

UNIVERZITET U BEOGRADU  
FAKULTET SPORTA I FIZIČKOG VASPITANJA

Biljana D. Nikolić

**ODREĐIVANJE TAKMIČARSKE SPECIJALNOSTI BICIKLISTA  
U ODNOSU NA FUNKCIONALNE I MORFOLOŠKE  
POKAZATELJE**

Doktorska disertacija

Beograd, 2018.

UNIVERSITY OF BELGRADE  
FACULTY OF SPORT AND PHYSICAL EDUCATION

Biljana D. Nikolić

**DETERMINATION OF CYCLIST COMPETITION  
SPECIALITY FEATURES FOR FUNCTIONAL AND  
MORPHOLOGICAL INDICATORS**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2018.

## Informacije o mentoru i članovima komisije

**Mentor:** dr Đorđe Stefanović, redovni profesor Fakulteta za sport i fizičko vaspitanje  
Univerziteta u Beogradu

### Članovi komisije:

1. **Dr Nenad Janković**, vanredovni profesor Fakulteta za sport i fizičko vaspitanje Univerziteta u Beogradu,
2. **Dr Milan Matić**, docent na Fakultetu za sport i fizičko vaspitanje Univerziteta u Beogradu,
3. **Dr Dragan Radovanović**, redovni profesor Fakulteta za sport i fizičko vaspitanje Univerziteteta u Nišu.

Datum odbrane:

## ZAHVALNOST

Zahvaljujem se članovima komisije za ocenu i odbranu ove doktorske disertacije: mentoru prof. dr. Đorđu Stefanoviću na korisnim primedbama, savetima i svaku drugu pomoć u toku istraživanja kao i u toku izrade ove disertacije.

Takođe se zahvaljujem docentu dr Milanu Matiću, vanrednom profesoru dr Nenadu Jankoviću i redovnom profesoru dr Draganu Radovanoviću na velikodušnoj pomoći. Njihovi korisni saveti i smernice, bili su mi od neprocenjive vrednosti.

Najveću zahvalnost dugujem mojoj porodici i roditeljima kojima i posvećujem ovaj rad.

# Posveta

*Ovu disertaciju posvećujem svojim roditeljima, Dobrinku i Milunki, suprugu Bobanu i deci Anđeli, Leontini i Aleksandru – koji su mi pružali podršku da ova disertacija ugleda svetlo dana. Zahvalna sam im na neizmernoj ljubavi i strpljenju koju su pokazivali u toku mog rada i što su verovali u mene.*

## Sažetak

Uzorak ispitanika bio je sastavljen od drumskih biciklista koji su selektovani kao nacionalna klasa Republike Srbije, i to od subuzoraka strukturiranih prema uzrasnim kategorijama, juniori, mlađi seniori „U23“ i seniori. Efektiv osnovnog uzorka bio je sastavljen od 76 ispitanika, prosečnog uzrasta  $20.934 \pm 6.589$  god, telesne visine  $179.513 \pm 6.03$  cm i telesne mase  $68.661 \pm 6.03$  kg. U svakoj od uzrasnih grupa bili su zastupljeni takmičari sledećih specijalnosti: sprinteri (N=20), vozači specijalisti u brdskim uslovima (N=35) i specijalisti u vožnji na pretežno ravnim terenima (N=21). U okviru testiranja rađen je sportskomedicinski pregled koji se sastajao od antropometrijskih i funkcionalnih testiranja. Iz tih testova izabrano je šest antropometrijskih mera, šest spirometrijskih varijabli dinamičkih plućnih kapaciteta i sedamnaest spiroergometrijskih varijabli dobijenih na dva nivoa opterećenja, maksimalnom i nivou ventilatornog anaerobnog praga. Svi rezultati prikupljeni u istraživanju obrađeni su analizama deskriptivne statističke analize, inferencijalne statističke analize i multivarijatne statističke analize. Primenjena metodologija bila je u funkciji ispitivanja zasnovanosti 5 hipoteza istraživanja. Dobijeni rezultati definisali su 7-dimenzionalnu strukturu latentnih dimenzija koji se mogu smatrati odgovornim za 74.81% ukupno registrovane varijanse analizirane kardiorespiratorne strukture biciklista. Diskriminacionom analizom utvrđeno je 11 varijable koje doprinose razdvajanju biciklista u različite takmičarske specijalnosti i to u dva kanonička korena. Dobijeni diskriminacioni model je, na osnovu rezultata koje su ispitanici prikazali u prediktivnim varijablama istraživanja, ispravno klasifikovao 91.428% biciklista specijalista za vožnju u pretežno ravnim terenima, zatim 85.714% vozača specijalista u brdskim uslovima i sve ispitanike sprintere (100%). U proseku je 92.105% ispitanika bilo ispravno klasifikovano, što govori o snazi dobijenog diskriminacionog modela. Ispitivanje kriterijuma za procenu pripadnosti biciklista određenoj takmičarskoj specijalnosti, na osnovu izabranih vrednosti antropometrijskih, kardiovaskularnih i respiratornih sposobnosti, kao i pokazatelja specifične radne sposobnosti, rezultiralo je sa predikcionim regresionim modelom visoke statističke značajnosti.

Značaj rada ogleda se u dobijanju modelnih karakteristika funkcionalnih sposobnosti biciklista bitnih za proces selekcije i druge aktivnosti trenažnog procesa. Pored toga, posebnu važnost rada čini određivanje takmičarske specijalnosti na osnovu varijabli, koji uslovljavaju varijabilitet u praćenim funkcionalnim i morfološkim pokazateljima, čime je definisan prostor u kojem je moguće posmatrati funkcionalne sposobnosti biciklista u odnosu na takmičarsku specijalnost. Uspeh u izdvajanju bitnih pokazatelja u kojima se razlikuju biciklisti otvara mogućnost za racionalniji pristup procesima selekcije biciklista, kao i u procesima planiranja i programiranja trenažnog procesa.

**Ključne reči:** Drumski biciklizam, takmičarska specijalizacija, funkcionalni pokazatelji, morfološki pokazatelji.

Naučna oblast: Fizičko vaspitanje i sport

Uža naučna oblast: Nauke fizičkog vaspitanja, sporta i rekreacije

UDK broj: 796.6.012.1:612.766 (043.3)

## SUMMARI

The sample of respondents was composed of road cyclists who were selected as the national class of the Republic of Serbia, from subsample structured by age categories, juniors, young seniors "U23" and seniors. The primary sample effect was composed of 76 subjects, an average age of  $20,934 \pm 6,589$  years, a body height of  $179,513 \pm 6.03$  cm and a body weight of  $68,661 \pm 6.03$  kg. In each of the age groups there were competitors of the following specialties: sprinter (N=20), specialists ride in mountain conditions (N=35) and specialists ride on predominantly flat terrain (N=21). As part of the testing, a medical and medical examination was made that consisted of anthropometric and functional testing. From these tests, six anthropometric measures, six spirometric dynamic pulmonary capacity variables and seventeen spiroergometric variables obtained at two levels of load were selected, the maximum and level of the ventilation anaerobic threshold. All results collected in the study were analyzed by descriptive statistical analysis, inferential statistical analysis and multivariate statistical analysis. The applied methodology was in function of testing the basis of the 5 hypotheses of the research. The obtained results defined the 7-dimensional structure of latent dimensions that can be considered responsible for 74.81% of the total registered variance of the analyzed cardiorespiratory structure of cyclists. The discriminatory analysis identified 11 variables that contribute to the separation of cyclists into different competitive specialties, in two canonical roots. Based on the results presented by the respondents in predictive variables, the obtained discriminatory model correctly classified 91.428% of bicycle specialists for ride in predominantly flat terrain, followed by 85.714% specialists in mountain conditions and all sprinter respondents (100%). On average, 92.105% of respondents were correctly classified, which speaks of the strength of the discriminatory model obtained. Examination of the criteria for assessing the belonging of cyclists to a specific competitor specialty, based on the selected values of anthropometric, cardiovascular and respiratory abilities, as well as indicators of specific working ability, resulted in a predictive regression model of high statistical significance. The importance of the work is reflected in obtaining the model characteristics of the functional abilities of the cyclists important for the selection process and other activities of the training



process. Additionally, the special importance of the work consists in determining competitive specializations based on variables, which condition the variability in the observed functional and morphological indicators, which defines the space in which it is possible to observe the functional skills of the cyclists in relation to the competitor's specialty. Success in allocating essential indicators in which cyclists differ is open the possibility for a more rational approach to the processes of cyclist selection, as well as in the processes of planning and programming of the training process.

Key words: Road cycling, competition speciality, functional indicators, morphological indicators.

Scientific field: Physical education and sports

Narrow area of expertise: Physical education of sports and recreation

UDK number: 796.6.012.1:612.766 (043.3)

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD .....</b>	<b>12</b>
<b>2. DEFINICIJE OSNOVNIH POJMOVA .....</b>	<b>15</b>
<b>3. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA.....</b>	<b>19</b>
3.1. FUNKCIONALNI SISTEM KOD BIKIKLISTA.....	19
3.1.1. <i>Maksimalna potrošnja kiseonika (VO<sub>2</sub>max)</i> .....	21
3.1.2. <i>Aerobni i anaerobni prag</i> .....	23
3.2. RESPIRATORNI SISTEM KOD BIKIKLISTA .....	25
3.3. FUNKCIONALNE SPOSOBNOSTI BIKIKLISTA JUNIORA .....	31
3.4. FUNKCIONALNE SPOSOBNOSTI BIKIKLISTA SENIORA .....	32
3.5. FUNKCIONALNE SPOSOBNOSTI BIKIKLISTA PROFESIONALNIH I ELITNIH NACIONALNIH BIKIKLISTA.....	33
3.6. FUNKCIONALNE SPOSOBNOSTI BIKIKLISTA U ODNOSU NA SPECIJALNOST .....	35
<b>4. PROBLEM ISTRAŽIVANJA .....</b>	<b>38</b>
<b>5. PREDMET ISTRAŽIVANJA .....</b>	<b>38</b>
<b>6. CILJEVI I ZADACI ISTRAŽIVANJA.....</b>	<b>39</b>
<b>7. HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA .....</b>	<b>40</b>
<b>8. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA .....</b>	<b>41</b>
8.1. METODE ISTRAŽIVANJA .....	41
8.2. UZORAK ISPITANIKA.....	41
8.3. UZORAK VARIJABLI.....	42
8.3.1. <i>Antropometrijske varijable</i> .....	42
8.3.2. <i>Statičke i dinamičke plućne varijable</i> .....	43
8.3.3. <i>Ventilatorne varijable</i> .....	43
8.4. MERNI APARATURA .....	45
8.5. OPIS TESTOVA .....	46
8.5.1. <i>Antropometrijsko merenje</i> .....	46
8.5.2. <i>Spirometrijski test</i> .....	46
8.5.3. <i>Spiroergometrijski test</i> .....	47
<b>9. STATISTIČKA OBRADA PODATAKA .....</b>	<b>49</b>
9.1. DESKRIPTIVNA STATISTIČKA ANALIZA.....	49
9.2. INFERENCIJALNA STATISTIČKA ANALIZA .....	50
9.4. MULTIVARIJANTNA STATISTIČKA ANALIZA.....	50
<b>10. REZULTATI ISTRAŽIVANJA .....</b>	<b>51</b>

10.1. REZULTATI ANTROPOMETRIJSKIH VARIJABLI DESKRIPTIVNE STATISTIČKE ANALIZE I ANALIZE RAZLIKA U ODNOSU NA SPECIJALNOST I UZRASST .....	52
10. 2. REZULTATI KARDIORESPIRATORNIH VARIJABLI DESKRIPTIVNE STATISTIČKE ANALIZE U ODNOSU NA UZRASST I SPECIJALNOST NA MAKSIMALNOM OPTEREĆENJU .....	75
10.3. REZULTATI KARDIORESPIRATORNIH VARIJABLI DESKRIPTIVNE STATISTIČKE ANALIZE U ODNOSU NA UZRASST I SPECIJALNOST NA VENTILATORNOM ANAEROBNOM PRAGU .....	128
10. 3. 1. <i>Rezultati funkcionalnog ispitivanja respiratornog sistema deskriptivne statističke analize u odnosu na specijalnost i uzrast</i> .....	175
10. 4. REZULTATA FAKTORSKE ANALIZE .....	190
10. 5. REZULTATI REGRESIONE ANALIZE U FUNKCIJI SPECIJALNOSTI .....	197
10. 5. 1. <i>Modelne karakteristike biciklista specijalista za vožnju na pretežno ravnim terenima</i> .....	197
10. 5. 2. <i>Modelne karakteristike specijalista za vožnju u brdskim uslovima</i> .....	199
10. 5. 3. <i>Modelne karakteristike specijalista sprintera</i> .....	200
10.6. REZULTATI DISKRIMINACIONE ANALIZE .....	203
<b>11. DISKUSIJA .....</b>	<b>206</b>
11.1. DISKUSIJA ANTROPOMETRIJSKIH VARIJABLI DESKRIPTIVNE STATISTIČKE ANALIZE I ANALIZE RAZLIKA U ODNOSU NA UZRASST I SPECIJALNOST .....	206
11. 2. DISKUSIJA KARDIORESPIRATORNIH VARIJABLI DESKRIPTIVNE STATISTIČKE ANALIZE I ANALIZE RAZLIKA U ODNOSU NA SPECIJALNOST I UZRASST NA VENTILATORNOM PRAGU I MAKSIMALNOM NIVOU OPTEREĆENJA .....	210
11.3. DISKUSIJA FUNKCIONALNOG ISPITIVANJA RESPIRATORNOG SISTEMA DESKRIPTIVNE STATISTIČKE ANALIZE U ODNOSU NA SPECIJALNOST I UZRASST .....	222
11. 4. DISKUSIJA REZULTATA FAKTORSKE ANALIZE .....	227
11. 5. DISKUSIJA REZULTATA REGRESIONE ANALIZE .....	233
11. 5. 1. <i>Modelne karakteristike biciklista specijalista za vožnju na pretežno ravnim terenima</i> .....	233
11. 5. 2. <i>Modelne karakteristike biciklista specijalista za vožnju u brdskim uslovima</i> .....	235
11. 5. 3. <i>Modelne karakteristike specijalista sprintera</i> .....	237
11. 6. DISKUSIJA REZULTATA DISKRIMINACIONE ANALIZE .....	239
<b>12. ZAKLJUČCI .....</b>	<b>242</b>
<b>LITERATURA .....</b>	<b>246</b>

## 1. UVOD

Biciklizam spada među najzahtevnije sportove po pitanju aerobnih sposobosti. U današnjim uslovima profesionalni biciklisti svetskog ranga prevezu na treninzima i na takmičenjima prosečno od 35000 km do 45000 km za jednu sezonu (Coyel et al., 1991; Lucia et al., 2003), dok amaterski biciklisti nacionalnog nivoa za isti period prevezu od 15000 do 18000 km (Lucia et al., 2001). U profesionalnom biciklizmu se u trci na pretežno ravničarskom terenu provede 93 min i 123 min na brdskim etapama, koje su na intenzitetu aktivnosti od 70%  $VO_2max$ . Uz sve to, biciklisti nastupaju na individualnom hronometru, koji je u trajanju oko 20 min u zoni anaerobnog opterećenja (Perez et al., 2002).

Po pravilima svetske biciklističke federacije (engl. "Union Cycliste Internationale - UCI") održavaju se sledeća takmičenja: takmičenja na drumu (engl. "Road cycling"), na pisti (engl. "Track"), ciklo-kros takmičenja, brdsko-planinska takmičenja (engl. "Mountain bike - MTB"), biciklističke moto-trke (engl. bicycle moto cross "BMX") i ciklo-turizam takmičenja<sup>1</sup>. U svakoj od disciplina koristi se različita vrsta bicikla i oprema za bicikliste, koja je prilagođena specifičnim uslovima. U Republici Srbiji organizuju se takmičenja u drumskom biciklizmu i „MTB”.

Trke u drumskom biciklizmu postoje od prošlog veka, a prvo Svetsko prvenstvo održano je 1895 godine (Popov, 2000). Generalno, najzastupljenija biciklistička takmičenja, kako u svetu tako i u Republici Srbiji, su drumska takmičenja. U okviru jednodnevnih drumskih takmičenja savladava se do 280 km za svetska prvenstva, do 250 km za svetski kup i 200 km za ostale drumske trke.

U odnosu na ostala takmičenja, distance koju biciklisti savladavaju su u rasponu od 200 m, za takmičenja sprintera na pisti, zatim tzv. etapne trke u trajanju od 4 do 10 dana, pa sve do profesionalnih trosedmičnih trka u dužini čak i do 5000 km, tzv. ture, odnosno višenedeljna takmičenja na drumu kao što su „Tour de France“, „Giro d'Italia“ i „Vuelta a Espana“ (Lucia et al., 2003).

---

<sup>1</sup> <http://www.uci.ch/wcc/about/the-world-cycling-centre/>

Veoma je važno razumeti specifičnost drumskog biciklističkog sporta zbog činjenice da su distance različitog trajanja i konfiguracije terena. U drumskoj etapi od 250 km mogu biti zastupljene ravničarska i brdska konfiguracija terena. Većina biciklista svetske klase učestvuje u kombinaciji ovih različitih konfiguracija i specijalnosti.

Kategorije takmičara na biciklističkim takmičenjima određene su prema uzrastu i polu, s tim da su kategorije za muškarce i žene sledeće: mlađi juniori od 12 do 16 godina, juniori od 17 do 18 godina, mlađi seniori od 19-22 godine (U23), seniori od 23 godine za muškarce a seniorke od 19 godina kao i „masters“ kategorija od 30 godina<sup>2</sup>.

Treneri i timski lekari u velikim klubovima razvijenih zemalja, kao što su Španija, Italija, Norveška, Nemačka i druge, razlikuju kod biciklista nekoliko specijalnosti na osnovu morfološke strukture i funkcionalne sposobnosti sportista. U odnosu na te zahteve oni su definisali vozače koji su uspešni na pretežno ravničarskom terenu, *engl. "flat terrain riding"*, vozače koji ostvaruju takmičarsku uspešnost u vožnji na brdskom terenu—*engl. "hill climbing"*, vozače koji su pripremljeni za vožnju na različitim konfiguracijama terena, *engl. "all-terrain riding"*, vozače sprintere koji imaju sposobnost da nakon višesatne trke završe trku sprintom, kako bi zauzeli pobedničku poziciju i vozače koji su specijalisti za vožnju na hronometar, (*engl. "time trial racing"*), koji imaju sposobnost da voze na gornjoj granici aerobnog kapaciteta u dužem vremenskom periodu (*Padilla et al., 1999; Mujika and Padilla, 2001; Sallet et al., 2006; Menaspa et al., 2012*).

U okviru drumskog biciklizma u Republici Srbiji, kod biciklista do sada nije pridavan značaj određivanju takmičarske specijalnosti, već su se oni takmičili u svim uslovima i na svim konfiguracijama terena. Razlozi za to su brojni nepovoljni uslovi, kao što je loša i nebezbedna saobraćajna infrastruktura, što, pored ostalog, za posledicu ima manje sportista u ovom sportu. Pored verovatnih zaostajanja u tehnologiji pripremanja sportista, pomenuti razlozi značajno doprinose prosečnim rezultatima na takmičenjima u zemlji i u inostranstvu (*Nikolić, 2010a*).

Identifikacija objektivnih pokazatelja na osnovu kojih bi bilo moguće odrediti specijalnost biciklista je veoma važna, jer bi se time pomoglo trenerima u praksi da se trenažni proces optimizuje i da metodika njihove pripreme bude primerena morfo-funkcionalnom tipu kojem pripada pojedini biciklista (*Rauter et al., 2015*).

---

<sup>2</sup> [https://www.britishcycling.org.uk/search/article/roadst\\_Road-Categories\\_Classifications](https://www.britishcycling.org.uk/search/article/roadst_Road-Categories_Classifications)

Biciklisti Republike Srbije su učesnici u raznim biciklističkim takmičenjima koja se odvijaju u zemlji i inostranstvu. Iako ostvaruju rezultate i dobitnici su raznih međunarodnih nagrada, biciklizam u Srbiji je sport koji nije mnogo privukao stručnu i naučnu javnost. S druge strane, perspektive biciklističkog sporta su velike, ali je za očekivati da će doći do značajnijeg pomaka u tehnologiji priprema i ostvarenim sportskim rezultatima kada se u tehnološke procese selekcije, usmeravanja i pripremanja u značajnijoj meri uključi nauka. Upravo to je bio motiv da se koncipira i sprovede ovo istraživanje.

## 2. DEFINICIJE OSNOVNIH POJMOVA

Da bi se bolje razumela problematika ovog istraživanja neophodno je da se razmotre i razumeju definicije osnovnih pojmova.

**Funkcionalna sposobnost kardiorespiratornog sistema** rezultat je adaptacije na trenažni proces i velikim delom je genetski definisana. Definiše se kao sposobnost kardiorespiratornog sistema za dopremanje kiseonika u mišić tokom kontinuirane fizičke aktivnosti (*Ostojić, 2010*).

**Maksimalna potrošnja kiseonika** definiše se kao najveća količina kiseonika koju je organizam sposoban da iskoristi u aktivnim mišićima tokom jedinice vremena, a izražava se u litrama po minuti (l/min). Glavnim kriterijem za utvrđivanje maksimalne potrošnje kiseonika smatra se dostizanje platoa u potrošnji kiseonika tj. povećanje potrošnje kiseonika za manje od 1,5 ml/kg/min pri inkrementalnom povećanju intenziteta vežbanja (*Vandewalle, 2004*). Maksimalna potrošnja kiseonika je mera potrošnje energije u aerobnim uslovima (*Atkinson et al., 2003*).

Potrošnju kiseonika često se prikazuje u relativnom odnosu u zavisnosti od telesne mase u formi relativne potrošnje kiseonika i izražava se u mililitrima po kilogramu telesne mase po minuti (ml/kg/min). Apsolutna potrošnja kiseonika predstavlja sposobnost kardiovaskularnog, respiratornog i metaboličkog sistema organizma da prenosi i koristi kiseonik. Relativna potrošnja kiseonika je izražena kroz telesnu masu sportiste. Prosečna potrošnja kiseonika u mirovanju je oko 3,5 ml/kg/min, što se naziva metaboličkim ekvivalentom (METT). Za vreme rada potrošnja kiseonika se linearno povećava tempom od oko 10 ml/min/W. Najveća maksimalna potrošnja kiseonika izmerena je kod jednog norveškog nordijskog trkača, a iznosila je 96 ml/kg/min (*Wilmore et al., 2004*).

Zbog razlike u uključenim mišićnim masama, u pojedinim aktivnostima maksimalna potrošnja kiseonika zavisi od tipa aktivnosti pri kojoj se meri, npr. oko 10% je veća vrednost pri trčanju nego pri vožnji bicikla, dok se još manje vrednosti beleže pri aktivnostima koje uključuju samo gornji deo tela (*Matecki et al., 2001*).

**Aerobni prag** definiše se kao intenzitet rada tokom vežbanja sa progresivnim povećanjem intenziteta pri čemu se javlja prvi porast koncentracije laktata u krvi iznad vrednosti u mirovanju (*Meyer et al., 2005*).

**Anaerobni prag** predstavlja intenzitet vežbanja iznad kog se povećanje koncentracije laktata više ne može kompenzovati puferskim sistemom (*Meyer et al., 2005*). Postoje različite metode utvrđivanja anaerobnog praga: Maksimalno laktatno stabilno stanje (MLSS), Laktatni prag, OBLA (engl. "onset of blood lactate accumulation" – početak naglog nakupljanja laktata u krvi), Individualni anaerobni prag (IAT), Ventilatorni prag.

**Kritični intenzitet** opterećenja organizma definiše se kao najviši intenzitet vežbanja, koji pojedinac može obavljati prolongirani vremenski period, bez pada intenziteta, odnosno preko koga odgovorni sistemi nisu više u stanju osigurati energiju za daljnji rad aerobnim metabolizmom (*Anderson i Rhodes 1991*).

**Ventilatorni prag** (engl. "ventilatory threshold") određen je kao nagli porast ventilatornog ekvivalenta kiseonika, dok istovremeno ventilatorni ekvivalent ugljen-dioksida ostaje na približno istom nivou.  $VCO_2$  prag je momenat kada dolazi do naglog porasta izdahnutog ugljen-dioksida, nelinearnog u odnosu na porast potrošnje kiseonika (*Beaver et al., 1986*).

**Ventilatorni ekvivalent kiseonika** je odnos između udahnutog vazduha i utrošenog kiseonika. U momentu kad se povećava udeo anaerobnog metabolizma, povećava se i produkcija ugljen-dioksida. Da bi se povećana količina ugljen-dioksida eliminisala, povećava se i plućna ventilacija. Povećanjem plućne ventilacije pri istoj potrošnji kiseonika, naglo se povećava ventilatorni ekvivalent kiseonika (*Beaver et al., 1986*).

**Spirometrija** je metoda merenja plućnog volumena i kapaciteta koji mogu biti statički i dinamički. Funkcionalnom dijagnostikom mogu se ispitati sve faze respiracije: ventilacija (razmena gasova između spoljašnje sredine (atmosfera) i alveolarnih prostora u plućima i obrnuto), distribucija (raspodela vazduha u plućima), difuzija (prolaz kiseonika kroz alveolo-kapilarnu membranu), perfuzija (prokrvljenost) i utilizacija (iskorišćenost kiseonika u tkivima (*Legrand et al., 2007*).



**Tahipneja** je ubrzano plitko disanje, bez većeg povećanja respiratornog volumena (Lucia et al., 1999).

**Volumeni pluća** (Dikić et al., 2004):

**Disajni volumen (DV)** je količina vazduha koju tokom normalnog disanja udahne ili izdahne jednim respiracijskim aktom.

**Inspiratorni rezervni volumen (IRV)** je najveća količina vazduha koja se nakon mirnog udisaja može maksimalno udahnuti.

**Ekspiratorni rezervni volumen (ERV)** je najveća količina vazduha koja se može izdahnuti sa HRC (nivoa mirovanja).

**Rezidualni volumen (RV)** je količina vazduha koja ostaje u plućima nakon maksimalnog izdaha.

**Kapacitet pluća čine:** vitalni kapacitet, inspiratorni kapacitet, funkcionalni rezidualni kapacitet i totalni plućni kapacitet (Dikić et al., 2004):

**Vitalni kapacitet (VK)** je najveća količina vazduha koja se nakon maksimalnog udaha može maksimalno izdahnuti. Kada se izvodi forsirano, zove se **forsirani vitalni kapacitet (FVK)**, a kada se izvodi polagano, **spori vitalni kapacitet (SVK)**. Može se opisati kao zbir:  $VT+IRV+ERV$ . Kod zdravih osoba iznosi oko 70% ukupnog volumena pluća.

**Inspiratorni kapacitet (IK)** je najveća količina vazduha koja se nakon normalnog izdisaja može maksimalno udahnuti. On je zbir:  $IRV+TV$ . Obično iznosi 60% od TLK kod zdravih osoba (Dikić et al., 2004).

**Funkcionalni rezidualni kapacitet (FRK)** je volumen vazduha koji ostaje u plućima nakon normalnog izdisaja (nivo mirovanja). On je konstantan kod svakog pojedinca jer su pri tom volumenu u ravnoteži EPS koja deluje u pravcu ekspirija sa elastičnom silom grudnog koša koja deluje u inspiratornom smeru. On sadrži:  $ERV+RV$ . Obično iznosi oko 40% TLC (Dikić et al., 2004).

**Totalni plućni kapacitet (TLK)** je volumen vazduha u plućima nakon maksimalnog udaha (Dikić et al., 2004).

**Forsirani vitalni kapacitet (FVC, engl. Forced vital capacity)** predstavlja volume vazduha koji se nakon maksimalne inspiracije može izduvati iz pluća maksimalnom ekspiracijom (Dikić et al., 2004).

**Forsirani ekspiratorni volumen u prvoj sekundi (FEV1, engl. Forced expired volume in 1 second)** je zapremina vazduha koja se posle maksimalnog ekspirijuma, snažnom i forsiranom ekspiracijom izduva u prvoj sekundi. Ispitaniku se prvo naloži da maksimalno udahne a zatim naglo i svom snagom izduva sav vazduh iz pluća. Zdrava mlada osoba u prvoj sekundi može da izduva do 83% svog vitalnog kapaciteta. Odličan je kao parameter za otkrivanje opstrukcije pluća, tako da ako je ova vrednost manja od 70%, ukazuje na ostrukciju disajnih puteva (*Dikić et al., 2004*).

### 3. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA

Pregled literature usmeren je prema studijama koje su obuhvatale istraživanja u prostoru kardiorespiratornog sistema biciklista u funkciji uzrasta, ranga i takmičarske specijalnosti. Može se uočiti da postoji mali broj studija koja se bave funkcionalnim karakteristikama kardiovaskularnog i respiratornog sistema biciklista kao i malo naučnih radova na temu različite takmičarske specijalnosti biciklista i načina određivanje te specijalnosti. Razlog za delimično mali broj istraživanja u biciklizmu možda se može objasniti nedovoljnim razvojem ovog sporta u Republici Srbiji. Dalje, uočava se da uslovi saobraćajne infrastrukture nisu prilagođeni slobodnom i bezbednom treniranju biciklista, i zbog toga izostaju očekivani rezultati priznati u svetskoj konkurenciji, kao i zbog znatnog nedostatka obrazovanog trenerskog i stručnog kadra (*Milanović et al., 1999*).

#### 3. 1. Funkcionalni sistem kod biciklista

Pretpostavka istraživača da trenažni proces kod biciklista uzrokuje nastanak ekscentrične hipertrofije miokarda i značajne dilatacije komorskih šupljina, uz povećanje dimenzije i mase leve komore srca, potvrđena je u istraživanju na uzorku od 56 izraelskih biciklista prosečne starosti  $38 \pm 10$  god., čiji je prosek treninga nedeljno bio  $13.1 \pm 5.9$  h i 96 neaktivnih muškaraca, koji su bili kao kontrolna grupa. Pokazalo se da je bilo značajne razlike između biciklista i neutreniranih muškaraca za sledeće varijable: enddijastolni prečnik leve komore ( $48 \pm 4.7$  vs  $45 \pm 4.1$  mm,  $p < 0.001$ ), debljine međukomorske pregrade ( $9.9 \pm 1.2$  vs  $8.9 \pm 1.2$  mm,  $p < 0.001$ ) i indeksa mase leve komore ( $79 \pm 16$  vs  $68 \pm 13$  g/m<sup>2</sup>,  $p < 0.001$ ). Kod 5% biciklista enddijastolni prečnik leve komore je premašio gornju granicu normalnog od 56mm, a kod 7% biciklista debljine međukomorske pregrade je premašila gornju granicu normalnog od 11mm. Istraživači su zaključili da trenažni proces kod dobro utreniranih izraelskih biciklista uzrokuje nastanak ekscentrične hipertrofije miokarda i značajne dilatacije komorskih šupljina, uz povećanje dimenzije i mase leve komore srca (*Horowitz et al., 2014*). Sportovi

za koje su karakteristični dinamični ciklični naponi, sportovi izdržljivosti, kao što je biciklizam, utiču na debljinu srčanog zida, dok sportovi karakterisani statičkim naporima retko utiču na debljinu zida veću od 12 mm. Istraživači su pratili morfološke promene leve i desne komore korištenjem magnetne rezonance srca: enddijastolni volumen (EDV), endsistolnu zapreminu (ESV), udarni volumen (UV), ejectionu frakciju (EF) i zaključili da je intenzitet treninga verovatno povezan sa stepenom srčane adaptacije kod sportista koji treniraju u sportovima izdržljivosti (*Urhausen et al., 1992*). Izrazito proširenje leve komore (>60 mm) bilo je najzastupljenije kod sportista sa visokom telesnom masom i onih koji učestvuju u sportovima izdržljivosti kao što su biciklizam, nordijsko skijanje i kanu (*Pelliccia et al., 1999, 2010*).

U istraživanju Bekaert-a i saradnika (1981) tahokardiografski skrining pokazao je da srce kod biciklista na kraju diastole ima veće vrednosti unutrašnjeg prečnika leve komore, debljinu zadnjeg zida leve komore i interventrikularnu debljinu septuma. Izvedene vrednosti zapremine i mase leve komore su mnogo veće kod biciklista nego kod sedentarnih ispitanika. Postoji značajna korelacija između maksimalne potrošnje kiseonika i enddijastalnog prečnika leve komore. Trenažni proces kod dobro utreniranih biciklista uzrokuje nastanak ekscentrične hipertrofije miokarda i značajne dilatacije komorskih šupljina uz povećanje dimenzije i mase leve komore srca.

Vežbanje u submaksimalnoj zoni trenažnog opterećenja, karakterisano je relativnom usklađenošću između potreba aktivnih tkiva za kiseonikom i sposobnosti kardiovaskularnog sistema da te potrebe zadovolji. Dugotrajan trening izdržljivosti dovodi do adaptacije respiratornog, kardiovaskularnog i neuromišićnog sistema, što za cilj ima povećanu apsorpciju i prenos kiseonika iz atmosferskog vazduha do mitohondrija. Što je utreniranost veća, to je i sposobnost kardiovaskularnog sistema u ovom smislu veća (*Jones et al., 2000; Nikolaidis et al., 2011*).

### 3. 1. 1. Maksimalna potrošnja kiseonika ( $VO_{2max}$ )

**Maksimalna potrošnja kiseonika**, skraćeno  $VO_{2max}$ , predstavlja maksimalnu količinu **utrošenog** kiseonika koji je potreban za snabdevanje mišićnih ćelija za vreme maksimalnog fizičkog rada. Odnosno, ona predstavlja maksimalnu brzinu kojom aerobni mehanizam obezbeđuje mišićnu energiju.  $VO_{2max}$  se izražava kao apsolutna potrošnja kiseonika izražena u litrima u minuti (L/min) ili kao relativna potrošnja kiseonika izražena u mililitrima po kilogramu telesne mase u minuti (ml/kg/min).

Sportisti sa visokim  $VO_{2max}$  imaju efikasnija pluća, koja mogu razmeniti velike zapremine gasa; veće srce je sposobno da sprovodi velike količine krvi svakim otkucajem; veću količinu krvi sa više hemoglobina koji prenosi više kiseonika do tkiva; bogatiju mrežu kapilara, koji vrše bolju perfuziju mišićnih ćelija; više mitohondrija, više aerobnih enzima i više sporih vlakana za potrošnju većih količina kiseonika .

Više puta je pokazano da potrošnja kiseonika pri aerobnom i anaerobnom pragu zavisi od funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sistema, pa su tako zabežene veće vrednosti kod sportista u odnosu na sedentarnu populaciju (*Meyer et al., 2005*). Osim velikog uticaja genetike, funkcionalna sposobnost kardiorespiratornog sistema determinisana je i obimom i intenzitetom trenažne aktivnosti, i to posebno one aktivnosti visokog intenziteta (*Lucia et al., 2000; Nikolaidis et al., 2011*).

Kardiorespiratorna izdržljivost povezuje se sa razvojem sposobnosti kardiovaskularnog i respiratornog sistema da održava dopremanje kiseonika do angažovanih mišića tokom dugotrajne fizičke aktivnosti, kao i sa sposobnošću mišića da neophodnu energiju dobijaju aerobnim procesima (*Radovanović, 2007; Ostojić et al., 2010*). Visoka vrednost  $VO_{2max}$  znači da biciklista može obavljati aktivnost na visokom intenzitetu po osnovu dopremljenog kiseonika u aerobnom režimu naprezanja (*Lucia et al., 1998*). Opšteprihvaćen parametar za procenu aerobnog kapaciteta, tj. dugotrajne izdržljivosti kod biciklista je maksimalna relativna potrošnja kiseonika ( $VO_{2max}$ ), koja označava količinu kiseonika koju organizam može potrošiti u vremenu od jedne minute na kilogram telesne mase (*Paddila et al., 1999*).

Međutim, Lucia i saradnici (1998) zaključuju da se treningom povećava i **intenzitet izražen u procentima** od  $VO_{2max}$ , pri kome se aktivnost može izdržati duže vreme. Takođe, Coyle i saradnici (1991) naglašavaju, da je neophodna sposobnost da se u toku dužeg vremenskog perioda održava visok nivo potrošnje kiseonika na laktatnom pragu. Zaključak na osnovu istraživanja je da se potrošnja kiseonika pri anaerobnom pragu pokazala kao bolji prediktor aerobne izdržljivosti biciklista u odnosu na maksimalnu potrošnju kiseonika (*Lucia et al., 1998; Bassett et al., 2000*). S tim u skladu može se reći da maksimalna potrošnja kiseonika jeste dobra mera funkcije kardiovaskularnog sistema, ali da nakon što se dostigne limit  $VO_{2max}$ , dalje poboljšanje rezultata postiže povećanjem vremena provedenog na nivou anaerobnog praga (*Persson et al 2012; Hebisz et al., 2013*).

Istraživanja su pokazala da uspešni profesionalni biciklisti imaju visoke vrednosti  $VO_{2max}$ , iznad 74 ml/kg/min, i da se njihov nastanak akumulacije mlečne kiseline u krvi (OBLA) javlja oko 90% od  $VO_{2max}$  (*Lucia et al., 1998; Fernandez-Garcia et al., 2000; Perez-Landaluce et al., 2002; Faria et al., 2005*). U literaturi se međutim sreću i veće vrednosti kao u istraživanju Paddilla i saradnici (1999) koji su kod profesionalnih biciklista utvrdili da  $VO_{2max}$  iznosi  $78.8 \pm 3.7$  ml/kg/min koju su ostvarili pri maksimalnoj izlaznoj snazi ( $W_{max}$ ) od  $501.2 \pm 24.8$  W, relativno 7.3 W/kg. Kada se vrednost  $VO_{2max}$  posmatra u odnosu na takmičarsku specijalnost, primećeno je da su značajno veće kod specijalista za vožnju na ravnom terenu ( $5.67 \pm 0.44$  l/min) i hronometraša ( $5.65 \pm 0.53$  l/min), nego kod specijalista za vožnju u brdskim uslovima ( $5.05 \pm 0.39$  l/min), iako se nijedna od njih nije razlikovala od univerzalnih specijalista vozača ( $5.36 \pm 0.30$  l/min). Međutim, kada se  $VO_{2max}$  relativizovala u odnosu na telesnu masu, „flatt rider“ ( $74.4 \pm 3.0$  ml/kg/min) su imali značajno slabiji rezultat od hronometraša, univerzalnih i vozača specijalista za brdske terene,  $79.2 \pm 1.1$ ,  $78.9 \pm 1.9$  i  $80.9 \pm 3.9$  ml/kg/min (*Paddilla et al., 1999*).

Moguće je zaključiti, na osnovu rezultata prezentiranih istraživanja, da u početnim fazama priprema biciklista takmičarski rezultat prvenstveno zavisi od povećanja aerobnog kapaciteta, dok se po dostizanju platoa maksimalne potrošnje kiseonika, dalje poboljšanje postiže na račun povećanja efikasnosti korišćenja energije pre svega na nivou anaerobnog praga.

### 3. 1. 2. Aerobni i anaerobni prag

Respiratornim sistemom doprema se dovoljna količina kiseonika do aktivnih mišića u toku rada pri umerenom intenzitetu. Pri povećanom intenzitetu rada povećava se energetska potrošnja a samim tim i potreba za kiseonikom. U toku tog procesa dolazi do disbalansa potrebe i potrošnje kiseonika. Raspadni produkti energetskog metabolizma u aktivnim mišićima ne utiču bitno na promenu unutrašnje sredine organizma. Kao glavni energent u radu koriste se masti, čije su zalihe u organizmu velike, Rusko i saradnici (1986) zaključuju da se organizam nalazi u stanju tzv. **steady state**-a, odnosno stabilnog stanja u kojem su zahtevi koji se postavljaju pred organizam u ravnoteži sa njegovim mogućnostima. Dostizanjem ovog graničnog nivoa opterećenja, energetski zahtevi rastu što dovodi do značajnijeg uključanja snažnijih energetskih izvora, koji ne mogu da se odvijaju samo uz potrošnju kiseonika koji se doprema respiratornim i kardiovaskularnim sistemom tokom same aktivnosti. Sa porastom intenziteta fizičke aktivnosti dostiže se anaerobni prag, pri kom dolazi do znatnije aktivacije anaerobne glikolize u radno aktivnim mišićima i do umerenog porasta koncentracije mlečne kiseline u krvi. Taj prag javlja se pri intenzitetu od oko 40-60% kod netreniranih  $VO_2max$ , po drugim autorima i pri 65-70%  $VO_2max$  (Virus et al., 1995; Billat et al., 2009), a kod treniranih osoba 80-90%  $VO_2max$ , čak i pri 95%  $VO_2max$ , zavisno od trenažnog ciklusa (pripremni, predtakmičarski ili takmičarski). Intenzitet rada na kojem je koncentracija mlečne kiseline u krvi od oko 1.5-2 mmola/l, naziva se aerobni prag (prvi ventilatorni prag), dok intenzitet rada na kojem je koncentracija mlečne kiseline u krvi 3-5 mmola/l predstavlja anaerobni prag tj. drugi ventilatorni prag (Barstow et al., 1993; Billat et al., 2009).

