

Povezanost tjelesne spremnosti, čimbenika rizika od kardiovaskularnih bolesti i gubitka sluha u vojnih pilota

Barčan, Tomislav

Doctoral thesis / Disertacija

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Kinesiology / Sveučilište u Zagrebu, Kineziološki fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:117:975013>

Rights / Prava: [Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International/Imenovanje-Nekomercijalno-Bez prerada 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-22**



Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Kinesiology, University of Zagreb - KIFoREP](#)





Sveučilište u Zagrebu

KINEZIOLOŠKI FAKULTET

Tomislav Barčan

**POVEZANOST TJELESNE SPREMNOSTI,
ČIMBENIKA RIZIKA OD KARDIOVASKULARNIH
BOLESTI I GUBITKA SLUHA U VOJNIH PILOTA**

DOKTORSKI RAD

Zagreb, 2024



University of Zagreb

FACULTY OF KINESIOLOGY

Tomislav Barčan

**THE RELATIONSHIP OF PHYSICAL
FITNESS, CARDIOVASCULAR DISEASE
RISK FACTORS AND HEARING LOSS IN
MILITARY PILOTS**

DOCTORAL THESIS

Zagreb, 2024



Sveučilište u Zagrebu

KINEZIOLOŠKI FAKULTET

TOMISLAV BARČAN

**POVEZANOST TJELESNE SPREMNOSTI,
ČIMBENIKA RIZIKA OD KARDIOVASKULARNIH
BOLESTI I GUBITKA SLUHA U VOJNIH PILOTA**

DOKTORSKI RAD

Mentor:

izv. prof. dr. sc. Bojana Knežević

Zagreb, 2024



University of Zagreb
FACULTY OF KINESIOLOGY

Tomislav Barčan

**THE RELATIONSHIP OF PHYSICAL
FITNESS, CARDIOVASCULAR DISEASE
RISK FACTORS AND HEARING LOSS IN
MILITARY PILOTS**

DOCTORAL THESIS

Supervisor:

Associate professor Bojana Knežević, PhD

Zagreb, 2024

ZAHVALE

Ovaj rad posvećujem svojoj unuci Uni Sofiji jer me najviše potaknula da ga dovršim.

Dugujem veliku zahvalnost mentorici izv. prof. dr. sc. Bojani Knežević, prvo zbog toga što je prihvatila mentorstvo, potom što mi je pružila veliku nesebičnu pomoć i ukazala na pravilne postupke u izradi rada u razlučivanju bitnog, te iskazanoj iznimnoj marljivosti i strpljenju.

Posebno veliku zahvalnost dugujem svima koji su na bilo koji način pomogli u provedbi istraživanja, posebno pilotima i zrakoplovnom osoblju na susretljivosti, strpljivosti i pomoći tijekom provedbe eksperimentalnog dijela istraživanja.

Zahvalan sam članovima povjerenstva prof. dr. sc. Dražanu Dizdaru, izv. prof. dr. sc. Milanu Miloševiću i prof. dr. sc. Dariju Matiki na konstruktivnim savjetima tijekom konzultacija iz domene metodologije, koji su doprinijeli kvaliteti rada.

Zahvalan sam djelatnicima Kliničkog zavodu za laboratorijsku dijagnostiku KB Dubrava, pri provedbi laboratorijskih ispitivanja posebno prof. dr. sc. Željku Romiću i Biserki Orehovec, mag. med. lab. diag., na iznimnom trudu i susretljivosti tijekom provođenja laboratorijskog dijela istraživanja.

Zahvalan sam gospođi Đurđici Kamenarić na korisnim savjetima, toplom pristupu, osmijehu i ohrabrenjima za dovršetak rada.

Zahvalan sam cjelokupnom osoblju Zavoda za zrakoplovnu medicinu. Najljepše hvala mojim pomagačima . . . Jasminki, Biserki, Goranu, Jadranki, Snježani, Željku, Maji, Leu. . .

MENTOR :

Izv. prof. dr. sc. Bojana Knežević, dr.med. rođena je u Zagrebu, gdje je završila osnovno i srednjoškolsko obrazovanje. Na Medicinskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu diplomirala kao doktor medicine 1989. godine. Specijalistički ispit iz medicine rada položila je 2004. godine i stječe titulu specijalistica medicine rada. Doktorsku disertaciju na temu „Stres na radu i radna sposobnost zdravstvenih djelatnika u bolnici“ obranila je 10. rujna 2010. godine. Nakon proširenja specijalizacije iz medicine rada na područje sportske medicine upisuje dospecijalizaciju iz sportske medicine za specijalizaciju iz medicine rada i sporta te 21. srpnja 2011. godine stječe titulu specijalist medicine rada i sporta.

Obavezni liječnički staž odradila je u Centru za biomedicinska istraživanja u Zagrebu. Od 1990. do 1993. godine bila je zaposlena kao znanstveni istraživač u Centru za biomedicinska istraživanja u Zagrebu. Od 1993. do 2009. godine radila je u KBC Zagreb. Od 2009. do 2013. godine radila je kao liječnik specijalist i voditelj edukacije u Hrvatskom zavodu za zaštitu zdravlja i sigurnost na radu. Od 2013. godine do danas radi u KBC Zagreb, u Odjelu za osiguranje i unapređenje kvalitete zdravstvene zaštite. Godine 2014. stječe stručni naslov primarius, a od 2015. godine je na radnom mjestu voditelja Odjela za osiguranje i unapređenje kvalitete zdravstvene zaštite KBC-a Zagreb.

Od akad. god. 2015./2016. angažirana je kao vanjska suradnica Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, gdje je predaje u nastavi kolegija *Sportsko-rekreacijska medicina* na integriranom sveučilišnom studiju kineziologije i redovitom studiju Studijskog centra za izobrazbu trenera. Sudjeluje od 2011.g na poslijediplomskoj nastavi na specijalističkom studiju *Medicina rada i sporta*, Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, a od 2012. godine na sveučilišnom diplomskom studiju sestrinstva Medicinskog fakulteta *Ergonomija u medicini rada*. Na Metalurškom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu sudjeluje kao predavač na preddiplomskom studiju na predmetu *Profesionalne bolesti i ljudsko zdravlje* te kao voditelj i predavač na kolegiju *Zdravlje i očuvanje radne sposobnosti* koji je i inovirala na diplomskom studiju *Sigurnost, zdravlje na radu i radni okoliš*, Metalurškog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Aktivno je sudjelovala na brojnim domaćim i inozemnim skupovima iz područja medicine rada

i sporta. Od 13. lipnja 2023. izabrana je za naslovnog izvanrednog profesora na Kineziološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.

Recenzent je za više međunarodno indeksiranih časopisa. Članica je uredničkog odbora u svojstvu urednika u međunarodnom indeksiranom časopisu International Journal of Public Health (IF=5,1) od 2022., član je uredništva časopisa Journal of Health Study and Medicine od 2023., čiji je stalni recenzent od 2020.

Sudjelovala je u radu desetak međunarodnih projekata kao član upravnih odbora i radnih skupina. U tijeku su projekti u kojima obnaša vodeće pozicije (COST Akcija ERNST-koordinator za dobivanje stipendija za znanstvenike, COST Akcija Bettercare-voditelj radne skupine).

Sudjelovala je u radu domaćih projekata za unapređenje zdravlja na radu i više radnih stručnih skupina ministarstva zdravstva za izradu pravilnika i strategija, između ostalog u izradi Nacionalnog programa za zaštitu zdravlja zaposlenih u zdravstvu i izradi pravilnika vezanu uz standarde kvalitete zdravstvene zaštite.

Članica je društava Hrvatskog liječničkog zbora; Hrvatskog društva za medicinu rada (prva dopredsjednica od 2019.-2023.) i Hrvatskog društva za sportsku medicinu. Članica je Hrvatske liječničke komore i međunarodnog društva International Commission on Occupational Health (ICOH).

SAŽETAK :

Vojni piloti čine specifičan segment populacije vojnih djelatnika, koji su tijekom obavljanja letačkih zadaća izloženi visokim tjelesnim naporima, stresu i buci, što zahtijeva primjerenu psihičku i fizičku spremnost. Dosadašnja istraživanja ukazala su na visoku izloženost zrakoplovne populacije čimbenicima rizika kardiovaskularnih bolesti (KVB) i gubitku sluha, koji uz bolesti lokomotornog sustava predstavljaju najveće zdravstvene rizike. Cilj istraživanja je utvrđivanje povezanosti razine tjelesne spremnosti s čimbenicima rizika KVB i gubitaka sluha u uzorku vojnih pilota, kako bi se mogli planirati preventivni programi za očuvanje zdravlja.

Istraživanjem su izlučeni čimbenici rizika kardiovaskularnih bolesti (KVB), procijenjeno je stanje tjelesne spremnosti, izmjereni su elementi varijabilnosti srčanog ritma (HRV) tijekom upravljanja zrakoplovom, te je određen gubitak sluha u uzorku vojnih pilota.

Razina tjelesne spremnost određena je ergometrijom na pokretnoj traci za varijablu kardiorespiratorne sposobnosti (KRS), testirani su broj učinjenih sklekova i pregiba trupa u dvije minute, izmjereno je vrijeme potrebno za trčanje 2400 metara i izračunao se ukupan broj bodova.

Ispitivani uzorak čini 48 pilota muškog spola u dobi od 35-50 godina, kojima je letenje osnovna, odnosno svakodnevna aktivnost na višenamjenskom helikopteru (Mi-117Sh), školskom zrakoplovu (PC-9), protupožarnom zrakoplovu (CI-415) i nadzvučnom lovačkom zrakoplovu (Mig-21).

Promatrane varijable čimbenika rizika KVB čine: anamnestički podatci (dob, pušenje, broj sati naleta, podatak o hereditetu KVB), klinički pregled, mjerenja i izračuni indeksa tjelesne mase (ITM), opseg struka, opseg bokova, odnos opsega struka i bokova (WHR), pulsa u mirovanju, sistoličkog i dijastoličkog krvnog tlaka), zatim biokemijski pokazatelji razina u krvi (glukoze, ukupnog kolesterola, LDL kolesterola, HDL kolesterola, triglicerida, visoko osjetljivog C-reaktivnog proteina (CRP-HS i mokraćne kiseline). Pokazatelji razine psihičkog stresa dobiveni su psihološkim testiranjem akutne i kronične komponente (STAI X1 i X2), uz određivanje razine kortizola u krvi. Eksperimentalni dio istraživanja proveden je kontinuiranim mjerenjem elektrokardiografskih (EKG) parametara pilota tijekom upravljanja zrakoplovom, radi izlučivanja parametara varijabilnosti srčanog ritma (heart rate variability – HRV) u varijablama: SDNN (standardna devijacija između nn intervala), RMSSD (korigirana razlika srednjeg kvadrata uzastopnih RR intervala), pNN50% (postotak sukcesivnih nn intervala koji

se razlikuju više od 50 ms) i LF/HF (odnos niske i visoke frekvencije spektralne komponente HRV). SCORE index kardiovaskularnog rizika izračunao se iz dobivenih čimbenika rizika KVB. Gubitak sluha izmjeren je tonalnom audiometrijom obostrano na frekvencijama: 250 Hz, 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz, 3 kHz, 4 kHz i 8 kHz

Dobiveni podatci pokazali su visoku izloženost vojnih pilota čimbenicima rizika KVB iskazanih povišenim vrijednostima: LDL kolesterola (91,6%), opsega struka 70,8%, ukupnog kolesterola (77%) i sniženoj varijabilnosti srčanog ritma (HRV) u varijablama: SDNN (83%), pNN50% (60,4%) i omjeru LF/HF (58,3%). Povišeni indeks tjelesne mase (ITM) prisutan je kod većine vojnih pilota (68,8%), dok udio pušača predstavlja trećinu ispitanika (33%). Kod trećine ispitanika rezultati ukazuju na rizike razvoja KVB temeljem pokazatelja upale CRP-HS. Dobivene razine psihičkog stresa su niske, što je potvrđeno niskim razinama kortizola. Usporedba izloženosti čimbenicima rizika KVB u istraživanju, s ranije provedenim istraživanjima na vojnim pilotima pokazuju da nema tendencije promjene stanja.

Statistička obrada povezanosti varijabli tjelesne spremnosti i čimbenika rizika KVB pokazala je povezanost slabijih rezultata tjelesne spremnosti s većom ekspozicijom rizičnih čimbenika, Tako su rezultati vremena trčanja na 2400 metara povezani s razinama: mokraćne kiseline, opsega struka, visine sistoličkog tlaka, indeksa tjelesne mase - ITM i SCORE indeksa, dok je broj pregiba trupa povezan s razinom odnosa ukupnog/HDL kolesterola i pokazateljem upale izraženim CRP-HS i SCORE indeksa. Kardiorespiratorna sposobnost (KRS) je značajno povezana s visinom sistoličkog tlaka, odnosom ukupnog/HDL kolesterola i varijablama HRV: SDNN i LF/HF. Broj učinjenih sklekova je povezan samo s kombiniranim pokazateljem kardiovaskularnog rizika SCORE

Gubitak sluha prikazan je na tri načina: po Fowler-Sabine, gubitcima na mjerenim frekvencijama i obostranom modelu po Pelausi. Gubitak sluha po Fowler-Sabineu nije pokazao povezanost s varijablama čimbenika rizika kardiovaskularnih bolesti i tjelesne spremnosti. Postoji povezanost slabijih rezultata procjene tjelesne spremnosti i većeg gubitka sluha. Tako su varijable vremena potrebnog za trčanje 2400 metara i broja pregiba trupa povezani s gubitcima sluha lijevo u prikazima po frekvencijama i po Pelausi.

Prikazane su povezanosti tjelesne spremnosti i čimbenika rizika KVB na gubitke sluha po frekvencijama na pojedinom uhu, te se dao prilog teoriji većoj vulnerabilnosti lijevog uha i konačnim učincima čimbenika rizika na ukupno slušanje.

Postoji povezanost većeg gubitka sluha u prikazu po frekvencijama s većom ekspozicijom čimbenika rizika KVB. Postoji povezanost s razinom triglicerida na desnoj strani, dok na lijevoj strani postoje povezanosti s odnosom ukupnog/HDL kolesterola, glukoze u krvi (GUK) i

pokazateljima upale (CRP-HS, mokraćna kiselina). Vidljiva je povezanost s više čimbenika rizika KVB lijevo, koji zahvaćaju govorno područje što više oštećuje slušanje. Veći gubitak sluha po Pelausi povezan je s višim razinama kardiovaskularnih rizika: ITM, opsegu struka, opsegu bokova, razine GUK, triglicerida, odnosa ukupnog/HDL kolesterola, pulsa u mirovanju i SCORE indeksa. Nema povezanosti oštećenja sluha s varijablama HRV i psihičkim stresom. Istraživanje je pokazalo dobar odabir testova procjene tjelesne sposobnosti, koji pokazuju visoku izloženost rizicima KVB u vojnih pilota, na što je moguće preventivno djelovati stimulacijom tjelovježbe, nepušenja i promjenom prehrambenih navika. Povezanost razine čimbenika rizika KVB s rezultatima tjelesne spremnosti ukazuju na potrebu dodatnih preventivnih pregleda u cilju rane dijagnostike KVB, kod vojnih pilota srednje dobi s nižim rezultatima tjelesne sposobnosti i to posebno u varijabli sniženog broja pregiba trupa i produženog vremena trčanja za 2400 metara.

Rezultati istraživanja pokazuju da primjena preventivnih mjera, odnosno djelotvorno snižavanje rizika KVB, uz pravilnu primjenu mjera zaštite od buke, zajednički istovremeno djeluje na prevenciju KVB i zaštitu sluha u vojnih pilota.

Navedene prijedloge je potrebno implementirati u buduće pravilnike s ciljem produženja radnog i životnog vijeka vojnog pilota, a time i bojeve spremnosti.

Ključne riječi: kardiorespiratorna sposobnost (KRS), vojni piloti, tjelesna spremnost, čimbenici rizika kardiovaskularnih bolesti, varijabilnost srčanog ritma u letenju, oštećenje sluha bukom

SUMMARY :

Military pilots are a specific segment of the population of military personnel who are exposed to high physical exertion, stress and noise while performing flight tasks, which requires appropriate mental and physical fitness. Previous research has shown the high exposure of the aviation population to risk factors for cardiovascular disease (CVD) and hearing loss which, along with diseases of the locomotor system, represent the greatest health risks. The aim of the research is to determine the connection between the level of physical fitness and risk factors for CVD and hearing loss in a sample of military pilots, so that preventive programs for health preservation can be planned.

The research identified cardiovascular disease risk factors (CVD), assessed the state of physical fitness, measured elements of heart rate variability (HRV) during flight, and determined hearing loss in a selected sample of military pilots.

The level of physical fitness was determined by treadmill ergometry for the cardiorespiratory fitness variable (CRF), the number of push-ups and sit-ups in two minutes were tested, the time required to run 2400 meters was measured and the total number of points was calculated.

The examined sample consists of 48 male pilots aged 35-50 years, for whom flying is a basic, i.e. everyday activity on a multi-purpose helicopter (Mi-117Sh), training aircraft (PC-9), firefighting aircraft (CI-415) and supersonic fighter aircraft (Mig-21).

Observed variables of CVD risk factors include: anamnestic parameters (age, smoking, number of flight hours, data on CVD heredity), clinical examination, measurements and calculations of body mass index (BMI), waist circumference, hip circumference, ratio of waist and hip circumference (waist-to-hip ratio - WHR), heart rate at resting, systolic and diastolic blood pressure), as well as laboratory blood indicators (glucose, total cholesterol, LDL cholesterol, HDL cholesterol, triglycerides, highly sensitive C-reactive protein (CRP-HS and uric acid). Psychological stress levels were obtained by testing of the acute and chronic components (STAI X1 and X2), along with the determining the cortisol level in the blood. The experimental part of the research was carried by continuous measurement of the pilots' ECG parameters during flight in order to extract heart rate variability (HRV) parameters in variables: SDNN

(standard deviation between nn intervals), RMSSD (root mean square difference of successive RR intervals), pNN50% (percentage of successive nn intervals that differ by more than 50 ms) and LF/HF (low and high frequency ratio of the spectral component of HRV). Hearing loss was measured bilaterally by tone audiometry at frequencies: 250 Hz, 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz, 3 kHz, 4 kHz and 8 kHz.

The obtained data showed a high exposure of military pilots to CVD risk factors expressed by elevated values: LDL cholesterol (91.6%), waist circumference 70.8%, total cholesterol (77%) and reduced heart rate variability (HRV) in the variables: SDNN (83%), pNN50% (60.4%) and LF/HF ratio (58.3%). An elevated body mass index (BMI) is present in the majority of military pilots (68.8%), while the proportion of smokers represents a third of the respondents (33%). In a third of the subjects, the results indicate the risks of developing CVD based on the inflammation indicator CRP-HS. The obtained levels of psychological stress are low, which is confirmed by low cortisol levels. A comparison of the exposure to CVD risk factors in the research, with previously conducted research on military pilots shows that there is no tendency to change the condition.

Statistical analysis of the connection between physical fitness variables and CVD risk factors indicated the association of weaker physical fitness results with greater exposure to risk factors. Thus, the results of running time at 2400 meters are related to the levels of: uric acid, waist circumference, systolic pressure level, body mass index - BMI and SCORE index, while the number of sit-ups is associated with the level of the ratio total/HDL cholesterol and the indicator of inflammation expressed by the level of CRP-HS. Cardiorespiratory fitness (CRF) is significantly associated with the systolic blood pressure, total/HDL cholesterol ratio and HRV variables: SDNN and LF/HF. The number of push-ups performed was only associated with the combined cardiovascular risk score SCORE

Hearing loss is presented in three ways: according to Fowler-Sabine, losses at measured frequencies and according to Pelsusa model. Hearing loss according to Fowler-Sabine did not show an association with cardiovascular disease risk factor variables and physical fitness. There is an apparent association between weaker results of the assessment of physical fitness and greater hearing loss, thus the variables of the time required to run 2400 meters and the number of sit-ups are associated with hearing loss on the left side in the representations by frequencies and according to Pelsusa.

The correlations between physical fitness and CVD risk factors on hearing loss at frequencies in each ear are presented, and a contribution is made to the theory of greater vulnerability of the left ear and the final effects of risk factors on overall hearing.

There is an association of greater hearing loss in frequency display with greater expression by reducing CVD risk factors. Thus, there is an association with the level of triglycerides on the right side, while on the left side there are associations with the ratio of total/HDL cholesterol, blood glucose (GUC) and indicators of inflammation (CRP-HS, uric acid). There is an apparent association with several left CVD risk factors, which are associated with hearing loss in the speech area, which damages the hearing more. Greater hearing loss according to Pelausa is associated with higher levels of cardiovascular risks: BMI, waist circumference, hip circumference, GUC levels, triglycerides, total/HDL cholesterol ratio, resting heart rate and SCORE index. There is no connection between hearing loss and HRV variables and psychological stress.

The research showed a good selection of physical fitness assessment tests, which indicate a high exposure to CVD risks in military pilots which can be prevented by stimulating exercise, not smoking and changing dietary habits. The high correlation of the level of CVD risk factors with the results of physical fitness indicates the need for additional preventive examinations aimed at early diagnosis of CVD, in middle-aged military pilots with lower results of physical fitness, especially in the variable of a reduced number of sit ups and prolonged time running on 2400 meters.

The results of the research show that the application of preventive measures, i.e. the effective reduction of the risk of CVD along with the proper application of measures to protect against noise, simultaneously works on the prevention of CVD and the protection of hearing in military pilots.

The aforementioned proposals should be implemented in future regulations in order to extend the working and life span of military pilots and thereby combat readiness.

Key words: cardiorespiratory fitness (CRF), military pilots, physical fitness, cardiovascular disease risk factors (CVD), heart rate variability in flight, noise-induced hearing loss (NIHL)

Popis kratica:

ANT+™	bežični protokol prijenosa podataka
CŽS	centralni živčani sustav
CRP	C - reaktivni protein
CRP-HS	hipersenzitivni C reaktivni protein
CVI	cerebrovaskularni inzult (moždani udar)
dB	decibel
DNK	deoksiribonuleinska kiselina
EKG	elektrokardiogram
GUK	glukoza u krvi
G – opterećenja	gravitaciona opterećenja
HF/LF	high frequency/low frekvency -varijabla HRV
HDL	high density lipoprothein
HRV	heart rate variability (varijabilnost srčanog ritma)
HRMax-HRMin	prosječna razlika pulsa kod svakog respiratornog ciklusa
ITM	indeks tjelesne mase
IDL	lipoproteini srednje gustoće
LDL	low density lipoprothein
KVB	kardiovaskularne bolesti
KRS	kardiorespiratorna sposobnost
MET	metabolički ekvivalent (3,5 ml O ₂ /min/70 kg)
MESA	Multi Ethnic Study of Atherosclerosis (studija praćenja ateroskleroze na više etničkih grupa)
MS	metabolički sindrom
MK	mokraćna kiselina (Acidi urici)
NATO	North Atlantic Threty Organisation
NO	dušični oksid
PROCAM	Prospective cardiovascular Munster
pNN50%	postotak sukcesivnih nn intervala koji se razlikuju više od 50 ms
RNK	ribonukleinska kiselina
ROS	reaktivni spoj kisika u duhanskom dimu
RON/ROS	reaktivni spojevi dušika i kisika u duhanskom dimu
RR	krvni tlak (mjeren sfingomanometrom po Riva-Rocci)
RR interval	razmak između 2 R-valova EKG-a kod HRV-a
RMSSD	korijen razlika srednjeg kvadrata uzastopnih RR intervala
SAD	Sjedinjene Američke Države)
SDNN	standarna devijacija između nn intervala
SDANN	standardna devijacija između prosječnih nn intervala
SDRR	standardna devijacija između rr intervala
STAI	State-Trait Anxiety Inventory – psihološki test
ST	interval između S i T vala na EKG-u
TINN	polazna širina histograma rr intervala HRV-a
UZV	ultrazvuk
ULF	ultra niska frekvencija – snaga kod frekvencijske domene HRV-a
VLF	vrlo niska frekvencija – kod frekvencijska domene HRV-a
VLDL	very low density lipoprothein (lipoprotein vrlo male gustoće)

VO₂max maksimalni primitak volumena kisika – mjera KRS (ml
O₂/kg/min)
SZO Svjetska zdravstvena organizacija (engl. WHO)
WHR waist-to-hip ratio (odnos obima struka i bedra)
ZzM Zavod za zrakoplovnu medicinu

SADRŽAJ :

1. UVOD U PROBLEM

1.1.	Kardiovaskularne bolesti u vojnih pilota	1
1.1.1.	Čimbenici rizika KVB u vojnih pilota	5
1.1.2.	Pokazatelji kardiovaskularnih rizika u vojnih pilota	26
1.2.	Gubitak sluha u vojnih pilota	30

2. CILJEVI I HIPOTEZE	36
--	-----------

3. METODE RADA	37
---------------------------------	-----------

3.1	Sudionici istraživanja	37
3.2.	Varijable	38
3.3.	Protokol istraživanja	46
3.4.	Metode obrade podataka	47

4. REZULTATI	49
-------------------------------	-----------

4.1.	Rezultati prikaza udjela čimbenika rizika KVB u vojnih pilota	50
------	---	----

4.2	Deskriptivno statistički podatci varijabli tjelesne spremnosti, čimbenika rizika KVB i gubitka sluha	52
-----	--	----

4.3	Rezultati statističke obrade povezanosti varijabli pokazatelja tjelesne uhranjenosti s varijablama procjene tjelesne spremnosti	66
-----	---	----

4.4.	Rezultati statističke obrade povezanosti varijabli biokemijskih čimbenika rizika KVB s varijablama procjene tjelesne spremnosti	67
------	---	----

4.5.	Rezultati statističke obrade međusobne povezanosti varijabli tjelesne spremnosti, ispitanih fizioloških čimbenika rizika KVB i ukupnog naleta s varijablama procjene tjelesne spremnosti	69
------	--	----

4.6.	Rezultati statističke obrade povezanosti varijabli HRV s varijablama procjene tjelesne spremnosti	71
------	---	----

4.7.	Rezultati statističke obrade povezanosti varijabli procjene psihičkog stresa s varijablama procjene tjelesne spremnosti	72
------	---	----

4.8.1.	Rezultati statističke obrade povezanosti varijabli gubitka sluha po Fowler-Sabine s varijablama čimbenika rizika KVB i varijabli procjene tjelesne spremnosti	72
--------	---	----

4.8.2.	Rezultati statističke obrade povezanosti varijabli gubitka sluha po frekvencijama oba uha s varijablama čimbenika rizika KVB i varijabli procjene tjelesne spremnosti, uz primijenjenu parcijalnu korelaciju s kontrolnom varijablom dobi	75
4.8.3.	Rezultati statističke obrade povezanosti varijabli modela obostranog gubitka sluha s varijablama procjene tjelesne spremnosti, čimbenika rizika KVB i ukupnog naleta	86
5.	RASPRAVA	91
5.1.	Izloženost vojnih pilota čimbenicima rizika od kardiovaskularnih bolesti (KVB)	91
5.2.	Povezanost tjelesne spremnosti vojnih pilota s čimbenicima rizika od kardiovaskularnih bolesti (KVB)	95
5.3.	Povezanost gubitka sluha, čimbenika rizika od kardiovaskularnih bolesti (KVB), tjelesne spremnosti i ukupnog naleta u vojnih pilota	99
6.	ZAKLJUČAK	108
7.	POPIS LITERATURE	111
9.	ŽIVOTOPIS	141

1. UVOD U PROBLEM

1.1. Kardiovaskularne bolesti u vojnih pilota

Kardiovaskularne bolesti (KVB) predstavljaju vodeći uzrok smrtnosti i invalidnosti u svijetu, uzrokujući gotovo trećinu mortaliteta. Poseban problem predstavlja porast pojavnosti KVB, jer je takav nepovoljan trend postao izražen u zemljama u razvoju zbog promjena životnog stila, dok su ranije bile zastupljene u razvijenim zemljama (Koon i Rafiq, 2021; Ghebreyesus., 2022). KVB čine vodeći javno zdravstveni problem u Republici Hrvatskoj uzrokujući 43,7% ukupnog mortaliteta (Kralj i sur., 2022). Pozitivnu stranu takve ozbiljne slike KVB, pruža mogućnost prevencije. Tako se izbjegavanjem tri čimbenika rizika: pušenja, nepravilne prehrane, uz primjereno tjelesno vježbanje može spriječiti 80% prijevremenih kardiovaskularnih smrti (Essien i sur., 2014).

Populacija vojnih pilota je visoko specifična skupina, kojima profesionalni rad zahtijeva primjerenu psihičku i fizičku spremnost zbog stalne izloženosti tjelesnim naporima, naglim ubrzavanjima i usporenjima, naglim promjenama nadmorske visine, hipoksiji, promjenama gravitacionih opterećenja, temperaturnim oscilacijama, psihičkom opterećenju i buci. Takvi ponavljani stresovi i sedentarni rad u skućenom prostoru pilotske kabine povećavaju zdravstvene rizike KVB i oštećenja lokomotornog sustava. (Rintala i sur., 2015; Zhao i sur. 2018; Maculewicz i sur., 2022). Prvo istraživanje čimbenika rizika KVB vojnih pilota u Republici Hrvatskoj provedeno je 2007. godine, potaknuto empirijski uočenim porastom pojavnosti KVB uz prisutnu višu izloženost čimbenicima rizika KVB i to najčešće ne vezano za dob, nego prisutno i kod mlađih vojnih pilota. Provedenim istraživanjem identificirani su povećani čimbenici rizika, čime su potvrđena empirijska opažanja (Belošević i sur., 2007). Prošireno istraživanje provedeno na hrvatskim vojnim pilotima višenamjenskih helikoptera, školskog dozvučnog zrakoplova, protupožarnog zrakoplova i mehaničarima letačima, pokazalo je također visoku izloženost čimbenicima rizika KVB: u povećanom indeksu tjelesne mase - ITM, povećanom opsegu struka, povišenoj razini glukoze, povećanoj razini triglicerida, povišenoj razini kolesterola, pušenju, nedostatnoj tjelesnoj aktivnosti, psihičkom stresu i pozitivnoj obiteljskoj anamnezi na KVB. Najviše čimbenika rizika KVB bilo je prisutno kod pilota protupožarnog zrakoplova, koji su u istraživanju bili najstariji (Belošević., 2009). Slabija motorička spremnost vojnih pilota i visoka izloženost čimbenicima rizika KVB potvrđena je istraživanjem provedenom na vojnim pilotima u okviru klaster projekta Kineziološkog

fakulteta Sveučilišta u Zagrebu „Definiranje antropološkog statusa pripadnika OS RH“ tijekom 2008. godine u podprojektu „Struktura i vrednovanje kondicijske pripremljenosti vojnih pilota“. Rezultati su ukazali na nisku razinu tjelesne spremnosti vojnih pilota, koja je bila slabija od ročnih vojnika. Provedeno istraživanje ponovno je ukazalo na povećane rizike KVB u zrakoplovnoj populaciji: pušenje, prekomjeran indeks tjelesne mase s izraženim udjelom pretilosti, povećani opseg struka, povišeni krvni tlak, povećana razina LDL kolesterola u krvi, snižena razina HDL kolesterola, rizičan omjer ukupnog i HDL kolesterola i prisutnost metaboličkog sindroma (Klaster projekt, 2008).

Takva istraživanja provedena u svijetu na vojnim pilotima pokazala su slične rezultate. Tako je studija 10-godišnjeg praćenja čimbenika rizika i pojavnosti KVB u mađarskih vojnih pilota ukazala na visoku zastupljenost, uzrokujući 10% prizemljenja zrakoplova. Zamijećeno je da se broj čimbenika rizika KVB povećava sukladno s dobi, ali je iznimka uočena u pilota starijih od 45 godina, u odnosu prema mlađim ispitanicima, jer je u starijih bila prisutna niža pojavnost, suprotno očekivanjima. Uočena su poboljšanja u usporedbi s njihovim ranijim nalazima, što se povezuje pozitivnim promjenama životnog stila, zbog motivacije da što duže ostanu u letačkoj službi (Grosz i sur., 2007). Istraživanje provedeno u SAD-u i Kanadi pokazalo je visoki udio KVB, od 25%, u populaciji civilnih pilota (Parker i sur., 2001). Studija 40-godišnjeg praćenja čimbenika rizika i pojavnosti KVB u vojnih pilota, pokazala je da se manifestna KVB razvija u 17% slučajeva u dobi od 55 godina, kod ispitanika koji imaju prisutne čimbenike rizika od mladosti, dok kod ispitanika bez prisutnih čimbenika bolesti se razvija kod samo 2% (Clark i sur., 1994). Istraživanje provedeno u Poljskoj na vojnim pilotima nadzvučnih zrakoplova, pokazalo je prisutnost povećanih razina kolesterola, triglicerida i LDL kolesterola, uz sniženje razina HDL kolesterola, uz natpolovičan udio prekomjerne tjelesne mase i 25% pušača (Mazurek i sur., 2000). Velika studija provedena na mornaričkim vojnim pilotima u SAD-u, praćenim tijekom 40 godina, pokazala je sniženu pojavnost KVB u skupini koja je prakticirala zdravi životni stil (York i sur., 1986). Komparativna studija provedena na vojnim pilotima u Škotskoj u dva vremenska presjeka, tijekom u 1998. i 2012. godine, pokazala je trend smanjenja udjela pušača, porasta tjelesne mase, manju konzumaciju alkohola i niži krvni tlak (Rutlege i sur., 2012). Slično istraživanje o izloženosti čimbenicima rizika KVB u vojnih pilota njemačkog ratnog zrakoplovstva, provedeno u dva vremenska perioda između 2007.-2009. godine i 2016.-2018. godine, pokazalo je trend pada udjela hipertenzije i povećanje skora rizika KVB, uzrokovano starenjem letačke populacije (Sammito i Guttler., 2020).

Trend visoke izloženosti čimbenicima rizika KVB pilota osobito je izražen u civilnom zrakoplovstvu. Tako u SAD više od polovine komercijalnih pilota ima povećanu tjelesnu masu,

izraženi umor, nedovoljnu razinu tjelesne aktivnosti uz redovnu konzumaciju alkohola (Wilson i sur., 2022).

Osnovu razvoja KVB čini dugotrajan proces ateroskleroze, koji se polako asimptomatski desetljećima razvija u stijenci arterija, počevši od rođenja. Dugotrajni razvoj ateroskleroze u konačnici dovodi do stvaranja arteriosklerotskih naslaga - plakova, koji progresijom dovode do ishemijskih sindroma opskrbljivanog područja, odnosno kliničkih manifestacija KVB. Istraživanja mehanizma razvoja ukazala su na upalu endotela arterija kao najvažnijeg uzročnika. KVB su prema Svjetskoj zdravstvenoj organizaciji - WHO definirane kao poremećaji srca i krvnih žila koji uključuju: koronarnu bolest srca odnosno bolesti krvnih žila koje opskrbljuju srčani mišić, cerebrovaskularne bolesti odnosno bolesti krvnih žila koje opskrbljuju mozak, periferne arterijske bolesti odnosno bolesti krvnih žila koje opskrbljuju ekstremitete, reumatske srčane bolesti odnosno oštećenja srčanog mišića i srčanih zalistaka zbog posljedica reumatske groznice, potom prirodene srčane bolesti, duboku vensku trombozu i plućnu emboliju. Infarkt srčanog mišića, moždani udar i plućna embolija čine akutne oblike KVB, nastale trenutnim blokiranjem protoka krvi u srce, mozak i pluća (WHO, 2021b). KVB vezane za koronarnu bolest srca, odnosno smanjene ili prekinute opskrbe krvlju srčanog mišića klinički se manifestiraju kao: angina pectoris, akutni infarkt miokarda, poremećaji srčanog ritma i iznenadna smrt (Sweis i Jivon, 2022).

Razvoj KVB ovisi o brojnim čimbenicima: dobi, spolu, životnim navikama, genetskim čimbenicima, tjelesnoj aktivnosti, stanju stresa, metaboličkim promjenama, poremećajima koagulacije, krvnom tlaku, debljini, socioekonomskim i mnogim čimbenicima (zagađenje zraka, životnom okolišu i drugo). Čimbenici rizika KVB mogu se osnovno podijeliti u dvije grupe, na **nepromjenjive čimbenike**: dob, spol, pozitivna obiteljska sklonost na KVB i preegzistirajuća aterosklerotska KVB i **promjenjive čimbenike**: povišeni krvni tlak, povišene razine kolesterola u krvi, pušenje, šećerna bolest, pretilost i tjelesna neaktivnost. Novija podjela čimbenika rizika KVB ih dijeli na: **nepovratne** (dob, spol, genetski čimbenici), **dijelom povratne** (povišenje razine kolesterola u krvi, povišeni trigliceridi u krvi, povišena razina glukoze u krvi, povišene razine kolesterola prenošenog lipoproteinima male gustoće (LDL kolesterol), snižene razine kolesterola prenošenog lipoproteinima velike gustoće (HDL kolesterol), **povratne** (pušenje cigareta, povišeni krvni tlak, pretilost) i **ostale** čimbenike (sjedilački način života, nedostatak tjelesne aktivnosti, stres) (Mišigoj-Duraković i sur., 2018; Babić i sur., 2018; Maculewicz i sur., 2022).

Proces ateroskleroze postaje vidljiv u drugom desetljeću života, kao masna pruga s unutrašnje strane arterija. (Babić i sur., 2018; Galkina i sur., 2009). Razvoj ateroskleroze počinje

oštećenjem endotelnih stanica arterija, čime se omogućava akumulacija LDL kolesterola u sloju intime arterija. Na oštećene endotelne stanice vežu se monociti i T-stanice, koji migriraju u subendotelni prostor aktivirajući upalu. U subendotelu monociti prelaze u makrofage. Lipidi u krvi, osobito lipoproteini male gustoće (LDL) vežu se na endotelne stanice i potom oksidiraju u subendotelu, pretvarajući makrofage u “pjenušave stanice”, što čini ranu aterosklerotsku leziju opisanu kao „masna pruga”. Oksidirani LDL kolesterol aktivira kemokine i citokine, uz aktivaciju imunološkog sustava. Nakupljanje LDL kolesterola u sloju intime arterija smanjuje proizvodnju dušičnih oksida, koji djeluju vazodilatatorski, te onemogućavaju fiziološku vazodilataciju kod povećanih potreba. Makrofagi otpuštaju upalne citokine, potičući migraciju stanica glatkih mišića iz srednjeg sloja arterija, stvarajući ekstracelularni matriks, tvoreći osnovu subendotelnog fibroznog plaka, koji se sastoji od stanica intime glatkog mišića okruženih vezivom, uz intracelularne i ekstracelularne lipide. Aterosklerotski plakovi se sastoje od fibrinske kape i lipidne jezgre, čiji su odnosi bitni za stabilnost plaka. Naime, što je jezgra veća i kapa tanja plak je nestabilniji i obrnuto. Aterosklerotski plak može biti stabilan ili nestabilan. Stabilan plak se smanjuje, ostaje statičan ili raste sporo, dok u konačnici može uzrokovati suženje ili začepljenje arterije. Nestabilni plakovi su skloni eroziji, fisuriranju ili rupturi, uzrokujući akutnu trombozu, začepljenje ili infarkt, puno ranije nego što bi doveli do suženja lumena arterije. Stabilnost aterosklerotskog plaka dodatno ovisi o ravnoteži između stvaranja i razgradnje kolagena. Zadebljanje intime arterija i slabiji vazodilatacijski odgovor smanjuju perfuziju područja opskrbe (Galkina i sur., 2009; Kobiyana i Lei., 2018; Jebari-Benslaima.,2022; Libby, 2021). Kod dugotrajnog razvoja ateroskleroze, dolazi do nakupljanja kalcija u aterosklerotičnim plakovima, čineći ih nestabilnima, povećavajući mogućnost rupture, tromboze i okluzije u području opskrbe zahvaćene arterije. Tako nastaju najteže varijante KVB bolesti (Kocmur i sur., 2017; Ding i sur., 2016; Libby, 2021, Narula i sur., 2020). Aktivirani makrofagi u plaku izlučuju metaloproteinaze, katepsine i kolagenaze, koji razgrađuju fibroznu kapu uzrokujući rupturu. Navedeni enzimi razgrađuju fibrozni matriks kape, naročito na rubovima, čime se fibrozni sloj stanjuje. Dodatnu negativnu ulogu u rupturi aterosklerotskog plaka imaju T-stanice u plaku, koje izlučuju citokine inhibirajući sintezu i odlaganje kolagena u glatkim mišićnim stanicama, čime ga dodatno destabiliziraju (Bauley i sur., 2016; Zwakenberg i sur., 2018; Ambhia i sur., 2012). Značajan čimbenik ishoda rupture plaka je koagulabilnost krvi, odnosno razina fibrinogena (Pandrc i sur., 2022).

Čimbenici rizika KVB djeluju različitim mehanizmima na razvoj ateroskleroze, često je njihovo djelovanje udruženo, pa se učinak povećava i u konačnici ima progresivan učinak na razvoj KVB. Razvoj KVB određen je brojnim čimbenicima, identificirane su stotine različitih

psihosocijalnih, genetskih, prehrambenih, ekoloških i metabolički čimbenika rizika. Novija istraživanja provedena na animalnom modelu pokazuju mogućnosti terapije ateroskleroze ligandom (APRIL), koji se veže za heparin-sulfat proteoglikane u subendotelnom prostoru. Time se modificira razvoj ateroskleroze u početnoj fazi, kompetitivnim vezanjem APRIL liganda na proteoglikane, onemogućavajući vezanje oksidiranog LDL kolesterola u subendotelnom prostoru (Cully 2021; Tsiantosulas i sur., 2021).

Na razvoj ateroskleroze i KVB najveći utjecaj imaju dob, spol, pušenje cigareta, šećerna bolest, dislipidemije i hipertenzija, u odnosu na ostale čimbenike rizika (Fruchart i sur., 2004; Zmyslowski i sur., 2017). Loše spavanje također predstavlja značajan čimbenik rizika KVB, kojemu se pripisuje gotovo 10% kardiovaskularnih događaja (Fan i sur., 2020).

1.1.1. Čimbenici rizika KVB u vojnih pilota

Dob

Pojavnost KVB raste usporedo s dobi, zbog vremenskog protoka potrebnog razvoju ateroskleroze, predstavljajući značajan čimbenik rizika KVB. Rizik iznenadne smrti od KVB u dobi od 55 godina je 4 puta veći nego u dobi od 45 godina, u populaciji s istovjetnim čimbenicima rizika i razinom tjelesne spremnosti (Berry i sur., 2011). Starenjem se pridružuju dodatni čimbenici rizika KVB, koji povećavaju rizike (Baralla i sur., 2015; Wiliam i sur., 2009; Lind i sur., 2018). Starenje funkcionalno smanjuje razinu tjelesne spremnosti, što dodatno umanjuje zaštitnu sposobnost od razvoja KVB (Walker i sur., 2014; Silva i sur., 2016).

Dob predstavlja jedan od najvažnijih čimbenika razvoja KVB, iako ga je teško izdvojiti kao samostalni čimbenik rizika, jer je najčešće udružen s ostalim. Kada su čimbenici rizika KVB ugrađeni u multivarijabilni regresijski model, dob postaje neovisni čimbenik rizika, što je potvrđeno istraživanjima Framingham studije, kada su promatrane osobe u srednjoj životnoj dobi (30–62 godine) i mlađi sudionici (<40 godina) u InterHeart studiji. Rezultati studija pokazali su da smanjenje ili odsustvo dodatno stečenih čimbenika rizika KVB smanjuje smrtnost. Studije su prepoznale čimbenike rizika KVB, što je dovelo do primjene preventivnih mjera (Assman i sur., 2002). Trenutno se koristi više procjena rizika KVB u pojedinaca koje uključuju dob kao glavni prognostički čimbenik. Istraživanja provedena koronarnom CT-angiografijom pokazala su značajnu povezanost dobi s razvojem ateroskleroze na koronarnim arterijama (Nakazato i sur., 2014).

S druge strane, životni rizik od KVB-a je niži u dobi od 70 godina, nego s 50 godina za pojedince čiji su pridruženi čimbenici rizika nepromijenjeni. Jedno od objašnjenja ovog zapažanja je da starije osobe imaju kraće vremensko razdoblje za razvoj KVB i veću opasnost od smrti zbog kompetitivnih uzroka. Drugo objašnjenje je da oni koji dulje žive, imaju prirodenu sposobnost manjeg opterećenja čimbenicima kardiovaskularnog rizika, te zato imaju manje rizike ili zbog genetskog sastava otpornosti na razvoj kardiovaskularnih bolesti (Dhingra i sur., 2012). Tako je u dugovječnih ispitanika na Sardiniji pokazana značajnost razine apolipoproteina – klausterina, koji ima zaštitni učinak od razvoja malignih bolesti i ateroskleroze, a nalazi se na 8-om kromosomu, pružajući dokaz genetske uloge razvoja KVB (Baralla i sur., 2015).

Razvoj KVB ide u tri faze, od početnog oštećenja endotela, preko višegodišnjeg razvoja aterosklerotskih promjena i konačnog pucanja aterosklerotskog plaka, što je podložno višestrukim utjecajima na razvoj bolesti, osim samog protoka vremena. Utjecaji, promjene ili izostanak pojedinih aterogenih čimbenika, jednako kao stabilnosti plaka, ne mora nužno u konačnici dovesti do fatalnog ishoda KVB (Tuteja i sur., 2014).

Epidemiološka istraživanja na velikom uzorku opće populacije, pokazala su da preživljavanje do 85 godina starosti najviše ovisi o teretu utvrđenih čimbenika rizika KVB koji se prenose od srednje dobi na dalje. Kontroliranje ili izbjegavanje čimbenika rizika KVB može značajno povećati preživljavanje do poznije dobi i smanjiti dio starenjem pridruženih rizika.

Longitudinalno istraživanje rizika KVB provedeno u Švedskoj na sredovječnim muškarcima, praćenim tijekom četrdeset godina, pokazalo je da utjecaj tradicionalnih kardiovaskularnih čimbenika rizika razvoja KVB opada starenjem, osim u slučajevima povećanih razina LDL-kolesterola za infarkt miokarda, te povišenog ITM i viših razina glukoze u krvi (GUK) za zatajenje srca i incidentne kardiovaskularne bolesti u starosti (Lind i sur., 2018). Također, procesi starenja povećavaju izraženost KVB snižavanjem srčane rezerve, u vrijeme kada su procesi prilagodbe manje djelotvorni. Kombinacija navedenih čimbenika predstavlja povećani rizik razvoja fatalnog oblika KVB. Starenjem se srce strukturalno zadebljava i ukrućuje, što rezultira smanjenom funkcionalnom sposobnošću. Funkcionalno, starenje uzrokuje značajne deficite snižavanjem srčane rezerve, što u konačnici smanjuje fiziološki odgovor tijela na opterećenje. Srce u starosti ima manju strukturalnu učinkovitost, uz to slabi sposobnost obnavljanja oštećenog srca (Strait i sur., 2012). Dob je također značajno povezana s povećanom razinom upale, slabijom razinom tjelesnih sposobnosti i komorbiditetima (Brinkley i sur., 2009). U populaciji američkih komercijalnih pilota prisutna je tendencija veće pojavnosti čimbenika rizika KVB uzrokovanim starenjem letačke populacije (Wilson i sur., 2022). Takvo

stanje opisano je i u njemačkom zrakoplovstvu zbog starenja letačke populacije (Sammito i Guttler., 2020).

Spol

Muški spol predstavlja istaknuti čimbenik rizika KVB u epidemiološkim istraživanjima, bez obzira na pojavu ostalih čimbenika. Razvoj aterosklerotskih promjena na koronarnim i perifernim arterijama u žena dolazi prosječno 10-15 godina kasnije nego kod muškaraca, kao i sama pojavnost KVB. Smrtnost od KVB je u dobi od 35 do 44 godine kod muškog spola 5-6 puta veća nego u žena, dok se u kasnijoj dobi razlika smanjuje, te je u dobi od 65 do 74 godine u muškog spola dvostruko veći mortalitet u odnosu prema ženskom spolu. Žene kod kojih menopauza nastupi ranije imaju tri puta veću pojavnost KVB, od onih koje u istoj dobi imaju ciklus (Mikkola i sur., 2013; Mann i sur., 2020). Kod muškaraca, u odnosu na žene, postoji veći utjecaj pušenja cigareta na razvoj ateroskleroze u odnosu na druge čimbenike rizika KVB (Terzić-Avdagić 2009). Davanje spolnih hormona ženama nakon menopauze, kao i muškarcima, ne smanjuju rizike KVB, nego ih povećavaju (Merz i sur., 2015; Boardman i sur., 2015; Bushnell i sur., 2018).

KVB čine vodeći uzrok smrtnosti i oboljevanja u oba spola, što potvrđuju epidemiološke studije. Postoje značajne spolne razlike u pojavnosti, kliničkim slikama i ishodima različitih oblika KVB. Unatoč kasnijem razvoju KVB u ženskoj populaciji, one predstavljaju značajan uzrok smrtnosti u poznijoj dobi, te u konačnici su više u žena nego muškaraca uzrok smrtnosti (Kralj., 2021). U muškoj populaciji najčešće će se razviti infarkt miokarda kao prvi kardiovaskularni događaj, dok se u žena češće prvo razvija cerebrovaskularni inzult (CVI) i dekompenzacija srca. (Kuznetsova., 2018). Većina populacijskih studija pokazuje da je ukupni profil čimbenika rizika KVB povoljniji kod žena nego kod muškaraca. Istraživanja pokazuju da su kardiovaskularni događaji uzrokovani višim razinama krvnog tlaka češći u žena (Kuznetsova, 2018; Savarese i sur., 2018). Novija istraživanja pokazala su višu razinu markera upale u muškog spola uz prisutnost manjih i nestabilnijih plakova (Mann i sur., 2020). Postoje značajne spolne razlike u funkciji srca. Tako su kod muškog spola više amplitude T vala uz povećani ST kut, dok QT interval traje dulje u žena zbog smanjene repolarizacije (Prajapati i sur., 2022). Raspored tjelesne masti pokazuje spolnu različitost, te je dokazano da je ektopično taloženje masti unutar abdomena, perikarda i vrata rizičnije u žena. Okolišni čimbenici i regulacija ekspresije gena više pogađaju žene. Molekularni mehanizam spolnog diformizma ovog nije sasvim razjašnjen, ali se smatra da je izvan razine modulacije spolnih hormona (Li i sur., 2022). Arterijski krvni tlak je niži u žena, zbog veće sinteze NO, uz to su kardiomiociti

otporniji na oštećenja oksidativnim stresom. Zaštitna uloga ženskih spolnih hormona vidljiva je u razlikama razina HDL kolesterola. U žena niža simpatička aktivnost smanjuje periferni otpor, dok u muškaraca postoji pojačana parasimpatička aktivnost uz više razine epinefrina. Na molekularnoj razini daljnja istraživanja su usmjerena na hormonalne efekte u ionskim kanalima i utjecajima autonomnog neuromuskularnog tonusa (Kittnar i sur., 2019). Utjecaj kromosoma i spolnih hormona djeluje različito na regulaciju arterijskog krvnog tlaka i distribuciju dodatnih čimbenika rizika KVB, uz razlike u učinku primijenjene terapije (Connely i sur., 2021; Gerds i sur., 2022). Postoji spolna različitost rasporeda masti, metabolizma masti i upalnih procesa (Zorre i sur., 2018; Shutelt i sur., 2018; Li i sur., 2022). Dosadašnje studije su uglavnom bile usmjerene na muški spol, te su zamijećeni nepovoljniji učinci pušenja u žena, kao i učinak menopauze, uz višu učestalost erozije plaka u starijih žena (Yahagi 2015; Man i sur. 2020). Kod žena vojnih pilota helikoptera u SAD opisan je potpuni izostanak kardiovaskularnih bolesti u usporedbi sa stanjem od prije dvadeset godina (Kelley AM i sur., 2019).

