.

Summary

Different loading test protocols are used for testing patients and athletes, based on the category of the individual being tested and the goals of the test. Ergometric load tests are used to determine physical fitness or capacity, endurance indicators, and the impact of training effectiveness on the cardiorespiratory system in both clinical and preventive medicine system.

This study examines the effects of facial masks on the values of the cardiorespiratory system during and after the ergometry load test. 15 subjects ($n=15$) with an average age of 26.8 ± 4.4 years participated in the study, the average height of the participants was 173.6 ± 7.85 cm, the average weight was 71.3 ± 12.3 kg., who also successfully completed both testing times, there were 5 men in the research group and 10 women. Subjects aged 18 to 40 who were selected after.

The results have shown that there are statistically plausible changes to the subjective fatigue rate after load ($p = 0.008$), while changes in oxygen saturation parameters are not statistically probable at all test minutes ($p > 0.18$), statistically significant differences in heart rate are seen at 6th minute ($p = 0.005$) and at the end of the test ($p = 0.004$).

The impact of facial masks on cardiorespiratory performance during the load test is minimal and its effects are observed at the end of the submaximal load testing: the heart rate values 155 ± 11.2 x/min without a mask against 159 ± 8.6 x/min with a mask in the 6th load minute and 141 ± 12.8 x/min against 147 ± 9.5 x/min per minute after the end of the load, while they have a negative effect on the subjective fatigue rate: 3.8 ± 1.08 points without a mask against 4.4 ± 0.9 points with a mask.

The results of this study indicate that wearing surgical face masks during exertion does not significantly affect cardiorespiratory system indicators, although, during exertion with the mask at submaximal intensity, heart rate significantly increased. These results contradict the assumption that wearing surgical face masks may negatively affect physiological parameters. This hypothesis may be supported by other studies suggesting that exercising with face masks can pose significant health risks and strain various physiological systems, such as the respiratory, circulatory, and immune systems (Chandrasekaran & Fernandes, 2020). Evidence from previous studies confirms this physiological impact. Using surgical face masks during exercise increased respiratory resistance and heart rate. Similarly, in another study (Driver et al., 2022), a significant decrease in VO_{2max} , minute ventilation, and maximal heart rate was observed during progressive treadmill running tests in 31 adults wearing cloth masks.

Although a recent meta-analysis of scientific literature, including forty-five studies with 1264 participants, found that mask use during exertion slightly affects both physiological and psychological parameters, including gas exchange, lung function, and subjective discomfort, the overall impact on exercise performance is not significant (Zheng, Poon, Wan, Dai & Wong 2023). Our study results align with these findings, as a significant difference was observed only

in one indicator (SF) in the last minute of testing and one minute after testing ($p=0.005$ and $p=0.004$) between the indicators with and without face masks. The most significant impact of wearing face masks may be reflected in subjective indicators (discomfort, sensation of moisture, etc.), partly supported by the results of the modified Borg scale with a statistically significant difference between the indicators ($p=0.008$); however, the coefficients of variation for these parameters in both testing sessions (28% and 21%) do not allow for a definitive assertion of data objectivity, as the dispersion of results is relatively high.

Literatūras saraksts

References

- Bruce, R.A., Kusumi, F., & Hosmer, D. (1973). Maximal oxygen intake and nomographic assessment of functional aerobic impairment in cardiovascular disease. *Am Heart J. Apr*;85(4), 546-62. DOI: 10.1016/0002-8703(73)90502-4
- Chandrasekaran, B., & Fernandes, S. (2020). "Exercise with facemask; Are we handling a devil's sword?"—A physiological hypothesis. *Medical hypotheses*, 144, 110002. doi: 10.1016/j.mehy.2020.110002
- de Souza E Silva, C. G., Kaminsky, L. A., Arena, R., Christle, J. W., Araújo, C., Lima, R. M., Ashley, E. A., & Myers, J. (2018). A reference equation for maximal aerobic power for treadmill and cycle ergometer exercise testing: Analysis from the friend registry. *European journal of preventive cardiology*, 25(7), 742–750. DOI: 10.1177/2047487318763958
- Driver, S., Reynolds, M., Brown, K., Vingren, J. L., Hill, D. W., Bennett, M., ... & Jones, A. (2022). Effects of wearing a cloth face mask on performance, physiological and perceptual responses during a graded treadmill running exercise test. *British journal of sports medicine*, 56(2), 107-113. DOI: 10.1136/bjsports-2020-103758
- Epstein, D., Korytny, A., Isenberg, Y., Marcusohn, E., Zukermann, R., Bishop, B., Minha, S., Raz, A., & Miller, A. (2021). Return to training in the COVID-19 era: The physiological effects of face masks during exercise. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 31(1), 70–75. DOI: 10.1111/sms.13832
- European Commission. (2020). Guidance on regulatory requirements for medical face masks. Retrieved from https://ec.europa.eu/health/system/files/2020-06/md_guidance-reg-req-med-face-masks_0.pdf
- Fikenzer, S., Uhe, T., Lavall, D., Rudolph, U., Falz, R., Busse, M., Hepp, P., & Laufs, U. (2020). Effects of surgical and FFP2/N95 face masks on cardiopulmonary exercise capacity. *Clinical research in cardiology : official journal of the German Cardiac Society*, 109(12), 1522–1530. DOI: 10.1007/s00392-020-01704-y
- Hill, J., & Timmis, A. (2002). Exercise tolerance testing. *BMJ. May 4*;324(7345), 1084-7. DOI: 10.1136/bmj.324.7345.1084
- Hopkins, S. R., Dominelli, P. B., Davis, C. K., Guenette, J. A., Luks, A.M., Molgat-Seon, Y., Sá Rui Carlos, Sheel, A. W., Swenson, E. R., & Stickland M.K. (2021). Face Masks and the Cardiorespiratory Response to Physical Activity in Health and Disease. *Annals of the American Thoracic Society*, 18(3), 399–407. DOI: 10.1513/AnnalsATS.202008-990CME
- Lassing, J., Falz, R., Pokel, C., Fikenzer, S., Laufs, U., Schulze, A., et al. (2020). Effects of surgical face masks on cardiopulmonary parameters during steady state exercise. *Sci. Rep.* 10:22363. doi: 10.1038/s41598-020-78643-1
- Löllgen, H., & Leyk, D. (2018). Exercise Testing in Sports Medicine. *Deutsches Arzteblatt international*, 115(24), 409–416. DOI: 10.3238/arztebl.2018.0409