Međutim, u praksi je utvrđeno da nije moguće kod svakog fiksirati anaerobni prag na 4 mmol/l, nego je neophodno utvrditi tzv. individualni anaerobni prag "IAP" (Stegmann et al., 1981; Billat et al., 2009). Standardno, aerobni (AP) i anaerobni prag (ANP) određuju se u laboratorijskim, ili terenskim testovima. Najčešće se koriste tri osnovne metode za određivanje AP (aerobnog praga) i ANP (anaerobnog praga) i to su metode koje se zasnivaju na analizi ventilatornih parametara tzv. ventilatorni aerobni prag (VAP1) i ventilatorni anaerobni prag (VAP2), ili respiratorna kompenzatorna tačka prema Wassermanu (1984); metode utemeljene

na analizi laktata u krvi (tzv. laktatni pragovi; LP1 i LP2); "Critical power" (CP) model (Bodner, 2000), za određivanje ANP, koji se zasniva na linearnom odnosu maksimalnog izvršenog rada i trajanja rada, uz vreme iscrpljenja od 10-15 minuta. Pored toga, u novije vreme je utvrđeno da postoji i tzv. "elektromiografski prag" utvrđen na temelju praćenja električne aktivnosti mišića tokom rada, a koji odgovara intenzitetu rada pri ANP i LP (Lucia et al., 1999).

Ventilatorni prag određuje se kombinacijom tri različita načina, VE/VO<sub>2</sub>, VE/VCO<sub>2</sub> i RQ. U određivanju ventilatornog anaerobnog praga pri tradicionalno korišćenim metodama (minutni volumen disanja, volumen izdahnutog ugljen dioksida u minuti, RQ i ventilatorni ekvivalent za kiseonik), a u svrhu utvrđivanja najtačnijeg i najpouzdanijeg, autori su utvrdili da je prag određen na temelju VCO<sub>2</sub>/VO<sub>2</sub> pokazao najveću korelaciju s laktatnim pragom ( $r=0.93$ ,  $p<0.001$ ) i najvišu test-retest pouzdanost u određivanju ventilatornog praga,  $r=0.93$ ,  $p<0.001$  (Caiozzo et al., 1982).

Takođe, rezultati drugih istraživanja pokazali su da u toku rada na određenom intenzitetu dolazi do povećanja u odnosu između ventilacije i potrošnje kiseonika (ventilatorni ekvivalent za kiseonik VCO<sub>2</sub>/VO<sub>2</sub>), odnosno potrošnje kiseonika i eliminacije CO<sub>2</sub>, a da pri tome nema promena u odnosu ventilacije i izdahnutog CO<sub>2</sub> (ventilatorni ekvivalent za CO<sub>2</sub> ili VE/VCO<sub>2</sub>). Ova faza smatra se preciznijom metodom određivanja prvog ventilatornog praga (Wasserman, 1984; Chiacharro et al., 2000).

Prema Fernandez-Garcia i saradnicima (2000) vrednosti anaerobnog praga profesionalni biciklisti postižu na oko 87.0 do 89.6±2.7% VO<sub>2</sub>max u odnosu na druge trenirane sportiste 66.0±4.3 %VO<sub>2</sub>max. Međutim, biciklisti seniorske nacionalne kategorije imaju niži nivo anaerobnog praga (80.4±6.6% VO<sub>2</sub>max) u odnosu na profesionalne bicikliste svetskog ranga. Uobičajene vrednosti koje su izmerene na anaerobnom pragu su 5.5 W/kg/min.

Autori su došli do zaključka da se razlika između profesionalnih i nacionalnih elitnih senira biciklista pokazuje zbog mogućnosti da održavaju anaerobni prag na višem nivou u dužem vremenskom periodu. Ukratko, iz svega navedenog može se zaključiti da anaerobni prag može biti dobar pokazatelj u određivanju nivoa treniranosti kod biciklista, pogotovu na deonicama koje zahtevaju visok nivo %VO<sub>2</sub>max, kao što je to vožnja na hronometaru (Lucia et al., 1998; Persson et al 2012; Hebisz et al., 2013).



### 3.2. Respiratorni sistem kod biciklista

Primarna funkcija respiratornog sistema jeste snabdevanje radne muskulature kiseonikom ( $O_2$ ) i eliminisanje ugljen-dioksida ( $CO_2$ ). Srce, pluća, plućna i sistemska cirkulacija predstavljaju vezu između spoljašnje sredine i ćelija organizma (*Milani et al., 2006*). Na razvoj funkcije disanja različito utiču različiti sportovi. Kod ljudi koji su sistematskim vežbanjem znatno bolje prilagođeni fizičkim naporima, zapaža se bolja ventilacija (*Prakash et al., 2007*).

U respiratornu funkciju ubraja se razmena vazduha između alveola i spoljašnje sredine i razmena gasova na nivou alveolo-kapilarne membrane. Razmena gasova vrši se preko pseudoslojevitog epitela koji se često označava kao respiratorni epitel, obzirom na činjenicu da se može naći samo u respiratornom traktu (gde pokriva njegov najveći deo - od *cavum-a nasi*, pa do terminalnih bronhiola). Osim lažne slojevitosti (nukleusi u tri nivoa), epitel karakterišu visoke cilindrične ćelije sa kinocilijama. Takođe, respiratorni epitel karakteriše i jako debela bazalna membrane (najdeblja bazalna membrana kod čoveka). Razmena gasova vrši se procesom difuzije, a kao posledica razlike u gradijentu pritiska - iz područja većeg pritiska kiseonika ka nižem. Ovakav trend gradijenta pritiska prisutan je duž celog respiratornog sistema (*Milani et al., 2006*).

Transport kiseonika i ugljen-dioksida vrši se putem krvi kao i njena razmena na nivou tkiva (kapilarna i ćelijska razmena). Sklad između efikasnog snabdevanja kiseonikom, razvijenog cirkulatornog sistema i funkcionalne sposobnosti ćelijskih mitohondrija dovodi do potrošnje kiseonika i pretvaranja ugljenih hidrata u neophodnu energiju dnevnih potreba čiji je krajnji produkt ugljendioksid ( $CO_2$ ). Poremećaj u funkcionalnom ili strukturnom smislu na bilo kom nivou dovodi do kolapsa celokupnog organizma (*Milani et al., 2006*).

O uticaju trenažnog procesa na respiratornu funkciju biciklista beleže rezultati istraživanja Lucie i saradnika (1999). Njihovo istraživanje upućuje na to da se obrazac disanja razlikuje između profesionalnih biciklista i biciklista nacionalne klase, jer se kod profesionalnih biciklista ostvaruje veća vrednost respiratornog (disajnog) volumena (VT) uz izostanak tahipneje (ubrzano plitko disanje, bez većeg povećanja respiratornog volumena) na visokom intenzitetu rada (*Lucia et al., 1999*). Takođe, profesionalni biciklisti imaju manju vrednost ventilatornog

ekvivalenta kiseonika na submaksimalnom intenzitetu (*Lucia et al., 1999*) što ukazuje da se viši nivo aerobne oksidacije javlja kod profesionalnih biciklista u odnosu na seniore u nacionalnoj klasi, što rezultira manjom metaboličkom acidozom.

Plućna ventilacija predstavlja meru zdravstvenog statusa sportista koji omogućava da sportista može kvalitetno, optimalno i uspešno da trenira. Na povećanje vitalnog kapaciteta najveći uticaj imaju aerobni, dok na povećanje brzine prolaska vazduha, najviše anaerobni uslovi trenažnog rada (*Wilmore et al., 1994; Jeličić, 2000*). Ovo je potvrdila i studija na populaciji američkih atletičara različitih disciplina koja je pokazala da muškarci sprinteri imaju manji vitalni kapacitet pluća od ostalih atletičara trkača (*Schoene et al., 1997*). Efikasnija plućna funkcija u odnosu na prosečnu populaciju, pronađena je kod većeg broja sportova i sportskih disciplina (*Cikatić and Foretić, 2005; Foretić et al., 2007; Hraste et al., 2008*).

Postoji niz faktora koji mogu i negativno uticati na plućnu funkciju sportista. Istraživanja sprovedena u ovom području potvrđuju da manje efikasna plućna funkcija može biti povezana sa temperaturom i vlažnošću vazduha u kojem se odvija fizička aktivnost (*Verges et al., 2004*), izloženost duvanskom dimu (*Foretić et al., 2007*), vrsti i intenzitetu fizičke aktivnosti i sistemu treninga (*Hraste et al., 2008*) i uzrastu polu (*Malina et al., 2004*), antropometrijskim karakteristikama (*Hraste et al., 2008*), ili nekim drugim spoljašnjim činiocima.

Posledice određenog obrazaca disanja, koji nije adekvatan, može imati štetan uticaj na performanse biciklista iz nekoliko razloga. Respiratorna mehanika tokom vežbanja može dovesti do tahipneje (*Lucia et al., 1999*), povećanja dinamične hiperventilacije (*McConnell, 2005; Jonson et al., 2007*) i naknadnog povećanja rada inspiratornih mišića, zaduženih za disanje (*Harms et al., 1998*). Povećan nivoa intenziteta kod biciklista povećava frekvencu disanja a time posredno utiče i na moguću preraspodelu krvi (*Sheel et al., 2006*), u kojoj se krv preusmerava u respiratorne mišiće da zadovolji njenu povećanu potražnju i smanjuje količinu krvi u lokalnim mišićima. Takvo smanjenje dotoka krvi može negativno uticati na sposobnost perifernih mišića da stvaraju energiju (*Romer and Dempsey, 2006*). Pored toga, povećan rad, koji povećava frekvencu disanja, može dovesti do zamora respiratornih mišića (*Johnson et al., 2007*) i povećanu dispneju (*Grazzini et al., 2005*), a oba ova slučaja mogu imati nepovoljan uticaj na sportsku takmičarsku uspešnost.

Sposobnost da se održi kontrolisan obrazac disanja tokom treninga i takmičenja visokog intenziteta, bez tahipneje, identifikovana je kao veoma važna karakteristika profesionalnih biciklista (*Lucia et al., 1999*). Ne zna se, međutim, da li je ovaj obrazac disanja fiziološka adaptacija (npr. usled trenažnog procesa provedenog na visokom intenzitetu treninga u toku dužeg vremenskog perioda), ili se može protumačiti kao naučena veština. Radovanović, D. (2007) ukazuje da se tokom fizičke aktivnosti potrebe za većom količinom kiseonika povećavaju i do 20 puta, a protok kiseonika kroz mišiće može biti oko 100 puta veći nego u miru.

Tokom vežbanja maksimalnim intenzitetom netrenirani pojedinci ostvaruju plućnu ventilaciju VE od  $112 \pm 19.9$  l/min - predstavlja protok vazduha između atmosfere i plućnih alveola, (*Sheel et al., 2006*), dok druga studija pokazuje da se kod vrhunskih sportista VE može povećati do 190 l/min, a kod biciklista često iznad 200 l/min, dok kod veslača (*Sheel et al., 2006*), čak i preko 270 l/min (*Shephard et al., 1998*).

Najčešći respiratorni obrazac disanja, koji se ostvaruje usled visokog intenziteta vežbanja, je kada sportista disanje izvodi i na nos i usta u pokušaju da omogući veću i bržu količina vazduha (*Sheel et al., 2006*). Tokom vežbe VE može biti zadovoljena povećanjem frekvencijom disanja (fd) i disajnim volumenom (VT), i nije poznato da li je prelazak sa dijafragmalnog na apikalno disanje fiziološka potreba, ili "naučena navika". Da bi se dostigli zahtevi usled tako velikih povećanja VE, fiziološki respiratorni odgovor bi bio u povećanju dubine disanja i povećanje VT, dok daljim povećanjem radnog opterećenja dolazi do povećanja frekvencije disanja (*Sheel et al., 2006*).

Uočeno je da kad intenzitet vežbanja raste, raste (fd) na račun pojave tahipneje i da se razvija neregularan i neefikasan obrazac disanja (*Gallagher et al., 1987*). Tahipneju i drugi autori smatraju izuzetno neefikasnim obrascem disanja, kako mehanički tako i metabolički (*Lucia et al., 1999*). Ovi autori u istraživanju utvrđuju da kod približne vrednosti maksimalne ventilacije (~ 180 litara) profesionalni biciklisti imaju veću dubinu izdisaja (60 % prema 53 % forsiranog vitalnog kapaciteta), a manju frekvenciju disanja. Dalje, VE može ostati nepromenjena uprkos dalje promene fd i VT, dok dostizanje količine O<sub>2</sub> zapravo smanjuje alveolarnu razmenu gasova zbog povećanog obima mrtvog prostora. Moglo bi se sugerisati da sportisti tokom visokih intenziteta vežbanja sposobnost održavanja VE postižu na račun

kontrolisanog obrasca disanja, tako ne dozvoljavajući tahipneju. Značajan porast u VE u toku maksimalnog vežbanja se ostvaruje često i do 10-15 puta (*Johnson et al., 2007*).

Neka istraživanja pokazala su da sportisti mogu da održavaju efikasno disanje (*Lucia et al., 1999*), dok drugi ne. U nekoliko studija pokazalo se da samo veoma visoko trenirani i iskusni sportisti mogu da postignu ovakav obrazac (*Lucia et al., 1999; Mayer et al., 2005*).

Tačnije, jasna razlika u obrascu disanja između profesionalnih i elitnih biciklista nacionalne klase primećena je u rezultatima istraživanja Lucia i saradnika (1999) tek u uslovima rada na visokom intenzitetu. U njihovom istraživanju profesionalni biciklisti koji voze "Tour de France" imali su  $VO_2max$   $73.2 \pm 6.6$  ml/kg/min,  $P_{max}$ :  $471 \pm 30.9W$  dok je kod 11 amatera, elitnih drumskih biciklista  $VO_2max$  bila  $73.8 \pm 5$  ml/kg/min,  $P_{max}$ :  $437 \pm 25.2W$ . Ove dve grupe nisu se razlikovale u odnosu na  $f_d$ , VT, VE, inspiratorno i ekspiratorno vreme tokom vožnje na submaksimalnom do maksimalnog intenziteta (do otkaza) kao ni  $V_{max}$ , iako je VE na intenzitetu između 300W i 400W bila kod profesionalnih biciklista 15% niža nego VE kod amaterskih biciklista. Na intenzitetu manje od 200 W  $f_d$  je imala tendenciju da bude veća kod profesionalnih biciklista nego kod elitnih biciklista (25 nasuprot 20 respiracija/min;  $p < 0.05$  na 100W), ali od 200W do maksimalnog intenziteta elitna grupa je imala značajno veću  $f_d$  od profesionalnih biciklista (58 vs. 51 respiracija/min na maksimalno;  $p < 0.05$ ). Inspiratorno vreme je dostiglo plato kod profesionalnih biciklista na niskom intenzitetu od 300W na 63,7%  $P_{max}$ , a zatim je počelo da opada sa porastom intenziteta radnog opterećenja, dok se kod elitnih biciklista smanjivalo od najnižeg ka najvišem intenzitetu od 50W do 437.5W. Ekspiratorno vreme bilo je znatno duže kod profesionalnih biciklista nego kod elitnih na umerenoj do visoko ostvarenoj vrednosti snage ( $p < 0.05$  za 250 i 300W, i  $P < 0.01$  za 350 i 400W).

Može se zaključiti da se obrazac disanja u ove dve grupe biciklista razlikuje uglavnom u dva aspekta, kod profesionalnih biciklista, VE se povećava na bilo kom intenzitetu rada kao rezultat povećanja i VT i  $f_d$ , bez dokaza o pojavi tahipneje. Ventilacija se inače pri nižem intenzitetu rada povećanje na račun povećanja VT i  $f_d$  a pri višem intenzitetu rada povećanjem samo na račun  $f_d$ , dok VT dostiže plato (*Lucia et al., 1999*).

Mogućnost za održavanjem optimalnog nivoa efektivne ventilacije je jedan od faktora koji omogućava sportistima da postignu visok nivo postignuća neophodnih za uspešnost na

tamičenju u svom sportu. Međutim, još nije sa sigurnošću utvrđeno da li je pojava efikasnijeg disanja kod profesionalnih biciklista, genetska predispozicija, ili je to nezavisan faktor koji bi se mogao povezati sa usvajanjem tehnike (*Lucia et al., 2001*). Uočene razlike u obrascu disanja između profesionalnih i vrhunskih biciklista, Lucia i saradnici (1999) su objasnili time da je trenažni proces profesionalnih biciklista sproveden pod nadzorom stručnog tima, dok to nije uvek slučaj sa elitnim biciklistima. U jednom od kasnijih istraživanja, Lucia sa saradnicima (2001) dolaze do zaključka da na disajni obrazac profesionalnih biciklista nije uticao obim trenažnog procesa već da je verovatno do adaptacije respiratornog sistema došlo nakon ukupnom vremenu trenažnog staža.

Drugi autori su pretpostavili da povećanje  $f_d$  i smanjenje VT posmatraju kao uticaj visokog intenziteta vežbanja (*Clark et al., 1983*) na zamor disajnih mišića, i da utreniraniji sportisti dostižu viši nivo rada bez znatnijih promena na VT, a takođe su pretpostavili da sportisti efikasnije pružaju otpor takvom zamoru zbog njihovog iskustva. Nasuprot tome, Scheuermann i Kovalchuk (1999) smatraju da se efikasno disanje u suštini usvaja i da je moguće naučiti kako da taj obrazac bude efikasniji.

Mahler i saradnici (1991) su istraživali efikasnost disajnog procesa kod veslača i zaključili da na obrazac disanja utiče i cikličnost u toku trenažnog procesa. Zaključili su da je obrazac disanja usklađen sa delovanjem lokomotornog sistema kako bi se povećala efikasnost respiratornog sistema, međutim ovo povećanje primetili su samo kod elitnih veslača (*Mahler et al., 1991*).

Primarni cilj VE je da zadovolji metaboličke zahteve nivelisanjem odnosa kiseonika ( $O_2$ ) i ugljen-dioksid ( $CO_2$ ) iz pluća na najefikasniji način (*Basset et al., 2000*). Ovi autori primećuju da je optimum metaboličkih zahteva u mirovanju oko 6l min i da se tako postiže stalan, ritmički obrazac dijafragme; uz respiratorni ciklus od 10-14 disanja/min; i odnos udah-izdah 1:1,5-2 (*Chiacharroet al., 2000*). Ljudi u idealnim uslovima prirodno usvajaju optimalni obrazac disanja u radu, koji zahteva najmanju količinu mehaničkog rada i stresa respiratornih mišića (*Jones et al., 2000*), međutim, u nekim slučajevima ovaj optimalni obrazac može biti poremećen.

Postoje dokazi koji ukazuju da trening uzrokuje adaptaciju kroz povećanje respiratornog kapaciteta mišićnih vlakana, koji zatim rezultira manjom proizvodnjom laktata, tako da ovi

procesu igraju važnu ulogu u poboljšanju biciklističkih sposobnosti (*Fernandez-Garcia et al., 2000*).

Ventilacija tokom treniranja i takmičenja kod biciklista može biti ugrožena iz više razloga, kao što je životna sredina, zatim patologija (astma, bronhospazam i disfunkcija glasnih žica), psihološki faktori (anksioznost i hiperventilacija) i biomehanički uzroci (Slika 1) zbog biciklističkog položaja (*Faria et al., 2005*).



Slika 1. Tipična biciklistička pozicija u toku drumskog hronometra  
(izvor: [www.cyclingnews.com%2Fnews%2Ftony-martin-open-to-hour-record](http://www.cyclingnews.com%2Fnews%2Ftony-martin-open-to-hour-record)).

Pozicija bicikliste posredno utiče na sposobnost grudnog koša da se u potpunosti proširi kako bi omogućilo proces disanja maksimalnim kapacitetom (*Martin et al., 1998; Milić et al., 2010*). Usvajanjem aerodinamične pozicije biciklisti po mišljenju ove grupe autora imaju benefite (*Milić et al., 2010*) tako što ostvaruju značajan porast  $VO_2\text{max}$  (3%;  $p=0.02$ ), frekvencija srca (3.3%;  $p=0.02$ ), i respiratorne razmene (1.3%;  $p=0.02$ ). Nasuprot tome, druga grupa autora veruje da kod biciklista koji zauzimaju aerodinamičnu poziciju taj položaj ometa mehaniku disanja. Povećan rad disanja i zamora respiratornih mišića mogu imati dodatni efekat na refleks vazokonstrikcije mišića i na taj način smanjiti protok krvi u mišićima odgovornim za proizvodnju energije tokom vežbanja, a potom smanjiti performanse vežbanja (*Faria et al., 2005*).

Rasprostranjenost poremećaja disanja kod sportista je prepoznata u literaturi, koja sugerira da su sportisti isto toliko u opasnosti kao i opšta populacija, ako ne i više, od razvoja disajnih problema, koji naknadno utiču na njihov obrazac disanja tokom vežbanja. Učestalost pojave astme kod sportista može da bude 11-50%, dok u opštoj populaciji 10-12%, što bi moglo da se objasni zbog povećane izloženosti hladnim i suvim uslovima, kao i polenu i zagađenjima tokom treninga kod biciklista (*Rundell and Spiering, 2003*).

Lucija sa saradnicima (1999) ukazuju da čak visoko trenirani sportisti, učestvujući u iscrpljujućim treninzima, imaju sposobnost da i dalje povećaju svoju ventilaciju. Nakon postizanja AT, dolazi do intenzivnijeg porasta proizvodnje CO<sub>2</sub> i porasta RQ preko 1.0. S obzirom da nivo laktata raste, dalje radno opterećenje postaje nekonformno i javlja se zamor. Takođe, nivo RQ je u vezi sa koncentracijom laktata, tako da je RQ objektivna mera postignutog napora. Vrednosti RQ<1.0 ukazuju na slab napor, 1.0 do 1.1 ukazuju na umeren napor a od 1.1 do 1.2 ukazuju na visok stepen opterećenja, a vrednosti RQ preko 1.2 ukazuju na izrazit napor.

U sportovima u kojima je uspeh, manje ili više, određen performansama aerobnog energetskog mehanizma, najčešće se koriste maksimalni progresivni testovi opterećenja. Funkcionalna sposobnost kardiorespiratornog sistema najčešće se ogleda kroz utvrđenu maksimalnu aerobnu snagu. Zlatni standard za merenje maksimalne aerobne snage odnosno maksimalne tolerancije na napor je maksimalni test sa inkrementalnim povećavanjem intenziteta opterećenja uz kontinuirano praćenje respiratornih pokazatelja (ventilacija, koncentracija O<sub>2</sub> i CO<sub>2</sub> u izdahnutom vazduhu).

### **3.3. Funkcionalne sposobnosti biciklista juniora**

Kada se prave poređenja u funkciji uzrasta, juniori u odnosu na profesionalne bicikliste, kao i na bicikliste nacionalnih i internacionalnih selekcija imaju najmanju vrednost VO<sub>2</sub>max i to na nivou od 63.3±5.2 do 67.3±4.9 ml/min/kg (*Menaspa et al., 2013; Ališauskiene et al., 2015*).

Rezultati izmerene maksimalne potrošnje kiseonika naših nacionalnih biciklista juniorske kategorije, bez obzira na disciplinu, bile su VO<sub>2</sub>max 56.42±5.82 ml/min/kg (*Dopsaj et al., 2010*). Ovi rezultati su pokazali da najbolji srpski juniori imaju manji nivo razvijenosti aerobnog

energetskog sistema, u odnosu na bicikliste juniore iz vodećih inostranih zemalja, od oko 13.86 % (9.09 ml/min/kg), ili drugim rečima, srpski juniori se nalaze na nivou  $VO_2max$  od 86.14 % u odnosu na španske elitne juniore (*Dopsaj et al., 2010*). U odnosu na rezultate italijanskih juniora, srpski biciklisti imaju čak za 21.34 % (14.58 ml/min/kg) manji nivo  $VO_2max$ , ili drugim rečima, srpski juniori se nalaze na nivou razvoja  $VO_2max$  od samo 79.46% u odnosu na italijanske, kao predstavnike svetske juniorske elite.

U poređenju sa italijanskim juniorima koji su imali  $71.0 \pm 0.7$  ml/min/kg, češki biciklisti juniori imali su manju vrednost  $VO_2max$   $65.4 \pm 5.1$  ml/min/kg. Manja vrednost  $VO_2max$  može biti posledica činjenice da biciklizam u toj i mnogim drugim zemljama nije tako razvijen kao u Italiji, što se dovodi u korelaciju sa podacima da Italijani na godišnjem nivou prevezu na treningu i do 20 000 km, za razliku od čeških biciklista koji prevezu na treningu godišnje oko 11000 do 13000 km (*Menaspa et al., 2012; Menaspa et al., 2013*).

Istraživanje autora (*Nikolić, 2010b*) prikazuje funkcionalne karakteristike juniora biciklista Republike Srbije kroz radne pokazatelje (W), potrošnju kiseonika ( $VO_2$ ), kao i pokazatelja maksimalne sposobnosti u aerobnim i anaerobnim uslovima koja su ostvorena kroz dva testa, "Wingate" i modifikovani, "Leipzig" test, (*Nikolić, 2010b*). Može se uočiti da se u razvijenijim zemljama juniori takođe klasifikuju po specijalnostima na isti način kao i druge uzrasne kategorije biciklista, kao i da je potvrđeno da su aerobne sposobnosti značajne u proceni nivoa njihove trenažne pripremljenosti (*Menaspa et al., 2012*).

### **3.4. Funkcionalne sposobnosti biciklista seniora**

U zavisnosti od takmičarskog nivoa i kriterijuma, postoje značajne razlike u svim fiziološkim parametrima između amaterske nacionalne kategorije i profesionalnih biciklista, a posebno u vrednosti  $VO_2max$ , gde biciklisti nacionalne seniorske selekcije (koji se ne takmiče u kategoriji profesionalnih trka) imaju vrednosti  $VO_2max$  od  $73.9 \pm 6.7$  ml/min/kg, dok profesionalni biciklisti imaju vrednosti  $VO_2max$  od  $75.7 \pm 6.1$  ml/min/kg (*Lucia et al., 1998*).



U drugom istraživanju autori su izmerili vrednost  $VO_2\text{max}$  od 80 ml/kg/min kod treniranih biciklista, koje su ostvarili na  $W_{\text{max}}$  421±38, za razliku od netreniranih osoba, koje su se samo rekreirale i koje su imale  $W_{\text{max}}$  292±38 na  $VO_2\text{max}$  62.6±7.30 ml/kg/min (Hopker et al., 2007).

### **3.5. Funkcionalne sposobnosti biciklista profesionalnih i elitnih nacionalnih biciklista**

Chiacharro i saradnici (2000) ukazuju na to da se razlika između profesionalnih i elitnih nacionalnih biciklista ogleda u tome što kod profesionalnih biciklista prvi, ventilatorni aerobni prag (VT1) ima veću snagu i to izraženije u toku takmičarske sezone u odnosu na prelazni period (Lucia et al., 1998). Pored toga, značajno veća snaga primećena je na ventilatornom anaerobnom pragu VANP2 tokom takmičenja u odnosu na prelazni period. Ovi podaci govore da viši nivo VAP1 i VANP2 pokazuje bolji nivo izdržljivosti tokom tekuće sezone kod profesionalnih biciklista u odnosu na elitne nacionalne bicikliste (Lucia et al., 1998).

Osim toga, istraživanja pokazuju da tokom takmičenja, profesionalni biciklisti imaju značajno veći %  $VO_2\text{max}$  i snage (W i W/kg) na VAP1 i VANP2 u odnosu na elitne nacionalne bicikliste. Činjenica da se oba praga kod profesionalnih vozača nalaze na višem nivou, ukazuje na to da ovi biciklisti imaju efikasniji aerobni mehanizam obezbedjenja energije za mišićni rad i da profesionalni vozači imaju veći potencijal za vožnju na većem intenzitetu anaerobnog praga (Lucia et al. 1998).

Bolji rezultati profesionalnih biciklista mogu se objasniti činjenicom da imaju veći kapacitet za oksidativne procese metabolizma (više mišićnih vlakana tipa I i veću enzimsku aktivnost oksidacije), kao i veću gustinu kapilarne mreže. Drugo, profesionalni biciklisti mogu da realizuju veću silu tokom fleksije kolena u ciklusu pedaliranja, drugim rečima, čini se da profesionalni biciklisti povlače energičnije pedalu na gore tokom vožnje u poređenju sa njihovim elitnim nacionalnim kolegama. Maksimalna i prosečna vrednost snage je 466±30.8W nasuprot 428.6±31.7W u korist profesionalnih vozača. Međutim, u poslednjih nekoliko godina

nivo maksimalne potrošnje kiseonika elitnih nacionalnih biciklista je u blagom porastue čime se smanjuje razlika između nacionalnih i profesionalnih biciklista (*Lucia et al., 1998*).

Srednje vrednosti  $VO_2\text{max}$  kod profesionalnih biciklista su između 5.0 do 5.5 l/min ili 70 do 80 ml/min/kg (*Lucia et al., 1999*), anaerobni prag na 90%  $VO_2\text{max}$  (*Tanaka et al 1993; Lucia et al., 2001*). Profesionalni biciklisti imali su značajno veću vrednost mehaničke efikasnosti (GME) od elitnih nacionalnih biciklista  $25.6 \pm 2.6$  vs  $24.4 \pm 2\%$  (*Lucia et al., 2003*). Značajna razlika je uočena u vrednosti  $VO_2\text{max}$  u apsolutnim vrednostima u poređenju profesionalnih biciklista ( $5053 \pm 445$  ml/min) sa elitnim seniorskim biciklistima nacionalne kategorije ( $4584 \pm 158$  ml/min), što je za 9.28% veća potrošnja kiseonika kod profesionalnih u odnosu na elitne bicikliste seniore. Razlike u relativnim vrednostima potrošnje kiseonika je takođe značajno veća u korist profesionalaca ( $75.3 \pm 4$  ml/kg/min) u odnosu na elitne bicikliste ( $67.5 \pm 7.5$  ml/kg/min), što znači da u procentualnom odnosu za 10.3% elitni nacionalni biciklisti imaju manje vrednosti potrošnje kiseonika. Maksimalna snaga kod profesionalnih biciklista bila je  $424 \pm 32$  Wmax, dok su elitni seniori ostvarili  $371 \pm 42$  W, što je u procentima za 12.4% više u korist profesionalnih biciklista.

Razlika snage profesionalnih biciklista u odnosu na seniore nacionalne kategorije iskazana u vatima u odnosu na telesnu masu, pokazala je da su profesionalni biciklisti imali više vrednosti ( $6.4 \pm 0.4$  W/kg/min) nasuprot ( $5.5 \pm 0.6$  W/kg/min), što čini razliku od 14%. Razlika između profesionalnih biciklista i juniora nacionalne kategorije je još veća ( $6.4 \pm 0.4$  W/kg/min nasuprot  $5.23 \pm 0.56$  W/kg/min), tj. 18.2% (Tabela 1.). Razlika između elitnih biciklista i juniora nacionalne kategorije nije bila statistički značajna (*Perez et al., 2002*).

Tabela 1. Pokazatelji potrošnje kiseonika i snage kod profesionalnih biciklista i elitnih seniora i juniora nacionalne kategorije (*Perez et al., 2002*).

Parametri	Profesionalci	Amateri	Juniori
VO <sub>2</sub> max (ml/min)	5053±445	4584±458	4368±445
VO <sub>2</sub> max, rel. (ml/kg/min)	75.3 ±4.0	67.5±7.5	65.5±3.9
Maksimalna snaga (W)	424±32	371±42	350±50
Maksimalna snaga-rel. (W/kg/min)	6.4±0.4	5.5±0.6	5.2±0.6
Godišnja kilometraža (km)	30.000-35.000	15.000-18.000	11.000-13.000

Na osnovu istraživanja Pearsson-a i saradnika (2012) može se zaključiti da je uočljiva razlika između profesionalnih biciklista i elitnih biciklista nacionalne kategorije, u odsustvu tahipneje u korist profesionalnih biciklista, tj. mogućnosti da se ventilacija povećava na račun frekvencije disanja i disajnog volumena što nije slučaj kod biciklista nacionalne klase.

### 3.6. Funkcionalne sposobnosti biciklista u odnosu na specijalnost

Funkcionalna sposobnost bicikliste može se posmatrati kao odnos između nekog zahteva na organizam u celini, ili neki njegov deo, i kapaciteta za izvršenje istog. Drugim rečima, što je ta sposobnost za adaptaciju na promenjene uslove veća, to je funkcionalna sposobnost bolja. Može se reći da biciklisti imaju različite odgovore organizma na neko opterećenje, i u skladu sa tim neki biciklisti se bolje (brže) adaptiraju od drugih u odnosu na zahteve terena. Zato se u praksi prepoznaju neki biciklisti kao specijalisti za vožnju na brdskim terenima, neki na ravničarskom terenu, odnosno kao specijalisti za sprint (*Peinado et al., 2011*).

Prosečna visina biciklista specijalista za brdske terene je između 176 i 180 cm (*Impellizzeri and Marcora, 2007*), sa prosečnim procentom telesne masti od 8%, u rasponu od 6.5 do 11.3% (*Lucia et al., 1999; Fernandez-Garcia et al., 2000*). Može se reći da su specijalisti za vožnju na brdskom

terenu značajno niži i lakši ( $62\pm 4$  kg), nego biciklisti drugih specijalnosti. Takođe imaju i značajno manju površinu tela,  $1.76\pm 0.10$  m<sup>2</sup> (Mujika et al., 2001; Padilla et al., 1999; Milić et al., 2010).

Pojedinačni hronometar u drumskom biciklizmu smatra se najzahtevnijim takmičenjem i sastavni je deo biciklističkih trka (npr. „Tur de Frans“), na svetskom prvenstvu, ili olimpijskim igrama (Mujika et al., 2001). Drumske trkama omogućavaju vožnju u koloni jedan iza drugog „drafting“, što znači da biciklista može voziti iza nekog drugog vozača, koji mu smanjuje otpor, i pravi tzv. „vazdušni tunel“. Vožnja u grupi može smanjiti potrošnju energije i do 40% (Faria et al., 2005), međutim vožnja iza drugog vozača nije dozvoljena za vreme vožnje na hronometar, što znači da biciklista mora biti u stanju da izdrži visoke energetske potrošnje u dužem vremenskom periodu.

Biciklisti specijalisti za hronometar pokazali su se su najviši, sa najmanjim procentom telesnih masti u odnosu na bicikliste iz drugih grupa. Specijalisti za vožnju na hronometar su pokazali značajno veće vrednosti snage iskazane u vatima ( $457\pm 46$  W) nakon vožnje na testu, u odnosu na specijaliste za vožnju na brdskom terenu. Međutim, kada se ove vrednosti izraze u relativnom obliku, tj. kada se to sve iskaže u odnosu na telesnu masu, situacija se značajno menja. U tom slučaju specijalisti za vožnju na brdskom terenu imaju najveću snagu izraženu prema telesnoj masi, ( $6.47\pm 0.33$  W/kg), što je značajno više u odnosu na specijaliste za vožnju na ravnom terenu ( $6.04\pm 0.29$  W/kg). Na osnovu istraživanja ovih autora može se reći da je W<sub>max</sub> veoma dobar pokazatelj u takmičenjima sa kraćim trajanjem, kao što je prolog hronometar, dok su drugi radovi pokazali da je laktatni prag dobar prediktor za specijaliste za vožnju na brdskom terenu i specijaliste za vožnju hronometar (Lucia et al., 2003). Pobednik na 63 km u disciplini individualnog hronometra je sposoban da održi intenzitet rada blizu maksimalnog i to (>90% VO<sub>2</sub>max) u toku ~70 min. Zabeleženo je da je isti biciklista vozio 80 min (~22%) iznad praga na visokim brdskim usponima i na ~50% vremena ispod praga (Mujika et al., 2001). U analizi rezultata dobijenih u laboratorijskim uslovima za određivanje anaerobnih sposobnosti Mujika (2001) je uočio da biciklisti ostvaruju  $404\pm 34$  W odnosno  $6.5 \pm 0.3$  W/kg.

Padilla i saradnici (1999) su nakon progresivnog testa zaključili da najveću apsolutnu vrednost snage u vatima, pokazuju specijalisti za vožnju na ravnom terenu ( $461 \pm 39$  W) u odnosu na vozače koji su specijalisti za sve terene ( $432 \pm 27$  W) i značajno veću vrednost u odnosu na specijaliste za vožnju na brdskom terenu ( $404 \pm 34$  W,  $p < 0.05$ ).

Mujika i saradnici (2001) su istražujući antropometrijske karakteristike sprintera došli do zaključka da su oni značajno teži i snažniji nego biciklisti u drumskom biciklizmu. Maksimalna snaga na kraju sprinta na 200m bila je 568 W što je 44% od  $W_{max}$ , dok je brzina bila 63.5 km/h pri kadenci od 150 ob/min.

#### **4. PROBLEM ISTRAŽIVANJA**

Problem ovog istraživanja odnosi se na identifikovanje kardiorespiratornih sposobnosti biciklista koje ih razlikuju u funkciji specijalnosti i različitih uzrasnih katagerija. Dostupni rezultati naučnih istraživanja ove problematike, ukazuju na potrebu identifikacije varijabli, koje su od značaja za primenu u trenažnom procesu zbog postizanja krajnjeg cilja a to je vrhunski rezultat.

#### **5. PREDMET ISTRAŽIVANJA**

Predmet ovog istraživanja odnosio se na kardiorespiratorne pokazatelje u odnosu na različitu specijalnost biciklista u tri uzrasne kategorije koji su trenirali u sistemu nacionalne selekcije po trenažnoj tehnologiji stručnog tima Biciklističkog saveza Srbije.

## 6. CILJEVI I ZADACI ISTRAŽIVANJA

Na osnovu dosadašnjih istraživanja i problema istraživanja postavljeni su ciljevi istraživanja:

1. Da se utvrdi bazična struktura antropometrijskih, kardiovaskularnih i respiratornih varijabli koje najviše prave razlike između biciklista po uzrasnim grupama i specijalnostima i to na dva nivoa opterećenja, odnosno na nivou individualnog anaerobnog praga i prilikom dostizanja maksimalnog utroška kiseonika.
2. Da utvrdi koliko pojedine varijable doprinose razlikovanju grupe biciklista po uzrastu i specijalnostima i time klasifikuje bicikliste u odnosu na takmičarske specijalnosti.
3. Da se formira predikcioni model koji će moći da klasifikuje bicikliste u budućim testiranjima na osnovu rezultata sa laboratorijskogm testiranja.

Da bi se ostvarili postavljeni ciljevi neophodno je da se realizuju sledeći zadaci istraživanja:

- Da se relizuje testiranje u kontrolisanim laboratorijskim uslovima na testu maksimalnog progresivnog opterećenja,
- utvrde vrednosti morfoloških karakteristika,
- utvrde vrednosti kardiovaskularnih i respiratornih pokazatelja dobijenih na maksimalnom i submaksimalnom nivou opterećenja koji su od značaja za ovo istraživanje,
- utvrde modelne karakteristike funkcionalne sposobnosti kod biciklista nacionalnog nivoa u odnosu na uzrast i specijalnosti.

## 7. HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA

Rezultati analiziranih naučnih istraživanja problematike morfoloških, funkcionalnih pokazatelja, kao i pokazatelja specifične radne sposobnosti biciklista takmičara ovog istraživanja, u korelaciji sa empirijskim informacijama iz prakse biciklističkog sporta, predmetom i problemima ovog istraživanja koji želi da se istraži kao i očekivanim ciljevima, navode na formulisanje sledećih hipoteza, čija se zasnovanost ispitala u ovom istraživanju:

H<sub>0</sub> - Moguće je utvrditi bazičnu modelnu strukturu u varijablama antropometrijskih karakteristika, funkcionalnih sposobnosti, kao i pokazatelje specifične radne sposobnosti kod biciklista.

H<sub>1</sub> - Biciklisti takmičari međusobno se značajno razlikuju u izabranim antropometrijskim, funkcionalnim sposobnostima, kao i pokazateljima specifične radne sposobnosti, u zavisnosti od uzrasne takmičarske kategorije.

H<sub>2</sub> - Biciklisti takmičari međusobno se značajno razlikuju u izabranim antropometrijskim, kardiovaskularnim i respiratornim pokazateljima, kao i pokazateljima specifične radne sposobnosti, u zavisnosti od takmičarske specijalnosti.

H<sub>4</sub> - Moguće je formirati modelne karakteristike antropometrijskih, kardiovaskularnih i respiratornih sposobnosti, kao i pokazatelje specifične radne sposobnosti, koji će odrediti koje varijable i koliko one pojedinačno doprinose razdvajanju biciklista u različite grupe takmičarske specijalnosti.

H<sub>5</sub> - Moguće je formulisati predikcione modelne karakteristike za procenu pripadnosti biciklista takmičara određenoj takmičarskoj specijalnosti, na osnovu izabranih vrednosti antropometrijskih, kardiovaskularnih i respiratornih sposobnosti, kao i pokazatelja specifične radne sposobnosti.



## 8. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA

### 8. 1. METODE ISTRAŽIVANJA

U ovoj studiji primenjene su metode analize i sinteze, kauzalno-deskriptivni i statistički metod. Takođe, kao osnovni metod prikupljanja podataka u istraživanju, korišćeno je laboratorijsko testiranje. Od analitičkih metoda primenjen je metod funkcionalne analize (otkrivanje međusobnih odnosa delova ispitivane pojave, ili ispitivanog procesa kao celine), kao i komparativne analize u funkciji upoređivanja karakteristika, svojstava, obeležja, struktura i zakonitosti koje vladaju između praćenih pojava (*Marković, 1994*).