Arterijska hipertenzija

Povišeni arterijski krvni tlak ili hipertenzija predstavlja značajan čimbenik KVB, koji je često udružen s pridruženim čimbenicima rizika: povećanom tjelesnom masom, povećanim razinama lipida u krvi i smanjenom fizičkom aktivnošću (Kuwabara i sur., 2018). Više od polovice bolesnika s infarktom miokarda i dvije trećine bolesnika s cerebrovaskularnim inzultom ima u podlozi arterijsku hipertenziju. Snižavanje arterijskog krvnog tlaka smanjuje kardiovaskularne događaje i to više za moždani udar, nego za koronarne događaje. Snižavanje dijastoličke komponente krvnog tlaka za 5 mmHg smanjuje za petinu rizik razvoja KVB, dok smanjenje za 10 mmHg dovodi do trećine manjeg rizika KVB. Svako sniženje sistoličke komponente krvnog tlaka za 5 mmHg, smanjuje za 10% rizike KVB. (Carrey i sur., 2022; Canoy i sur., 2022). Prema rezultatima meta analize provedene na 37.000 pacijenata, praćenih duže od 5 godina, liječenje umjerene hipertenzije smanjuje za 14% pojavnost fatalnih KVB (Baguet i sur., 2006). Redukcija tjelesne mase za 5% u zdravih odraslih osoba, rezultirat će sniženjem sistoličkog i dijastoličkog krvnog tlaka od 3,6 mmHg, nasuprot tome povećanje tjelesne mase povećava sistoličku komponentu krvnog tlaka za 1,9 mmHg, dok u osoba sa višim razinama tlaka je učinak redukcije izraženiji (Shlomain i sur., 2021). Krvni tlak se fiziološki povećava s dobi, što se smatralo posljedicom otvrdnuća arterija uzrokovanih aterosklerotskim promjenama, dok novija istraživanja ukazuju na upalnu podlogu hipertenzije, odnosno upalnog odgovora na mehanička oštećenja arterijskog endotela (Celik i sur., 2012).

Upala u hipertenziji nastaje mehaničkim oštećenjem endotelnih stanica, zbog nelamilarnog odnosno vrtložnog toka krvi, u područjima oko račvanja arterija, što je posredovano angiotenzinom II, stimulirajući endotelne stanice, glatke mišiće krvnih žila i makrofage na izlučivanje upalnih medijatora, propagirajući upalu (Xiao i Harrison 2020). Kod hipertoničara postoji dvostruki rizik koronarne bolesti srca, infarkta miokarda i fatalne KVB, te trostruko veća mogućnost zatajenja srca u odnosu na osobe s urednim tlakom (Prkačin, 2018; Flint i sur., 2019). Hipertenzija je najčešće idiopatska ili esencijalna, koja se susreće u 85% slučajeva, dok preostali udio čini sekundarna hipertenzija nastala kao posljedica drugih bolesti. (Rashid i sur., 2003, Carrey i sur., 2022).

Istraživanje je pokazalo povezanost hipertenzivnih bolesnika, upale i neuravnoteženom autonomnom funkcijom srca, izraženu sniženom varijabilnosti srčanog ritma - HRV (Celik i sur., 2012). Hipertenzija je povezana s ishemijskim bolestima koronarnih arterija, gdje sistolička komponenta krvnog tlaka predstavlja važniji prediktor rizika od dijastoličke, također kao i razina pulsog tlaka (Borghi i sur., 2002; Rodriguez i sur., 2016).

U Framingham studiji praćene su normotenzivne i neliječene osobe s hipertenzijom, što je pokazalo promjenjivost utjecaja hipertenzije, ovisno o dobi kod koronarne bolesti srca. Tako kod mlađih osoba sistolički tlak predstavlja najvažniji prediktor koronarne bolesti, dok u srednje i starije dobi dijastolički tlak postaje najvažniji prediktor (Bilo i sur., 2020). Istraživanja su ukazala na važnost hemodinamskog parametra - pulsog tlaka, kao dobrog pokazatelja sklerozacije velikih arterija u sredovječnih i starijih osoba. Dokazano je da modeli mjerenja sistoličkog i dijastoličkog tlaka i pulsog tlaka zajedno sa srednjim arterijskim tlakom, predstavljaju preciznije predviđanje kardiovaskularnih događaja od modela s jednom komponentom mjerenja tlaka. Posebnu pozornost istraživanja predstavljaju odnosi povećanja perifernog vaskularnog otpora i sklerozacije aorte, što je povezano s nastankom kardiovaskularnih događaja. Navedena studija pokazala je kako je dijastolički tlak <70 mmHg sa sistoličkim tlakom od 120 mmHg povezan s jednakim rizikom, kao što je povišenje od 20 mmHg sistoličkog tlaka u osobe s urednim dijastoličkim tlakom, čime se potvrđuje utjecaj skleroze velikih arterija kao čimbenika rizika KVB u starijih osoba. Rezultati su ukazali na važnost liječenja hipertenzije, koja predstavlja jedan od vodećih uzroka smrtnosti na globalnoj razini (Franklin i sur., 2013; Timmis i sur., 2022).

Osim medikamentozne terapije hipertenzije i dijetetskih tretmana, aerobni trening umjerenog intenziteta koristan je u preventivi i liječenju. Istraživanje provedeno na starijim, hipertenzivnim i pretilim osobama pokazalo je da 12 tjedana laganih aerobnih vježbi može sniziti krvni tlak, bez značajnih promjena markera u krvi i sastava tijela (Ramos i sur., 2018).

Istraživanje provedeno na indijskim civilnim pilotima pokazalo je da razina ITM-a viša od 23, povećava rizik hipertenzije za 6,8 puta. Također, u pretilih pilota postoji trend veće pojavnosti hipertenzije (Bhat i sur., 2019). Novija istraživanja pokazuju da oksidativni stres ima važnu ulogu u razvoju hipertenzije i napredovanju koronarne bolesti srca, ovisno o genetskim varijacijama gena odgovornih za sintezu enzima. (Decharatchul i sur., 2020).

Istraživanje provedeno na populaciji kineskih vojnih pilota pokazalo je hipertenziju kao vodeći uzročnik KVB, te se provode genetska istraživanja na razini RNA, u cilju rane dijagnostike i prevencije hipertenzije kod ugroženih pilota (Zhao i sur., 2018).

Psihčki stres

Psihčki stres je značajno povezan s KVB i smatran je važnim čimbenikom rizika. Postoji prisutna veća pojavnost KVB u populaciji s izraženim psihčki negativnim stilom života (Kharamin i sur., 2018). Učinak psihčkog stresa na razvoj KVB je značajan, te su stres u djetinjstvu, tijekom života i razvoja, kao i socioekonomske nedaće u ranijem razdoblju života, povezane s povećanim razvojem KVB u odrasloj životnoj dobi. Stanja stresa, bijesa i depresivnog raspoloženja mogu biti okidač akutne KVB (Steptoe i sur., 2013). Mehanizam akutnog stresa očituje se povećanim djelovanjem simpatičkog živčanog sustava uz redukciju parasimpatičke aktivnosti, što posljedično povećava krvni tlak i puls zahtijevajući povećanu perfuziju miokarda i vazodilataciju. Kod osoba s razvijenom aterosklerozom nije moguća dostatna vazodilatacija, jer medijatori vazodilatacije dušikovi oksidi i kateholamini ne izazivaju dostatnu vazodilataciju, pa takav disfunkcionalni endotel u vaskularnom zidu izaziva otpuštanje tkivnog faktora - "tissue factor", koji mobilizira aterosklerotične plakove (Soufer i sur., 2016; Vale, 2005). Uz to, poremećaji koagulacije su također prisutni kod povećanog psihčkog stresa (Anel i sur., 2005). Visoki intenzitet akutnog psihčkog stresa može izazvati, u osoba s uznapredovanom aterosklerozom, teške posljedice kao: infarkt miokarda, ventrikularne aritmije i iznenadnu kardiogenu smrt, dok akutni bijes i neprijateljstvo češće izazivaju fibrilacije atrijske. Ponavljani i produženi psihčki stres djeluje preko perifernih mehanizama, kao i akutni psihčki stres i preko centralnih mehanizama. Produženi stres uključuje mehanizam hipotalamus-hipofiza povećanim oslobađanjem kateholamina, peptida, oslobađajućih faktora hipofize i kortikosteroida, što posljedično ubrzava aterosklerozu (Vale, 2005; Prkačin, 2018; Albert i sur., 2013). Depresivna, anksiozna stanja i posttraumatski stresni sindrom povezani su s većim rizikom KVB (Dimsdale., 2008; Cohen i sur., 2015). Psihosocijalni faktori, poput socijalne izolacije i gubitka socijalne potpore povezani su značajno s pušenjem, dislipidemijom i hipertenzijom, koji kao dodatni čimbenici rizika

povećavaju ukupni rizik KVB (Bunker i sur., 2003). Psihički stres može provocirati KVB u imunokompromitiranih bolesnika (Kharamin i sur., 2018).

Redukcija stresa pruža mogućnost boljeg oporavka nakon kardiovaskularnog incidenta (Meng i sur., 2018). Smanjenje stresa u radnoj okolini reducira rizike KVB (Lecca i sur., 2018). Istraživanje provedeno na kineskoj populaciji mjerenjem debljina intime arterija, pokazalo je veći učinak psihičkog stresa na razvoj ateroskleroze, nego povećanih razina LDL kolesterola i triglicerida, te je stres proglašen glavnim nezavisnim uzročnikom ateroskleroze (Meng i sur., 2018). Istraživanje na miševima pokazalo je na ulogu medijatora galanina, koji je u uskoj anatomskoj i neurofiziološkoj vezi s neuralnim sustavima koji posreduju u stresu. Razina galanina se povećava vježbanjem smanjujući stresni odgovor. Vježbanje s jedne strane, smanjuje stresni odgovor, mijenjajući ponašanje kod tjeskobnih stanja. Drugi mehanizam vježbanja očituje se u pojačanju ekspresije galanina u noradrenergičnom lokus ceruleus, čime se djelomično smanjuje utjecaj stresa uz posljedično lučenje noradrenalina u ciljane regije, reducirajući negativan utjecaj stresa u razvoju KVB (Lecca i sur., 2018; Sciolino i sur., 2015). Brojna istraživanja ukazala su povezanosti razine kortizola i kroničnog stresa, tako da je nazvan „hormonom stresa“. Izlučuje ga kora nadbubrežne žlijezde pod utjecajem adrenokortikotropnog hormona (ACTH), što je blisko povezano s limbičkim sustavom, hipokampalnim i amigdalnim regijama mozga. Kortizol je najvažniji predstavnik glukokortikotida i prvenstveno djeluje protuupalno, uz to djeluje na metabolizam ugljikohidrata, povećavajući razinu glukoze u krvi i nakupljanje glikogena u jetri. Na metabolizam proteina kortizol djeluje povećavajući razgradnju proteina u mišićima procesom glukoneogeneze, dok na metabolizam lipida djeluje centraliziranim nakupljanjem. Svi navedeni mehanizmi snažno ubrzavaju aterosklozu (Wolf i sur., 2001; Tafet i sur., 2001; Pagliaccio i sur., 2014). Dokazana je genetska sklonost depresiji, koja je također povezana s većim rizikom KVB, posebice u infarkta miokarda djelom posredovanim šećernom bolesti tipa 2 i pušenja u kineskoj populaciji (Lu i sur., 2021).

Vojni piloti su izloženi brojnim fizičkim i psihičkim stresorima, tako da se na ulazu selekcioniraju kandidati sa traženim osobinama ličnosti, uz visoku otpornost na stres. Također se educiraju za racionalnu strategiju izravnog suočavanja sa stresom (Piccano., 1990). Istraživanje provedeno na kadetima - vojnim pilotima u Italiji tijekom jednomjesečnog letačkog tečaja, pokazalo je da su razine kortizola na kraju tečaja bile niže nego na početku, dok su krvni tlak i puls bili viši, što pokazuje različitosti endokrinog i simpatičkog sustava (Falaschi i sur., 2003). Istraživanje na finskim vojnim pilotima – kadetima, tijekom instrumentalnog letenja, pokazalo je povišene razine kortizola 5 minuta prije i nakon letenja,

dok su visoke razine ACTH u plazmi bile značajno povezane s lošim performansama instrumentalnog letenja i na psihomotornim testovima (Leino i sur., 1999). Kod vojnih pilota u Japanu tijekom ponavljajućih misija, pokazan je manji porast kortizola u slini u kod pilota, u odnosu prema kontrolnoj skupini, što se pripisuje humoralnoj adaptaciji na stres (Tarui i Nakamura., 1991).

Promijenjene razine lipida u krvi - dislipidemije

Hiperlipidemije su stanja povećane razine lipida u krvi. Lipidi se u krvnoj plazmi nalaze vezani na transportne proteine, tako kolesterol i trigliceridi vezani na proteinske nosače čine lipoproteine. Lipoproteini se dijele prema gustoći na: lipoproteine vrlo male gustoće (VLDL), lipoproteine male gustoće (LDL), lipoproteine srednje gustoće (IDL) i lipoproteine velike gustoće (HDL). Hilomikroni također čine transportni mehanizam u plazmi, građeni su poput lipoproteina i nisu izravno aterogeni, iako postoje izvještaji o aterosklerozi u takvih stanja. S druge strane ostaci hilomikrona, VLDL i lipoproteina srednje gustoće direktno su povezani s razvojem ateroskleroze (Colle i sur., 2014). Razvoju ateroskleroze pogoduju povišene razine lipida, dok s druge strane više razine HDL kolesterola imaju pozitivan zdravstveni učinak, usporavajući aterosklerozu i predstavljaju zaštitni čimbenik od KVB, stoga je primjereniji pojam dislipidemija. Dislipidemije su poremećaji transporta lipida, zbog ubrzane sinteze ili razgradnje lipoproteina, koji sudjeluju u transportu kolesterola i triglicerida u krvnoj plazmi. Zbog poremećaja metabolizma razvijaju se hiperkolesterolemija, hipertrigliceridemija i snižena razina HDL kolesterola (Babić, 2018). Postoji značajna povezanost dislipidemija i razvoja ateroskleroze i time KVB (Bowman i sur., 2017; Garg i sur., 2015, Rygiel i sur., 2018). Dislipidemije se dijele na primarne i sekundarne. Primarne dislipidemije su određene genetski čimbenicima, kao nasljedne bolesti, dok sekundarne mogu biti uzrokovane metaboličkim bolestima, lošim prehranbenim navikama i lijekovima koji podižu razinu lipida u krvi. Bolesti metabolizma koje uzrokuju sekundarnu dislipidemiju su: šećerna bolest, Cushingov sindrom i zatajenja bubrega. Loše prehranbene navike čine: unos masti u prehrani veći od 40% ukupnih kalorija, unos zasićenih masti veći od 10% kalorija, unos kolesterola veći od 300 miligrama dnevno i pretjerani unos alkohola (Lichtenstein., 2019).

Razine lipoproteina, naročito LDL kolesterola povisuju se fiziološki s dobi i uobičajeno su više u muškaraca nego u žena, dok nakon menopauze rastu i u žena (Alloubani i sur., 2021; Kei i sur., 2018). Povišene razine lipoproteina (VLDL i LDL) povezane su s pozitivnom obiteljskom anamnezom, pretilošću, prehranom s puno masti, nedostatkom tjelesne aktivnosti,

konзумacijom alkohola, pušenjem cigareta, nereguliranom šećernom bolesti i slabijom aktivnosti štitne žlijezde (Berberich i Hegele., 2022).

Povišena razina triglicerida u krvi direktno je povezana s većom pojavnosti KVB, posebice infarkta miokarda i cerebrovaskularnog infarkta - CVI u starijih osoba. Primjena antilipemika – fibrata, smanjuje rizike CVI za 10% i infarkta miokarda za 13% (Sarwar i sur., 2007; Chen i sur., 2018). Postoji povezanost hipertrigliceridemije, KVB i razine upale. Tako povećanje razine triglicerida u plazmi za 1 mmol/l povećava rizik razvoja KVB za 32% kod muškaraca i za 76% kod žena (Yuan i sur., 2007; Lundman i sur., 2001). Lipoproteini bogati trigliceridima i njihovi ostatci mogu izravno pridonijeti stvaranju masnih naslaga (pjenastih stanica) u arterijskoj stijenci (White i sur., 2016). Mehanizam aterogenog djelovanja hipertrigliceridemije je u ekspresiji gena odgovornom za proliferaciju i migraciju glatkih mišićnih stanica arterija, čime se pospješuje trombogeneza povećanjem viskoznosti plazme i stvaranjem čimbenika koagulacije (Babić, 2018).

Dislipidemije obilježavaju ***visoke razine ukupnog kolesterola, visoke razine LDL kolesterola ili snižene razine HDL kolesterola***, ubrzavaju aterosklerozu s disfunkcijom endotela u arterijama razvojem upale, povećanim subendotelnim unosom LDL kolesterola i produkata njegove oksidacije. Oksidirani lipidi stimuliraju adheziju molekula i upalnih citokina, koji otkrivaju antigene, čime započinju imunološki odgovor posredovan T-stanicama i posljedičnom upalom u arterijskom zidu (Mehu., 2022). Visoka razina HDL kolesterola pokazala se kao zaštitni čimbenik rizika od razvoja ateroskleroze (Chen i sur., 2018). HDL kolesterol štiti od ateroskleroze mehanizmom obrnuta transporta kolesterola. Moguća zaštitna uloga je u transportu antioksidativnih enzima, koji neutraliziraju oksidirane lipide (Ouimet., 2019). Novija istraživanja u općoj populaciji pokazala su povećani rizik od smrtnih ishoda kod vrlo visokih koncentracija HDL kolesterola, a da ista nisu bila povezana s uobičajenim polimorfizmima gena povezanih s visokim razinama HDL kolesterola. Također, postoji povezanost povišenih razina HDL kolesterola s makularnom degeneracijom, šećernom bolesti i demencijom (Liu i sur., 2022; Kjeldsen i sur 2021; Berberich i sur., 2022).

Povećana tjelesna masa i pretilost

Pretilost je stanje viška masnog tkiva u tijelu s posljedičnim štetnim učinkom na ukupno zdravlje (Gossens i sur., 2017). Povećana tjelesna masa se najčešće kategorizira prema indeksu tjelesne mase - ITM, koji se dobije dijeljenjem tjelesne mase s kvadratom tjelesne visine.

Vrijednosti ITM od 18,5 do 24,9 čine normalnu tjelesnu masu, vrijednosti ITM od 25,0 do 29,9 predstavljaju prekomjernu tjelesnu masu, dok vrijednosti iznad 30 označavaju pretilost. Prema podacima Hrvatskog zavoda za javno zdravstvo u Republici Hrvatskoj 64,1% muškaraca i 54% žena ima prekomjernu tjelesnu težinu, dok je pretilost zastupljena podjednako u oba spola s udjelom od 22,3% (HZZO., 2021). Pojavnost pretilosti se u zadnjih 40 godina udvostručila u 70 zemalja u svijetu, te se smatra uzrokom 4 milijuna smrti godišnje, od čega 2/3 čine KVB (Afshin i sur., 2017; Ortega i sur., 2017; Lu i sur., 2022).

Prekomjerna tjelesna težina, a osobito pretilost, direktno su povezane s KVB, šećernom bolesti, tumorima, žučnim kamencima, masnom jetrom i cirozom, koštano zglobnim degenerativnim bolestima, psihološkim poremećajima, apnejama, poremećajima spavanja i rizikom prijevremene smrti (Lavie i sur., 2009; DeMarco i sur., 2014; Lu i sur., 2022). Mjerenjem opsega struka i kukova dobiva se precizniji uvid u raspored masnog tkiva u tijelu, te se na taj način određuje tip pretilosti. Opseg struka kod muškaraca veći od 94 cm je rizičan, dok je veći od 102 cm visokorizičan i upućuje na razvoj komplikacija pretilosti. Kod žena je rizičan opseg struka iznad 80 cm, dok veći od 88 cm ukazuje na moguće komplikacije pretilosti (Ross i sur., 2020; Caitano i sur., 2017). Navedeni rizici temeljem opsega struka odnose se na europsku, afričku i populaciju bliskog istoka. Kod karipske, južno azijske, kineske i japanske muške populacije opseg struka od 90 cm predstavlja rizik, dok vrijednosti iznad predstavljaju visoki rizik, dok je kod žena opseg struka veći od 80 cm rizičan, a više vrijednosti predstavljaju visoki rizik (British Heart Foundation, 2022).

Metabolički sindrom - MS je poseban oblik udruženih čimbenika rizika KVB, koji je definiran prisutnošću barem 3 čimbenika od: abdominalne pretilosti, povišenih koncentracija triglicerida u krvi, smanjene koncentracije HDL kolesterola u krvi, povišenog krvnog tlaka i povišenih razina glukoze u krvi, dvostruko ubrzavajući ateroskleroza (Kokić, 2014; Dekker i sur., 2005). Istraživanje provedeno na pretilim osobama s ITM od 35 do 39,9, pokazuju da u prosjeku 9,2 godine ranije počinju pokazivati simptome KVB, u odnosu na osobe s urednom tjelesnom masom (Atique i sur., 2016).

Mehanizam aterogeneze kod prekomjerne tjelesne mase i pretilosti, potječe od nakupina masnog tkiva koje se sastoji od adipocita i M1-makrofaga. Masno tkivo nije samo zaliha masti, nego endokrini organ koji izlučuje niz adipokina, citokina, tumor nekrotizirajućeg faktora-alfa (TNF α), interleukina 6 (IL-6) i monocitnog kemotaktičnog proteina (MCP-1), koji zajedno propagiraju upalu (Wolf i sur., 2014; Oikonomou i sur., 2019). Od adipokina razina leptina pokazuje najveću povezanost s pretilosti i KVB (Montaziefar i sur., 2016; Landecho i sur., 2019). Opseg struka predstavlja neovisni čimbenik rizika i predstavlja bolji pokazatelj rizika

KVB od ITM-a, također abdominalna pretilost ukazuje na značajnu povezanost s koronarnom kalcifikacijom (Andrea i sur., 2005). Istraživanja provedena u SAD pokazala su da abdominalno nakupljanje masti predstavlja značajniji prediktor smrtnosti, u odnosu prema ostalim čimbenicima rizika KVB (Coutinho i sur., 2011, Varghese i sur., 2021). Studija provedena u SAD i Japanu na velikom broju ispitanika, pokazala je povezanost prekomjerne tjelesne mase s većom pojavnosti hipertenzije, šećerne bolesti, dislipidemije i hiperuricemije. Razlika očitavanja ITM je kod japanske populacije osjetljivija, jer mala povećanja tjelesne mase značajno mijenjaju odnose (Kuwabara i sur., 2018). Odnos opsega struka i bokova - WHR je najbolji antropometrijski pokazatelj za pojavnost infarkta miokarda, koji je prisutan podjednako kod oba spola svih etničkih skupina, što je pokazalo istraživanje provedeno u 52 zemlje na uzorku većem od 15 000 ispitanika (Yusuf i sur., 2004). Ranije se smatralo da povećana tjelesna masa i pretilost ne predstavlja značajan čimbenik rizika KVB, ako nije jedna od komponenti metaboličkog sindroma. Međutim, istraživanje provedeno na sredovječnim muškarcima o povezanosti KVB i smrtnosti, odbacilo je mišljenja o bezazlenosti visokog ITM-a (Arnlov i sur., 2010). Studija provedena na velikom uzorku sredovječnih muškaraca u Švedskoj, pokazala je da abdominalno nakupljanje masti predstavlja samostalan čimbenik rizika KVB i uzročnik smrtnosti, neovisno o krvnom tlaku i razini kolesterola (Larsson i sur., 1984).

Smanjenje sjedenja i povećanje tjelesnih aktivnosti ima najpovoljniji učinak na metabolizam glukoze kod pretilih osoba, s jednakim učinkom i za druge biološke markere u skupinama pretilih i nepretilih (Power i sur., 2014). Načelno, gubitak tjelesne mase za 1 kg snižava razinu arterijskog krvnog tlaka za 1 mmHg (Whelton i sur., 2018).

Studija provedena u Meksiku na velikom broju ispitanika (150 000), u dobi od 35 do 75 godina, praćenih tijekom 14 godina, pokazala je da povećanje ITM za 5 bodova uzrokuje 30% veću smrtnost. Posebno su značajni KVB rizici širokog obima struka i povećane tjelesne mase, ako perzistiraju od rane životne dobi (Alegre-Diaz i sur., 2020).

Istraživanje provedeno na indijskim komercijalnim pilotima pokazalo je višestruki porast hipertenzije od 6,8 puta u ispitanika s ITM višim od 23 (Bhat i sur., 2019). Također, dokazana je povezanost prekomjerne tjelesne mase i gubitka sluha (Cruickshanks i sur., 2015; Hu i sur., 2019; Yang i sur., 2020). Nedavno istraživanje provedeno na brazilskim vojnim pilotima pokazalo je da indeks visceralne pretilosti predstavlja najbolji pokazatelj rizika od kardiovaskularnih bolesti.

Pušenje

U svijetu pušenje ugrožava zdravlje više od 1,1 milijarde ljudi, dok je zastupljenost pušača u Republici Hrvatskoj 1/3 u osoba iznad 15 godina starosti, čime pripadamo u pušenjem ugrožene zemlje (who.int, 2021). Pušenje oštećuje svaki organ u tijelu, te predstavlja vodeći javno zdravstveni problem i uzrok smrtnosti u svijetu. Od posljedica pušenja u Hrvatskoj godišnje umire 14 000 ljudi (HZJZa., 2023). Pušenje predstavlja snažan čimbenik rizika razvoja KVB, uzrokujući 10% kardiovaskularnih smrti u svijetu (WHO., 2021).

Postoji direktna povezanost dugotrajnog pušenja i akumulacije kardiovaskularnih oštećenja, proporcionalno s brojem popušanih cigareta (Rifai i sur., 2017; McEvoy i sur., 2015). Ubrzani pad pojavnosti KVB nakon prestanka pušenja i smanjenje pridruženih čimbenika rizika KVB, pokazuje da kratkoročni učinci pušenja u procesu aterogeneze mogu biti važni (Leone, 2015; Pell i sur., 2008; Frank). Akutna izloženost pušenju cigareta je povezana s upalima, trombozama krvnih žila, disfunkcijom endotela, povećanjem krutosti arterija i koronarnom mikrovaskularnom disfunkcijom, koje u populaciji pušača nastupaju ranije nego kod nepušača (Hense i sur., 2003; Panagiotakos i sur., 2007; Van der Varrt i sur., 2005; Koczula i sur., 2007; Kubozono i sur., 2011; Nance i sur., 2017). Pušenje malog broja cigareta, light cigareta, nargila ili električnih cigareta, kao i pasivno pušenje, povećava rizike nastanka KVB u odnosu prema nepušačima (Hackshaw i sur., 2018; Gullu i sur., 2007; Alzahrani i sur., 2018; Otsuka i sur., 2001). Pušenje je povezano s višim razinama razvoja subkliničke ateroskleroze i povišenom razinom upalnog markera CRP-HS (Kubozono i sur., 2011).

Mehanizam učinka pušenja u razvoju KVB su kombinacija upale, oksidativnog stresa i poremećaja koagulacije krvi. Duhanski dim sadrži reaktivne spojeve kisika i dušika (RON i RNS) topive u vodi, koji aktiviraju leukocite oslobađajući upalne citokine povećavajući adherenciju monocita u endotelu izazivajući upalu dišnih putova. Potencijalno patogenu ulogu ima formiranje peroksnitrita i poli-ATP-riboze, spojeva povezanih s kardiovaskularnim komplikacijama u pušača (Cziszar i sur., 2009). Također, ekspresije gena, odnosno polimorfizmi u populaciji pušača dodatno ubrzavaju aterosklerozu, što je vidljivo u polimorfizmu gena (rs2516839) koji podiže razinu triglicerida u plazmi, dok polimorfizam gena (rs8545609) snižava učinke HDL lipoproteina izlažući ih većem riziku KVB (Niemiec i sur., 2015; Iwanicka i sur., 2017). Pušenje pojačava oštećenje endotela inhibirajući fibrinolizu (Szpak i sur., 2013). Duhanski katran djeluje drugim mehanizmom, modelirajući prijenose unutar staničnog kolesterola iz makrofaga (Song i sur., 2015). Pušenje je povezano s oksidativnim stresom, povećavanjem razine oksidativnog oštećenja i smanjenjem obrane antioksidansima (Kamceva i sur., 2016). Utjecaj pušenja na stresne markere miokarda (NT-

ProBNP i visokoosjetljiviog troponina T) pokazalo je kontinuirani stres miokarda u pušača (Nadruz i sur., 2016). Zabranom pušenja na radnom mjestu smanjuje se utjecaj pasivnog pušenja u nepušača, značajno se povećava varijabilnost srčanog rada i razina pulsno vala arterija, mjereno nakon 3 mjeseca i godinu dana od zabrane, što ukazuje na učinkovitost smanjivanja rizika KVB i kod kratkotrajnog prestanka izlaganja duhanskom dimu (Rajkumar i sur., 2014).

Dim cigarete, osim aktivnog nikotina i duhanskog katrana, sadrži dodatne kemijske tvari toksične za vaskularni endotel, dok ugljični monoksid kompetitivno ireverzibilno blokira hemoglobin kao transportni mehanizam kisika. Pušenje povećava aktivnost trombocita, te podiže razinu fibrinogena, povisuje hematokrit, povećava razinu LDL kolesterola, smanjuje razinu HDL kolesterola i potiče vazokonstrukciju. Prestanak pušenja smanjuje koncentraciju fibrinogena, čime se snižava koagulabilnost krvi i mogućnost razvoja fatalnog kardiovaskularnog incidenta (Leone i sur., 2015).

Istraživanja su dokazala štetan utjecaj pušenja i na oštećenja sluha, koji djeluje zajedno sa ostalim čimbenicima rizika. Stoga pušači čine posebno ugroženu populaciju (Sharabi i sur., 2002; Tao i sur., 2013; Syed i sur., 2021).

Inzulinska rezistencija, šećerna bolest

Inzulinska rezistencija predstavlja fazu razvoja prema šećernoj bolesti, obilježenu smanjenom aktivnošću inzulinskih receptora na stanicama, što smanjuje unos glukoze u stanice uz povećanje lučenja inzulina s posljedičnim stanjem hiperinzulinemije i hiperglikemije u krvi, dok periferne stanice ne primaju dostatnu količinu glukoze. Ako se takvo stanje nastavi dolazi do propagiranja inzulinske rezistencije prema šećernoj bolesti. Slijedeći stupanj razvoja prema šećernoj bolesti je predijabetes, koji ima glikemijske parametre između normale i šećerne bolesti, te prelazi u šećernu bolest s godišnjom stopom konverzije između 5 i 10%. Jednako tako, sa sličnim udjelom se vraća nazad u normoglikemiju. Predijabetes je povezan s istodobnom prisutnošću inzulinske rezistencije i disfunkcije β -stanica gušterače. Postoji povezanost predijabetesa s ranim oblicima nefropatije malih vlakana, kroničnim bolestima bubrega, neuropatije, dijabetičke retinopatije i povećanog rizika od makrovaskularnih bolesti. Promjena načina života predstavlja temelj prevencije šećerne bolesti s dokazanim smanjenjem relativnog rizika KVB od 40% do 70%, uz dodatnu primjenu farmakoterapije. (Tabak i sur., 2012).

Postoje dva osnovna oblika šećerne bolesti (dijabetesa): tip 1 i tip 2. Kod šećerne bolesti tipa 1 nema proizvodnje inzulina zbog autoimunog razaranja β -stanica gušterače, dok kod šećerne

bolesti tipa 2 postoji neprimjereno lučenje inzulina (Kokić, 2014; Rajkumar i sur., 2014). Rizik KVB je u dijabetičara 2 do 4 puta veći nego u zdravih osoba. Čak i u žena s šećernom bolesti prije menopauze rizik nastanka KVB podjednak je kao u muškog spola. Uzrok smrti dijabetičara su KVB u 75% slučajeva, dok samo infarkt miokarda čini 30% mortaliteta. Ateroskleroza u šećernoj bolesti brže napreduje i zahvaća male arterije (Kokić, 2014; Terzić-Avdagić, 2009). Prema procjenama Hrvatskog zavoda za javno zdravstvo 10% stanovništva u Hrvatskoj boluje od šećerne bolesti, bolest je u ekspanziji u svijetu (>450 milijuna) zbog promijenjenog načina života i visoko kalorijske prehrane bogate ugljikohidratima i mastima (HZJZ., 2022). Kod dijabetičara poseban problem predstavlja prisutnost dodatnih čimbenika rizika KVB. Tako je šećerna bolest povezana s hipertenzijom, dislipidemijama, debljinom i poremećajima koagulacije (Kokić, 2014).

Mehanizam ubrzane ateroskleroze kod šećerne bolesti je u pojačanoj glikozidaciji završnih produkata metabolizma, povećavajući stvaranje upalnih citokina u endotelnim stanicama. Oksidativni stres i reaktivni slobodni radikali u šećernoj bolesti direktno oštećuju endotel, propagirajući aterogenezu (DiMenna i sur., 2018). U dijabetesu postoje pridružene povišene razine triglicerida i LDL kolesterola (Peela i sur., 2018). Kod dijabetičara bez simptoma KVB-a, često je smanjena perfuzija miokarda (Al-Humaidi i sur., 2018).

Rezultati istraživanja pokazuju da redovita tjelesna aktivnost značajno smanjuje rizik od inzulinske rezistencije, MS i šećerne bolesti tipa 2, povećavajući inzulinsku osjetljivost, istovremeno djelujući na pridružene čimbenike rizika KVB. Važan element prilagodbe na povećanu tjelesnu aktivnost je veća kapilarizacija miškulature, uz povišenje aktivnosti β stanica gušterače. Najbolji preventivni učinak na razvoj šećerne bolesti ima primjerena tjelesna aktivnost u kombinaciji s promjenom prehrambenih navika (Tabak i sur., 2012). Niske razine lipoproteina(a) povezane su s rizikom od šećerne bolesti tipa 2, dok su visoke molarne koncentracija povezane s rizikom KVB. (Gudbjartsson i sur., 2019). Postoje zajednički pokazatelji šećerne bolesti tipa 2 i KVB, renin, growth/differentiation factor (GDF15) i adiponektin. Niske razine renina dokazano štite od razvoja KVB (Ferrannini i sur., 2020).

Snižena razina tjelesne aktivnosti

Niska razina tjelesne aktivnosti predstavlja značajan čimbenik rizika KVB, dok samo tjelesno vježbanje predstavlja čimbenik s najvećim potencijalom u prevenciji KVB (Nauman i sur., 2016; Wiliam i sur., 2009). Smrtnost od KVB značajno je povezana s razinom tjelesne aktivnosti (Kharamin i sur., 2018; Anderssen i sur., 2007; Oguma i sur., 2002; Lauer, 2010). Pozitivan učinak vježbanja povezan je sa smanjivanjem simptoma bolesti i pridruženih

čimbenika rizika KVB, također vježbanje djeluje pozitivno na parametre šećerne bolesti uz snažni protuupalni učinak (Baducci i sur., 2015; Weddel-Neergaard, 2018). Istraživanja pokazuju da kratkotrajno vježbanje nakon 2 tjedna, uz promjenu životnih navika, uključujući više tjelesne aktivnosti, doprinose snižavanju rizika KVB (Fernstrom i sur., 2017; De Hartog i sur., 2010; Hollingworth i sur., 2015; Grontved i sur., 2016). S druge strane pretjerana tjelesna ili radna aktivnost, koja nije primjerena dobi, može negativno djelovati na zdravlje pojedinca (Kang i sur., 2015; Sato i sur., 2018). Nasuprot tome, novija studija provedena na velikom uzorku opće populacije, od 122 000 ispitanika praćenih tijekom 15 godina, pokazuje da slabija tjelesna forma neovisno od drugih čimbenika rizika, ima lošiju prognozu smrtnosti nego hipertenzija, dijabetes ili pušenje. Ista je pokazala da ne postoji razina vježbanja koja povećava razinu rizika, pa čak i osobe koji previše vježbaju imaju nižu smrtnost od neuvježbanih. Također, vježbanje je pokazalo pozitivan učinak kod svih ispitanika, bez obzira na dob i spol (Mandsager i sur., 2018).

Mehanizam učinka tjelesne aktivnosti na sniženje pojavnosti KVB bolesti temelji se na protuupalnoj aktivnosti vježbanja. Poboljšanja koronarnog protoka uzrokovana su strukturnim i funkcionalnim promjenama u koronarnoj cirkulaciji, zbog veće vazodilatacije nastale poboljšanom endotelnom funkcijom glatke muskulature. Endotelna funkcija se poboljšava većom proizvodnjom vazodilatacijskih čimbenika, snižavanjem razine ROS-a i čimbenika spazma. Protok krvi se povećava boljim učinkom kalcijum 2^+ iona stabilizirajući aterosklerotične plakove, uz smanjenu makrovaskularnu aterosklerotičnu progresiju. Tjelovježba potiče kolateralizaciju krvotoka, te je treba tretirati kao lijek za aterosklerozu u cijelo životnom procesu prevencije KVB, uz potrebu promicanja tjelesne aktivnosti. Aerobni trening izaziva kardiovaskularne prilagodbe koje mogu spriječiti ili preokrenuti patologiju KVB bez farmakoloških intervencija. Poboljšana koronarna perfuzija sprječava ishemiju miokarda, snižavajući učestalost infarkta miokarda i angine pektoris, te smanjuje potrebu za lijekovima reducirajući troškove liječenja (McAuley i sur., 2009; Bruning i sur., 2015; Justin i sur., 2015).

Tjelesna spremnost definirana je sposobnošću obavljanja svakodnevnih i radnih aktivnosti bez nepotrebnog umora (Corbin i sur., 2000; Mišigoj-Duraković, 2009). Podjele tjelesne spremnosti odnose se na zdravljem uvjetovanu tjelesnu sposobnost i vještinom uvjetovanu tjelesnu sposobnost. Zdravljem uvjetovanu sposobnost čine komponente: kardiorespiratorna sposobnost - KRS, mišićna izdržljivost, mišićna snaga, sastav tijela i fleksibilnost. Vještinom uvjetovanu tjelesnu sposobnost čine: agilnost, ravnoteža, koordiniranost, brzina, snaga i vrijeme reakcije (Viera i sur., 2010). Istraživanja su pokazala da KRS ima najbolju povezanost

i predikciju s KVB (Twisk i sur., 2000; Kodama i sur., 2009; Gray i sur 2017; Hernesniemi i sur. 2020).

KRS određuje kapacitet cirkulacijskog i respiratornog sustava u opskrbi kisikom skeletne muskulature tijekom trajne tjelesne aktivnosti. Mjerilo KRS je maksimalni primitak kisika po kilogramu tjelesne težine u minuti - VO_2max , dok se u kliničkim istraživanjima češće koristi metabolički ekvivalent - MET, određenim potrošnjom 3,5 ml kisika u minuti za 70 kilograma mase. MET se koristi za prikazivanje težine rada ili tjelesne aktivnosti. Maksimalni primitak kisika VO_2max je mjera kardiorespiratorne sposobnosti, gdje veće vrijednosti pokazuju viši stupanj sposobnosti (Cardinal, 1996, Chu i sur., 2020). Mjerenja KRS se provode maksimalnim i submaksimalnim testovima na pokretnoj traci ili cikloergometru. Kod maksimalnog testa spiroergometrijom mjeri se utrošena energija temeljem potrošnje kisika, postepeno povećavajući intenzitet vježbe dok ne prestane rast potrošnje kisika. Daljnje povećanje intenziteta vježbe koristi anaerobni (laktatni) mehanizam. Točka samog prekida rasta potrošnje kisika predstavlja aerobni prag, što je istovremeno točka VO_2max . Češće se zbog jednostavnosti primjenjuju prediktivni testovi submaksimalnog ergometrijskog opterećenja na traci protokolima po Bruceu i Balkeu, te terenskim testovima trčanja gdje se mjerenjem elemenata srčanog rada i povećanja opterećenja izračuna procijenjeni VO_2max (Mišigoj-Duraković i sur., 2018; Sporiš, 2013; Noonan i sur., 2000; Jeannie i sur., 2013.; Verma i sur., 1977; Vehrs i sur., 2007). Usporedbom različitih protokola i metoda mjerenja VO_2max postoje odstupanja do 11%, čak i prilikom uzastopnih mjerenja. Rezultati mjerenja su precizniji s protokolima smanjivanja intenziteta vježbanja, nego povećavanja (Beltrami i sur., 2012). Najprecizniji podatci su dobiveni indirektnom kalorimetrijskom metodom, ali kod ponavljanih mjerenja dobiveni rezultati su dvojbene, dok ponavljanje testa protokolom po Bruceu nema utjecaja na rezultate u mlađih odraslih osoba (Hall-Lopez i sur., 2015).

Snižene vrijednosti VO_2max direktno su povezane s koronarnim događajima kod muškaraca u dobi između 45 i 50 godina (Talbot i sur., 2002). Niske razine aerobne aktivnosti proporcionalne su s rizicima akutnog infarkta miokarda, te smanjena tjelesna spremnost predstavlja nezavisni čimbenik rizika KVB (Mandsager i sur., 2018). Studija provedena u Švedskoj pokazala je značajnu povezanost visoke aerobne sposobnosti s nižim rizikom KVB u zdravoj odrasloj populaciji, kod kojih su sniženi biokemijski čimbenici rizika (Fernstrom i sur., 2017). Istraživanja ukazuju na prednosti tjelesnog vježbanja, jer je aerobna kondicija povezana s najvećim preživljavanjem, što je osobito izraženo u starijih pacijenata i hipertoničara (Kodama i sur., 2009). Kardiorespiratorna sposobnost je snažan prognostički

pokazatelj razvoja KVB, jer su visoke razine KRS povezane s nižim rizicima KVB, bez obzira na status pretilosti i hipertenzije u muškoj populaciji (McAuley i sur., 2009).

Tjelesna aktivnost značajno smanjuje rizike KVB na koje se može utjecati. Smanjivanjem tjelesne mase snižavaju se vrijednosti lipida u krvi, kolesterola, glukoze u krvi. Istovremeno, uvježbane osobe imaju niži tlak i nižu frekvenciju rada srca (Amundson i sur., 2013). Uz smanjenu frekvenciju srčanog rada povoljni efekti vidljivi su u: smanjivanju aritmogenog potencijala srca, stvaranju novih krvnih žila, popravku oštećenja endotela, smanjenju disfunkcije epitela, povoljnom utjecaju na sustav zgrušavanja krvi i povećanju antioksidacijskog kapaciteta organizma (Kristensen i sur., 2005; Tonello i sur., 2014.). Uz sve dobrobiti, tjelovježba predstavlja najbolji način za rješavanje stresa (Sales i sur., 2014). Vježbanje, odnosno tjelesna aktivnost, pozitivno djeluje na gotovo sve čimbenike smanjujući pojavnost KVB (Hamer i sur., 2005; Elagizi i sur., 2020).

Tjelesna aktivnost mijenja metabolizam, kardiovaskularni i imunološki odgovor organizma. Učinak vježbanja na molekularnoj razini djeluje povoljno na niz metaboličkih procesa, smanjuje učinke oksidativnog stresa i upalnog odgovora, smanjuje razinu IL6, povećava sintezu faktora rasta i stimulira sanaciju tkiva. Kod tjelesno aktivnih osoba molekularni markeri su aktivniji, odnosno manje skriveni te time ranije uočljivi, što može povoljno djelovati u liječenju bolesti, koje se tako mogu zamijetiti u ranijoj fazi. Tjelesna aktivnost smanjuje inzulinsku rezistenciju (Warburton i sur., 2006; Tabak i sur., 2012; Shussler-Fiorenza i sur., 2019). Također, novija istraživanja pokazuju kako je prekomjerna tjelesna težina povezana sa strukturom mozga i funkcionalnom sposobnošću, jer postoji povezanost pretilosti sa smanjenim kognitivnim funkcijama i demencijom (Cardenas i sur., 2020).

Vojno letenje uzrokuje često fiziološka preopterećenja na ljudskom tijelu, posebno u nadzvučnim zrakoplovima s dodatno izraženim visokim gravitacionim - G opterećenjima. Često su prisutna preopterećenja lokomotornog sustava, koja se očituju u bolestima vratnog i lumbalnog segmenta kralježnice. Stoga je obavezna tjelovježba vojnih pilota usmjerena na prevenciju invalidnosti, uz primjerena opterećenja čemu se prilagođavaju planovi letenja. Sve primijenjene tjelovježbe u vojnih pilota djeluju povoljno na povećanje KRS i time snižavanje rizika KVB (Honkanen i sur., 2018). Finska studija na vojnim pilotima pokazala je najveći aerobni kapacitet u skupini pilota izloženoj najvećim G opterećenjima (Rintala i sur., 2015). Također, razine tjelesne spremnosti poljskih vojnih pilota i zemaljskog osoblja pokazale su primjerenu razinu, što pozitivno utječe na zdravstveno stanje i time učinkovitije izvršenje borbenih zadaća (Tomczak i sur., 2022).

Autonomna disfunkcija srčanog ritma

Varijabilnost srčanog ritma - HRV (heart rate variability) čine vremenska kolebanja između R valova na elektrokardiogramu, te se zato koristi i naziv RR varijabilnost. Frekvencija srčanog rada je određena utjecajem autonomnog živčanog sustava. Tako djelovanje simpatičkog sustava ubrzava srčani rad, dok ga djelovanje parasimpatičkog usporava. Djelovanje parasimpatičkog sustava je brzo i očituje se 400 ms nakon stimulacije, dok je simpatički podražaj sporiji i slijedi tek nakon 5 sekundi latencije, a maksimalni učinak se postiže za 25 sekundi. Balansiranje učinaka oba asimetrična sustava autonomne regulacije srčanog ritma uzrokuju oscilacije, odnosno HRV (RR varijabilnost). Tako HRV pokazuje interakcije između srca i mozga, čime se vide dinamički i nelinearni procesi centralnog živčanog sustava. Isti sustavi reguliraju autonomnu ravnotežu organizma: krvnog tlaka, disanja, rad probavnog sustava, srca, vaskularnog tonusa, tjelesne temperature, balansa tekućina i elektrolita, znojenja, mokrenja, defekacije, seksualne aktivnosti i ostale nevoljne fiziološke procese (Pinna i sur., 2007; Shaeffer i sur., 2017). Oscilacije zdravog srca su složene i nelinearne, pa takva kolebanja srčanog rada najbliže opisuje matematički kaos. Varijabilnosti nelinearnih sustava omogućuju organizmu brzu prilagodbu neizvjesnom. Zdravi biološki sustavi pokazuju prostornu i vremensku složenost, dok ih bolest može smanjiti ili povećati (Shaeffer i sur., 2017).

Parametre HRV čine dvadesetak matematički izvedenih varijabli, koje se dijele na vremensku i frekvencijsku domenu. Parametri ***vremenske domene*** su: SDNN-standardna devijacija između NN intervala, SDRR-standardna devijacija između RR intervala, SDANN-standardna devijacija od prosječnih RR intervala, SDNN index (SDNNI) srednja vrijednost standardnih devijacija svih NN, pNN50%-postotak sukcesivnih NN intervala koji se razlikuju više od 50 ms, HRMax-HRMin-prosječna razlika između najvišeg i najnižeg broja otkucaja srca tijekom svakog respiratornog ciklusa, RMSSD-korijen razlika srednjeg kvadrata uzastopnih RR intervala, HRV triangular indeks-integrirana gustoća histograma RR intervala podijeljena s njezinom visinom i TINN-polazna širina histograma RR intervala (Shaffer i sur., 2017).

Parametre ***frekvencijske domene*** obuhvaća: ULF snaga, VLF snaga, LF vrh-vršna frekvencija, LF snaga -apsolutna snaga niskog frekvencijskog pojasa, LF snaga nu - relativna snaga niskog frekvencijskog, HF vrh - najveća frekvencija visokofrekventnog pojasa (0.15-0.4 Hz), HF snaga- najveća snaga visokofrekventnog pojasa, HF snaga - relativna snaga visokofrekventnog pojasa i odnos LF/HF - omjer LF i HF snage izražen u postotcima (Shaffer i sur., 2017; Nunan i sur., 2010; Skibniewsky i sur., 2015; Lucini i sur., 2020).

Vrijednosti HRV se fiziološki snižavaju s dobi, zbog smanjivanja funkcije parasimpatičkog sustava. Nakon 25 godina života postepeno se snižavaju spektralne komponente (linearne), dok

se nakon 45 godina snižavaju i kompleksne komponente (nelinearne) (Vuksanović i sur., 2005). Vrijednosti HRV povezane su s kardiorespiratornom sposobnosti. Tako aerobni trening poboljšava autonomnu modulaciju srca, povećavajući parasimpatički utjecaj i smanjujući učinak simpatikusa, što je povezano još sa sniženom razinom upalnog parametra CRP-HS (Buchheit i sur., 2006; Nayara i sur., 2015). Fizičke aktivnosti podižu kardiorespiratornu sposobnost u djece i adolescenata povećanjem parametara HRV (Oliviera i sur., 2017). Učinak vježbanja djeluje različito na promjene HRV parametara, što ovisi o vrsti, intenzitetu i trajanju aktivnosti (Iellamo i sur., 2001; Sharma i sur., 2015; Grant i sur., 2008; Aslani i sur., 2011). Postoji značajno snižavanje HRV kod psihičkog i radnog stresa, te depresivnih stanja (Tonello i sur., 2014; Kang i sur., 2015). Istraživanje provedeno na korejskoj populaciji pokazalo je povezanost udjela tjelesne masti i opsega struka s niskom razinom HRV, za razliku od ITM što ukazuje na nepovoljniji učinak abdominalnog nakupljanja masti, u odnosu na povećanje ITM-a (Yi i sur., 2013). Tjelesno vježbanje kineske radničke populacije, u svim dobnim skupinama, pokazalo je pozitivne učinke na parametre HRV i to najbolje u RMSSD i HF (Kang i sur., 2015). Također, snižene razine HRV povezane su s višim razinama upale u sredovječnih muškaraca (Lampert i sur., 2008). Intenzitet tjelesnog vježbanja treba prilagoditi po intenzitetu, kako bi kod sportaša bilo napretka, jer previše ili premalo treninga ne daje odgovarajuće rezultate. Stoga praćenje parametara HRV predstavlja vrijedan pokazatelj napretka treninga (Klarić., 2016).

U velikoj longitudinalnoj studiji o aterosklerozi (MESA) provedenoj na multietničkoj skupini ispitanika, bez početne KVB u početku, provedena su ispitivanja povezanosti čimbenika rizika KVB s parametrima HRV. Od ispitivanih HRV parametara, SDNN i RMSSD pokazali su najveću prognostičku povezanost za kardiovaskularne incidente. Parametri HRV pružaju uvid u zdravlje autonomnog živčanog sustava, koji modificiraju rad sinus atrijskog čvora i time frekvenciju srčanog rada. Sniženi HRV ukazuje na autonomnu disfunkciju, prisutnu u različitim kardiovaskularnim bolestima: koronarna bolest, hipertenziju, šećernu bolest i zatajenje srca. Mehanizam nastanka autonomne disfunkcije mogu biti abnormalnosti u strukturi srca i loša neurohumoralna prilagodba. Sniženi HRV je posljedica prevage simpatikusa, što dovodi do zadržavanja natrija izazivajući sindrom zatajenja srca u rizičnih pacijenata (Eguchi i sur., 2010; Li i sur., 2016). Istraživanje HRV parametara u sportaša, pokazalo je povezanost parametara RMSSD i logaritma RMSSD sa stanjem umora (Schmitt i sur., 2015).