- Mapelli, M., Salvioni, E., De Martino, F., Mattavelli, I., Gugliandolo, P., Vignati, C., Farina, S., Palermo, P., Campodonico, J., Maragna, R., Lo Russo, G., Bonomi, A., Sciomer, S., & Agostoni, P. (2021). You can leave your mask on": effects on cardiopulmonary parameters of different airway protective masks at rest and during maximal exercise. *The European respiratory journal*, 58(3), DOI: 10.1183/13993003.04473-2020
- Ministru kabinets. (2021). Latvijas Republikas Ministru Kabineta noteikumi Nr. 662 "Epidemioloģiskās drošības pasākumi Covid-19 infekcijas izplatības ierobežošanai". Pieejams <https://likumi.lv/ta/id/326513-epidemiologiskas-drosibas-pasakumi-covid-19-infekcijas-izplatibas-ierobezosana>
- Otsuka, A., Komagata, J., & Sakamoto, Y. (2020). Wearing a surgical mask does not affect the anaerobic threshold during pedaling exercise. *Journal of Human Sport and Exercise*, 17(1), 22-28. DOI: <https://doi.org/10.14198/jhse.2022.171.03>
- Prado, D., Silvino, V. O., Motta-Santos, D., & Dos Santos, M. (2022). The effect of the protective face mask on cardiorespiratory response during aerobic exercise. *Clinical and experimental pharmacology & physiology*, 49(4), 453–461. DOI: 10.1111/1440-1681.13624
- Prado, D., Silvino, V. O., Vieira, E. G., Rosa, B. V., Silva, A., & Santos, M. (2021). The Effect of Respiratory Protective Surgical Mask on Physiological Markers of Endurance Performance in a Recreational Runner. *Arquivos brasileiros de cardiologia*, 117(1suppl1), 23–28. DOI: 10.36660/abc.20200792
- Rakita, A., Nikolić, N., Mildner, M., Matiassek, J., & Elbe-Bürger, A. (2020). Reepithelialization and immune cell behaviour in an ex vivo human skin model. *Scientific reports*, 10(1), 1. DOI: 10.1038/s41598-019-56847-4
- Roberge, R. J., Bayer, E., Powell, J. B., Coca, A., Roberge, M. R., & Benson, S. M. (2010). Effect of exhaled moisture on breathing resistance of N95 filtering facepiece respirators. *The Annals of occupational hygiene*, 54(6), 671–677. DOI: <https://doi.org/10.1093/annhyg/meq042>
- Scheid, J. L., Lupien, S. P., Ford, G. S., & West, S. L. (2020). Commentary: physiological and psychological impact of face mask usage during the covid-19 pandemic. *International journal of environmental research and public health*, 17(18), 6655. DOI: 10.3390/ijerph17186655
- Shaw, K., Butcher, S., Ko, J., Zello, G. A., & Chilibeck, P. D. (2020). Wearing of cloth or disposable surgical face masks has no effect on vigorous exercise performance in healthy individuals. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(21):8110. DOI: 10.3390/ijerph17218110
- Tobase, L., Peres, H. H. C., Polastri, T. F., Cardoso, S. H., Souza, D. R., Almeida, D. G., & Timerman, S. (2023). The use of the Borg Rating of perceived exertion scale in cardiopulmonary resuscitation. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 120(1). DOI: 10.36660/abc.20220240
- Zheng, C., Poon, E. T. C., Wan, K., Dai, Z., & Wong, S. H. S. (2023). Effects of wearing a mask during exercise on physiological and psychological outcomes in healthy individuals: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 53(1), 125-150. DOI: 10.1007/s40279-022-01746-4