Tokom prikupljanja literature iz domena predmeta ovog rada, obavljeno je pretraživanje literature, korišćenjem referentnih naučnih baza (EBSCO, Scholar google, KOBSON, Ovid, SCOPUS, SportDiscus).

### 8. 2. UZORAK ISPITANIKA

Uzorak ispitanika bio je sastavljen od drumskih biciklista koji su selektovani kao nacionalna klasa. Uzorak se sastojao od subuzoraka struktuiranih prema uzrasnim kategorijama, juniori od 16 do 18 godina, mlađi seniori „U23“ od 19 do 22 godine i seniori od 23 do 30 god. Efektiv osnovnog uzorka bio je sastavljen od 76 ispitanika (N=76), prosečnog uzrasta  $20.934 \pm 6.589$  god, telesne visine  $179.513 \pm 6.03$  cm i telesne mase  $68.661 \pm 6.03$  kg. U svakoj od uzrasnih grupa bili su zastupljeni takmičari sledećih specijalnosti: sprinteri (N=20), vozači specijalisti u brdskim uslovima (N=35) i specijalisti u vožnji na pretežno ravnim terenima (N=21). Biciklisti su klasifikovani u grupe na osnovu ostvarenog rezultata na nacionalnim takmičenjima Republike Srbije na takmičarske specijalnosti po uzoru na Menaspu i saradnike (2012), na vozače koji su dominantni na ravnom terenu u vidu kontrole taktike na trci (flat riders), vozače koji su dominantni u brdskim usponima (hill riders) i sprinteri (sprinters) vozači koji su grupisani na osnovu plasmana na prolaznim ciljevima i finišu u završnici trke.

### **8. 3. UZORAK VARIJABLI**

U okviru testiranja rađen je sportskomedicinski pregled koji se sastajao od antropometrijskih i funkcionalnih testiranja. Iz tih testova izabrano je šest antropometrijskih mera, šest spirometrijskih varijabli dinamičkih plućnih kapaciteta i sedamnaest spiroergometrijskih varijabli.

Sva merenja bila su izvedena u Beogradu u Zavodu za sport i medicinu sporta Republike Srbije od strane stručno-obučениh lica. Svakom ispitaniku, koji je učestvovao u merenjima, bilo je predočeno detaljno objašnjenje studije, mogućí zdravstveni rizik i predviđeni postupak merenja nakon čega su potpisali saglasnost za dobrovoljno učestvovanje u istraživanju.

#### **8. 3. 1. Antrpometrijske varijable**

Merenje antropometrijskih karakteristika ispitanika bilo je obavljeno u skladu sa pravilima Međunarodnog Biološkog Programa. Od antropometrijskih mera u istraživanju bile su obuhvaćene sledeće varijable:

1. Telesna masa (TM), izražena u kg;
2. Telesna visina (TV), izražena u cm;
3. Izračunat indeks telesne mase (BMI), izražen u  $\text{kg}/\text{m}^2$ ;
4. Masa telesnih masti, izražena u kg;
5. Procenat telesnih masti, izražen u %;
6. Masa bezmasne komponente tela (FFM), izražena izražena u kg.

### 8. 3. 2. Statičke i dinamičke plućne varijable

U toku kontrolnog pregleda određeni su dinamički plućni kapaciteti ispitanika preko sledećih varijabli:

1. Funkcionalni vitalni kapacitet (FVC), izražen u litrima (l);
2. Forsirani ekspiratorni volumen u prvoj sekundi (FEV1), izražen u litrima (l);
3. Vršni ekspiratorni protok (PEF), izražen u l/s,
4. Vitalni kapacitet (VC), izražen u litrima (l);
5. Odnos forsiranog ekspiratornog volumena u prvoj sekundi i vitalnog kapaciteta (FEV1/VC), izražen u %,
6. Maksimalna voljna ventilacija (MVV), izražen u l/min.

### 8. 3. 3. Ventilatorne varijable

Varijable funkcionalnog obeležja dobijene u inkrementalnom testu opterećenja bile su praćene na maksimalnom ( $VO_2max$ ) i submaksimalnom opterećenju (ANP).

#### 1) Varijable pri maksimalnom opterećenju:

- Maksimalna potrošnja kiseonika ( $VO_2max$ ), izražena u ml/min,
- Maksimalna potrošnja kiseonika po kilogramu telesne mase u relativnim vrednostima ( $_{TM}VO_2max$ ), izražena u ml/kg/min,
- Maksimalna potrošnja kiseonika po kilogramu bezmasne telesne mase ( $_{FFM}VO_2max$ ), izražena u ml/kgFFM/min,
- Maksimalna količina eliminisanog ugljen-dioksida ( $VCO_2max$ ) izražena u ml/min,
- Maksimalna frekvencija srca (MHR) izražena kao broj srčanih ciklusa u jednoj minuti odnosno c/min,
- Kiseonički puls ( $O_2/HR$ ), izražen u ml/c,

- Maksimalni respiratorni koeficijent (RQ) koji predstavlja odnos između  $VCO_2$  i  $VO_2$ ,
- Frekvencije disanja (FD) izražena u c/min,
- Ventilacija (VE) izražena u l/min,
- Maksimalna minutna ventilacija (MMV), izražena u l/min,
- Rezerva disanja (RD) izražena u l/min,
- Ventilatorni ekvivalent za kiseonik  $EqO_2$  (odnos između  $VE/VO_2$ ),
- Ventilatorni ekvivalent za ugljen dioksid  $EqCO_2$  (odnos između  $VE/VCO_2$ ),
- Maksimalna dostignuta snaga (Pmax), izražena u W,
- Maksimalna dostignuta snaga relativizovana prema telesnoj masi ( $_{TM}Pmax$ ), izražena u W/kg $_{TM}$ ,
- Maksimalna dostignuta snaga relativizovana po kilogramu bezmasne telesne mase ( $_{FFM}Pmax$ ), izražena u W/kg $_{FFM}$ ,
- Maksimalna dostignuta snaga relativizovana prema utrošku kiseonika ( $_{VO_2}Pmax$ ), izražena u W/ml $O_2$ /min.

## 2) Varijable na submaksimalnom opterećenju (na ventilatornom anaerobnom pragu):

- Potrošnja kiseonika pri ventilatornom anaerobnom pragu ( $VO_2VANP$ ) izražena u l/min,
- Potrošnja kiseonika na ventilatornom anaerobnom pragu izražena po kilogramu telesne mase  $_{TM}VO_2VANP$  ml/kg/min,
- Potrošnja kiseonika na ventilatornom anaerobnom pragu izražena po kilogramu bezmasne telesne mase  $_{FFM}VANPVO_2$  (ml/kg $_{FFM}$ /min),
- Količina eliminisanog ugljen-dioksida na ventilatornom anaerobnom pragu ( $VCO_2VANP$ ) izražena u ml/min),
- Frekvencija srca na ventilatornom anaerobnom pragu (HRVANP) izražena u (c/min),
- Kiseonički puls ( $O_2/HR$ ) izražen u ml/c,
- Respiratorni koeficijent na ventilatornom anaerobnom pragu izražen u  $RQVANP$ ,
- Frekvencije disanja na ventilatornom anaerobnom pragu  $_{VANP}FD$ ,
- Ventilacija na ventilatornom anaerobnom pragu  $_{VANP}VE$  izražena u (l/min),

- Minutna ventilacija na ventilatornom anaerobnom pragu MV VANP izražena u (l/min),
- Rezerva disanja na ventilatornom anaerobnom pragu, RD\* VANP (l/min),
- Ventilatorni ekvivalent za kiseonik na ventilatornom anaerobnom pragu EqO<sub>2</sub> (ANPVE/VO<sub>2</sub>)
- Ventilatorni ekvivalent za ugljen dioksid VANP EqCO<sub>2</sub> (ANPVE/VCO<sub>2</sub>).
- Dostignuta snaga na ventilatornom anaerobnom pragu izražena u (W VANP),
- Dostignuta snaga na ventilatornom anaerobnom pragu relativizovana prema telesnoj masi izražena u VANP W/kgTM,
- Dostignuta snaga na ventilatornom anaerobnom pragu relativizovana po kilogramu bezmasne telesne mase izražena u VANP W/kgFFM,
- Dostignuta snaga na ventilatornom anaerobnom pragu relativizovana prema utrošku kiseonika (W/ml/min).

#### 8. 4. MERNA APARATURA

Za ovo istraživanje koristila se sledeća aparatura:

- Quark b2 (Cosmed, Italija) koji se kao merni sistem sastoji od respiratorne maske za nos i usta (*Hans Rudolph, USA*). Sastoji se i od analizatora mere koncentracije gasova (O<sub>2</sub> i CO<sub>2</sub>), sa preciznošću od ±0.03%. Pre svakog testa aparatura se baždari pomoću 3 litrene pumpe, dok se analizatori baždareni sa mešavinom gasa poznate koncentracije (16%O<sub>2</sub> i 5.20% CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>rest).
- Bicikl – ergometar marke Cosmed E 400HK (Cosmed, Rome, Italy).
- Spirometar tipa „Pony graphic“-Cosmed,
- Antropometar “Secca-visinomer”, koji je sastavljen od vertikalnog, 210 cm dugačkog graduisanog šupljeg štapa od posebne metalne legure kvadratnog profila i horizontalnog klizajućeg dela. Na pomičnom delu je letvica koja se prislanja na fiksnu antropometrijsku tačku na temenu - vertex. Raspon merenja je 210 cm, a preciznost skale 0,1 cm. Tačnost merenja je ±0,5 cm. Kod ispitanika koji su viši od 210 cm, postavljen je metalni blok visine tačno 20 cm na koji je antropometar podizan. Shodno tome, na tako očitavanu vrednost dodavano je 20 cm.
- Tanita BC 418 vaga, sa opsegom 0-125 kg i tačnošću merenja od ±0,1 kg.

## 8. 5. OPIS TESTOVA

### 8. 5. 1. Antropometrijsko merenje

Pre samog testa opterećenja sprovedo se antropometrijsko merenje nakon čega je obavljeno spirometrijsko testiranje dinamičkih funkcija disajnog sistema za utvrđivanje plućne funkcije ispitanika. Antropometrijske karakteristike merile su se na sledeći način:

**Telesna visina** merila se "Secca" visinomerom (cm). Pri merenju ispitanik je stajao na ravnoj podlozi, s težinom raspoređenom jednako na obe noge. Ramena su bila relaksirana, pete skupljene, a glava postavljena u položaj tzv. frankfurtske horizontale. Horizontalni krak antropometra spuštao se do temena glave. Rezultat su bili očitavani sa tačnošću od 0,1 cm.

**Telesna masa** merila se digitalnom Tanita vagom (Body composition Analyzer, Tipe BC-418-MA) postavljenom na horizontalnu podlogu. Ispitanik je bos i u donjem vešu mirno stajao u uspravnom stavu na sredini vage. Rezultat su bili očitavani sa tačnošću od 0,1 kg.

Iz vrednosti koje su dobijene neposrednim merenjem, preračunavane su izvedene veličine indeksa telesne mase (Body Mass Index, BMI, u  $\text{kg}/\text{m}^2$ ).

### 8. 5. 2. Spirometrijski test

Merenje se izvodilo na spirometru tipa „Pony graphic spirometer-Cosmed“. Praćenje vrednosti spirometrijskih i ventilatornih parametara pri opterećenju omogućavalo je procenu efikasnosti disajnog sistema kao bitne karike u aerobnom metabolizmu i stvaranju energije za mišićni rad.

Ispitanik je zauzmao udoban sedeći položaj, glava uspravna i kičmeni stub prav. Merioc je ispitaniku nos zatvarao sa nosnim klipom uz instrukciju da ispitanik čvrsto stisne usne oko

usnika, udahne duboko i potpuno zadrži dah i zatim izduva vazduh iz pluća što jače i brže. Ispitaniku je bilo rečeno da sav vazduh izduva u što dužem vremenskom periodu (oko 6 sekundi). Merenje se ponavljalo 3 puta i beležile su se najviše izmerene vrednosti FVC i FEV<sub>1</sub>.

### 8. 5. 3. Spiroergometrijski test

Testiranje se obavilo u Zavodu za sport i medicinu sporta Republike Srbije u Beogradu u prostorijama za laboratorijsko testiranje, primenom standarizovane procedure na bicikl ergometru marke Cosmed Quark CPET (Cosmed, Rome, Italy) kalibrisanom po uputstvima proizvođača (*Löllgen et al., 1988*). Frekvencija srca se pratila korišćenjem telemetrijskog pulsметра. Dodatna oprema koja je bila korišćena, podrazumevala je (SPD–pedale ili TIME–pedale) na biciklu koje su omogućavale individualno prilagođavanje pozicije u toku testa. Visina sedišta bila je podešena za svakog ispitanika posebno tako da je fleksija u zglobu kolena bila između 170 i 175° (ugao fleksije pri potpuno opruženoj nozi bio je 180°) za vreme najniže pozicije stopala pri obrtu pedala (*Lucia et al., 2004*).

Zagrevanje biciklista na bicikl ergometru trajalo je pet minuta, pri čemu su biciklisti vozili na zadatoj kadenci od 80–100 ob/min pri opterećenju od oko 75–80W (*Lucia et al., 2004*). Nakon standardnog zagrevanja biciklisti su zauzimali položaj na bicikl ergometru, sa individualnim podešavanjem sedišta (*Lucia et al., 2004*). Tokom testa ispitanici su disali preko respiratorne maske za nos i usta (Hans Rudolph, SAD) koja je bila spojena na bidirekcionalnu turbinu s optoelektričnim čitačem protoka vazduha i gde su se izdvajali parametri gasne analize. Testiranje se izvodilo u stabilnim mikroklimatskim uslovima zatvorenog provetrenog prostora sa temperaturom između 18 i 20°C i vlažnošću vazduha 60%.

Osnovi standardni progresivni test sa stepenastim progresivnim povećanjem intenziteta opterećenja koristio se kao dijagnostičko sredstvo za ocenu trenažne pripremljenosti biciklista. Inicijalno opterećenje za seniore i „U23“ bilo je 100W a 75W za juniore. Nakon svakog minuta dato opterećenje se progresivno i kontinuirano povećavalo za 25 W nezavisno od starosne kategorije i specijalizacije, na kadenci od 90–100 obr/min (*Lucia et al., 2003*).

S ciljem provere da li je ispitanik dostigao lični maksimum u testu posmatrano je da:

- $VO_2\text{max}$  je dostigao “plato” i dalje ne raste,
- Maksimalna minutna frekvencija srca se nalazi unutar raspona od 10 otkucaja u odnosu na predviđenu maksimalnu frekvenciju za ispitanikov uzrast,
- Dostignuti maksimalni respiratorni kvocijent (RQ) pri zamoru je veći od 1.10,
- Disajni ekvivalent ( $VE/VO_2$ ) pri zamoru je veći od 30 (Vučetić, 2004).

Na osnovu dobijenih “breath-by-breath” parametara iz  $VO_2\text{max}$  testa (prethodno nameštenih na vremenski period od 30 sekundi), određivan je ventilatorni-anaerobni prag ( $VANP_2$ ), primenom *V-slope* metode (Beaver et al 1986; Wasserman et al., 2005), neproporcionalnim porastom  $VCO_2$  u odnosu na  $VO_2$ . Najveća potrošnja kiseonika zabeležena u  $VO_2\text{max}$  testu tokom bilo kojeg 30-s intervala označila se kao maksimalna potrošnja kiseonika ( $VO_2\text{max}$ ).



## 9. STATISTIČKA OBRADA PODATAKA

Svi rezultati prikupljeni u istraživanju obrađeni su analizama: deskriptivne statističke analize, inferencijalne statističke analize i multivarijatne statističke analize.

### 9. 1. Deskriptivna statistička analiza

Za sve varijable, u kojima se rezultati iskazuju na srazmernim skalama i skalama ranga, bile su određene standardne mere centralne tendencije (aritmetička sredina, medijana, mod i učestalost moda), kao i mere disperzije rezultata, minimalna i maksimalna registrovana vrednost, varijansa, standardna devijacija, donji i gornji kvartil, standardna greška srednje vrednosti i poluraspon u kojem se sa verovatnoćom od 95% nalazi stvarna vrednost populacije iz koje je ekstrahovan analizirani uzorak.

Takođe bio je ispitan oblik distribucije podataka određivanjem Pirsonovih koeficijenata oblika distribucije. Testiran je stepen slaganja dobijenih distribucija sa normalnom distribucijom testa po Kolmogorovu i Smirnovu, kao i Wilkovim testom. Za varijable u kojima su se rezultati iskazivali na nominalnim skalama, nakon raspoređivanja po modalitetima, bile su određene apsolutne i relativne mere učestalosti. Ova vrsta analize obezbedila je stepen slaganja realno postavljenih uzrasnih grupa i specijalnosti u ispitivanim subuzorcima sa hipotetskim rasporedom koji se dobija primenom diskriminacione funkcije i klasifikacijom grupa na osnovu rezultata dobijenih u praćenim varijablama.

## **9. 2. Inferencijalna statistička analiza**

U domenu utvrđivanja značajnosti registrovanih razlika između subuzoraka formiranih pod kriterijumima uzrasta, odnosno specijalnosti, koristila se neparametrijska alternativa za analizu varijanse sa jednosmernom klasifikacijom (Kruskall Wallisov H-test). Post hoc analiza se koristila za utvrđivanje značajnosti razlika za svaki od parova subuzoraka, sa korekcijom po Bonferroniju.

## **9. 4. Multivarijantna statistička analiza**

Funkcionalne veze između parova analiziranih varijabli bile su određene izračunavanjem Pearson Bravaisovih koeficijenata korelacije. Dobijena korelaciona matrica bila je podvrgnuta transformacijama pomoću odgovarajućih multivarijantnih tehnika. Od multivarijantnih tehnika koristila se faktorska analiza, diskriminaciona analiza i multinomijalna logistička regresiona analiza.

Za potrebe statističke analize koristili su se programski paketi Statistica data analysis software system version 10 i SPSS Statistics 17.0.

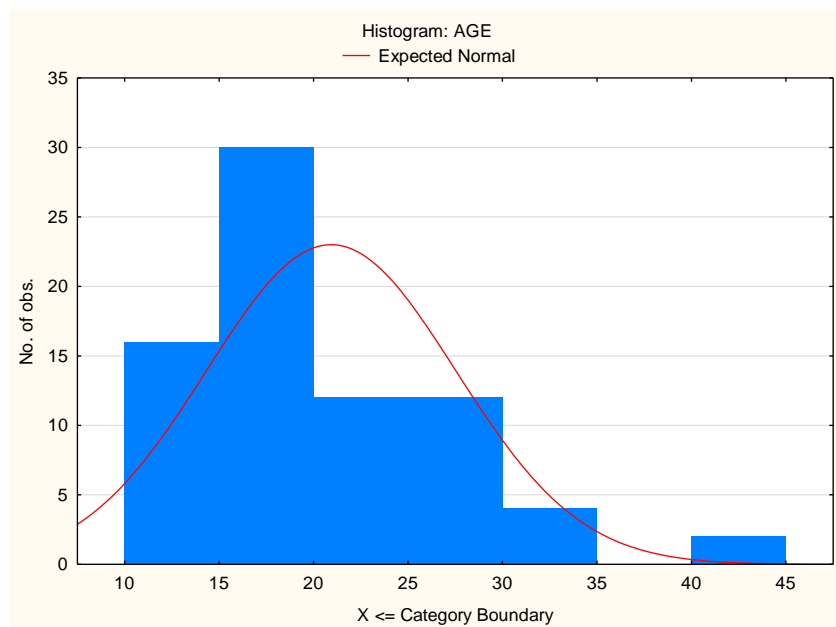
## 10. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Svi rezultati ovog istraživanja prikazani su u četiri poglavlja. U 10.1 prikazani su rezultati antropometrijskih varijabli osnovnih deskriptivnih karakteristika grupa i analiza razlika između grupa na osnovu uzrasta (juniori, ispod 23 godine i seniori) i specijalnosti (brdaši, drimaši i sprinteri). U poglavlju 10.2 prikazani su rezultati kardiorespiratornih parametara osnovnih deskriptivnih karakteristika grupa i analiza razlika između grupa na osnovu uzrasta (juniori, ispod 23 godine i seniori) i specijalnosti (brdaši, drimaši i seniori) na maksimalnom nivou opterećenja. U poglavlju 10.3 prikazani su rezultati kardiorespiratornih parametarara osnovnih deskriptivnih karakteristika grupa i analiza razlika između grupa na osnovu uzrasta (juniori, ispod 23 godine i seniori) i specijalnosti (brdaši, drimaši i seniori) na anaerobnom ventilatornom pragu. U četvrtom delu prvog poglavlja prikazani su rezultati dinamičkih parametra osnovnih deskriptivnih karakteristika kao i grupa, i analiza razlika između grupa na osnovu uzrasta i specijalnosti. U poglavlju 10.4 ovog istraživanja prikazani su rezultati faktorske analize strukture modelnih antropometrijskih karakteristika i kardiorespiratornih sposobnosti biciklista. U poglavlju 10.5 ovog istraživanja prikazani su rezultati regresione analize a u poglavlju 10.6 istraživanja prikazani su rezultati diskriminativne analize.

## 10.1. REZULTATI ANTROPOMETRIJSKIH VARIJABLI DESKRIPTIVNE STATISTIČKE ANALIZE I ANALIZE RAZLIKA U ODNOSU NA SPECIJALNOST I UZRAST

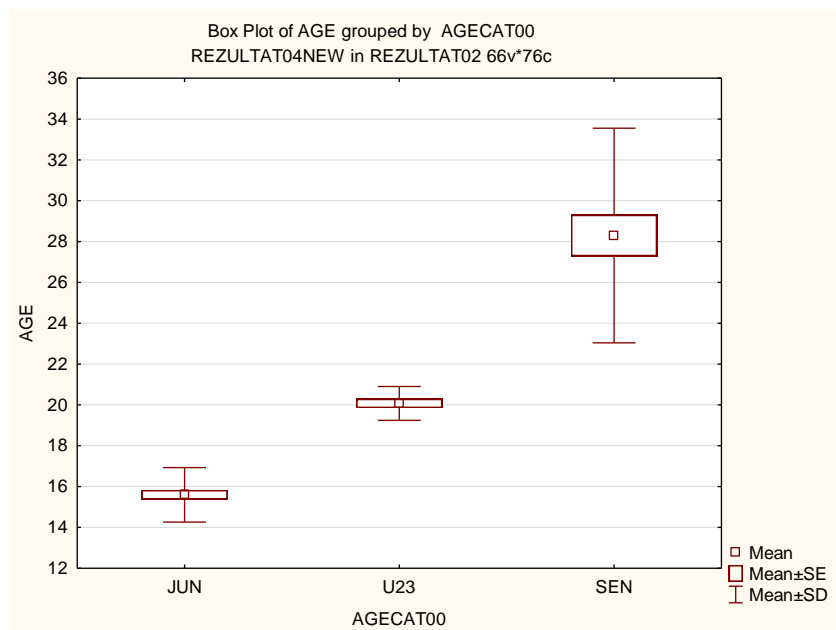
Varijabla: **UZRAST ISPITANIKA**

U varijabli UZRAST ISPITANIKA (AGE) su u osnovnom uzorku istraživanja (Slika 2.) registrovane vrednosti u rasponu od 13 god. do 44 god. sa aritmetičkom sredinom i pripadajućom standardnom devijacijom od 20.934 god. +/- 6.589 god. Interval pouzdanosti sa verovatnoćom od 95% u kojem se nalazi stvarna aritmetička sredina populacije se kretao od 19.428 god. do 22.44 god.



Slika 2. Histogram - Uzrast ispitanika (AGE)

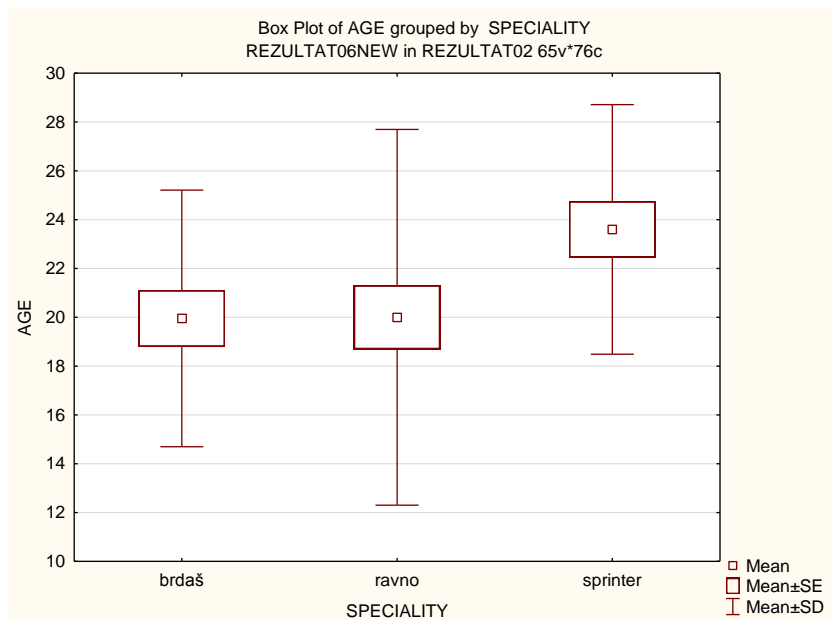
Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema uzrastu ispitanika (Slika 3.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 15.6 +/- 1.33 god. (CI95% 15.142-16.058), 20.071 +/- 0.83 god. (CI95% 19.593-20.55) i 28.296 +/- 5.25 god. (CI95% 26.218-30.375) za subuzorak juniora, seniora do 23 godine i seniora respektivno.



Slika 3. Prikaz Plot za uzrast ispitanika.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 64.275 koja je bila statistički visoko značajna ( $p=0.000$ ).

Nakon podele osnovnog uzorka u ovom istraživanju na subuzorke prema specijalnosti ispitanika (Slika 4.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 19.952 +/- 5.258 god. (CI95% 17.559-22.346), 23.6 +/- 5.113 god. (CI95% 21.207-25.993) i 20 +/- 7.696 god. (CI95% 17.356-22.644) za subuzorak vozača specijalista za vožnju u brdskim uslovima, sprintera i specijalista za vožnju u pretežno ravnim terenima, respektivno.

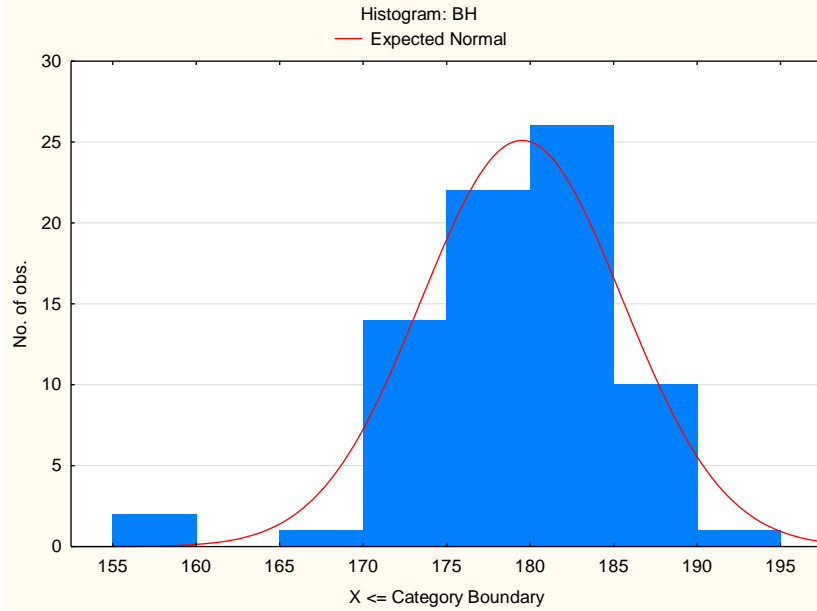


Slika 4. Podela osnovnog uzorka na subuzorke prema specijalnosti ispitanika.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 8.841 koja je bila statistički značajna ( $p=0.012$ ).

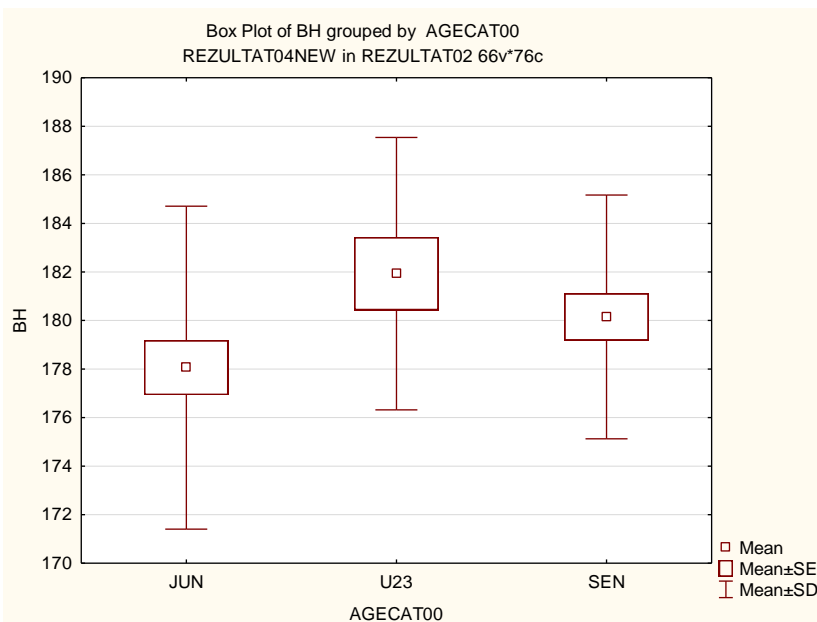
#### Varijabla: **TELESNA VISINA**

U varijabli TELESNA VISINA (BH) su u osnovnom uzorku istraživanja (Slika 5.) registrovane vrednosti u rasponu od 159 do 191 cm, sa aritmetičkom sredinom i pripadajućom standardnom devijacijom od 179.513 +/- 6.038 cm. Interval pouzdanosti sa verovatnoćom od 95% u kojem se nalazi stvarna aritmetička sredina populacije se kretao od 178.133 do 180.893 cm.



Slika 5. Telesna visina(TV) engl. (BH)

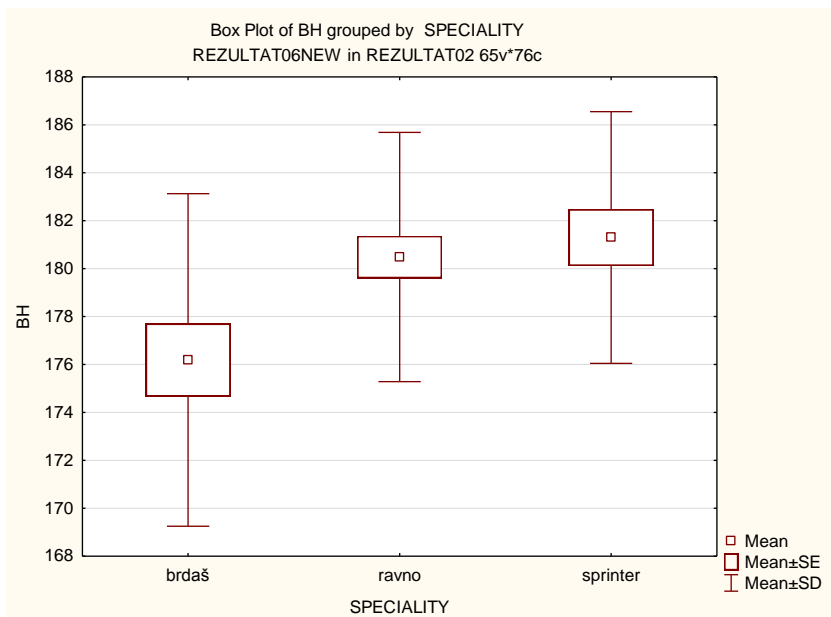
Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema uzrastu ispitanika (Slika 6.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 178.057 +/- 6.650 cm (CI95% 175.773-180.342), 181.929 +/- 5.608 cm (CI95% 178.69-185.167) i 180.148 +/- 5.020cm (CI95% 178.162-182.134) za subuzorak juniora, seniora do 23 godine i seniora respektivno.



Slika 6. Telesna visina - podela osnovnog uzorka u subuzorke prema uzrastu ispitanika.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 4.035 koja nije bila značajna ( $p=0.132$ ), što ukazuje na činjenicu da se biciklisti u ovom istraživanju u odnosu na visinu nisu razlikovali u uzrasnoj kategoriji.

Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema specijalnosti ispitanika u ovom istraživanju (Slika 7.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 176.19 +/- 6.939 cm (CI95% 173.031-179.349), 181.3 +/- 5.252 cm (CI95% 178.842-183.758) i 180.486 +/- 5.198 cm (CI95% 178.7-182.271) za subuzorak vozača specijalista za vožnju u brdskim uslovima, sprintera i specijalista za vožnju u pretežno ravnim terenima, respektivno.



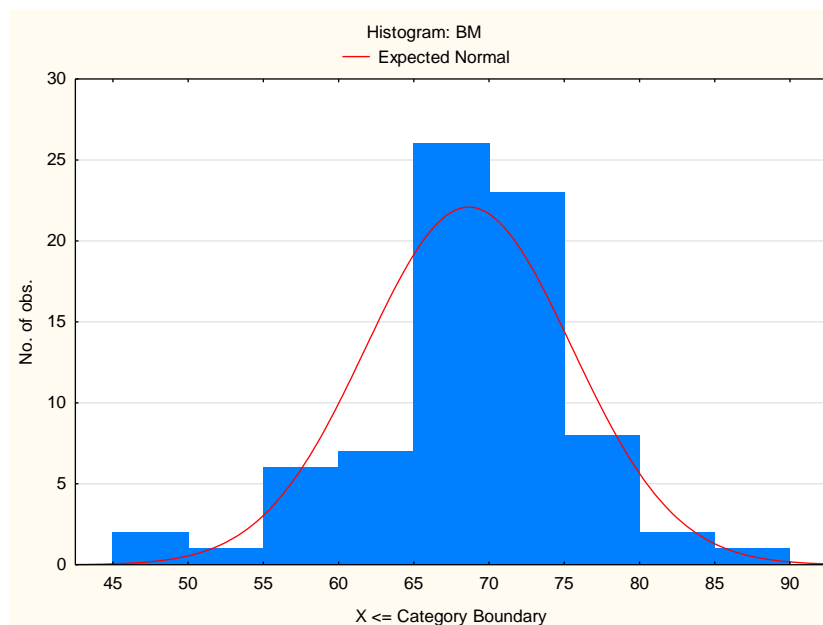
Slika 7. Telesna visina- podela osnovnog uzorka u subuzorke prema specijalnosti ispitanika.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 7.271 koja je bila statistički značajna ( $p=0.026$ ).



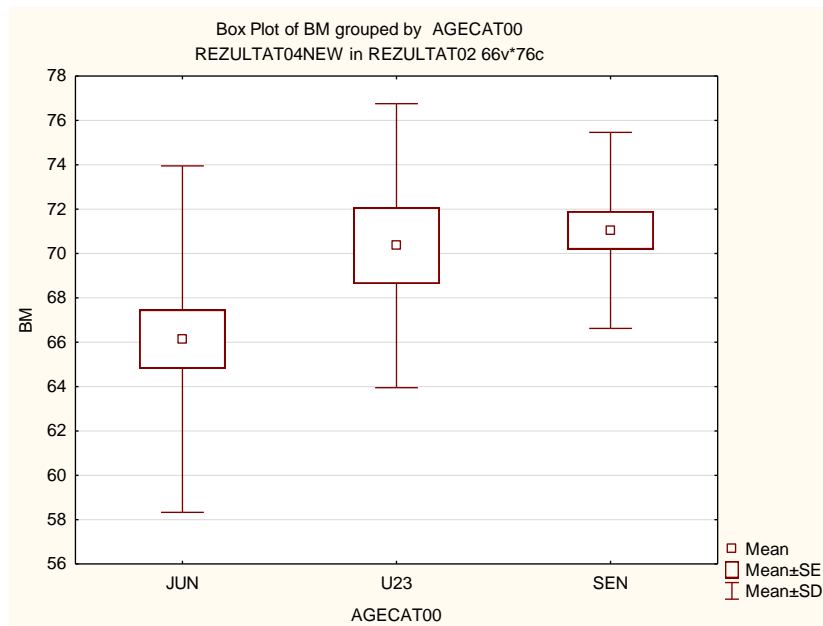
Varijabla: TELESNA MASA (BM)

U varijabli TELESNA MASA (BM) su u osnovnom uzorku istraživanja (Slika 8.) registrovane vrednosti u rasponu od 46.6 kg do 85.6 kg, sa aritmetičkom sredinom i pripadajućom standardnom devijacijom od 68.661 kg +/- 6.862 kg. Interval pouzdanosti sa verovatnoćom od 95% u kojem se nalazi stvarna aritmetička sredina populacije se kretao od 67.092 kg do 70.229 kg.



Slika 8. Prikaz aritmetičke sredine, standardne devijacije telesne mase.

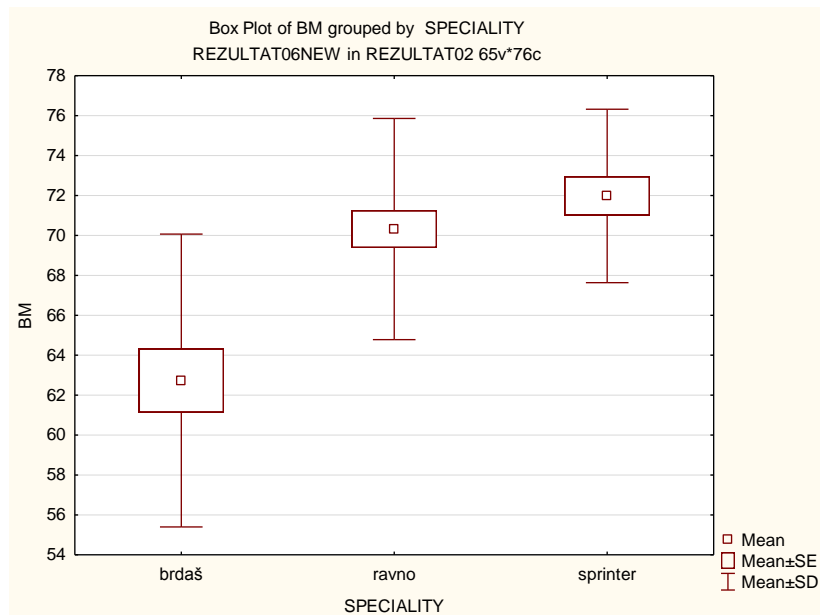
Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema uzrastu ispitanika (Slika 9.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 66.143 kg +/- 7.81 kg (CI95% 63.459-68.827), 70.357 kg +/- 6.40 kg (CI95% 66.66-74.054) i 71.044 kg +/- 4.42 kg (CI95% 69.296-72.793) za subuzorak juniora, seniora do 23 godine i seniora respektivno.



Slika 9. Telesna masa-podela osnovnog uzorka u subuzorke prema uzrastu ispitanika.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 9.151 koja je bila statistički značajna ( $p=0.001$ ).

Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema specijalnosti ispitanika (Slika 10.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 62.733 +/- 7.333 kg (CI95% 59.395-66.071), 71.98 +/- 4.341 kg (CI95% 69.948-74.012) i 70.32 +/- 5.541 kg (CI95% 68.417-72.223) za subuzorak vozača specijalista za vožnju u brdskim uslovima, sprintera i specijalista za vožnju u pretežno ravnim terenima, respektivno.

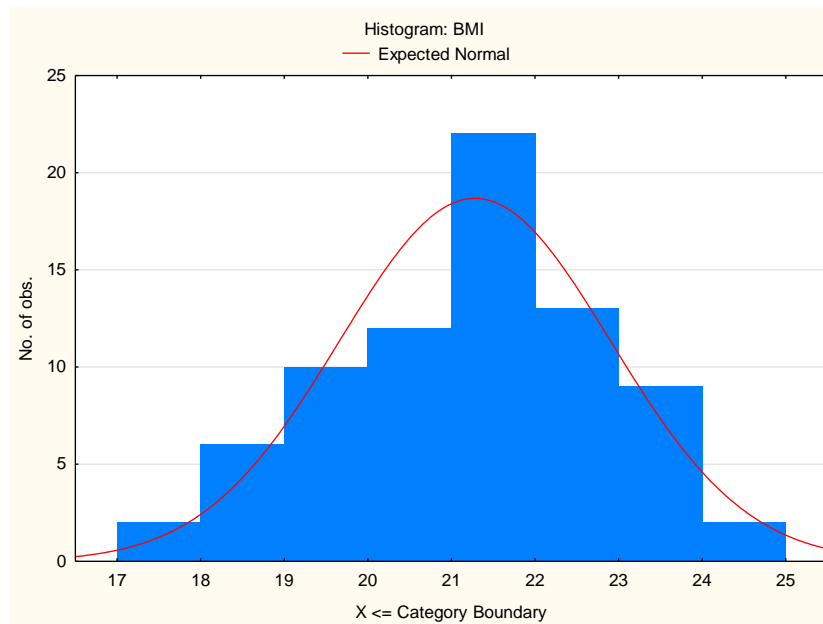


Slika 10. Telesna masa - podela osnovnog uzorka u subuzorke prema specijalnosti ispitanika.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 20.196 koja je bila statistički visoko značajna ( $p=0.000$ ).