HRV je značajno povezan s rizikom KVB i smrtnosti, kada se mijenja ovisno o pulsu (O'Neal i sur., 2016; Pradhapan i sur., 2014). HRV je dobar prediktor iznenadne smrti u epilepsiji

(O'Neal i sur., 2016). Istraživanja ukazuju na prediktivnu ulogu varijabilnosti srčanog ritma i KVB. Tako snižene razine HRV tijekom noći u spavanju u bolesnika sa šećernom bolesti tipa 2 ukazuju na razvoj KVB (Eguchi i sur., 2010). U bolesnika sa šećernom bolesti tipa 2 postoji snižena simpatička i parasimpatička aktivnost, što se smatra posljedicom metabolizma glukoze na HRV, koja dovodi do autonomne neuropatije srca (Benichou i sur., 2018). Kod bolesnika sa šećernom bolesti tipa 2, umjereno aerobno vježbanje 3 puta tjedno tijekom 6 mjeseci, dovodi do poboljšanja regulacije srčanog ritma (Goit i sur., 2018). HRV vrijednosti su povezane s povećanom tjelesnom masom. Tako dijetetske mjere hipokalorijskom prehranom koje dovode do gubitka tjelesne mase poboljšavaju HRV, čime potvrđuju važnost pozitivnog učinka mršavljenja (Sjoberg i sur., 2011).

Istraživanje provedeno simuliranjem hipoksije, na 8320 metara nadmorske visine u zdravih osoba, simuliranjem teške tjelovježbe ili ishemijske bolesti, kod promjene HRV pokazuje značajnu predikciju fibrilacije ventrikula (Vigo i sur., 2010).

Na brazilskim vojnim pilotima nadzvučnih zrakoplova provedeno je istraživanje o povezanosti dehidracije, tjelesne spremnosti i mišićne snage, prije i nakon letenja. Rezultati su ukazali na značajne povezanosti parametara RMSSD, KRS i statusa hidratacije (hematokrita) (Oliviera-Silva i sur., 2015). Tijekom dugotrajnih letova kod francuskih vojnih pilota novaka, mjereni HRV parametri pokazali su smanjenu aktivnost parasimpatičkog sustava uz jaču aktivnost simpatičkog dijela, što je trajalo do 5 sati nakon završetka leta (Sauvet i sur., 2009). U španjolskih vojnih pilota lovačkih aviona na simulatoru letenja, provedene su simulacije izvanrednih scenarija. Rezultati mjerenih varijabli pNN50% i RMSSD pokazali su značajno snižavanje mjerenih varijabli tijekom slijetanja, dok su ostalim mjerenim segmentima leta vrijednosti bile povišene (Fernandez-Morales i sur., 2022). Slično istraživanje provedeno na simulatoru leta, u vojnih pilota portugalskog ratnog zrakoplovstva pri provedbi sigurnosnih protokola u slučajevima otkaza vitalnih dijelova zrakoplova, mjereni parametri HRV pokazali su veći simpatički odgovor i manje promjene varijabli u iskusnih pilota, u odnosu prema neiskusnima (Santos i sur., 2022). Istraživanje provedeno na španjolskim vojnim pilotima mjerenjem HRV parametara tijekom stvarnog i simuliranog leta, tijekom realnog leta bili su sniženi i povezani s razinom anksioznosti (Fuegos-Garcia i sur., 2021). Kod istraživanja provedenog u simulatoru na španjolskim vojnim pilotima, mjerene varijable HRV i EEG pokazale su snižene vrijednosti tijekom polijetanja, slijetanja, napada zrak-zrak i napada zrak-zemlja. Postupak slijetanja pokazao je veću reakciju simpatičkog sustava, u odnosu na manevar polijetanja (Villafaina i sur., 2021). Kod pilota borbenih aviona za razliku od neletača u simuliranim položajima stajanja i ležanja vidljivi su u varijablama HRV niži utjecaji

simpatičkog i parasimpatičkog sustava, koji pokazuju prilagodbu pilota borbenih aviona na autonomnu modulaciju rada srca, zbog česte izloženosti ubrzanjima i stresu (de Sa i sur., 2022). Istraživanje provedeno na simulatoru u američkih civilnih pilota pokazalo je snižavanje razine promatranih parametara HRV (SDNN, RMSSD, HF/LF) tijekom zahtjevnih manevara, što je povezano s dobi i pretilosti. Provedba manevara zrakoplova bila je bolja kod manjeg stresnog odgovora pilota (Cad i sur., 2019). Slijedeće istraživanje, provedeno na talijanskim civilnim pilotima na simulatoru, pokazalo je korisnost mjerenja HRV parametara u cilju procjene mentalnog opterećenja i umora pilota, te se predlaže stalno mjerenje u kokpitu s ciljem smanjivanja broja zrakoplovnih nesreća, jer ih je 75% uzrovano ljudskim čimbenikom (Alaimo i sur., 2020).

Čimbenici upale

Brojna istraživanja potvrdila su upalnu podlogu razvoja ateroskleroze, te su ukazala na povezanosti razine upale i ozbiljnosti KVB, tako su više razine upale činile dobar pokazatelj predviđanja KVB (Kocmur i sur., 2017; Ding i sur., 2016; Libby, 2021, Narula i sur., 2020). Aterosklerozu propagira niska razina upale, te je najprimjereniji pokazatelj razina visokoosjetljivog C reaktivnog proteina – CRP-HS, koji je značajno povezan s rizicima KVB (Shirvastava i sur., 2015; Koosha i sur. 2020). Razina mokraćne kiseline je pokazatelj upale i rizika KVB, ali i ujedno pokazatelj metabolizma purina (Kei i sur., 2018; Tian i sur., 2018).

CRP-HS je visoko osjetljivi c-reaktivni protein, odnosno glukoprotein iz grupe pentraksina, sintetizira se u jetri i masnim stanicama, podražajem citokina interleukina (IL-6 i IL-1b) od makrofaga i adipocita. Razina CRP raste do 50 000 puta akutnoj upali, iznad normalne razine povisi se za 6 sati, a vrhunac nivoa dostiže za 48 sati. Kako mu je vrijeme poluraspada konstantno, tako mu je razina određena upalom. Funkcionalno čini dio imunološkog sustava jer se veže na fosfokolin, izložen na površini mrtvih i oštećenih stanica. Veže se na antigene jezgre i patogene čimbenike aktivirajući sustav komplementa uništavajući stanicu. Drugi mehanizam je aktivacija Fc-receptora makrofaga, čime izaziva opsoninom posredovanu fagocitozu stranih i oštećenih stanica (Helal i sur. 2012). Povišene razine CRP-a prisutne su kod upala, tumora, trauma i infekcija (Ridker i sur., 2008).

Visoko osjetljive metode omogućuju određivanja niskih koncentracija CRP-a ispod 1 mg/l kao pokazatelja upale niskog stupnja, visoko osjetljivog CRP-HS. Povišene razine CRP-HS su osjetljivi pokazatelj upale i prediktor KVB, tako da su razine u plazmi proporcionalne riziku (Shirvastava i sur., 2015). Novija istraživanja ukazuju prediktivnu ulogu razine CRP-HS kod

ishoda KVB u populaciji s hipertenzijom, šećernom bolesti, dislipidemijama i pušača (Koosha i sur. 2020).

Povišena razina mokraćne kiseline u krvi

Povišena razina mokraćne kiseline - MK u krvi ili hiperuricemija najčešće je posljedica poremećaja metabolizma purina (adenina i gvanina). Manja povišenja razine MK povezana su s povećanim rizikom razvoja ateroskleroze i time KVB, osobito ranog infarkta u bjelačkoj populaciji (Kei i sur., 2018; Tian i sur., 2018). Povećane razine MK značajno su povezane s metaboličkim i bubrežnim bolestima (Usama i sur., 2017). Mehanizam aterosklerotskog djelovanja povećane razine MK je smanjeni unos L-arginina u endotelne stanice, čime se smanjuje dostupnost dušičnog oksida i slabi vazodilatacijska sposobnost arterija. MK je slabo topiva u tekućinama, pa njeno taloženje izaziva snažnu upalnu reakciju, dok povišena razina MK izaziva proliferaciju glatkih mišićnih stanica, propagirajući rast aterosklerotičnog plaka (Tian i sur., 2018).

Giht je upala zgloba nastala taloženjem kristala mokraćne kiseline, povezan je s KVB i bubrežnim bolestima i predstavlja neovisan prediktor prerane smrti. Giht je često u komorbiditetu s pretilosti, bolestima bubrega, hipertenzijom, dijabetesom tipa 2 i dislipidemijama (Kuwabara, 2015; Wu i sur., 2017; Katsiki i sur., 2015; Zuo i sur., 2016). Epidemiološke studije pokazale su povezanost asimptomatske lagano povišene razine MK s kardiovaskularnim čimbenicima rizika i razvojem KVB (Bardin i sur., 2017). Novija istraživanja pokazala su povezanost povišene razine mokraćne kiseline i genetskih mutacija u bolesnika s KVB (Zhang i sur., 2021).

1.1.2 Pokazatelji kardiovaskularnih rizika u vojnih pilota

Dosadašnja istraživanja čimbenika rizika KVB, provedena su većinom mjerenjem i procjenom antropoloških, kliničkih, biokemijskih, upalnih, anamnestičkih parametara i testiranja psihičkog stresa, te je fokus usmjeren na procjenu stanja razvoja ateroskleroze i time procjene. Novija istraživanja usmjerena su na genetske čimbenike, jer imaju veliki potencijal u pružanju precizne slike izloženosti čimbenicima rizika KVB za svakog ispitanika i time prevencije. Pojedinačni pokazatelji procjene rizika KVB korišteni u dosadašnjim istraživanjima imaju različitu osjetljivost, primjenjivost, cijenu, specifičnost i prognostičku vrijednost u procjeni KVB (Helfand i sur., 2009; Mišigoj-Duraković, 2018; Babić, 2018).

Razina čimbenika rizika KVB ukazuje na rizike, ali ne pruža potpunu sliku razvoja ateroskleroze, negu samo daje uvid o potencijalnom riziku. Tako mjerenja zadebljanja arterija i nakupljanja kalcija u aterosklerotičnim plakovima pružaju sliku progresije ateroskleroze, dok kombinacija više čimbenika rizika KVB daje preciznije podatke prije nastupa simptoma (Helfand i sur., 2009; Holdsworth i sur., 2019; Yeboah, 2021; Pandrc i sur., 2022).

Najnovija istraživanja pokazala su utjecaj crijevnog mikrobiona na razvoj ateroskleroze, pa tako određene skupine crijevnih bakterija mogu djelovati na njezin razvoj i time na ozbiljnost same KVB. Naime, pod utjecajem bakterija dolazi do promjena metabolizma: taurina, ceramida, sfingolipida i benzena. Različite crijevne flore povezane su s grupama bolesnika sa stabilnom koronarnom bolesti i akutnim koronarnim sindromom (Liu i sur., 2019).

Pokazatelji razvoja ateroskleroze mogu biti pojedinačni i skupni:

Pojedinačni pokazatelji kardiovaskularnih rizika

Razine pojedinačnih čimbenika rizika mogu ukazivati na razvoj KVB, te postoje metode koje se koriste za procjenu razvoja ateroskleroze. Radiološkim snimanjem srca može se izračunati ***kalcijum skor***, koji predstavlja razinu taloženja kalcija u plakove koronarnih arterija, također čimbenici ***koagulacije krvi*** čine važan udio razvoja KVB, posebice kod incidentnih kardiovaskularnih događaja (Yeboah, 2021; Shreya i sur., 2021; Dikić., 2016; Pandrc i sur., 2022). Novija istraživanja provedena u Velikoj Britaniji na vojnim pilotima, pokazuju primjenjivost ***kardiovaskularne magnetne rezonance*** u procjeni profesionalnog rizika pilota u ograničenju letačkih sposobnosti (Holdsworth i sur., 2019).

razina lipoproteina u krvi – lipoprotein (a) i alipoprotein (a) su glikoproteini, strukturalno slični LDL lipoproteinima i plazminogenu. Međutim, metoda je slabo primjenjiva zbog razlika između metoda određivanja (Helal i sur., 2012).

homocistein – je aminokiselina sintetizirana u jetri iz metionina, a razina u krvi je povezana s povećanim rizikom KVB. Razina homocisteina prati rizike KVB, ali na nju djeluju povećani unosi folne kiseline, vitamina B6 i vitamina B12, uzrokujući snižavanje razine. Nije prihvaćen za procjenu rizika KVB (Malinow i sur., 1999; Kianoush i sur., 2017). Ali je dobar prediktor procjene stanja visokorizičnih KVB bolesnika (Grundy i sur., 1999). Također je povezan sa bolestima CNS jer su istraživanja pokazala da se homocistein može uklopiti u sastav proteina, iako je neproteinska aminokiselina (Jakubowski, 2019). Povišene razine homocisteina povezane su s većim rizikom neurovaskularnih bolesti, migrene, demencije, epilepsije i poremećaja razvoja (Hermann i Sitdikova 2021).

interleukin-6 je medijator upalne reakcije, dok interleukin-10 ima zaštitnu ulogu, deaktivirajući makrofage i T-limfocite, modulirajući aterosklerotski proces stabiliziranjem postojećih plakova (Mallat i sur., 1999; Wedell-Neergaard i sur., 2018; Tanaka i sur., 2014; Mao i sur., 2016; Li i sur., 2014; Wang i sur., 2015; Wainstein i sur., 2017).

gležanjsko-nadlaktični indeks može procijeniti rizik razvoja KVB – omjer sistoličkih tlakova na gležnju i nadlaktici, povezan je s razvojem KVB. Predstavlja visoko specifičnu, neinvazivnu pretragu, koja se koristi u epidemiološkim studijama u cilju ranog otkrivanja rizika KVB (Hatmi i sur., 2014; JAMA, 2008).

zadebljanje intime karotidnih arterija – ultrazvučno neinvazivno mjerenje pouzdano prikazuje razvoj ateroskleroze u zahvaćenim arterijama, ali nije općenito prihvaćeno kao ocjena rizika (Andrea i sur., 2005; Helfand i sur., 2009).

genetski markeri - polimorfizam gena za sve komponente čimbenika rizika KVB i njihovog metabolizma pokazuje povezanost s KVB. Značajna je povezanost angiotenzin gena s rizikom infarkta miokarda i hipertenzije. Genetski markeri se intenzivno istražuju, te će postati važni individualni prediktori KVB (Harrap i sur., 2017; Ripati i sur., 2010; Pipicz i sur., 2018; Inoue i sur., 2018; Kaur i sur., 2013; Polinsky i sur., 2018; Su i sur., 2010). Posljednjih godina intenzivno je istraživana genetski utjecaj razvoja KVB, početno istraživanjem genskih lokusa i povezanosti čimbenika rizika KVB u cilju izrade genske karte, kako bi se provela individualna prevencija i planirala genska terapija (Malakar i sur., 2019; Van der Harst i sur., 2017; Hartiala i sur., 2021). Postoji potreba izračuna genetskog rizika, jer se polovina KVB može izbjeći promjenom načina života uz primjenu statina, dok je ostatak uzroka vezan uz prirodne čimbenike bolesti (Roberts i sur., 2019). Kako KVB imaju značajan udio nasljedne poligene etiologije postoji potreba mapiranja i djelovanja na budući razvoj KVB (Inouye i sur., 2018; Roberts i sur., 2018; Murdock i sur., 2021; Christoffersen i sur., 2021; Christianson i sur., 2020). Novija istraživanja su usmjerena na epigenetiku, odnosno utjecaj okoliša na gene bez promjene sekvencija Tako metilacija DNK, promjena histona i ekspresija nekodirajućih molekula RNK pokazuje značajan utjecaj na razvoj KVB (Prasher i sur., 2020; Vizirianakis i sur., 2021).

Skupni pokazatelji kardiovaskularnih rizika

Precizniju procjenu izloženosti KVB daju kombiniranja više čimbenika rizika, gdje se iz dobivenih skorova procjenjuje mogućnost razvoja KVB u narednom vremenskom periodu. Skorovi se prate, te se sukladno evaluaciji korigiraju (Lloyd-Jones, 2010). Tako su razvijeni različiti skorovi za procjenu rizika KVB:

Framingham score – praćeni parametri su: dob, ukupni kolesterol, HDL kolesterol, sistolićki krvni tlak, dijastolićki krvni tlak, dijabetes, pušenje i spol. Izračunom unešenih ćimbenika rizika, dobivaju se rizici kardiovaskularne smrti, infarkta miokarda, stabilne i nestabilne angine pektoris za period od 10 godina (Lloyd-Jones., 2010; D Agostino i sur., 2008). Postoji mogućnost prilagodbe 30-godišnjeg predviđanja rizika KVB (Pencina i sur., 2009). Primjena Framingham skora u Europskim zemljama pokazala je velike razlike, što su potvrdile komparativne studije kod danskog, britanskog i njemaćkog stanovništva, te se pokazala neprimjenjivost u europskim zemljama (Thomsen i sur., 2002; Brindle i sur., 2003; Hense i sur., 2003).

ATP-III score (2001) – predstavlja skor rizika KVB, bazira se na Framingham skoru i koristi se kod KVB bolesnika, za procjenu težine i terapije. Dobiva se određivanjem razina: ukupnog kolesterola, LDL kolesterola, HDL kolesterola, potom se određuje stupanj razvoja KVB bolesti, odnosno klinićke manifestacije. Praćeni su glavnih ćimbenici rizika: pušenje, hipertenzija, obiteljska anamneza na KVB i dob. Dobiveni broj bodova se izračunava po tablicama za rizike kardiogene smrti uzrokovanom KVB i infarkta miokarda (Lloyd-Jones, 2010).

Framingham global score – predstavlja nadograćeni i korigirani Framingham skor, dobiven temeljem praćenja osnovnog, za rasne grupacije, poboljšana je širina predviđanja za: kardiovaskularnu smrtnost, srćane bolesti, udare, srćane greške i klaudikacije. Praćeni ćimbenici rizika su: dob, spol, pušenje, ukupni kolesterol, LDL kolesterol, sistolićki tlak i antihipertenzivna terapija (Assman i sur., 2002; Viera i sur., 2010).

PROCAM score - razvijen 10-godišnjim praćenjem u PROCAM studiji (Prospective cardiovascular Munster). Skor uzima u obzir ćimbenike: dob, razina LDL kolesterola, razinu HDL kolesterola, razina triglicerida, pušenje, dijabetes, infarkt miokarda u obitelji i sistolićki krvni tlak. Svaki ćimbenik rizika se boduje po tablici i ukupan broj bodova daje postotak mogućnosti razvoja fatalne KVB u narednih 10 godina. PROCAM je globalno primjenjiv, razvijen je za muški spol, dok se za ženski spol uzima faktor korekcije (Assman i sur., 2002).

QRISK score – procjenjuje tradicionalne ćimbenike rizika KVB: dob, spol, sistolićki krvni tlak, pušenje, odnos ukupni kolesterol/HDL kolesterol zajedno s dodatnim ćimbenicima: ITM, obiteljska anamneza na KVB, kronićne bolesti bubrega, reumatoidni artritis, fibrilaciju atriya, šećernu bolest i terapija hipertenzije. Namijenjen je procjeni rizika kardijalne smrtnosti, infarkta i tranzitornih ishemićnih ataka. Predstavlja najjažuriraniji skor, jer svake godine izlazi nova inaćica (Lloyd-Jones, 2010).

Reynolds score – koristi kvantitativne čimbenike rizika za izračun 10-godišnjeg rizika kardiovaskularne smrti, moždanog udara (CVI), infarkta miokarda i revaskularizacije. Korišteni parametri su: dob, pušenje, razina ukupnog kolesterola, razina HDL kolesterola, razina CRP-HS i anamnestički podatak o infarktu roditelja prije 60-te godine starosti (Lloyd-Jones, 2010; Viera i sur., 2010).

SCORE – europski indeks, rezultat procjene 10 godišnjeg rizika kardiovaskularne smrtnosti, dobiva se temeljem procjene u tablicama za zemlje s višim i nižim rizikom za KVB. Čimbenici rizika KVB osim regije su: spol, dob, pušenje, razina ukupnog kolesterola i visina sistoličkog krvnog tlaka. Zbroj bodova iz tablice čini postotak mogućeg razvoja fatalne KVB u narednih 10 godina (Conroy i sur., 2013). Pojedine europske zemlje, s obzirom na specifične rizike vlastitog stanovništva, kalibrirale su skor prema vlastitim rizicima npr. HellenicSCORE (Pencina i sur. 2009).

Kombinacija više čimbenika rizika, daje preciznije podatke o ugroženosti populacije od KVB, te su provedena istraživanja u cilju preciznijeg kalibriranja, dopuna preciznosti uključivanjem dodatnih čimbenika rizika, kao i usporedba različitih skorova u pojedinim populacijama.

SCORE je pokazao najbolju preciznost kod Europske populacije u odnosu prema ostalim kombiniranim testovima (Thomsen i sur., 2002; Assman i sur., 2002; Brindle i sur., 2003; Hense i sur., 2003; Pencina i sur., 2009; Lloyd-Jones, 2010; D Agostino i sur., 2008; Viera i sur., 2010; Panagiotakos i sur., 2007; Hense i sur., 2003; Nauman i sur., 2016; Goff i sur., 2013).

1.2. Gubitak sluha u vojnih pilota

Oštećenje, odnosno gubitak sluha predstavlja najčešći oblik gubitka osjetila, koje pogođa 360 milijuna ljudi u svijetu. Najčešće se javlja u starijoj dobi, kao staračka naglušost, dok se 10% naglušosti smatra posljedicom buke (Yamasoba i sur., 2013; Gonzalez-Gonzales, 2018). Buka je definirana kao neželjeni ili neočekivani zvuk, koji smeta i neugodno djeluje. U europskoj populaciji udio slušnih tegoba iznosi 10%, a svaka druga osoba starija od 65 godina ima gubitak sluha (Maassen i sur., 1999). Prema Zakonu o hrvatskom registru o osobama s invaliditetom, oštećenja sluha se dijele na gluhoću i naglušost. Gluhoćom se smatra gubitak sluha u govornim frekvencijama (500 do 3000 Hz) većim od 81 decibela, dok je naglušost oštećenje sluha od 25 do 80 decibela (HZJZ., 2023b).

Oštećenje sluha bukom naziva se akustična trauma, koja može nastati naglo i postupno. Čimbenici nastanka akustične traume su fizikalni i individualni. Fizikalni čimbenici su: jačina

buke, dužina izloženosti, frekvencija buke, vrsta buke, udaljenost od izvora buke i okoliš. Individualni čimbenici nastanka akustične traume su: individualna osjetljivost, životna dob, spol, bolesti uha, predisponirajuća stanja, ototoksična terapija, dijabetes, povišene masnoće u krvi i prostor u kojemu je buka (Ding i sur., 2019).

Istraživanje provedeno na indijskim industrijskim radnicima, izloženim visokim razinama buke, pokazuje povezanost gubitka sluha s dobi, razinom buke i trajanjem izlaganja (Rang i sur., 2014). U kineskoj populaciji dokazana je značajna povezanost povišenih razina triglicerida u krvi i gubitka sluha, dok za povišene razine kolesterola nema povezanosti (Chang i sur., 2007).

Dijagnostika gubitka sluha provodi se tonalnom audiometrijom. Uredan nalaz sluha predstavlja prag čujnosti do razine 26 dB na frekvencijama: 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz, 4 kHz i 8 kHz. Dugotrajnijem i ponavljanim izlaganjem jakoj buci nastaju trajni gubici sluha, s padom praga sluha između 2 kHz i 6 kHz, najčešće na 4 kHz. Daljnjim štetnim djelovanjem buke dolazi do progresije gubitka „produbljivanjem“ praga sluha i širenjem prema susjednim frekvencijama. Širenje prema nižim frekvencijama je posebno ozbiljno, jer kad zahvati govorno područje (od 500 Hz – 3 kHz), nastaju smetnje u govornoj komunikaciji (Radanović i sur., 2002). U populaciji kineskih industrijskih radnika, potvrđena je povezanost dugotrajne izloženosti visokoj buci, dislipidemija i gubitka sluha (Zhang i sur., 2021).

Na razinu gubitka sluha, osim izloženosti buci, uz zdravstvene čimbenike rizika djeluju brojni čimbenici, tako dodatni udio uzroka čine: otapala, vibracije, teški metali, pušenje, ugljični monoksid, kemijska sredstva, dob, vrućina i smjenski rad, dok umjerena konzumacija alkohola predstavlja zaštitni čimbenik očuvanja sluha (Golmohammadi i Darvishi, 2020; Dawer i sur., 2014). Buka je također identificirana kao čimbenik rizika KVB (Taylor., 2014).

Buka predstavlja jedan od najvećih čimbenika štetnosti po zdravlje u zrakoplovstvu, stoga je provedeno više istraživanja o oštećenju sluha u vojnih pilota. Osnovno se dijeli na vanjsku buku i buku u kabini zrakoplova (kokpitu), gdje je vanjska buka u pravilu veća (Bucak, 2007). Istraživanje provedeno na finskim vojnim pilotima pokazalo je na visoku izloženost buci. Naime, buka u zrakoplovu iznosi od 97–106 dB, dok je u samom kokpitu od 83–100 dB. Učinak kacige na zaštitu sluha iznosi u realnim uvjetima od 10–21 dB, dok samo u laboratorijskim uvjetima zaštita iznosi 30 dB. Aktivni uređaji za zaštitu od buke mogu je smanjiti za 4–8 dB (Kuronen, 2004).

Istraživanja gubitka sluha u pilota i zrakoplovnog osoblja, dovela su do spoznaja o štetnom utjecaju buke u zrakoplovne populacije i učinku zaštitnih mjera (Lang i sur., 2012; Raynal i sur. 2006; Kuo i sur., 2021; Muhr i sur., 2019). Zrakoplovno osoblje često biva isključeno s

letačkih poslova zbog oštećenja sluha, što iziskuje troškove zahtijevajući primjerenu zaštitu sluha. Istraživanje provedeno na pilotima helikoptera i aviona u SAD ukazalo je da su dvostruko češći gubitci sluha u pilota helikoptera. (Raynal i sur. 2006). Studija provedena na tajlandskim vojnim pilotima i zrakoplovnim mehaničarima, pokazala je veća gubitak sluha u zrakoplovnih mehaničara (47.6%), nego u pilota (32.4%). Način zaštite sluha i pušenje ukazivali su na povezanost s oštećenjem sluha, dok alkohol, dob i nalet nisu povezani (Jaruchinda i sur., 2005). Oštećenja sluha u francuskih vojnih pilota, više različitih tipova zrakoplova, pokazuju veću zahvaćenost lijevog uha u pilota nadzvučnih zrakoplova i helikoptera (na 3 kHz), nego transportnih zrakoplova (Raynal i sur., 2006). Finska studija istraživala je gubitke sluha u vojnih pilota i industrijske populacije. Tako su vojni piloti bili bolji po sluhu, zbog manjeg broja čimbenika rizika (Kuronen 2004). Istraživanja o razlikama oštećenja sluha u vojnih pilota, koji lete na različitim zrakoplovima, pokazala su veliku varijabilnost. Većinom su piloti mlaznih lovačkih aviona ugroženijeg sluha od ostalih pilota, iako postoje i obrnuti rezultati (Raynal i sur., 2006; Barčan i sur., 2019; Axelsson i sur., 1985; Loprinzi i sur., 2012; Hull i sur., 2010). Studija provedena na velikom broju vojnih pilota u SAD, ukazala je na veće gubitke sluha u pilota aviona nego helikoptera (Orsello i sur., 2013). U Indiji su veća oštećenja sluha kod tehničkog osoblja 22,9%, dok je kod netehničkog osoblja pojavnost niža 12,5%. Također, istraživanja provedena u općoj populaciji pokazala su veća oštećenja sluha u pušača i ispitanika s krvnom grupom 0 (Nair i sur., 2009). Kanadska longitudinalna studija pratila je promjene praga sluha vojnih pilota, od upisa na školovanje i kroz praćenje tijekom letačkog staža u trajanju od 15 godina. Prag sluha u konačnici oslabi za 20 dB, dok su oštećenja vidljiva nakon 6 godina letenja i to za 10% na 6 kHz. Oštećenja sluha zrakoplovnom bukom su tri puta niža kod ispitanika koji koriste primjerenu zaštitu, za razliku od onih koji ju ne koriste. Također je u populaciji vojnih pilota veći gubitak sluha nego u općoj populaciji (Smith i sur., 2017). Istraživanje provedeno na vojnim pilotima Saudijske Arabije pokazalo je veća oštećenja sluha bukom kod pilota aviona (42%), nego kod helikoptera (23%), što je osobito izraženo u pilota s više od 2000 sati ukupnog naleta (Al-Omari i sur., 2018). Na izraelskim vojnim pilotima potvrdila se povezanost između dobi i oštećenja sluha bukom, dok tip zrakoplova i sati naleta nisu povezani (Smith i sur., 2017). Kod helikoptera uz visoku razinu buke prisutne su dodatno vibracije, zbog okomito postavljenih vratila glavnog i repnog rotora, te takvo udruženo djelovanje jače oštećuje organ sluha (Maradin., 2016). Istraživanje provedeno na kineskim vojnim pilotima i zemaljskom osoblju, pokazalo je visoku izloženost ekstremnim razinama buke, ali su oštećenja sluha veća u zemaljskog osoblja (Chao-Yin i sur.,

2021). Istraživanje provedeno na vojnim pilotima ukazalo je na veću ugroženost sluha lijevog uha (Raynal i sur., 2006; Muller i sur., 2017; Chen i sur., 2023).

Uz visoke razine buke prisutne u zrakoplovstvu, pušenje predstavlja važan čimbenik rizika oštećenje sluha, jer se oba negativna učinka zbrajaju. Tako istraživanja u općoj populaciji ukazuju na veću ugroženost pušača, osobito ako se uzima u obzir visoki udio pušača u populaciji vojnih pilota (Syed i sur., 2021; Sharabi i sur., 2002; Mofateh i sur., 2017; Tao i sur., 2013).

Dosadašnje spoznaje

Visoka razina izloženosti čimbenicima rizika i pojavnost kardiovaskularnih bolesti u populaciji vojnih pilota pokazala je značajan zdravstveni utjecaj na borbenu spremnost, što zahtjeva preventivno djelovanje u cilju smanjenja pojavnosti. Dosadašnja istraživanja provedena na hrvatskim vojnim pilotima, ukazuju na heterogenost u tjelesnoj spremnosti, uz visoku izloženost čimbenicima rizika kardiovaskularnih bolesti (Belošević i sur., 2007, Belošević 2009; Klaster projekt 2008). Takva istraživanja provedena u svijetu, ukazuju na značajnu izloženost čimbenicima rizika i visoku zastupljenost KVB u populaciji vojnih pilota, što je povezano sa smanjenim tjelesnim sposobnostima (Rutlege i sur., 2012;; Weber i sur., 2018). Snižena razine tjelesne spremnosti prisutne su i u mlađih vojnih pilota. Tako su sadašnje razine niže nego prije 30 godina (Nancheva i sur., 1995; Tomczak i sur., 2016). Ispitivanja provedena u Republici Hrvatskoj ukazala su na povećani rizik zrakoplovne populacije zbog: pušenja, povećane tjelesne mase, pretilosti, hipertenzije i dislipidemije. Također, su ukazala na visoki stres i nedostatnu tjelesnu aktivnost zrakoplovnog osoblja (Belošević i sur., 2009; Belošević., 2009; Klaster projekt 2008). Slična istraživanja provedena na vojnim pilotima u svijetu ukazala su na KVB kao značajan uzrok prizemljenja letaćkog osoblja (Grosz i sur., 2007; Parker i sur., 2001). Najnovije smjernice predlažu agresivniji pristup terapije hiperglikemije, hiperlipidemije i hipertenzije i u asimptomatskih vojnih pilota s izraženim čimbenicima rizika, s ciljem prevencije KVB (Fiuza-Luces i sur., 2018; Wirawan i sur. 2020). Provedena prevencija čimbenika rizika KVB je već prije gotovo 40 godina pokazala povoljan učinak u populaciji američkih mornaričkih vojnih pilota (Hoiber, 1985).

Primjena mjera redukcije čimbenika rizika KVB ukazuje na mogućnost poboljšanja kardiovaskularnog zdravlja u populaciji hrvatskih vojnih pilota, jednako kao što je to provedeno u SAD-u, Mađarskoj, Poljskoj i Škotskoj, čime bi se produžio radni i životni vijek (Grosz i sur., 2007; Klark i sur., 1994; York i sur., 1986., Rutlege i sur., 2012.; Guttler 2020). Oštećenja sluha su već značajno smanjena primjenom prikladnih zaštitnih kaciga u pilota

helikoptera, dok se daljnja poboljšanja stanja sluha mogu provesti primjenom aktivne zaštite sluha, snižavanjem razina triglicerida u krvi i zabranom pušenja (Chang i sur., 2007; Barčan i sur. 2022). Varijabilnost srčanog ritma (HRV) tijekom letenja predstavlja pokazatelj rizika KVB povezanog sa svim čimbenicima rizika, stresom, upalom i smanjenom tjelesnom spremnosti. HRV do sada nije mjereno na vojnim pilotima tijekom upravljanja zrakoplovom, pa će se ovim istraživanjem dobiti širi uvid u autonomnu disfunkciju povezanu s rizicima KVB i tjelesne spremnosti u populaciji vojnih pilota, kao i utjecaju na provedbu letačkih zadaća.

Izlučeni rezultati pokazat će presjek stanja: čimbenika rizika KVB, tjelesne spremnosti, stresa, autonomne disregulacije (HRV) i njihove povezanosti s procjenom stanja tjelesne spremnosti i gubitka sluha. Dobivene spoznaje trebaju dovesti do prijedloga mjera poboljšanja tjelesne spremnosti, snižavanja čimbenika rizika KVB i prevencije gubitka sluha u populaciji vojnih pilota.

Buka predstavlja jedan od najvećih čimbenika štetnosti po zdravlje u zrakoplovstvu, stoga pravilna zaštita sluha, prestanak pušenja uz snižavanje razine lipida pozitivno djeluju na očuvanje osjetila. Studije u općoj populaciji vezane za kardiorespiratornu spremnost, pokazale su da stanje kardiovaskularnog sustava i promijenjene razine kolesterola u krvi nisu značajno povezane sa stanjem sluha, dok postoje povećani rizici gubitka sluha kod hipertrigliceridemije (Zhang i sur., 2021). Provedena istraživanja ukazuju na povezanosti gubitka sluha s: dobi, povećanim ITM, MS, razinom triglicerida i nereguliranim dijabetesom, dok umjerena konzumacija alkohola i tjelovježba djeluju preventivno na očuvanje sluha (Daver i sur., 2014; Golmohammadi i Darvishi, 2020). Stoga primjena mjera redukcije prikazanih čimbenika rizika KVB uz provođenje primjerene tjelovježbe, rezultirala bi očuvanjem sluha u populaciji vojnih pilota, što bi u konačnici očuvalo mentalno zdravlje, preveniralo razvoj demencije u poznijoj dobi i produžilo životni vijek (Tan i sur., 2022).

Izloženost populacije vojnih pilota čimbenicima rizika i pojavnost KVB, postavila je potrebu provedbe istraživanja u ciljanoj aktivnoj letačkoj populaciji, nakon više od 15 godina letačkog staža gdje su čimbenici rizika izraženiji zbog dobi i izloženosti letenju (naletu). Slijedeći važan čimbenik ranijeg prizemljenja vojnih pilota je oštećenje sluha uzrokovano zrakoplovnim bukom. Kako su pojedini čimbenici rizika KVB povezani s oštećenjem sluha, postoji potreba za identifikacijom istih u cilju zajedničke preventive. Stoga je temeljni cilj ovog istraživanja ispitati povezanost čimbenika rizika KVB, tjelesne spremnosti i gubitka sluha u populaciji vojnih pilota.

Ideja za provedbu ovog istraživanja je dobivanje znanstvenih spoznaja i primjena dobivenih zaključaka u buduće pravilnike o zdravstvenoj sposobnosti, u cilju prevencije i sniženja

pojavnosti KVB i oštećenja sluha u vojnog letaćkog osoblja. Time bi se dobila veća kvaliteta života vojnih pilota, produžio letački vijek pilota i smanjila prizemljenja zbog KVB bolesti i gubitka sluha. U konačnici primjena preventivnih mjera dovela bi do povećanja ukupne bojeve spremnosti.

2. CILJEVI I HIPOTEZE

HIPOTEZE:

- H1: Slabija tjelesna spremnost vojnih pilota povezana je s višim razinama ispitivanih čimbenika rizika kardiovaskularnih bolesti.
- H2: Slabija tjelesna spremnost vojnih pilota povezana je s višim razinama akutnog i kroničnog psihičkog stresa
- H3: Slabija tjelesna spremnost vojnih pilota povezana je s većim gubitkom sluha
- H4: Slabija tjelesna spremnost vojnih pilota povezana je s nižim vrijednostima varijabilnosti srčanog ritma (HRV)

CILJEVI:

1. Ispitati razinu tjelesne spremnosti vojnih pilota i usporediti s podacima iz literature
2. Istražiti čimbenike rizika za razvoj kardiovaskularnih bolesti (KVB) u populaciji vojnih pilota
3. Ispitati prisutnost akutnog i kroničnog psihičkog stresa u vojnih pilota
4. Istražiti postoji li gubitak sluha u vojnih pilota
5. Utvrditi postoji li povezanost slabije tjelesne spremnosti sa: čimbenicima rizika za razvoj kardiovaskularnih bolesti, razinom akutnog i kroničnog psihičkog stresa, većim gubitkom sluha i nižim vrijednostima varijabilnosti srčanog ritma.

3. METODE RADA

3.1. Sudionici istraživanja

Uzorak ispitanika u istraživanju su vojni piloti borbenih, školskih, transportnih i protupožarnih zrakoplova, u dobi od 35 do 50 godina starosti i to samo oni koji redovno lete kao pripadnici eskadrila ili letačkih škola, odnosno kao instruktori letenja. Istraživanja je provedeno na 48 ispitanika. Svi ispitanici su muškog spola i pregledani tijekom druge polovice 2018. godine i prve polovice 2019. godine, sukladno dinamici pregleda u Zavodu za zrakoplovnu medicinu - ZzM u Zagrebu, gdje su izlučene varijable čimbenika rizika KVB, provedeno psihološko testiranje, procijenjeni parametri kardiorespiratorne sposobnosti – KRS i mjerenja sluha. Procjena parametara tjelesne spremnosti provedena je na vojnim aerodromima i sportskim dvoranama. Završna mjerenja parametara varijabilnosti srčanog ritma – HRV provodila su se tijekom 2019., 2020. i 2021. godine, sukladno planovima letenja.

Istraživanje je provedeno u pilota koji lete na četiri tipa zrakoplova: višenamjenskom helikopteru (Mi-171 Sh), školskom avionu (PC-9), nadzvučnom lovačkom avionu (Mig-21) i protupožarnom avionu (Cl-415), što je prikazano u tablici 1.

Tablica 1: Frekvencije i udjeli vojnih pilota ovisno o tipu zrakoplova na kojem lete (n=48)

Tip zrakoplova	n	%
CL-415 (Canaidair)	9	18,8
Mig-21	11	22,9
PC-9 (Pilatus)	8	16,7
Sh-171 (helikopter)	20	41,7

3.2. Varijable

Promatrane varijable čine: *anamnestički podatci, pokazatelji procjene stanja uhranjenosti, biokemijski pokazatelji, fiziološki pokazatelji, pokazatelji tjelesne spremnosti, pokazatelji varijabilnosti srčanog ritma (HRV), pokazatelji razine stresa i pokazatelji gubitka sluha.*

Anamnestičke podatke čimbenika rizika KVB čine varijable dobivene od ispitanika, koje se odnose na hereditet KVB, status pušenja i ukupni nalet pilota.

Obiteljska anamneza kardiovaskularnih bolesti - KVB, reumatske bolesti i poremećaji metabolizma, koji predstavljaju čimbenike rizika KVB.

Status pušenja je značajan čimbenik razvoja KVB, uz to je potreban kao element izračuna SCORE rizika KVB-a.

Ukupni nalet pilota se mjeri kumuliranim satima dosadašnjeg letenja.

Varijable procjene stanja uhranjenosti čine: indeks tjelesne mase (ITM), opseg struka, opseg bokova i omjer opsega struka i bokova (WHR odnos).

Indeks tjelesne mase - ITM se računa, dijeljenjem tjelesne mase (TM) u kilogramima s kvadratom tjelesne visine (TV) izraženom u metrima, tako se dobiva $ITM = TM/TV^2$.

Mjerenje opsega struka je metoda određivanja masnih naslaga u truhu. Opseg trbuha kod muškaraca, bez obzira na visinu tijela ne bi trebao biti veći od 94 cm, dok kod žena ne bi trebao biti veći od 80. Kod obima struka iznad 102 centimetara postoji visok zdravstveni rizik u muške populacije (Caitano i sur., 2017; Ross i sur., 2020).

Opseg struka mjeri se u stojećem položaju bez gornjeg dijela odjeće, mjerna traka postavlja se vodoravno u polovici visine između donjeg rebra i bedrene kosti, na najdeblji dio trbuha, pa se nakon izdisaja izmjeri opseg u centimetrima.

Opseg bokova se mjeri mjernom trakom u centimetrima na najširem djelu, u razini trohantera femura. Mjerna traka se postavi vodoravno u razini gdje su kukovi najširi.

Omjer struka i bokova (waist to hip ratio) – WHR indeks – predstavlja procjenu rizičnosti tipa pretilosti, dobiva se dijeljenjem izmjerenih opsega. Omjeri veći od 0,9 za mušku populaciju i 0,85 za žene, ukazuju na značajno povećani rizik metaboličkih bolesti i rizika KVB.

Varijable biokemijskih pokazatelja u krvi čine razine: glukoze – GUK u mmol/l, ukupnog kolesterola u mmol/l, LDL kolesterola u mmol/l, HDL kolesterola u mmol/l, triglicerida u mmol/l, CRP-HS u mg/l i mokraćne kiseline u μ mol/l. Iako razina jutarnjeg kortizola pripada u grupu biokemijskih pokazatelja, prikazana je s pokazateljima procjene stanja stresa. Biokemijske pretrage provedene su u Kliničkom zavodu za laboratorijsku dijagnostiku KB Dubrava. Uzorci krvi uzimali su se ispitanicima iz vene, natašte u vremenima između 7:30 i 8 sati ujutro, u sklopu redovitih zdravstvenih pregleda u Zavodu za zrakoplovnu medicinu - ZzM. Venska se krv ispitanicima vadila u sjedećem položaju, punkcijom iz kubitane vene uz primjenu epruveta s podtlakom za vađenje krvi. Centrifugiranje uzoraka venske krvi provodilo se najmanje 30 minuta nakon uzimanja, i to 15 minuta na 1789 x g u 35 R Rotina Hettich centrifugi (Pavić., 2020).

Glukoza u krvi GUK je određena enzimskom UV spektrofotometrijskom metodom s heksokinazom na uređaju Olympus AU 2700 u mmol/l.

Razina triglicerida je određena spektrofotometrijski uređajem Olympus AU 2700 u mmol/l.

Razina ukupnog kolesterola određivana je enzimskom metodom na uređaju Olympus AU 2700 u mmol/l.

Razina HDL-kolesterola određena je imunokemijskom metodom na uređajima Olympus AU 2700 i AU-680. Mehanizam djelovanja je inhibicija adsorpcije LDL-kolesterola, VLDL-kolesterola i hilomikrona na površinu deterdženta, koji otapa samo HDL frakcije. Oslobođeni HDL-kolesterol u reakciji s kolesterol–esterazom, kolesterol oksidazom i kromogenom tvori obojeni kompleks koji se mjeri spektrofotometrijski izraženim u mmol/l.

Razina LDL-kolesterola određena je enzimatskom metodom na uređaju Olympus AU 2700 u mmol/l.

Odnos ukupni kolesterol/HDL kolesterol dobije se dijeljenjem dobivenih razina kolesterola u plazmi. Najbolji rezultati su kad je odnos manji od 4, dok su do 6 prihvatljivi, a viši od 6 predstavljaju patološke nalaze.

Razina CRP-HS, određuje se pomoću imunoturbidimetrije na uređaju Olympus AU 2700 izraženim u mg/l. Metoda određivanja temelji se na stvaranju kompleksa antigen-antitjelo u otopini. Referentna vrijednost urednog nalaza za navedeni laboratorij su vrijednosti niže od 5 mg/l, premda semikvantitativne vrijednosti razine CRP-HS više od 3 mg/l ukazuju na visoki rizik KVB, srednji rizik čine razine od 1 do 3 mg/l, dok niski rizik predstavljaju razne manje od 1 mg/l (Ridger i sur., 2008; Denegri i Boriani., 2021).

Mokraćna kiselina MK (acidi urici) određuje se iz seruma UV spektrofotometrijski uređajem Olympus AU 2700. Količina stvorene boje proporcionalna je koncentraciji mokraćne kiseline u uzorku izražene u $\mu\text{mol/l}$.

U tablici 2 prikazane su uredne vrijednosti biokemijski dobivenih varijabli Biokemijskog laboratorija KB Dubrava.

Tablica 2: Referentne vrijednosti urednih biokemijskih parametara

OPĆA BIOKEMIJA	uredne vrijednosti
glukoza	4,4 - 6,4 mmol/l
kolesterol	< 5,0 mmol/l
HDL	> 1,2 mmol/l
LDL	< 3,0 mmol/l
trigliceridi	< 1,7 mmol/l
CRP-HS	< 5 mg/l
mokraćna kiselina	134 - 337 $\mu\text{mol/l}$
kortizol	u 8h: 185-624 nmol/l u 16h: <276 nmol/l

Varijable pokazatelja razine tjelesne spremnosti čine: kardiorespiratorna sposobnost - KRS, sklekovi na tlu, pregibi trupa, vrijeme trčanja 2400 metara i ukupni broj bodova procjene tjelesne spremnosti, dok varijable **fizioloških pokazatelja** čine vrijednosti sistoličkog i dijastoličkog krvnog tlaka i pulsa u mirovanju.

Kardiorespiratorna sposobnost - KRS se mjeri ergometrijski protokolom po Bruceu, tako da ispitanik hoda na standardnoj pokretnoj traci, dok se ne postigne ciljana frekvencija srca ili nastupe simptomi ishemije, uz praćenje EKG parametara i krvnog tlaka. Po protokolu se povećava brzina i nagib pokretne trake, u intervalima od 3 minute. Na ispitaniku su postavljene 10 elektroda i radio transmitter, koji prenosi signal do računala. Mjerenja su provedena uređajem Mortara Full Vision i obrađena programom Mortara X-Scribe. Ispitaniku se inicijalno izmjeri tlak i unesu podaci u navedeni program za obradu (dob, spol, težina, visina, rasa i slično), te se unesu ograničenja ovisno o statusu ispitanika. Nakon provjere povezanosti elektroda i uređaja, pokrene se program i traka. Ispitanik u prvom stupnju hoda lagano i vodoravno, te se između druge i treće minute mjeri krvni tlak, nakon završene treće minute povećava se brzina i nagib pokretne trake. U zadnjoj minuti svake sesije mjeri se tlak, te se hod nastavlja povećanim intenzitetom. Mjerenje se provodi do maksimalnog ili submaksimalnog opterećenja, odnosno dostizanja frekvencije srčanog rada (220 – dob u godinama) ili do nastupa kliničkih simptoma, odnosno pojave patoloških promjena na EKG-u. Nakon provedenog mjerenja, prate se EKG parametri i krvni tlak dok puls ne padne ispod 100/min i dok se krvni tlak ne spusti na vrijednost prije provođenja mjerenja. Računalni program temeljem unesenih podataka i izmjerenih EKG parametara izračunava rezultate: VO_2max , testa koronarne rezerve, MET-a i dvostrukog produkta. Mjerenje KRS se iskazuje u VO_2max , odnosno maksimalnom primitku volumena kisika po kilogramu u minuti (ml/kg/min) (Lollgen i Leyk., 2018).

Mjerenja tjelesne spremnosti vojnih pilota provedena su od strane vojnog kineziologa, testiranjem elemenata procjene tjelesne spremnosti djelatnih vojnih osoba, sukladno Pravilniku o provjeri tjelesne spremnosti djelatnih vojnih osoba, načelno jednom ili dva puta godišnje (NN., 2015). Testira se broj učinjenih sklekova, broj pregiba trupa i vrijeme trčanja potrebno za 2400 metara. Svaki element tjelesne provjere se boduje, uzimajući u obzir spol i dob, te se izračuna ukupna ocjena tjelesne spremnosti, sukladno ostvarenim bodovima.

Sklekovi na tlu ocjenjuju repetitivnu snagu mišića prsa, ruku i ramenog pojasa. Ispitanik je u početnom položaju tako da su ruke ispružene u laktovima, a dlanovi su na tlu, postavljeni minimalno u širini ramena, tijelo je opruženo u položaju "upora prednjeg ležećeg", a stopala mogu biti skupljena ili razmaknuta najviše 30 centimetara. Sklek se provodi spuštanjem, toliko da nadlaktica bude vodoravna i nakon čega se ispitanik vraća u početni položaj. U slučaju umora ispitanik se može odmarati u početnom položaju. Broje se samo pravilno učinjeni sklekovi tijekom 2 minute (NN., 2015).

Pregibi trupa testiraju repetitivnu snagu muskulature trupa, tako da ispitanik leži na podlozi savijenih nogu pod pravim kutom, dok stopala fiksira drugi ispitanik. Ruke stoje prekrížene na prsima, tako da lijevi dlan dodiruje desno rame i desni dlan dodiruje lijevo rame. Iz početnog položaja ispitanik podiže trup, dok nije okomit na tlo i dok laktovi prelaze okomicu linije koljena. Odmor je moguć isključivo u gornjem položaju, broje se samo ispravno učinjeni pregibi trupa u periodu od dvije minute (NN., 2015).

Vrijeme trčanja za 2400 metara procjenjuje aerobnu izdržljivost, obično se provodi na atletskoj stazi u vojarni ili se odredi prikladna dionica. Ispitivanje se provodi u grupama do 10 ispitanika. Rezultat je vrijeme u minutama potrebnim da se pretrči dionica, moguće je hodanje ili kombinacija hodanja i trčanja, ali nije dopušteno stajanje. (NN., 2015).

Ukupan broj bodova dobiva se izračunom po tablicama za sve elemente provjere motoričkih spremnosti po tablicama korigirano po dobi i spolu (NN., 2015).

Mjerenje *fizioloških pokazatelja*, odnosno mjerenje arterijskog krvnog tlaka provodi se manometarskim tlakomjerom u mm Hg, u sjedećem položaju, nakon vremena prilagodbe zbog potrebe opuštenosti prije provođenja mjerenja.

Mjerenje pulsa u mirovanju provodi se u istim uvjetima, neposredno prije mjerenja krvnog tlaka na radijalnoj arteriji brojenjem srčanih otkucaja u minuti (broj otkucaja/min), ili se frekvencija rada srca očita iz EKG parametara, koji se standardno rade pri svakom pregledu.

Mjerenje varijabilnosti srčanog ritma - HRV (RR varijabilnosti), provodi se tijekom upravljanja zrakoplovom prsnim senzorom Polar H10. Senzor se pričvršćuje na prsa platnenim remenom u kojem su elektrode. Uređaj je lagan (60 grama, 21 gram senzor i 39 grama remen) i vodootporan. Podatke o otkucajima srca prenosi protokolima Bluetooth® i ANT+™. Senzor bilježi električne impulse na koži prekordijalno, poput 2. odvoda na EKG-u. Polarovi uređaji su validirani i korišteni u istraživanjima (Al-Omari i sur. 2018; Gillinov i sur. 2017; Etiwi i sur. 2019; Plews i sur., 2020; Scott i sur., 2015).

Većina ostalih mjernih senzora rade na pletizmografskom principu i time imaju manju preciznost, iako su i takvi senzori također validirani za mjerenje HRV-a. Naime, postojala je

bojazan moguće interferencije signala (bluetooth) između senzora i mobilnog telefona (2,45 Ghz) s uređajima u zrakoplovu, ali tijekom provedbe mjerenja nije bilo zamijećenih problema. Podatci sa senzora Polar H10 prenose se bluetooth vezom na android mobilni telefon, programom Hearth rate monitor BT-4.0. Dobiveni podatci za svako mjerenje s .csv ili .txt ekstenzijama se obrađuju u programom Kubios, na osobnom računalu. Kubios je ekstenzija programa MATLAB za obradu podataka. Obradivani podatci vremenske domene HRV su: SDNN (ms), RMSSD (ms) i pNN50% (%), dok od parametara frekvencijske domene je obrađivan odnos niskofrekventnih (LF) i visokofrekventnih snaga (HF). Međusobni odnos komponenti čine varijablu LF/HF (Shaffer i sur., 2017; Nunan i sur., 2010; Skibniewsky i sur., 2015).

Određivanje razine psihičkog stresa provodio se testiranjem STAI X1 za akutnu komponentu stresa, dok se za određivanje razine kronične komponente stresa primijenio STAI X2 test, uz mjerenje razine jutarnjeg kortizola. STAI test je psihologijski alat, koji se koristi za testiranje vojnih pilota po smjernicama Hrvatske psihološke komore, test je validiran i primjenjivan u svijetu.

Postoje kriteriji koje moraju zadovoljavati različite kategorije letačkog i ostalog osoblja. Testiranje je provedeno tijekom redovnih pregleda vojnih pilota, od strane ovlaštenih zrakoplovnih psihologa u Zavodu za zrakoplovnu medicinu. Test je prvobitno zamišljen za procjenu stupnja tjeskobe (anksioznosti), ali je s vremenom prihvaćen za procjenu općeg stresa i kao takav validiran. (Spilberger, 1983; Hinton i sur., 1991).

Razina kortizola u krvi se određuje imunoenzimskim testom kompetitivnog vezivanja na analizatoru Beckman Coulter UniCel DxI 600 kemoluminiscenciskom metodom u nmol/l. Uzorci krvi su uzeti ujutro između 7 i 30 i 8 i 00 sati, kada su razine kortizola najviše. Normalna razina kortizola u krvi po laboratoriju KB Dubrava su u 8h: 185-624 nmol/l, dok su uredne razine popodnevnog kortizola u 16h: <276 nmol/l.

SCORE indeks je izračunani kombinirani rizik, dobiven iz više čimbenika rizika, kojim se izražava postotak mogućeg rizika nastanka fatalne KVB u narednih 10 godina u određenoj regiji Europe. Izračun se provodi uvidom u tablice pet čimbenika rizika KVB: spol, dob, sistolički krvni tlak, razina ukupnog kolesterola i status pušenja. Uvidom u tražene čimbenike rizika iz tablice se dobivaju rizici za određenu regiju. Tablicu je izradilo Europsko društvo za kardiologiju za pojedine regije, s time da Hrvatska pripada u zonu višeg rizika. (tablica 3).

Tablica 3: Izvod iz tablica SCORE prilagođen uzorku vojnih pilota u istraživanju. Tablica je za zemlje visokog rizika, uzimaju se varijable: muški spol, dob, sistolički tlak, ukupni kolesterol i status pušenja. (preuzeto s www.escardio.org/EACPR)

SIS RR	NEPUŠAČI					DOB	PUŠAČI				
	4	5	6	7	8		4	5	6	7	8
180	4	4	5	6	7	50	7	8	10	12	14
160	2	3	3	4	5		5	6	7	8	10
140	2	2	2	3	3		3	4	5	6	7
120	1	1	2	2	2		2	3	3	4	5
180	1	1	1	2	2	40	2	2	3	3	4
160	1	1	1	1	1		1	2	2	2	3
140	0	1	1	1	1		1	1	1	2	2
120	0	0	1	1	1		1	1	1	1	1

Mjerenje praga sluha i određivanje gubitka sluha provedeno je tonalnom audiometrijom za svako uho posebno po Fowler-Sabine, frekvencijama i obostranim modelom gubitka sluha koji je razvio Pelausa.

Mjerenje gubitka sluha je izmjereno obostrano, tonalnom audiometrijom na frekvencijama od: 250 Hz, 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz, 3 kHz, 4 kHz i 8 kHz. Korišteni uređaj je audiometar Interacoustic AC-40. Mjerenje se provodi čistim tonom stupnjevanim od po 5 dB, dok se ne dostigne čujnost, što predstavlja prag sluha na mjerenoj frekvenciji.

Tonalna audiometrija praga sluha je uzeta u istraživanje za svako uho po izmjerenim frekvencijama.

Slijedeća metoda koja je uzeta u obradu je gubitak sluha po Fowler-Sabine-u, koji se dobiva izračunom iz pragova sluha po frekvencijama, iz tablica po procjeni za frekvencije od 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz i 4 kHz zbrojem vrijednosti za svako uho, dobiveni podatak odgovara gubitku sluha u postocima (tablica 4). Obostrani gubitak sluha dobiva se množenjem gubitaka bolje čujućeg uha s 7, te potom pribroji gubitak sluha na lošije čujućem uhu. Tako dobiveni rezultat

se dijeli s 8. Dobiveni rezultat odgovara obostranom gubitku sluha u postocima po Fowler-Sabine.

Tablica 4: izračun gubitka sluha po Fowler-Sabine temeljem nalaza tonalne audiometrije na frekvencijama 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz i 4 kHz (preuzeto iz: hzzsr.hr/wp-content/uploads/2020/06/Nagluhost-algoritam-final.pdf)

Gubitak sluha (dB)	Frekvencija (Hz)			
	500	1000	2000	4000
10	0,2	0,3	0,4	0,1
15	0,5	0,9	1,3	0,3
20	1,1	2,1	2,9	0,9
25	1,8	3,6	4,9	1,7
30	2,6	5,4	7,3	2,7
35	3,7	7,7	9,8	3,8
40	4,9	10,2	12,9	5,0
45	6,3	13,0	17,3	6,4
50	7,9	15,7	22,4	8,0
55	9,6	19,0	25,7	9,7
60	11,3	21,5	28,0	11,2
65	12,8	23,5	30,2	12,5
70	13,8	25,5	32,2	13,5
75	14,6	27,2	34,0	14,2
80	14,8	28,8	35,8	14,6
85	14,9	29,8	37,5	14,8
90	15	29,9	39,2	14,9
95		30	40	15

Izračun % ukupnog gubitka sluha prema Fowler-Sabine klasifikaciji:

$$UGS = [(GS_{500} + GS_{1000} + GS_{2000} + GS_{4000})_b \times 7 + (GS_{500} + GS_{1000} + GS_{2000} + GS_{4000})] / 8$$

UGS=ukupan gubitak sluha; GS = gubitak sluha; b=bolje uho

Stupnjevi nagluhosti prema Fowler-Sabine klasifikaciji: 20% = neznatna; 20-40% = blaga;

40-60% = umjerena; 60-80% = teška; 80-90% = vrlo teška; >90 % = gluhoća.

Slijedeća primijenjena metoda je obostrani model gubitka sluha, razvijen i validiran u kanadskom zrakoplovstvu po Pelausi (Pelausa, 1995; Abel, 2005; Al Omari i sur., 2018). Stanje sluha se klasificira u tri stupnja: 1. stupanj predstavlja uredan sluh obostrano, odnosno gdje pragovi sluha ne prelaze 25 dB ni na jednoj frekvenciji, 2. stupanj predstavlja blagi gubitak sluha, gdje gubici sluha nisu veći od 40 dB na frekvencijama višim od 3 kHz u bilo kojem uhu ili obostrano, 3. stupanj je umjereni gubitak sluha, gdje postoji gubitak sluha na frekvencijama višim od 3 kHz, koje ne prelaze 55 dB u bilo kojem uhu ili obostrano.

3.3. Protokol istraživanja

Eksperimentalni nacrt opisuje prospektivno opservacijsko istraživanje s finalnim mjerenjima: varijabli tjelesne spremnosti, čimbenika rizika KVS, gubitka sluha i HRV parametara tijekom letenja.

Istraživanje parametara HRV tijekom letenja, provodilo se na vojnim aerodromima, dok su antropološki, zdravstveni i psihološki parametri mjereni u Zavodu za zrakoplovnu medicinu. Laboratorijska dijagnostika provedena je u Kliničkom zavodu za laboratorijsku dijagnostiku Kliničke bolnice Dubrava, kako za standardne tako i dopunske laboratorijske parametre. Mjerenje parametara tjelesne spremnosti provedeno je u sportskim salama i atletskim stazama zrakoplovnih baza od strane vojnih kineziologa.

Tijekom pregleda vojnih pilota obrađivali su se podaci dobiveni anamnestički, odnosno ispunjavanjem podataka s posebnim težištem na čimbenike rizika dob, pušenje, obiteljska anamneza i podaci o ukupnim naletima pilota.

Redoviti pregledi vojnih pilota načelno se provode jednom ili dva puta godišnje, sukladno Pravilniku o utvrđivanju zdravstvene sposobnosti za djelatnu vojnu službu. Broj godišnjih pregleda ovisi o dobi pilota i tipu zrakoplova na kojem se leti, određeno posadom zrakoplova. Postoje razlike zdravstvenih uvjeta pilota u jednočlanoj posadi, višečlanoj posadi i kod instruktora letenja.

3.4. Metode obrade podataka

Osnovna obrada podataka učinjena je izlučivanjem varijabli HRV iz holter EKG, izračunom SCORE čimbenika rizika i odnosa varijabli uzorka (ukupni kolesterol/HDL kolesterol, WHR), izračunom gubitka sluha po Fowler-Sabine i Pelausi. Napredna statistička obrada varijabli provedena je u cilju prikaza distribucije i testiranja povezanosti varijabli.

Statistička obrada podataka provedena u istraživanju obuhvaćala je deskriptivnu obradu: aritmetička sredina, standardna devijacija, minimalna vrijednost, maksimalna vrijednost, skewness – koeficijent asimetričnosti distribucije, kurtosis - koeficijent izduženosti distribucije, max D - maksimalno odstupanje empirijske i teoretske relativne kumulativne frekvencije i statistička značajnost Kolmogorov–Smirnov testa. Statistička inferencijalna obrada podataka provedena je s ciljem izračuna razina značajnosti i koeficijenta korelacije između ispitivanih varijabli u cilju dokazivanja postavljenih hipoteza.

Statistički podaci su prikazani tablično i grafički ovisno o boljoj preglednosti. Analiza normalnosti raspodjele podataka provedena je Kolmogorov-Smirnov testom, te sukladno dobivenim rezultatima raspodjele primijenile su se odgovarajuće parametrijske i neparametrijske metode. Kvantitativni podaci su prikazani kroz raspone, aritmetičke sredine i standardne devijacije, odnosno medijane i interkvartilne raspone. Kategorijski podaci su prikazani kroz apsolutne frekvencije i pripadajuće udjele.

Stanje tjelesne sposobnosti: KRS, sklekovi, pregibi trupa, vrijeme trčanja 2,4 km i ukupni broj bodova testirani su međusobno i pojedinačno sa svakom varijablom čimbenika rizika KVB i oštećenja sluha. Dio provedenih testiranja razine značajnosti i koeficijenta korelacije varijabli ovisno o raspodjeli, testirano je t-testom za neovisne uzorke, dok se stupanj povezanosti računao Pearsonovim koeficijentom korelacije za varijable koje imaju normalu raspodjelu, dok se za varijable koje nemaju normalnu raspodjelu primijenjen je Spearmanov test. Za testiranje svih hipoteza od H1 do H5 korišteni su navedeni testovi razine značajnosti i povezanosti. Tako su primijenjeni odgovarajući koeficijenti korelacije između kliničkih, psiholoških i laboratorijskih nalaza s razinama tjelesne spremnosti i oštećenja sluha.

Prilikom statističke obrade povezanosti pragova sluha po frekvencijama uočena je visoka razina značajne povezanosti varijabli praga sluha s dobi, te je učinjena statistička obrada parcijalne korelacije povezanosti promatranih čimbenika rizika KVB, tjelesne spremnosti, HRV i procjene stanja stresa, s primijenjenom kontrolnom varijablom dobi, čime se korigirao učinak dobi na dobivene rezultate. Kako većina varijabli ima neparametrijsku raspodjelu,

učinjena je korekcija testa za neparametrijske varijable (<https://toptipbio.com/sperman-partial-correlation-spss/>).

Sve razine značajnosti - p vrijednosti manje od 0,05 se smatraju značajnima. U analizi se koristila programska podrška IBM SPSS statistics 26.

4. REZULTATI

Rezultati provedenog istraživanja prikazani su u kvalitativnim, semikvantitativnim i kvantitativnim vrijednostima za uzorak od 48 ispitanih vojnih pilota. Rezultati u tablici 5 prikazuju frekvencije i udjele kvalitativnih i semikvantitativnih varijabli čimbenika rizika KVB u uzorku vojnih pilota. U ispitivanom uzorku ima 31,3% pušača, 6,3% ispitanika ima obiteljsku pozitivnu anamnezu na KVB. Prema indeksu tjelesne mase - ITM prikazanom semikvantitativnom podjelom nema ispodprosječnih, dok prosječnih (idealnih) ima 31,3%, prekomjernu tjelesnu masu ima 62,5% ispitanika i još dodatnih 6,3% su pretili, što ukupno čini 66,8% ispitanika s prekomjernom tjelesnom masom. Rezultati razine CRP-HS prikazani semikvantitativno, pokazuju da niski kardiovaskularni rizik ima 62,5% ispitanika, umjereni rizik 29,2% i visoki rizik 8,3% ispitanika. Izračun rizika fatalnog ishoda KVB, u uzorku pilota izraženog višezročnom metodom SCORE, za područje Europe višeg kardiovaskularnog rizika u narednih 10 godina, pokazao je da nema rizika u 20,8% ispitanika, 1% rizika ima 70,8% ispitanika, dok 2% rizika ima 6,3% ispitanika i 3% rizika prisutno je kod 2,1% ispitanika.

Tablica 5: *Deskriptivni pokazatelji frekvencija i udjela kvalitativnih i semikvantitativnih prikaza rezultata čimbenika rizika KVB u vojnih pilota (n=48)*

		n	%
pušenje	ne	33	68,8
	da	15	31,3
hereditet na KVB	ne	45	93,8
	da	3	6,3
CRP-HS semikvantitativno	niski rizik	30	62,5
	umjereni rizik	14	29,2
	visoki rizik	4	8,3
SCORE	0	10	20,8
	1	34	70,8
	2	3	6,3
	3	1	2,1

4.1. Rezultati prikaza udjela čimbenika rizika KVB u vojnih pilota

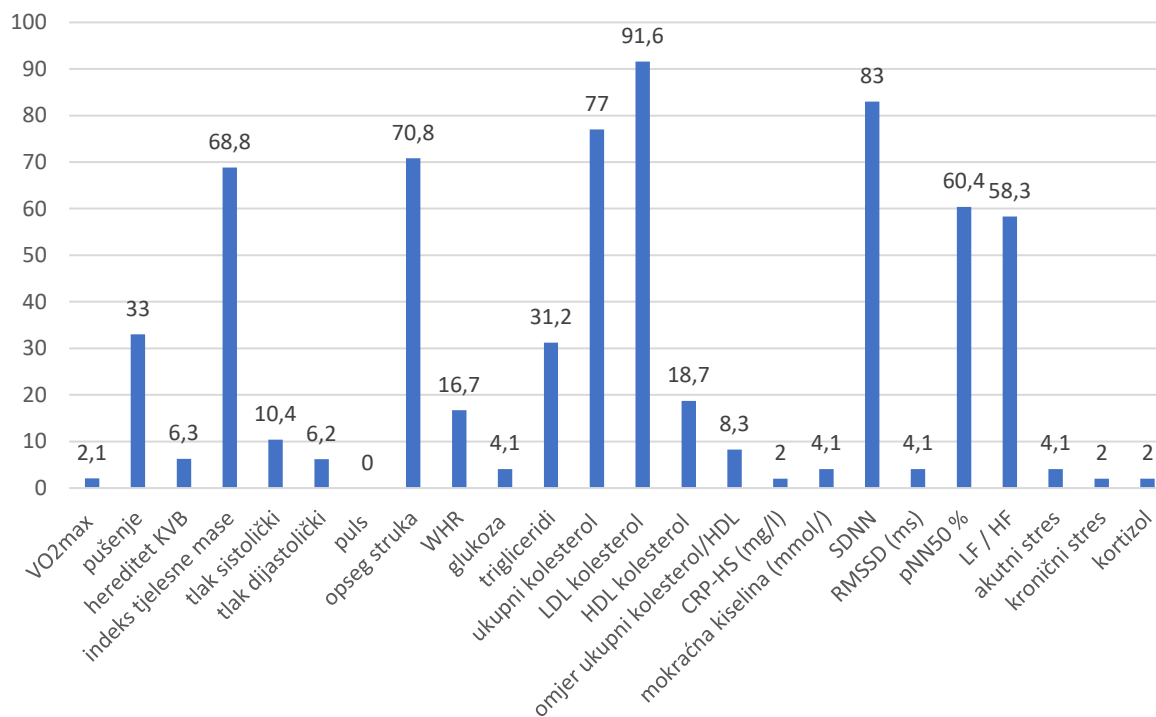
U tablici 6 i grafikonu 2 prikazani su udjeli čimbenika rizika KVB u vojnih pilota, koji prelaze granice urednih vrijednosti. Najveći rizični udjel iskazani je u povišenoj razini LDL kolesterola prisutnog u 91,6% ispitanika, dok su povišene razine ukupnog kolesterola prisutne u 77% ispitanika ispitivanog uzorka. Opseg struka je rizičan u 70,8% vojnih pilota (>94 cm), s udjelom visokorizičnih od 14,5% (>102 cm). Odnos opsega struka i bokova – WHR je rizičan u 16,7% ispitivanih vojnih pilota, iako je opseg struka rizičan u višestruko većem udjelu (70,8%). Udio prekomjernog ITM iznosi 68,8%, a od toga je 6,3% pretilo. Razina triglicerida u serumu je iznad prihvatljive granice u trećine ispitanika, dok udio pušača čini 33% uzorka. Parametri varijabilnosti srčanog ritma – HRV pokazuju smanjene razine varijabli vremenske domene u parametrima SDNN kod 83%, pNN50% kod 60,4% i RMSSD u 4,1% ispitanog uzorka vojnih pilota. Elementi frekvencijske domene izražene u nepovoljnom odnosu LF/HF, prisutne su kod 58,3% ispitanih vojnih pilota. Razine psihičkog stresa su izražene u niskim udjelima za akutnu 4,1% i kroničnu komponentu 2%, uz nizak udio jutarnjeg kortizola u serumu 2%.

Tablica 6: Udjeli ispitanih pokazatelja čimbenika rizika KVB koji su izvan okvira urednih vrijednosti u ispitivanom uzorku vojnih pilota (n=48)

	vrijednosti urednih parametara	udio parametara izvan granice normale (%)
VO ₂ max ml O ₂ /kg/min	♂ 36-45 godina slabi < 34 ♂ 46-55 godina slabi < 30 *	0
pušenje		33
hereditet KVB		6,3
indeks tjelesne mase (kg/m ²)	< 25	68,8
indeks tjelesne mase semikvant.	25-30 prek. >30 pretilo	62,5 prekomj. + 6,3 pretilo
RR sistolički (mm Hg)	<140	10,4
RR dijastolički (mm Hg)	<90	6,2
puls (otkucaja/min)	<100	0
opseg struka (cm)	>94 rizik, >102 visoki rizik	70,8 rizični, 14,5 visoki rizik
WHR	<1	16,7
glukoza (mmol/l)	4,4-6,4	4,1
trigliceridi (mmol/l)	<1,7	31,2
ukupni kolesterol (mmol/l)	<5,0	77
LDL kolesterol (mmol/l)	<3,0	91,6
HDL kolesterol (mmol/l)	>1,2	18,7
omjer ukupni kolesterol / HDL	4-6	8,3
CRP-HS (mg/l)	<5 mg/l	2
CRP-HS semikvantitativno	rizično 1-3, >3 visoki rizik	29 rizično, 6,2 visoki rizik
acidi urici (μmol/l)	134 - 337 μmol/l	4,1
RR varijabilnost SDNN (ms)	141±39	83
RR varijabilnost RMSSD (ms)	27±12	4,1
RR varijabilnost pNN50 %	3-43	60,4
RR varijabilnost LF / HF	1,5-2	58,3
STAI-X1	<40	4,1
STAI-X2	<40	2
kortizol (nmol/l)	614**	2

* vrijednosti slabih i vrlo slabih rezultata VO₂max za europsku populaciju i muški spol, preuzeto iz : www.fitnescity.com/understand-vo2-max

** referentna vrijednost jutarnje razine kolesterola



Grafikon 2: Udijeli pokazatelja čimbenika rizika KVB izvan urednih vrijednosti u ispitivanom uzorku vojnih pilota

4.2. Deskriptivno statistički podatci varijabli tjelesne spremnosti, čimbenika rizika KVB i gubitka sluha

Deskriptivno statistički pokazatelji kvantitativnih varijabli prikazani su u tablicama od 7 do 12 za parametre: pokazatelja procjene stanja uhranjenosti (tablica 7), za biokemijski dobivene pokazatelje čimbenika rizika KVB (tablica 8), za fiziološke pokazatelje i pokazatelje procjene tjelesne spremnosti (tablica 9), pokazatelje varijabilnosti srčanog ritma - HRV (tablica 10), pokazatelje procjene razine stresa (tablica 11) i pokazatelje gubitka sluha (tablica 12).

U tablici 7. prikazane su varijable pokazatelja procjene stanja uhranjenosti vojnih pilota u odabranom uzorku, koje čine ITM, opseg struka, opseg bokova i odnos opsega struka i bokova – WHR.

Tablica 7: Deskriptivno statistički pokazatelji varijabli procjene stanja uhranjenosti. **Podebljano otisnuto** $p > \alpha$ (prihvaća se H_0 – distribucija nema značajne razlike od normalne)

n= 48	AS	SD	MIN	MAX	SKEW	KURT	max D	K-S (p)
ITM (kg/m ²)	26,64	2,05	23,10	32,50	0,523	0,271	0,100	0,262
opseg struka (cm)	97,27	5,77	81,00	109,00	-0,320	0,245	0,113	0,538
opseg bokova (cm)	101,54	4,98	91,00	115,00	-0,143	0,125	0,141	0,271
WHR	0,96	0,04	0,86	1,05	0,191	-0,522	0,092	0,388

LEGENDA: ITM – indeks tjelesne mase, WHR – odnos opsega struka i bokova, AS – aritmetička sredina, SD – standardna devijacija, MIN – minimalna vrijednost, MAX – maksimalna vrijednost, SKEW – koeficijent asimetričnosti distribucije, KURT – koeficijent izduženosti distribucije, max D – najveće odstupanje empirijske i teoretske relativne kumulativne frekvencije, K-S (p) – statistička značajnost Kolmogorov-Smirnov testa

Deskriptivno statistički podatci za **indeks tjelesne mase - ITM** (kg/m²) su: aritmetička sredina je 26,64, standardna devijacija je 2,05, minimalna vrijednost je 23,1, maksimalna vrijednost je 32,5, koeficijent asimetričnosti distribucije je 0,523, koeficijent izduženosti distribucije je 0,271, max D vrijednost je 0,100 i značajnost Kolmogorov-Smirnov testa je 0,262.

Deskriptivno statistički podaci **opsega struka** izraženog u centimetrima u ispitivanom uzorku vojnih pilota, kao varijable čimbenika rizika KVB su: aritmetička sredina je 97,27, standardna devijacija je 5,77, minimalna vrijednost je 81, maksimalna vrijednost je 109, koeficijent asimetričnosti distribucije je -0,320, koeficijent izduženosti distribucije je 0,245, max D vrijednost je 0,113 i značajnost Kolmogorov-Smirnov testa je 0,538.

Opseg bokova je varijabla rizika KVB mjerena u centimetrima, deskriptivno statistički podatci u uzorku vojnih pilota su: aritmetička sredina je 101,54, standardna devijacija je 4,98, minimalna vrijednost je 91, maksimalna vrijednost je 115, koeficijent asimetričnosti distribucije je -0,143, koeficijent izduženosti distribucije je 0,125, max D vrijednost je 0,141 i značajnost Kolmogorov-Smirnov testa je 0,271.

Deskriptivno statistički o podaci **odnosa opsega struka i bokova - WHR** u promatranom uzorku su: aritmetička sredina je 0,96, standardna devijacija je 0,04, minimalna vrijednost je 0,86, maksimalna vrijednost je 1,05, koeficijent asimetričnosti distribucije je 0,191, koeficijent

izduženosti distribucije je -0,522, max D vrijednost je 0,092 i značajnost Kolmogorov-Smirnov testa je 0,388.

Deskriptivno statističke podatke *biokemijskih pokazatelja čimbenika rizika KVB* čine prikazi laboratorijski dobivenih varijabli prikazanih u tablici 8, osim razine jutarnjeg kortizola koji je prikazan s pokazateljima razine stanja stresa u tablici 11. Pokazatelje biokemijski dobivenih čimbenika rizika KVB čine razine: glukoze u krvi - GUK, triglicerida, ukupnog kolesterola, LDL kolesterola, HDL kolesterola, odnosa ukupni kolesterol/HDL kolesterol, CRP-HS i mokraćne kiseline.

Tablica 8: Deskriptivno statistički opis biokemijski dobivenih varijabli čimbenika rizika KVB *Podebljano otisnuto* $p > \alpha$ (prihvata se H_0 - distribucija nema značajne razlike od normalne)

n= 48	AS	SD	MIN	MAX	SKEW	KURT	max D	K-S (p)
GUK (mmol/l)	5,51	0,44	4,60	6,70	0,587	0,494	0,117	0,098
trigliceridi (mmol/l)	1,66	1,28	0,60	8,90	4,048	21,678	0,207	0,000
ukupni kolesterol (mmol/l)	5,73	0,86	3,60	7,50	0,007	-0,043	0,065	0,881
LDL kolesterol (mmol/l)	3,95	0,71	2,40	5,30	0,092	-0,545	0,078	0,649
HDL kolesterol (mmol/l)	1,33	0,26	0,80	2,00	0,140	0,126	0,112	0,139
ukupni kolesterol / HDL	4,42	1,01	2,00	6,80	0,563	0,560	0,132	0,037
CRP-HS (mg/l)	1,01	1,32	0,10	6,20	1,937	4,191	0,245	0,000
mokraćna kiselina (μmol/l)	225	48,55	143	392	1,240	2,515	0,130	0,041

LEGENDA: GUK – razina glukoze u krvi, LDL kolesterol – razina u krvi, HDL kolesterol – razina u krvi, CRP-HS – razina visokoosjetljivog C-reaktivnog proteina u krvi, AS – aritmetička sredina, SD – standardna devijacija, MIN – minimalna vrijednost, MAX – maksimalna vrijednost, SKEW – koeficijent asimetričnosti distribucije, KURT – koeficijent izduženosti distribucije, max D – najveće odstupanje empirijske i teoretske relativne kumulativne frekvencije, K-S (p) – statistička značajnost Kolmogorov-Smirnov testa

Rezultati *razine glukoze u krvi (GUK)*, izraženi su u mmol/l. U obrađivanom uzorku vojnih pilota pokazuju slijedeće deskriptivno statističke podatke: aritmetička sredina je 5,51, standardna devijacija je 0,44, minimalna vrijednost je 4,6, maksimalna vrijednost je 6,7, koeficijent asimetričnosti distribucije je 0,587, koeficijent izduženosti distribucije je 0,494, max D vrijednost je 0,117 i značajnost Kolmogorov-Smirnov testa je 0,098.

Rezultati *razine triglicerida u krvnoj plazmi*, izraženi su u mmol/l. U uzorku vojnih pilota pokazuju sljedeće deskriptivno statističke podatke: aritmetička sredina je 1,66, standardna devijacija je 1,28, minimalna vrijednost je 0,6, maksimalna vrijednost je 8,9, koeficijent asimetričnosti distribucije je 4,048, koeficijent izduženosti distribucije je 21,678, max D vrijednost je 0,207 i značajnost Kolmogorov-Smirnov testa je 0,000.

Rezultati *razine ukupnog kolesterola*, izraženi su u mmol/l, u uzorku vojnih pilota pokazuju sljedeće deskriptivno statističke podatke: aritmetička sredina je 5,73, standardna devijacija je 0,86, minimalna vrijednost je 3,6, maksimalna vrijednost je 7,5, koeficijent asimetričnosti distribucije je 0,007, koeficijent izduženosti distribucije je -0,043, max D vrijednost je 0,065 i značajnost Kolmogorov-Smirnov testa je 0,881.

Rezultati *razine LDL kolesterola*, izraženi su u mmol/l, u ispitivanom uzorku vojnih pilota pokazuju sljedeće deskriptivno statističke vrijednosti: aritmetička sredina je 3,95, standardna devijacija je 0,71, minimalna vrijednost je 2,4, maksimalna vrijednost je 5,3, koeficijent asimetričnosti distribucije je 0,092, koeficijent izduženosti distribucije je -0,545, max D vrijednost je 0,078 i značajnost Kolmogorov-Smirnov testa je 0,649.

Rezultati *razine HDL kolesterola*, izraženi su u mmol/l, u ispitivanom uzorku vojnih pilota pokazuju sljedeće deskriptivno statističke vrijednosti: aritmetička sredina je 1,33 standardna devijacija je 0,26, minimalna vrijednost je 0,8, maksimalna vrijednost je 2, koeficijent asimetričnosti distribucije je 0,140, koeficijent izduženosti distribucije je 0,126, max D vrijednost je 0,112 i značajnost Kolmogorov-Smirnov testa je 0,139.

Rezultati *razine odnosa ukupni kolesterol/HDL kolesterol*, u ispitivanom uzorku vojnih pilota, pokazuju sljedeće deskriptivno statističke vrijednosti: aritmetička sredina je 4,42 standardna devijacija je 1,01, minimalna vrijednost je 2, maksimalna vrijednost je 6,8, koeficijent asimetričnosti distribucije je 0,563, koeficijent izduženosti distribucije je 0,560, max D vrijednost je 0,132 i značajnost Kolmogorov-Smirnov testa je 0,037.

Rezultati mjerenja *razine CRP-HS*, izraženi su u mg/l, u ispitivanom uzorku vojnih pilota, pokazuju sljedeće deskriptivno statističke vrijednosti: aritmetička sredina je 1,01 standardna devijacija je 1,32, minimalna vrijednost je 0,1, maksimalna vrijednost je 6,2, koeficijent

asimetričnosti distribucije je 1,937, koeficijent izduženosti distribucije je 4,191, max D vrijednost je 0,245 i značajnost Kolmogorov-Smirnov testa je 0,000.

Rezultati mjerenja *razine mokraćne kiseline*, izražene u $\mu\text{mol/l}$, u ispitivanom uzorku vojnih pilota, pokazuju sljedeće deskriptivno statističke vrijednosti: aritmetička sredina je 225, standardna devijacija je 48,5, minimalna vrijednost je 143, maksimalna vrijednost je 392, koeficijent asimetričnosti distribucije je 1,240, koeficijent izduženosti distribucije je 2,515, max D vrijednost je 0,130, i značajnost Kolmogorov-Smirnov testa je 0,041.

Varijable fizioloških pokazatelja i pokazatelja procjene tjelesne spremnosti

Procjena tjelesne spremnosti se sastoji od provjere tri elementa: broja učinjenih sklekova u dvije minute, broja učinjenih pregiba trupa u dvije minute i vremena potrebnog da se pretrči 2400 metara. Svaki element se boduje sukladno pravilniku, ovisno o spolu i dobi, te se zbrojem sva tri elementa donosi zajednička ocjena (NN., 2024). Rezultati deskriptivno statističkih pokazatelja varijabli procjene tjelesne spremnosti i fizioloških pokazatelja prikazani su u tablici 9.

Tablica 9: Deskriptivno statistički pokazatelji procjene tjelesne spremnosti, fizioloških pokazatelja, SCORE indeksa, dobi i ukupnog naleta **Podebljano otisnuto** $p > \alpha$ (prihvaća se H_0 - distribucija nema značajne razlike od normalne)

n= 48	AS	SD	MIN	MAX	SKEW	KURT	max D	K-S (p)
VO ₂ max (mlO ₂ /kg/min)	40,14	3,18	33,00	48,30	0,628	1,078	0,160	0,003
sklekovi (broj u 2 min)	49,10	12,82	28,00	75,00	0,399	-0,911	0,139	0,021
pregibi trupa (broj u 2 min)	62,31	14,69	38,00	93,00	0,046	-1,037	0,086	0,492
trčanje 2,4 km (minute)	12,00	1,20	9,30	14,00	-0,427	-0,422	0,110	0,155
ukupan broj bodova	252,33	28,00	202,00	300,00	0,121	-0,986	0,084	0,531
sistolčki tlak (mm Hg)	118,75	12,23	105,00	160,00	1,178	1,339	0,200	0,036
dijastolički tlak (mm Hg)	77,40	6,99	70,00	95,00	0,337	-0,839	0,271	0,001
puls (otkucaja/min)	68,58	9,88	50,00	95,00	0,523	0,206	0,101	0,668
SCORE (% u 10 godina)	0,90	0,592	0	3	0,663	2,798	0,361	0,000
dob (godine)	42,17	3,31	35,00	50,00	0,358	-0,012	0,119	0,088
nalet (ukupan broj sati)	1558,9	677,87	700	3700	1,247	1,835	0,111	0,150

LEGENDA: VO₂max – mjera kardiorespiratorne sposobnosti izražene primitkom mililitara kisika po kilogramu tjelesne mase u minuti, SCORE indeks – procijenjeni višezročni rizik fatalne KVB u narednih 10 godina izražen u postocima, nalet – broj sati dosadašnjeg letenja, AS – aritmetička sredina, SD – standardna devijacija, MIN – minimalna vrijednost, MAX – maksimalna vrijednost, SKEW – koeficijent asimetričnosti distribucije, KURT – koeficijent izduženosti distribucije, max D

– najveće odstupanje empirijske i teoretske relativne kumulativne frekvencije, K-S (p) – statistička značajnost Kolmogorov-Smirnov testa

Rezultati deskriptivno statističkih pokazatelja varijabli **kardiorespiratorne sposobnosti - KRS** prikazani su u tablici 9, kao rezultati podataka $VO_2\max$, izraženu u maksimalnom primitku volumena kisika po kilogramu u minuti ($mlO_2/kg/min$). Aritmetrička sredina je 40,14, standardna devijacija iznosi 3,18, minimalna vrijednost iznosi 33, dok maksimalna vrijednost iznosi 48,30, koeficijent asimetričnosti distribucije je 0,628, koeficijent izduženosti distribucije je 1,078, max D vrijednost je 0,160 i značajnost Kolmogorov-Smirnov testa je 0,003.

Deskriptivno statistički opis testiranja **broja sklekova** učinjenih u 2 minute su: aritmetrička sredina je 49,1, standardna devijacija iznosi 12,82, minimalna vrijednost iznosi 28, dok maksimalna vrijednost iznosi 75, koeficijent asimetričnosti distribucije je 0,399, koeficijent izduženosti distribucije je -0,911, max D vrijednost je 0,139 i značajnost Kolmogorov-Smirnov testa je 0,021.

Broj pregiba trupa učinjenih u 2 minute, deskriptivno statistički podaci su prikazani u tablici 5: aritmetrička sredina je 62,31, standardna devijacija iznosi 14,69, minimalna vrijednost iznosi 38, maksimalna vrijednost iznosi 93 koeficijent asimetričnosti distribucije je 0,046, koeficijent izduženosti distribucije je -1,037, max D vrijednost je 0,086 i značajnost Kolmogorov-Smirnov testa je 0,492.

Deskriptivno statistički opis vremena u minutama potrebnih za **trčanje 2400 metara**, prikazan je u tablici 9: aritmetrička sredina je 12, standardna devijacija iznosi 1,2, minimalna vrijednost iznosi 9,3, dok maksimalna vrijednost iznosi 14, koeficijent asimetričnosti distribucije je -0,427, koeficijent izduženosti distribucije je -0,422, max D vrijednost je 0,110 i značajnost Kolmogorov-Smirnov testa je 0,155.

Ukupni broj bodova motoričkih ispitivanja čini zbroj zajedničkih svih elemenata, koji su uzeti iz tablica, u kojima je izvršena korekcija s obzirom na dob i spol (NN., 2024). Deskriptivno statistički opis: aritmetrička sredina je 252,33, standardna devijacija iznosi 28, minimalna vrijednost iznosi 202, dok maksimalna vrijednost iznosi 300, koeficijent asimetričnosti distribucije je 0,121, koeficijent izduženosti distribucije je -0,986, max D vrijednost je 0,084 i značajnost Kolmogorov-Smirnov testa je 0,531.

Deskriptivna statistika podataka o razini **sistolickog tlaka** mjerenim u mmHg su: aritmetička sredina je 118,75, standardna devijacija je 12,23, minimalna vrijednost je 105, maksimalna vrijednost je 160, koeficijent asimetričnosti distribucije je 1,178, koeficijent izduženosti distribucije je 1,339, max D vrijednost je 0,200 i značajnost Kolmogorov-Smirnov testa je 0,036.

Deskriptivna statistika pokazatelja razine **dijastoličkog tlaka** mjenom u mmHg, su: aritmetička sredina je 77,4, standardna devijacija je 6,99, minimalna vrijednost je 70, koeficijent asimetričnosti distribucije je 0,337, koeficijent izduženosti distribucije je -0,839, max D vrijednost je 0,271 i značajnost Kolmogorov-Smirnov testa je 0,001.

Puls u mirovanju je određen brojem srčanih otkucaja u minuti. Deskriptivni podaci za puls su: aritmetička sredina je 68,58, standardna devijacija je 9,88, minimalna vrijednost je 50,00 maksimalna vrijednost je 95 koeficijent asimetričnosti distribucije je 0,523, koeficijent izduženosti distribucije je 0,206, max D vrijednost je 0,101 i značajnost Kolmogorov-Smirnov testa je 0,668.

SCORE indeks predstavlja procijenjeni rizik, dobiven iz više čimbenika rizika, kojim se izražava postotak mogućeg rizika nastanka fatalne KVB u narednih 10 godina u određenoj regiji Europe. Deskriptivno statistički podaci indeksa SCORE su: aritmetička sredina je 0,90, standardna devijacija je 0,592, minimalna vrijednost je 0, maksimalna vrijednost je 3, koeficijent asimetričnosti distribucije je 0,663, koeficijent izduženosti distribucije je 2,798, max D vrijednost je 0,361 i značajnost Kolmogorov-Smirnov testa je 0,000.

Dob predstavlja vrijeme izloženosti čimbenicima rizika KVB mjereno u godinama i predstavlja jednu od varijabli izračuna rizika SCORE. Deskriptivno statistički podaci dobi su: aritmetička sredina je 42,17, standardna devijacija je 3,31, minimalna vrijednost je 35, maksimalna vrijednost je 50, koeficijent asimetričnosti distribucije je 0,358, koeficijent izduženosti distribucije je -0,012, max D vrijednost je 0,119 i značajnost Kolmogorov-Smirnov testa je 0,088.

Ukupni nalet pilota čini zbroj ukupnih sati dosadašnjeg letenja. Deskriptivno statistički podaci naleta su: aritmetička sredina je 1558,9, standardna devijacija je 677,87, minimalna vrijednost je 700, maksimalna vrijednost je 3700, koeficijent asimetričnosti distribucije je 1,247,

koeficijent izduženosti distribucije je 1,835, max D vrijednost je 0,111 i značajnost Kolmogorov-Smirnov testa je 0,150.

Varijable varijabilnosti srčanog ritma - HRV (RR varijabilnosti) provodile su se tijekom letenja, praćenjem parametara srčanog rada vojnog pilota, prijenosnim senzorom na principu holter EKG-a. Praćeni parametri RR varijabilnosti su: SDDN, RMSSD, pNN50% i odnos LF/HF. Deskriptivno statistički pokazatelji varijabli HRV prikazani su u tablici 10.

Tablica 10: Deskriptivno statistički pokazatelji varijabli varijabilnosti srčanog rada - HRV

n= 48	AS	SD	MIN	MAX	SKEW	KURT	max D	K-S (p)
SDNN (ms)	92,60	14,00	44,00	110,00	-1,335	2,004	0,186	0,000
RMSSD (ms)	22,60	6,22	13,00	44,00	1,021	1,725	0,141	0,018
pNN50 (%)	2,86	1,31	0,68	6,84	1,101	1,350	0,168	0,002
LF/HF	1,51	0,23	1,23	1,95	0,999	-0,292	0,187	0,000

LEGENDA: SDNN – varijabilnost srčanog ritma između standardnih devijacija NN intervala, RMSSD – korjenska razlika srednjeg kvadrata uzastopnih RR intervala, pNN50- postotak sukcesivnih NN intervala koji se razlikuju više od 50 ms, LF/HF – omjer snaga niskih i visokih frekvencija AS – aritmetička sredina, SD – standardna devijacija, MIN – minimalna vrijednost, MAX – maksimalna vrijednost, SKEW – koeficijent asimetričnosti distribucije, KURT – koeficijent izduženosti distribucije, max D – najveće odstupanje empirijske i teoretske relativne kumulativne frekvencije, K-S (p) – statistička značajnost Kolmogorov-Smirnov testa

Deskriptivno statistički pokazatelji mjerenja **SDNN** parametra tijekom letenja, mjenog u milisekundama (ms), Rezultati u obrađivanom uzorku vojnih pilota pokazuju sljedeće deskriptivne statističke podatke: aritmetička sredina je 92,6, standardna devijacija je 14, minimalna vrijednost je 44, maksimalna vrijednost je 110, koeficijent asimetričnosti distribucije je -1,335, koeficijent izduženosti distribucije je 2,004, max D vrijednost je 0,186 i značajnost Kolmogorov-Smirnov testa je 0,000.

Pokazatelji izračuna **RMSS** parametra dobivenog tijekom letenja, mjenog u milisekundama (ms), u obrađivanom uzorku vojnih pilota pokazuju sljedeće deskriptivne statističke podatke: aritmetička sredina je 22,6, standardna devijacija je 6,2, minimalna vrijednost je 13, maksimalna vrijednost je 44, koeficijent asimetričnosti distribucije je 1,021, koeficijent izduženosti distribucije je 1,725, max D vrijednost je 0,141 i značajnost Kolmogorov-Smirnov testa je 0,018.

Rezultati dobivenih podataka *pNN50%* vrijednosti, mjerenih u postocima, daju sljedeće podatke deskriptivne statistike: aritmetička sredina je 2,86, standardna devijacija je 1,31, minimalna vrijednost je 0,68, maksimalna vrijednost je 6,84, koeficijent asimetričnosti distribucije je 1,101, koeficijent izduženosti distribucije je 1,350, max D vrijednost je 0,168 i značajnost Kolmogorov-Smirnov testa je 0,002.

Rezultati izračuna *LF/HF* odnosa iz parametara dobivenih tijekom letenja, dali su sljedeće deskriptivno statističke podatke: aritmetička sredina je 1,51, standardna devijacija je 0,23, minimalna vrijednost je 0,68, maksimalna vrijednost je 1,95, koeficijent asimetričnosti distribucije je 0,999, koeficijent izduženosti distribucije je -0,292, max D vrijednost je 0,187 i značajnost Kolmogorov-Smirnov testa je 0,000.

Procjena stanja stresa provedena je psihologijskim testovima STAI X1 za elemente akutnog stresa i STAI X2 za elemente kroničnog stresa. Procjena stanja stresa provedena je dodatno testiranjem razine jutarnjeg kortizola, dobiveni deskriptivno statistički rezultati prikazani su u tablici 11.

Tablica 11: *Deskriptivno statistički pokazatelji varijabli procjene razine psihičkog stresa i razine jutarnjeg kortizola*

n= 48	AS	SD	MIN	MAX	SKEW	KURT	max D	K-S (p)
STAI-X1	28,94	5,12	20,00	46,00	0,983	1,912	0,141	0,018
STAI-X2	26,79	4,60	20,00	47,00	1,757	6,824	0,139	0,022
kortizol (nmol/l)	423,81	91,94	247,60	624,80	-0,030	-0,793	0,151	0,008

LEGENDA: STAI-X1 – pokazatelj akutne komponente stresa, STAI-X2 – pokazatelj kronične komponente stresa, AS – aritmetička sredina, SD – standardna devijacija, MIN – minimalna vrijednost, MAX – maksimalna vrijednost, SKEW – koeficijent asimetričnosti distribucije, KURT – koeficijent izduženosti distribucije, max D – najveće odstupanje empirijske i teoretske relativne kumulativne frekvencije, K-S (p) – statistička značajnost Kolmogorov-Smirnov testa

Rezultati procjene stanja akutnog stresa testom *STAI-X1*. Dobiveni su sljedeći deskriptivno statistički podaci: aritmetička sredina je 28,94, standardna devijacija je 5,12, minimalna

vrijednost je 20, maksimalna vrijednost je 46, koeficijent asimetričnosti distribucije je 0,983, koeficijent izduženosti distribucije je 1,912, max D vrijednost je 0,141 i značajnost Kolmogorov-Smirnov testa je 0,018.

Rezultati procjene stanja kroničnog stresa testom *STAI-X2*. Dobiveni su sljedeći deskriptivno statistički podaci: aritmetička sredina je 26,79, standardna devijacija je 4,6, minimalna vrijednost je 20, maksimalna vrijednost je 47, koeficijent asimetričnosti distribucije je 1,757, koeficijent izduženosti distribucije je 6,824, max D vrijednost je 0,139 i značajnost Kolmogorov-Smirnov testa je 0,022.

Rezultati određivanja *razine jutarnjeg kortizola*, izražene u nmol/l, u ispitivanom uzorku vojnih pilota pokazuju sljedeće deskriptivno statističke vrijednosti: aritmetička sredina je 423,81, standardna devijacija je 91,94, minimalna vrijednost je 247,6, maksimalna vrijednost je 624,8, koeficijent asimetričnosti distribucije je -0,030, koeficijent izduženosti distribucije je -0,793, max D vrijednost je 0,151 i značajnost Kolmogorov-Smirnov testa je 0,008.

Deskriptivno statistički pokazatelji varijabli oštećenja sluha prikazani su u tablici 12 i to pragovima sluha po frekvencijama za desno i lijevo uho, izraženo u decibelima (dB) na : 250 Hz, na 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz, 3 kHz, 4 kHz i 8 kHz. Prikazane su varijable: srednje vrijednosti, standardne devijacije, minimalne i maksimalne vrijednosti, koeficijente asimetričnosti i zakrivljenosti uz rezultate Kolmogorov-Smirnov testa, za svaku mjerenu frekvenciju i metodu obostranog gubitka sluha.

Određivanje gubitka sluha provedeno je po obostranom modelu gubitka sluha koji je razvio Pelausa. Varijable obostranog gubitka sluha su prikazane ordinalnom skalom, koje predstavljaju ocjene od 1 do 3.

Tablica 12: Deskriptivno statistički pokazatelji oštećenja sluha po frekvencijama za svako uho i po obostranom modelu oštećenja sluha (Pelausa)

n= 48	AS	SD	MIN	MAX	SKEW	KURT	max D	K-S (p)
prag sluha 250 Hz desno (dB)	10,729	1,783	10	15	2,072	2,392	0,513	0,000
prag sluha 500 Hz desno (dB)	10,937	2,225	10	20	2,378	5,353	0,497	0,000
prag sluha 1 kHz desno (dB)	10,416	1,736	10	20	4,537	21,594	0,532	0,000
prag sluha 2 kHz desno (dB)	10,833	1,439	10	20	2,966	8,324	0,512	0,000
prag sluha 3 kHz desno (dB)	12,708	5,738	10	35	2,404	5,547	0,432	0,000
prag sluha 4 kHz desno (dB)	18,478	10,32	10	50	1,608	2,283	0,229	0,000
prag sluha 8 kHz desno (dB)	20,833	14,378	10	75	1,831	3,459	0,324	0,000
prag sluha 250 Hz lijevo (dB)	12,395	4,374	10	30	2,254	5,568	0,396	0,000
prag sluha 500 Hz lijevo (dB)	11,562	3,121	10	20	1,859	2,269	0,463	0,000
prag sluha 1 kHz lijevo (dB)	11,458	2,517	10	20	1,458	1,233	0,448	0,000
prag sluha 2 kHz lijevo (dB)	11,979	4,344	10	30	2,569	6,824	0,446	0,000
prag sluha 3 kHz lijevo (dB)	15,729	8,690	10	45	1,923	3,389	0,266	0,000
prag sluha 4 kHz lijevo (dB)	19,166	11,684	10	55	1,650	2,272	0,264	0,000
prag sluha 8 kHz lijevo (dB)	23,645	14,244	10	75	1,703	3,387	0,205	0,000
obostrani model gubitka sluha	1,3958	0,676	1	3	1,474	0,867	0,427	0,000

LEGENDA: STAI-X1 – pokazatelji pragova sluha na frekvencijama 250 Hz, 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz, 3 kHz, 4 kHz i 8 kHz na oba uha i obostrana metoda gubitka sluha po Pelausi, AS – aritmetička sredina, SD – standardna devijacija, MIN – minimalna vrijednost, MAX – maksimalna vrijednost, SKEW – koeficijent asimetričnosti distribucije, KURT – koeficijent izduženosti distribucije, max D – najveće odstupanje empirijske i teoretske relativne kumulativne frekvencije, K-S (p) – statistička značajnost Kolmogorov-Smirnov testa

Rezultati procjene praga sluha na frekvenciji 250 Hz desnog uha. U ispitivanom uzorku dobiveni su sljedeći deskriptivno statistički podaci: aritmetička sredina je 10,729, standardna devijacija je 1,783, minimalna vrijednost je 10, maksimalna vrijednost je 15, koeficijent asimetričnosti distribucije je 2,072, koeficijent izduženosti distribucije je 2,392, max D vrijednost je 0,513 i značajnost Kolmogorov-Smirnov testa je 0,000.

Rezultati procjene praga sluha na frekvenciji 500 Hz desnog uha. U ispitivanom uzorku dobiveni su sljedeći deskriptivno statistički podaci: aritmetička sredina je 10,937, standardna devijacija je 2,225, minimalna vrijednost je 10, maksimalna vrijednost je 20, koeficijent asimetričnosti distribucije je 2,378, koeficijent izduženosti distribucije je 5,353, max D vrijednost je 0,497 i značajnost Kolmogorov-Smirnov testa je 0,000.

Rezultati procjene praga sluha na frekvenciji 1 kHz desnog uha. U ispitivanom uzorku dobiveni su sljedeći deskriptivno statistički podaci: aritmetička sredina je 10,416, standardna devijacija je 1,736, minimalna vrijednost je 10, maksimalna vrijednost je 15, koeficijent asimetričnosti distribucije je 4,537, koeficijent izduženosti distribucije je 21,594, max D vrijednost je 0,532 i značajnost Kolmogorov-Smirnov testa je 0,000.

Rezultati procjene praga sluha na frekvenciji 2 kHz desnog uha. U ispitivanom uzorku dobiveni su sljedeći deskriptivno statistički podaci: aritmetička sredina je 10,416, standardna devijacija je 1,736, minimalna vrijednost je 10, maksimalna vrijednost je 20, koeficijent asimetričnosti distribucije je 2,966, koeficijent izduženosti distribucije je 8,324, max D vrijednost je 0,512 i značajnost Kolmogorov-Smirnov testa je 0,000.

Rezultati procjene praga sluha na frekvenciji 3 kHz desnog uha. U ispitivanom uzorku dobiveni su sljedeći deskriptivno statistički podaci: aritmetička sredina je 12,708, standardna devijacija je 5,738, minimalna vrijednost je 10, maksimalna vrijednost je 35, koeficijent asimetričnosti distribucije je 2,404, koeficijent izduženosti distribucije je 5,547, max D vrijednost je 0,432 i značajnost Kolmogorov-Smirnov testa je 0,000.

Rezultati procjene praga sluha na frekvenciji 4 kHz desnog uha. U ispitivanom uzorku dobiveni su sljedeći deskriptivno statistički podaci: aritmetička sredina je 18,478, standardna devijacija je 10,32, minimalna vrijednost je 10, maksimalna vrijednost je 50, koeficijent asimetričnosti distribucije je 1,608, koeficijent izduženosti distribucije je 2,283, max D vrijednost je 0,229 i značajnost Kolmogorov-Smirnov testa je 0,000.

Rezultati procjene praga sluha na frekvenciji 8 kHz desnog uha. U ispitivanom uzorku dobiveni su sljedeći deskriptivno statistički podaci: aritmetička sredina je 20,833, standardna devijacija je 14,378, minimalna vrijednost je 10, maksimalna vrijednost je 75, koeficijent asimetričnosti distribucije je 1,831, koeficijent izduženosti distribucije je 3,459, max D vrijednost je 0,324 i značajnost Kolmogorov-Smirnov testa je 0,000.