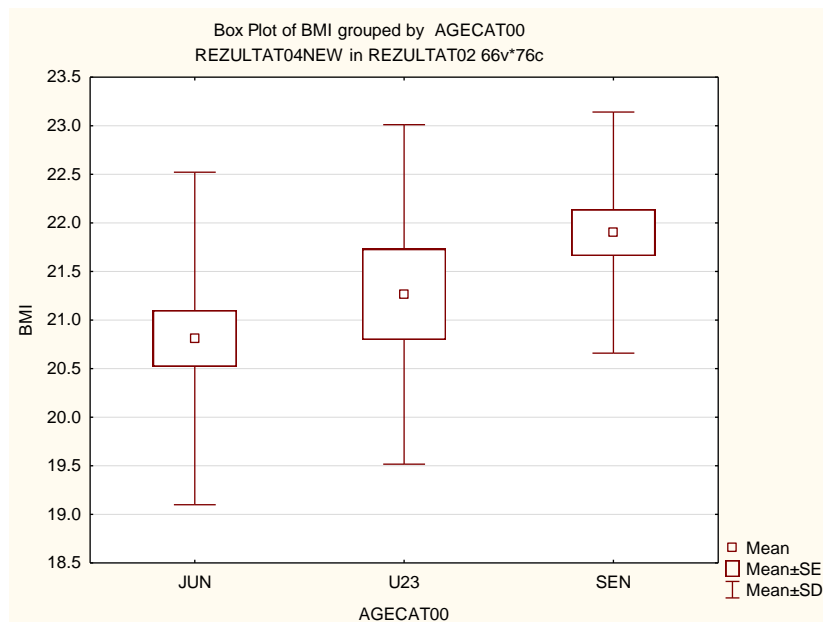
Varijabla: INDEKS TELESNE MASE  $\text{kg/m}^2$  (BMI)

U varijabli INDEKS TELESNE MASE (BMI) su u osnovnom uzorku istraživanja (Slika 11.) registrovane vrednosti u rasponu od 17.138 do 24.743, sa aritmetičkom sredinom i pripadajućom standardnom devijacijom od  $21.282 \pm 1.622$ . Interval pouzdanosti sa verovatnoćom od 95% u kojem se nalazi stvarna aritmetička sredina populacije se kretao od 20.911 do 21.652.



Slika 11. Indeks telesne mase - aritmetička sredina sa standardnom devijacijom.

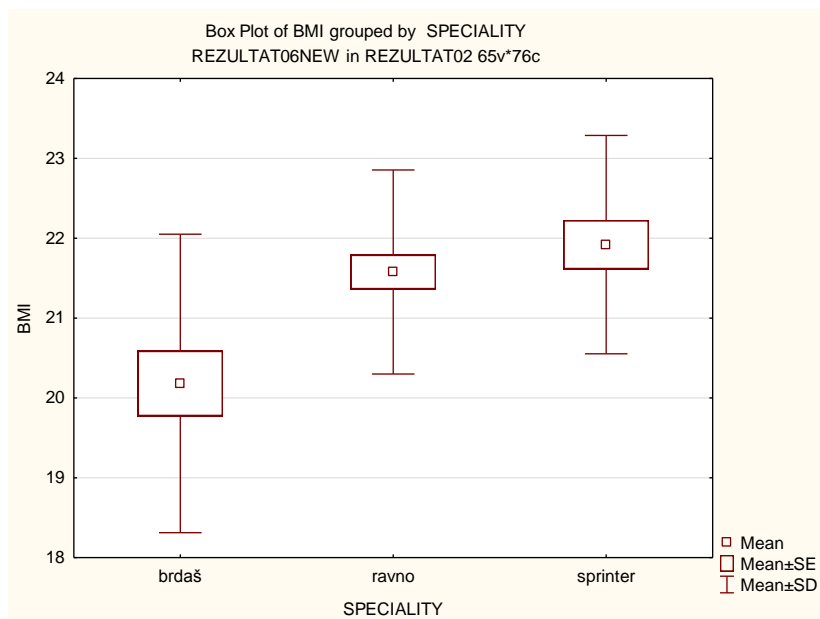
Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema uzrastu ispitanika (Slika 12.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 20.811 +/- 1.711 (CI95% 20.223-21.399), 21.264 +/- 1.747 (CI95% 20.255-22.274) i 21.9 +/- 1.241 (CI95% 21.41-22.391) za subuzorak juniora, seniora do 23 godine i seniora.



Slika 12. Indeks telesne mase - podela osnovnog uzorka u subuzorke prema uzrastu ispitanika

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 6.656 koja je bila statistički značajna ( $p=0.035$ ).

Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema specijalnosti ispitanika (Slika 13.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 20.181 +/- 1.868 (CI95% 19.331-21.032), 21.92 +/- 1.366 (CI95% 21.28-22.559) i 21.577 +/- 1.278 (CI95% 21.138-22.016) za subuzorak vozača specijalista za vožnju u brdskim uslovima, sprintera i specijalista za vožnju u pretežno ravnim terenima, respektivno.

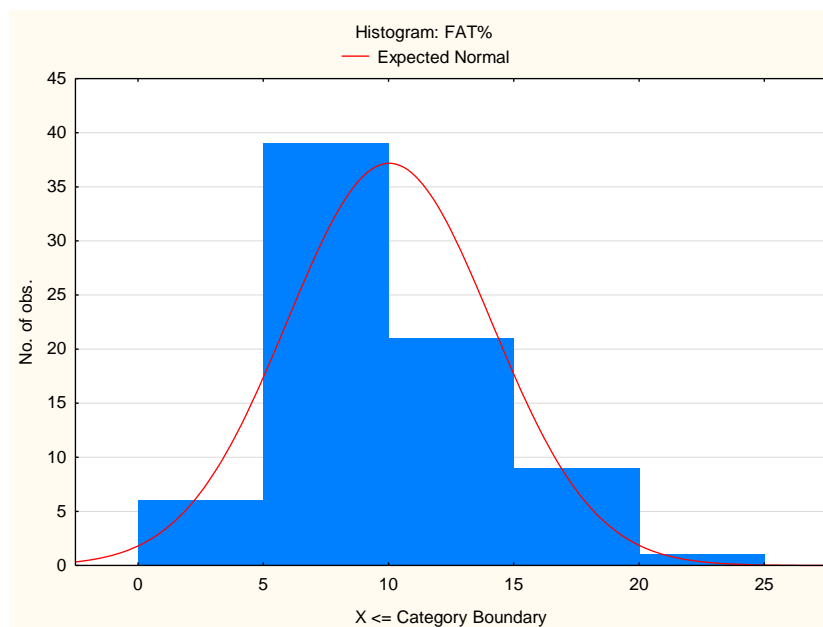


Slika 13. Indeks telesne mase - podela osnovnog uzorka u subuzorke prema specijalnosti ispitanika.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 10.087 koja je bila statistički visoko značajna ( $p=0.006$ ).

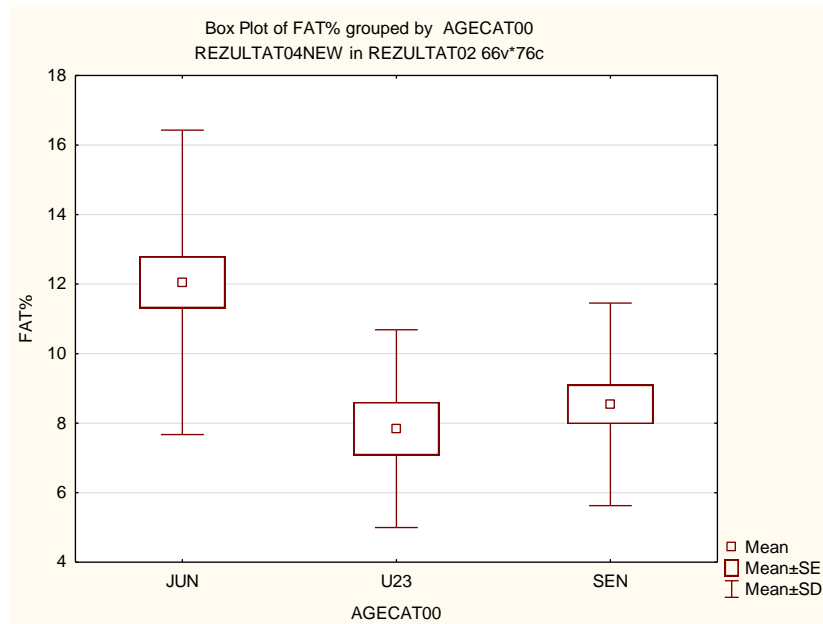
Varijabla: ZASTUPLJENOST TELESNIH MASTI % (FAT%)

U varijabli ZASTUPLJENOST TELESNIH MASTI% (FAT%) su u osnovnom uzorku istraživanja (Slika 14.) registrovane vrednosti u rasponu od 2.3% do 22.1%, sa aritmetičkom sredinom i pripadajućom standardnom devijacijom od 10.029% +/- 4.077%. Interval pouzdanosti sa verovatnoćom od 95% u kojem se nalazi stvarna aritmetička sredina populacije se kretao od 9.098% do 10.961%.



Slika 14. Zastupljenost telesne masti % kod ispitanika.

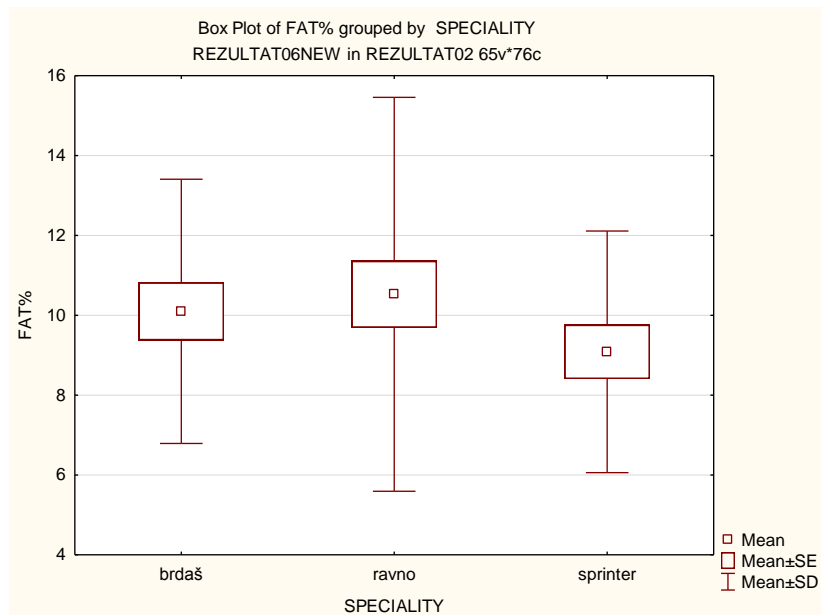
Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema uzrastu ispitanika (Slika 15.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 12.052% +/- 4.377% (CI95% 10.548-13.555), 7.843% +/- 2.84% (CI95% 6.201-9.485) i 8.542% +/- 2.912% (CI95% 7.39-9.694) za subuzorak juniora, seniora do 23 godine i seniora respektivno.



Slika 15. Zastupljenost telesne masti %- podela osnovnog uzorka u subuzorke prema uzrastu ispitanika.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 11.609 koja je bila statistički visoko značajna ( $p=0.003$ ).

Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema specijalnosti ispitanika (Slika 16.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 10.1% +/- 3.309% (CI95% 8.594-11.606), 9.086% +/- 3.025% (CI95% 7.67-10.501) i 10.527% +/- 4.933% (CI95% 8.832-12.221) za subuzorak vozača specijalista za vožnju u brdskim uslovima, sprintera i specijalista za vožnju u pretežno ravnim terenima, respektivno.



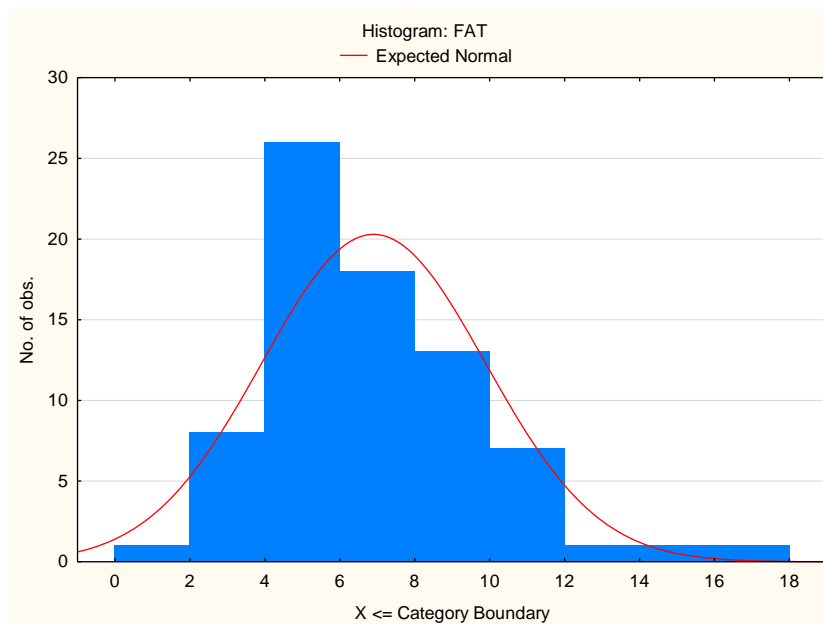
Slika 16. Zastupljenost telesne masti % - podela osnovnog uzorka u subuzorke prema specijalnosti ispitanika.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 0.433 koja nije bila statistički značajna ( $p=0.805$ ).

Varijabla: MASA TELESNIH MASTI kg (FAT)

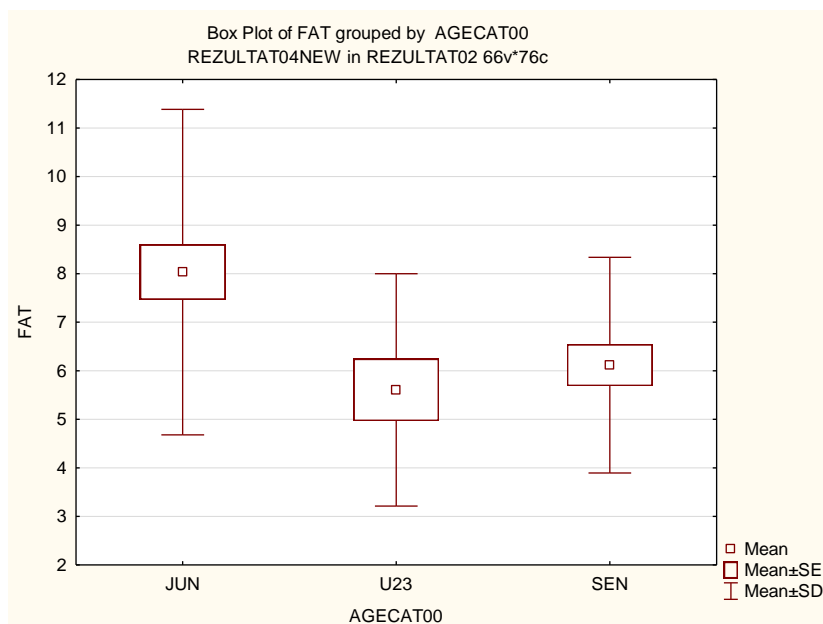
U varijabli MASA TELESNIH MASTI (FAT) su u osnovnom uzorku istraživanja (Slika 17.) registrovane vrednosti u rasponu od 1.596 kg do 16.796 kg sa aritmetičkom sredinom i pripadajućom standardnom devijacijom od 6.905 kg +/- 2.988 kg. Interval pouzdanosti sa verovatnoćom od 95% u kojem se nalazi stvarna aritmetička sredina populacije kretao se od 6.222 kg do 7.588 kg.





Slika 17. Masa telesne mase - aritmetička sredina i standardna devijacija.

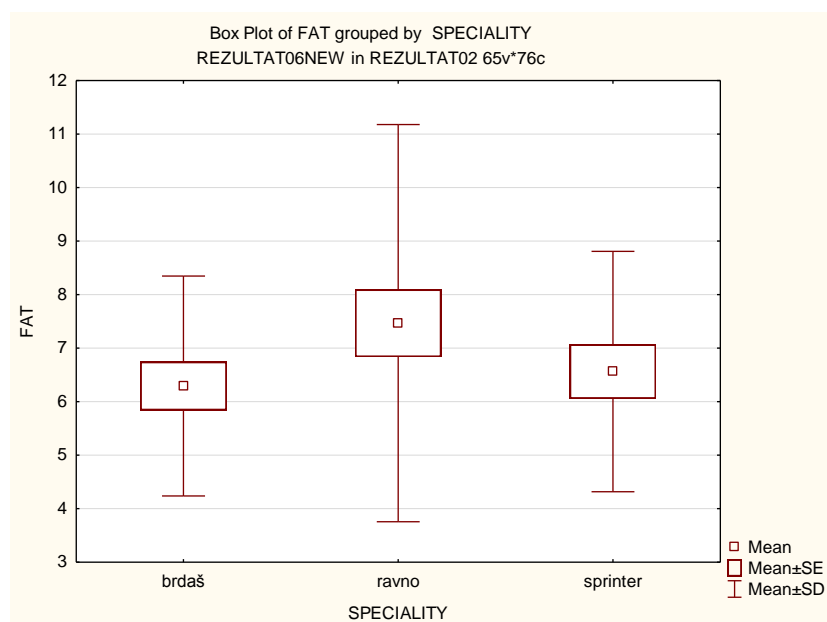
Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema uzrastu ispitanika (Slika 18.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 8.032 kg +/- 3.353 kg (CI95% 6.881-9.184), 5.607 kg +/- 2.392 kg (CI95% 4.226-6.988) i 6.116 kg +/- 2.220 kg (CI95% 5.238-6.994) za subuzorak juniora, seniora do 23 godine i seniora.



Slika 18. Masa telesne masti - podela osnovnog uzorka u subuzorke prema uzrastu ispitanika.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 6.039 koja je bila statistički značajna ( $p=0.048$ ).

Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema specijalnosti ispitanika (Slika 19.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 6.293 kg +/- 2.055 kg (CI95% 5.357-7.228), 6.564 +/- 2.245 kg (CI95% 5.514-7.615) i 7.467 kg +/- 3.711 kg (CI95% 6.192-8.742) za subuzorak vozača specijalista za vožnju u brdskim uslovima, sprintera i specijalista za vožnju u pretežno ravnim terenima, respektivno.

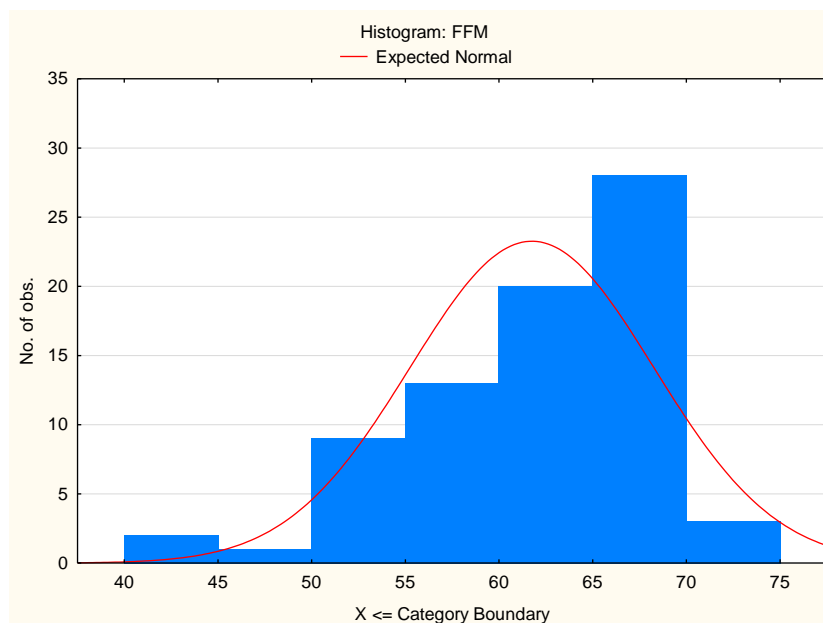


Slika 19. Masa telesne masti - podela osnovnog uzorka u subuzorke prema specijalnosti ispitanika.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 0.492 koja nije bila statistički značajna ( $p=0.781$ ).

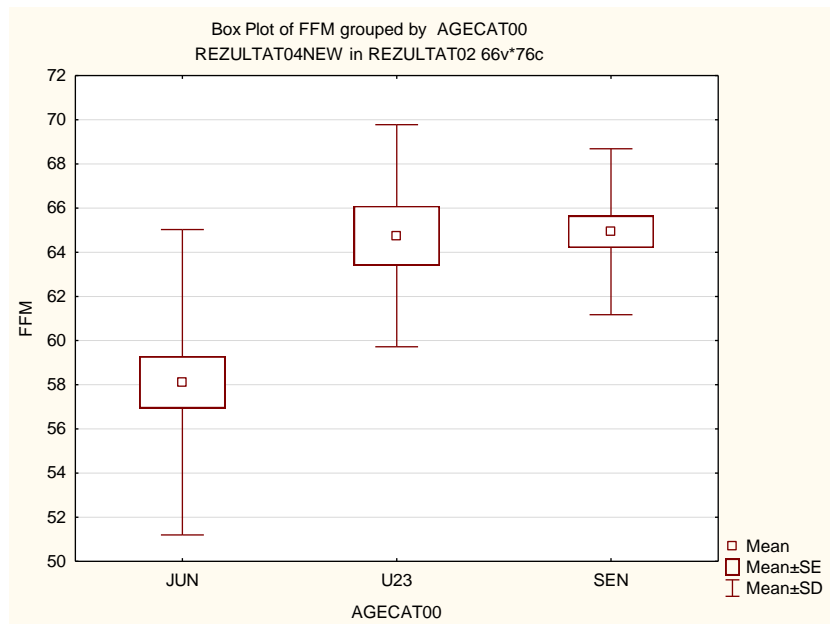
## Varijabla: MASA BEZMASNE KOMPONENTE TELA (FFM)

U varijabli MASA BEZMASNE KOMPONENTE TELA (FFM) su u osnovnom uzorku istraživanja (Slika 20.) registrovane vrednosti u rasponu od 41.008 kg do 73.78 kg sa aritmetičkom sredinom i pripadajućom standardnom devijacijom od 61.756 kg +/- 6.516 kg. Interval pouzdanosti sa verovatnoćom od 95% u kojem se nalazi stvarna aritmetička sredina populacije se kretao od 60.267 kg do 63.245 kg.



Slika 20. Prikaz bezmasne komponente tela (FFM) aritmetička sredina i standardna devijacija.

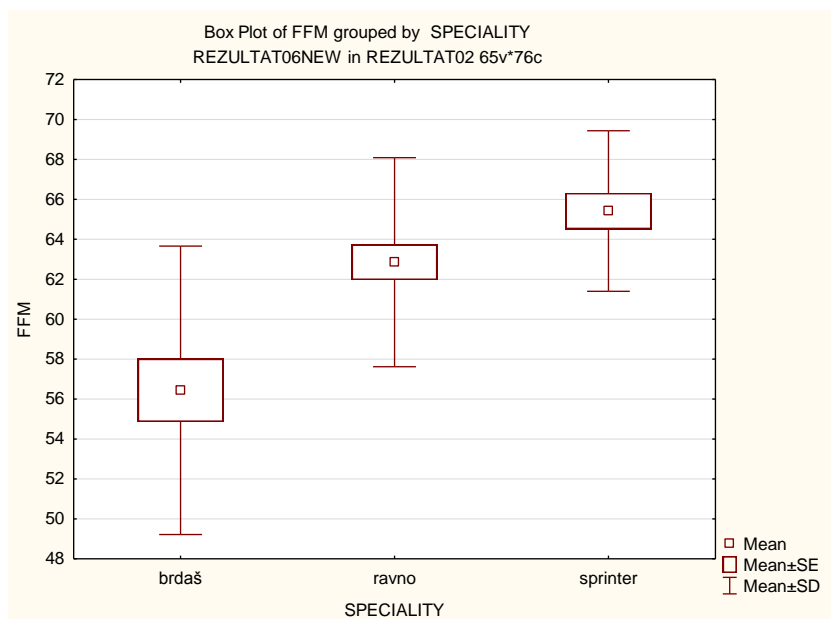
Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema uzrastu ispitanika (Slika 32.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 58.11 kg +/- 6.916 kg (CI95% 55.735-60.486), 64.75 kg +/- 5.028 kg (CI95% 61.847-67.653) i 64.928 +/- 3.758 kg (CI95% 63.442-66.415) za subuzorak juniora, seniora do 23 godine i seniora respektivno.



Slika 21. Masa telesne masti - podela osnovnog uzorka u subuzorke prema uzrastu ispitanika.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 19.924 koja je bila statistički visoko značajna ( $p=0.000$ ).

Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema specijalnosti ispitanika (Slika 22.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 56.441 kg +/- 7.218 kg (CI95% 53.155-59.727), 65.416 kg +/- 4.021 kg (CI95% 63.534-67.298) i 62.853 kg +/- 5.235 kg (CI95% 61.055-64.652) za subuzorak vozača specijalista za vožnju u brdskim uslovima, sprintera i specijalista za vožnju u pretežno ravnim terenima, respektivno.

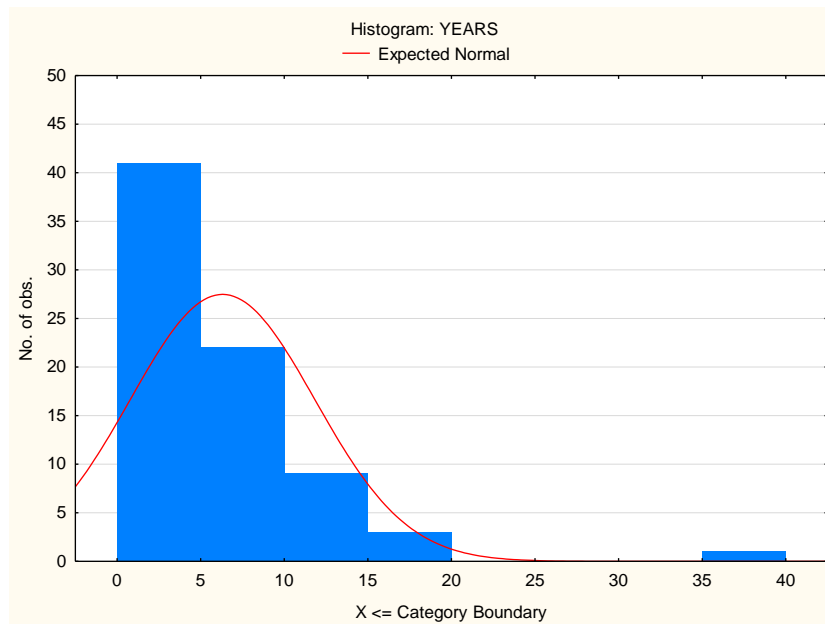


Slika 22. Masa telesne masti - podela osnovnog uzorka u subuzorke prema specijalnosti ispitanika.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 19.985 koja je bila statistički visoko značajna ( $p=0.000$ ).

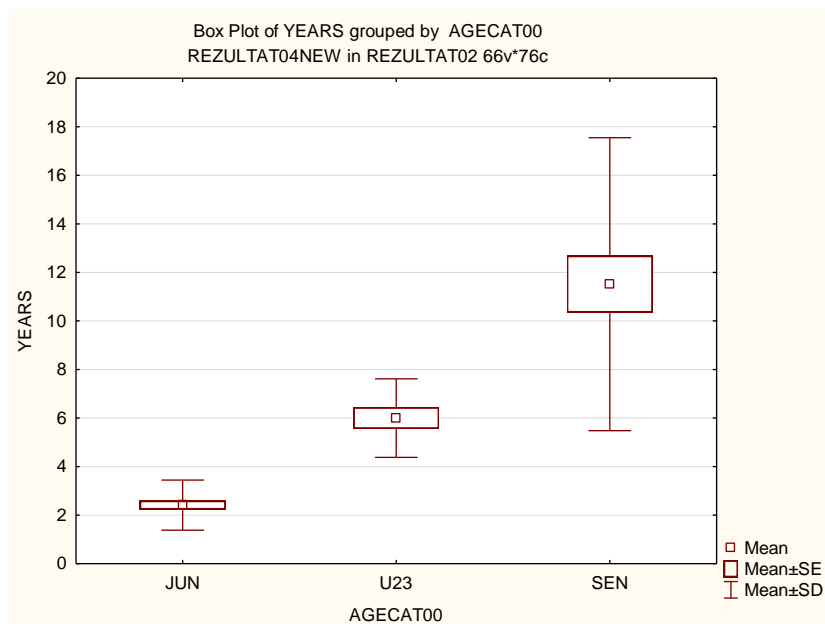
Varijabla: GODINE TRENIRANJA (YEARS)

U varijabli GODINE TRENIRANJA (YEARS) su u osnovnom uzorku istraživanja (Slika 23.) registrovane vrednosti u rasponu od 1 god. do 37 god. sa aritmetičkom sredinom i pripadajućom standardnom devijacijom od 6.309 god. +/- 5.516 god. Interval pouzdanosti sa verovatnoćom od 95% u kojem se nalazi stvarna aritmetička sredina populacije se kretao od 5.049 god. do 7.57 god.



Slika 23. Prikaz varijable godine trenažnog staža.

Prikaz Slike 24. ukazuje na dobijene aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 2.414 god. +/- 1.032 god., 6 god. +/- 1.617 god. i 11.519 god. +/- 6.034 god. za subuzorak juniora, seniora do 23 godine i seniora respektivno.



Slika 24. Godine trenažnog staža - podela osnovnog uzorka u subuzorke prema uzrastu ispitanika.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 60.160 koja je bila statistički visoko značajna ( $p=0.000$ ).

Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema specijalnosti ispitanika (Slika 25.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 5.429 god. +/- 4.44 god. (CI95% 3.405-7.452), 8.6 god. +/- 4.235 god. (CI95% 6.618-10.582) i 5.529 god. +/- 6.424 god. (CI95% 3.322-7.736) za subuzorak vozača specijalista za vožnju u brdskim uslovima, sprintera i specijalista za vožnju u pretežno ravnim terenima, respektivno.

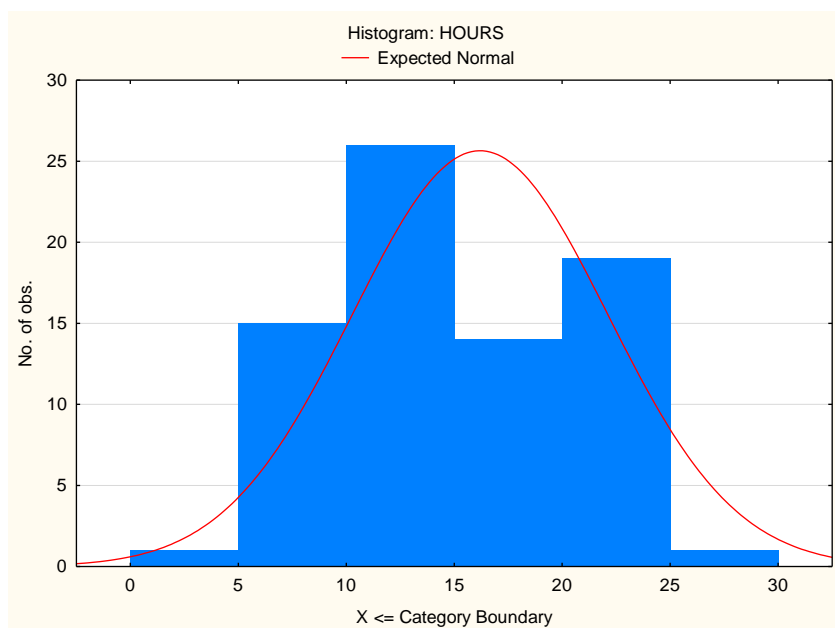


Slika 25. Godine trenažnog staža - podela osnovnog uzorka u subuzorke prema specijalnosti ispitanika.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 11.579 koja je bila statistički visoko značajna ( $p=0.003$ ).

Varijabla: TRAJANJE TRENINGA (HOURS)

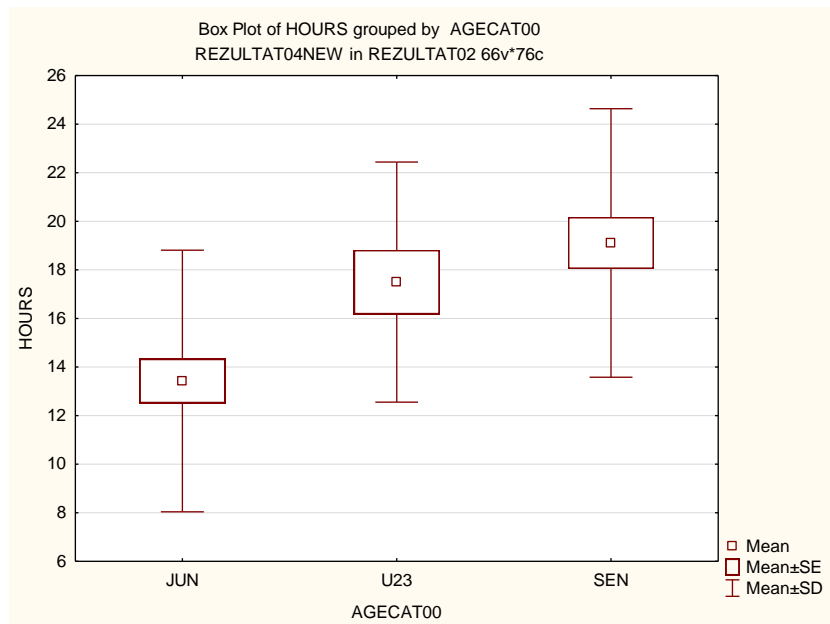
U varijabli TRAJANJE TRENINGA (HOURS) su u osnovnom uzorku istraživanja (Slika 26.) registrovane vrednosti u rasponu od 5 h do 28 h, sa aritmetičkom sredinom i pripadajućom standardnom devijacijom od 16.197 h +/- 5.910 h. Interval pouzdanosti sa verovatnoćom od 95% u kojem se nalazi stvarna aritmetička sredina populacije se kretao od 14.847 h do 17.548 h.



Slika 26. Prikaz vremena provedenog na treningu.

Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema uzrastu ispitanika (Slika 27.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 13.429 h +/- 5.386 h (CI95% 11.578-15.279), 17.5 h +/- 4.942 h (CI95% 14.647-20.353) i 19.111 h +/- 5.528 h (CI95% 16.924-21.298) za subuzorak juniora, seniora do 23 godine i seniora respektivno.

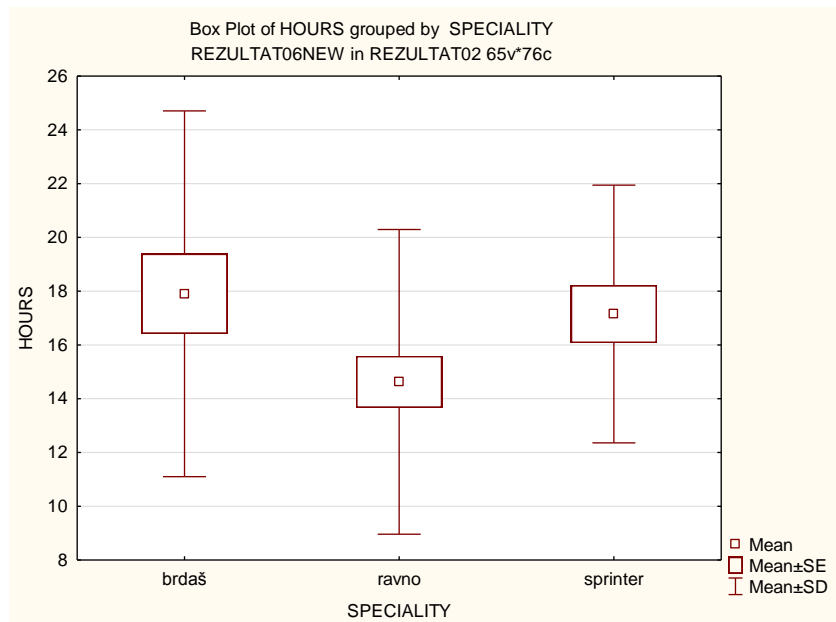




Slika 27. Vreme provedeno na treningu - podela osnovnog uzorka u subuzorke prema uzrastu ispitanika.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 16.494 koja je bila statistički visoko značajna ( $p=0.003$ ).

Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema specijalnosti ispitanika (Slika 28.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 17.905 h +/- 6.803 h (CI95% 14.808-21.002), 17.15 h +/- 4.793 h (CI95% 14.907-19.393) i 14.629 h +/- 5.667 h (CI95% 12.682-16.575) za subuzorak vozača specijalista za vožnju u brdskim uslovima, sprintera i specijalista za vožnju u pretežno ravnim terenima, respektivno.



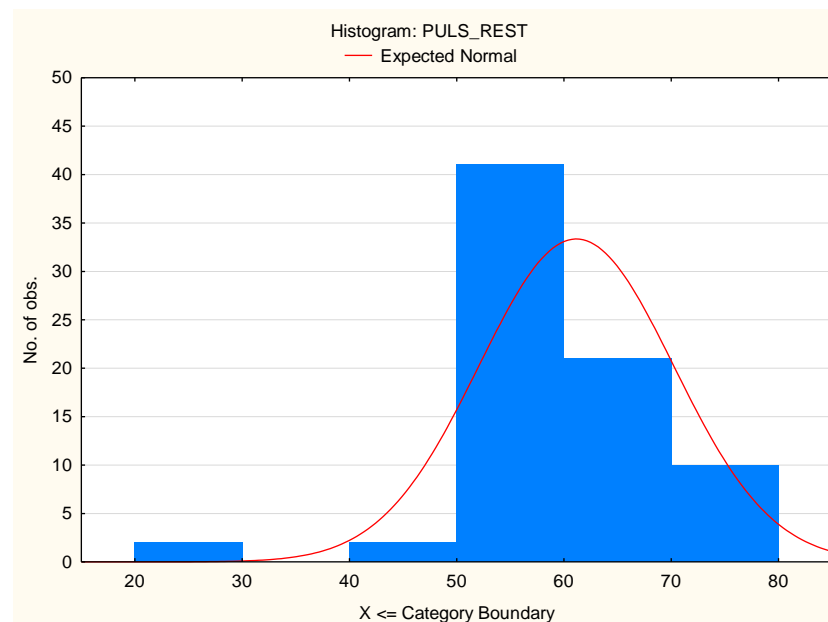
Slika 28. Vreme na treningu - podela osnovnog uzorka u subuzorke prema specijalnosti ispitanika.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 5.053 koja nije bila statistički značajna ( $p=0.079$ ).

## 10. 2. REZULTATI KARDIORESPIRATORNIH VARIJABLI DESKRIPTIVNE STATISTIČKE ANALIZE U ODNOSU NA UZRAST I SPECIJALNOST NA MAKSIMALNOM OPTEREĆENJU

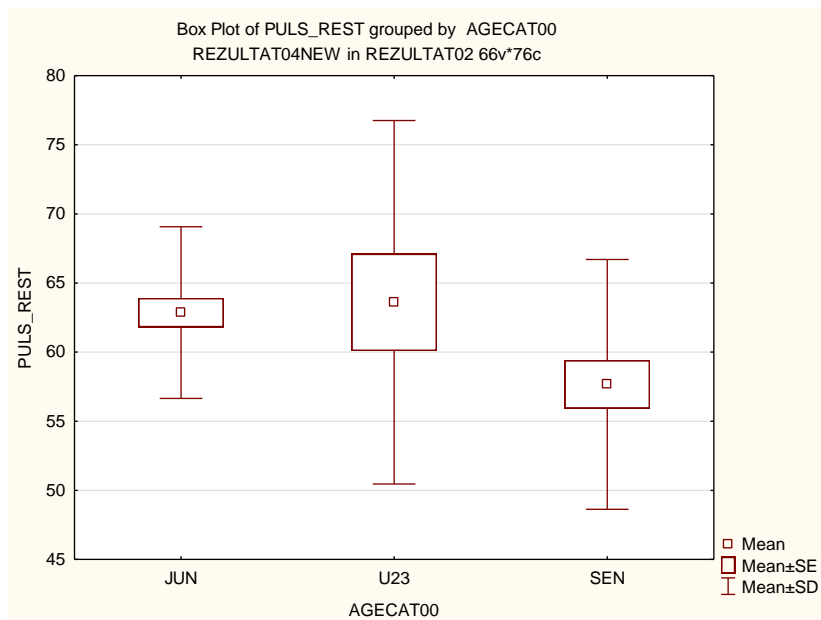
Varijabla: PULS U MIRU (PULS\_REST)

U varijabli PULS U MIRU (PULS\_REST) su u osnovnom uzorku istraživanja (Slika 29.) registrovane vrednosti u rasponu od 24 c/min do 80 c/min, sa aritmetičkom sredinom i pripadajućom standardnom devijacijom od 61.151 c/min +/- 9.090 c/min. Interval pouzdanosti sa verovatnoćom od 95% u kojem se nalazi stvarna aritmetička sredina populacije se kretao od 59.074 c/min do 63.229 c/min.