Rezultati procjene praga sluha na 250 Hz lijevog uha. U ispitivanom uzorku dobiveni su sljedeći deskriptivno statistički podaci: aritmetička sredina je 12,395, standardna devijacija je 4,374 minimalna vrijednost je 10, maksimalna vrijednost je 30, koeficijent asimetričnosti

distribucije je 2,254, koeficijent izduženosti distribucije je 5,568, max D vrijednost je 0,396 i značajnost Kolmogorov-Smirnov testa je 0,000.

Rezultati procjene praga sluha na frekvenciji 500 Hz lijevog uha. U ispitivanom uzorku dobiveni su sljedeći deskriptivno statistički podaci: aritmetička sredina je 11,562, standardna devijacija je 3,121 minimalna vrijednost je 10, maksimalna vrijednost je 20, koeficijent asimetričnosti distribucije je 1,859, koeficijent izduženosti distribucije je 2,269, max D vrijednost je 0,463 i značajnost Kolmogorov-Smirnov testa je 0,000.

Rezultati procjene praga sluha na frekvenciji 1 kHz lijevog uha. U ispitivanom uzorku dobiveni su sljedeći deskriptivno statistički podaci: aritmetička sredina je 11,458, standardna devijacija je 2,517 minimalna vrijednost je 10, maksimalna vrijednost je 20, koeficijent asimetričnosti distribucije je 1,458, koeficijent izduženosti distribucije je 1,233, max D vrijednost je 0,448 i značajnost Kolmogorov-Smirnov testa je 0,000.

Rezultati procjene praga sluha na frekvenciji 2 kHz lijevog uha. U ispitivanom uzorku dobiveni su sljedeći deskriptivno statistički podaci: aritmetička sredina je 11,979, standardna devijacija je 4,344, minimalna vrijednost je 10, maksimalna vrijednost je 30, koeficijent asimetričnosti distribucije je 2,569, koeficijent izduženosti distribucije je 6,824, max D vrijednost je 0,446 i značajnost Kolmogorov-Smirnov testa je 0,000.

Rezultati procjene praga sluha na frekvenciji 3 kHz lijevog uha. U ispitivanom uzorku dobiveni su sljedeći deskriptivno statistički podaci: aritmetička sredina je 15,729, standardna devijacija je 8,690, minimalna vrijednost je 10, maksimalna vrijednost je 45, koeficijent asimetričnosti distribucije je 1,923, koeficijent izduženosti distribucije je 3,389, max D vrijednost je 0,266 i značajnost Kolmogorov-Smirnov testa je 0,000.

Rezultati procjene praga sluha na frekvenciji 4 kHz lijevog uha. U ispitivanom uzorku dobiveni su sljedeći deskriptivno statistički podaci: aritmetička sredina je 19,166, standardna devijacija je 11,684, minimalna vrijednost je 10, maksimalna vrijednost je 55, koeficijent asimetričnosti distribucije je 1,650, koeficijent izduženosti distribucije je 2,272, max D vrijednost je 0,264 i značajnost Kolmogorov-Smirnov testa je 0,000.

Rezultati procjene praga sluha na frekvenciji 8 kHz lijevog uha. U ispitivanom uzorku dobiveni su sljedeći deskriptivno statistički podaci: aritmetička sredina je 23,645, standardna devijacija je 14,244 minimalna vrijednost je 10, maksimalna vrijednost je 75, koeficijent asimetričnosti distribucije je 1,703, koeficijent izduženosti distribucije je 3,387, max D vrijednost je 0,205 i značajnost Kolmogorov-Smirnov testa je 0,000.

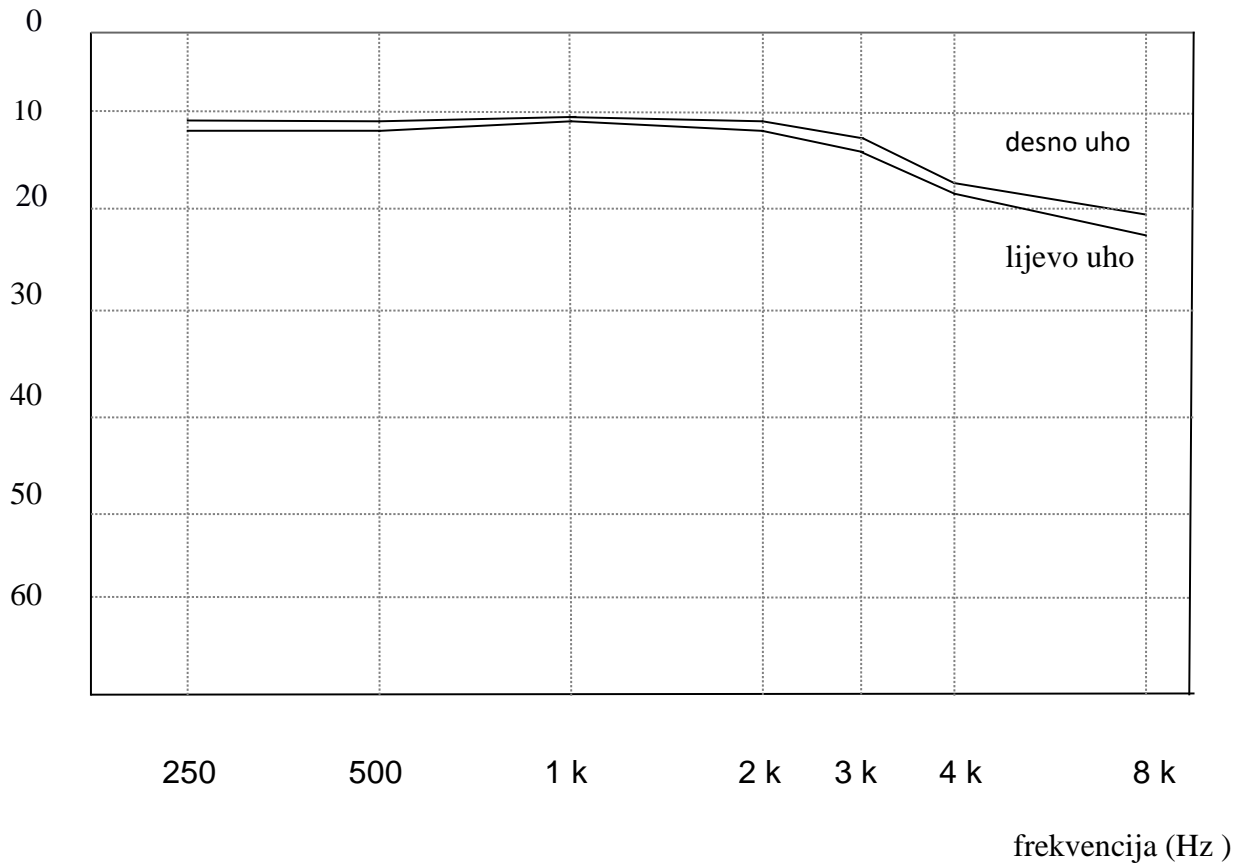
Rezultati procjene obostranog gubitka sluha po Pelausi. U ispitivanom uzorku dobiveni su sljedeći deskriptivno statistički podaci: aritmetička sredina je 1,3958, standardna devijacija je 0,676, minimalna vrijednost je 1, maksimalna vrijednost je 3, koeficijent asimetričnosti distribucije je 1,474, koeficijent izduženosti distribucije je 0,867, max D vrijednost je 0,427 i značajnost Kolmogorov-Smirnov testa je 0,000.

U tablici 13 i grafikonu 2 prikazane su povezanosti varijabli po frekvencijama desnog i lijevog uha.

Tablica 13: Statistička obrada povezanosti varijabli pragova sluha **lijevog i desnog uha** na mjerenim frekvencijama. **Podobljano** su otisnuti značajno povezani rezultati.

		pragovi sluha po frekvencijama						
		250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	3 kHz	4 kHz	8 kHz
P sluh lijevo i desno r _s		< 0,001	< 0,001	< 0,001	<0,001	< 0,001	<0,001	0,0233
		0,553	0,545	0,703	0,823	0,710	0,547	0,327

prag sluha (dB)



Grafikon 2: Pragovi sluha na desnom i lijevom uhu u obrađenom uzorku vojnih pilota

Analiza međusobne povezanosti varijabli pragova sluha istih frekvencija desnog i lijevog uha, pokazala je statističku značajnost na svim frekvencijama, kao što je prikazano u tablici 13 i grafikonu 2.

4.3. Rezultati statističke obrade povezanosti varijabli pokazatelja tjelesne uhranjenosti s varijablama procjene tjelesne spremnosti

Rezultati statističke obrade povezanosti varijabli pokazatelja tjelesne uhranjenosti i procjene tjelesne spremnosti, prikazani su u tablici 14. Od promatranih varijabli veću negativnu povezanost pokazuju ITM i opseg struka s rezultatima vremena trčanja na 2400 metara, te KRS

s ITM. Također postoji negativna povezanost varijabli ukupnog broja bodova tjelesne provjere i ITM.

Tablica 14: Prikaz statističke obrade povezanosti varijabli procjene tjelesne spremnosti s varijablama pokazatelja stanja uhranjenosti. **Podebljano** su otisnuti značajno povezani rezultati.

n=48	VO ₂ max mlO ₂ /kg/min		sklekovi u 2 min		pregibi u 2 min		trčanje 2,4km		bodovi tjelesne provjere	
	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r
indeks tjelesne mase (kg/m ²)	0,080	-0,255	0,427	-0,117	0,033	-0,308	0,097	0,243	0,006	-0,388
opseg struka (cm)	0,063	-0,270	0,876	0,023	0,302	-0,152	0,033	0,309	0,139	-0,217
opseg bokova (cm)	0,308	-0,150	0,150	-0,211	0,463	-0,108	0,110	0,234	0,063	-0,270
WHR	0,204	-0,187	0,061	0,272	0,061	0,272	0,318	0,147	0,079	0,023

Varijabla indeksa tjelesne mase - **ITM** je statistički značajno negativno povezana s varijablom pregiba trupa ($p=0,033$, $r_p=-0,308$) i ukupnog broja bodova tjelesne provjere ($p=0,0006$, $r_s=-0,388$).

Varijabla opsega struka je statistički značajno povezana s varijablom vremena potrebnim za trčanje 2400 metara ($p=0,033$, $r_p=0,309$).

Varijable opsega bokova i WHR nisu pokazale značajnu povezanost s pokazateljima tjelesne spremnosti.

4.4. Rezultati statističke obrade povezanosti varijabli biokemijskih čimbenika rizika KVB s varijablama procjene tjelesne spremnosti

Rezultati statističke obrade povezanosti varijabli biokemijski dobivenih čimbenika rizika KVB s varijablama tjelesne spremnosti prikazani su u tablici 15.

Tablica 15: Prikaz statističke obrade povezanosti varijabli pokazatelja tjelesne spremnosti s varijablama biokemijskih pokazatelja čimbenika rizika KVB. **Podobljano** su otisnuti značajno povezani rezultati.

n=48	VO ₂ max mlO ₂ /kg/min		sklekovi broj u 2min		pregibi trupa broj u 2 min		trčanje 2,4km minute		bodovi tjelesne provjere	
	p	r _s	p	r _s	p	r	p	r _s	p	r _s
glukoza (mmol/l)	0,813	0,032	0,312	-0,149	0,684	-0,060	0,770	-0,043	0,481	-0,104
trigliceridi (mmol/l)	0,146	0,213	0,772	-0,043	0,669	0,063	0,199	0,189	0,195	-0,190
ukupni kolesterol (mmol/l)	0,727	0,052	0,371	-0,132	0,096	-0,243	0,234	-0,174	0,237	-0,174
LDL kolesterol (mmol/l)	0,748	0,048	0,190	-0,192	0,058	-0,276	0,612	0,075	0,372	-0,132
HDL kolesterol (mmol/l)	0,080	0,255	0,500	0,100	0,329	0,144	0,441	-0,114	0,313	0,149
omjer ukupni kolesterol / HDL	0,004	0,405	0,159	-0,207	0,013	0,354	0,086	0,250	0,042	-0,295
CRP-HS (mg/l)	0,352	0,137	0,171	-0,201	0,004	-0,403	0,329	0,144	0,119	-0,228
mokraćna kiselina (μmol/l)	0,343	0,140	0,572	0,084	0,466	0,572	0,009	-0,371	0,031	0,313

Varijabla omjera **ukupni kolesterol/HDL kolesterol** ima statistički značajnu pozitivnu povezanost s varijablama VO₂max (p=0,0004, r_p=0,405) i broja pregiba trupa u dvije minute (p=0,013, r_p=0,354), također postoji značajna negativna povezanost s ukupnim brojem bodova provjere tjelesne spremnosti (p=0,042, r_s=-0,295).

Varijabla razine **CRP-HS** ima statistički značajnu negativnu povezanost s varijablom broja pregiba trupa u dvije minute (p=0,004, r_p=-0,403).

Rezultati mjerenja varijable razine **mokraćne kiseline** pokazuju statistički značajnu povezanost negativnu povezanost s varijablom vremena potrebnog za trčanje 2400 metara (p=0,009, r_s=-0,371), također postoji značajna povezanost s ukupnim brojem bodova tjelesne provjere (p=0,031, r_s=0,313).

Ostale ispitivane biokemijske varijable nisu pokazale statistički značajnu povezanost s varijablama tjelesne spremnosti.

4.5. Rezultati statističke obrade međusobne povezanosti varijabli tjelesne spremnosti, ispitanih fizioloških čimbenika rizika KVB i ukupnog naleta s varijablama procjene tjelesne spremnosti

Rezultati statističke obrade povezanosti varijabli fizioloških pokazatelja, procjene tjelesne spremnosti, SCORE indeksa i ukupnog naleta s varijablama procjene tjelesne spremnosti prikazane su u tablici 16. Najviše povezanost pokazuju varijable vremena trčanja na 2,4 kilometra i broja pregiba trupa, dok broj učinjenih sklekova i KRS imaju slabiju povezanost s varijablama fizioloških pokazatelja.

Tablica 16: Prikaz statističke obrade međusobne povezanosti varijabli tjelesne spremnosti, te povezanosti fizioloških varijabli čimbenika rizika KVB i varijabli ukupnog naleta pilota s varijablama procjene tjelesne spremnosti. **Podobljano** su otisnuti značajno povezani rezultati.

n=48	VO ₂ max mlO ₂ /kg/min		sklekovi broj u 2min		pregibi trupa broj u 2 min		trčanje 2,4km minute		bodovi tjelesne provjere	
	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r
VO ₂ max (mlO ₂ /kg/min.)			0,248	0,170	0,115	0,231	0,009	-0,373	0,010	0,369
sklekovi (broj u 2 min.)	0,248	0,170			0,001	0,594	0,029	-0,315	0,001	0,736
pregibi trupa (broj u 2 min.)	0,115	0,321	0,001	0,594			0,022	-0,330	0,001	0,693
trčanje 2,4 km (u min.)	0,009	-0,374	0,029	-0,315	0,022	-0,330			0,010	0,369
broj bodova tjelesne provjere	0,010	0,369	0,001	0,736	0,000	0,693	0,001	-0,683		
RR sistolički (mm Hg)	0,014	0,350	0,497	0,100	0,700	-0,057	0,011	0,362	0,115	-0,231
RR dijastolički (mm Hg)	0,385	0,130	0,761	0,040	0,988	-0,002	0,065	0,268	0,322	0,146
puls (broj otkucaja u min.)	0,200	-0,188	0,414	0,121	0,749	0,047	0,136	0,219	0,722	-0,053
SCORE indeks	0,771	-0,004	0,047	-0,290	0,004	-0,412	0,048	0,290	0,022	-0,330
nalet pilota (ukupno sati)	0,751	-0,751	0,511	-0,097	0,119	-0,228	0,494	0,101	0,610	-0,075

Varijabla KRS (VO₂max) je statistički značajno negativno povezana s vremenom trčanja na 2400 metara (p=0,009, r_p=-0,373), postoji povezanost s varijablom ukupnog broja bodova tjelesne provjere (p=0,010, r_s=0,369). Također postoji značajna povezanost varijabli KRS i sistoličke komponente arterijskog krvnog tlaka (p=0,014, r_s=0,350).

Varijabla **broja učinjenih sklekova** tijekom dvije minute je statistički značajno pozitivno povezana s varijablom broja pregiba trupa ($p=0,001$, $r_p=0,594$), varijablom ukupnog broja bodova tjelesne provjere ($p=0,001$, $r_p=0,736$). Također postoje statistički značajne negativne povezanosti varijable broja sklekova sa varijablom SCORE indeksa ($p=0,047$, $r_s=-0,29$) i vremena potrebnog za trčanje 2400 metara ($p=0,001$, $r_p=-0,315$).

Broj pregiba trupa je statistički značajno pozitivno povezana varijabla s varijablom broja učinjenih sklekova ($p=0,001$, $r_p=0,594$) i ukupnog broja bodova tjelesne provjere ($p=0,001$, $r_p=0,693$). Također, postoji statistički značajna negativna povezanost varijabli vremena trčanja za 2400 metara ($p=0,029$, $r_p=-0,315$) i SCORE rizika ($p=0,004$, $r_p=-0,412$).

Rezultati varijabli **vremena trčanja na 2400 metara** su značajno negativno povezani s varijablama KRS ($p=0,009$, $r_p=-0,373$), broja sklekova ($p=0,029$, $r_p=-0,315$) broja pregiba trupa ($p=0,022$, $r_p=-0,330$), također postoji pozitivna povezanost s varijablama ukupnog broja bodova provjere tjelesne spremnosti ($p=0,001$, $r_p=0,693$). Također, postoji značajna povezanost varijable vremena trčanja s varijablama sistoličke ($p=0,011$, $r_p=0,362$) i SCORE indeksa ($p=0,048$, $r_p=0,290$).

Ukupni broj bodova tjelesne provjere čine bodovanje zajedničkih elemenata tjelesne spremnosti uz korektivni element dobi i spola. Varijabla ukupni broj bodova tjelesne provjere statistički je značajno povezana s varijablama svim varijablama sastavnicama i KRS ($p=0,010$, $r_s=0,369$), također postoji i negativna povezanost sa SCORE rizikom ($p=0,022$, $r_s=-0,330$).

Varijabla **sistoličkog tlaka** je statistički značajno negativno povezana s varijablama KRS ($p=0,06$, $r_s=0,389$) i pozitivno s varijablom vremena trčanja 2,4 kilometra ($p=0,011$, $r_s=0,362$).

Varijabla dijastoličkog tlaka i pulsa u mirovanju nisu statistički značajno povezane s varijablama tjelesne spremnosti.

Varijabla skupne procjene čimbenika rizika **SCORE** statistički je značajno negativno povezana s varijablama broja učinjenih sklekova ($p=0,043$, $r_s=-0,293$), broja pregiba trupa ($p=0,004$, $r_p=-0,412$), ukupnog broja bodova tjelesne provjere ($p=0,022$, $r_p=-0,330$) i pozitivno je povezana s varijablom vremena potrebnog za trčanje 2400 metara ($p=0,048$, $r_p=0,290$).

Varijabla *ukupni nalet* pilota nije statistički značajno povezana ni sa jednom varijablom procjene tjelesne spremnosti.

4.6. Rezultati statističke obrade povezanosti varijabli HRV s varijablama procjene tjelesne spremnosti

Mjerenje parametara varijabilnosti srčanog ritma – HRV provodilo se praćenjem parametara srčanog rada vojnog pilota tijekom letenja. Promatrane varijable su SDNN, RMSSD, pNN50% i LF/HF. Povezanosti varijabli varijabilnosti srčanog ritma i tjelesne spremnosti prikazane su u tablici 17.

Statistički značajna povezanost postoji samo kod varijable pokazatelja KRS s varijablama SDNN i LF/HF.

Tablica 17: Prikaz statističke obrade povezanosti varijabli pokazatelja tjelesne spremnosti s varijablama varijabilnosti srčanog ritma - HRV. **Podebljano** su otisnuti značajno povezani rezultati.

n=48	VO ₂ max mlO ₂ /kg/min		sklekovi u 2 min		pregibi u 2 min		trčanje 2,4km		bodovi tjelesne provjere	
	p	r _s	p	r _s	p	r _p	p	r _p	p	r _p
RR varijabilnost SDNN (ms)	0,039	0,300	0,702	-0,06	0,109	0,234	0,172	-0,201	0,280	0,159
RR varijabilnost RMSSD (ms)	0,133	0,220	0,392	-0,12	0,235	-0,175	0,292	-0,155	0,779	-0,042
RR varijabilnost pNN50%	0,632	0,070	0,862	0,02	0,399	-0,125	0,639	0,070	0,913	-0,016
RR varijabilnost LF/HF	0,001	0,470	0,341	0,14	0,434	0,116	0,957	0,008	0,598	0,078

Varijabla SDNN je statistički značajno pozitivno povezana s varijablom KRS (VO₂max) (p=0,039, r_s=0,300).

Varijable RMSSD i pNN50% nisu značajno povezane ni s jednom promatranom varijablom tjelesne spremnosti.

Varijabla odnosa LF/HF je statistički značajno pozitivno povezana s varijablom KRS (VO₂max) (p=0,001, r_s=0,470).

4.7. Rezultati statističke obrade povezanosti varijabli procjene psihičkog stresa s varijablama procjene tjelesne spremnosti

Procjena stanja psihičkog stresa provodila se psihologijskim testom STAI X1 za elemente akutnog stresa i STAI X2 testom za elemente kroničnog stresa. Procjena stanja stresa dodatno se provodila testiranjem jutarnje razine kortizola. Rezultati povezanosti varijabli procjene stanja stresa s varijablama procjene tjelesne spremnosti su prikazani u tablici 18.

Tablica 18: Prikaz statističke obrade povezanosti varijabli pokazatelja razine stresa s varijablama procjene tjelesne spremnosti

n=48	VO ₂ max mlO ₂ /kg/min		sklekovi u 2 min		pregibi u 2 min		trčanje 2,4km		bodovi tjelesne provjere	
	p	r _s	p	r _s	p	r _p	p	r _p	p	r _p
STAI-X1	0,600	-0,07	0,219	0,18	0,477	-0,105	0,963	-0,007	0,449	-0,112
STAI-X2	0,546	-0,09	0,996	-0,01	0,082	-0,215	0,845	0,029	0,321	-0,146
kortizol (nmol/l)	0,128	0,22	0,425	-0,12	0,834	-0,031	0,507	0,098	0,266	-0,164

Nema statistički značajne povezanosti varijabli procjene psihičkog stresa s varijablama procjene tjelesne spremnosti.

4.8.1. Rezultati statističke obrade povezanosti varijabli gubitka sluha po Fowler-Sabine s varijablama čimbenika rizika KVB i varijablama procjene tjelesne spremnosti

Oštećenje sluha dobila su se određivanjem pragova sluha tonalnom audiometrijom po frekvencijama za svako uho i to na 250 Hz, na 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz, 3 kHz, 4 kHz i 8 kHz.

Dobivena oštećenja sluha prikazana su na tri načina, po Fowler-Sabineu, po frekvencijama i po Pelausi.

Gubitak sluha po Fowler-Sabine se računa iz tablice ovisno o gubitku sluha na pojedinoj frekvenciji, za desno i lijevo uho i obostrano po formuli.

Rezultati oštećenja sluha po Fowler-Sabineu su prikazani u tablici 19 za rezultate desnog, lijevog i obostranog gubitka sluha.

Tablica 19: Prikaz statističke obrade povezanosti oštećenja sluha prikazana po Fowler-Sabine s procjenama tjelesne spremnosti i čimbenicima rizika KVB

n=48	gubitak sluha po Fowler-Sabine desno (%)		gubitak sluha po Fowler-Sabine lijevo (%)		ukupni gubitak sluha po Fowler-Sabine (%)	
	p	r	p	r	p	r
VO ₂ max (mlO ₂ /kg/min)	0,634	-0,07	0,247	-0,17	0,279	-0,16
broj sklekova (broj u 2 min)	0,466	-0,11	0,396	-0,12	0,239	-0,17
broj pregiba trupa (broj u 2 min)	0,200	-0,19	0,765	-0,04	0,211	-0,18
trčanje 2,4 km (minute)	0,442	0,11	0,972	-0,01	0,855	0,03
broj bodova motorika	0,144	-0,21	0,315	-0,15	0,149	-0,21
ITM (kg/m ²)	0,375	0,13	0,112	0,23	0,176	0,19
tlak sistolički (mm Hg)	0,933	0,01	0,975	0,01	0,946	-0,01
tlak dijastolički (mm Hg)	0,494	-0,10	0,779	0,04	0,805	-0,04
puls u mirovanju (otkucaja/min)	0,852	0,03	0,805	-0,04	0,988	0,01
opseg struka (cm)	0,665	-0,06	0,779	-0,04	0,532	-0,09
opseg bokova (cm)	0,301	0,15	0,185	0,19	0,173	0,20
WHR odnos	0,500	-0,10	0,260	-0,66	0,210	-0,18
GUK (mmol/l)	0,645	-0,07	0,355	0,14	0,831	0,03
trigliceridi (mmol/l)	0,891	0,02	0,244	0,17	0,636	0,07
ukupni kolesterol (mmol/l)	0,096	0,24	0,930	-0,01	0,494	0,10
LDL kolesterol (mmol/l)	0,173	0,20	0,695	-0,06	0,494	0,10
HDL kolesterol (mmol/l)	0,756	-0,05	0,111	-0,23	0,260	-0,17
ukupni kolesterol/HDL	0,075	0,26	0,094	0,24	0,055	0,28
CRP-HS (mg/l)	0,878	-0,02	0,475	0,10	0,510	0,09
mokraćna kiselina (μmol/l)	0,066	0,27	0,086	0,25	0,061	0,27
EURO SCORE	0,138	0,217	0,860	0,02	0,260	0,16
SDNN (ms)	0,142	-0,21	0,524	-0,09	0,149	-0,21
RMSSD (ms)	0,328	-0,14	0,112	-0,23	0,117	-0,23
pNN50% (%)	0,787	-0,04	0,139	-0,21	0,357	-0,13
LF/HF	0,818	-0,03	0,143	-0,21	0,361	-0,13
STAI-X1	0,915	-0,02	0,865	0,02	0,743	-0,05
STAI-X2	0,202	-0,18	0,692	-0,06	0,255	-0,16
ukupni nalet (sati)	0,312	0,15	0,780	-0,04	0,447	0,12
kortizol (nmol/l)	1,000	0,00	0,557	0,08	0,797	-0,04

Podaci o oštećenjima sluha desnog uha, lijevog uha i obostrano, prikazani po Fowler-Sabine, izražene su u postocima (%).

Za oštećenje sluha desnog uha dobiveni su sljedeći deskriptivni statistički podaci: aritmetička sredina je 2,39, standardna devijacija je 2,68, minimalna vrijednost je 1, maksimalna vrijednost je 15,8, koeficijent asimetričnosti distribucije je 3,399, koeficijent izduženosti distribucije je 13,643 i značajnost Kolmogorov-Smirnov testa je 0,000.

Podaci oštećenja sluha lijevog uha prikazanog po Fowler-Sabine, dali su sljedeće deskriptivno statističke podatke: aritmetička sredina je 3,11, standardna devijacija je 3,45, minimalna vrijednost je 1, maksimalna vrijednost je 15,6, koeficijent asimetričnosti distribucije je 2,411, koeficijent izduženosti distribucije je 5,739 i značajnost Kolmogorov-Smirnov testa je 0,000.

Obostrano oštećenje sluha izraženo po Fowler-Sabine dalo je sljedeće deskriptivno statističke podatke: aritmetička sredina je 2,28, standardna devijacija je 2,56, minimalna vrijednost je 1, maksimalna vrijednost je 15,6, koeficijent asimetričnosti distribucije je 3,680, koeficijent izduženosti distribucije je 16,153 i značajnost Kolmogorov-Smirnov testa je 0,000.

Varijable gubitka sluha desno, lijevo i obostrano, prikazane po Fowler-Sabine nisu značajno povezane ni s jednom promatranom varijablom procjene tjelesne spremnosti, čimbenika rizika KVB i ukupnog naleta pilota.

4.8.2. Rezultati statističke obrade povezanosti varijabli gubitka sluha po frekvencijama oba uha s varijablama čimbenika rizika KVB i varijablama procjene tjelesne spremnosti, uz primijenjenu parcijalnu korelaciju s kontrolnom varijablom dobi

Rezultati statističke obrade povezanosti varijabli oštećenja sluha po frekvencijama sa varijablama čimbenika rizika KVB i procjene tjelesne spremnosti, pokazali su izuzetno visoku razinu povezanosti na gotovo svim frekvencijama, što je uzrokovano velikim utjecajem dobi. Zato je provedena statistička obrada povezanosti varijabli gubitka sluha na svim frekvencijama oba uha s: varijablama stanja uhranjenosti, biokemijskim dobivenim varijablama čimbenika rizika KVB, varijablama procjene tjelesne spremnosti, varijabli HRV i varijablama procjene stanja stresa, uz primijenjenu parcijalnu korelaciju, uz kontrolnu varijablu dobi.

U tablicama 20–24 prikazani su rezultati statističke obrade povezanosti varijabli uz primijenjenu parcijalnu korelaciju s kontrolnom varijablom dobi.

Tablica 20: Rezultati statističke obrade povezanosti varijabli pragova sluha oba uha po frekvencijama s varijablama procjene stanja uhranjenosti uz primijenjenu parcijalnu korelaciju uz kontrolnu varijablu dobi. **Podebljano** su otisnuti značajno povezani rezultati

*dob - kontrolna varijabla		pragovi sluha po frekvencijama desna strana						pragovi sluha po frekvencijama lijeva strana							
		250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	3 kHz	4 kHz	8 kHz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	3 kHz	4 kHz	8 kHz
ITM	P	0,764	0,500	0,068	0,457	0,055	0,153	0,002	0,550	0,662	0,131	0,602	0,311	0,137	0,078
	r₁₂₋₃	0,045	0,101	0,650	0,111	0,281	0,212	0,437	0,089	-0,066	0,223	0,078	0,151	0,220	0,259
opseg struka	P	0,344	0,625	0,916	0,806	0,977	0,503	0,775	0,685	0,411	0,127	0,657	0,944	0,774	0,555
	r₁₂₋₃	-0,141	-0,073	-0,016	-0,037	0,004	0,100	0,043	0,061	0,123	0,226	-0,065	0,11	-0,043	0,088
opseg bokova	P	0,454	0,970	0,8064	0,724	0,397	0,170	0,139	0,880	0,753	0,264	0,865	0,694	0,614	0,181
	r₁₂₋₃	-0,112	-0,006	0,026	0,053	0,126	0,254	0,219	0,023	-0,047	0,166	-0,026	0,059	0,075	0,198
WHR	P	0,749	0,651	0,760	0,512	0,427	0,796	0,273	0,728	0,124	0,489	0,705	0,807	0,400	0,544
	r₁₂₋₃	-0,048	-0,068	-0,048	-0,098	-0,119	-0,039	-0,163	0,052	0,228	0,103	-0,057	-0,037	-0,126	-0,091

U tablici 20 prikazani su rezultati statističke obrade povezanosti varijabli pragova sluha oba uha s varijablama procjene stanja uhranjenosti, uz primijenjenu parcijalnu korelaciju s kontrolnom varijablom dobi.

Jedina statistički značajna povezanost varijabli praga sluha po frekvencijama s varijablama procjene stanja uhranjenosti, vidljiva je između praga sluha na 8 kHz desnog uha i indeksa tjelesne mase - ITM ($p=0,002$, $r_{12.3}=0,47$).

Tablica 21: Rezultati statističke obrade povezanosti varijabli pragova sluha oba uha po frekvencijama s varijablama biokemijskih čimbenika rizika KVB, uz primijenjenu parcijalnu korelaciju s kontrolnom varijablom dobi. **Podebljano** su otisnuti značajno povezani rezultati

*dob - kontrolna varijabla		pragovi sluha po frekvencijama desna strana						pragovi sluha po frekvencijama lijeva strana							
		250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	3 kHz	4 kHz	8 kHz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	3 kHz	4 kHz	8 kHz
trigliceridi	P	0,917	0,645	0,781	0,921	0,028	0,380	0,590	0,407	0,806	1,000	0,667	0,508	0,163	0,883
	r ₁₂₋₃	0,016	0,069	0,042	0,015	0,320	0,131	-0,081	0,125	0,037	0,0001	0,064	0,099	0,207	-0,022
ukupni kolesterol	P	0,016	0,402	0,609	0,301	0,879	0,710	0,932	0,464	0,967	0,771	0,890	0,495	0,262	0,570
	r ₁₂₋₃	0,350	0,125	0,077	0,154	-0,019	0,056	0,013	0,110	-0,006	0,044	-0,021	-0,102	-0,167	-0,085
LDL kolesterol	P	0,007	0,207	0,292	0,094	0,586	0,973	0,723	0,188	1,000	0,699	0,801	0,339	0,078	0,224
	r ₁₂₋₃	0,386	0,188	0,157	0,247	-0,081	0,005	-0,058	0,196	0,0001	0,058	0,038	-0,143	-0,260	-0,181
HDL kolesterol	P	0,808	0,191	0,466	0,204	0,251	0,936	0,940	0,170	0,963	0,137	0,110	0,872	0,215	0,208
	r ₁₂₋₃	0,036	-0,194	-0,109	-0,189	-0,171	-0,012	-0,011	-0,204	-0,007	-0,220	-0,236	-0,024	-0,187	-0,187
ukupni/HDL kol.	P	0,329	0,093	0,362	0,088	0,503	0,771	0,719	0,130	0,996	0,040	0,215	0,683	0,775	0,443
	r ₁₂₋₃	0,145	0,248	0,136	0,252	0,100	0,044	0,054	0,224	0,001	0,301	0,184	-0,061	0,043	0,115
CRP-HS	P	0,482	0,955	0,267	0,417	0,958	0,399	0,848	0,725	0,732	0,0001	0,846	0,976	0,764	0,770
	r ₁₂₋₃	-0,105	-0,008	0,165	0,121	-0,008	-0,126	0,029	0,053	-0,051	0,512	0,029	0,005	0,045	0,044
glukoza u krvi	P	0,228	0,697	0,324	0,948	0,831	0,966	0,791	0,162	0,046	0,786	0,897	0,251	0,487	0,819
	r ₁₂₋₃	0,179	0,058	0,147	0,010	-0,032	0,006	-0,040	0,208	0,293	0,041	-0,019	-0,171	-0,104	0,034
mokraćna kiselina	P	0,228	0,697	0,324	0,948	0,831	0,966	0,791	0,162	0,046	0,786	0,897	0,251	0,487	0,819
	r ₁₂₋₃	0,179	0,058	0,147	0,010	-0,032	0,006	-0,040	0,208	0,293	0,041	-0,019	-0,171	-0,104	0,034

U tablici 21 prikazani su rezultati statističke obrade povezanosti varijabli sluha oba uha po frekvencijama s varijablama biokemijskih pokazatelja čimbenika rizika KVB, uz primijenjenu parcijalnu korelaciju s kontrolnom varijablom dobi.

Statistički značajna je povezanost varijable praga **sluha desnog uha** na 3 kHz s varijablom razine triglicerida ($p=0,028$, $r_{12.3}=0,320$). Također, postoji statistički značajna povezanost varijable praga sluha desnog uha na 250 Hz s varijablom razine ukupnog kolesterola ($p=0,016$, $r_{12.3}=0,350$). Postoji statistički značajna povezanost varijable praga sluha desnog uha na 250 Hz s varijablom razine LDL kolesterola ($p=0,007$, $r_{12.3}=0,386$).

Na **lijevom uhu** vidljiva je statistički značajna povezanost varijabli praga sluha na 1 kHz i omjera ukupnog kolesterola/HDL kolesterol ($p=0,004$, $r_{12.3}=0,301$) i razine CRP-HS ($p=0,0001$, $r_{12.3}=0,512$). Također statistički je značajna povezanost varijable praga sluha lijevo na 500 Hz s varijablom razine glukoze u krvi ($p=0,046$, $r_{12.3}=0,293$). Također prisutna je povezanost varijabli praga sluha na 3 kHz i razine mokraćne kiseline ($p=0,046$, $r_{12.3}=0,293$).

Tablica 22: Rezultati statističke obrade povezanosti varijabli pragova sluha oba uha po frekvencijama s varijablama procjene tjelesne spremnosti, fizioloških varijabli, SCORE indeksa i ukupnog naleta, uz primijenjenu parcijalnu korelaciju s kontrolnom varijablom dobi. **Podobljano** su otisnuti značajno povezani rezultati

*dob - kontrolna varijabla		pragovi sluha po frekvencijama desna strana							pragovi sluha po frekvencijama lijeva strana						
		250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	3 kHz	4 kHz	8 kHz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	3 kHz	4 kHz	8 kHz
VO ₂ max	P	0,460	0,592	0,361	0,051	0,802	0,621	0,418	0,646	0,914	0,959	0,623	0,783	0,200	0,231
	r ₁₂₋₃	0,110	0,080	-0,136	-0,286	-0,038	-0,074	-0,121	-0,069	-0,016	-0,008	-0,074	-0,041	-0,191	-0,178
sklekovi	P	0,953	0,483	0,508	0,483	0,852	0,908	0,344	0,420	0,677	0,079	0,760	0,523	0,606	0,101
	r ₁₂₋₃	-0,009	0,105	-0,099	-0,105	0,028	-0,017	0,141	-0,121	-0,062	0,259	-0,046	0,095	0,077	0,242
pregibi trupa	P	0,828	0,681	0,166	0,116	0,570	0,503	0,313	0,086	0,813	0,025	0,574	0,682	0,641	0,855
	r ₁₂₋₃	-0,033	-0,061	-0,206	-0,232	-0,085	-0,100	-0,252	-0,253	-0,035	-0,327	0,084	-0,061	-0,070	0,027
vrijeme trčanja	P	0,439	0,574	0,706	0,153	0,600	0,177	0,758	0,881	0,043	0,689	0,888	0,978	0,653	0,301
	r ₁₂₋₃	0,116	0,084	0,056	0,212	0,079	0,200	0,046	0,022	0,296	-0,060	0,021	0,004	0,067	0,154
uk. broj bodova	P	0,743	0,840	0,169	0,088	0,173	0,119	0,631	0,247	0,209	0,173	0,821	0,783	0,593	0,759
	r ₁₂₋₃	-0,049	-0,030	-0,204	-0,251	-0,202	-0,231	-0,072	-0,172	-0,187	-0,202	-0,034	-0,041	-0,080	-0,046
sistolčki tlak	P	0,743	0,840	0,169	0,088	0,173	0,119	0,631	0,247	0,209	0,173	0,821	0,783	0,593	0,759
	r ₁₂₋₃	-0,049	-0,030	-0,204	-0,251	-0,202	-0,231	0,072	-0,172	-0,187	-0,202	-0,034	-0,041	-0,080	0,046
dijastolički tlak	P	0,233	0,022	0,368	0,876	0,594	0,336	0,678	0,998	0,479	0,772	0,771	0,288	0,555	0,916
	r ₁₂₋₃	0,178	0,334	0,134	0,023	0,080	0,143	0,062	0,001	0,106	-0,043	0,044	-0,158	-0,088	-0,016
puls	P	0,547	0,156	0,632	0,613	0,353	0,989	0,907	0,949	0,176	0,640	0,622	0,761	0,804	0,452
	r ₁₂₋₃	0,090	0,210	0,072	-0,076	0,139	0,002	0,018	-0,010	0,201	0,070	-0,074	-0,046	0,037	0,112
SCORE index	P	0,033	0,092	0,209	0,581	0,453	0,183	0,756	0,646	0,612	0,795	0,949	0,496	0,216	0,365
	r ₁₂₋₃	0,312	0,249	0,187	0,083	0,112	0,198	0,047	0,069	0,076	0,039	0,01	-0,102	-0,184	-0,135
ukupni nalet	P	0,178	0,440	0,681	0,405	0,983	0,727	0,858	0,896	0,558	0,086	0,035	0,589	0,430	0,929
	r ₁₂₋₃	-0,200	-0,115	0,061	-0,124	0,003	-0,052	-0,027	0,020	-0,088	-0,253	-0,308	-0,081	-0,118	-0,013

U tablici 22 prikazani su rezultati statističke obrade povezanosti varijabli pragova sluha po frekvencijama na oba uha s varijablama pokazatelja tjelesne spremnosti, fizioloških varijabli, SCORE indeksa i ukupnog naleta, uz primijenjenu parcijalnu korelaciju s kontrolnom varijablom dobi.

Na **desnom uhu** vidljiva je statistički značajna povezanost varijabli praga sluha na 500 Hz i dijastoličkog tlaka ($p=0,022$, $r_{12.3}=0,334$).

Prisutna je statistički značajna povezanost varijabli gubitka sluha desnog uha po frekvencijama i SCORE indeksa na frekvenciji na 500 Hz ($p=0,033$, $r_{12.3}=0,312$).

Na **lijevom uhu** postoji statistički značajna negativna povezanost varijable praga sluha na 1 kHz s varijablom pregiba trupa ($p=0,025$, $r_{12.3}=-0,327$). Također, prisutna je statistički značajna povezanost varijabli praga sluha na 500 Hz i vremena trčanja 2400 metara ($p=0,043$, $r_{12.3}=0,296$).

Vidljiva je značajna statistički značajna negativna povezanost varijable **ukupnog naleta** pilota s varijablom praga sluha na 2 kHz lijevog uha ($p=0,035$, $r_{12.3}=-0,308$).

Tablica 23: Rezultati statističke obrade povezanosti varijabli pragova sluha oba uha i varijablama pokazatelja varijabilnosti srčanog ritma (HRV uz primijenjenu parcijalnu korelaciju s kontrolnom varijablom dobi.

*dob - kontrolna varijabla		pragovi sluha po frekvencijama desna strana						pragovi sluha po frekvencijama lijeva strana							
		250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	3 kHz	4 kHz	8 kHz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	3 kHz	4 kHz	8 kHz
SDNN	P	0,569	0,995	0,616	0,830	0,251	0,201	0,245	0,493	0,560	0,331	0,691	0,447	0,374	0,545
	r₁₂₋₃	0,085	0,001	0,075	-0,032	-0,171	-0,190	0,173	-0,102	0,087	-0,145	-0,060	-0,114	-0,133	0,090
RMSSD	P	0,458	0,938	0,709	0,852	0,555	0,320	0,790	0,912	0,617	0,732	0,133	0,799	0,214	0,899
	r₁₂₋₃	0,111	0,012	0,056	-0,028	-0,088	-0,148	-0,040	0,017	0,075	-0,052	-0,222	-0,038	-0,185	-0,019
pNN50%	P	0,769	0,648	0,496	0,551	0,991	0,603	0,586	0,570	0,500	0,209	0,426	0,878	0,759	0,749
	r₁₂₋₃	0,044	-0,068	0,102	0,089	-0,002	-0,078	0,081	0,085	0,101	-0,187	-0,119	-0,023	0,046	0,048
LF/HF	P	0,118	0,095	0,421	0,962	0,279	0,933	0,233	0,397	0,312	0,756	0,268	0,230	0,246	0,305
	r₁₂₋₃	0,231	0,245	-0,120	-0,007	-0,161	-0,013	-0,177	-0,126	-0,151	0,047	0,165	-0,179	-0,173	-0,153

U tablici 23 prikazani su rezultati statističke obrade povezanosti pragova sluha oba uha po frekvencijama s varijablama pokazatelja varijabilnosti srčanog ritma (HRV) uz primijenjenu parcijalnu korelaciju s kontrolnom varijablom dobi. Nema značajne povezanost varijabli pragova sluha lijevog i desnog uha po frekvencijama s varijablama pokazatelja varijabilnosti srčanog ritma.

Tablica 24: Rezultati statističke obrade povezanosti varijabli praga sluha na oba uha po frekvencijama s varijablama procjene stanja stresa, uz primijenjenu parcijalnu korelaciju s kontrolnom varijablom dobi

*dob - kontrolna varijabla		pragovi sluha po frekvencijama desna strana						pragovi sluha po frekvencijama lijeva strana							
		250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	3 kHz	4 kHz	8 kHz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	3 kHz	4 kHz	8 kHz
STAI X1	P	0,824	0,434	0,550	0,387	0,066	0,548	0,681	0,959	0,783	0,818	0,686	0,335	0,737	0,554
	r₁₂₋₃	0,033	0,117	0,089	0,129	0,271	0,090	0,062	0,008	0,041	-0,034	0,060	0,144	0,050	-0,089
STAI X2	P	0,401	0,255	0,934	0,874	0,728	0,821	0,953	0,455	0,890	0,755	0,155	0,718	0,886	0,755
	r₁₂₋₃	0,125	-0,169	0,012	-0,024	0,052	-0,034	0,009	0,112	-0,021	-0,047	-0,211	0,054	-0,021	-0,043
kortizol	P	0,740	0,513	0,431	0,964	0,156	0,398	0,871	0,656	0,256	0,743	0,160	0,624	0,714	0,826
	r₁₂₋₃	0,050	0,098	0,118	-0,007	0,210	0,127	0,024	0,067	0,169	0,049	-0,208	0,073	0,055	-0,033

U tablici 24 prikazani su rezultati statističke obrade povezanosti pragova sluha oba uha po frekvencijama s varijablama procjene stanja stresa, uz kontrolnu varijablu dobi. Nema značajne povezanost varijabli pragova sluha lijevog i desnog uha s varijablama procjene stanja stresa.

4.8.3. Rezultati statističke obrade povezanosti varijabli modela obostranog gubitka sluha s varijablama procjene tjelesne spremnosti, čimbenika rizika KVB i ukupnog naleta

Varijable **obostranog modela gubitka sluha** po Pelausi prikazane su u tablici 25, prikazane su apsolutne i relativne vrijednosti ocjena gubitka sluha. Ocjene obostranog gubitka sluha izražene su ordinalnom skalom u vrijednostima od 1 do 3. Najveći udio vojnih pilota ima uredan sluh.

Tablica 25: Prikaz raspodjele ocjene gubitka sluha po obostranom modelu u ispitivanom uzorku vojnih pilota prikazan u apsolutnim i relativnim brojevima (n=48)

Ocjena gubitka sluha po obostranom modelu Pelausi	n	%
1	34	71
2	9	19
3	5	10

Rezultati statističke obrade povezanosti varijabli modela obostranog gubitka sluha po Pelausi s varijablama procjene stanja uhranjenosti prikazani su u tablici 26.

Tablica 26: Prikaz statističke obrade povezanosti varijabli obostranog modela gubitka sluha s varijablama pokazatelja stanja uhranjenosti. **Podobljano** su otisnuti značajno povezani rezultati.

n=48	obostrani model gubitka sluha	
	p	r _s
ITM	<0,001	0,514
opseg struka (cm)	0,043	0,292
opseg bokova (cm)	<0,001	0,444
WHR	0,371	0,132

U tablici 26 prikazani su rezultati statističke obrade povezanosti varijable modela obostranog gubitka sluha s varijablama pokazatelja stanja uhranjenosti, gdje su prisutne značajne povezanosti varijable obostranog modela gubitka sluha i indeksa tjelesne mase – ITM ($p < 0,001$, $r_s = 0,514$). Također je statistički značajna povezanost varijable obostranog modela gubitka sluha s varijablom opsega struka ($p = 0,043$, $r_s = 0,292$) i opsega bokova ($p < 0,001$, $r_s = 0,444$).

Rezultati statističke obrade povezanosti varijable modela obostranog gubitka sluha po Pelausi s varijablama biokemijski dobivenih čimbenika rizika KVB prikazani su u tablici 27.

Tablica 27: Prikaz statističke obrade povezanosti varijabli obostranog modela gubitka sluha s varijablama biokemijskih čimbenika rizika KVB. **Podebljano** su otisnuti značajno povezani rezultati.

n=48	obostrani model gubitka sluha	
	p	r_s
glukoza u krvi - GUK	0,028	0,317
trigliceridi	0,043	0,294
ukupni kolesterol	0,390	0,127
LDL kolesterol	0,702	0,057
HDL kolesterol	0,677	0,062
ukupni kolesterol/HDL	0,038	0,30
CRP-HS	0,105	0,237
mokraćna kiselina	0,091	0,247

Statistička obrada povezanosti varijabli obostranog modela gubitka sluha po Pelausi s biokemijski dobivenim varijablama čimbenika rizika KVB, pokazala je značajnu povezanost varijable razine glukoze u krvi – GUK ($p=0,028$, $r_s=0,317$), također postoji značajna povezanost s varijablom razine triglicerida ($p=0,043$, $r_s=0,294$) i s varijablom odnosa ukupnog kolesterola i HDL kolesterola ($p=0,038$, $r_s=0,30$).

Rezultati statističke obrade povezanosti modela obostranog gubitka sluha po Pelausi s varijablama procjene tjelesne spremnosti, varijablama fizioloških pokazatelja, varijablom indeksa SCORE i varijablom ukupnog naleta prikazani su u tablici 28.

Tablica 28: Prikaz statističke obrade povezanosti varijabli obostranog modela gubitka sluha s varijablama procjene tjelesne spremnosti, varijabli fizioloških pokazatelja, varijable SCORE indeksa i varijable ukupnog naleta. **Podebljano** su otisnuti značajno povezani rezultati.

n=48	obostrani model gubitka sluha	
	p	r_s
VO ₂ max	0,058	-0,278
broj sklekova u 2 min.	0,373	0,131
broj pregiba u 2 min.	0,036	0,303
trčanje 2,4 km u min.	<0,001	0,411
broj bodova motorika	0,072	-0,262
tlak sistolički	0,200	0,188
tlak dijastolički	0,058	0,275
puls	0,023	0,327
SCORE	<0,001	0,454
ukupni nalet	0,107	0,235

Rezultati statističke obrade povezanosti varijabli obostranog modela gubitka sluha, s varijablama procjene tjelesne spremnosti, varijablama fizioloških parametara, varijable rizika SCORE i varijable ukupnog naleta prikazane su u tablici 28.

Postoji statistički značajna povezanost varijable modela obostranog oštećenja sluha s varijablom broja pregiba trupa ($p < 0,036$, $r_s = 0,303$), s varijablom vremena trčanja 2400 metara ($p < 0,001$, $r_s = 0,411$) i varijablom rizika SCORE ($p < 0,001$, $r_s = 0,454$).

Varijabla ukupnog naleta nije značajno povezana s varijablom modela obostranog gubitka sluha.

Rezultati statističke obrade povezanosti modela obostranog gubitka sluha po Pelausi s varijablama pokazatelja varijabilnosti srčanog ritma – HRV, prikazani su u tablici 29.

Tablica 29: *Prikaz statističke obrade povezanosti varijabli obostranog modela gubitka sluha s varijablama varijabilnosti srčanog ritma - HRV*

n=48	obostrani model gubitka sluha	
	p	r _s
SDNN	0,230	0,176
RMSSD	0,650	0,067
pNN50%	0,141	0,215
LF/HF	0,659	0,065

Rezultati statističke obrade povezanosti modela obostranog gubitka sluha s varijablama varijabilnosti srčanog ritma – HRV, prikazanima u tablici 29, ne pokazuju značajnu povezanost.

Rezultati statističke obrade povezanosti varijabli modela obostranog gubitka sluha po Pelausi s varijablama procjene razine stresa prikazani su u tablici 29.

Tablica 30: *Prikaz statističke obrade povezanosti varijabli modela obostranog gubitka sluha s varijablama pokazatelja razine stresa.*

n=48	obostrani model gubitka sluha	
	p	r _s
STAI X1	0,186	0,194
STAI X2	0,333	0,143
kortizol	0,108	0,236

Statistička obrada povezanosti varijabli obostranog modela gubitka sluha s varijablama pokazatelja razine stresa, prikazanim u tablici 30, nije pokazala značajne povezanosti.

5. RASPRAVA

Sukladno ciljevima istraživanja i postavljenim hipotezama, provedena je identifikacija čimbenika rizika KVB i statistička obrada povezanosti tjelesne spremnosti s čimbenicima rizika KVB i oštećenja sluha, u odabranom uzorku vojnih pilota.