Slika 29. Prikaz varijable puls u miru.

Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema uzrastu ispitanika (Slika 30.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 62.857 c/min +/- 6.212 c/min (CI95% 60.723-64.991), 63.607 c/min +/- 13.147 c/min (CI95% 56.016-71.198) i 57.667 c/min +/- 9.038 c/min (CI95% 54.091-61.242) za subuzorak juniora, seniora do 23 godine i seniora respektivno.



Slika 30. Puls u miru - podela osnovnog uzorka u subuzorke prema urastu ispitanika.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 9.742 koja je bila statistički visoko značajna ( $p=0.007$ ).

Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema specijalnosti ispitanika (Slika 31.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 57.69 c/min +/- 9.328 c/min (CI95% 53.444-61.937), 60.7 c/min +/- 11.206 c/min (CI95% 55.455-65.945) i 63.486 c/min +/- 6.912 c/min (CI95% 61.111-65.86) za subuzorak vozača specijalista za vožnju u brdskim uslovima, sprintera i specijalista za vožnju u pretežno ravnim terenima, respektivno.

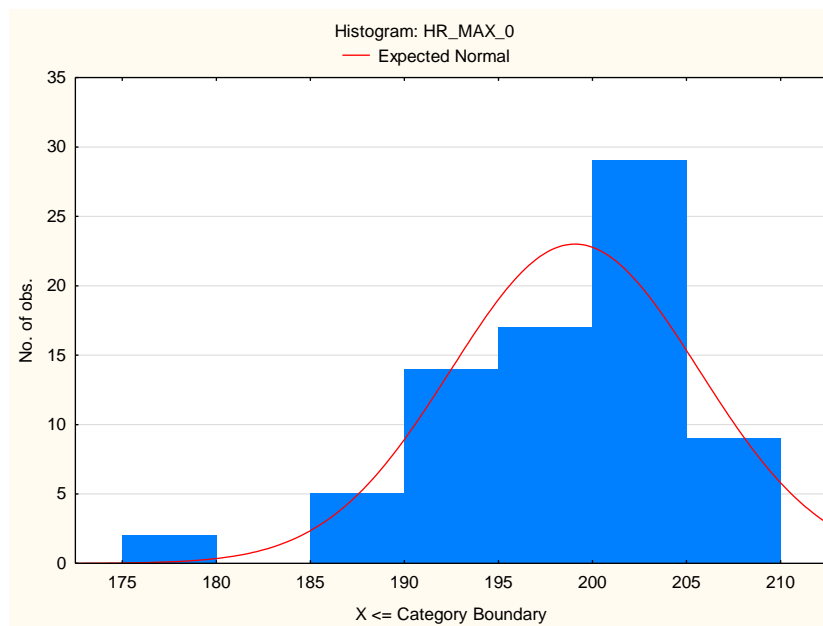


Slika 31. Puls u miru - podela osnovnog uzorka u subuzorke prema specijalnosti ispitanika.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 6.108 koja je bila statistički značajna ( $p=0.047$ ).

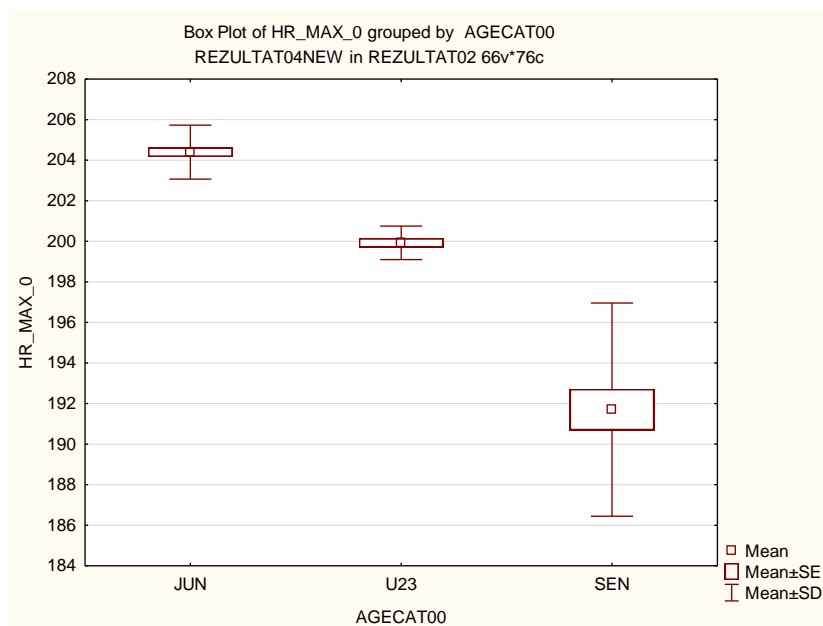
Varijabla: TEORETSKI MAKSIMALNI PULS (HR\_MAX)

U varijabli TEORETSKI MAKSIMALNI PULS (HR\_MAX) su u osnovnom uzorku istraživanja (Slika 32.) registrovane vrednosti u rasponu od 176 c/min do 207 c/min, sa aritmetičkom sredinom i pripadajućom standardnom devijacijom od 199.066 c/min +/- 6.589 c/min. Interval pouzdanosti sa verovatnoćom od 95% u kojem se nalazi stvarna aritmetička sredina populacije se kretao od 197.56 c/min do 200.572 c/min.



Slika 32. Teortski maksimalni puls- prikaz.

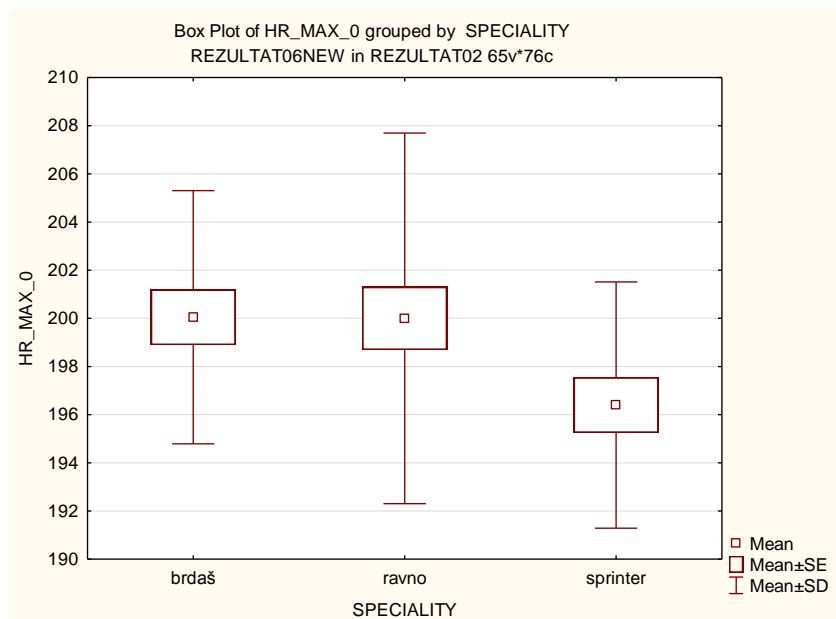
Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subzorke prema uzrastu ispitanika (Slika 33.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 204.4 c/min +/- 1.333 c/min, 199.929 c/min +/- 0.828 c/min i 191.704 c/min +/- 5.254 c/min za subzovorak juniora, seniora do 23 godine i seniora respektivno.



Slika 33. Teoretski max puls - subzorci prema uzrastu ispitanika.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 64.275 koja je bila statistički visoko značajna ( $p=0.000$ ).

Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema specijalnosti ispitanika (Slika 34.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 200.048 c/min +/- 5.258 c/min (CI95% 197.654-202.441), 196.4 c/min +/- 5.113 c/min (CI95% 194.007-198.793) i 200 c/min +/- 7.696 c/min (CI95% 197.356-202.644) za subuzorak vozača specijalista za vožnju u brdskim uslovima, sprintera i specijalista za vožnju u pretežno ravnim terenima, respektivno.

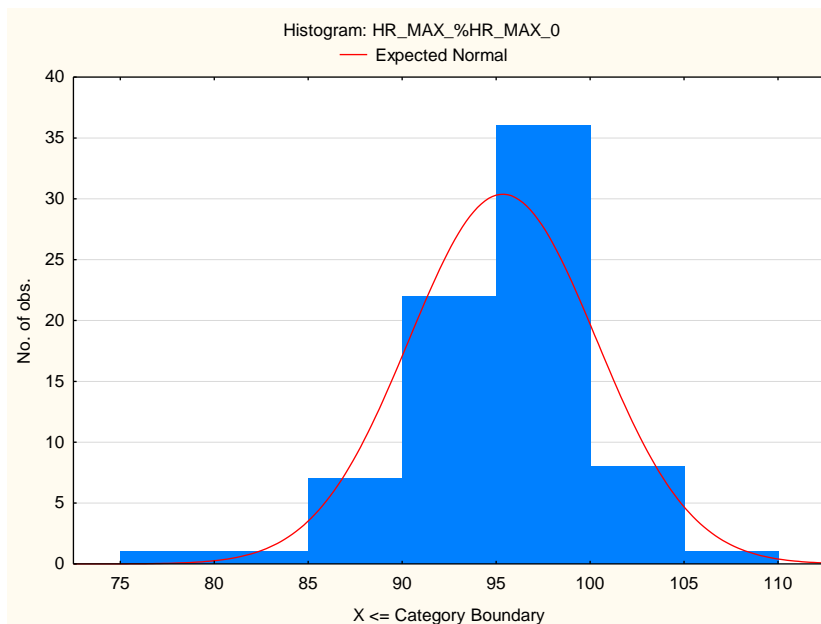


Slika 34. Teoretski max puls - podela osnovnog uzorka u subuzorke prema specijalnosti ispitanika.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 8.841 koja je bila statistički značajna ( $p=0.012$ ).

Varijabla: PROCENAT TEORETSKOG MAKSIMALNOG PULSA (HR\_MAX%)

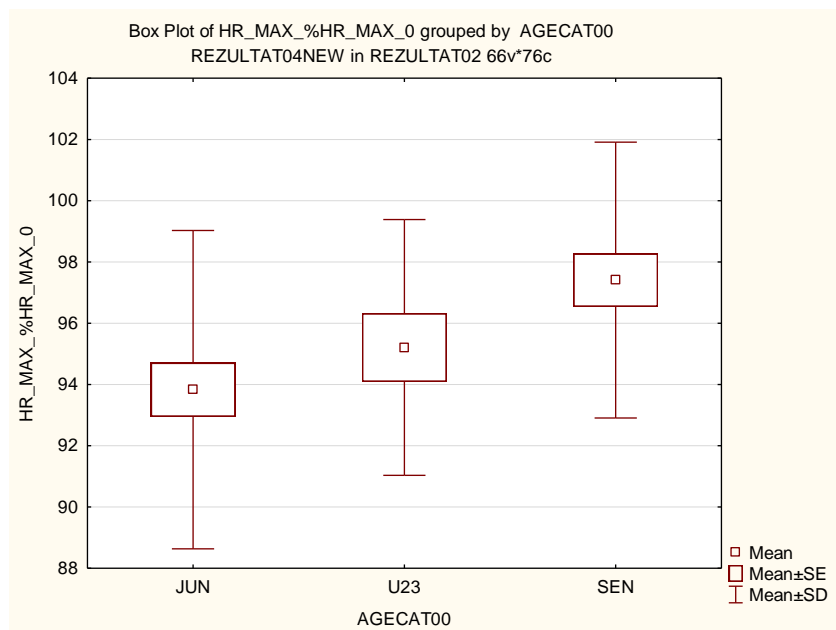
U varijabli PROCENAT TEORETSKOG MAKSIMALNOG PULSA (HR\_MAX%) su u osnovnom uzorku istraživanja (Slika 35.) registrovane vrednosti u rasponu od 75.61% do 107.653%, sa aritmetičkom sredinom i pripadajućom standardnom devijacijom od 95.355% +/- 4.990%. Interval pouzdanosti sa verovatnoćom od 95% u kojem se nalazi stvarna aritmetička sredina populacije se kretao od 94.215 do 96.496.



Slika 35. Procenat teoretskog maksimalnog pulsa.

Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema uzrastu ispitanika (Slika 36.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 93.83% +/- 5.197% (CI95% 92.045-95.616), 95.209% +/- 4.174% (CI95% 92.799-97.619) i 97.408% +/- 4.502% (CI95% 95.627-99.19) za subuzorak juniora, seniora do 23 godine i seniora respektivno.

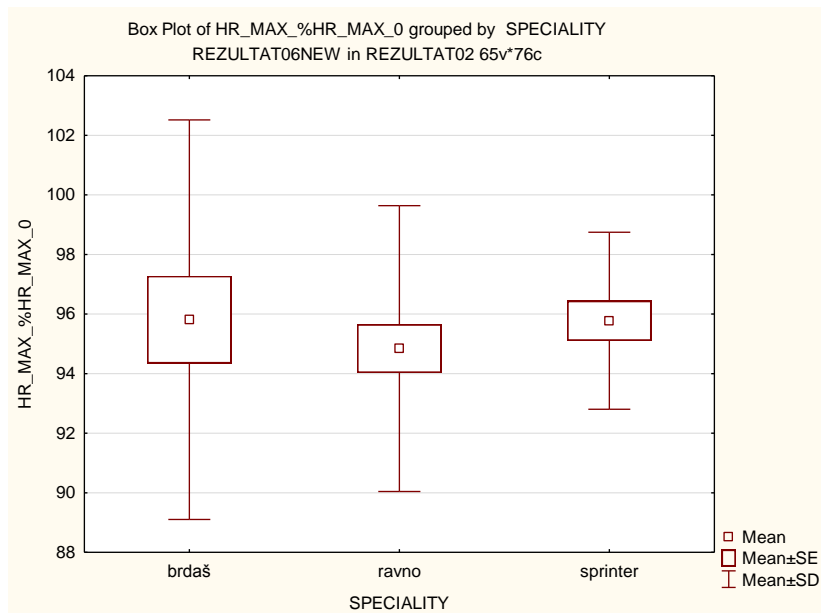




Slika 36. Procenat max pulsa - podela osnovnog uzorka u subuzorke prema uzrastu ispitanika.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 9.539 koja je bila statistički visoko značajna ( $p=0.008$ ).

Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema specijalnosti ispitanika (Slika 37.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 95.813% +/- 6.708% (CI95% 92.76-98.867), 95.776% +/- 2.972% (CI95% 94.385-97.167) i 94.84% +/- 4.797% (CI95% 93.192-96.488) za subuzorak vozača specijalista za vožnju u brdskim uslovima, sprintera i specijalista za vožnju u pretežno ravnim terenima, respektivno.

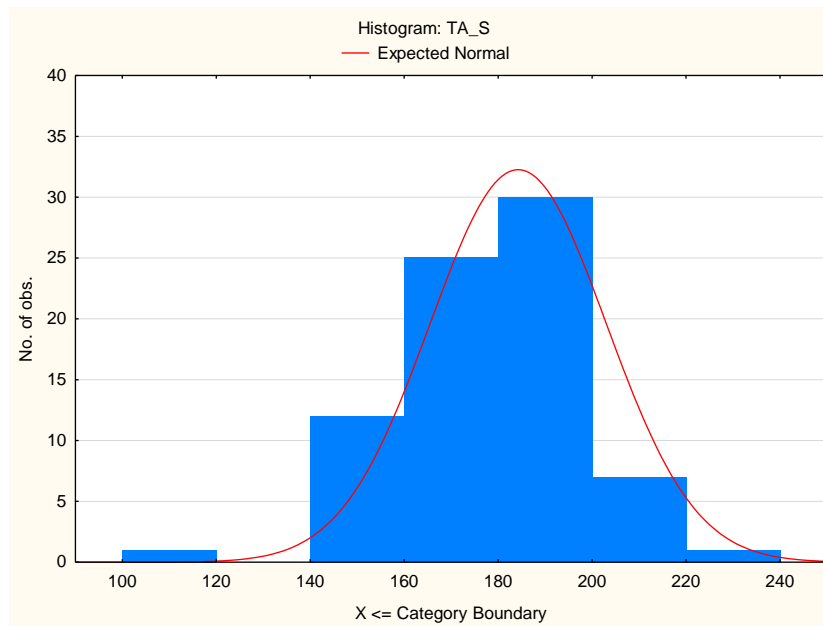


Slika 37. Procenat max pulsa - podela osnovnog uzorka u subuzorke prema specijalnosti ispitanika.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 1.380 koja nije bila statistički značajna ( $p=0.501$ ).

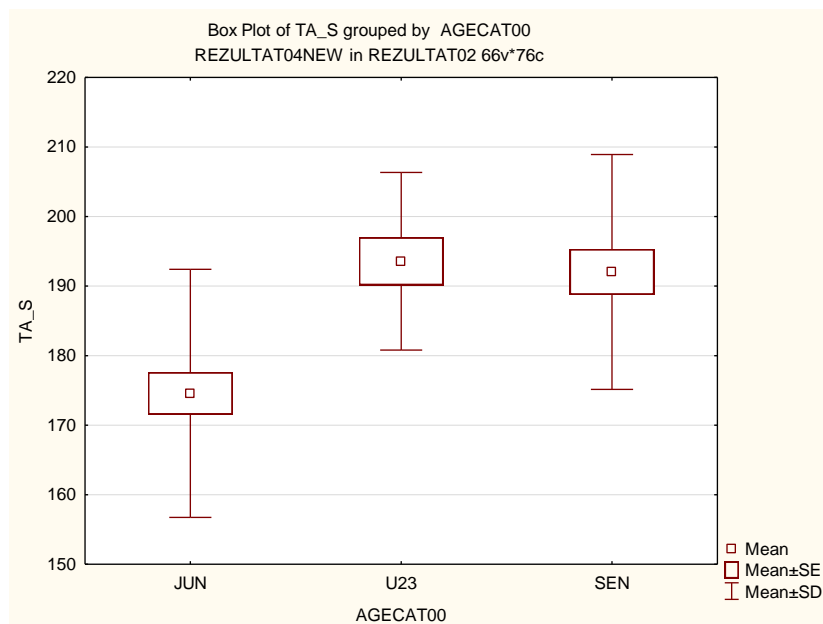
Varijabla: MAKSIMALAN SISTOLIČNI KRVNI PRITISAK (TA\_S)

U varijabli MAKSIMALAN SISTOLIČNI KRVNI PRITISAK (TA\_S) su u osnovnom uzorku istraživanja (Slika 38.) registrovane vrednosti u rasponu od 115 mmHg do 230 mmHg, sa aritmetičkom sredinom i pripadajućom standardnom devijacijom od 184.276 mmHg +/- 18.792 mmHg. Interval pouzdanosti sa verovatnoćom od 95% u kojem se nalazi stvarna aritmetička sredina populacije se kretao od 179.982 mmHg do 188.57 mmHg.



Slika 38. Maksimalni sistolični krvni pritisak.

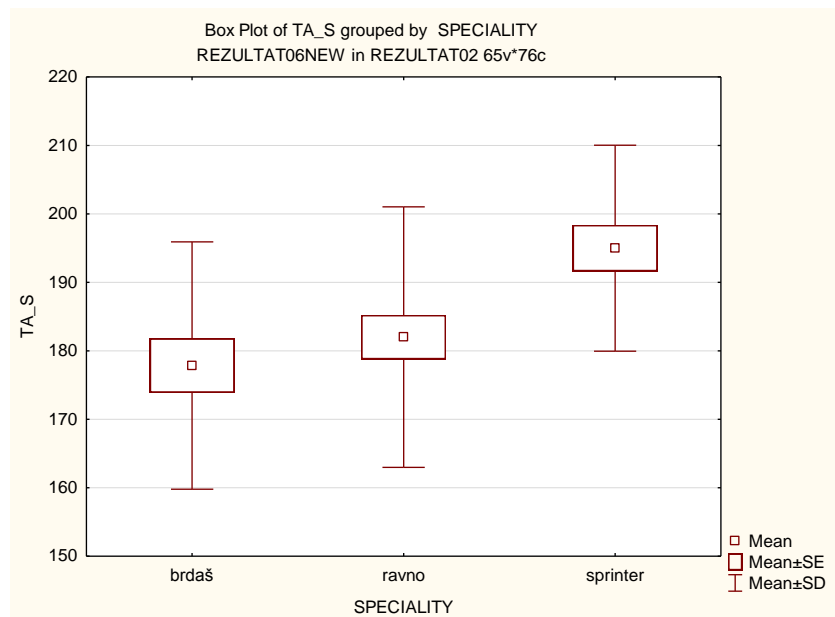
Prikaz Slike 39. ukazuje na dobijene aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 174.571 mmHg +/- 17.838 mmHg, 193.571 mmHg +/- 12.775 mmHg i 192.037 mmHg +/- 16.885 mmHg za subuzorak juniora, seniora do 23 godine i seniora respektivno.



Slika 39. Maksimalni sistolični krvni pritisak - podela osnovnog uzorka u subuzorke prema uzrastu ispitanika.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 18.649 koja je bila statistički visoko značajna ( $p=0.000$ ).

Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema specijalnosti ispitanika (Slika 40.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 177.857 mmHg +/- 18.067 mmHg (CI95% 169.633-186.081), 195 mmHg +/- 15.043 mmHg (CI95% 187.959-202.041) i 182 mmHg +/- 19.027 mmHg (CI95% 175.464-188.536) za subuzorak vozača specijalista za vožnju u brdskim uslovima, sprintera i specijalista za vožnju u pretežno ravnim terenima, respektivno.

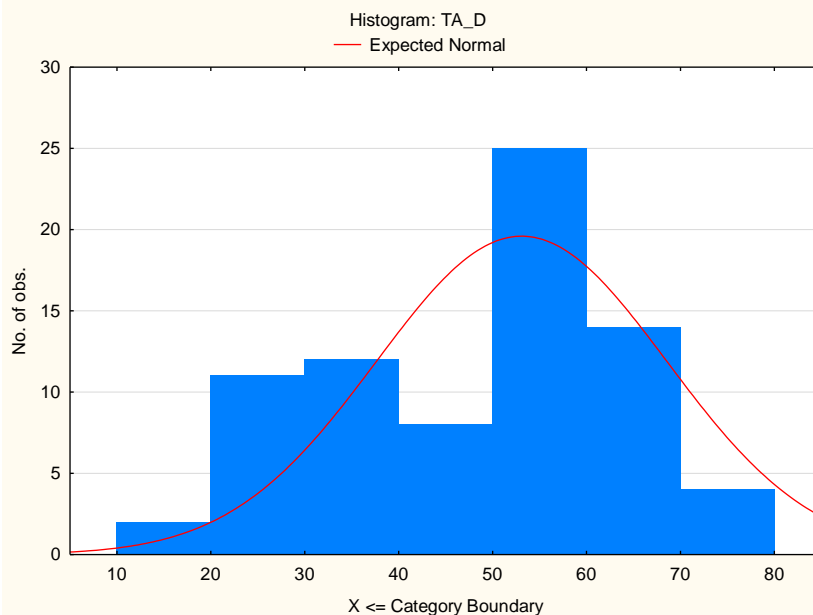


Slika 40. Maksimalni sistolični krvni pritisak - podela osnovnog uzorka u subuzorke prema specijalnosti ispitanika.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 10.160 koja je bila statistički visoko značajna ( $p=0.006$ ).

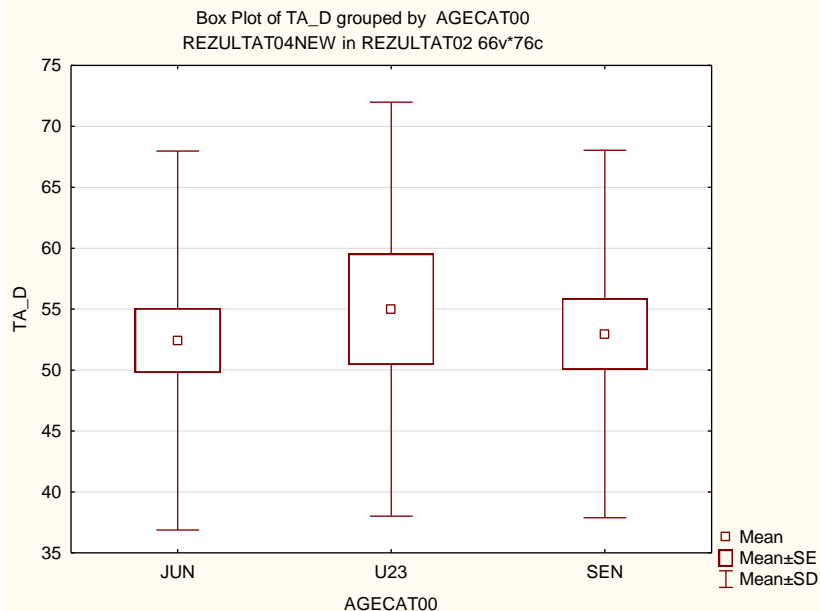
Varijabla: MAKSIMALAN DIJASTOLIČNI KRVNI PRITISAK (TA\_D)

U varijabli MAKSIMALAN DIJASTOLIČNI KRVNI PRITISAK (TA\_D) su u osnovnom uzorku istraživanja (Slika 41.) registrovane vrednosti u rasponu od 20 mmHg do 80 mmHg, sa aritmetičkom sredinom i pripadajućom standardnom devijacijom od 53.092 mmHg +/- 15.469 mmHg. Interval pouzdanosti sa verovatnoćom od 95% u kojem se nalazi stvarna aritmetička sredina populacije se kretao od 49.557 mmHg do 56.627 mmHg.



Slika 41. Maksimalni dijastolični krvni pritisak.

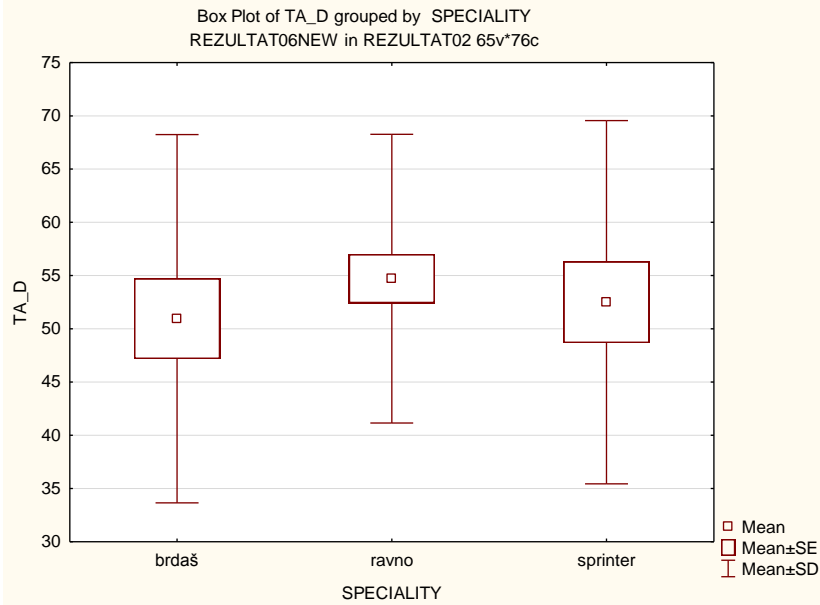
Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema uzrastu ispitanika (Slika 42.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 52.429 mmHg +/- 15.547 mmHg (CI95% 47.088-57.769), 55 mmHg +/- 16.984 mmHg (CI95% 45.194-64.806) i 52.963 mmHg +/- 15.080 mmHg (CI95% 46.997-58.929) za subuzorak juniora, seniora do 23 godine i seniora respektivno.



Slika 42. Maksimalni dijastolični krvni pritisak - podela osnovnog uzorka u subuzorke prema uzrastu ispitanika.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 0.541 koja nije bila statistički značajna ( $p=0.762$ ).

Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema specijalnosti ispitanika (Slika 43.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 50.952 mmHg  $\pm$  17.293 mmHg (CI95% 43.081-58.824), 52.5 mmHg  $\pm$  17.052 mmHg (CI95% 44.519-60.481) i 54.714 mmHg  $\pm$  13.555 mmHg (CI95% 50.058-59.371) za subuzorak vozača specijalista za vožnju u brdskim uslovima, sprintera i specijalista za vožnju u pretežno ravnim terenima, respektivno.

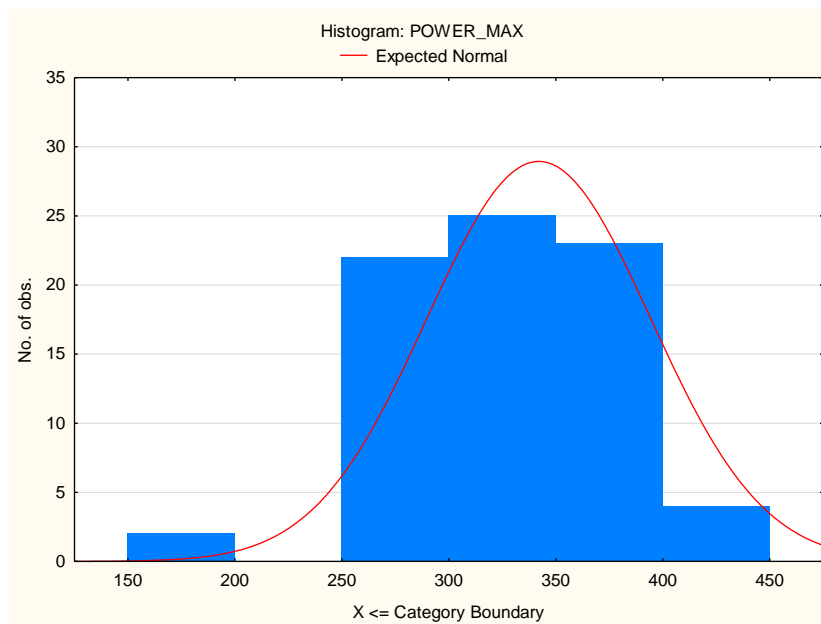


Slika 43. Maksimalni dijastolični krvni pritisak - podela osnovnog uzorka u subuzorke prema specijalnosti ispitanika.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 0.457 koja nije bila statistički značajna ( $p=0.795$ ).

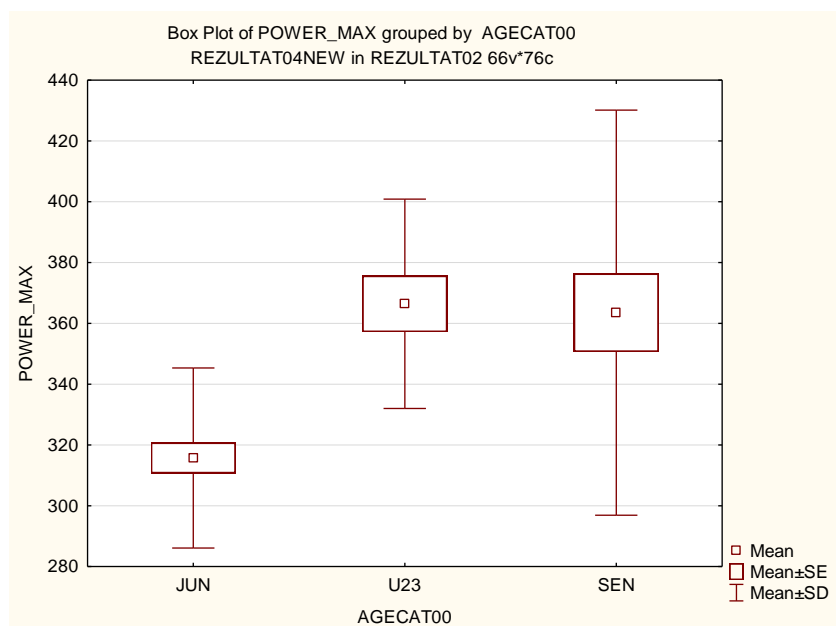
Varijabla: MAKSIMALNA DOSTIGNUTA SNAGA (POWER\_MAX)

U varijabli MAKSIMALNA DOSTIGNUTA SNAGA (POWER\_MAX) su u osnovnom uzorku istraživanja (Slika 44.) registrovane vrednosti u rasponu od 175 W do 450 W, sa aritmetičkom sredinom i pripadajućom standardnom devijacijom od 342.039 W +/- 52.378 W. Interval pouzdanosti sa verovatnoćom od 95% u kojem se nalazi stvarna aritmetička sredina populacije kretao se od 330.071 W do 354.008 W.



Slika 44. Maksimalna dostignuta snaga.

Prikaz na Slici 45. ukazuje na dobijene aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 315.714 W +/- 29.608 W, 366.429 W +/- 34.442 W i 363.519 W +/- 66.648 W za subuzorak juniora, seniora do 23 godine i seniora respektivno.

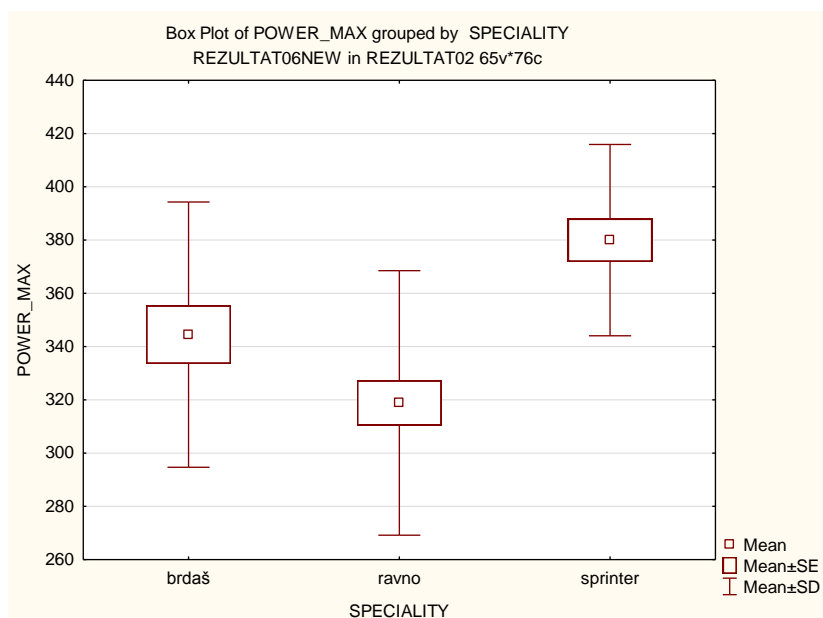


Slika 45. Maksimalno dostignuta snaga - podela osnovnog uzorka u subuzorke prema uzrastu ispitanika.



Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 24.556 koja je bila statistički visoko značajna ( $p=0.000$ ).

Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema specijalnosti ispitanika (Slika 46.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 344.524 W +/- 49.797 W (CI95% 321.856-367.191), 380 W +/- 35.909 W (CI95% 363.194-396.806) i 318.857 W +/- 49.676 W (CI95% 301.793-335.922) za subuzorak vozača specijalista za vožnju u brdskim uslovima, sprintera i specijalista za vožnju u pretežno ravnim terenima, respektivno.

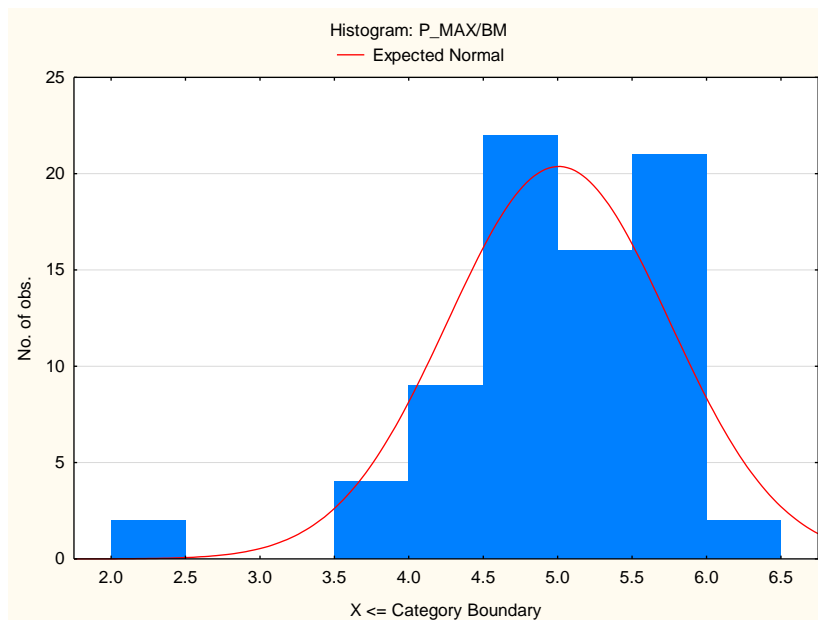


Slika 46. Maksimalno dostignuta snaga - podela osnovnog uzorka u subuzorke prema specijalnosti ispitanika.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 18.184 koja je bila statistički visoko značajna ( $p=0.001$ ).

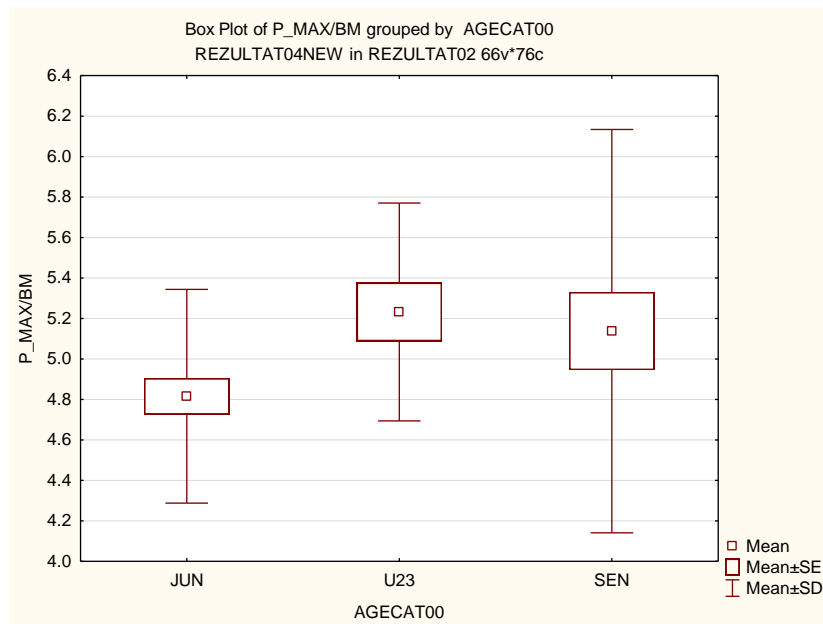
Varijabla: ODNOS MAKSIMALNE DOSTIGNUTE SNAGE I TELESNE MASE (P\_MAX/BM)

U varijabli ODNOS MAKSIMALNE DOSTIGNUTE SNAGE I TELESNE MASE (P\_MAX/BM) su u osnovnom uzorku istraživanja (Slika 47.) registrovane vrednosti u rasponu od 2.465 W/kg do 6.279 W/kg, sa aritmetičkom sredinom i pripadajućom standardnom devijacijom od 5.007 W/kg +/- 0.744 W/kg. Interval pouzdanosti sa verovatnoćom od 95% u kojem se nalazi stvarna aritmetička sredina populacije se kretao od 4.837 W/kg do 5.177 W/kg.



Slika 47. Odnos maksimalno dostignute snage i telesne mase.

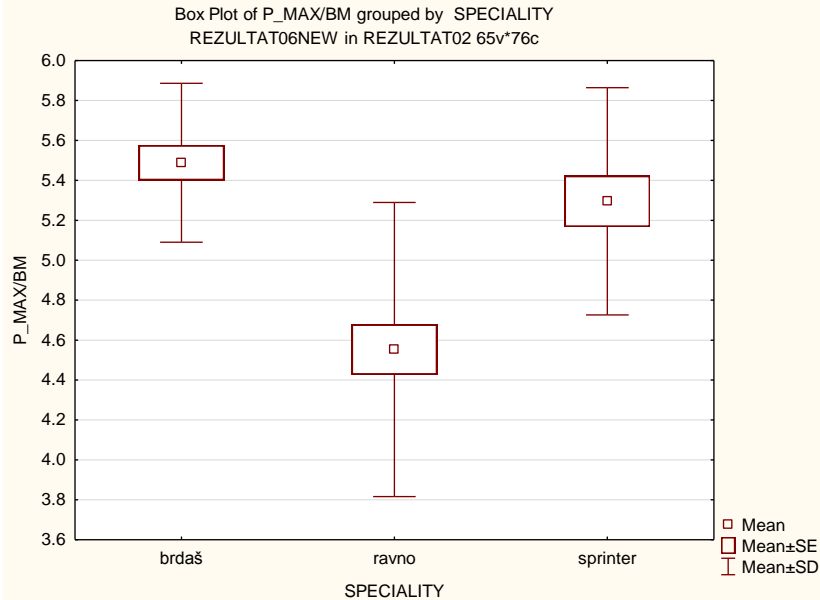
Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema uzrastu ispitanika (Slika 48.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 4.815 W/kg +/- 0.528 W/kg (CI95% 4.634-4.997), 5.232 W/kg +/- 0.538 W/kg (CI95% 4.922-5.543) i 5.138 W/kg +/- 0.996 W/kg (CI95% 4.744-5.532) za subuzorak juniora, seniora do 23 godine i seniora respektivno.



Slika 48. Odnos maksimalno dostignute snage i telesne mase - podela osnovnog uzorka u subuzorke prema uzrastu ispitanika.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 9.392 koja je bila statistički visoko značajna ( $p=0.009$ ).

Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema specijalnosti ispitanika (Slika 49.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 5.488 W/kg  $\pm$  0.398 W/kg (CI95% 5.307-5.67), 5.295 W/kg  $\pm$  0.568 W/kg (CI95% 5.029-5.562) i 4.553 W/kg  $\pm$  0.736 W/kg (CI95% 4.3-4.806) za subuzorak vozača specijalista za vožnju u brdskim uslovima, sprintera i specijalista za vožnju u pretežno ravnim terenima, respektivno.

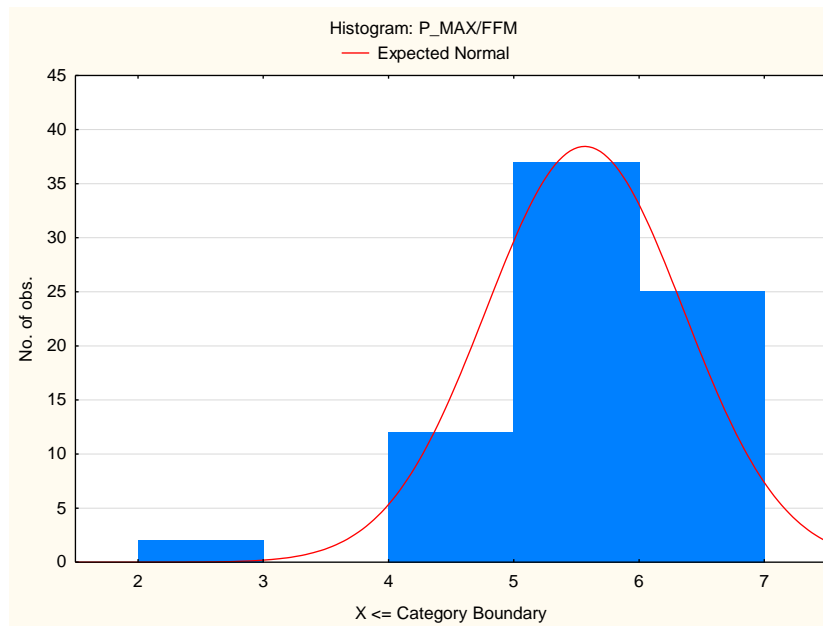


Slika 49. Odnos maksimalno dostignute snage i telesne mase - podela osnovnog uzorka u subuzorke prema specijalnosti ispitanika.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 27.015 koja je bila statistički visoko značajna ( $p=0.000$ ).

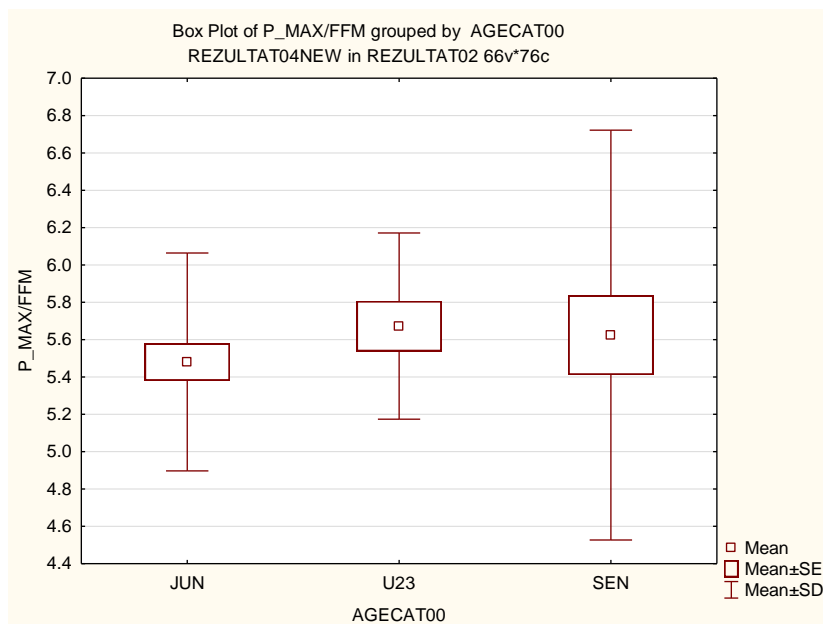
Varijabla: ODNOS MAKSIMALNE DOSTIGNUTE SNAGE I MASE BEZMASNE KOMPONENTE TELA (P\_MAX/FFM)

U varijabli ODNOS MAKSIMALNE DOSTIGNUTE SNAGE I MASE BEZMASNE KOMPONENTE TELA (P\_MAX/FFM) su u osnovnom uzorku istraživanja (Slika 50.) registrovane vrednosti u rasponu od 2.628 W/kg do 6.977 W/kg, sa aritmetičkom sredinom i pripadajućom standardnom devijacijom od 5.567 W/kg +/- 0.788 W/kg. Interval pouzdanosti sa verovatnoćom od 95% u kojem se nalazi stvarna aritmetička sredina populacije se kretao od 5.387 W/kg do 5.747 W/kg.



Slika 50. Odnos maskimalno dostignute snage i bezmasne komponente tela.

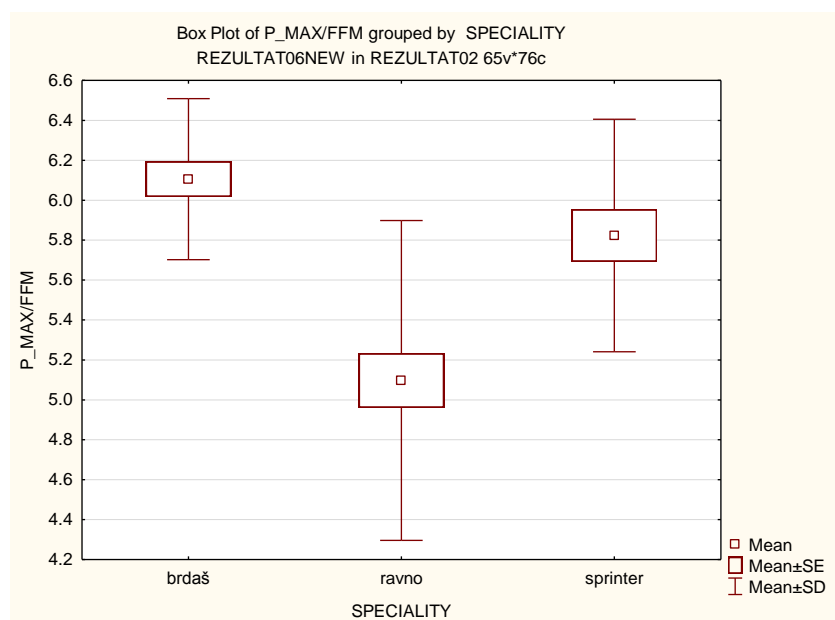
Prikaz Slike 51. ukazuje da su dobijene aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije bile od 5.48 W/kg +/- 0.583 W/kg, 5.673 W/kg +/- 0.499 W/kg i 5.624 W/kg +/- 1.097 W/kg za subuzorak juniora, seniora do 23 godine i seniora respektivno.



Slika 51. Odnos maksimalno dostignute snage i bezmasne komponente tela - podela osnovnog uzorka u subuzorke prema uzrastu ispitanika.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 4.038 koja nije bila statistički značajna ( $p=0.132$ ).

Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema specijalnosti ispitanika (Slika 52.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 6.106 W/kg  $\pm$  0.403 W/kg (CI95% 5.922-6.289), 5.823 W/kg  $\pm$  0.582 W/kg (CI95% 5.551-6.096) i 5.097 W/kg  $\pm$  0.801 W/kg (CI95% 4.822-5.372) za subuzorak vozača specijalista za vožnju u brdskim uslovima, sprintera i specijalista za vožnju u pretežno ravnim terenima, respektivno.

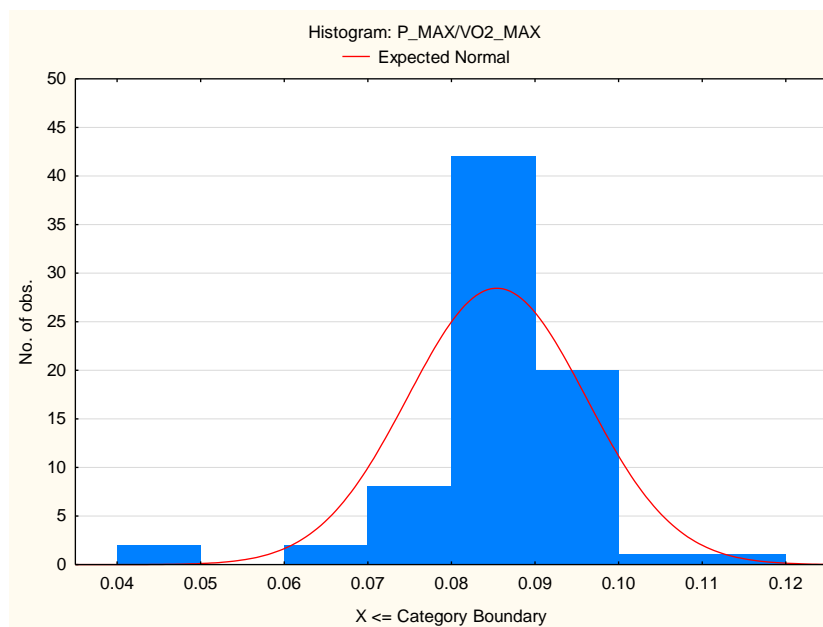


Slika 52. Odnos maksimalno dostignute snage i bezmasne komponente tela - podela osnovnog uzorka u subuzorke prema specijalnsti ispitanika.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 29.293 koja je bila statistički visoko značajna ( $p=0.000$ ).

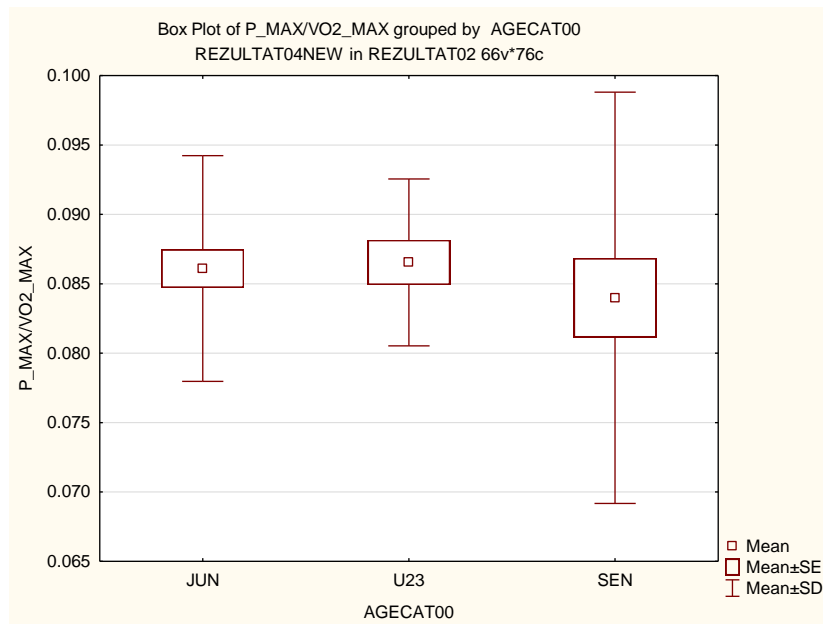
Varijabla: ODNOS MAKSIMALNE DOSTIGNUTE SNAGE I MAKSIMALNE POTROŠNJE KISEONIKA ( $P_{MAX}/VO_{2MAX}$ )

U varijabli ODNOS MAKSIMALNE DOSTIGNUTE SNAGE I MAKSIMALNE POTROŠNJE KISEONIKA ( $P_{MAX}/VO_{2MAX}$ ) su u osnovnom uzorku istraživanja (Slika 53.) registrovane vrednosti u rasponu od 0.04 W/ml do 0.119 W/ml, sa aritmetičkom sredinom i pripadajućom standardnom devijacijom od 0.085 W/ml +/- 0.010 W/ml. Interval pouzdanosti sa verovatnoćom od 95% u kojem se nalazi stvarna aritmetička sredina populacije se kretao od 0.083 W/ml do 0.088 W/ml.



Slika 53. Odnos maksimalne dostignute snage i maksimalne potrošnje kiseonika.

Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema uzrastu ispitanika (Slika 54.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 0.086 W/ml +/- 0.008 W/ml (CI95% 0.083-0.089), 0.087 W/ml +/- 0.006 W/ml (CI95% 0.083-0.09) i 0.084 W/ml +/- 0.014 W/ml (CI95% 0.078-0.09) za subuzorak juniora, seniora do 23 godine i seniora respektivno.

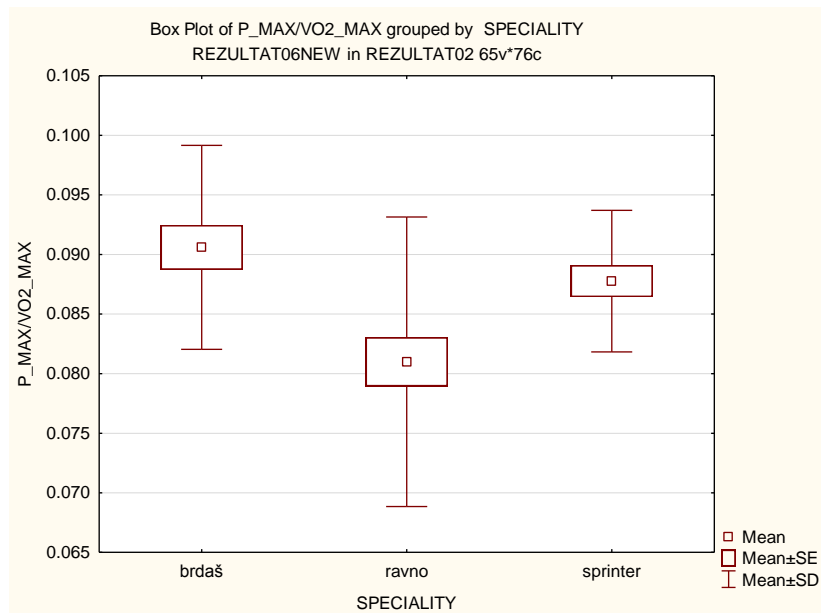


Slika 54. Odnos maksimalne dostignute snage i maksimalne potrošnje kiseonika - podela osnovnog uzorka u subuzorke prema uzrastu ispitanika.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 1.641 koja nije bila statistički značajna ( $p=0.440$ ).

Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema specijalnosti ispitanika (Slika 55.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 0.091 W/ml +/- 0.008 W/ml (CI95% 0.087-0.094), 0.088 W/ml +/- 0.005 W/ml (CI95% 0.085-0.091) i 0.081 W/ml +/- 0.012 W/ml (CI95% 0.077-0.085) za subuzorak vozača specijalista za vožnju u brdskim uslovima, sprintera i specijalista za vožnju u pretežno ravnim terenima, respektivno.



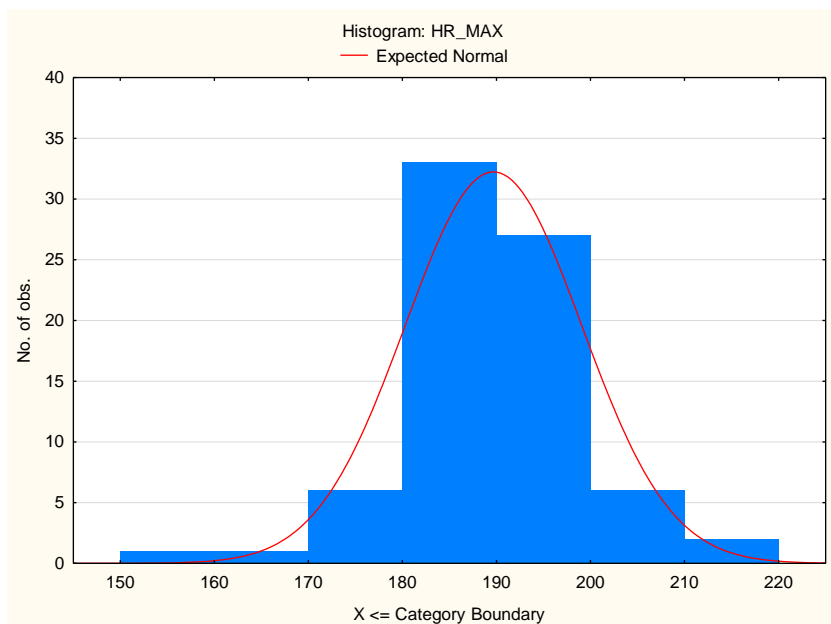


Slika 55. Odnos maksimalne dostignute snage i maksimalne potrošnje kiseonika - podela osnovnog uzorka u subuzorke prema specijalnosti ispitanika.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 12.189 koja je bila statistički visoko značajna ( $p=0.002$ ).

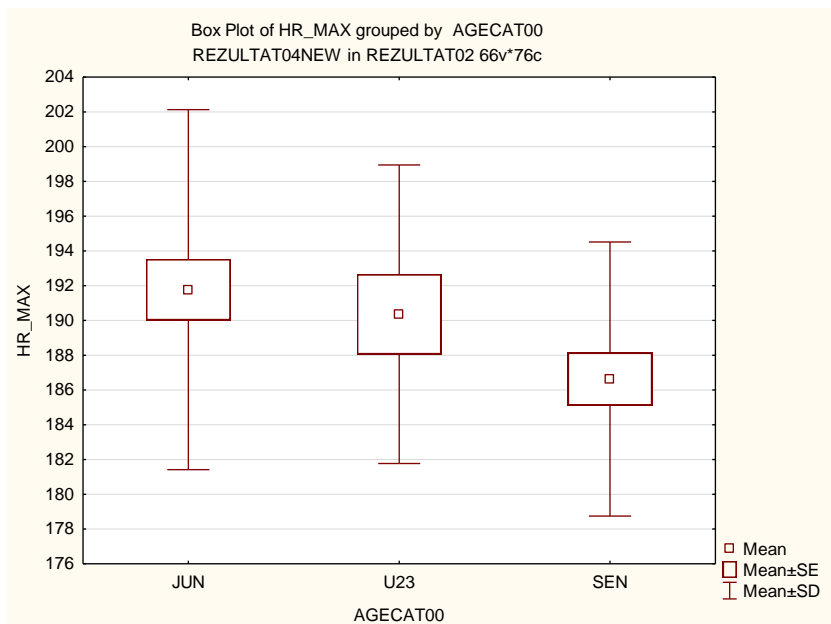
Varijabla: MAKSIMALAN PULS (HR\_MAX)

U varijabli MAKSIMALAN PULS (HR\_MAX) su u osnovnom uzorku istraživanja (Slika 56.) registrovane vrednosti u rasponu od 155 c/min do 211 c/min, sa aritmetičkom sredinom i pripadajućom standardnom devijacijom od 189.684 c/min +/- 9.405 c/min. Interval pouzdanosti sa verovatnoćom od 95% u kojem se nalazi stvarna aritmetička sredina populacije se kretao od 187.535 c/min do 191.833 c/min.



Slika 56. Histogram - maksimalni puls.

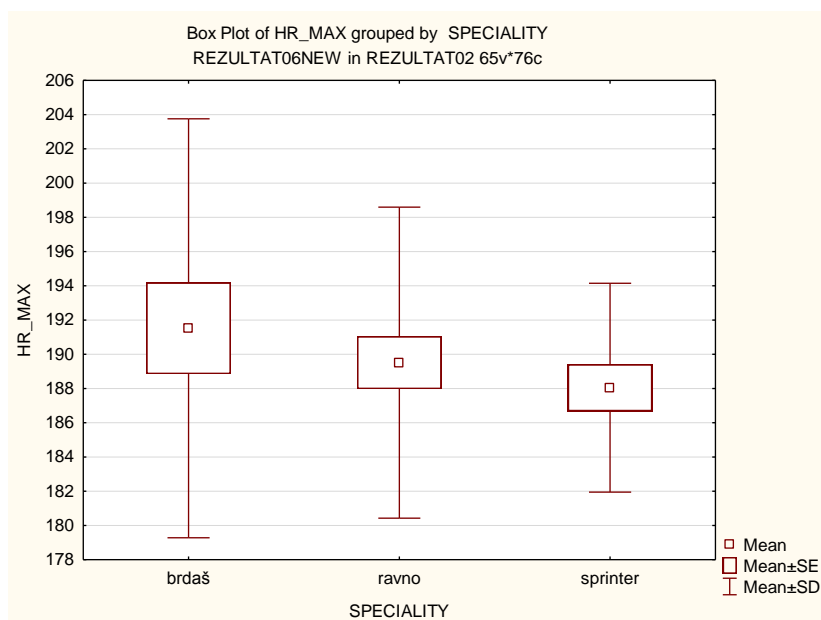
Prikaz Slike 57. ukazuje na dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 191.771 c/min +/- 10.358 c/min (CI95% 188.213-195.33), 190.357 c/min +/- 8.589 c/min (CI95% 185.398-195.317) i 186.63 c/min +/- 7.885 c/min (CI95% 183.511-189.749) za subuzorak juniora, seniora do 23 godine i seniora respektivno.



Slika 57. Maksimalni puls - podela osnovnog uzorka u subuzorke prema uzrastu ispitanika.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 9.344 koja je bila statistički visoko značajna ( $p=0.009$ ).

Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema specijalnosti ispitanika (Slika 58.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 191.524 c/min +/- 12.237 c/min (CI95% 185.953-197.094), 188.05 c/min +/- 6.099 c/min (CI95% 185.195-190.905) i 189.514 c/min +/- 9.085 c/min (CI95% 186.393-192.635) za subuzorak vozača specijalista za vožnju u brdskim uslovima, sprintera i specijalista za vožnju u pretežno ravnim terenima, respektivno.

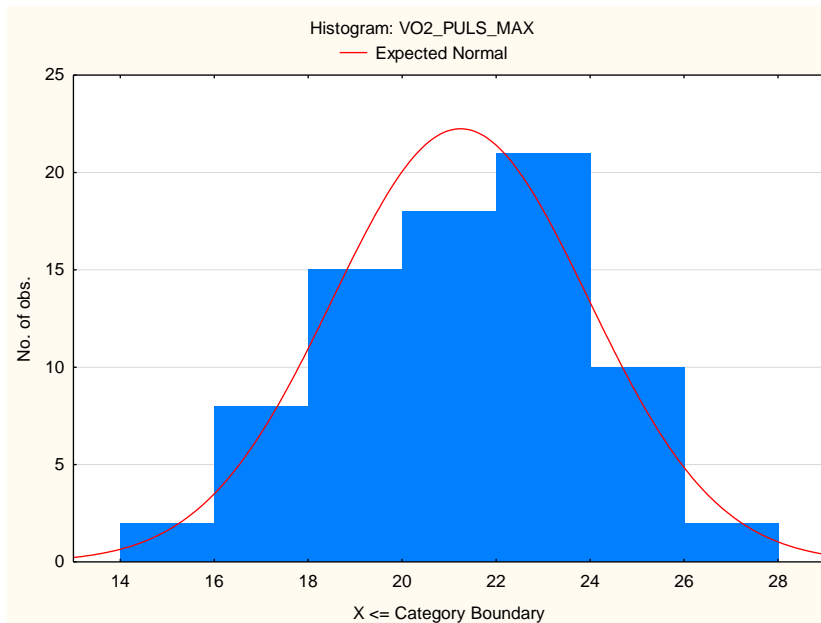


Slika 58. Maksimalni puls - podela osnovnog uzorka u subuzorke prema specijalnosti ispitanika.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 2.774 koja nije bila statistički značajna ( $p=0.249$ ).

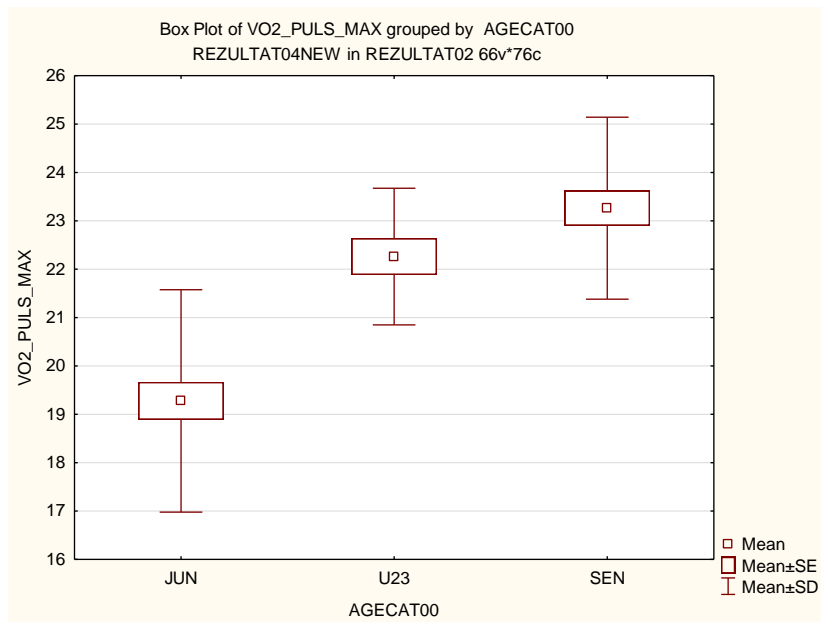
Varijabla: MAKSIMALAN KISEONIČKI PULS ( $VO_2PULS_{MAX}$ )

U varijabli MAKSIMALAN KISEONIČKI PULS ( $VO_2PULS_{MAX}$ ) su u osnovnom uzorku istraživanja (Slika 59.) registrovane vrednosti u rasponu od 15.058 ml/c do 27.067 ml/c, sa aritmetičkom sredinom i pripadajućom standardnom devijacijom od 21.243 ml/c +/- 2.725 ml/c . Interval pouzdanosti sa verovatnoćom od 95% u kojem se nalazi stvarna aritmetička sredina populacije se kretao od 20.62 ml/c do 21.866 ml/c .



Slika 59. Maksimalan kiseonički puls.

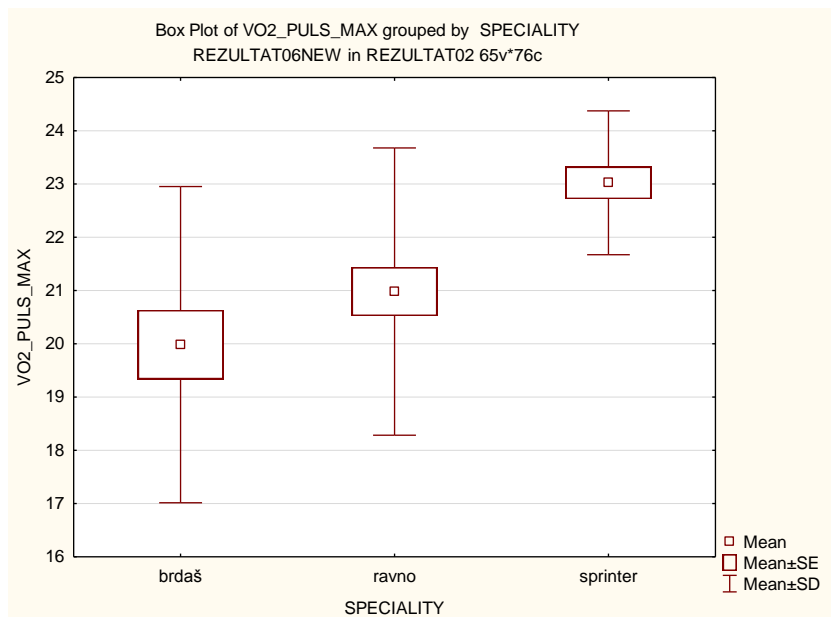
Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema uzrastu ispitanika (Slika 60.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 19.278 ml/c +/- 2.298 ml/c (CI95% 18.488-20.067), 22.262 ml/c +/- 1.412 ml/c (CI95% 21.446-23.077) i 23.262 ml/c +/- 1.880 ml/c (CI95% 22.518-24.006) za subuzorak juniora, seniora do 23 godine i seniora respektivno.



Slika 60. Maksimalni kiseonički puls - podela osnovnog uzorka u subzorke prema uzrastu ispitanika.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 37.807 koja je bila statistički visoko značajna ( $p=0.000$ ).

Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subzorke prema specijalnosti ispitanika (Slika 61.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 19.984 ml/c  $\pm$  2.969 ml/c (CI95% 18.633-21.336), 23.023 ml/c  $\pm$  1.351 ml/c (CI95% 22.391-23.656) i 20.98 ml/c  $\pm$  2.696 ml/c (CI95% 20.054-21.907) za subzorač vozača specijalista za vožnju u brdskim uslovima, sprintera i specijalista za vožnju u pretežno ravnim terenima, respektivno.

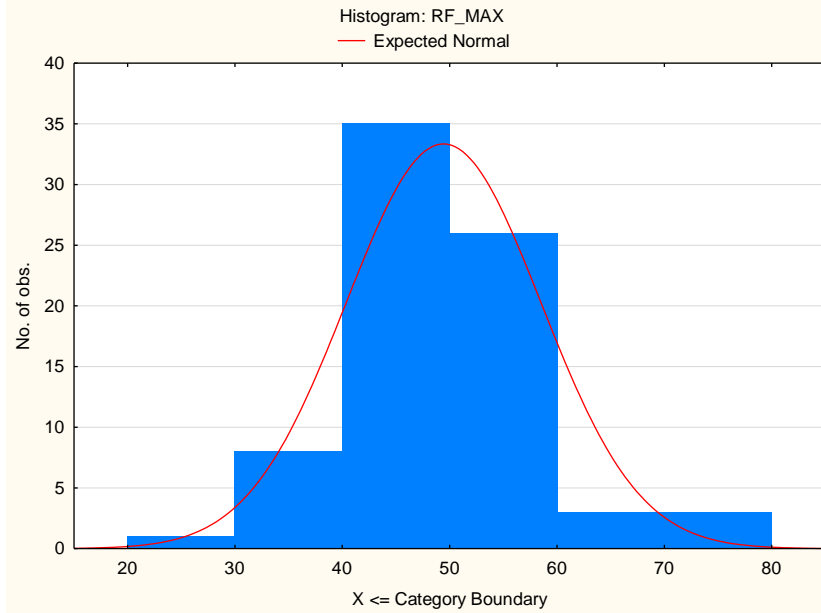


Slika 61. Maksimalni kiseonički puls - podela osnovnog uzorka u subuzorke prema specijalnosti ispitanika.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 12.175 koja je bila statistički visoko značajna ( $p=0.002$ ).

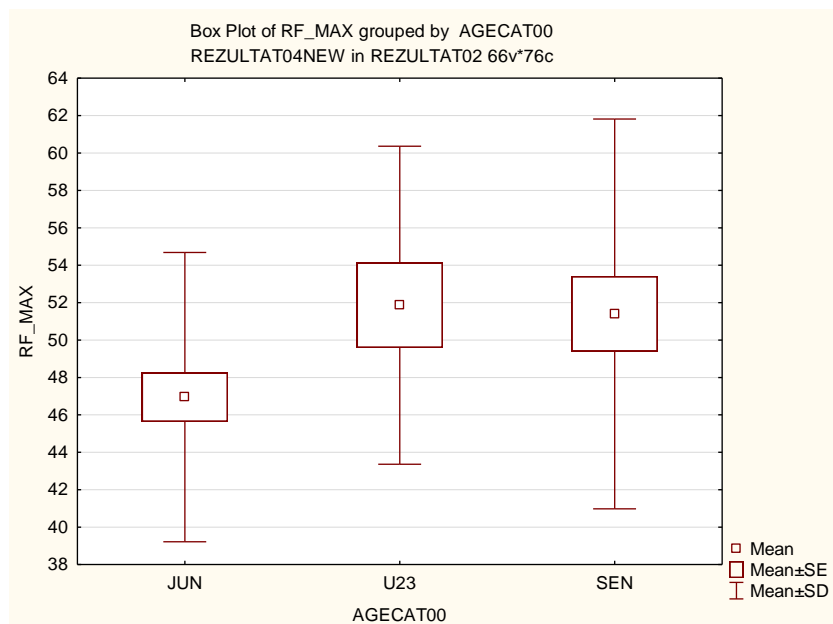
Varijabla: MAKSIMALNA FREKVENCIJE DISANJA (RF\_MAX)

U varijabli MAKSIMALNA FREKVENCIJE DISANJA (RF\_MAX) su u osnovnom uzorku istraživanja (Slika 62.) registrovane vrednosti u rasponu od 21 c/min do 74.3 ml/c, sa aritmetičkom sredinom i pripadajućom standardnom devijacijom od 49.437 ml/c +/- 9.091 ml/c . Interval pouzdanosti sa verovatnoćom od 95% u kojem se nalazi stvarna aritmetička sredina populacije se kretao od 47.359 ml/c do 51.514 ml/c.



Slika 62. Makimalna frekvencija disanja.

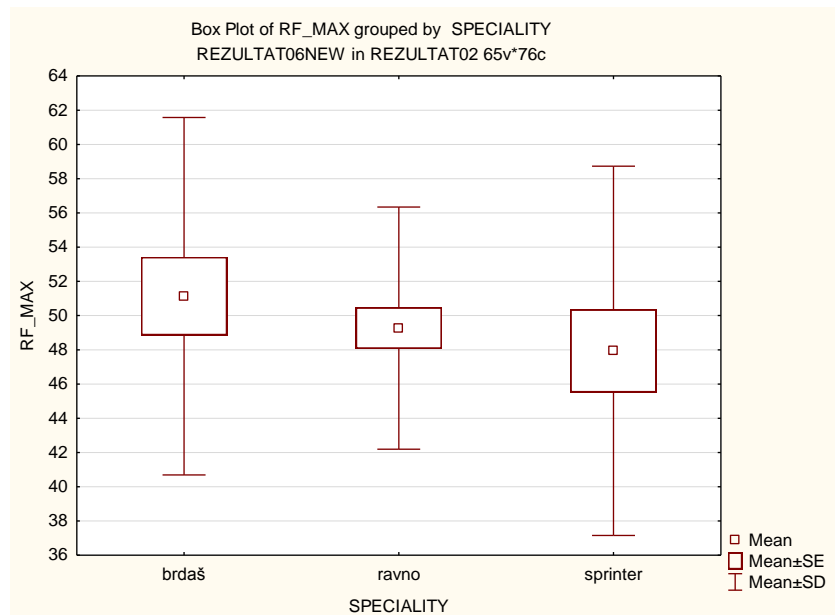
Prikaz Slike 63. Ukazuje na dobijene aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 46.951 ml/c +/- 7.736 ml/c, 51.864 ml/c +/- 8.501 ml/c i 51.4 ml/c +/- 10.419 ml/c za subuzorak juniora, seniora do 23 godine i seniora respektivno.



Slika 63. Maksimalna frekvencija disanja - podela osnovnog uzorka u subuzorke prema uzrastu ispitanika.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 3.527 koja nije bila statistički značajna ( $p=0.171$ ).

Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema specijalnosti ispitanika (Slika 64.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 51.138 ml/c  $\pm$  10.444 ml/c (CI95% 46.385-55.891), 47.94 ml/c  $\pm$  10.788 ml/c (CI95% 42.891-52.989) i 49.271 ml/c  $\pm$  7.073 ml/c (CI95% 46.842-51.701) za subuzorak vozača specijalista za vožnju u brdskim uslovima, sprintera i specijalista za vožnju u pretežno ravnim terenima, respektivno.



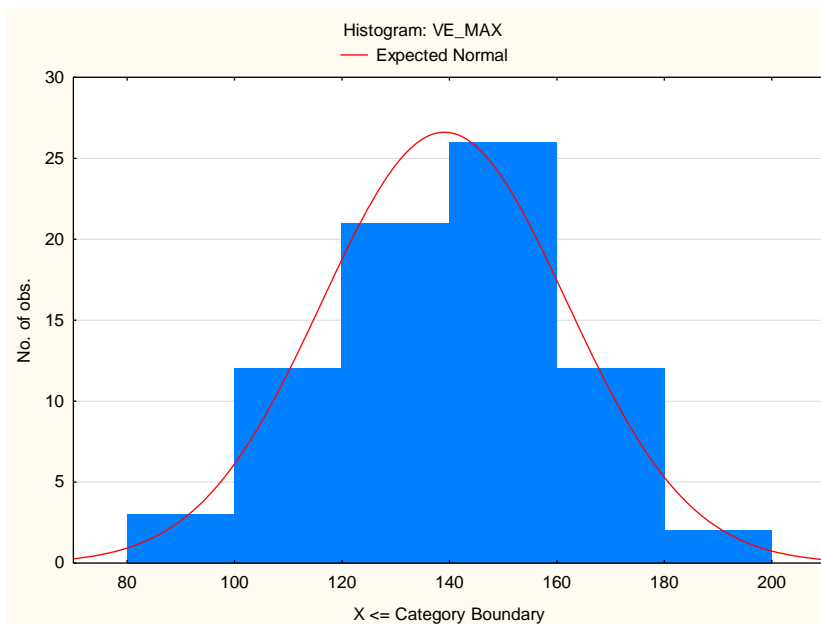
Slika 64. Maksimalna frekvencija disanja - podela osnovnog uzorka u subuzorke prema specijalnosti ispitanika.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 3.826 koja nije bila statistički značajna ( $p=0.147$ ).



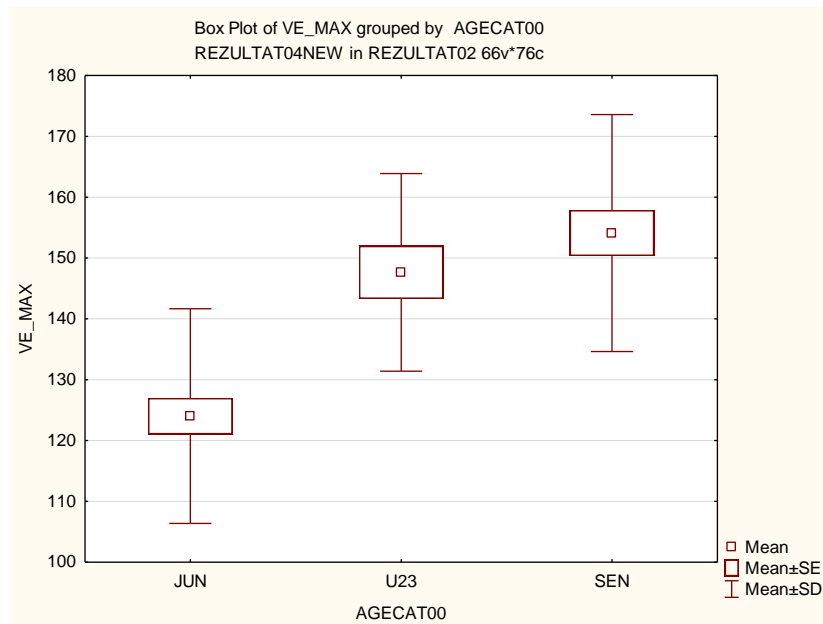
Varijabla: MAKSIMALNA VENTILACIJA ( $VE_{MAX}$ )

U varijabli MAKSIMALNA VENTILACIJA ( $VE_{MAX}$ ) su u osnovnom uzorku istraživanja (Slika 65.) registrovane vrednosti u rasponu od 89.1 l/min do 190.6 l/min, sa aritmetičkom sredinom i pripadajućom standardnom devijacijom od 139.061 l/min +/- 22.785 l/min. Interval pouzdanosti sa verovatnoćom od 95% u kojem se nalazi stvarna aritmetička sredina populacije se kretao od 133.854 l/min do 144.267 l/min.



Slika 65. Histogram- maksimalna ventilacija.

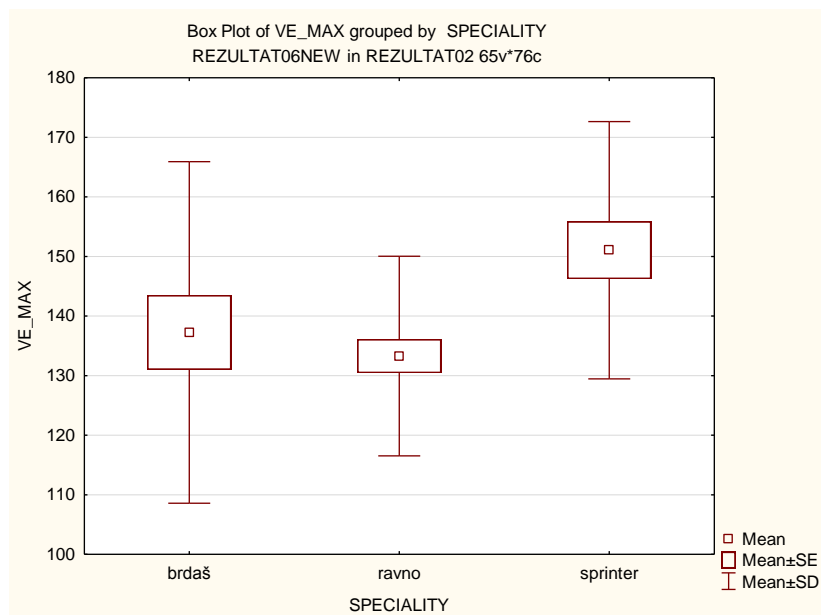
Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema uzrastu ispitanika (Slika 66.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 124.014 l/min +/- 17.639 l/min (CI95% 117.955-130.074), 147.65 l/min +/- 16.239 l/min (CI95% 138.274-157.026) i 154.111 l/min +/- 19.471 l/min (CI95% 146.408-161.814) za subuzorak juniora, seniora do 23 godine i seniora respektivno.