Vojni piloti čine visoko selektiranu populaciju u sustavu Oružanih snaga Republike Hrvatske, koja je tijekom radnog vijeka izložena mnogim nepovoljnim radnim uvjetima. Letenje u vojnim zrakoplovima najčešće znači boravak u skućenom prostoru, u sedentarnom položaju bez mogućnosti kretanja, izloženost jakim gravitacionim silama tijekom manevara zrakoplova, naglim ubrzanjima, odnosno usporenjima, brzim promjenama visine, letenjem u nepovoljnim vremenskim uvjetima, noću, bez ograničenja radnog vremena tijekom obavljanja zadaće. Također, značajan utjecaj čine promjene temperature i parcijalnih tlakova kisika, izloženost izravnom utjecaju sunca. Uz to, u helikoptera postoji izloženost treperavom svjetlu. Letenje u složenim meteorološkim uvjetima izaziva visoki psihički stres, što je osobito izraženo tijekom letenja u neprijateljskom okruženju i pod djelovanjem neprijateljske paljbe. Na većim visinama postoji izloženost ionizirajućem zračenju i zračenju radarskih i komunikacijskih sustava zrakoplova. Zbog temeljnog cilja konstrukcije vojnih zrakoplova i težišta na performansama, koje zahtijevaju redukciju mase, omogućavajući time bolju nosivost za gorivo i naoružanje, odnosno višu razinu bojeve spremnosti. Pri tome se štedi na izolaciji, te je izloženost pilota i posade visokim razinama buke neizbježna, uz dodatnu prisutnost vibracija posebno izraženih tijekom leta helikopterom. Takva visoka fizička i psihička opterećenja negativno utječu na zdravlje vojnih pilota.

5.1. Izloženost vojnih pilota čimbenicima rizika od kardiovaskularnih bolesti (KVB)

Rezultati provedenog istraživanja pokazali su visoku izloženost vojnih pilota čimbenicima rizika KVB. U tablici 6 i grafikonu 2 prikazani su udjeli čimbenika rizika KVB vojnih pilota, koji prelaze granice urednih vrijednosti.

Najviši udio nalaza, izvan okvira urednih, iskazan je u visokoj razini LDL kolesterola u 91,6% ispitanika, zatim ukupnog kolesterola u 77% . Takvu negativnu sliku popravljaju viša razina HDL kolesterola sa sniženim udjelom od 18,7%, čime je nepovoljni odnos ukupnog i HDL kolesterola prisutan kod samo 8,3% ispitanika. Opseg struka je rizičan kod 70,8% vojnih pilota

(>94 cm), s udjelom visokorizičnih 14,5% (>102 cm), što u usporedbi s ostalim promatranim razinama čimbenika rizika KVB nije veliki udio (Ross i sur., 2020). Odnos opsega struka i bokova – WHR je rizičan u 16,7% ispitivanih vojnih pilota, iako je opseg struka rizičan u višestruko većem udjelu (70,8%). Udio prekomjernog ITM iznosi 68,8%, a od toga je 6,3% pretilo. Razina triglicerida u serumu je iznad prihvatljive granice u trećine ispitanika, dok udio pušača čini 33%. Parametri varijabilnosti srčanog ritma – HRV, tijekom upravljanja zrakoplovom, pokazuju smanjene razine varijabli vremenske domene u parametrima SDNN kod 83%, pNN50% kod 60,4% i RMSSD u 4,1% ispitanog uzorka vojnih pilota. Elementi frekvencijske domene izražene u nepovoljnom odnosu LF/HF, prisutne su kod 58,3% ispitanih vojnih pilota u sniženoj razini, što ukazuje na na autonomnu disfunkciju po vremenskoj i frekvencijskoj domeni HRV-a, što nije samo posljedica autonomne disfunkcije, nego su parametri fiziološki promijenjeni s dobi, zbog snižene funkcije parasimpatičkog sustava. Budući da su u istraživanje uključeni piloti srednje životne dobi, uočene promjene su izraženije, nego što bi to bilo da su u istraživanje bili uključeni mlađi vojni piloti (Vuksanović i sur., 2005). Jedan pilot (2%) u istraživanju zadovoljava uvjete dijagnoze metaboličkog sindroma - MS po NCEP-ATP III kriteriju, definiranim prisutnošću najmanje 3 čimbenika od: abdominalne pretilosti (opseg struka ≥ 102 cm), povišene koncentracija triglicerida u krvi ($\geq 1,7$ mmol/l), smanjene koncentracije HDL kolesterola u krvi ($< 1,0$ mmol/l za muški spol i $< 1,3$ mmol za žene), povišenog krvnog tlaka (više od 130/85 mmHg ili uvedenom antihipertenzivnom terapijom) i povišena razina glukoze u krvi ($\geq 6,1$ mmol/l). Metabolički sindrom osim ubrzavanja ateroskleroze, ima povezanost s iznenadnim gubitkom sluha u općoj populaciji, kao što je slučaj kod povećanih razina LDL kolesterola (Jalali i sur., 2020; Wang i sur., 2020). Kod vojnih pilota u Kolumbiji izražena je visoka prevalencija MS od 17,7%, dok je kod korejskih vojnih pilota 12,6% (Malpica i sur., 2023; Kim i sur., 2017).

Razina stresa u provedenom istraživanju u vojnih pilota je niska za akutnu i kroničnu komponentu, čemu u prilog govore uredne razine jutarnjeg kortizola u serumu. Naime, populacija vojnih pilota je visoko selekcionirana ulaznim odabirom, najviše po psihološkim parametrima, po zahtjevima odgovarajuće strukture osobnosti s visokim kognitivnim, konativnim i psihomotoričkim sposobnostima, uz zahtijevanu otpornost na stres. S druge strane, socioekonomski i radni uvjeti vojnih pilota u zrelijoj dobi su manje stresni, jer su riješili većinu egzistencijalnih uvjeta, dok su na profesionalnom planu napredovali i postali kapetani višeposadnih letjelica ili instruktori letenja. Stoga im je svaki ulazak u kokpit manje stresan, nego što je to slučaj kod mlađih. Vojni piloti kojima je letenje postalo stresno, već su ranije iskoristili mogućnost prelaska na druga radna mjesta koja zahtijevaju manje letenja, uz

zadržavanje dosadašnjih prava. Također, humoralni mehanizmi prilagodbe sa smanjenom produkcijom kortizola mogu biti povezani s iskustvom pilota (Piccano., 1990; Tarui i Nakamura., 1991; Falaschi i sur., 2003).

Oštećenje sluha kod vojnih pilota je danas manje izraženo nego prije, zbog upotrebe kvalitetnih zaštitnih sredstava i zbog kvalitetno provedene selekcije kandidata. Naime, kod 7% opće populacije postoji veća osjetljivost na oštećenja sluha bukom, isto tako jednak udio populacije je otporan na štetan utjecaj buke. Tijekom ulaznih testiranja uvjet prolaza je "ravna crta na audiogramu", što podrazumijeva urednu razinu sluha bez ikakvih gubitaka po frekvencijama. Početno oštećenje sluha bukom mlađih osoba najčešće je prisutno u višim frekvencijama. Tako se u sadašnjim uvjetima visokog zagađenja okoliša bukom, eliminiraju visoko osjetljivi kandidati za vojne pilote (Radanović i sur., 2002). Usporedba sadašnje populacije vojnih pilota helikoptera iz obrađenog uzorka, sa sličnim uzorkom od prije 20 godina pokazala je manja sadašnja oštećenja sluha, što je uzrokovano prijašnjom slabijom zaštitom sluha (Barčan i sur., 2022).

Razina čimbenika rizika KVB u populaciji vojnih pilota ukazuje potrebu: smanjenja tjelesne mase uz promjene prehrambenih navika, prestanak pušenja i potrebu veće tjelesne aktivnosti, čime bi se preventivno smanjio rizik od kasnijeg razvoja kardiovaskularnih bolesti i oštećenja sluha u populaciji vojnih pilota.

Usporedba izloženosti čimbenicima rizika KVB u provedenom istraživanju s ranijim istraživanjima na sličnom uzorku vojnih pilota tijekom 2007. i 2008. godine, pokazala je neznatne razlike u udjelu pušača. Naime, još gotovo trećinu populacije vojnih pilota čine pušači, uz prisutnu tendenciju povećanja ITM, povećanja udjela dislipidemija i ukupno višom pojavnosti čimbenika rizika KVB. U zajedničkom projektu Kineziološkog fakulteta i MORH-a provedenom 2008. godine, prosječna razina KRS, mjerenom razinom VO_2max bila je u vojnih pilota 51,76 mlO₂/kg/min, dok je u provedenom istraživanju prosječna razina VO_2max 40,14 mlO₂/kg/min. Iako se čini na prvi pogled da se radi o padu KRS, treba istaknuti da je prosječna dob sudionika u istraživanjima značajno različita, odnosno viša u provedenom istraživanju. Također, zbog razlika u dobi prisutna je veća pojavnost dislipidemije. Tako 91,6% ispitanih pilota ima povišenu razinu LDL kolesterola u serumu, dok u je ranijem istraživanju udio bio niži (39%), na više od deset godina mlađem uzorku. Tako povišena razina LDL kolesterola predstavlja najizraženiji čimbenik rizika KVB. Ukupni kolesterol je povišen kod 77% ispitanika, dok je u prethodnim istraživanjima na mlađem uzorku vojnih pilota bio niži. HDL kolesterol je u prethodnih istraživanja bio prisutan u sličnim udjelima, kao što je to slučaj u odnosima ukupni kolesterol/HDL kolesterol. Manje razlike u razinama triglicerida prisutne

su podjednako u provedenim istraživanjima. Usporedbe obima struka, u odnosu na ranija istraživanja pokazuju povećanje udjela rizika, najviše zbog starijeg uzorka. Udio visokorizičnih je pao s 40% na 14,5% ispitanih vojnih pilota, zbog sniženja norme rizika obima struka sa 95 cm na 102 cm (Belošević i sur., 2009; Belošević, 2007; Klaster projekt, 2008). Jedan pilot u provedenom istraživanju ima uvjete za dijagnozu metaboličkog sindroma - MS po NCEP-ATP III kriteriju, odnosno 2%, dok ih je u prethodnom istraživanju bilo 6% i to na značajno mlađem uzorku populacije (Klaster projekt, 2008).

Istraživanje provedeno na njemačkim vojnim pilotima pokazalo je pojavnost MS od 0,9% (Weber i sur., 2018). Istraživanje provedeno na vojnim pilotima i zemaljskom zrakoplovnom osoblju poljskih oružanih snaga, pokazalo je umjerenu do visoku razinu tjelesne spremnosti, uz prisutnu tendenciju porasta ITM, što je osobito izraženo kod mlađih pilota do 30 godina starosti (Tomczak i sur., 2022).

Razina stresa je u provedenom istraživanju manje izražena, kako za akutnu, tako i za kroničnu komponentu stresa, čemu govore u prilog uredne razine kortizola u serumu, dok je u prethodnim istraživanjima stres bio izraženiji, ali je metodologija testiranja bila drugačija, što onemogućava egzaktnu usporedbu rezultata (Belošević, 2007).

Nalazi čimbenika rizika KVB u provedenom istraživanju ne pokazuju tendenciju većih promjena, za razliku od vojnih pilota u Mađarskoj, SAD-u, Velikoj Britaniji i Škotskoj, gdje su piloti svjesni da promjena životnih navika i briga za vlastito zdravlje omogućava duži ostanak u sustavu, što treba biti trend očuvanja zdravlja i kod hrvatskih vojnih pilota (Grosz i sur., 2007; Rutlege, 2012).

Istraživanje provedeno na njemačkim vojnim pilotima, pratilo je kretanje razine čimbenika rizika KVB, u cilju procjena kardiovaskularnog rizika u dva odvojena vremenska perioda (od 2007.-2009. godine i od 2016.-2018. godine). Promatrani čimbenici rizika su bili: spol, ITM, status pušenja, krvni tlak, ukupni kolesterol, HDL kolesterol, LDL kolesterol, upotreba antihipertenziva, dijagnoza šećerne bolesti i obiteljska anamneza infarkta miokarda. Obradom promatranih čimbenika rizika KVB izračunat je PROCAM rizik akutnog koronarnog događaja, koji je sa vremenskim odmakom povećan s <1% na 1,3%. U drugoj skupini ispitanika (2016. – 2018.) povećane su varijable: dobi, ITM, razine triglicerida, ukupnog kolesterola, LDL kolesterola, glukoze i triglicerida, uz smanjenje razina HDL kolesterola i upotrebe antihipertenziva. Blago povećanje rizika KVB posljedica je starenja populacije njemačkih vojnih pilota. Usporedba istraživanja provedenih na pilotima hrvatskog ratnog zrakoplovstva u dva vremenska odmaka načelno govori u prilog njemačkom istraživanju, iako se radi o

različitim uzorcima i metodologiji istraživanja, te nije moguća pravilna usporedba (Sammito i Guttler., 2020; Belošević., 2009; Klaster projekt 2008).

Slična studija provedena na škotskim vojnim pilotima, u dva vremenska presjeka (1998. i 2012. godine), pokazala je trend smanjenja udjela pušača, povećanje ITM, smanjenje konzumacije alkohola i niži arterijski tlak (Rutlege i sur., 2012).

5.2. Povezanost tjelesne spremnosti vojnih pilota s čimbenicima rizika od kardiovaskularnih bolesti (KVB)

Povezanost varijabli procjene tjelesne spremnosti i stanja uhranjenosti

Varijabla indeksa tjelesne mase - ITM značajno je negativno povezana s brojem pregiba trupa u dvije minute i s varijablom ukupnog broja bodova tjelesne provjere. Rezultati su očekivani, jer ispitanik veće tjelesne mase treba ne može učiniti veći broj pregiba trupa zbog većeg mehaničkog opterećenja. S druge strane povećani ITM zna biti odraz slabije uvježbanosti. Rezultati su u skladu sa dosadašnjim istraživanjima povezanosti ITM i pokazatelja tjelesne spremnosti u populaciji vojnih pilota, što je značajno povezano s višim razinama tjelesne spremnosti i u konačnici vodi učinkovitijem izvršenju zadaća. (Tomczak i Haponik., 2020; Rintala i sur., 2015; Honkanen i sur., 2018).

Varijabla opsega struka pozitivno je značajno povezana s varijablom vremena trčanja za 2400 metara, što je logično jer takvi ispitanici trebaju više vremena za svladavanje dionice trčanjem zbog većeg mehaničkog opterećenja, a također povećani opseg struka može biti pokazatelj slabije uvježbanosti.

Istraživanje provedeno na indijskim civilnim pilotima pokazalo je višestruki porast hipertenzije, od 6,86 puta, kod ispitanika s ITM iznad 23, što govori u prilog redukciji tjelesne težine, čime se istovremeno djeluje i na pridružene čimbenike rizika KVB (Bhat i sur., 2019).

Povezanost varijabli procjene tjelesne spremnosti i biokemijski dobivenih čimbenika rizika KVB

Varijabla omjera ukupnog i HDL kolesterola pokazuje značajnu negativnu povezanost s varijablama broja pregiba trupa i ukupnom ocjenom tjelesnih provjera, te pozitivnu povezanost s vremenom trčanja na 2400 metara. Razina pokazatelja upale, procijenjena razinom CRP-HS, negativno je povezana s brojem pregiba trupa.

Varijabla razine mokraćne kiseline pokazuje značajnu negativnu povezanost s vremenom potrebnim za trčanje od 2400 metara, što do sada nije objavljeno. U jednom istraživanju navodi se povezanost hiperuricemije s niskom razinom KRS i pretjeranom tjelesnom težinom u populaciji brazilske školske djece. Smatra se da je hiperuricemija uzrokovana povećanom proizvodnjom ketona noću u pretilo djece, što kompetitivno onemogućava normalno izlučivanje mokraćne kiseline. Postoje spolne razlike, zbog veće pojavnosti hiperuricemije kod djevojčica, također je prisutna i rasna teorija. Preporuka je stimuliranje tjelesnog vježbanja u školama, kako bi se stanje preveniralo (Reis i sur., 2017).

Broj pregiba trupa je varijabla procjene tjelesne spremnosti, koja pokazuje negativnu povezanost s varijablama omjera ukupnog i HDL kolesterola i razine CRP-HS. Broj pregiba trupa je varijabla tjelesne spremnosti povezana s najviše čimbenika rizika KVB, te predstavlja vrijedan pokazatelj rizika. Testiranje tjelesne spremnosti pokazuje se kao kvalitetan odabir instrumenta za procjenu rizika od KVB, a posebno varijabla broja pregiba trupa i vremena trčanja kao najboljeg pokazatelja upale i izloženosti rizicima.

Međusobna povezanost varijabli procjene tjelesne spremnosti i fizioloških pokazatelja

Elementi provjere tjelesne spremnosti kojima se ocjenjuju djelatne vojne osobe su: sklekovi na tlu, pregibi trupa i vrijeme potrebno za trčanje 2400 metara (NN., 2024), dok se kardiorespiratorna sposobnost - KRS procjenjivala ergometrijski. Varijabla vremena trčanja potrebnog za 2400 metara pokazuje značajne povezanosti sa svim varijablama procjene tjelesne spremnosti i time s varijablom KRS (VO_2max). Varijabla vremena potrebnog za trčanje na 2400 metara pokazuje značajnu povezanost s varijablama sistoličkog tlaka i SCORE indeksa, što indirektno govori u prilog izloženosti rizicima KVB (Honkanen i sur., 2018; Weber i sur., 2018; Tomczak i sur., 2016; Nancheva i sur., 1994)).

Broj učinjenih sklekova pokazuje povezanost s varijablama pregiba trupa i vremena trčanja 2400 metara i brojem bodova tjelesne provjere. Varijabla kardiorespiratorne sposobnosti - KRS pozitivno je povezana s varijablom sistoličkog krvnog tlaka.

Istraživanje provedeno na finskim vojnim pilotima ispitivanje povezanosti KRS s testovima mišićne izdržljivosti, pokazalo je da više razine KRS djeluju zaštitno na oštećenja lokomotornog sustava. Ovo je bilo posebno izraženo u pilota nadzvučnih zrakoplova, gdje su prisutna viša G opterećenja (Honkanen i sur., 2018). Istraživanje provedeno na poljskim kadetima - pilotima, pokazalo je značajan porast tjelesne spremnosti tijekom letačke obuke, mjerene kombiniranim testovima procjene tjelesne spremnosti. Razlike su bile značajne i u

tjelesnom sastavu uz prisutan veći udio mišićne mase i manji masnog tkiva (Prokopczyk i Wochinsky., 2022).

Usporedba podataka KRS u provedenom istraživanju s ranijim istraživanjem vojnih pilota u Republici Hrvatskoj pokazuje trend snižavanja razine, zbog starijeg uzorka, dok su u svijetu također prisutne tendencije snižavanja razine KRS u vojnih pilota njemačkih, poljskih i bugarskih oružanih snaga, zbog istovjetnih razloga (Weber i sur., 2018; Tomczak i sur., 2016; Nancheva i sur., 1994; Klaster projekt, 2008). Takav nepovoljan trend snižavanja kardiorespiratornih sposobnosti, osim u populaciji vojnih pilota, prisutan je globalno u populaciji djelatnih vojnih osoba u svijetu, što potvrđuju nedavna istraživanja provedena u SAD, Sloveniji i Francuskoj (Webber i sur., 2022; Quertier i sur., 2022; Šimenko i sur., 2019; Russel i sur., 2019).

SCORE je kombinirani čimbenik rizika KVB, kojeg čine komponente: dobi, sistoličkog krvnog tlaka, statusa pušenja, ukupnog kolesterola, spola i regije pripadajućeg kardiovaskularnog rizika. Većina varijabli provjere tjelesne spremnosti značajno su povezane s varijablom SCORE, odnosno rizikom 10 godišnje mogućnosti razvoja fatalne KVB, od kojih varijabla broja pregiba trupa pokazuje najvišu razinu značajnosti ($p=0,008$, $r_p=-0,412$). Varijabla KRS, jedina od varijabli procjene tjelesne sposobnosti nije povezana sa skupnim pokazateljem kardiovaskularnog rizika SCORE. Niži SCORE rizik je očekivan kod mlađih osoba i nepušača, koji imaju istovremeno i višu razinu tjelesne spremnosti. U provedenom istraživanju radi se o ispitanicima srednje dobi uz prisutnu manju varijabilnost rezultata, uz značajan udio pušača, što može biti posljedica neočekivanog rezultata povezanosti KRS i SCORE rizika. U provedenim istraživanjima u svijetu, navode se rezultati većeg rizika Framingham skora za vojnu populaciju u Saudijskoj Arabiji, uz prisutnu slabiju razinu tjelesne spremnosti. U sličnom istraživanju opažena je prisutnost povećanog PROCAM rizika u populaciji njemačkih vojnih pilota i to zbog starenja populacije (Al-Dahi i sur., 2013; Sammito i Guttler., 2020).

Broj sati naleta pilota nije povezan s varijablama čimbenika rizika KVB.

Povezanost varijabli procjene tjelesne spremnosti i varijabilnosti srčanog ritma - HRV

Povezanost varijabli KRS i varijabilnosti srčanog ritma - HRV vidljiva je u varijablama SDNN i omjerom HF/LF, uz visoku razinu značajnosti ($p=0,001$).

Istraživanje provedeno na brazilskim vojnim pilotima lovaca presretača pokazala je značajnu povezanost između aerobnog kapaciteta - VO_2max , stanja hidratacije i autonomne funkcije srčanog rada – HRV. Obrađivani su rezultati KRS, testova snage, hematokrita i parametara

HRV, te je varijabla RMSSD pokazala značajnu povezanost s varijablama razine KRS i hematokrita, dok s fizičkom snagom nije bilo povezanosti (Oliviera i sur., 2017). Elementi HRV u provedenim istraživanjima pokazali su bolju povezanost s KRS nego s ostalim promatranim varijablama čimbenika rizika KVB. Tako su SDNN i RMSSD u studijama opće populacije pokazali bolju povezanost sa stupnjevima adipoziteta mjerenim ITM-om i opsegom struka (Thayer i sur., 2009; Souza i sur., 2021; Tiwari i sur., 2021). Komponenta varijabilnosti srčanog ritma SDNN pokazala je značajnu povezanost s razinom KRS, koja se povećava pod utjecajem aerobnog treninga, poboljšavajući autonomnu modulaciju srca, povećavanjem parasimpatičkog utjecaja i smanjivanjem simpatičkog, što je još dodatno praćeno sniženom razinom upalnog pokazatelja CRP-HS (Buchheit i sur., 2006; Nayara i sur., 2015). Vrijednosti HF/LF, kao spektralne komponente HRV, značajno su povezane s KRS. Tako primjerena tjelesna aktivnost povećava KRS i sprječava autonomnu disfunkciju srca, koja se fiziološki razvija u kasnijoj dobi. U literaturi nema objavljenih podataka o promjenama spektralne komponente varijabilnosti srčanog ritma kod vojnih pilota. Dosadašnja istraživanja provedena na vojnim pilotima u svijetu, mjerila su parametre HRV u simulatoru ili neposredno prije i/ili nakon leta, dok je prvo istraživanje mjerenja tijekom upravljanja zrakoplovom objavljeno tek nedavno (Fuentes-Garcia i sur., 2021).

Povezanost varijabli procjene tjelesne spremnosti i razine psihičkog stresa

Varijable procjene akutnog stresa STAI X1, kroničnog stresa STAI X2 i razine jutarnjeg kortizola nemaju značajne povezanosti s varijablama procjene tjelesne spremnosti. Humoralna komponenta, odnosno razina jutarnjeg kortizola, potvrđuje niske razine stresa, što govori u prilog visoko selekcioniranom uzorku vojnih pilota u istraživanju. Također, radi se o iskusnim pilotima s više od 15 godina svakodnevnog letenja, te im letenje uzrokuje manji stres nego kod manje iskusnih.

Istraživanje provedeno u Tajvanu na populaciji vojnih osoba, pokazalo je značajnu povezanost psihičkog stresa s vremenom potrebnim za trčanje od 3 km, dok kod brojeva sklekova i pregiba trupa nije bilo povezanosti. Više razine stresa povezane su sa sniženom KRS, ali nisu s anaerobnom sposobnošću (Lin i i sur., 2020). Istraživanje provedeno u SAD na vojnim pilotima lovačkih, transportnih zrakoplova i neletačkog osoblju, pokazalo je više razine kortizola u neletačkog osoblja (Leedy i Wilson., 1985).

5.3. Povezanost gubitka sluha, čimbenika rizika od kardiovaskularnih bolesti (KVB), tjelesne spremnosti i ukupnog naleta u vojnih pilota

Gubitak sluha, mjeren sniženim pragovima sluha na mjerenim frekvencijama obostrano, u uzorku vojnih pilota, prikazani je u grafikonu 2. Zamjetljiva su diskretno veća oštećenja sluha lijevog uha iskazana u sniženim pragovima sluha, ali razlika nije statistički značajna ni na jednoj mjerenoj frekvenciji, što je i prikazano u tablici 11.

Istraživanje provedeno na komercijalnim pilotima u Njemačkoj, pokazalo je veću zahvaćenost lijevog uha, dok u ovom istraživanju nema statistički značajne razlike između sluha lijevog i desnog uha, iako u grafikonu 2. slušni prag lijevog uha djeluje neznatno niži (Muller i sur., 2017). Također, veća oštećenja lijevog uha opisana su u više istraživanja provedena na vojnim pilotima (Raynal i sur., 2006; Muller i sur., 2017; Chen i sur., 2023).

Gubitak sluha promatran je na tri načina, po Fowler-Sabine, po gubitcima sluha na mjerenim frekvencijama desnog i lijevog uha i po modificiranom modelu obostranog oštećenja sluha koji je razvio Pelausa.

Planirani model gubitka sluha po Fowler-Sabine nije pokazao značajnu povezanost s varijablama procjene tjelesne spremnosti i čimbenicima rizika KVB, stoga su u istraživanje dodatno uključeni prikazi po frekvencijama i Pelausi, koji su pokazali značajne povezanosti.

Varijable praga sluha po frekvencijama pokazale su visoku razinu značajne povezanosti gotovo sa svim varijablama čimbenika rizika KVB i procjene tjelesne spremnosti, te se zbog takvih rezultata primijenila parcijalna korelacija povezanosti varijabli uz kontrolnu varijablu dobi. Time je dobiven manji broj povezanih varijabli, te se može zaključiti o velikom utjecaju dobi na gubitak sluha u uzorku vojnih pilota. Usporedo s dobi raste ekspozicija izloženosti buci tijekom letenja, kao i porast većine promatranih čimbenika rizika KVB, te se može zamijetiti da se radi o kombiniranom utjecaju više varijabli na oštećenje sluha.

Istraživanje provedeno na pilotima izraelskog ratnog zrakoplovstva, pokazalo je da doba i nalet predstavljaju značajne čimbenike rizika oštećenja sluha, dok tip zrakoplova nije povezan (Barak i sur., 2016, Kampel-Furman i sur., 2018; Gordon i sur., 2016). Sustavi aktivne zaštite sluha, smanjujući kabinsku buku na razinu ispod 85 dB, doprinose manjem oštećenju sluha i opterećenju posade tijekom letenja (Muller i sur., 2017).

Istraživanje provedeno na vojnim pilotima u Saudijskoj Arabiji pokazalo je značajno veća oštećenja sluha u pilota aviona, nego helikoptera. Varijabla dobi je značajan čimbenik rizika gubitka sluha, kao i ukupni nalet pilota ako je veći od 2000 sati (Al Omari i sur., 2018).

Metabolički sindrom je značajno povezan s oštećenjem sluha. Tako su veća oštećenja sluha prisutna u osoba koje imaju više kriterija za postavljanje dijagnoze (Shim i sur. 2019).

Veliko kohortno istraživanje na gotovo milijun muških danskih ispitanika, pokazalo je povezanost oštećenja sluha i razvoja demencije prije 60-te godine života, te rana detekcija i korekcija gubitka sluha čini osnovu prevencije (Osler i sur., 2019).

Istraživanje provedeno u Pakistanu na osobama srednje i starije dobi pokazalo je značajno veći gubitak sluha kod pušača nego u nepušača (Syed i sur. 2021). Također, studija provedena u Izraelu na velikom broju muških ispitanika (13308) pokazala je veći gubitak sluha u pušača i bivših pušača, u odnosu prema nepušačima (Sharabi i sur. 2002). Istraživanje provedeno u Iranu u populaciji muških radnika pokazalo je veća oštećenja bukom u pušača na frekvencijama 1 kHz, 2 kHz i 8kHz (Mofateh i sur. 2017). Istraživanje provedeno na kineskim industrijskim radnicima, izloženima visokim razinama buke duže od 10 godina, pokazalo je veću ugroženost gubitka sluha u pušača na višim frekvencijama, nego nepušača. Takvi se negativni učinci buke i pušenja zbrajaju (Tao i sur. 2013). Istraživanje provedeno u Velikoj Britaniji pokazalo je značajnu povezanost pušenja i pasivnog pušenja s gubitkom sluha u starijoj dobi, dok umjerena konzumacija alkohola ima zaštitni učinak. Tako se, izbjegavanjem navedenih štetnih čimbenika i promjenom načina života, mogu značajno smanjiti rizici gubitka sluha (Dawer i sur., 2014). Istraživanje provedeno na švedskim vojnim pilotima pokazalo je visoku izloženost prekomjernoj buci, te su oštećenja sluha zamjetljiva već u prvih 10 godina letenja (Muhr i sur., 2019).

Kako gotovo trećinu vojnih pilota u uzorku čine pušači, prestanak pušenja imalo bi pozitivan učinak istovremeno na očuvanje sluha i prevenciju KVB. Preventivnim djelovanjem u cilju nepušenja snizila bi se oštećenja sluha i posljedično smanjio rizik od rane demencije, čime bi se poboljšala kvaliteta života vojnih pilota u poznijoj dobi i očekivani životni vijek (Tan i sur., 2022).

Od varijabli *statusa uhranjenosti čimbenika rizika KVB*, postoji statistički značajna povezanost varijable ITM s varijablom gubitka sluha desnog uha na visokoj frekvenciji (tablica 17).

Indeks tjelesne mase – ITM je značajno povezan s oštećenjem sluha na desnom uhu na 8 kHz, dok na lijevom uhu nema značajne povezanosti. Oštećenje na visokim frekvencijama, iznad granice govornog područja predstavlja početno „nevidljivo“ oštećenje, koje se tek kasnijom progresijom širenja na susjedne niže frekvencije može zamijetiti i utjecati na govornu komunikaciju.

Studija provedena na velikom broju japanskih industrijskih radnika, ukazala je na rizičnost prekomjerne tjelesne mase u oštećenju sluha (Hu i sur., 2019). Također, pretilost ali i nedovoljna tjelesna masa čine čimbenike rizika oštećenja sluha u korejskoj populaciji (Kim i sur. 2016). Povećani ITM i opseg struka čine značajne čimbenike rizika oštećenja sluha u japanskoj populaciji (Yang i sur., 2020). Istraživanje provedeno na velikom uzorku (1,1 mil.) pokazalo je da veći ITM, kao i opseg struka u žena povezan je s većim gubitkom sluha, dok fizička aktivnost odnosno pješaćenje 2 sata tjedno djeluje pozitivno na očuvanje sluha (Curhan i sur., 2013). Velika multicentrična studija provedena na starijoj europskoj populaciji, dokazala je povezanost pušenja i oštećenja sluha u višim frekvencijama. Također, oštećenja sluha ovise o broju popušanih cigareta. Visoki ljudi imali su značajno bolji sluh na nižim frekvencijama, dok je ITM bio povezan s oštećenjem sluha u cijelom rasponu frekvencija. Umjerena konzumacija alkohola djeluje zaštitno na oštećenje sluha (Fransen i sur., 2008).

Od **biokemijski dobivenih čimbenika rizika KVB**, postoji statistički značajna povezanost varijabli razine triglicerida u krvi s gubitkom sluha desnog uha na 3 kHz, zatim razinom ukupnog kolesterola u krvi s gubitkom sluha desno na 250 Hz i razine LDL kolesterola gubitka sluha desno 250 Hz (tablica 18). S lijeve strane postoje značajne povezanosti varijabli razina triglicerida i sluha s na 1 kHz i 3 kHz, zatim omjera ukupnog i HDL kolesterola i sluha na 1 kHz, razine CRP-HS s gubitkom sluha na 1 kHz i razine glukoze u krvi - GUK na 500 Hz (tablica 18). Oštećenja sluha na lijevoj strani zahvaćaju govorno područje, što ranije dovodi do zamjetnih poremećaja u govornoj komunikaciji, te se time mogu objasniti veća oštećenja sluha češća na lijevoj strani, iako u ovom istraživanju nisu značajna.

Studije provedene u općoj populaciji potvrdile su povezanost hipertrigliceridemije i oštećenja sluha uzrokovanog bukom, te se povišene razine triglicerida smatraju suportivnim čimbenikom rizika oštećenja sluha bukom (Chang i sur., 2007.). Također, dokazana su minimalna poboljšanja sluha i šuma u uhu pri sniženju razine triglicerida u serumu (Sutbas i sur., 2007). Istraživanje provedeno na tekstilnim radnicima u Pakistanu pokazalo je značajan utjecaj povišenih razina triglicerida kod oštećenja sluha bukom, dok razine kolesterola nisu imale utjecaj (Doosti i sur., 2015). S druge strane, istraživanje provedeno na finskoj industrijskoj populaciji dugotrajno izloženoj buci, višoj od 85 dB duže od 10 godina, nije ukazalo na značajne povezanosti oštećenja sluha s razinama triglicerida i kolesterola (Demir i sur., 2018). Također, istraživanje provedeno izraelskoj općoj populaciji, s ciljem traženja poveznica između oštećenja sluha uzrokovanog bukom, kardiovaskularnih čimbenika rizika i biokemijskih parametara, nije pokazalo značajne razlike između grupe ispitanika s oštećenjima sluha i grupe bez oštećenja (Gold i sur., 1989). Norveška HUNT studija, provedena na velikom

broju ispitanika (31 547), ispitivala je povezanost varijabli čimbenika rizika KVB s oštećenjima sluha i dokazala je gubitak sluha na višim frekvencijama u grupi s izraženim čimbenicima rizika KVB. Tako su nalazi šećerne bolesti, tjelesne neaktivnosti, pulsa u mirovanju i opsega struka bili značajno povezani, ali su zbog multivarijantnog utjecaja na oštećenje sluha rezultati bili upitne značajnosti (Engdahl i sur., 2015). Slično istraživanje provedeno u SAD pokazalo je značajan utjecaj pušenja, opsega struka i nekontroliranog dijabetesa, za rizik gubitka sluha (Cruickshanks i sur., 2015). Istraživanja provedena na australskoj i kineskoj populaciji - pokazala su značajnu povezanost pretilosti, pušenja, perifernih arterijskih bolesti i KVB s niskofrekventnim i visokofrekventnim gubitkom sluha. Dok su povišene razine triglicerida i glukoze u krvi povezane s niskofrekventnim gubitkom sluha, što je još bilo povezano s rezultatima Framingham skora (Tan i sur., 2017; Fang i sur., 2018).

Varijabla razine *triglicerida* značajno je povezana s varijablom oštećenja sluha desnog uha na 3 kHz, dok je na lijevom uhu značajna povezanost varijabli na: 1 kHz i 2 kHz. Razina triglicerida je najviše povezana varijabla čimbenika rizika KVB s gubitkom sluha u unutar govornog područja, što početno oštećuje slušanje, koje u samoj inicijalnoj fazi ometa govornu komunikaciju. Povišene razine lipida prepoznate su kao značajan čimbenik oštećenja sluha. Tako su istraživanja provedena na općoj australskoj i kineskoj populaciji pokazala oštećenja sluha na nižim frekvencijama, dok su u provedenom istraživanju izražena na srednjim frekvencijama u govornom području, gdje su oštećenja sluha ranije zamjetljiva (Fang i sur., 2018; Tan i sur., 2017).

Varijabla razine *ukupnog kolesterola* je statistički značajno povezana s varijablom oštećenja sluha desnog uha na 250 Hz, što je na donjoj granici govornog područja i u ranoj fazi nema utjecaj na govornu komunikaciju.

Varijabla razine *LDL kolesterola* je značajno povezana s oštećenjem sluha desnog uha na 250 Hz, dok na na lijevom uhu nema značajne povezanosti. Kako se radi o gubitku ispod govornog područja, utjecaj na stanje sluha i govornu komunikaciju je manje izražen.

Kineska studija pokazala je povezanost razina LDL i HDL kolesterola, razine glukoze i pokazatelja upale (monocita i neutrofila) s obostranim oštećenjima sluha (Zhang i sur., 2019). Novija istraživanja povezuju povišene razine LDL kolesterola s većom pojavnosću iznenadnog gubitka sluha u općoj populaciji, što u konačnici predstavlja indirektni pokazatelj gubitka sluha (Wang i sur, 2020).

Istraživanje provedeno na velikom broju ispitanika (18 824) opće kineske populacije, pokazalo je značajnu povezanost MS i njegovih komponenti (obim struka, hiperglikemija, nizak HDL kolesterol) s oštećenjem sluha (Han i sur. 2018).

Odnos varijable ukupnog i HDL kolesterola statistički je značajno povezan s varijablom oštećenja sluha lijevog uha na 1 kHz. U literaturi je opisan odnos ukupnog i HDL kolesterola kao prediktora oštećenja sluha (Zhang i sur., 2019). Ovo se oštećenje nalazi usred govornog područja, tako će i početna oštećenja ometati slušanje, odnosno govornu komunikaciju, što će biti ranije zamijećeno.

Razina **CRP-HS** je statistički značajno povezana s oštećenjem sluha lijevog uha na 1 kHz što ima značajan utjecaj na slušanje, zbog oštećenja unutar govornog područja. U istraživanjima upalni markeri su dobro povezani s oštećenjima sluha, te daju prilog upalnoj teoriji oštećenja sluha bukom. Tako u istraživanju procjene razine CRP-HS i prokalcitonina kao upalnih markera, pokazuju značajnu povezanost prokalcitonina s iznenadnim gubitcima sluha (Gode i sur., 2018). Postoji međusobno značajna povezanost gubitka sluha u općoj populaciji s razinama upalnih markera, razinama LDL i HDL kolesterola i šećerne bolesti (Zhang i sur., 2019.) Istraživanjem provedenom na starijoj populaciji potvrđena je značajna povezanost oštećenja sluha sa stupnjem razvoja osteoporoze i razine CRP-HS (Laudisio i sur., 2018). Kronična upala u starijih osoba, mjerena razinom CRP, značajno je povezana s gubitkom sluha (Nash i sur., 2014). Također istraživanje provedeno na starijoj populaciji u Velikoj Britaniji, potvrdilo je značajnu povezanost razine upalnih markera (leukociti, neutrofila, IL-6 i CRP) i oštećenja sluha (Verschuur i sur., 2012). Tako je u ovom istraživanju razina CRP-HS povezana s oštećenjima sluha na više frekvencija, što govori u prilog upalne etiologije gubitka sluha bukom.

Razina **glukoze u krvi - GUK** je značajno povezana s gubitka sluha lijevo na 500 Hz, što je donja granica govornog područja i opisano u istraživanju provedenom na australskoj općoj populaciji (Tan i sur., 2017). U velikoj kohortnoj studiji (253501) provedenoj na mladim i sredovječnim muškarcima, dokazana je povezanost šećerne bolesti i obostranog gubitka sluha (Kim i sur., 2017). Nasuprot tome, postoji istraživanje koje ne govori u prilog povezanosti šećerne bolesti i gubitka sluha (Rolim i sur., 2018).

U provedenom istraživanju utjecaj povišene razine triglicerida na sluh je najviše povezana varijabla na obostrano oštećenje sluha, unutar govornog području i time u samom početku ometa govornu komunikaciju, te predstavlja čimbenik rizika KVB koji ima najveći utjecaj na oštećenje sluha.

Od varijabli **fizioloških parametara i procjene tjelesne spremnosti** postoji značajna povezanost varijabli sistoličkog krvnog tlaka i oštećenja sluha na 500 Hz desne strane (tablica 19), dok na lijevoj strani postoji značajna negativna povezanost varijabli broja učinjenih

pregiba trupa i oštećenja sluha na 1 kHz. Uz to, postoji značajna povezanost varijabli gubitka sluha na 500 Hz s vremenom potrebnim za trčanje 2400 metara.

Varijabla **dijastolički krvni tlak** je značajno povezana s oštećenjem sluha desnog uha na 500 Hz.

Istraživanje o izloženosti buci višoj od 85 dB kod industrijskih radnika u Izraelu, pokazalo je u mlađoj skupini (< 45 godina) da izlaganje buci povećava sistolički krvni tlak za 3,2 mmHg, dok se dijastolička komponenta povećava za 2,3 mmHg. U starijoj dobnoj skupini (45-65 godina) buka snižava sistoličku komponentu za 3,3 mmHg, dok dijastolička komponenta ostaje nepromijenjena. Puls se u mlađoj skupini povećava za 2,7, a u starijoj za 2,6 otkucaja/min. Ovo pokazuje da se utjecaj buke na krvni tlak s godinama smanjuje (Green i sur., 1991). Istraživanje provedeno na korejskim industrijskim radnicima, s praćenim čimbenicima rizika KVB (dob, pušenje, alkohol, tjelovježba i hereditet na hipertenziju), pokazalo je da kronična izloženost buci višoj od 85 dB povećava sistolički krvni tlak (Lee i sur., 2009). Istraživanja povezanosti gubitka sluha i hipertenzije pokazala su različite povezanosti. Tako jedno pokazuje povezanost samo u visokim frekvencijama, dok druga pokazuju povezanosti na više frekvencija (Przewozny i sur., 2015). Tako je istraživanje pokazalo značajnu povezanost hipertenzije i gubitka sluha na 500 Hz, 2 kHz, 3 kHz i 8kHz, a šećerna bolest nema povezanosti (Rolim i sur., 2018). Hipertenzija u srednjoj životnoj dobi povezana je 25 godina kasnije lošim sluhom (Reed i sur., 2019).

U provedenom istraživanju nema značajne povezanosti između varijabli **kardiorespiratorne sposobnosti - KRS** i oštećenja sluha po frekvencijama. Istraživanje provedeno u SAD pokazalo je značajnu povezanost KRS i oštećenja sluha u žena, i to kada se KRS izračunavala indirektno bez vježbanja, dok pri mjerenju nije bilo značajne povezanosti (Loprinzi i sur. 2012). Hodanje 2 sata tjedno značajno smanjuje oštećenja sluha u žena (Curhan i sur 2013). Veća KRS ima povoljan učinak na privremeni pomak praga sluha uzrokovanog bukom, u trajanju od 10 minuta i intenziteta 108 dB, na 2 kHz, 3 kHz, 4 kHz i 6 kHz, dok je najveći učinak buke bio na 3 kHz, kao i učinak koji je bio povezan s: VO₂max, postotkom tjelesne masti i vježbanja. Najveću povezanost svih promatranih elemenata pokazala je viša razina VO₂max smanjenjem učinka akutnog izlaganja buci, djelujući preventivno na oštećenja sluha bukom (Kolhorst i sur., 1998). Prospektivna kohortna studija na velikom broju ispitanika (21907), pokazala je značajnu povezanost razine sluha s visinom okomitog skoka i ravnoteže jedne noge. Tako su bolja mišićna snaga i kondicija povezane s manjom učestalošću gubitka sluha (Martinez-Amezcuca i sur., 2021). U britanskom istraživanju povezanosti KRS i sluha, dokazana je značajna povezanost gubitaka sluha na 1 kHz i 4 kHz, što je potvrđeno otoakustičnom emisijom u starijoj

populaciji s visokom kardiovaskularnom sposobnošću (Hutschinson i sur., 2010). Istraživanje povezanosti pragova sluha neposredno nakon buke i tjelovježbe pokazala su različite neposredne gubitke sluha ovisno o KRS, na 2 kHz, 3 kHz i 4 kHz, 10 minuta nakon aplikacije buke, ili vježbanja i buke ili samog vježbanja. Najbolji sluh, odnosno najmanje gubitke, pokazali ispitanici u grupi s višom razinom KRS (Manson i sur., 1994).

Varijabla *broja pregiba trupa* je značajno povezana s varijablom oštećenja sluha lijevog uha na 1 kHz, što je u sredini govornog područja i ima veliki utjecaj na govornu komunikaciju.

Varijabla *vremena trčanja na 2400 metara* značajno je povezana s varijablom oštećenja sluha lijevog uha na 500 Hz. Istraživanje provedeno na animalnom modelu, na miševima koji trče na pokretnom kotaču, pokazalo je značajno manje atrofičnih promjena strije vaskularis apikalno u pužnici, u grupi koja je više trčala, u odnosu prema miševima u kontrolnoj skupini. Također, kod miševa koji trče uočena je bolja vaskularizacija pužnice, te kada bi takav animalni model bio primjenjiv na ljude, pretpostavlja se da sportske aktivnosti, posebice trčanje, pomažu očuvanju senzoričke komponente sluha, pozitivnim djelovanjem na vaskularizaciju unutrašnjeg uha. (Han i sur., 2016).

Nema značajne povezanosti varijabli gubitka sluha po frekvencijama s *varijablama HRV i elementima procjene psihičkog stresa* ni na jednom uhu, uz primijenjenu parcijalnu korelaciju uz kontrolnu varijablu dobi. Istraživanja povezanosti oštećenja sluha i varijabilnosti srčanog ritma, bila su usmjerena na akutni učinak buke u promjenama parametara HRV. Istraživanjem provedenim u Južnoj Koreji mjerio se neposredan utjecaj buke na HRV u muške populacije, gdje je varijabla LF/HF pod utjecajem buke pokazivala smanjenu razinu komponente LF, dok je pod utjecajem govornih šumova došlo do stabilizacije autonomnog živčanog sustava, ali ta promjena nije bila značajna (Sim i sur., 2015; Veternik i sur., 2018).

U provedenom istraživanju nema povezanosti gubitka sluha s procjenom stanja stresa i razina jutarnjeg kortizola. Ovo govori u prilog dobrom odabiru kandidata za vojne pilote prilikom ulaska na školovanje, gdje se koristi niz baterija psihologijskih testova, koji obuhvaćaju: kognitivne sposobnosti, testove osobnosti, anksioznosti i neuroticizma, specijalne testove, testove otpornosti na stres i baterije psihomotoričkih testova. Testovi kreću od jednostavnijih prema težim po svim elementima, te najsposobniji kandidati moraju zadovoljiti najviše psihološke kriterije. Sljedeći važan element koji govori u prilog je iskustvo, jer su piloti u uzorku populacije od 35 do 50 godina starosti najčešće kapetani u višečlanim posadama, instruktori letenja ili probni piloti. Iskusnim vojnim pilotima letenje predstavlja manje stresni događaj nego neiskusnima, dok s druge strane stresom ugroženi piloti su već iskoristili priliku na odlazak na druga radna mjesta koja zahtijevaju manje letenja uz zadržavanje dosadašnjih

prava. Humoralna komponenta, izražena urednim razinama kortizola u krvi potvrđuje nisku razinu stresa, dok sa druge strane kod iskusnih vojnih pilota prisutna je prilagodba humoralne sekrecije kortizola, čime se također mogu objasniti niske razine u uzorku (Leino i sur., 1999; Falaschi i sur., 2003; Tarui i Nakamura., 1991).

Gubitak sluha se smatra uzročnim čimbenikom depresije, anksioznosti i stresa (Jayakody i sur., 2018). Također, studija provedena u SAD pokazala je povezanost oštećenja sluha s psihološkim poremećajima, većom upotrebom antidepresiva i anksiolitika i korištenjem servisa za održavanje mentalnog zdravlja (Bigelow i sur., 2020). Gubitak sluha u konačnici smanjuje socijalni kontakt, podiže razinu anksioznosti i depresije, uzrokujući raniju pojavu kognitivnog pada i demencije posljedično smanjujući kvalitetu života u poznijoj dobi (Tan i sur., 2022).

Gubitak sluha procijenjen metodom po Fowler-Sabineu, za svako uho i obostrano nije značajno povezan s ni jednom varijablom čimbenika rizika kardiovaskularnih bolesti niti s varijablama procjene tjelesne spremnosti, ali primjena drugih metoda pokazala je povezanost s predmetnim varijablama.

Gubitak sluha procijenjen varijablom *obostranog modela gubitka sluha* po Pelausi, pokazuje najveću značajnu povezanost s varijablama: ITM, vremena trčanja na 2400 metara, opsega bokova, SCORE rizika, statusa pušenja, dobi, pulsa u mirovanju, broja pregiba trupa u 2 minute, odnosa ukupnog/HDL kolesterola, razine triglicerida i razine glukoze u krvi.

Postoji značajna povezanost, po ovom modelu, naleta pilota Saudijskoj Arabiji s više od 2000 sati naleta i oštećenja sluha. U istom istraživanju piloti s više od 2000 sati naleta su u gornjem kvartilu, te je upitno je li uzrok oštećenja sluha kumuliran bukom, dobi ili naletom (Al Omari i sur., 2018). Po obostranom modelu oštećenja sluha po Pelausi u provedenom istraživanju, nije bilo značajne povezanosti oštećenja sluha i naleta.

Pri postupku selekcije kandidata za vojne pilote se u sadašnjem visokom zagađenju okoliša bukom lako uoče početna oštećenja sluha, te se takvi kandidati isključuju iz daljnjeg postupka. Tako se visoko osjetljivi dio populacije isključuje u samom početku. Dodatni element zaštite čine redovni pregledi pilota, na kojima se u slučaju oštećenja sluha izdaju zaštitne mjere, pa takvi piloti prelaze na druge dužnosti, gdje letenje nije primarna zadaća. Treba napomenuti kako podaci o buci u pojedinim tipovima zrakoplova pokazuju veliku varijabilnost, te ovise o primijenjenim mjerama zaštite sluha. Tako Finska posjeduje različite vrste zrakoplova, te su provedena mjerenja razine buke unutar kacige: Saab 35, Draken (82 dB), Mig 21 Bis (94 dB), Hornet F-18 (80 dB), također mjereni su podaci za Mi-8 s prilagođenom UK kacigom (69 dB). (Kuronen i sur., 2004). Ovo pokazuje da primjena odgovarajuće zaštite novije tehnologije, može značajno smanjiti negativni utjecaj buke na pilota i posadu.

Osobe s oštećenjem sluha imaju veću mogućnost od moždanog udara, što se može hipotetski povezati s jednom od komponenti fatalnog ishoda KVB odnosno SCORE rizika (Khosravipour i Rajati, 2021).

6. ZAKLJUČAK

Postavljena hipoteza H4 je potvrđena, hipoteze H1 i H3 su djelomično potvrđene, dok je hipoteza H2 odbačena:

H1: ***Slabija tjelesna spremnost vojnih pilota povezana je s višim razinama ispitivanih čimbenika rizika od kardiovaskularnih bolesti*** – hipoteza je djelomično potvrđena.

Kardiorespiratorna sposobnost (KRS) nije značajno povezana sa SCORE rizikom, dok su ostale varijable tjelesne spremnosti značajno negativno povezane sa SCORE rizikom: sklekovci, pregibi trupa, vrijeme trčanja na 2400 metara i ukupni broj boodova.

Slabija tjelesna spremnost je značajno povezana sa sljedećim parametrima:

- višim omjerom ukupnog/HDL kolesterola
- višim pokazateljima upale (CRP-HS, mokraćna kiselina)
- većim indeksom tjelesne mase
- višim sistoličkim tlakom
- većim opsegom struka
- sniženom varijabilnosti srčanog ritma (samo KRS)

H2: ***Slabija tjelesna spremnost vojnih pilota povezana je s višim razinama psihičkog stresa*** – hipoteza je odbačena.

Slabija tjelesna spremnost nije značajno povezana s:

- akutnim stresom
- kroničnim stresom
- razinama jutarnjeg kortizola

H3: ***Slabija tjelesna spremnost vojnih pilota pozitivno je povezana je s većim gubitkom sluha*** - hipoteza je potvrđena.

Razina tjelesne spremnosti je značajno negativno povezana s gubitkom sluha, procijenjeno metodama po frekvencijama i po Pelausi za varijable broja pregiba trupa i vremena trčanja 2400 metara, dok po metodi Fowler-Sabine nema povezanosti.

H4: *Slabija tjelesna spremnost vojnih pilota povezana je s nižim razinama varijabilnosti srčanog ritma (HRV)* – hipoteza je potvrđena.

Kardiorespiratorna sposobnost (KRS) je značajno pozitivno povezana s razinama varijabilnosti srčanog ritma (HRV) u varijablama: standardne devijacije između nn intervala (SDNN) i odnosa niskih i visokih frekvencija varijabilnosti (LF/HF).

Zaključci prema ciljevima

1. Razina tjelesne spremnosti vojnih pilota u provedenom istraživanju je niža u odnosu na prethodna mjerenja prema podacima iz literature i arhive medicinskih nalaza MORH.
2. U ispitivanom uzorku vojnih pilota prisutan je velik broj čimbenika rizika kardiovaskularnih bolesti: visoka razina LDL kolesterola, povećan ITM, povećan opseg struka, snižena varijabilnost srčanog ritma (HRV), pušenje, povišena razina triglicerida, uz povišene pokazatelje upale. Navedeni broj čimbenika rizika od KVB bio je prisutan u istraživanjima vojnih pilota u prethodnom razdoblju, prema podacima iz arhive, te se može zaključiti kako nema tendencija promjene stanja. Kombinirani pokazatelj kardiovaskularnog rizika SCORE povezan je sa svim varijablama tjelesne spremnosti, osim s kardiorespiratornom sposobnosti - KRS.
3. Razine psihičkog stresa u uzorku vojnih pilota su niske što je potvrđeno mjerenim parametrima. Nema povezanosti psihičkog stresa i tjelesne spremnosti.
4. U vojnih pilota je izmjeren gubitak sluha na mjerenim frekvencijama obostrano. Zamjetljiva su diskretno veća oštećenja sluha lijevog uha, iskazana u sniženim pragovima sluha, ali ta razlika nije statistički značajna ni na jednoj mjerenoj frekvenciji.
5. Slabija tjelesna spremnost vojnih pilota povezana je s višim razinama kardiovaskularnih rizika izraženim: ITM, opsegom struka, omjerom ukupnog/HDL kolesterola, CPR-HS, mokraćne kiseline, sistoličkim krvnim tlakom i SCORE indeksom, dok je kardiorespiratorna sposobnost (KRS) jedina povezana s elementima varijabilnosti srčanog ritma (HRV). Sniženi parametri tjelesne spremnosti u varijablama pregiba trupa i vremena trčanja na 2400 metara povezani su s većim gubitkom sluha. Postoji povezanost gubitaka sluha s razinama čimbenika rizika KVB: ITM, ukupnog/HDL kolesterola, CRP-HS, GUK i mokraćne kiseline.

Rezultati istraživanja sugeriraju da zbog značajne povezanosti čimbenika rizika KVB s rezultatima tjelesne spremnosti vojne pilote srednje dobi, s nižim rezultatima tjelesne spremnosti u varijabli broja pregiba trupa treba i vremena trčanja 2400 metara treba dodatno obraditi u cilju rane dijagnostike i prevencije KVB.

7. POPIS LITERATURE:

Abel SM. Noise-induced hearing loss in Canadian military personnel. DTIC Mil 2005, <https://apps.dtic.mil/sti/citations/ADA454605>

Afshin A, Forouzanfar MH, Reitsma MB, Sur P, Estep K, Lee A, Marczak L i sur. Health effects of overweight and obesity in 195 countries over 25 years. *N Engl J Med.* 2017;6;377(1):13-27. doi: 10.1056/NEJMoa1614362.

Alaimo A, Esposito A, Orlando C, Simoncini A. Aircraft Pilots Workload Analysis: Heart Rate Variability Objective Measures and NASA-Task Load Index Subjective Evaluation. *Aerospace.* 2020; 7(9):137. <https://doi.org/10.3390/aerospace7090137>.

Albert MA, Slopen N, Williams DR. Cumulative psychological stress and cardiovascular disease risk: A focused review with consideration of black-white disparities, *Curr Cardiovasc Risk Rep* 2013;7:318–325.

Alegre-Díaz J, Wade R, Ramirez-Reyes R, Tapia-Conyer R. General and abdominal adiposity and mortality in Mexico City: prospective study of 150 000 adults. *Ann Intern Med.* Author manuscript; available in PMC 2020 March 17.

Al-Dahi S, Al-Khashan H, Al Madeer MA, Al-Saif K, Al-Amri MD, Al-Ghamdi O, Al-Helali N, Selim M, Mishriky AM. Assessment of framingham cardiovascular disease risk among militaries in the Kingdom of Saudi Arabia. *Mil Med.* 2013 Mar;178(3):299-305. doi: 10.7205/MILMED-D-12-00079.

Al-Humaidi G, Sarikaya I, Elgazzar AH, Owunwanne A. Myocardial perfusion abnormalities in asymptomatic type 2 diabetic patients. *J Saudi Heart Assoc* 2018;30:3–8.

Al-Omari AS, Al-Khalaf HM, Hussien NFM. Association of flying time with hearing loss in military pilots, *Saudi J Med Med Sci* 2018;6:155-9.

Alloubani A, Nimer R, Samara R. Relationship between hyperlipidemia, cardiovascular disease and stroke: a systematic review. *Curr Cardiol Rev.* 2021;17(6):e051121189015. doi: 10.2174/1573403X16999201210200342.

Alzahrani T, Pena I, Temesgen N, Glantz SA. Association between electronic cigarette use and myocardial infarction. *Am J Prev Med* 2018;000(000):1-7.

Ambhia SHR, Liang XL, Enos MX, Y. A Lemu YA et al. Microcalcifications increase coronary vulnerable plaque rupture potential: a patient-based micro-ct fluid–structure interaction study. *Annals of Biomedical Engineering,* 2012;40(7):1443–54.

Anderssen SA, Cooper AR, Riddoch C, Sardinha LB, Harro M, Brage S, Andersen LB. Low cardiorespiratory fitness is a strong predictor for clustering of cardiovascular disease risk factors in children in dependent of country, age and sex. *European Journal of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation.* 2007;14(4):526-31.

Andrea E. Cassidy, MPH; Lawrence F. Bielak, DDS, MPH; Yan Zhou, MS; Patrick F. Sheedy II, MD; Stephen T. Turner, MD; Jerome F. Breen i sur. Progression of subclinical coronary atherosclerosis does obesity make a difference? *Circulation*. 2005;111:1877-82.

Anel RO, Ainman LF, Dimsdale JE. Effects of psychological stress and psychiatric disorders on blood coagulation and fibrinolysis: a biobehavioral pathway to coronary artery disease? *Psychosomatic Medicine* 2001;63:531–544.

Arnlov J, Ingelsson E, Sundstrom J, Lind L. Impact of body mass index and the metabolic syndrome on the risk of cardiovascular disease and death in middle-aged men. *Circulation*. 2010;121:230-6.

Aslani A, Aslani A, Kheirkhah J, Sobhani V. Cardio-pulmonary fitness test by ultra-short heart rate variability. *J Cardiovasc Dis Res* 2011;2:233-6.

Assmann G, Cullen P, Schulte H. Simple scoring scheme for calculating the risk of acute coronary events based on the 10-year follow-up of the prospective cardiovascular Münster (PROCAM) study. *Circulation*. 2002;105:310-5.

Atique SM, Shadbolt B, Marley P, Farshid A. Association between body mass index and age of presentation with symptomatic coronary artery disease. *Clinical Cardiology* 2016; 39(11):653–7.

Axelsson A, Lindgre F. Is there a relationship between hypercholesterolaemia and noise-induced hearing loss. *Acta Oto-Laryngologica* 1985;100:5-6.

Babić Z. Tjelesna aktivnost i koronarna bolest srca 169 u sportska kardiologija kardiologija sporta, tjelesne i radne aktivnost u Babić Z i suradnici medicinska naklada 2018.

Baguet JP, Barone-Rochette G, Mallion JM. European Society of Hypertension Scientific Newsletter: Hypertension and coronary heart disease. *J Hypertens*. 2006 Nov;24(11):2323-5. doi: 10.1097/01.hjh.0000249719.05006.58.

Baralla A, Sotgiu E, Deiana M, Pasella S, et al. Plasma clusterin and lipid profile: a link with aging and cardiovascular diseases in a population with a consistent number of centenarians *PLoS ONE* 10(6): e0128029. doi:10.1371/journal.pone.0128029

Barčan T, Barčan M. Varijabilnost praga sluha kod vojnih pilota ovisno o tipu zrakoplova na kojima lete, 11. kongres Hrvatskog društva za otorinolaringologiju i kirurgiju glave i vrata s međunarodnim sudjelovanjem Mali Lošinj, 9. – 11. svibnja 2019. *Med. Jad. God 49. Suplement Str.* 1s-46s.

Barčan T, Belošević Lj, Orehovec B. Protective effect of helmet on hearing loss among military helicopter pilots. *Sigurnost* 2022;64(1):9-15.

Bardin T, Richette P. Impact of comorbidities on gout and hyperuricaemia: an update on prevalence and treatment options. *BMC Medicine* (2017) 15:123 doi: 10.1186/s12916-017-0890-9.

Belošević LJ, Barčan T, Klobučar J; Coronary artery disease risk factors in military pilots and flight engineers. International congress of aviation and space medicine 2009.

Belošević Lj. Čimbenici rizika za koronarnu bolest u vojnih pilota i tehničara letaća – specijalistički rad, Zagreb, Sveučilište u Zagrebu, Medicinski fakultet; 2007.

Beltrami FG, Froyd C, Mauger AR, Metcalfe AJ, Marino F, Noakes TD. Conventional testing methods produce submaximal values of maximum oxygen consumption, *Br J Sports Med* 2012;46:23–9.

Benichou T, Pereira B, Mermillod M, Tauveron I, Pfabigan D, Maqdasy S, Dutheil F. Heart rate variability in type 2 diabetes mellitus: A systematic review and meta-analysis. *PLOS ONE* 2018 <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0195166>.

Berberich AJ, Hegele RA. A modern approach to dyslipidemia. *Endocr Rev.* 2022 Jul 13;43(4):611-653. doi: 10.1210/endrev/bnab037. PMID: 34676866; PMCID: PMC9277652.

Berry JD, Willis B, Gupta S, Barlow CE, Lakoski SG, Khera A, et al. Lifetime risks for cardiovascular disease mortality by cardiorespiratory fitness levels measured at ages 45, 55, and 65 years in men the cooper center longitudinal study. *J Am Coll Cardiol* 2011;57:1604–10.

Bhat KG, Verma N, Pant P, Marwaha MPS. Hypertension and obesity among civil aviation pilots. *Aerosp Med Hum Perform* 2019;90(8):703-8.

Bigelow R T, Reed N S, Brewster K K, Huang A, Rebok G, Rutherford B R, Lin F R. Association of hearing loss with psychological distress and utilization of mental health services among adults in the United States. *JAMA Network Open*, 2020;3(7), e2010986. doi:10.1001/jamanetworkopen.

Boardman HM, Hartley L, Eisinga A, Main C, Roqué i Figuls M, Bonfill Cosp X, Gabriel Sanchez R, Knight B. Hormone therapy for preventing cardiovascular disease in postmenopausal women. *Cochrane Database Syst Rev.* 2015;10;(3):CD002229. doi: 10.1002/14651858.CD002229.pub4.

Borghi C, Dormi A, L'Italien G, Lapuerta P, Franklin SS, Collatina S, Gaddi A. The relationship between systolic blood pressure and cardiovascular risk--results of the Brisighella Heart Study. *J Clin Hypertens (Greenwich)*. 2003 Jan-Feb;5(1):47-52. doi: 10.1111/j.1524-6175.2003.01222.x.

Bowman, Atkins JL, Delgado J, Kos D, Kuchel KA, Ble A, et al. Central adiposity and the overweight risk paradox in aging: follow-up of 130,473 UK Biobank participants, *Am J Clin Nutr* 2017;106:130–5.

Brindle P, Emberson J, Lampe F, Walker M, Whincup P, Fahey T, Ebrahim S. Predictive accuracy of the Framingham coronary risk score in British men: prospective cohort study. *BMJ* 2003;327(29):1-6.

Brinkley TE, Leng X, Miller ME, Kitzman DW, Pahor M, Berry MJ, Marsh AP, Kritchevsky SB, Nicklas BJ (2009) Chronic inflammation is associated with low physical function in older adults across multiple comorbidities. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 64:455–461.

Bruning RS, Sturek M. Benefits of exercise training on coronary blood flow in coronary artery disease patients. *Prog Cardiovasc Dis.* 2015;57(5):443-53.

Bucak T. On aircraft interior noise, 3rd Congress of the Alps Adria Acoustics Association 27–28 September 2007, Graz – Austria.

Buchheit M, Gindre C. Cardiac parasympathetic regulation: respective associations with cardiorespiratory fitness and training load *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 2006;291:451–8.

Bunker SJ, Colquhoun DM, Esler MD, Hickie IB, Hunt, Jelinek M, et al. “Stress” and coronary heart disease: psychosocial risk factors. National Heart Foundation of Australia position statement update, *MJA* 2003; 178: 272–6.

Bushnell CD, Chaturvedi S, Gage KR, Herson PS et al. Sex differences in stroke: Challenges and opportunities *Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism* 2018, Vol. 38(12) 2179–2191.

Caitano Fontela P, Winkelmann ER, Ricardo P, Viécili N. Study of conicity index, body mass index and waist circumference as predictors of coronary artery disease. *Rev Port Cardiol.* 2017;36(5):357-364.

Canoy D, Nazarzadeh M, Copland E, Bidel Z, Rao S, Li Y, Rahimi K. How much lowering of blood pressure is required to prevent cardiovascular disease in patients with and without previous cardiovascular disease? *Curr Cardiol Rep.* 2022 Jul;24(7):851-860. doi: 10.1007/s11886-022-01706-4.

Cao X, MacNaughton P, Cadet LR, Cedeno-Laurent JG, Flanigan S, Vallarino J, Donnelly-McLay D, Christiani DC, Spengler JD, Allen JG. Heart Rate Variability and Performance of Commercial Airline Pilots during Flight Simulations. *Int J Environ Res Public Health.* 2019 Jan 16;16(2):237. doi: 10.3390/ijerph16020237. PMID: 30654438; PMCID: PMC6352143.

Cardenas D, Madinabeitia I, Vera J, de Teresa C, Alarcon F, Jimenez R, Catena A. Better brain connectivity is associated with higher total fat mass and lower visceral adipose tissue in military pilots. *Sci Rep.* 2020;10(1):610. doi: 10.1038/s41598-019-57345-3.

Cardinal BJ. Predicting studies cardiorespiratory: a concurrent fitness validity without exercise testing in epidemiologic study. *J Epidemiol* 1996;6:31-5.

Celik A, Koc F, Kadi H, Ceyhan K, Erkorkmaz U. Inflammation is related to unbalanced cardiac autonomic functions in hypertension: an observational study, *Anadolu Kardiyol Derg* 2012;12:233-40.

Chang N, Yu M, Ho K, Ho C. Hyperlipidemia in noise-induced hearing loss. *Otolaryngology–Head and Neck Surgery* 2007;137:603-6.

Charles D. Spilberger. Psihologijski mjerni instrumenti: Priručnik za KAO stanja i osobine ličnosti, Naklada Slap – metodološki priručnik

Chen CY, Lee C-W, Chien S-C, Su M-I, Lin S-I, Cheng C-W et al. Dyslipidemia management for elderly people with metabolic syndrome: a mini-review, *International Journal of Gerontology* 12 (2018) 7e11.

Chen LY, Zmora R, Duval S, Chow LS, Lloyd-Jones DM, Schreiner PJ. Cardiorespiratory fitness, adiposity, and heart rate variability: the CARDIA study, *Med Sci Sports Exerc* 2019;51(3): 509–514. doi:10.1249/MSS.0000000000001796.

Chen SM, Fan YT, Martinez RM, Chen C. Noise-induced hearing loss profile among Taiwan Airforce on duty pilots. *Am J Otolaryngol.* 2023 Feb 27;44(3):103802. doi: 10.1016/j.amjoto.2023.103802.

Christiansen MK, Nissen L, Winther S, Moller PL, Frost L, Johansen JK et al. Genetic risk of coronary artery disease, features of atherosclerosis, and coronary plaque burden. *J Am Heart Assoc.* 2020 Feb 4;9(3):e014795. doi: 10.1161/JAHA.119.014795.

Christoffersen M, Tybjærg-Hansen A. Polygenic risk scores: how much do they add? *Curr Opin Lipidol.* 2021 Jun 1;32(3):157-162. doi: 10.1097/MOL.0000000000000759.

Chu DJ, Al Rifai M, Virani SS, Brawner CA, Nasir K, Al-Mallah MH. The relationship between cardiorespiratory fitness, cardiovascular risk factors and atherosclerosis. *Atherosclerosis.* 2020 Jul;304:44-52. doi: 10.1016/j.atherosclerosis.2020.04.019. Epub 2020 May 19.

Clark DA, Tolan GD, Johnson R, Hickman JR, Jackson WG, McGranahan GM. The West Point study: 40 years of follow-up. *Aviat Space Environ Med.* 1994 65(5):71-4.

Cohen BE, Edmondson D, Kronish IM. State of the art review: depression, stress, anxiety, and cardiovascular disease *American Journal of Hypertension* 2015;28(11)1295-302.

Collee A, Clarys P, Geeraerts P, Dugauquier C, Mullie p. Body mass index, physical activity, and smoking in relation to military readiness, *Military medicine*, 2014:179:897-901.

Connelly PJ, Azizi Z, Alipour P, Delles C, Pilote L, Raparelli V. The importance of gender to understand sex differences in cardiovascular disease. *Can J Cardiol.* 2021 May;37(5):699-710. doi: 10.1016/j.cjca.2021.02.005.

Conroy RM, Pyorala K, Fitzgerald AP, Sans S, Menotti A, De Backer G et al. Estimation of ten-year risk of fatal cardiovascular disease in Europe: the SCORE project *European Heart Journal* 2003;24:987–1003.

Corbin, Charles B.; Pangrazi, Robert P.; Franks, B. Don. Research digest definitions: health, fitness and physical activity, President's Council on Physical Fitness and Sports, available on <https://eric.ed.gov/?id=ED470696>.

Coutinho T, Goel K, Correa de Sa D, Kragelund C, Kanaya AM, MD, Zeller M, et al. Central obesity and survival in subjects with coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol* 2011;57:1877–86.

Cruickshanks KJ, Nondahl DM, Dalton DS, Fisher ME, Klein BEK et al. Smoking, central adiposity, and poor glycaemic control increase risk of hearing impairment, *J Am Geriatr Soc.* 20;63(5):918-24. doi: 10.1111/jgs.13401.

Cziszar A, Podlutzky A, Wolin MS, Losonczy G, Pacher P, Ungvari Z. Oxidative stress and accelerated vascular aging: implications for cigarette smoking, *Front Biosci.* ; 14: 3128–44.

Cully M. Promoting APRIL interaction to control atherosclerosis. *Nat Rev Drug Discov.* 2021 Oct;20(10):740. doi: 10.1038/d41573-021-00152-1.

Curhan SG, Eavey R, Wang M, Stampfer MJ, Curhan GC. Body mass index, waist circumference, physical activity, and risk of hearing loss in women, *Am J Med.* 2013; 126(12): 10.1016/j.amjmed.2013.04.026.

D'Agostino RB, Vasan RS, Pencina MJ, Wolf PA, Cobain M, Massaro JM, Kannel WB. The Framingham heart study. *Circulation* 2008;117:743-53.

De Hartog JJ, Boogaard H, Nijland H, Hoek G. Do the health benefits of cycling outweigh the risks? *Environmental Health Perspectives* 2010;118(8):1109-16.

Dekker JM, Girman C, Rhodes T, Nijpels G, Stehouwer C, Bouter L, Heine RJ. Metabolic syndrome and 10-year cardiovascular disease risk in the hoorn study. *Circulation.* 2005;112:666-73.

DeMarco VG, Aroor AR, Sowers JR. The pathophysiology of hypertension in patients with obesity. *Nat Rev Endocrinol.* 2014;10(6):364–76. <https://doi.org/10.1038/nrendo.2014.44>.

Demir MG, Aydin S. The effect of the cholesterol levels on noise induced hearing loss, *Int Arch Otolaryngol.* 2018;22(1):19-22.

Denegri A, Boriani G. High sensitivity C-reactive protein (hsCRP) and its implications in cardiovascular outcomes. *Curr Pharm Des.* 2021;27(2):263-275.

De Sa GB, Rodrigues GD, Soares PPDS. Cardiovascular autonomic regulation in fighter pilots: Lessons from active standing tests. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2023 Jan;43(1):20-27. doi: 10.1111/cpf.12788. Epub 2022 Sep 29.

Dhingra R, Vasan RS. Age as a cardiovascular risk factor. *Med Clin North Am.* 2012;96(1): 87–91.

Dikić MP. Određivanje skora kalcijuma koronarnih arterija kao skrining rane detekcije ishemijske bolesti srca kod asimptomatskih ispitanika s dijabetesom. doktorska disertacija Beograd 2016.

DiMenna FJ, Arad AD. Exercise as ‘precision medicine’ for insulin resistance and its progression to type 2 diabetes: a research review. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*(2018) 10:21 <https://doi.org/10.1186/s13102-018-0110-8>

Dimsdale JE. Psychological stress and cardiovascular disease. *J Am Coll Cardiol.* 2008;51(13): 1237–46.

Doosti A, Lofty Y, Bakshi E. Effects of hyperlipidemia on noiser induced hearing loss, *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg.* 2016, 68(2):211-3.

Eguchi K, Schwartz JE, Pickering TG, Hoshida S, Ishikawa J, Shimada K, Kario K. Increased heart rate variability during sleep is a predictor for future cardiovascular events in patients with type 2 diabetes. *Hypertension Research* 2010;33:737-42.

Elagizi A, Kachur S, Carbone S, Lavie CJ, Blair SN. A review of obesity, physical activity, and cardiovascular disease. *Curr Obes Rep.* 2020 Dec;9(4):571-581. doi: 10.1007/s13679-020-00403-z.

Engdahl B, Aarhus L, Lie A, Tambs K. Cardiovascular risk factors and hearing loss: The HUNT study, *Int J Audiol.* 2015;54(12):958-66.

Essien OE, Andy J, Ansa V, Otu AA, Udoh A. Coronary artery disease and the profile of cardiovascular risk factors in south Nigeria: a clinical and autopsy study. *Hindawi Publishing Corporation Cardiology Research and Practice* 2014; :804751. doi: 10.1155/2014/804751.

Falaschi P, Proietti A, De Angelis C, Martocchia A, Giarrizzo C, Biselli R, D'Urso R, D'Amelio R. Effects of mental stress on cardiovascular and endocrine response in Air Force Academy cadets. *Neuro Endocrinol Lett.* 2003 Jun-Aug;24(3-4):197-202.

Fan M, Sun D, Zhou T, Heianza Y, Lv J, Li L, Qi L. Sleep patterns, genetic susceptibility, and incident cardiovascular disease: a prospective study of 385 292 UK biobank participants. *Eur Heart J.* 2020;41(11):1182-1189. doi: 10.1093/eurheartj/ehz849.

Fang Q, Wang Z, Zhan Y, Li D, Zhang K, Zhou T, Yang H, Zhang C, Li X, Min X, Chen W, Guo H, He MA, Kong W, Wu T, Zhang X. Hearing loss is associated with increased CHD risk and unfavorable CHD-related biomarkers in the Dongfeng-Tongji cohort. *Atherosclerosis* 2018;271:70-76. doi: 10.1016/j.atherosclerosis.2018.01.048

Fernandez-Morales C, Espejo-Antúnez L, Clemente-Suárez VJ, Tabla-Hinojosa FB, Alborno-Cabello M. Analysis of heart rate variability during emergency flight simulator missions in fighter pilots. *BMJ Mil Health.* 2022 Dec 30:e002242. doi: 10.1136/military-2022-002242. Epub ahead of print.

Fernstrom M, Fernberg U, Eliason G, Hurtig-Wennlof A. Aerobic fitness is associated with low cardiovascular disease risk: the impact of lifestyle on early risk factors for atherosclerosis in young healthy Swedish individuals – the Lifestyle, Biomarker, and Atherosclerosis study. *Vascular Health and Risk Management* 2017;13:91-9.

Ferrannini G, Manca ML, Magnoni M, Andreotti F, Andreini D, Latini R, Maseri A, Maggioni AP, Ostroff RM, Williams SA, Ferrannini E. Coronary artery disease and type 2 diabetes: a proteomic study. *Diabetes Care*. 2020;43(4):843-851. doi: 10.2337/dc19-1902.

Fiuza-Luces C, Santos-Lozano A, Joyner M, Carrera-Bastos P, Picazo O, et al. Exercise benefits in cardiovascular disease: beyond attenuation of traditional risk factors. *Nat Rev Cardiol*. 2018;15(12):731-743. doi: 10.1038/s41569-018-0065-1.

Flint AC, Conell C, Ren X, Banki NM, Chan SL, Rao VA, Melles RB, Bhatt DL. Effect of systolic and diastolic blood pressure on cardiovascular outcomes. *N Engl J Med*. 2019 Jul 18;381(3):243-251. doi: 10.1056/NEJMoa1803180.

Franklin SS, Wong Nd. Hypertension and cardiovascular disease: contributions of the framingham heart study. *Global heart* 2013;8:49-57.

Fransen E, Topsakal V, Hendrickx JJ, Van Laer L, Huyghe J R, Van Eyken, et al. Occupational noise, smoking, and a high body mass index are risk factors for age-related hearing impairment and moderate alcohol consumption is protective: A European population-based multicenter study. *J Assoc Res Otolaryngol*, 2008;9(3):264–276. doi:10.1007/s10162-008-0123-1

Fruchart J-C, Nierman MC, Stroes ESG, MD, PhD, Kastelein JP, Duriez P. New risk factors for atherosclerosis and patient risk assessment, *Circulation* Volume 109, Issue 23_suppl_1, 15 June 2004, Pages III-15-III-19 <https://doi.org/10.1161/01.CIR.0000131513.33892.5b>

Fuentes-García JP, Clemente-Suárez VJ, Marazuela-Martínez MÁ, Tornero-Aguilera JF, Villafaina S. Impact of Real and Simulated Flights on Psychophysiological Response of Military Pilots. *Int J Environ Res Public Health*. 2021 Jan 18;18(2):787. doi: 10.3390/ijerph18020787. PMID: 33477710; PMCID: PMC7831919.

Galkina E, Ley K. Immune and inflammatory mechanisms of atherosclerosis. *Annu Rev Immunol*. 2009 ; 27: 165–197. doi:10.1146/annurev.immunol.021908.132620.

Garg R, Aggarwal S, Kumar R, Sharma G. Association of atherosclerosis with dyslipidemia and co-morbid conditions: A descriptive study. *J Nat Sci Biol Med* 2015;6(1):163-8.

Gerdts E, Sudano I, Brouwers S, Borghi C, Bruno RM, Ceconi C, Cornelissen V, Dievart F, Ferrini M, Kahan T, Lochen ML, Maas AHEM, Mahfoud F, Mihailidou AS, Moholdt T, Parati G, de Simone G. Sex differences in arterial hypertension. *Eur Heart J*. 2022 Dec 7;43(46):4777-4788. doi: 10.1093/eurheartj/ehac470.

Ghebreyesus TA. World health statistics 2022 – Monitoring health for the SDGs Sustainable Development Goals, available on: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240051157>, (pristupljeno 22.03.2024).

Gillinov S, Etiwy M, Wang R, Blackburn G, Phelan D, Gillinov AM, Houghtaling P, Javadikasgari H, Desai MY. Variable accuracy of wearable heart rate monitors during aerobic exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 2017 Aug;49(8):1697-1703.

Gode S, Turhal g, Kaya I, Mavili HI, Kirazli TK. Evaluation of procalcitonin and HS-CRP levels in sudden sensorineural hearing loss, *J Int Adv Otol* 2018;14(1):44-7 DOI: 10.5152/iao.2017.2780.

Goff DC Jr, Lloyd-Jones DM, Bennett G, O'Donnell CJ, Coady S, Robinson J, D'Agostino RB et al. A report of the American college of cardiology/American heart association task force on practice guidelines 2013 ACC/AHA cardiovascular risk. *Circulation*. 2013;00:000–000guidelinehttp://circ.ahajournals.org/lookup/suppl/doi:10.1161/01.cir.0000437741.48606.98/-/DC1.

Goit RK, Pant BN, Shrewastwa MK. Moderate intensity exercise improves heart rate variability in obese adults with type 2 diabetes. *Indian Heart Journal* 2018;70:486-91.

Gold S, Haran I, Attias J, Shapira I, Shahar A. Biochemical and cardiovascular measures in subjects with noise-induced hearing loss, *J Occup Med* 1989;31(11):933-7.

Golmohammadi R, Darvishi E. The combined effects of occupational exposure to noise and other risk factors – a systematic review, *Noise Health*. 2019; 21(101):125–141. Published online 2020 Jul 25. doi: 10.4103/nah.NAH_4_18: 10.4103/nah.

Gonzalez-Gonzalez S. Noise-induced hearing loss and tinnitus in military personnel, *M J E-Med*. 2018;3(1): 027 1-6.

Gordon B, Joachims Z, Cohen HB, Grossman A, Derazne E, Carmon E et al. Hearing loss in Israeli air force aviators: natural history and risk factors *MILMED* 2016;181(7):687-92.

Gray BJ, Stephens JW, Thomas M, Williams SP, Davies CA, Bracken RM. Role of cardiorespiratory fitness in lifetime cardiovascular risk prediction models: a cross-sectional analysis. *Lancet* 2017;390:S40; doi:https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32975-6.

Grant C, Ker JA. Autonomic response to exercise as measured by cardio-vascular variability, *SAJSM* 2008;20(4):102-8.

Green MS, Schwartz K, Harari G, Najeson T. Industrial noise exposure and ambulatory blood pressure nad hearth rate, *J Occup Med* 1991;33(8):879-83.

Grontved A, Koivula RW, Johansson I, Wennberg P, Ostergaard L, Hallmans G, i sur. Bicycling to work and primordial prevention of cardiovascular risk: A cohort study among Swedish men and women. *J Am Heart Assoc*. 2016;5: e004413 doi: 10.1161/JAHA.116.004413) 1-12.

Grosz A, Toth E, Peter I. A 10-year follow-up of ischaemic hearth disease risk factors in military pilots. *Mil Med* 2007;172(2):214-9.

Grundey SM, Pasternak R, Greenland P, Smith S Jr, Fuster V. Assessment of cardiovascular risk by use of multiple-risk-factor assessment equations a statement for healthcare professionals from the American heart association and the American college of cardiology. *Circulation* 1999;100:1481-92.

Gudbjartsson DF, Thorgeirsson G, Sulem P, Helgadottir A, Gylfason A, Saemundsdottir J, Bjornsson E et al. Lipoprotein(a) concentration and risks of cardiovascular disease and diabetes. *J Am Coll Cardiol*. 2019;17;74(24):2982-2994. doi: 10.1016/j.jacc.2019.10.019.

Gullu H, Caliskan M, Ciftci O, Erdogan d, Topcu S, Yildirim E et al. Light cigarette smoking impairs coronary microvascular functions as severely as smoking regular cigarettes. *Heart* 2007;93:1274–77.

Hackshaw A, Morris JK, Boniface S, Tang J-L, Milenković D. Low cigarette consumption and risk of coronary heart disease and stroke: meta-analysis of 141 cohort studies in 55 study reports. *BMJ* 2018;360:j5855 doi: 10.1136/bmj.j5855.

Hall-Lopez JA, Ochoa-Martínez PY, Moncada-Jimenez J, Mendez MAO, García IM, Martínez García IM. Reliability of the maximal oxygen uptake following two consecutive trials by indirect calorimetry, *Nutr Hosp*. 2015;31(4):1726-32.

Hamer M, Taylor A, Steptoe A. The effect of acute aerobic exercise on stress related blood pressure responses: A systematic review and meta-analysis, *Biological Psychology* 2005.

Han C, Ding D, Lopez M-C, Manohar S, Zhang Y, Kim M-J, Park H-L et al. Effects of long-term exercise on Age-related hearing loss in mice, *Journal of Neuroscience*, 2016;36(44):11308–19. doi:10.1523/jneurosci.2493-16.2016.

Han X, Wang Z, Wang J, Li Y, Hu H, Hu Y, X Zhao et al. Metabolic syndrome is associated with hearing loss among a middle-aged and older Chinese population: a cross-sectional study, *Annals of Medicine* DOI: 10.1080/07853890.2018.1469786.

Harrap SB. Public health, cardiovascular disease and molecular biology. *Kidney International* 1994;46:1546-9.

Hartiala JA, Han Y, Jia Q, Hilser JR, Huang P, Gukasyan J, Schwartzman WS, Cai Z, Biswas et al. Genome-wide analysis identifies novel susceptibility loci for myocardial infarction. *Eur Heart J*. 2021;42(9):919-33. doi: 10.1093/eurheartj/ehaa1040.

Hatmi ZN, Dabiran S, Kashani AS, Heidarzadeh Z, Darvishi Z, Raznahan M. Ankle-brachial index as a prognostic factor and screening tool in coronary artery disease: does it work? *J Teh Univ Heart Ctr* 2014;9(4):174-78.

Helal I, Zerelli L, Krid M, ElYounsi F, Maiz HB, Zouari B et al. Comparison of c-reactive protein and high-sensitivity c-reactive protein levels in patients on hemodialysis. *Saudi J Kidney Dis Transpl* 2012;23(3):477-83.

Helfand M, Buckley DI, Freeman M, Fu R, Rogers K, Fleming C, Humphrey LL. Emerging risk factors for coronary heart disease: a summary of systematic reviews conducted for the U.S. preventive services task force. *Ann Intern Med*. 2009;151:496-507.

Hense H-W, Schulte H, Löwel H, Assmann G, Keil U. Framingham risk function overestimates risk of coronary heart disease in men and women from Germany-results from the MONICA Augsburg and the PROCAM cohorts. *European Heart Journal* 2003;24:937-45.

Hermann A, Sitdikova G. Homocysteine: biochemistry, molecular biology and role in disease. *Biomolecules*. 2021 May 15;11(5):737. doi: 10.3390/biom11050737.

Hernesniemi JA, Sipilä K, Tikkakoski A, Tynkkynen JT, Mishra PP, Lyytikäinen LP, Nikus K, Nieminen T, Lehtimäki T, Kähönen M. Cardiorespiratory fitness and heart rate recovery predict sudden cardiac death independent of ejection fraction. *Heart*. 2020 Mar;106(6):434-440. doi: 10.1136/heartjnl-2019-315198.

Hinton J W, Rotheiler E, Howard A. Confusion between stress and state anxiety in a much used self-report “stress” inventory. *Personality and Individual Differences*, 1991;12(1), 91–4. doi:10.1016/0191-8869(91)90136-y.

Holdsworth DA, Parsons IT, Chamley R, Britton J, Pavitt C, Baksi AJ, Neubauer S, d'Arcy J, Nicol ED. Cardiac MRI improves cardiovascular risk stratification in hazardous occupations. *J Cardiovasc Magn Reson*. 2019 Jul 29;21(1):48. doi: 10.1186/s12968-019-0544-5.

Hollingworth M, Harper A, Hamer M. Dose–response associations between cycling activity and risk of hypertension in regular cyclists: The UK Cycling for Health Study *Journal of Human Hypertension* 2015;29:219–23.

Honkanen T, Mäntysaari M, Avela J, Kyröläinen H, Leino, T. Assessment of muscular fitness as a predictor of flight duty limitation. *Military Medicine* 2018;183:11-12 <https://doi.org/10.1093/milmed/usy089>.

Hu H, Tomita K, Kuwahara K, Yamamoto M, Uehara A i sur. Obesity and risk of hearing loss: a prospective cohort study, 2020;39(3):870-5.

Hull RH, Kerschen Sr The influence of cardiovascular health on peripheral and central auditory function in adults: a research review. *Am J Audiol* 19(1):9-16, 2010.

HZJZ.,2023a - Hrvatski zavod za javno zdravstvo, dostupno na: www.zzjzdnz.hr/zdravlje/pusenje-i-zdravlje/446 (pristupljeno 24.03.2024.)

HZJZ., 2023b – Hrvatski zavod za javno zdravstvo, dostupno na: www.hzjz.hr/sluzba-javno-zdravstvo/svjetski-dan-sluha, (pristupljeno 22.03.2024.)

HZJZ., 2022 - Hrvatski zavod za javno zdravstvo, dostupno na: <https://www.hzjz.hr/sluzba-epidemiologija-prevencija-nezaraznih-bolesti/odjel-za-koordinaciju-i-provodenje-programa-i-projekata-za-prevenciju-kronicnih-nezaraznih-bolest/dijabetes/> (pristupljeno: 24.03.2024.)

Iellamo F. Neural mechanisms of cardiovascular regulation during exercise. *Autonomic Neuroscience: Basic and Clinical* 2001;90:66-75.

Inouye M, Abraham G, Nelson CP, Wood AM, Sweeting Mj, Dudbridge F et al. Genomic risk prediction of coronary artery disease in 480,000 adults implications for primary prevention. *J Am Coll Cardiol* 2018;72:1883–93.

Iwanicka J, Iwanicki T, Niemiec P, Nowak T, Krauze J, Grzeszczak W et al. Relationship between rs854560 PON1 gene polymorphism and tobacco smoking with coronary artery disease, *Disease Markers* 2017;Volume 2017, Article ID 1540949, 7 pages.

Jahangir E, De Schutter A, Lavie CJ. Low weight and overweightness in older adults: risk and clinical management. *Prog Cardiovasc Dis.* 2014;57(2):127–33. <https://doi.org/10.1016/j.pcad.2014.01.001>.

Jakubowski H. Homocysteine modification in protein structure/function and human disease. *Physiol Rev.* 2019 Jan 1;99(1):555-604. doi: 10.1152/physrev.00003.2018. PMID: 30427275.

Jalali MM, Nasimidoust Azgomi M. Metabolic syndrome components and sudden sensorineural hearing loss: a case-control study. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2020;277(4):1023-1029. doi: 10.1007/s00405-020-05808-z.

Jaruchinda P, Thongdeetae T, Panichkul S, Hanchumpol P. Prevalence and an analysis of noise – induced hearing loss in army helicopter pilots and aircraft mechanics. *J Med Assoc Thai* 2005;88(3):S232-9.

Jayakody D M P, Almeida O P, Speelman C P, Bennett R J, Moyle T C, Yiannos J M, Friedland P L. Association between speech and high-frequency hearing loss and depression, anxiety and stress in older adults. *Maturitas*, 2018;110, 86–91. doi:10.1016/j.maturitas.2018.02.

Jebari-Benslaiman S, Galicia-García U, Larrea-Sebal A, Olaetxea JR, Alloza I, Vandebroek K, Benito-Vicente A, Martín C. Pathophysiology of atherosclerosis. *Int J Mol Sci.* 2022;23(6):3346. doi: 10.3390/ijms23063346.

Justin M. Bachmann, Laura F. DeFina, Luisa Franzini, Ang Gao, David S. Leonard, Kenneth H. Cooper, Jarett D. Berry, Benjamin L. Willis. Cardiorespiratory fitness in middle age and health care costs in later life. *JACC* 21015;66(17):1876–85.

Kamceva G, Arsova-Sarafinavska Z, Ruskovska T, Zdravkovska M, Kamceva-Panova L, Stikova E. Cigarette smoking and oxidative stress in patients with coronary artery disease, *Maced J Med Sci.* 2016;5;4:636-40.

Kampel-Furman L, Joachims Z, Bar-Cohen H, Grossman A, Frenkel-Nir Y, Shapira Y, Alon E, Carmon E, Gordon B. Hearing threshold shifts among military pilots of the Israeli Air Force. *J R Army Med Corps.* 2018 Feb;164(1):46-51. doi: 10.1136/jramc-2016-000758.

Kang D, Kim Y, Kim J, Hwang Y, Cho B, Hong T, Sung B, Lee Y. Effects of high occupational physical activity, aging, and exercise on heart rate variability among male workers, *Annals of Occupational and Environmental Medicine* 2015;27:22 1-11.doi: 10.1186/s40557-015-0073-0.

Katsiki N, Doumas M, Athyros VG, Karagiannis A. Hyperuricemia as a risk factor for cardiovascular disease. *Expert Rev Cardiovasc Ther* 2015;13(1):19–20.

Kaur R, Matharoo K, Sharma R, Bhanwer AJS. C-reactive protein + 1059 GNC polymorphism in type 2 diabetes and coronary artery disease patients. *Meta Gene* 2013;1:82–9.

Kelley AM, Curry I, Powell-Dunford N. Medical Suspension in Female Army Rotary-Wing Aviators. *Mil Med.* 2019 Mar 1;184(3-4):e143-e147. doi: 10.1093/milmed/usy154. PMID: 31222264.

Kei A, Koutsouka F, Makri A, Elisaf M. Uric acid and cardiovascular risk: What genes can say. *Int J Clin Pract.* 2018;72:e13048.

Kharamin S, Malekzadeh M, Aria A , Ashraf H , Shirazi HRG. Emotional processing In patients with ischemic heart diseases, *Macedonian Journal of Medical Sciences.* 2018;25;6(9):1627-1632.

Kim MB, Zhang Y, Chang Y, Ryu S, Choi Y, Kwon M-J, Moon IJ et al. Diabetes mellitus and the incidence of hearing loss: a cohort study, *International Journal of Epidemiology,* 2017;46(1):717-26. doi: 10.1093/ije/dyw243.

Kim SH, Won YS, Kim MG, Baek YJ, Oh I-H, Yeo SG. Relationship between obesity and hearing loss, 2016;136(10):1046-50.

Kianoush S, Yakoob MY, Al-Rifai M, DeFilippis AP, Bittencourt MS, Bruce B i sur. Associations of cigarette smoking with subclinical inflammation and atherosclerosis: ELSA-Brasil (The Brazilian Longitudinal Study of Adult Health) *J Am Heart Assoc* 2017;6:e005088. doi:10.1161/JAHA.116.005088.

Kittnar O. Selected sex related differences in pathophysiology of cardiovascular system. *Physiol Res.* 2020 Feb 19;69(1):21-31. doi: 10.33549/physiolres.934068. Epub 2019 Dec 19.

Kjeldsen EW, Nordestgaard LT, Frikke-Schmidt R. HDL Cholesterol and Non-Cardiovascular Disease: A Narrative Review. *Int J Mol Sci.* 2021 Apr 27;22(9):4547. doi: 10.3390/ijms22094547.

Klarić Z.(2016), Varijabilnost srčanog ritma, Zbornik radova 25. ljetne škole kineziologa RH,(ur. Findak V.),Hrvatski kineziološki savez, Zagreb, 2016;429-437.

Klaster projekt Kineziološkog fakulteta sveučilišta u Zagrebu; „Definiranje antropološkog statusa pripadnika OS RH“ i podprojekt „Struktura i vrednovanje kondicijske pripremljenosti vojnih pilota“ 2008.

Kobayashi A. Trace element and hormonal responses during flight aptitude test. *Aviat Space Environ Med.* 1996 Apr;67(4):333-7.

Kobiyama K, Ley K. Atherosclerosis. *Circ Res.* 2018;123(10):1118-1120. doi: 10.1161/CIRCRESAHA.118.313816.

Kocmur BI. The mechanism of the emergence of atherosclerosis, new perspectives. *SM Atheroscler J.* 2017; 1(1): 1004.

Kodama S, Saito K, Tanaka S, et al. Cardiorespiratory fitness as a quantitative predictor of all-cause mortality and cardiovascular events in healthy men and women: a meta-analysis. *JAMA.* 2009;301(19):2024–35. <https://doi.org/10.1001/jama.2009.681>.

Kokić S. Čimbenici rizika za razvoj kardiovaskularnih bolesti u oboljelih od šećerne bolesti. *Endocrinology Medix* 2014;112:228-38.

Kolkhorst FW, Smaldino JJ, Wolf SC, Battani LR, Plakke BL, Huddleston S, Hensey LD. Influence of fitness on Susceptibility to noise-induced temporary treshold shift. *Med Sci Sport Exerc.* 1998;30(2):289-93. doi:10.1097/00005768-199802000-00018.

Koosha P, Roohafza H, Sarrafzadegan N, Vakhshoori M, Talaei M, Sheikhbahaei E, Sadeghi M. High sensitivity C-reactive protein predictive value for cardiovascular disease: A Nested Case Control from Isfahan Cohort Study (ICS). *Glob Heart.* 2020 Feb 6;15(1):3. doi: 10.5334/gh.367.

Kristensen STS, Scharling PH. Stress and life dissatisfaction are inversely associated with jogging and other types of physical activity in leisure time - The Copenhagen City Heart Study, *Scand J Med Sci Sports* 2005;15 107.112.

Kubozono T, Miyata M, Ueyama K, Hamasaki S, Kusano K, Kubozono O et al. Acute and chronic effects of smoking on arterial stiffness. *Circ J* 2011;75:698–702.

Kuo C-Y, Hung C-L, Chen H-C, Shih C-P, li R-H et al. The immediate and long-term impact of military aircraft noise on hearing: A cross-sctiaonal comparisionof fighter pilots and groun staff. *Int J Environ Res Public Health* 2021;18(6):2982.

Kuronen P. Military aviation noise noise-induced hearing impairment and noise protection, Academic Dissertation University of Ouluon September 3rd, 2004,

Kuwabara M, Kuwabara R, Niwa K, Hisatome I, Smits G, Roncal-Jimenez CA et al. Different risk for hypertension, diabetes, dyslipidemia, and hyperuricemia according to level of body mass index in japanese and american subjects. *Nutrients* 2018, 1011; doi: 10.3390/nu10081011

Kuwabara M. Hyperuricemia, cardiovascular disease and hypertension. *Pulse* 2015;3:242-52

Kuznetsova T. Sex differences in epidemiology of cardiac and vascular disease, Springer International Publishing AG, part of Springer Nature 2018P. L. M. Kerkhof, V. M. Miller (eds.), Sex-specific analysis of cardiovascular function, *Adv Exp Med Biol.* 2018;1065:61-70. doi: 10.1007/978-3-319-77932-4_4.

Lampert R, Bremner JD, Su S, Miller A, Lee F, Cheema F, Goldberg J, Vaccarino V. Decreased heart rate variability is associated with higher levels of inflammation in middle-aged men, *Am Heart J* 2008;156(4):759.e1–759.e7.

Landecho MF, Tuero C, Valentí V, Bilbao I, de la Higuera M, Frühbeck G. Relevance of leptin and other adipokines in obesity-associated cardiovascular risk. *Nutrients.* 2019;11(11):2664. <https://doi.org/10.3390/nu11112664>.

Lang GT, Harrigan MJ. Changes in hearing thresholds as measured by decibels of hearing loss in British Army Air Corps lynx and apache pilots. *Mil Med.* 2012;177(11):1431-7.

Larsson B, Svardsudd K, Welin L, Wilhelmsen L, Bjorntorp P, Tibblin G. Abdominal adipose tissue distribution, obesity, and risk of cardiovascular disease and death: 13 year follow up of participants in the study of men born in 1913. *British Medical Journal* 1984;288:1401-4.

Laudisio A, Navarini L, Margiotta DPE, Gemma A, Giovannini S, Saviano A, Bernabei R et al. Inflammation as a mediator of the association between osteoporosis and hearing loss in older subjects: a population-based study, *Eur Rev Med Pharmacol Sci* 2018;22(5):1451-6. DOI: 10.26355/eurev_201803_14492.

Lauer MS. Risk stratification for sudden cardiac death a puzzle beyond p values. *JACC* 2010;56(18):1484–5.

Lavie CJ, Milani RV, MD, Ventura HO. Obesity and cardiovascular disease risk factor, paradox, and impact of weight loss. *J Am Coll Cardiol* 2009;53:1925–32.

Lecca LI, Campagna M, Portoghese I, Galletta M, Mucci N, Meloni M, Cocco P. Work related stress, well-being and cardiovascular risk among flight logistic workers: an observational study *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2018;15:1952 1-15.

Leedy MG, Wilson MS. Testosterone and cortisol levels in crewmen of U.S. Air Force fighter and cargo planes. *Psychosom Med.* 1985 Jul-Aug;47(4):333-8. doi: 10.1097/00006842-198507000-00003.

Lee JH, Wecchang K, Yaang SR, Choy N, Lee CR. Cohort study for the effect of chronic noise exposure on blood pressure among male workers in Busan, Korea, *Am J Ind Med* 2009;52:509–17.

Leino TK, Leppäluoto J, Ruokonen A, Kuronen P. Neuroendocrine responses to psychological workload of instrument flying in student pilots. *Aviat Space Environ Med.* 1999 Jun;70(6):565-70.

Leone A. How does to quit smoking influence the effects of other major cardiovascular risk factors? *J Cardiol Curr Res* 2015;3(6): 00125. doi: 10.15406/jccr 2015.03.00125

Li H-R, Lu T-M, Cheng H-M, Lu D-Y, Chiou C-W, Chuang S-Y i sur. Additive value of heart rate variability in predicting obstructive coronary artery disease beyond Framingham risk. *Circ J* 2016;80:494-501.

Li H, Konja D, Wang L, Wang Y. Sex Differences in adiposity and cardiovascular diseases. *Int J Mol Sci.* 2022 Aug 19;23(16):9338. doi: 10.3390/ijms23169338.

Lin KH, Chen YJ, Yang SN, Liu MW, Kao CC, Nagamine M, Vermetten E, Lin GM. Association of Psychological Stress with Physical Fitness in a Military Cohort: The CHIEF Study. *Mil Med.* 2020 Aug 14;185(7-8):e1240-e1246. doi: 10.1093/milmed/usz469.

Libby P. Inflammation during the life cycle of the atherosclerotic plaque. *Cardiovasc Res.* 2021;22;117(13):2525-2536. doi:10.1093/cvr/cvab303.

Libby P. The changing landscape of atherosclerosis. *Nature.* 2021;592(7855):524-533. doi: 10.1038/s41586-021-03392-8.

Lichtenstein AH. Dietary fat and cardiovascular disease: ebb and flow over the last half century. *Adv Nutr.* 2019;10(4):S332-9. doi:10.1093/advances/nmz024.

Lind L, Sundstrom J, Avlovov J, Lampa E. Impact of aging on the strength of cardiovascular risk factors: a longitudinal study over 40 years. *J Am Heart Assoc.* 2018;7:e007061. doi:10.1161/JAHA.117.007061.

Liu C, Dhindsa D, Almuwaqqat Z, Ko YA, Mehta A, Alkhoder AA, Alras Z, Desai SR et al. Association between high-density lipoprotein cholesterol levels and adverse cardiovascular outcomes in high-risk populations. *JAMA Cardiol.* 2022;7(7):672-680. doi:10.1001/jamacardio.2022.0912.

Liu H, Chen X, Hu X, Niu H, Tian R, Wang H, Pang H i sur. Alterations in the gut microbiome and metabolism with coronary artery disease severity. *Microbiome.* 2019; 26;7(1):68. doi:10.1186/s40168-019-0683-9.

Lloyd-Jones DM. Cardiovascular risk prediction basic concepts, current status, and future directions. *Circulation.* 2010;121:1768-77.

Lollgen H, Leyk D. Exercise testing in sports medicine. *Dtsch Arztebl Int.* 2018;15; 115 (24):409-416. doi: 10.3238/arztebl.2018.0409.

Loprinzi PD, Cardinal BJ, Gilham B. Assotiation between cardirespiratory fitness and hearing sensitivity. *Am J Audiol* 2012;21(1):33-40. doi:10.1044/1059-0889(2011/11-0024).

Lucini D, Pagani M. Heart rate variability, autonomic regulation and myocardial ischemia. *Int J Cardiol.* 2020 Aug 1;312:22-23. doi: 10.1016/j.ijcard.2020.03.012. Epub 2020 Mar 6.