Slika 66. Maksimalna ventilacija - podela osnovnog uzorka u subuzorke prema uzrastu ispitanika.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 28.527 koja je bila statistički visoko značajna ( $p=0.000$ ).

Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema specijalnosti ispitanika (Slika 67.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 137.252 l/min +/- 28.661 l/min (CI95% 124.206-150.299), 151.055 l/min +/- 21.582 l/min (CI95% 140.954-161.156) i 133.291 l/min +/- 16.756 l/min (CI95% 127.535-139.048) za subuzorak vozača specijalista za vožnju u brdskim uslovima, sprintera i specijalista za vožnju u pretežno ravnim terenima, respektivno.

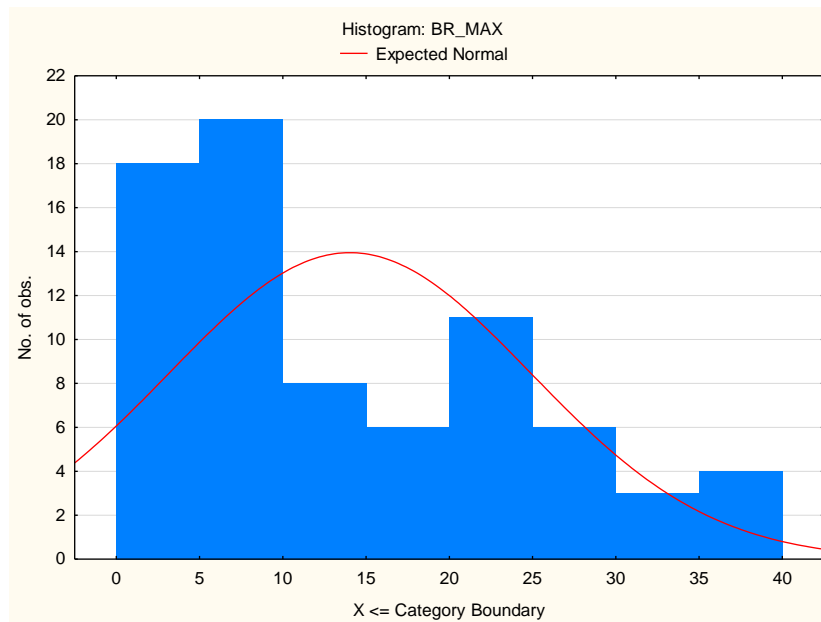


Slika 67. Maksimalna ventilacija - podela osnovnog uzorka u subuzorke prema specijalnosti ispitanika.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 7.748 koja je bila statistički značajna ( $p=0.020$ ).

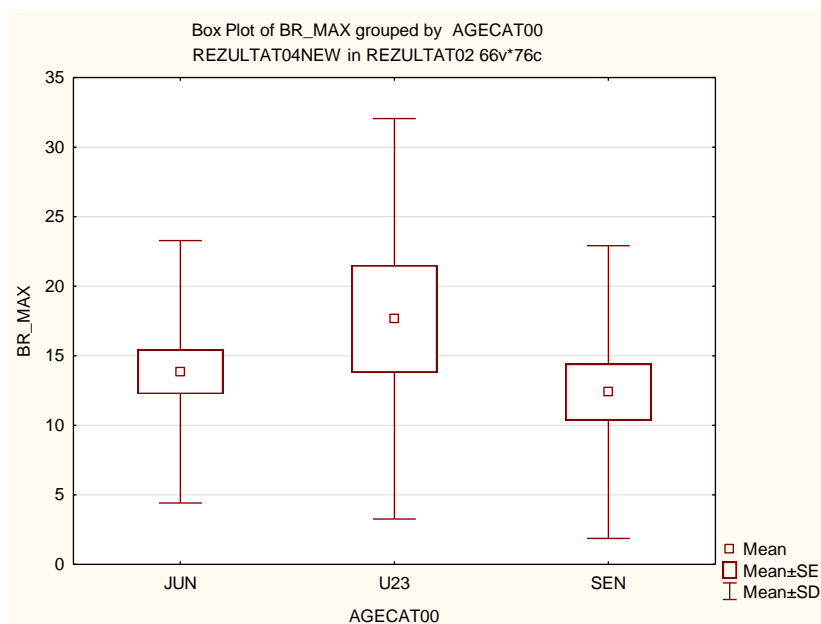
Varijabla: REZERVA DISANJA NA MAKSIMALNOM OPETREĆENJU (BR\_MAX)

U varijabli REZERVA DISANJA NA MAKSIMALNOM OPETREĆENJU (BR\_MAX) su u osnovnom uzorku istraživanja (Slika 68.) registrovane vrednosti u rasponu od 0.2 l/min do 38.5 l/min, sa aritmetičkom sredinom i pripadajućom standardnom devijacijom od 14.033 +/- 10.866 l/min. Interval pouzdanosti sa verovatnoćom od 95% u kojem se nalazi stvarna aritmetička sredina populacije se kretao od 11.55 do 16.516 l/min.



Slika 68. Rezerva disanja na maksimalnom opterećenju.

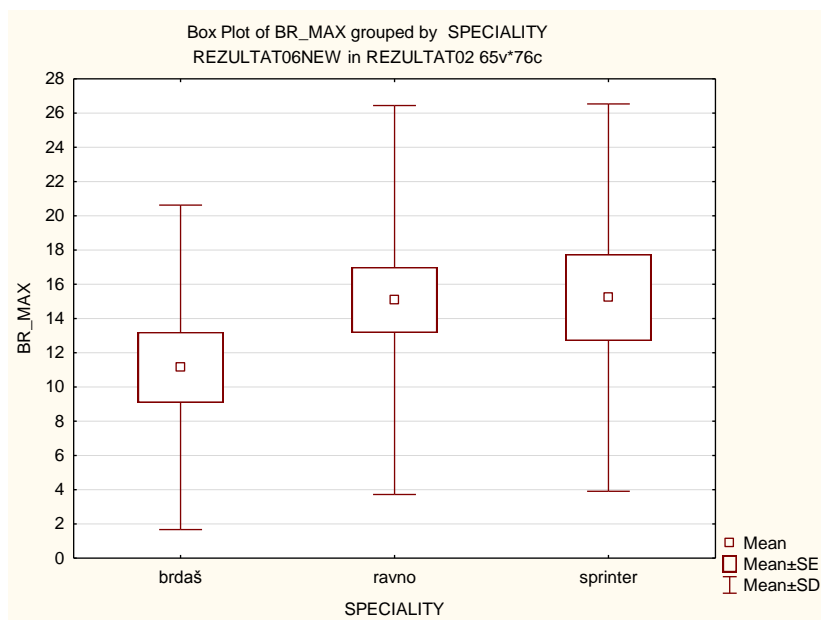
Prikaz Slike 69. ukazuje na dobijene aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 13.849 l/min +/- 9.433 l/min, 17.657 l/min +/- 14.398 l/min i 12.393 l/min +/- 10.520 l/min za subuzorak juniora, seniora do 23 godine i seniora respektivno.



Slika 69. Rezerva disanja na maksimalnom opterećenju - podela osnovnog uzorka u subuzorke prema uzrastu ispitanika.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 2.062 koja nije bila statistički značajna ( $p=0.356$ ).

Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema specijalnosti ispitanika (Slika 70.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 11.148 l/min +/- 9.476 l/min (CI95% 6.834-15.461), 15.225 l/min +/- 11.313 l/min (CI95% 9.93-20.52) i 15.083 l/min +/- 11.358 l/min (CI95% 11.181-18.985) za subuzorak vozača specijalista za vožnju u brdskim uslovima, sprintera i specijalista za vožnju u pretežno ravnim terenima, respektivno.

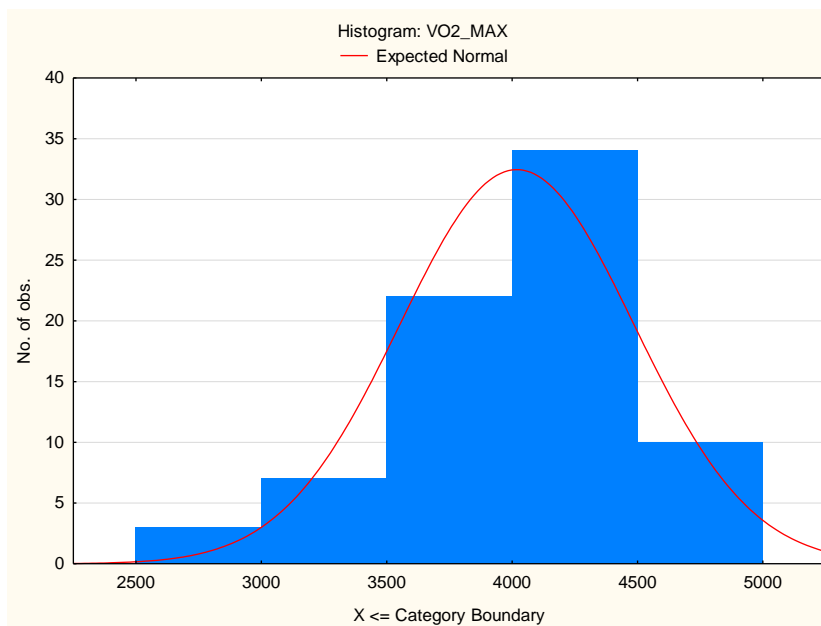


Slika 70. Rezerva disanja na maksimalnom opterećenju - podela osnovnog uzorka u subuzorke prema specijalnosti ispitanika.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 1.724 koja nije bila statistički značajna ( $p=0.422$ ).

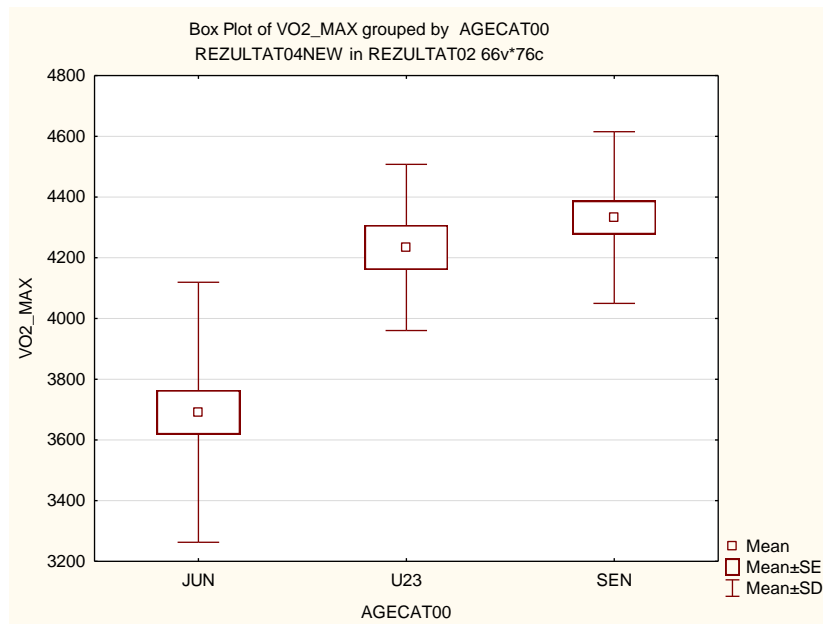
Varijabla: MAKSIMALNA POTROŠNJA KISEONIKA (VO<sub>2</sub>\_MAX)

U varijabli MAKSIMALNA POTROŠNJA KISEONIKA (VO<sub>2</sub>MAX) su u osnovnom uzorku istraživanja (Slika 71.) registrovane vrednosti u rasponu od 2823 ml/min do 4845 ml, sa aritmetičkom sredinom i pripadajućom standardnom devijacijom od 4019.066 ml/min +/- 467.055 ml/min. Interval pouzdanosti sa verovatnoćom od 95% u kojem se nalazi stvarna aritmetička sredina populacije se kretao od 3912.339 ml/min do 4125.793.



Slika 71. Maksimalna potrošnja kiseonika.

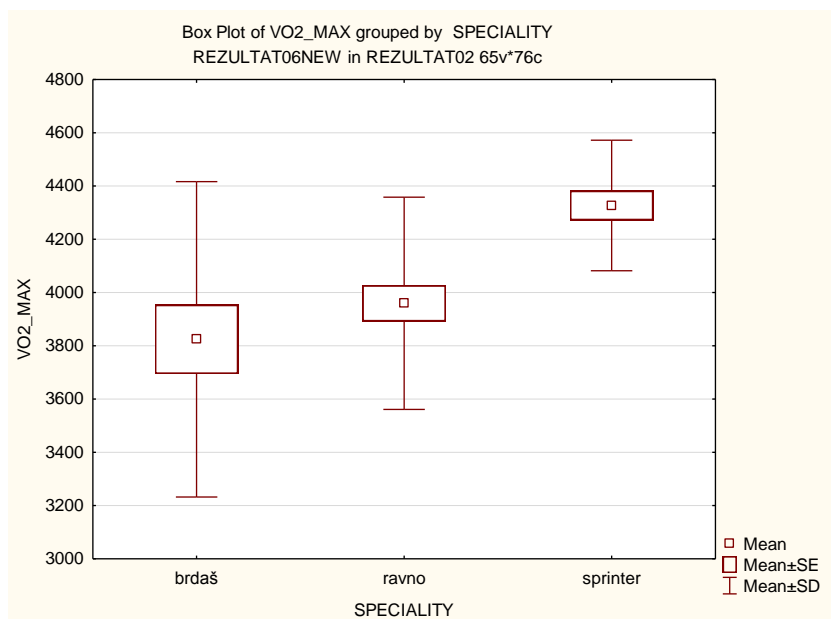
Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema uzrastu ispitanika (Slika 72.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 3691.143 ml/min +/- 428.436 ml/min (CI95% 3543.97-3838.316), 4234.071 ml/min +/- 273.86 ml/min (CI95% 4075.949-4392.193) i 4332.667 ml/min +/- 282.738 ml/min (CI95% 4220.819-4444.514) za subuzorak juniora, seniora do 23 godine i seniora respektivno.



Slika 72. Maksimalna potrošnja kiseonika - podela osnovnog uzorka u subuzorke prema uzrastu ispitanika.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 34.522 koja je bila statistički visoko značajna ( $p=0.000$ ).

Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema specijalnosti ispitanika (Slika 73.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 3824.619 ml/min +/- 592.070 ml/min (CI95% 3555.112-4094.126), 4327.15 ml/min +/- 244.966 ml/min (CI95% 4212.502-4441.798) i 3959.686 ml/min +/- 398.295 ml/min (CI95% 3822.866-4096.505) za subuzorak vozača specijalista za vožnju u brdskim uslovima, sprintera i specijalista za vožnju u pretežno ravnim terenima, respektivno.



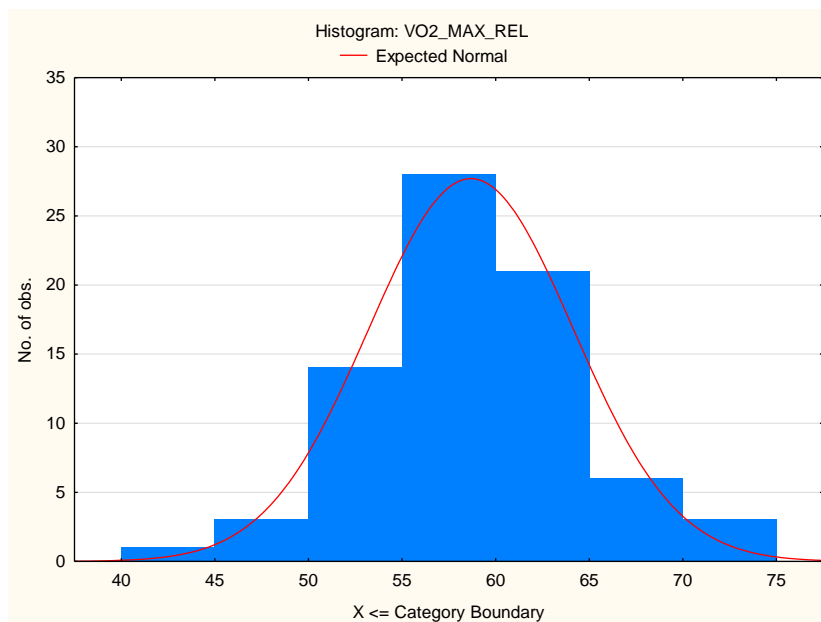
Slika 73. Maksimalna potrošnja kiseonika - podela osnovnog uzorka u subuzorke prema specijalnosti ispitanika.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 11.528 koja je bila statistički visoko značajna ( $p=0.003$ ).

Varijabla: RELATIVNA MAKSIMALNA POTROŠNJA KISEONIKA ( $VO_2\_MAX\_REL$ )

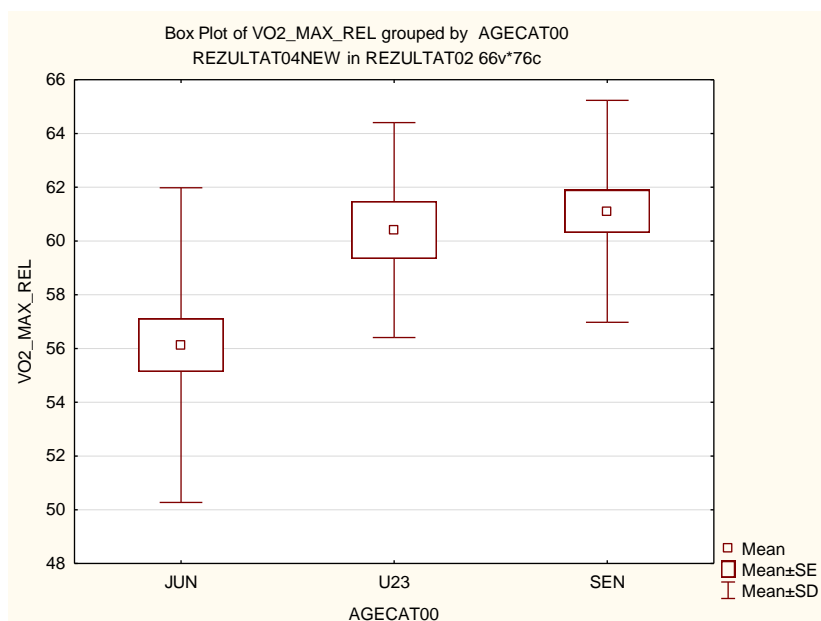
U varijabli RELATIVNA MAKSIMALNA POTROŠNJA KISEONIKA ( $VO_2\_MAX\_REL$ ) su u osnovnom uzorku istraživanja (Slika 74.) registrovane vrednosti u rasponu od 41.637 ml/kg/min do 71.541 ml/kg/min, sa aritmetičkom sredinom i pripadajućom standardnom devijacijom od 58.684 +/- 5.472. Interval pouzdanosti sa verovatnoćom od 95% u kojem se nalazi stvarna aritmetička sredina populacije se kretao od 57.434 ml/kg/min do 59.935 ml/kg/min.





Slika 74. Relativna potrošnja kiseonika na maksimalnom opterećenju.

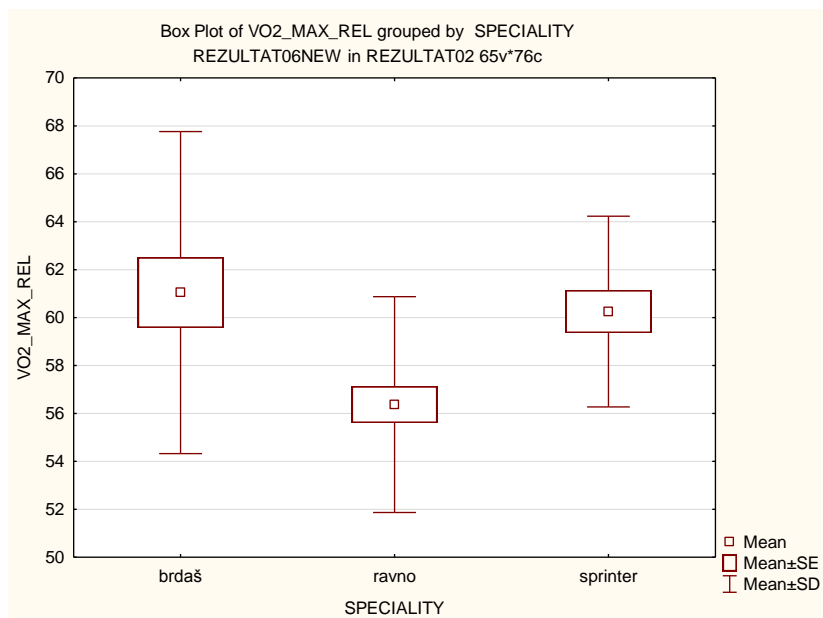
Prikaz Slike 75. ukazuje na dobijene aritmetičke sredine i standardne devijacije od 56.127 ml/kg/min +/- 5.856 ml/kg/min, 60.407 ml/kg/min +/- 3.999 ml/kg/min i 61.106 ml/kg/min +/- 4.129 ml/kg/min za juniore, seniore do 23 godine i seniora respektivno.



Slika 75. Relativna potrošnja kiseonika na maksimalnom opterećenju- podela osnovnog uzorka u subuzorku prema uzrastu ispitanika.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 18.068 koja je bila statistički visoko značajna ( $p=0.000$ ). U našem istraživanju je primetno da se vrednost relativne potrošnje kiseonika značajno razlikuje između juniora i seniora.

Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema specijalnosti ispitanika (Slika 76.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 61.043 ml/kg/min  $\pm$  6.719 ml/kg/min (CI95% 57.985-64.102), 60.253 ml/kg/min  $\pm$  3.977 ml/kg/min (CI95% 58.392-62.115) i 56.372 ml/kg/min  $\pm$  4.502 ml/kg/min (CI95% 54.825-57.918) za subuzorak vozača specijalista za vožnju u brdskim uslovima, sprintera i specijalista za vožnju u pretežno ravnim terenima, respektivno.

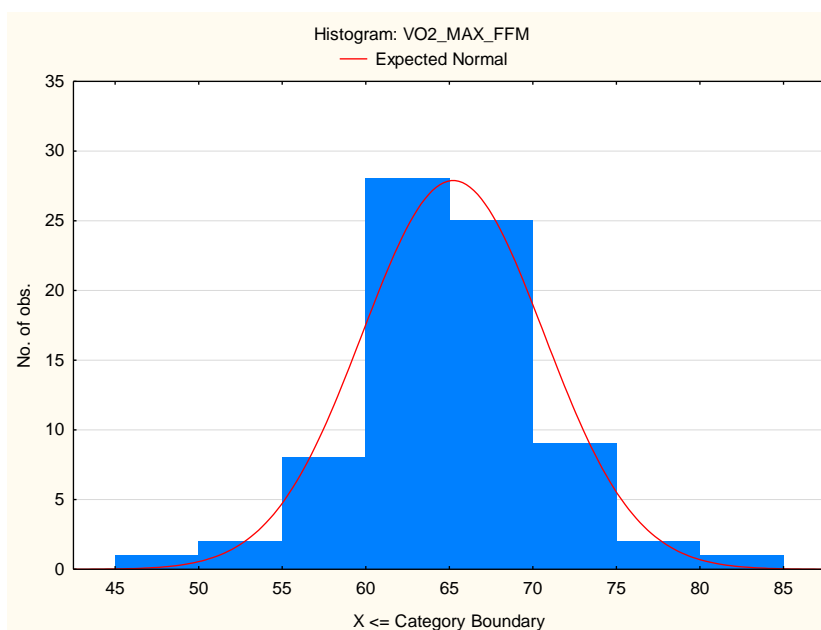


Slika 76. Relativna potrošnja kiseonika na maksimalnom opterećenju- podela osnovnog uzorka u subuzorke prema specijalnosti ispitanika.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 14.489 koja je bila statistički visoko značajna ( $p=0.000$ ).

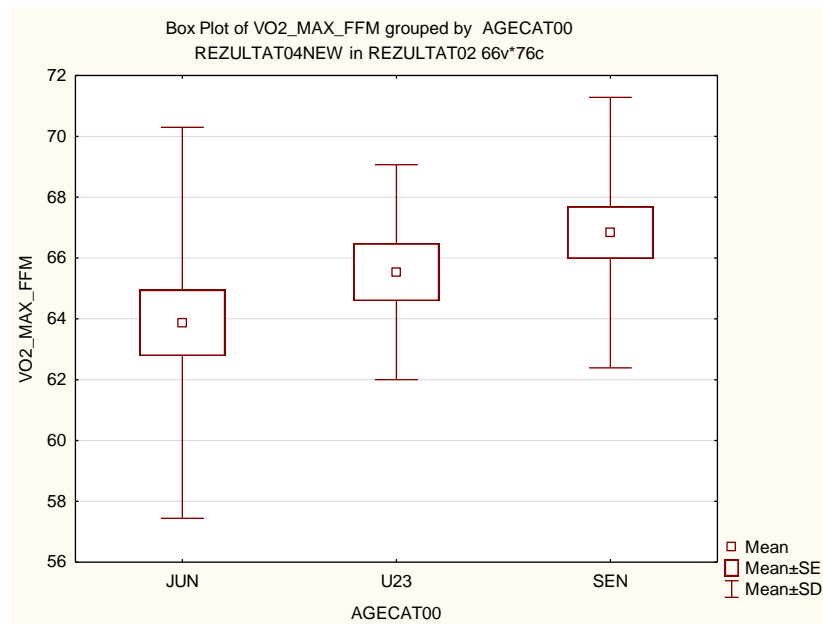
Varijabla: RELATIVNA MAKSIMALNA POTROŠNJA KISEONIKA PREMA MASI BEZMASNE KOMPONENTE TELA (VO<sub>2</sub>\_MAX\_FFM)

U varijabli RELATIVNA MAKSIMALNA POTROŠNJA KISEONIKA PREMA MASI BEZMASNE KOMPONENTE TELA (VO<sub>2</sub>\_MAX\_FFM) su u osnovnom uzorku istraživanja (Slika 77.) registrovane vrednosti u rasponu od 47.914 ml/kg/min do 80.277 ml/kg/min, sa aritmetičkom sredinom i pripadajućom standardnom devijacijom od 65.231 ml/kg/min +/-5.435 ml/kg/min. Interval pouzdanosti sa verovatnoćom od 95% u kojem se nalazi stvarna aritmetička sredina populacije se kretao od 63.989 ml/kg/min do 66.473 ml/kg/min.



Slika 77. Relativna maksimalna potrošnja kiseonika prema masi bezmasne komponente tela.

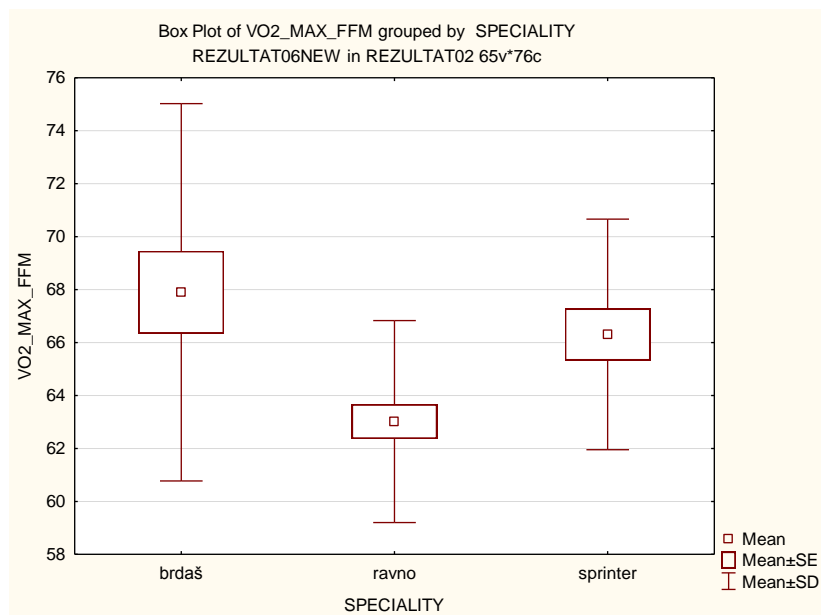
Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema uzrastu ispitanika (Slika 78.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 63.87 ml/kg/min +/- 6.42 ml/kg/min 5 (CI95% 61.663-66.077), 65.535 ml/kg/min +/- 3.532 ml/kg/min (CI95% 63.495-67.575) i 66.837 ml/kg/min +/- 4.445 ml/kg/min (CI95% 65.079-68.596) za subuzorak juniora, seniora do 23 godine i seniora respektivno.



Slika 78. Relativna maksimalna potrošnja kiseonika prema masi bezmasne komponente tela-podela osnovnog uzorka u subuzorke prema uzrastu ispitanika.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 5.438 koja nije bila statistički značajna ( $p=0.065$ ).

Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema specijalnosti ispitanika (Slika 79.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 67.901 ml/kg/min +/- 7.126 ml/kg/min (CI95% 64.656-71.145), 66.306 ml/kg/min +/- 4.354 ml/kg/min (CI95% 64.268-68.343) i 63.015 ml/kg/min +/- 3.815 ml/kg/min (CI95% 61.705-64.326) za subuzorak vozača specijalista za vožnju u brdskim uslovima, sprintera i specijalista za vožnju u pretežno ravnim terenima, respektivno.

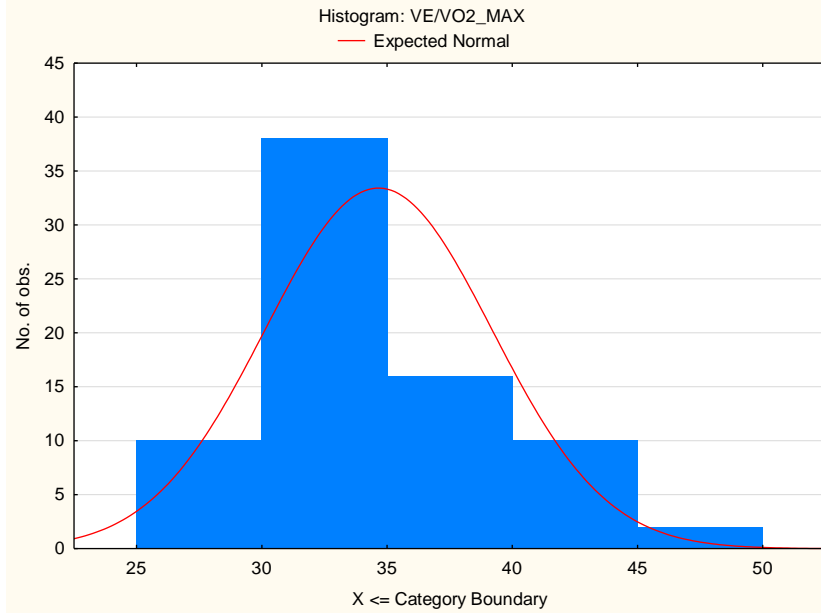


Slika 79. Relativna maksimalna potrošnja kiseonika prema masi bezmasne komponente tela-podela osnovnog uzorka u subuzorke prema uzrastu ispitanika.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 13.604 koja je bila statistički visoko značajna ( $p=0.001$ ).

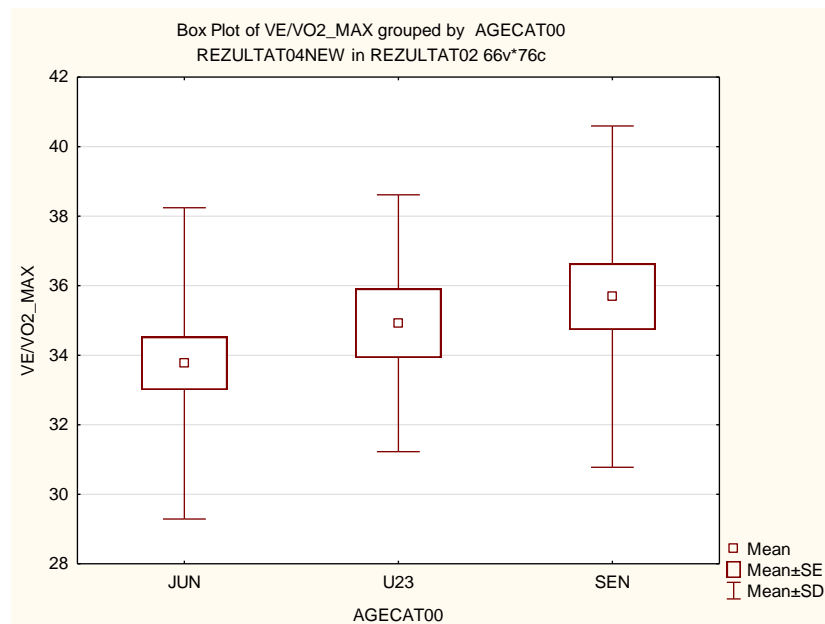
Varijabla: VENTILATORNI EKVIVALENT ZA KISEONIK PRI MAKSIMALNOM OPTEREĆENJU ( $VE/VO_2MAX$ )

U varijabli VENTILATORNI EKVIVALENT ZA KISEONIK PRI MAKSIMALNOM OPTEREĆENJU ( $VE/VO_2MAX$ ) su u osnovnom uzorku istraživanja (Slika 80.) registrovane vrednosti u rasponu od 25.612 do 46.883, sa aritmetičkom sredinom i pripadajućom standardnom devijacijom od  $34.662 \pm 4.535$ . Interval pouzdanosti sa verovatnoćom od 95% u kojem se nalazi stvarna aritmetička sredina populacije se kretao od 33.625 do 35.698.



Slika 80. Ventilatorni ekvivalent za kiseonik pri maksimalnom opterećenju.

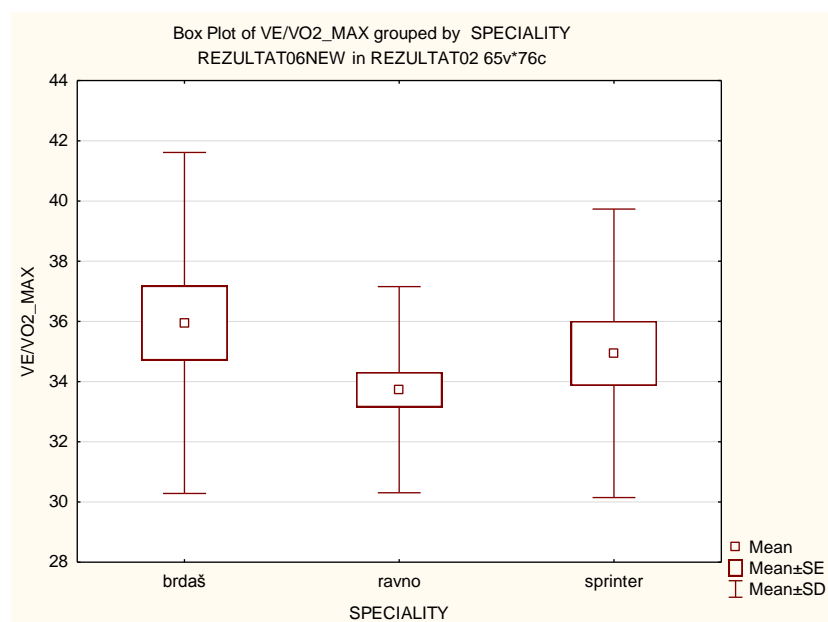
Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subzorce prema uzrastu ispitanika (Slika 81.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 33.767 +/- 4.476 (CI95% 32.23-35.305), 34.922 +/- 3.694 (CI95% 32.788-37.055) i 35.686 +/- 4.910 (CI95% 33.744-37.629) za subzorač juniora, seniora do 23 godine i seniora respektivno.



Slika 81. Ventilatorni ekvivalent za kiseonik pri maksimalnom opterećenju prema uzrastu.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 3.426 koja nije bila statistički značajna ( $p=0.180$ ).

Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema specijalnosti ispitanika (Slika 82.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 35.948 +/- 5.663 (CI95% 33.37-38.525), 34.938 +/- 4.792 (CI95% 32.695-37.181) i 33.732 +/- 3.423 (CI95% 32.556-34.908) za subuzorak vozača specijalista za vožnju u brdskim uslovima, sprintera i specijalista za vožnju u pretežno ravnim terenima, respektivno.

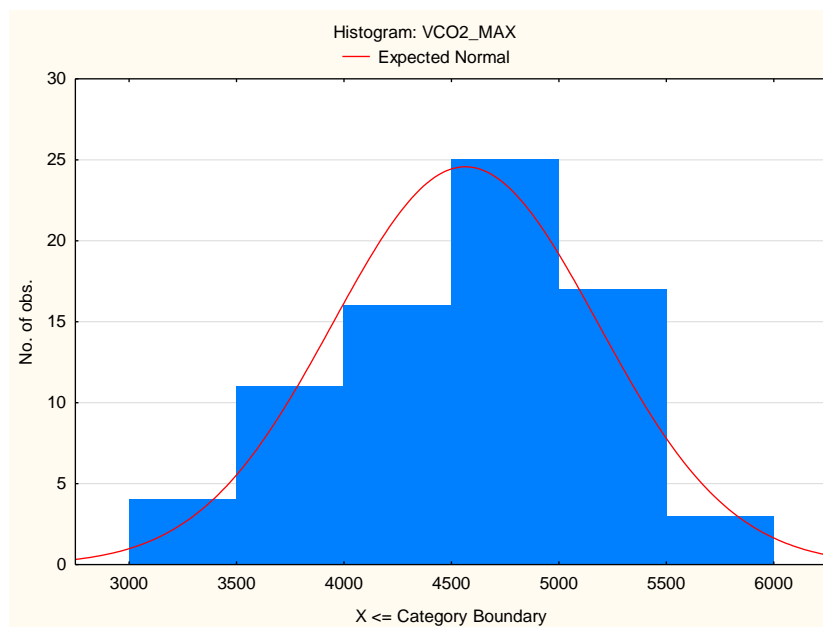


Slika 82. Ventilatorni ekvivalent za kiseonik pri maksimalnom opterećenju prema specijalnosti.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 4.052 koja nije bila statistički značajna ( $p=0.131$ ).

Varijabla: ELIMINACIJA UGLJEN-DIOKSIDA PRI MAKSIMALNOM OPTEREĆENJU (VCO<sub>2</sub>\_MAX)

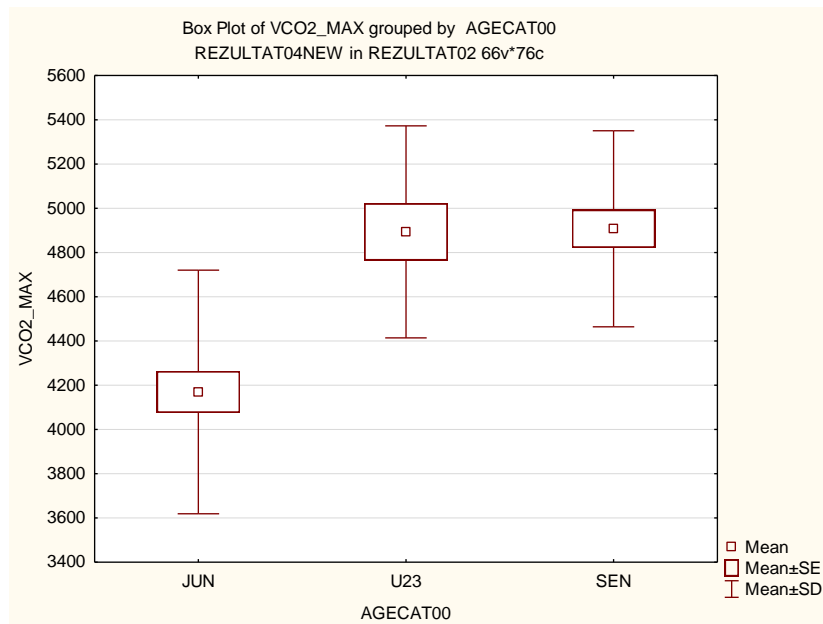
U varijabli ELIMINACIJA UGLJEN-DIOKSIDA PRI MAKSIMALNOM OPTEREĆENJU (VCO<sub>2</sub>\_MAX) su u osnovnom uzorku istraživanja (Slika 83.) registrovane vrednosti u rasponu od 3088 ml/min do 5664 ml/min, sa aritmetičkom sredinom i pripadajućom standardnom devijacijom od 4564.987 ml/min +/- 616.923 ml/min. Interval pouzdanosti sa verovatnoćom od 95% u kojem se nalazi stvarna aritmetička sredina populacije se kretao od 4424.014 ml/min do 4705.96 ml/min.



Slika 83. Eliminacija ugljen-dioksida pri maksimalnom opterećenju.

Nakon podela osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema uzrastu ispitanika (Slika 84.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 4169.571 ml/min +/- 550.627 ml/min (CI95% 3980.424-4358.719), 4893.286 ml/min +/- 479.432 ml/min (CI95% 4616.47-5170.102) i 4907.333 ml/min +/- 442.988 ml/min (CI95% 4732.093-5082.574) za subuzorak juniora, seniora do 23 godine i seniora respektivno.