Lundman P, Eriksson MJ, Stühlinger M, Cooke JP, MD, Hamsten A, MD, Tornvall P. Mild-to-moderate hypertriglyceridemia in young men is associated with endothelial dysfunction and increased plasma concentrations of asymmetric dimethylarginine. *J Am Coll Cardiol* 2001;38:111–6.

Maassen M, Babisch W, Bachmann KD, Ising H, Lehnert G, Plath P, Plinkert P, Rebentisch, Schuschke E. Ear damage caused by leisure noise. *HNO,* 1999;47:236-48.

Maculewicz E, Pabin A, Kowalczyk K, Dziuda L, Bialek A. Endogenous risk factors of cardiovascular diseases (CVDs) in military professionals with a special emphasis on military pilots. *J Clin Med.* 2022 Jul 25;11(15):4314. doi: 10.3390/jcm11154314.

Malakar AK, Choudhury D, Halder B, Paul P, Uddin A, Chakraborty S. A review on coronary artery disease, its risk factors, and therapeutics. *J Cell Physiol* 2019;234(10):16812-16823. doi:10.1002/jcp.28350.

Malinow MR, Bostom AG, Krauss RM. Homocyst(e)ine, diet, and cardiovascular diseases a statement for healthcare professionals from the Nutrition committee, American heart association. *Circulation.* 1999;99:178-82.

Mallat Z, Besnard S, Duriez M, Deleuze V, Emmanuel F, Bureau MF. Protective role of interleukin-10 in atherosclerosis. *Circ Res.* 1999;85:e17-e24.

Malpica D. Metabolic Syndrome, Hyperlipidemias, and Associated Clinical Markers Among Military Airmen. *Aerosp Med Hum Perform.* 2023 Aug 1;94(8):604-609. doi: 10.3357/AMHP.6242.2023. PMID: 37501307.

Mandsager K, Harb S, Cremer P, Phelan D, Nissen SE, Jaber W. Association of cardiorespiratory fitness with long-term mortality among adults undergoing exercise treadmill testing. *JAMA network open.* 2018;1(6):e183605. doi:10.1001/jamanetworkopen.2018.3605.

Man JJ, Beckman JA, Jaffe IZ. Sex as a biological variable in atherosclerosis. *Circ Res.* 2020;126(9):1297-1319. doi: 10.1161/CIRCRESAHA.120.315930.

Mansikka H, Simola P, Virtanen K, Harris D, Oksama L. Fighter pilots' heart rate, heart rate variation and performance during instrument approaches. *Ergonomics* 2016;59(10)1344–52. doi:10.1080/00140139.2015.1136699.

Mao L, Geng GY, Han WJ, Zhao MH, Wu L, Liu HL. Interleukin-6 (IL-6) -174G/C genomic polymorphism contribution to the risk of coronary artery disease in a Chinese population *Genetics and Molecular Research* 2016 15 (2): gmr.15027803 1-7.

Mazurek K, Wielgosz A, Efenberg B, Orzel A. Cardiovascular risk factors in supersonic pilots in Poland. *Aviat Space Environ Med.* 2000 Dec;71(12):1202-5.

McAuley PA, Sui X, Church TS, Hardin JW, Myers JN, Blair SN. The joint effects of cardiorespiratory fitness and adiposity on mortality risk in men with hypertension. *Am J Hypertens* 2009;22:1062-99.

McAuley P, Pittsley J, Myers J, Abella J, Froelicher VF. Fitness and fatness as mortality predictors in healthy older men: the veterans exercise testing study. *J Gerontol Ser A Biol Sci Med Sci.* 2009;64(6):695–9. <https://doi.org/10.1093/gerona/gln039>.

McEvoy JW, Blaha MJ, DeFilippis PA, Lima JAC, Bluemke DA, Hundley WG et al. Cigarette smoking and cardiovascular events: role of inflammation and subclinical atherosclerosis: the multi-ethnic study of atherosclerosis (MESA). *Arterioscler Thromb Vasc Biol.* 2015;35(3):700–9.

McEvoy JW, Nasir K, DeFilippis AP, Lima JAC, Bluemke DA, Hundley WG et al. The relationship of cigarette smoking with inflammation and subclinical vascular disease: the multi-ethnic study of atherosclerosis. *Arterioscler Thromb Vasc Biol.* 2015;35(4):1002–10.

Mehu M, Narasimhulu CA, Singla DK. Inflammatory cells in atherosclerosis. *Antioxidants (Basel).* 2022 Jan 26;11(2):233. doi: 10.3390/antiox11020233.

Meng L-B, Qi R, Xu L, Chen Y, Yu Z, Guo P, Gong T. The more critical murderer of atherosclerosis than lipid metabolism: chronic stress lipids. *Health and Disease* 2018;17:143.

Merz AA, Cheng S. Sex differences in cardiovascular ageing. *Heart.* 2016 June 01; 102(11): 825–831. doi:10.1136/heartjnl-2015-308769.

Mikkola TS, Gissler M, Merikukka M, Tuomikoski P, Ylikorkala O. Sex differences in age-related cardiovascular mortality. *PLoS One*. 2013 May 20;8(5):e63347. doi: 10.1371/journal.pone.0063347.

Mišigoj Duraković M, Koronarna bolest srca. U: Mišigoj Duraković M i sur, ur Tjelesno vježbanje i zdravlje. Zagreb: Grafos; 1999, str 205-17.

Mišigoj-Duraković M, Duraković Z. Povezanost tjelesne spremnosti i rizika za razvoj srčano-žilnih bolesti. *Zbornik radova 19. ljetne škole kineziologa republike hrvatske 2010*:61-8.

Mišigoj-Duraković M. Pog koronarna bolest srca str. 270 Marjeta Mišigoj-Duraković i suradnici tjelesno vježbanje i zdravlje drugo dopunjeno izdanje znanje 2018.

Mofateh M, Karimi Q, Hosseini MH, Sharif-Zadeh GR. Effect of smoking on hearing loss in refractory's factory male worker with occupational noise exposure in Iran, *J Pak Med Assoc*. 2017;67(4):605-608.

Montazerifar A, Bolouri A, Mozaffar MM, Karajibani M. The prevalence of metabolic syndrome in coronary artery disease patients. *Cardiol Res*. 2016;7(6):202-208.

Muhr P, Johnson AC, Selander J, Svensson E, Rosenhall U. Noise exposure and hearing impairment in Air Force pilots. *Aerosp Med Hum Perform*. 2019;90(9):757-763. doi: 10.3357/AMHP.5353.2019.

Muller AM, Wang NY, Yao J, Tan CS, et al. Heart rate measures from wrist-worn activity trackers in a laboratory and free-living setting: validation study, *JMIR Mhealth Uhealth*. 2019 Sep; 7(10): e14120.

Muller R, Schneider J. Noise exposure and auditory thresholds of German airline pilots: a cross-sectional study, 2017 maj 30;7(5):e012913.

Murdock DR, Venner E, Muzny DM, Metcalf GA, Murugan M, Hadley TD, et al. Genetic testing in ambulatory cardiology clinics reveals high rate of findings with clinical management implications. *Genet Med*. 2021;23(12):2404-2414. doi: 10.1038/s41436-021-01294-8.

Nadruz W, Gonçalves A, Claggett B, Roca GK, Shah AM, Cheng S et al. Solomon. Influence of cigarette smoking on cardiac biomarkers: the atherosclerosis risk in communities (ARIC) Study *J Heart Fail*. 2016;18(6):629–37.

Nair S, Kashyap RC. Prevalence of noise induced hearing loss in indian air force personnel, *MJAFI* 2009;65:247-51.

Nakazato R, Arsanjani R, Achenbach S, Gransar H, Cheng VY, Dunning A, Lin FY et al. Age-related risk of major adverse cardiac event risk and coronary artery disease extent and severity by coronary CT angiography: results from 15 187 patients from the International Multisite CONFIRM Study *European Heart Journal – Cardiovascular Imaging* 2014;15,586–594.

Nance R, Delaney J, McEvoy JW, Blaha MJ, Burke G, Navas-Acien A et al. Smoking intensity [pack/day] is a better measure than pack- years or smoking status for modeling cardiovascular disease outcomes. *J Clin Epidemiol* 2017;81:111–9.

Nancheva R, Minkovski L. Physical work capacity of Bulgarian air force pilots. *Rev Environ Health*. 1994;10(1):63-5. doi: 10.1515/reveh.1994.10.1.63.

Narula N, Olin JW, Narula N. Pathologic disparities between peripheral artery disease and coronary artery disease. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. 2020 Sep;40(9):1982-1989. doi: 10.1161/ATVBAHA.119.312864.

Nash SD, Cruickshanks KJ, Zhan W, Tsai MY, Klein R, Chappell R, Nieto FJ, Klein BE, Schubert CR, Dalton DS, Tweed TS. Long-term assessment of systemic inflammation and the cumulative incidence of age related hearing impairment in the epidemiology of hearing loss study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2014;69:207–14.

Nauman J, Nes BM, Lavie CJ, Jackson AS, Sui X, MD, Coombes JS i sur. Prediction of cardiovascular mortality by estimated cardiorespiratory fitness independent of traditional risk factors: the HUNT study. *Mayo Clin Proc* 2016:1-10
<http://dx.doi.org/10.1016/j.mayocp.2016.10.007>.

Nayara Y, Tamburus NY, Paula R, Kunz VC, Cesar MC, Moreno MA, Da Silva E. Interval training based on ventilatory anaerobic threshold increases cardiac vagal modulation and decreases high-sensitivity c-reactive protein: randomized clinical trial in coronary artery disease. *Braz J Phys Ther* 2015;19(6):441-50.

Niemiec P, Nowak T, Iwanicki, Gorzynska-Kosiorz S, Balcerzyk A, Krauze J, Grzeszczak W, Wiecha M, Zak I. The rs2516839 Polymorphism of the USF1 gene may modulate serum triglyceride levels in response to cigarette smoking, *Int. J. Mol. Sci.* 2015,16,13203-16.

NN 2015 – Narodne novine broj 134/2015, od 11. prosinca 2015. dostupno na: NN – 2015 – 134 – 11.12.2015.indd (pristupljeno 22.03.2024).

Noonan V, Dean E. Submaximal exercise testing: Clinical application and interpretation. *Phys Ther*. 2000;80:782-807.

Nunan D, Sandercock GRH, Brodie DA. Quantitative systematic review of normal values for short-term heart rate variability in healthy adults, *PACE* 2010;33:1407-17.

O’Neal WT, Chen LY, Nazarian S, Soliman EZ. Reference ranges for short-term heart rate variability measures in individuals free of cardiovascular disease: The multi-ethnic study of atherosclerosis (MESA), *J Electrocardiol*. 2016;49(5):686–90.
doi:10.1016/j.jelectrocard.2016.06.008.

Oguma Y, Sesso H D, Paffenbarger Jr. R S, Lee I-M. Physical activity and all cause mortality in women: a review of the evidence. *Br J Sports Med*, 2002;36:162–72.

Oikonomou EK, Antoniadou C. The role of adipose tissue in cardiovascular health and disease. *Nat Rev Cardiol*. 2019;16(2):83–99. <https://doi.org/10.1038/s41569-018-0097-6>.

Oliveira RS, Barker AR, Wilkinson KM, Abbott RA, Williams CA. Is cardiac autonomic function associated with cardiorespiratory fitness and physical activity in children and adolescents? A systematic review of cross-sectional studies. *Int Jour of Cardiol* 2017;236:113-22.

Oliveira-Silva I, Boullosa DA. Physical fitness and dehydration influences on the cardiac autonomic control of fighter pilots. *Aerosp Med Hum Perform* 2015;86(10):875-80.

Orsello CA, Moore JE, Reese C. Sensorineural hearing loss incidence among U.S. military aviators between 1997 and 2011, *Aviat Space Environ Med* 2013;84:975–9.

Ortega FB, Cadenas-Sanchez C, Migueles JH, Labayen I, Ruiz JR, Sui X, et al. Role of physical activity and fitness in the characterization and prognosis of the metabolically healthy obesity phenotype: a systematic review and meta-analysis. *Prog Curr Obes Rep Cardiovasc Dis*. 2018;61(2):190–205. <https://doi.org/10.1016/j.pcad.2018.07.008>.

Otsuka R, Watanabe H, Hirata K, Tokai K, Muro T, Yoshiyama M et al. Acute effects of passive smoking on the coronary circulation in healthy young adults. *JAMA*. 2001;286:436-41.

Ouimet M, Barrett TJ, Fisher EA. HDL and Reverse Cholesterol Transport. *Circ Res*. 2019 May 10;124(10):1505-1518. doi: 10.1161/CIRCRESAHA.119.312617.

Pagliaccio D, Luby JL, Bogdan R, Agrawal A, Gaffrey MS. Stress-system genes and life stress predict cortisol levels and amygdala and hippocampal volumes in children, *Neuropsychopharmacology* 2014;39:1245–53; doi:10.1038/npp.2013.327; published online 8 January 2014.

Panagiotakos DB, Fitzgerald AP, Pitsavos C, Pipilis A, Graham I, Stefanadis C. Statistical modelling of 10-year fatal cardiovascular disease risk in Greece: the Hellenicscore (a calibration of the esc SCORE project). *Hellenic J Cardiol* 2007;48:55-63.

Pandrc M, Ratković N, Perić V, Stojanović M, Kostovski V, Rančić N. Prevalence of traditional cardiovascular risk factors for coronary artery disease and elevated fibrinogen among active military personnel in Republic of Serbia: A-cross sectional study. *J Med Biochem* 2022;8;41(2):221-9.

Parker PE, Stepp RJ, Snyder QC. Morbidity among airline pilots: the AMAS experience. *Aviation Medicine Advisory Service*. *Aviat Space Environ Med*. 2001 Sep;72(9):816-20.

Pavić E. Utjecaj mediteranske i standardne hipolipemičke dijeta na biokemijske pokazatelje u visokorizičnih bolesnika za razvoj srčanožilnih bolesti Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeni-biotehnoški fakultet 2020. Doktorski rad.

Peela JR, Latiwesh OB, Elshaari F, Hussain A, Tabrez E, Vighianco E, Edwards A, Ali F, Rawal AK. Investigating the atherogenic risk of lipoprotein(a) in type 2 diabetic patients. *Cureus* 2018;10(7):e3030. doi:10.7759/cureus.3030.

Pell JP, Haw S, Cobbe S, Newby DE, Pell ACH, Fischbacher C et al. Smoke-free legislation and hospitalizations for acute coronary syndrome. *N Engl J Med* 2008;359:482-91.

Pencina MJ, D'Agostino RB, Larson MG, Massaro JM, Vasan RS. Predicting the 30-year risk of cardiovascular disease the Framingham heart study. *Circulation*. 2009;119:3078-84.

Picano JJ. An empirical assessment of stress-coping styles in military pilots. *Aviat Space Environ Med*. 1990 Apr;61(4):356-60. PMID: 2339973.

Pinna GD, Maestri R, Turunski A, Danilovicz-Szymanowicz L, Szwoch M, La Rovere M-T, Raczak G. Heart rate variability measures: a fresh look at reliability *Clinical Science* 2007;113, 131–40.

Pipicz M, Demjan V, Sarkozy M, Csont T. Effects of cardiovascular risk factors on cardiac STAT3 *Int. J. Mol. Sci*. 2018;19:3572; doi:10.3390/ijms19113572 1-23.

Plews DJ, Scott B, Altini M, Wood M, Kilding AE, Lause PB. Comparison of heart-rate-variability recording with smartphone photoplethysmography, Polar H7 chest strap, and electrocardiography, *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2017;12:1324-1328 <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0668>.

Polinsky RJ. Age, sex, and gene expression score identifies a symptomatic, nondiabetic male patient as being at high risk of obstructive coronary artery disease *SAGE Open Medical Case Reports* 2018;6:1-4. doi: 10.1177/2050313X17749081.

Power C, Snehal M, Pereira P, Law C, Ki M. Obesity and risk factors for cardiovascular disease and type 2 diabetes: Investigating the role of physical activity and sedentary behaviour in mid-life in the 1958 British cohort. *Atherosclerosis* 233 (2014) 363e369.

Pradhapan P, Tarvainen MP, Nieminen T, Lehtinen R, Nikus K, Lehtimäki T i sur. Effect of heart rate correction on pre- and post-exercise heart rate variability to predict risk of mortality-an experimental study on the FINCAVAS cohort *Frontiers in Physiology. Clinical and Translational Physiology* June 2014;208(5):1-9.

Prajapati et al. Sex differences in heart: from basics to clinics Chandra Prajapati, Jussi Koivumäki, Mari Pekkanen-Mattila and Katriina Aalto-Setälä. *European Journal of Medical Research* 2022;27:241. <https://doi.org/10.1186/s40001-022-00880-z>.

Prasher D, Greenway SC, Singh RB. The impact of epigenetics on cardiovascular disease. *Biochem Cell Biol*. 2020;98(1):12-22. doi: 10.1139/bcb-2019-0045.

Prokopczyk A, Wochynski Z. Changes in physical fitness and body composition of pilot cadets before and after a process of directed flight preparation. *BMC Sports Sci Med Rehabil*. 2022 Aug 10;14(1):153. doi: 10.1186/s13102-022-00547-6.

Prkačin I. Tjelesna aktivnost u prevenciji liječenju arterijske hipertenzije u Babić Z i sur. *Spoerska kardiologija kardiologija sporta, tjelesne i radne aktivnosti Medicinska naklada* 2018 str 186-195. Published online 2019 Oct 2. doi: 10.2196/14120: 10.2196/14120.

Przewozny T, Gojska-Grymajlo A, Kwarciany M, Gasecki D, Narkiewicz K. Hypertension and cochlear hearing loss. *Blood Pressure*, 2015;24(4):199-205, doi: 10.3109/08037051.2015.

Quertier D, Goudard Y, Goin G, Régis-Marigny L, Sockeel P, Dutour A, Pauleau G, De La Villéon B. Overweight and Obesity in the French Army. *Mil Med.* 2022 Jan 4;187(1-2):e99-e105. doi: 10.1093/milmed/usaa369.

Radanović B, Salaj B. Buka i akustična truma 319-44, Šarić M, Žuškin. *Medicina rada i okoliša. Medicinska naklada Zagreb* 2002.

Rajkumar S, Schmidt-Trucksass A, Wellenius GA, Bauer GF, Huynh CK, Moeller A, Roosli m, The effect of workplace smoking bans on heart rate variability and pulse wave velocity of non-smoking hospitality workers *J Public Health.* 2014;59(4):577–85.

Ramos RM, Coelho HJ, Prado RCR, Da Silva RS, Asano RY, Prestes J et al. Moderate aerobic training decreases blood pressure but no other cardiovascular risk factors in hypertensive overweight/obese elderly patients. *Gerontology & Geriatric Medicine* 2018 Volume 4: 1–8 doi : 10.1177/2333721418808645

Ravani JPR, Sbaffi BC, Monteiro AC, Carrocino KMC, Doimo LA, Ferreira FG. The Visceral Adiposity Index Is a Better Predictor of Excess Visceral Fat in Military Pilots: A Cross-sectional Observational Study. *Mil Med.* 2023 Jul 22;188(7-8):e2003-e2009. doi: 10.1093/milmed/usac319. PMID: 36269115.

Raynal M, Kossowski M, Job A. Hearing in military pilots: one-time audiometry in pilots of fighters, transports, and helicopters. *Aviat Space Environ Med.* 2006 Jan;77(1):57-61.

Reis LN, Renner JDP, Reuter CP, Horta JA, Paiva DN, Valim AR, Sehn AP, Mello ED, Burgos MS. Hyperuricemia is associated with low cardiorespiratory fitness levels and excess weight in schoolchildren, 2017;93(5):538-43. doi: 10.1016/j.jpeds.2016.11.011.

Ridker PM, Silvertown JD. Inflammation, C-reactive protein, and atherothrombosis. *J Periodontol.* 2008 Aug;79(8 Suppl):1544-51. doi: 10.1902/jop.2008.080249.

Rifai M, DeFillippis AP, McEvoy JW, Hall ME, Acien AN, Jones MR i sur. The relationship between smoking intensity and subclinical cardiovascular injury: The Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis (MESA) Atherosclerosis. 2017;258:119-30.

Rintala H, Hakkinen A, Siitonen S, Kyrolainen H. Relationships between physical fitness, demands of flight duty and musculoskeletal symptoms among military pilots. *Military Medicine,* 2015;180(8):1233-8.

Roberts R, Campillo A, Schmitt M. Prediction and management of CAD risk based on genetic stratification. *Trends Cardiovasc Med.* 2020;30(6):328-334. doi: 10.1016/j.tcm.2019.08.006.

Ross R, Neeland IJ, Yamashita S, Shai I, Seidell J, Magni P, Santos RD, Arsenault B, Cuevas A, Hu FB, Griffin BA, Zambon A, Barter P, Fruchart JC, Eckel RH, Matsuzawa Y, Després JP. Waist circumference as a vital sign in clinical practice: a consensus statement from the IAS and ICCR working group on visceral obesity. *Nat Rev Endocrinol.* 2020;16(3):177-189. doi: 10.1038/s41574-019-0310-7.

Russell DW, Kazman J, Russell CA. Body Composition and Physical Fitness Tests Among US Army Soldiers: A Comparison of the Active and Reserve Components. *Public Health Rep.* 2019 Sep/Oct;134(5):502-513. doi: 10.1177/0033354919867069.

Rygiel K. Hypertriglyceridemia - common causes, prevention and treatment strategies. *Curr Cardiol Rev.* 2018 Mar 14;14(1):67-76. doi: 10.2174/1573403X14666180123165542.

Sammito S, Guttler N. Cardiovascular risk profiles in German air force pilots. *BMJ Mil Health.* 2020 Nov 30;bmjmilitary-2020-001608. doi: 10.1136/bmjmilitary-2020-001608.

Santos S, Parraca JA, Fernandes O, Villafaina S, Clemente-Suarez VJ, Melo F. The effect of expertise during simulated flight emergencies on the autonomic response and operative performance in military pilots. *Int J Environ Res Public Health.* 2022 Jul 27;19(15):9141. doi: 10.3390/ijerph19159141.

Sharabi Y, Reshef-Haran I, Burstein M, Eldad A. Cigarette smoking and hearing loss: lessons from the young adult periodic examinations in Israel (YAPEIS) database, *Isr Med Assoc J,* 2002;4(12):1118-20.

Sharma VK, Subramanian SK, Arunachalam V, Rajendran R. Heart rate variability in adolescents—normative data stratified by sex and physical activity. *Journal of Clinical and Diagnostic Research.* 2015;9(10):8-13.

Shim HS, Shin HJ, Kim MG, Kim JS, Jung SY, Kim SH, Yeo SG. Metabolic syndrome is associated with hearing disturbance, *Acta Oto-Laryngologica,* doi: 10.1080 /00016489.2018.1539515.

Shlomai G, Ovdad T, Klempfner R, Leibowitz A, Grossman E. Non-interventional weight changes affect systolic blood pressure in normotensive individuals. *J Clin Hypertens (Greenwich).* 2021 May;23(5):990-998. doi: 10.1111/jch.14228.

Shreya D, Zamora DI, Patel GS, Grossmann I, Rodriguez K, Soni M, Joshi PK, Patel SC, Sange I. Coronary artery calcium score - a reliable indicator of coronary artery disease? *Cureus.* 2021;3;13(12):e20149. doi: 10.7759/cureus.20149.

Shrivastava AK, Singh SK. C-reactive protein, inflammation and coronary heart disease. *The Egyptian Heart Journal,* 2015;67:89–97.

Shufelt CL, Pacheco C, Tweet MS, Miller VM. Sex-specific physiology and cardiovascular disease. *Adv Exp Med Biol.* 2018;1065:433-454. doi: 10.1007/978-3-319-77932-4_27.

Silva DS, Franklin BA, Forman DE, Araujo CGS. Influence of age in estimating maximal oxygen uptake. *Journal of Geriatric Cardiology* 2016;13:126-31.

Sjoberg N, Brinkworth GD, Wycherley TP, Noakes M, Saint DA. Moderate weight loss improves heart rate variability in overweight and obese adults with type 2 diabetes. *J Appl Physiol* 2011;110:1060-4.

Skibniewski FW, Dziuda L, Baran PM, Krej MK, Guzowski S, Piotrowski MA, Truszczynski OE. Preliminary results of the LF/HF ratio as an indicator for estimating difficulty level of flight tasks, *Aerosp Med Hum Perform.* 2015;86(6):518–23.

Smith E, Burrell C. A Study of risk factors and prevalence for noise-induced hearing loss in Canadian armed forces pilots 2017.

Song W, Wang W, Dou L-Y, Wang Y, Xu Y, Chen L-F, Yan X-W. The implication of cigarette smoking and cessation on macrophage cholesterol efflux in coronary artery disease patients, *J Lipid Res.* 2015;56:682-91.

Souza HCD, Philbois SV, Veiga AC, Aguilar BA. Heart rate variability and cardiovascular fitness: what we know so far. *Vasc Health Risk Manag.* 2021;13;17:701-711. doi: 10.2147/VHRM.S279322.

Sutbas A, Yetiser S, Satar B, Akcam T, Karahatay S, Saglam K. Low-cholesterol diet and antilipid therapy in managing tinnitus and hearing loss in patients with noise-induced hearing loss and hyperlipidemia, *International tinnitus Journal* 2007;13(2):143-9.

Soufer R, Fernandez AB, Meadows J, Collins D, Burg MM. Body mass index and risk for mental stress-induced ischemia in coronary artery disease. *Molecular medicine* MOL MED 2016;22:286-291.

Sporiš G. Validity of 2-miles run test for determination of VO₂max among soldiers. *J Sport Human Perf* 2013;1(1):15-22.

Steptoe A, Kivimaki M. Stress and cardiovascular disease: an update on current knowledge *Annu. Rev. Public Health* 2013.34:337–54.

Strait JB, Lakatta EG. Aging-associated cardiovascular changes and their relationship to heart failure *Heart Fail Clin.* 2012 January ; 8(1): 143–164. doi:10.1016/j.hfc.2011.08.011.

Syed AS, Hina F, Chandnani A, Kumar V, Kumar J, Garg I, Anees F et al. Effect of cigarette smoking on hearing levels in young and middle-aged males, *Cureus.* 2021 May; 13(5): e15093. Published online 2021 May 18. doi: 10.7759/cureus.15093.

Szpak D, Grochowalski A, Chrzaszcz R, Florek E, Jawien W, Undas A. Tobacco smoke exposure and endothelial dysfunction in patients with advanced coronary artery disease, *POLSKIE ARCHIWUM MEDYCYNY WEWNETRZNEJ* 2013;123(9):474-81.

Šimenko J, Kovčan B, Pori P, Vodičar J, Vodičar M, Hadžić V. The relationship between army physical fitness and functional capacities in infantry members of the Slovenian Armed Forces. *J Strength Cond Res.* 2021 Dec 1;35(12):3506-3512. doi: 10.1519/JSC.0000000000003344.

Tabak AG, Herder C, Rathmann W, Brunner EJ, Kivimaki M. Prediabetes: A high-risk state for developing diabetes. *Lancet.* 2012 16;379(9833): 2279–90. doi:10.1016/S0140-6736(12)60283-9.

Tafet GE, Idoyaga-Vargas VP, Abulafia DP, Calandria JM. Correlation between cortisol level and serotonin uptake in patients with chronic stress and depression, *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience* 2001, 1 (4), 388-393.

Taylor J. Noise: a new cardiovascular risk factor. *European Heart Journal*, 01 Apr 2014;35(13):821-2.

Talbot LA, Morrell CH, Fleg JL, Metter EJ. Comparison of cardiorespiratory fitness versus leisure time physical activity as predictors of coronary events in men aged <65 years and >65 years. *Am J Cardiol* 2002;89:1187–1192.

Tan BKJ, Ng FYC, Song HJJMD, Tan NKW, Ng LS, Loh WS. Associations of Hearing Loss and Dual Sensory Loss With Mortality: A Systematic Review, Meta-analysis, and Meta-regression of 26 Observational Studies With 1 213 756 Participants. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg.* 2022 Mar 1;148(3):220-234. doi: 10.1001/jamaoto.2021.3767. PMID: 34967895; PMCID: PMC8719275.

Tan HE, Lan NSR, Knuiman MW, Divitini ML, Swanepoel DW, Hunter M, Brennan-Jones CG, Hung J, Eikelboom RH, Santa Maria PL. Associations between cardiovascular disease and its risk factors with hearing loss-A cross-sectional analysis. *Clin Otolaryngol.* 2018 Feb;43(1):172-181. doi: 10.1111/coa.12936.

Tanaka T, Narazaki M, Kishimoto T. IL-6 in inflammation, immunity, and disease. *Old Spring Harb Perspect Biol* 2014;6:a016295:1-16.

Tao L, Davis R, Heyer N, Yang Q, Qiu W, Zhu L, Li N et al. Effect of cigarette smoking on noise-induced hearing loss in workers exposed to occupational noise in China, *Noise Health.* 2013;15(62):67-72. doi: 10.4103/1463-1741.107159.

Tarui H, Nakamura A. Hormonal responses of pilots flying high-performance aircraft during seven repetitive flight missions. *Aviat Space Environ Med.* 1991 Dec;62(12):1127-31.

Terzić-Avdagić M. Correlation of coronary disease in patients with diabetes mellitus type 2. *Med Arh.* 2009;63(4):191-3.

Thayer JF, Yamamoto SS, Brosschot JF. The relationship of autonomic imbalance, heart rate variability and cardiovascular disease risk factors. *Int J Cardiol.* 2010 May 28;141(2):122-31. doi: 10.1016/j.ijcard.2009.09.543.

Thomsen TF, McGee D, Davidsen M, Jorgensen T. A cross-validation of risk-scores for coronary heart disease mortality based on data from the Glostrup Population Studies and Framingham Heart Study. *International Journal of Epidemiology* 2002;31:817-22.

Tian T-T, Li H, Chen S-J, Wang Q, Tian QW, Zhang B-B et al. Serum uric acid as an independent risk factor for the presence and severity of early-onset coronary artery disease: a case-control study *Hindawi Disease Markers* Volume 2018, Article ID 1236837, 8 pages <https://doi.org/10.1155/2018/1236837>.

Timmis A, Vardas P, Townsend N, Torbica A, Katus H, De Smedt D i sur. European Society of Cardiology: cardiovascular disease statistics 2021. *Eur Heart J*. 2022 Feb 22;43(8):716-799. doi: 10.1093/eurheartj/ehab892.

Tiwari R, Kumar R, Malik S, Raj T, Kumar P. Analysis of heart rate variability and implication of different factors on heart rate variability. *Curr Cardiol Rev*. 2021;17(5):e160721189770. doi: 10.2174/1573403X16999201231203854.

Tomczak A, Haponik M. Physical fitness and aerobic capacity of Polish military fighter aircraft pilots. *Biomedical Human Kinetics*. 2016; 8:117–123, DOI: 10.1515/bhk-2016-0017 .

Tomczak A, Anyżewska A, Bertrandt J, Lepionka T, Kruszewski A, Gaździńska A. Assessment of the level of physical activity and body mass index of soldiers of the Polish Air Force. *Int J Environ Res Public Health*. 2022 Jul 9;19(14):8392. doi: 10.3390/ijerph19148392.

Tonello L, Rodrigues FB, Souza JWS, Campbell C, Leicht AS, Boullosa DA. The role of physical activity and heart rate variability for the control of work related stress. *Frontiers in Physiology* February 2014;5(67)1-9.

Tsiantoulas D, Eslami M, Obermayer G, Clement M, Smeets D, Mayer FJ, et al. APRIL limits atherosclerosis by binding to heparan sulfate proteoglycans. *Nature*. 2021;597(7874):92-96. doi: 10.1038/s41586-021-03818-3.

Tuteja S, Rader DJ. High-density lipoproteins in the prevention of cardiovascular disease: changing the paradigm. *Clin Pharmacol Ther*. 2014;96(1):48-56. doi: 10.1038/clpt.2014.79.

Twisk JWR, Kemper HCG, Van Mechelen W. Tracking of activity and fitness and the relationship with cardiovascular disease risk factors. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2000;1455-61.

Usama AA, Sharaf ED, Mona M, Salem B, Abdulazim DO. Uric acid in the pathogenesis of metabolic, renal, and cardiovascular diseases: A review *Journal of Advanced Research*. 2017;8: 537–548.

Vale S. Psychosocial stress and cardiovascular diseases. *Postgrad Med J* 2005;81:429–435.

Van der Harst P, Verweij N. Identification of 64 novel genetic loci provides an expanded view on the genetic architecture of coronary artery disease. *Circ Res* 2018;122(3):433-43. doi: 10.1161/CIRCRESAHA.117.312086.

Van der Vaart H, Postma DS, Timens W, Hylkema MN, Willemsse BWM, Boezen HM et al. Acute effects of cigarette smoking on inflammation in healthy intermittent smokers. *Respiratory Research* 2005, 6:22 doi: 10.1186/1465-9921-6-22.

Varghese M, Song J, Singer K. Age and Sex: Impact on adipose tissue metabolism and inflammation. *Mech Ageing Dev*. 2021 Oct;199:111563. doi: 10.1016/j.mad.2021.111563.

Vehrs PR, George JD, Fellingham GW, Plowman SA, Dustman-Allen K. Submaximal treadmill exercise test to predict VO₂ max in fit adults, *Measurement in physical education and exercise science*, 2007;11(2),61–72.

Verma SS, Gupta JS, Malhotra MS. Prediction of maximal aerobic power in man, *Europ. J. Appl. Physiol.* 1977;36:215-22.

Verschuur CA, Dowell A, Syddall HE, Ntani G, Simmonds SJ, Baylis D et al. Markers of inflammatory status are associated with hearing threshold in older people: findings from the Hertfordshire Ageing Study, *Age Ageing.* 2012;41(1):92-7-

Veternik M, Tonhajzerova I, Misek J, Jakusinova V, Hudeckova H, Jakus J. The impact of sound exposure on hearth rate variability in adolescent students-pilot study, *Physiol Res.* 2018 14;67(5):695-702.

Viera AJ, Md, Sheridan SL. Global risk of coronary heart disease: assessment and application. *Am Fam Physician.* 2010;82(3):265-74.

Villafaina S, Fuentes-Garcia DJP, Gusi N, Tornero-Aguilera JF, Clemente-Suárez VJ. Psychophysiological response of military pilots in different combat flight maneuvers in a flight simulator. *Physiol Behav.* 2021;1;238:113483. doi: 10.1016/j.physbeh.2021.113483.

Vigo DE, Lloret SP, Videla AJ, Chada DP, Hunicken HM, Mercuri J et al. Heart rate nonlinear dynamics during sudden hypoxia at 8230 m simulated altitude, *Wildernes & environmental medicine* 2010;21:4 –10.

Vizirianakis IS, Chatzopoulou F, Papazoglou AS, Karagiannidis E, Sofidis G, Stalikas N, et al. The genetic syntax score: a genetic risk assessment implementation tool grading the complexity of coronary artery disease-rationale and design of the GESS study. *BMC Cardiovasc Disord.* 2021;21(1):284. doi: 10.1186/s12872-021-02092-5

Vuksanović V, Gal V. Analiza varijabilnosti srčanog ritma metodama linearne i nelinearne dinamike. *Vojnosanit Pregl* 2005;62(9):621-7.

Wainstein MV, Mossmann M, Araujo GN, Goncalves SC, Gravina GL, Sangalli M et al. Elevated serum interleukin-6 is predictive of coronary artery disease in intermediate risk overweight patients referred for coronary angiography *Diabetol Metab Syndr* 2017;9:67 1-7.

Wang JG, Staessen JA, Franklin SS, Fagard R, Gueyffier F. Systolic and diastolic blood pressure lowering as determinants of cardiovascular outcome. *Hypertension.* 2005;45(5):907-13. doi: 10.1161/01.HYP.0000165020.14745.79.

Wang K, Dong PS, Zhang HF, Li ZJ, Yang XM, Liu H. Role of interleukin-6 gene polymorphisms in the risk of coronary artery disease *Genetics and Molecular Research* 2015;14(2):3177-83.

Wang S, Ye Q, Pan Y. Serum non-high-density lipoprotein cholesterol is associated with the risk of sudden sensorineural hearing loss, *Medicine.* 2020;99 - Issue 7 - pe19175
doi: 10.1097/MD.00000000000019175.

Warburton D, Nicol CW, Bredin SD. Health benefits of physical activity: the evidence. *CMAJ* 2006;174(6):801-9.

Webber BJ, Bornstein DB, Deuster PA, O'Connor FG, Park S, Rose KM, Whitfield GP. BMI and physical activity, military-aged U.S. population 2015-2020. *Am J Prev Med.* 2023 Jan;64(1):66-75. doi: 10.1016/j.amepre.2022.08.008.

Weber F. Metabolic syndrome in the German air force: prevalence and associations with BMI and physical Fitness. *Aerosp Med Hum Perform.* 2018;89(5):469-472. doi: 10.3357/AMHP.5005.2018. PMID: 29673433.

Wedell-Neergaard AS, Krogh-Madsen R, Petersen GL, Hansen AM, Pedersen BK, Lund R, Bruunsgaard H. Cardiorespiratory fitness and the metabolic syndrome: roles of inflammation and abdominal obesity. *PLoS ONE* 2018 13(3): e0194991.

Whelton PK, Carey RM, Aronow WS, Casey DE Jr, Collins KJ, Dennison Himmelfarb C, et al. 2017 ACC/AHA/AAPA/ABC/ACPM/AGS/APhA/ASH/ASPC/NMA/PCNA guideline for the prevention, detection, evaluation, and management of high blood pressure in adults a report of the American College of Cardiology/American Heart Association task force on clinical pr. Hypertension. 2018;71(6):e13–e115. <https://doi.org/10.1161/HYP.0000000000000065>.

White J, Swerdlow DI, Preiss D, Fairhurst-Hunter Z, Keating BJ et al. Lipid fractions and contrasting risks of coronary artery disease and diabetes. *JAMA Cardiol.* 2016;1(6):692–699. doi:10.1001/jamacardio.2016.1884.

WHO, 2021 – World Health Organisation, dostupno na: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240032095> (pristupljeno 24.03.2024.).

Wilson D, Driller M, Johnston B. The prevalence of cardiometabolic health risk factors among airline pilots: a systematic review. *Int J Environ Res Public Health* 2022;19(8):4848. doi: 10.3390/ijerph19084848.

Wirawan A, Griffiths RF, Larsen PD. Cardiovascular risk factor modification in asymptomatic adults and its implications for pilots. *I Made J UOEH* 2020;42(2):187-201.

Wolf D, Stachon P, Bode C, Zirlik A. Inflammatory mechanisms in atherosclerosis. *Hämostaseologie* 2014;34:63–71.

Wolf OT, Schommer NC, Hellhammer DH, McEwen BS, Kirschbaum C. The relationship between stress induced cortisol levels and memory differs between men and women, *Psychoneuroendocrinology* 2001;26:711–20.

Wu J, Lei G, Wang X, Tang Y, Cheng H, Jian G, i sur. Asymptomatic hyperuricemia and coronary artery disease in elderly patients without comorbidities. *Oncotarget*, 2017;8(46): 80688-99.

Yahagi K, Davis HR, Arbustini E, Virmani R. Sex differences in coronary artery disease: pathological observations. *Atherosclerosis.* 2015;239(1):260-7. doi: 10.1016/j.atherosclerosis.2015.01.017.

Yamasoba T, Lin FR, Someya S, Kashio A, Sakamoto A, Kondo K. Current concepts in age-related hearing loss: epidemiology and mechanistic pathways, *Hearing Research*, 2013;303: 30–38. doi:10.1016/j.heares.2013.01.021.

Yang Y-R, Hidayat K, Chen C-L, Li Y-H, XU J-Y, Qin L-Q. Body mass index, waist circumference, and risk of hearing loss: a meta-analysis and systematic review of observational study, *Environ Health Prev Med.* 2020; 25: 25. doi: 10.1186/s12199-020-00862-9.

Yeboah J. Coronary artery calcium score as a decision aid may be cost-effective. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2021 Jun;14(6):1218-1220. doi: 10.1016/j.jcmg.2020.11.019. Epub 2021 Jan 13. PMID: 33454251.

Yi SH, Lee K, Shin D-G, Kim JS, Kim H-C. Differential association of adiposity measures with heart rate variability measures in Koreans, *Yonsei Med J* 2013;54(1):55-61.

York E, Mitchell RE, Graybiel A. Cardiovascular epidemiology, exercise, and health: 40-year followup of the U.S. Navy's "1000 aviators". *Aviat Space Environ Med.* 1986 Jun;57(6):597-9.

Yuan G, Al-Shali KZ, Hegele RA. Hypertriglyceridemia: its etiology, effects and treatment. *CMAJ* 2007;176(8):1113-20

Yusuf S, Hawken S, Ounpuu S, et al. Effect of potentially modifiable risk factors associated with myocardial infarction in 52 countries (the INTERHEART study): case-control study. *Lancet.* 2004;364(9438):937–52.

Xiao L, Harrison DG. Inflammation in hypertension. *Can J Cardiol.* 2020 May;36(5):635-647. doi: 10.1016/j.cjca.2020.01.013.

Zhang K, Jiang F, Luo H, Liu F. Occupational noise exposure and the prevalence of dyslipidemia in a cross-sectional study. *BMC Public Health.* 2021;29;21(1):1258. doi: 10.1186/s12889-021-11274-x.

Zhang W, Jin Y, Li J, Huang J, Chen H. Effects of genetic and nongenetic factors on hyperuricemia in Chinese patients with coronary artery disease. *Pharmacogenomics.* 2021;22(13):821-831. doi: 10.2217/pgs-2021-0053.

Zhang X, Weng Y, Xu Y, Xiong H, Liang M, Zheng Y, Yongkang O. Selected blood inflammatory and metabolic parameters predicted successive bilateral sudden sensorineural hearing loss, *Dis Markers* 2019;8:2019:7165257. doi: 10.1155/2019/7165257.

Zhao XC, Yang SH, Yan YQ, Zhang X, Zhang L, Jiao B, Jiang S, Yu ZB. Identification of differential gene expression profile from peripheral blood cells of military pilots with hypertension by RNA sequencing analysis. *BMC Med Genomics.* 2018;11(1):59. doi: 10.1186/s12920-018-0378-2.

Zmyslowski A, Szterk A. Current knowledge on the mechanism of atherosclerosis and pro-atherosclerotic properties of oxysterols. *Lipids in Health and Disease* (2017) 16:188 doi: 10.1186/s12944-017-0579-2.

Zuo T, Liu 3 X, Jiang L, Mao S, Yin X, Guo L. Hyperuricemia and coronary heart disease mortality: a meta-analysis of prospective cohort studies. *BMC Cardiovascular Disorders* 2016;16:207 doi: 10.1186/s12872-016-0379-z.

Zwakenberg SR, Van der Schouw YT, Vermeer C, Pasterkamp G. Matrix gla protein, plaque stability, and cardiovascular events in patients with severe atherosclerotic disease. *Cardiology* 2018;141:32–36 DOI: 10.1159/000493006.

8. ŽIVOTOPIS

Tomislav Barčan rođen je 18. svibnja 1962. godine u Zagrebu, gdje je završio osnovnu, srednju školu, te Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, na kojem je diplomirao 1987. godine. Obavio je pripravnički staž i položio stručni ispit 1988. godine. Potom radi na aerodromu Pleso na mjestu načelnika zdravstvene struke i ujedno voditelja ambulante. Tijekom 1990. godine završio je tečaj zrakoplovne medicine pri Institutu zrakoplovne medicine u Batajnici.

Početak Domovinskog rata, odnosno od 06. srpnja 1991. godine, pridružio se Zboru narodne garde RH, gdje je obnašao dužnost načelnika zdravstvene struke 2. brigade ZNG «Gromovi» i proveo većinu vremena na prvoj crti ratišta Banovine. Osnutkom Hrvatskog ratnog zrakoplovstva prelazi u zrakoplovnu bazu Pleso na dužnost upravnika ambulante.

Krajem 1993. godine započeo je specijalizaciju iz otorinolaringologije na Klinici za otorinolaringologiju i cervikofacijalnu kirurgiju Medicinskog fakulteta i Kliničkog bolničkog centra u Zagrebu. Tijekom specijalizacije završio je dva postdiplomska studija; *Pretklinička eksperimentalna farmakologija* i *Otorinolaringologija i maksilofacijalna kirurgija*.

U listopadu 1996. godine obranio je magistarski rad na temu *Protuupalni učinak pentadekapeptida BPC 157 i kortikosteroida na termičku ozljedu nosne sluznice u štakora*. Nakon toga bio je asistent istraživač na znanstvenim projektima Ministarstva znanosti i tehnologije na Medicinskom fakultetu. Do sada je sudjelovao u izradi više znanstvenih i stručnih radova, te bio sudionik na više kongresa.

U travnju 1998. položio je specijalistički ispit iz otorinolaringologije i postavljen je na mjesto otorinolaringologa u Institutu zrakoplovne medicine Hrvatskog ratnog zrakoplovstva, u odjelu ocjene radne sposobnosti letaća. Krajem 1998. godine imenovan je članom Povjerenstva ministarstva obrane Republike Hrvatske za reviziju ocjene invalidnosti. Početkom 2000. godine u okviru međunarodnog projekta ministarstva obrane SR Njemačke upućen je na jezično usavršavanje njemačkog jezika u Savezni ured za jezike Hurth u trajanju od 6 mjeseci, nakon čega je proveo godinu dana na specijalističkom usavršavanju iz otorinolaringologije u vojnoj bolnici u Leipzigu, nakon nekoliko godina proveo je kraći period na specijalističkom usavršavanju u centralnoj vojnoj bolnici u Koblenzu (SR Njemačka).

Bio je imenovan članom prvostupanjskog liječničkog povjerenstva za ocjenu stupnja invaliditeta HRVI, potom je bio i član drugostupanjskog liječničkog povjerenstva za ocjenu stupnja invaliditeta HRVI pri Ministarstvu branitelja RH.

2004. godine imenovan je stalnim sudskim vještakom pri Županijskom sudu u Zagrebu za područje otorinolaringologije

Sudjelovao je na otorinolaringološkim kongresima medicine rada, vojne medicine i zrakoplovnim kongresima sa desetak znanstvenih ili stručnih radova. Sudjelovao je kao predavač na temeljnim i naprednim tečajevima iz zrakoplovne medicine, te je u sustavu oružanih snaga angažiran na pripremnim predavanjima za zrakoplovne timove angažirane u Afganistanu i Kosovu u sklopu NATO mirovnih operacija, sa temama iz zrakoplovne fiziologije i medicine. Zadnjih godina bio je voditelj i predavač tečajeva iz domene osposobljavanja helikopterskih timova za zrakoplovno-medicinsku evakuaciju - MEDEVAC. Tijekom 2009/10. bio je voditelj medicinskih timova za zračno medicinsku evakuaciju u okviru europskih borbenih skupina, koji su i certificirani u Švedskoj za Nordijsku borbenu skupinu, te je bio u pripravnosti prvu polovicu 2010. godine za moguću uporabu europskih snaga brzog odgovora. Tijekom 2012. godine bio 6 mjeseci u UN mirovnoj misiji na Golanskoj visoravni (Sirija/Izrael).

Od 2009. godine obnaša dužnost ravnatelja Zavoda za zrakoplovnu medicinu, član je vojnog zdravstvenog povjerenstva za ocjenjivanje svih kategorija vojnog letaćkog osoblja.

Završio je tečajeve JAR i EASA za preglede svih kategorija civilnog letaćkog osoblja, ovlašteni je zrakoplovno-medicinski ispitivač svih kategorija europskog letaćkog osoblja od strane Civilne agencije za zračni promet. Predavač je na tečajevima za zrakoplovno medicinske ispitivače.

Upisao je doktorski studij 2015. godine na Kineziološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, te je 2017. godine prihvaćena tema doktorske disertacije od strane Senata Sveučilišta u Zagrebu pod naslovom: *Povezanost tjelesne spremnosti, čimbenika rizika od kardiovaskularnih bolesti i oštećenja sluha u vojnih pilota.*

Od početka rujna 2017. godine do polovice ožujka 2018. godine sudjelovao je u mirovnoj misiji „Resolute support“ u Afganistanu 6 mjeseci na poziciji medicinskog savjetnika.

Oženjen je od 1992. godine, supruga Vesna, dipl. oecc. vanjske trgovine, otac dviju kćeri, Ana-Marije (rođ. 1992.) studentice ekonomije i Mihaele (rođ. 1995.) doktorice medicine.

Govori njemački i engleski jezik.

Radovi na prezentirani na kongresima:

Šprem N., Branica S., Barčan T.; Timpanoskleroza Budimpešta 1996.

Šprem N, Branica S, Barčan T; Timpanoskleroza klinične in eksperimentalne izkušnje, 2. kongres otorinolaringologov, Let 35 Suppl. 6 1996 str 29-32

Šprem N., Branica S., Barčan T, Dawidowsky K.; Sekretorni otitis: imunološki i alergološki parametri Split 1998.

Branica S., Šprem N., Dawidowsky K., Barčan T.; Kirurško liječenje uznapredovale otoskleroze

Rišavi R., Klapan I, Handžić-Ćuk J., Barčan T. Naša iskustva s FESK-om u djece
1.st CROCAS Zagreb 1999

Rišavi R., Klapan I., Šimičić Lj., Rob B., Barčan T. Preoperative imaging anatomy and surgical planning in 3D-C FESS. Case report: orbital metallic foreign body 1.st CROCAS Zagreb 1999

Konig S., Barčan T, Paštar Z. Kovačević S.; Noise and hearing protection in rotary wing air base, Simpozij zrakoplovne medicine, Zadar 2002.

Barčan T, Bakula A, Pletikapić T, Trutanić V, Kačić Lj. Neki aspekti usporedbe stupnja perceptivnog oštećenja sluha, ošine vida i rezultata psihološkog pregleda kandidata za vojne pilote“, 2.kongres medicine rada, Brijuni 2002.

Zlatar M, Zdravec M, Barčan T., Korotaj Živković J; Missuse of beta-2 stimulatory drugs, XXXVI world kongres of Military Medicine, St. Petersburg, 2005

Konig S, Paštar Z, Barčan T, Korotaj Živković J; Acute stress and posttraumatic stress disorders and safety of flying, II hrvatski kongres vojne medicine, Zagreb 2005

Konig S, Barčan T, Knežević B, Fratrić M; Some risk factors for barootitis in aviators, International kongres of aviation and space medicine 2009

Belošević LJ, Barčan T, Klobučar J; Coronary artery disease risk factors in military pilots and flight engineers. International kongres of aviation and space medicine 2009

Barčan T, Šubarić M, Lucijanić G, Babić G, Breitenfeld D; Gluhoća skladatelja, V hrvatski simpozij “Medicina i glazba” Zagreb 2010

Barčan T, Šubarić M, Jurašinović; Oštećenja sluha u svirača, V hrvatski simpozij “Medicina i glazba” Zagreb 2010

Barčan T, Barčan M. Varijabilnost praga sluha kod vojnih pilota ovisno o tipu zrakoplova na kojima lete, 11. kongres Hrvatskog društva za otorinolaringologiju i kirurgiju glave i vrata s međunarodnim sudjelovanjem Mali Lošinj, 9. – 11. svibnja 2019. Med. Jad. 49. Supplement Str. 1s-46s

Radovi objavljeni u časopisima:

Rišavi R, Klapan I, Barčan T, Simović S. Effectiveness of ultrasonography in diagnosis of maxillary sinus disease: prospective comparison with radiographic and sinusoscopic examinations, *Croat Med J* 1998;39(1):45-8

Rišavi R, Klapan I, Handžić-Ćuk J, Barčan T. Our experience with FESS in children, *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 1998;43(3):271-5

Barčan T, Belošević Lj, Orehovec B. Protective effect of helmet on hearing loss among military helicopter pilots. *Sigurnost* 2022;64(1):9-15.

Sudjelovanje na znanstvenim projektima:

Paralize ličnog živca (108217) – MZOS RH

Utjecaj vestibularnog osjetila na ugradnju umjetne pužnice (0108041) – MZOS RH

Istraživanje ljudskih resursa i potencijala MORH i KIF