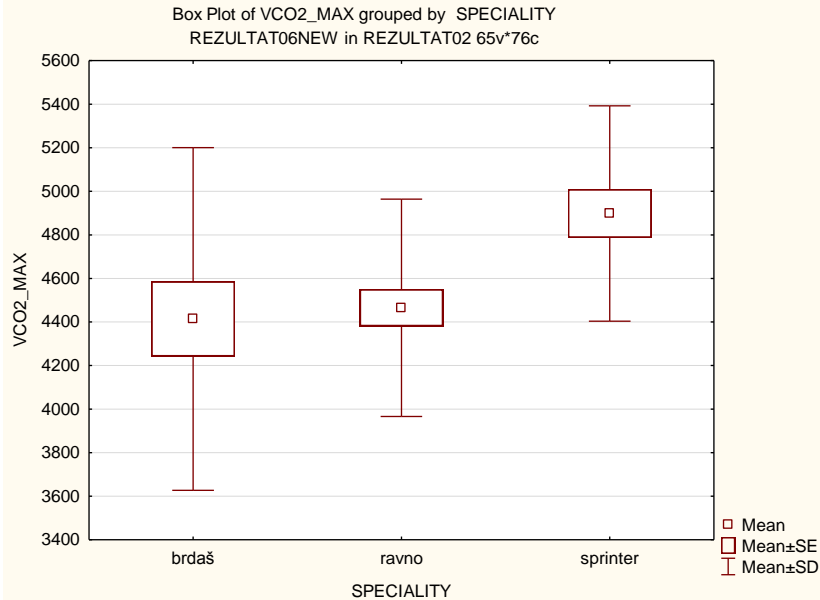




Slika 84. Eliminacija ugljen-dioksida pri maksimalnom opterećenju prema uzrastu.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 26.883 koja je bila statistički visoko značajna ( $p=0.000$ ).

Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema specijalnosti ispitanika (Slika 85.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 4413.857 ml/min +/- 786.833 ml/min (CI95% 4055.695-4772.02), 4898.1 ml/min +/- 494.485 ml/min (CI95% 4666.674-5129.526) i 4465.314 ml/min +/- 499.115 ml/min (CI95% 4293.862-4636.767) za subuzorak vozača specijalista za vožnju u brdskim uslovima, sprintera i specijalista za vožnju u pretežno ravnim terenima, respektivno.

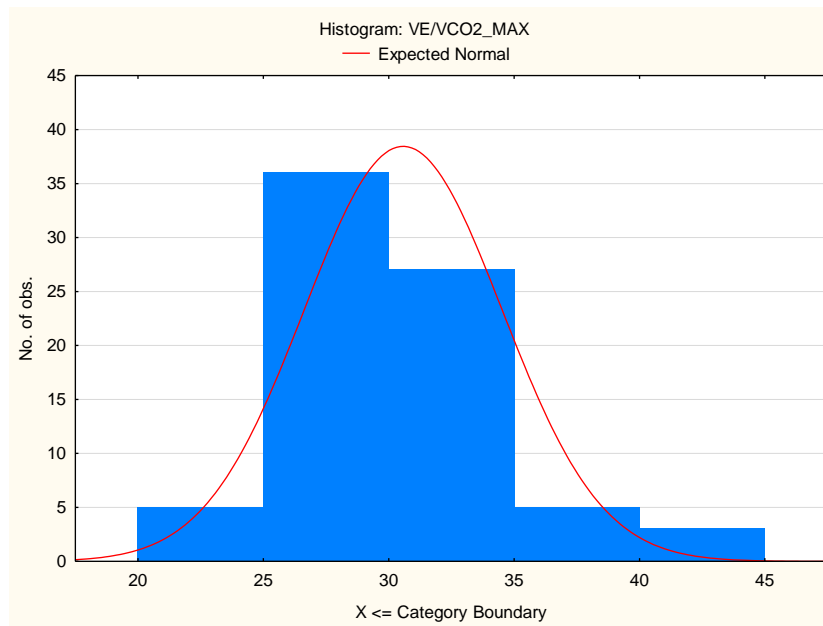


Slika 85. Eliminacija ugljen-dioksida pri maksimalnom opterećenju prema specijalnosti.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 6.468 koja je bila statistički značajna ( $p=0.039$ ).

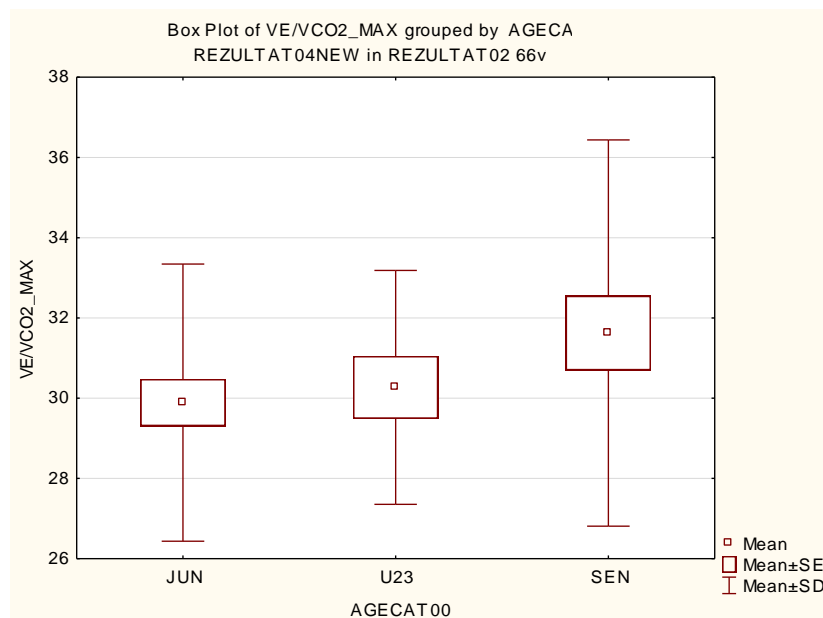
Varijabla: VENTILATORNI EKVIVALENT ZA UGLJEN-DIOKSID PRI MAKSIMALNOM OPTEREĆENJU ( $VE/VCO_2\_MAX$ )

U varijabli VENTILATORNI EKVIVALENT ZA UGLJEN DIOKSID PRI MAKSIMALNOM OPTEREĆENJU ( $VE/VCO_2\_MAX$ ) su u osnovnom uzorku istraživanja (Slika 86.) registrovane vrednosti u rasponu od 22.828 do 43.142, sa aritmetičkom sredinom i pripadajućom standardnom devijacijom od  $30.576 \pm 3.942$ . Interval pouzdanosti sa verovatnoćom od 95% u kojem se nalazi stvarna aritmetička sredina populacije se kretao od 29.675 do 31.476.



Slika 86. Ventilatorni ekvivalent za ugljen-dioksid pri maksimalnom opterećenju

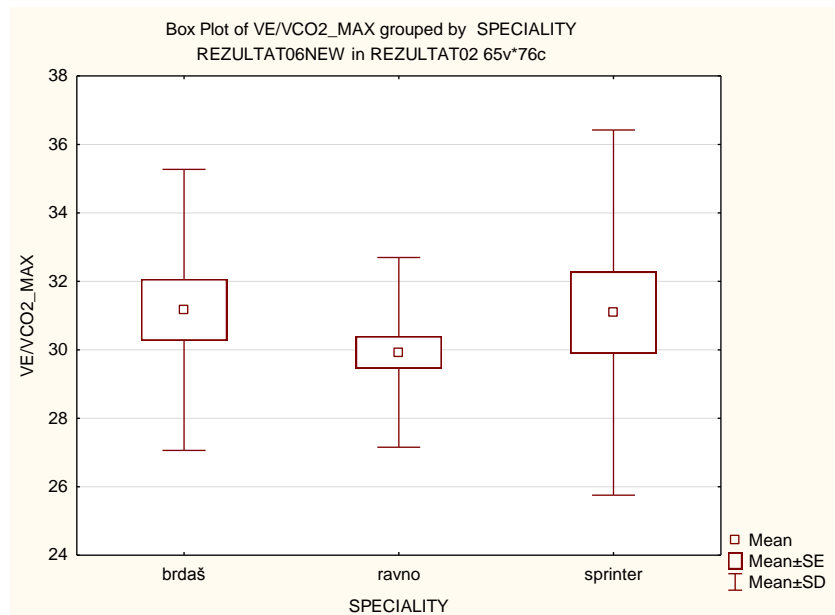
Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subzorku prema uzrastu ispitanika (Slika 87.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 29.89 +/- 3.453 (CI95% 28.704-31.076), 30.268 +/- 2.915 (CI95% 28.585-31.952) i 31.624 +/- 4.814 (CI95% 29.719-33.528) za subzorač juniora, seniora do 23 godine i seniora respektivno.



Slika 87. Ventilatorni ekvivalent za ugljen-dioksid na maximalnom opterećenju prema uzrastu.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 2.359 koja nije bila statistički značajna ( $p=0.307$ ).

Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema specijalnosti ispitanika (Slika 88.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 31.168 +/- 4.104 (CI95% 29.3-33.036), 31.089 +/- 5.334 (CI95% 28.592-33.585) i 29.927 +/- 2.7713 (CI95% 28.975-30.879) za subuzorak vozača specijalista za vožnju u brdskim uslovima, sprintera i specijalista za vožnju u pretežno ravnim terenima, respektivno.

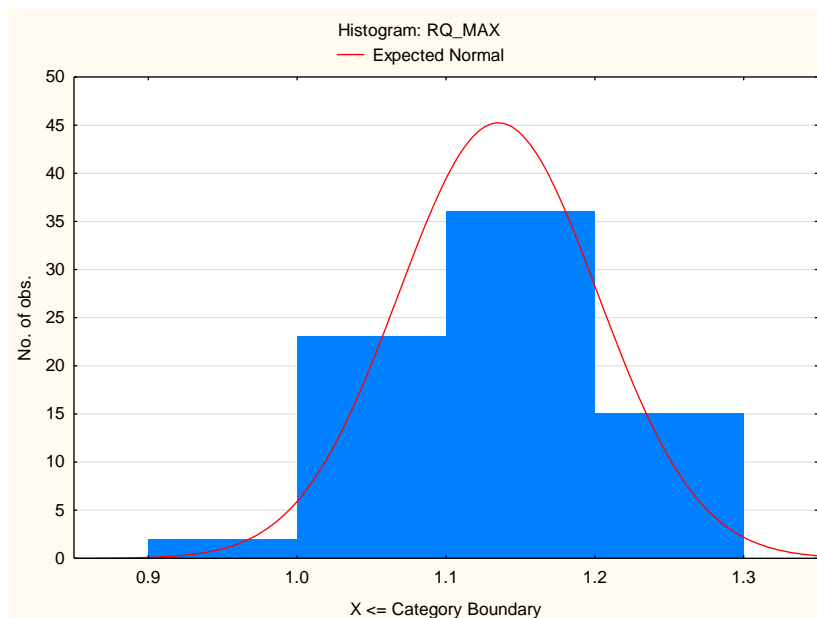


Slika 88. Ventilatorni ekvivalent za ugljen-dioksid na maksimalnom opterećenju prema specijalnosti.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 1.343 koja nije bila statistički značajna ( $p=0.510$ ).

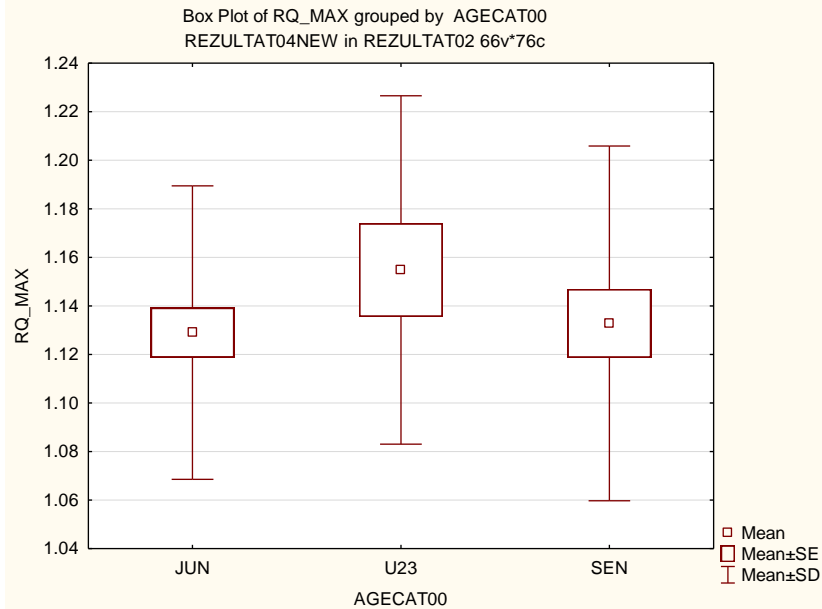
Varijabla: RESPIRATORNI KOEFICIJENT PRI MAKSIMALNOM OPTEREĆENJU (RQ\_MAX)

U varijabli RESPIRATORNI KOEFICIJENT PRI MAKSIMALNOM OPTEREĆENJU (RQ\_MAX) su u osnovnom uzorku istraživanja (Slika 89.) registrovane vrednosti u rasponu od 0.983 do 1.285, sa aritmetičkom sredinom i pripadajućom standardnom devijacijom od 1.135 +/- 0.067. Interval pouzdanosti sa verovatnoćom od 95% u kojem se nalazi stvarna aritmetička sredina populacije se kretao od 1.12 do 1.15.



Slika 89. Respiratorni koeficijent pri maksimalnom opterećenju.

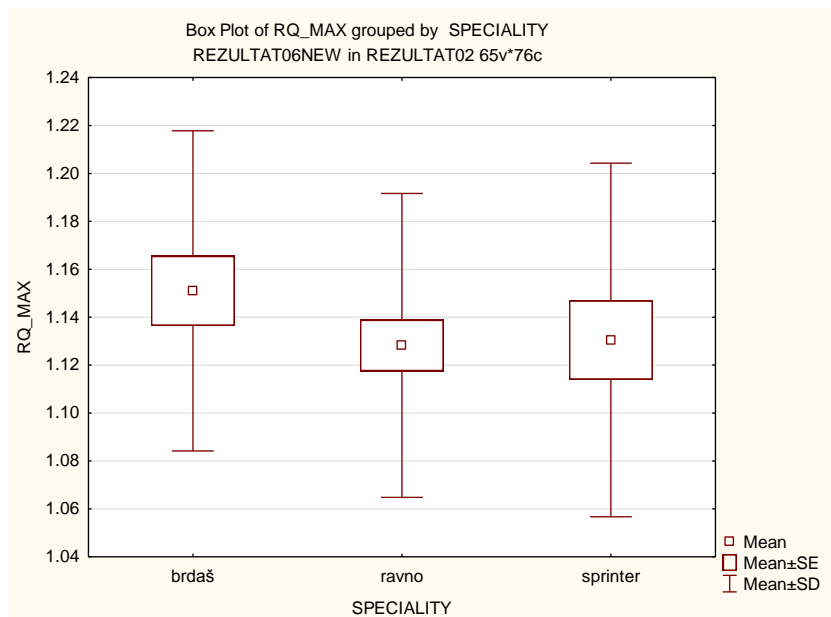
Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema uzrastu ispitanika (Slika 90.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 1.129 +/- 0.060 (CI95% 1.108-1.15), 1.155 +/- 0.071 (CI95% 1.113-1.196) i 1.133 +/- 0.073 (CI95% 1.104-1.162) za subuzorak juniora, seniora do 23 godine i seniora respektivno.



Slika 90. Respiratorni koeficijent pri maksimalnom opterećenju na maximalnom opterećenju prema uzrastu.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 1.935 koja nije bila statistički značajna ( $p=0.379$ ).

Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema specijalnosti ispitanika (Slika 91.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 1.151 +/- 0.066 (CI95% 1.121-1.181), 1.13 +/- 0.073 (CI95% 1.096-1.165) i 1.128 +/- 0.063 (CI95% 1.106-1.15) za subuzorak vozača specijalista za vožnju u brdskim uslovima, sprintera i specijalista za vožnju u pretežno ravnim terenima, respektivno.



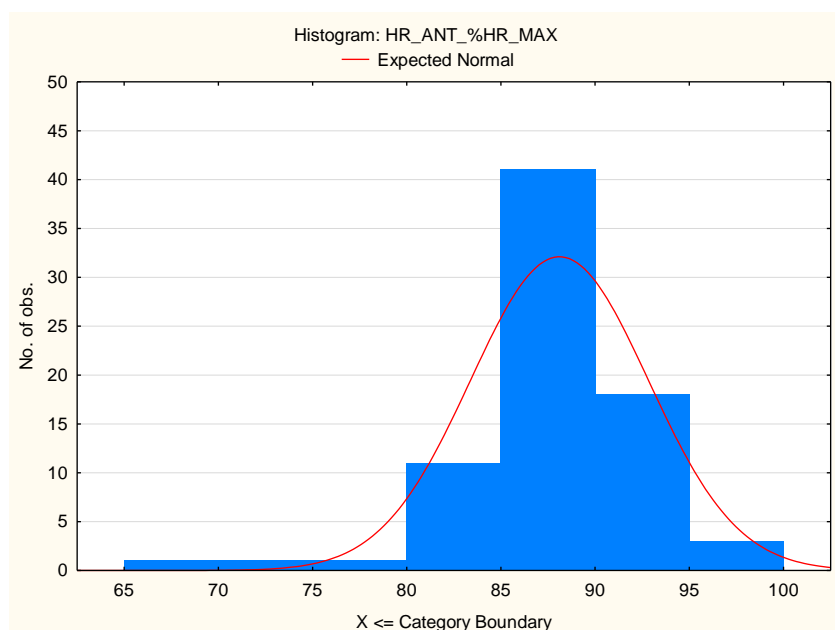
Slika 91. Respiratorni koeficijent pri maksimalnom opterećenju na maximalnom opterećenju prema specijalnosti.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 1.176 koja nije bila statistički značajna ( $p=0.555$ ).

### 10.3. REZULTATI KARDIORESPIRATORNIH VARIJABLI DESKRIPTIVNE STATISTIČKE ANALIZE U ODNOSU NA UZRAST I SPECIJALNOST NA VENTILATORNOM ANAEROBNOM PRAGU

Varijabla: ODNOS FREKVENCije PULSA NA ANAEROBNOM VENTILATORNOM PRAGU I MAKSIMALNE FREKVENCije ( $HR_{ANT}$  OD  $\%HR_{MAX}$ )

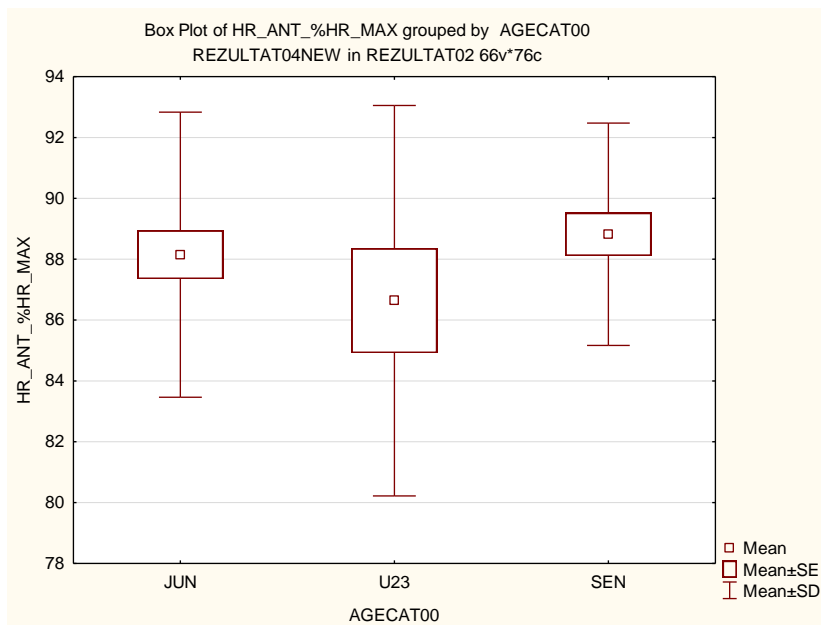
U varijabli ODNOS FREKVENCije PULSA NA ANAEROBNOM VENTILATORNOM PRAGU I MAKSIMALNE FREKVENCije ( $HR_{ANT}$   $\%HR_{MAX}$ ) su u osnovnom uzorku istraživanja (Slika 92.) registrovane vrednosti u rasponu od 67.742% do 97.674%, sa aritmetičkom sredinom i pripadajućom standardnom devijacijom od 88.108% +/- 4.721%. Interval pouzdanosti sa verovatnoćom od 95% u kojem se nalazi stvarna aritmetička sredina populacije se kretao od 87.029% do 89.187%.



Slika 92. Odnos frekvencije pulsa na anaerobnom ventilatornom pragu i maksimalne frekvencije.



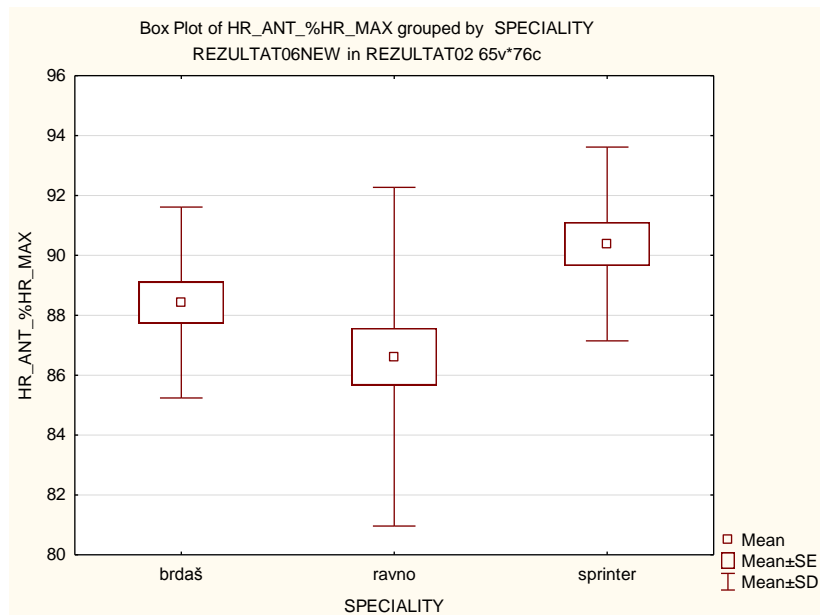
Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema uzrastu ispitanika (Slika 93.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 88.148% +/- 4.683% (CI95% 86.539-89.757), 86.637% +/- 6.417% (CI95% 82.932-90.342) i 88.819% +/- 3.653% (CI95% 87.373-90.264) za subuzorak juniora, seniora do 23 godine i seniora respektivno.



Slika 93. Odnos frekvencije pulsa na anaerobnom ventilatornom pragu i maksimalne frekvencije prema uzrastu.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 0.594 koja nije bila statistički značajna ( $p=0.742$ ).

Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema specijalnosti ispitanika (Slika 94.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 88.427% +/- 3.188% (CI95% 86.976-89.878), 90.382% +/- 3.233% (CI95% 88.869-91.895) i 86.617% +/- 5.654% (CI95% 84.675-88.56) za subuzorak vozača specijalista za vožnju u brdskim uslovima, sprintera i specijalista za vožnju u pretežno ravnim terenima, respektivno.

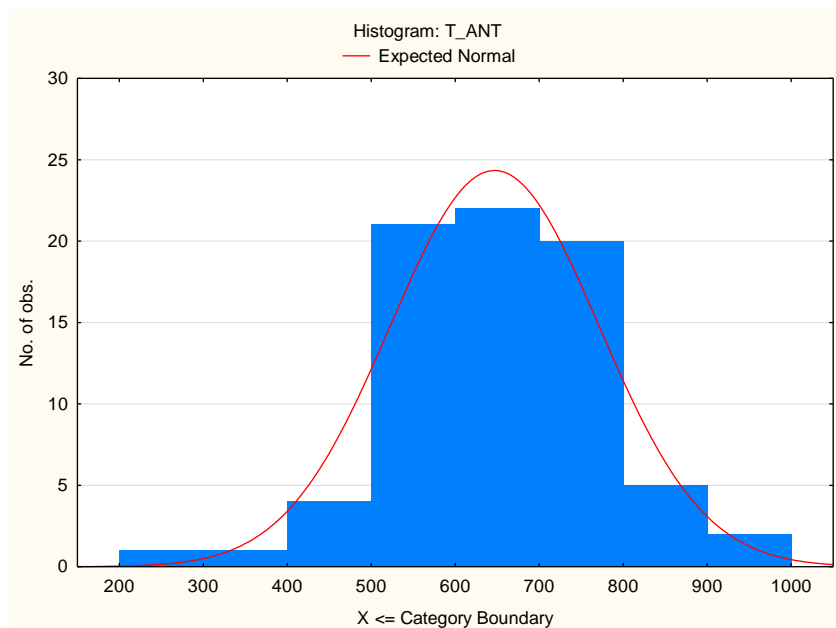


Slika 94. Odnos frekvencije pulsa na anaerobnom ventilatornom pragu i maksimalne frekvencije prema specijalnosti.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 6.552 koja je bila statistički značajna ( $p=0.037$ ).

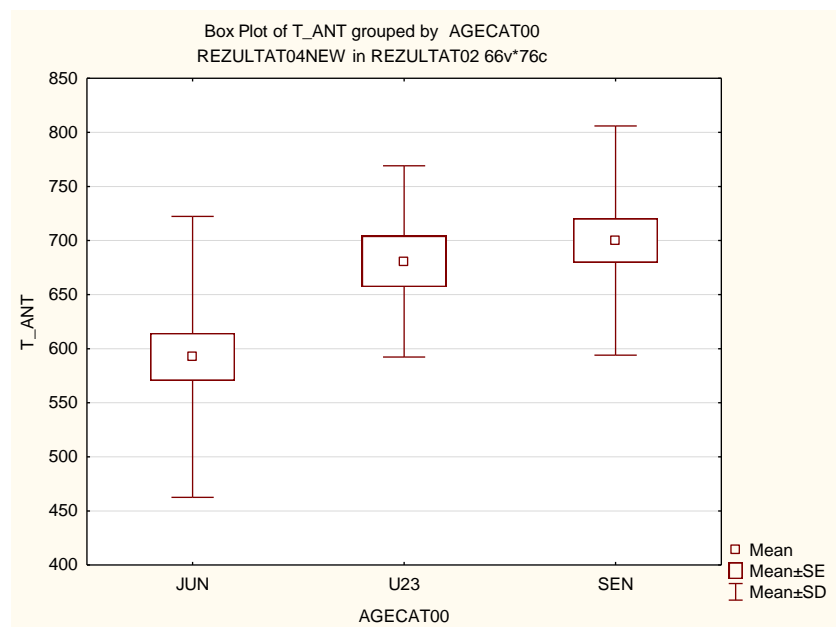
Varijabla: VREME DO POSTIZANJA VENTILATORNOG ANAEROBNOG PRAGA ( $T_{ANT}$ )

U varijabli VREME DO POSTIZANJA VENTILATORNOG ANAEROBNOG PRAGA ( $T_{ANT}$ ) su u osnovnom uzorku istraživanja (Slika 95.) registrovane vrednosti u rasponu od 270 s do 940 s, sa aritmetičkom sredinom i pripadajućom standardnom devijacijom od 646.908 s +/- 124.54 s. Interval pouzdanosti sa verovatnoćom od 95% u kojem se nalazi stvarna aritmetička sredina populacije se kretao od 618.448 s do 675.368 s.



Slika 95. Vreme do postizanja ventilatornog anaerobnog praga.

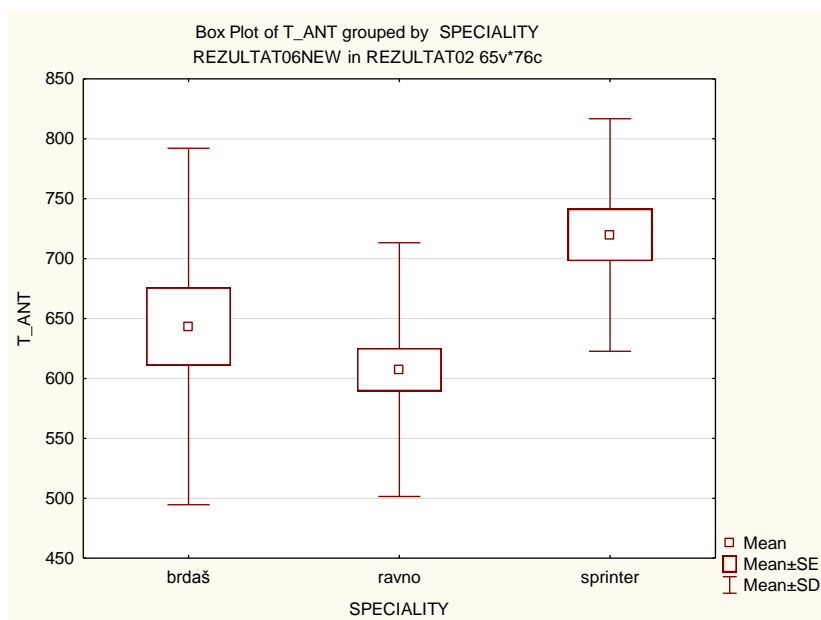
Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema uzrastu ispitanika (Slika 96.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 592.429 s +/- 129.900 s, 680.714 s +/- 88.445 s i 700 s +/- 105.966 s za subuzorak juniora, seniora do 23 godine i seniora respektivno.



Slika 96. Vreme do postizanja ventilatornog anaerobnog praga prema uzrastu.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 12.889 koja je bila statistički visoko značajna ( $p=0.001$ ).

Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema specijalnosti ispitanika (Slika 97.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 643.333 s +/- 148.772 s (CI95% 575.613-711.054), 719.75 +/- 96.987 s (CI95% 674.359-765.141) i 607.429 s +/- 105.860 s (CI95% 571.064-643.793) za subuzorak vozača specijalista za vožnju u brdskim uslovima, sprintera i specijalista za vožnju u pretežno ravnim terenima, respektivno.

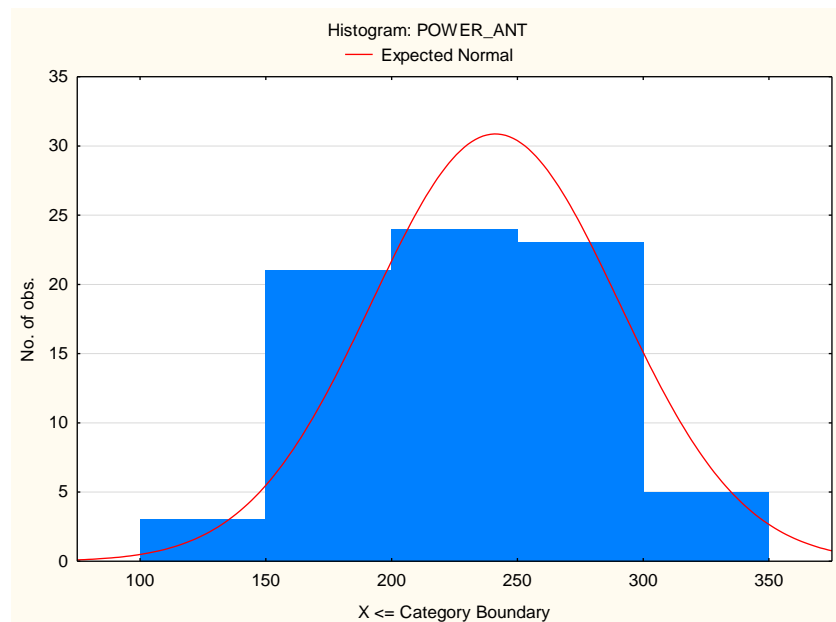


Slika 97. Vreme do postizanja ventilatornog anaerobnog praga prema specijalnosti.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 11.601 koja je bila statistički visoko značajna ( $p=0.003$ ).

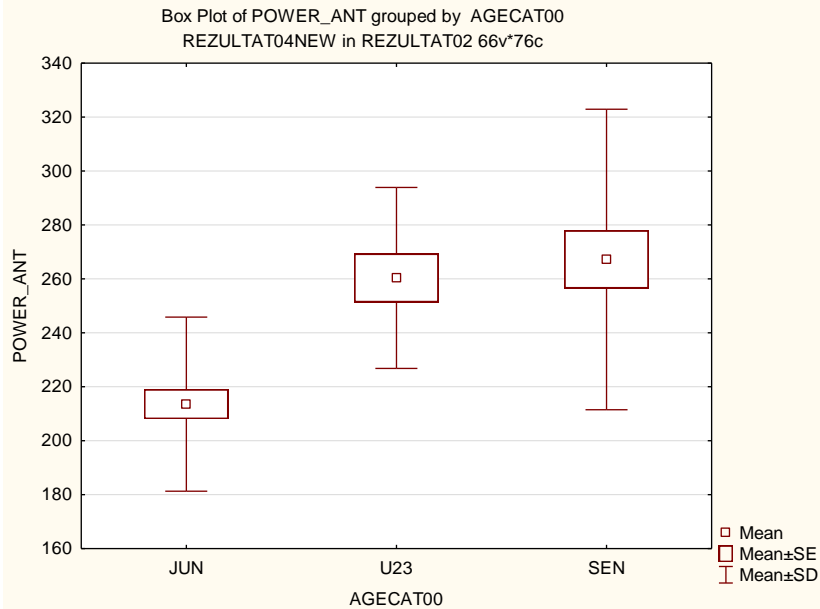
Varijabla: DOSTIGNUTA SNAGA NA VENTILATORNOM ANAEROBNOM PRAGU (POWER\_ANT)

U varijabli DOSTIGNUTA SNAGA NA VENTILATORNOM ANAEROBNOM PRAGU (POWER\_ANT) su u osnovnom uzorku istraživanja (Slika 98.) registrovane vrednosti u rasponu od 125 W do 350 W, sa aritmetičkom sredinom i pripadajućom standardnom devijacijom od 241.25 W +/- 49.106 W. Interval pouzdanosti sa verovatnoćom od 95% u kojem se nalazi stvarna aritmetička sredina populacije se kretao od 230.029 W do 252.471 W.



Slika 98. Dostignuta snaga na ventilatornom anaerobnom pragu.

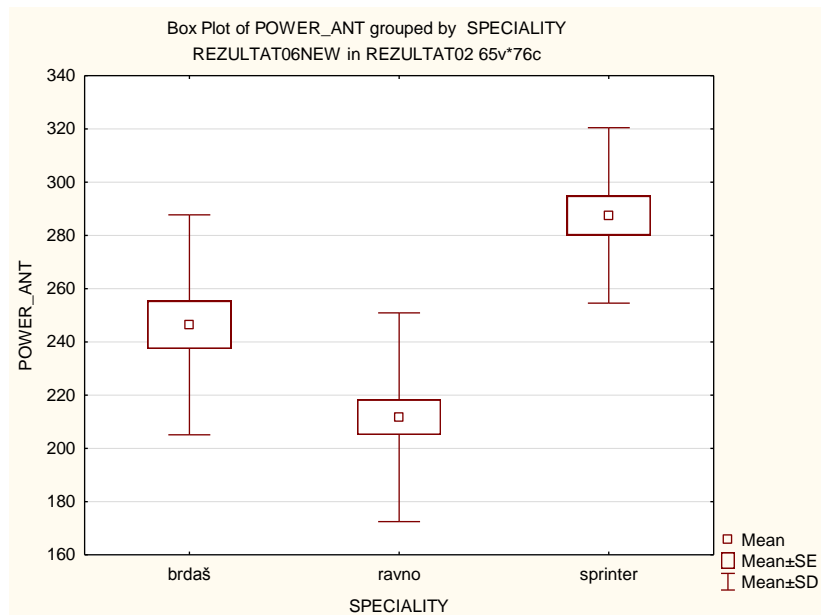
Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema uzrastu ispitanika (Slika 99.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 213.571 W +/- 32.280 W (CI95% 202.483-224.66), 260.357 W +/- 33.539 W (CI95% 240.992-279.722) i 267.222 W +/- 55.700 W (CI95% 245.188-289.257) za subuzorak juniora, seniora do 23 godine i seniora respektivno.



Slika 99. Dostignuta snaga na ventilatornom anaerobnom pragu prema uzrastu.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subzorača Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 25.132 koja je bila statistički visoko značajna ( $p=0.000$ ).

Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subzorce prema specijalnosti ispitanika (Slika 100.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 246.429 W +/- 41.296 W (CI95% 227.631-265.226), 287.5 W +/- 32.947 W (CI95% 272.08-302.92) i 211.714 W +/- 39.200 W (CI95% 198.248-225.18) za subzorača vozača specijalista za vožnju u brdskim uslovima, sprintera i specijalista za vožnju u pretežno ravnim terenima, respektivno.

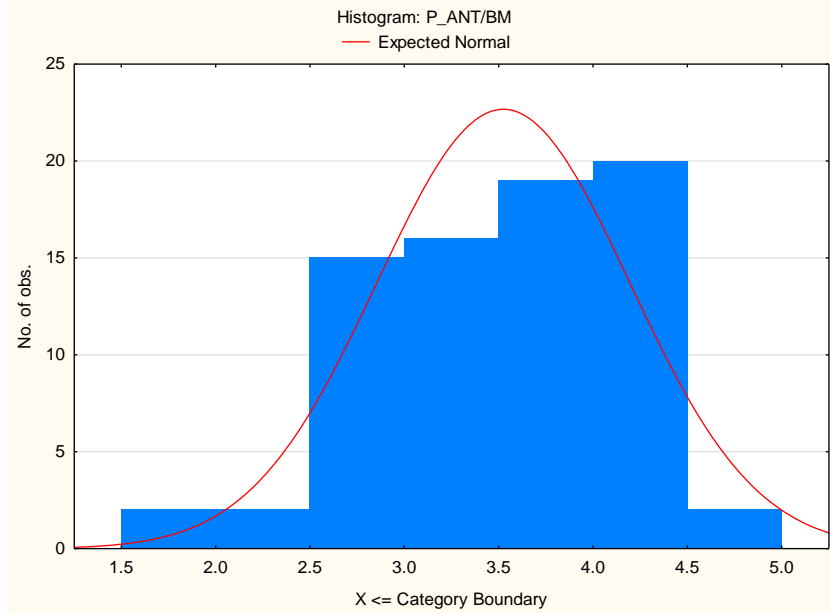


Slika 100. Dostignuta snaga na ventilatornom anaerobnom pragu prema specijalnosti.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 30.719 koja je bila statistički visoko značajna ( $p=0.000$ ).

Varijabla: ODNOS DOSTIGNUTE SNAGE NA VENTILATORNOM ANAEROBNOM PRAGU I TELESNE MASE ( $P\_ANT/BM$ )

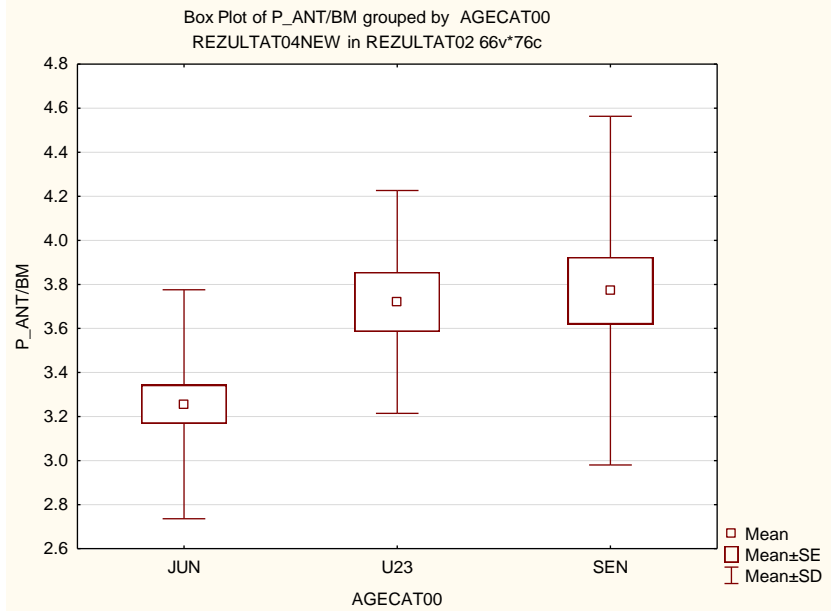
U varijabli ODNOS DOSTIGNUTE SNAGE NA VENTILATORNOM ANAEROBNOM PRAGU I TELESNE MASE ( $P\_ANT/BM$ ) su u osnovnom uzorku istraživanja (Slika 101.) registrovane vrednosti u rasponu od 1.761 W/kg do 4.902 W/kg, sa aritmetičkom sredinom i pripadajućom standardnom devijacijom od 3.525 W/kg +/- 0.668 W/kg. Interval pouzdanosti sa verovatnoćom od 95% u kojem se nalazi stvarna aritmetička sredina populacije se kretao od 3.372 W/kg do 3.677 W/kg.



Slika 101. Odnos dostignute snage na ventilatornom anaerobnom pragu i telesne mase.

Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema uzrastu ispitanika (Slika 102.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 3.256 W/kg +/- 0.519 W/kg (CI95% 3.077-3.434), 3.72 W/kg +/- 0.506 W/kg (CI95% 3.428-4.013) i 3.772 W/kg +/- 0.791 W/kg (CI95% 3.458-4.085) za subuzorak juniora, seniora do 23 godine i seniora respektivno.

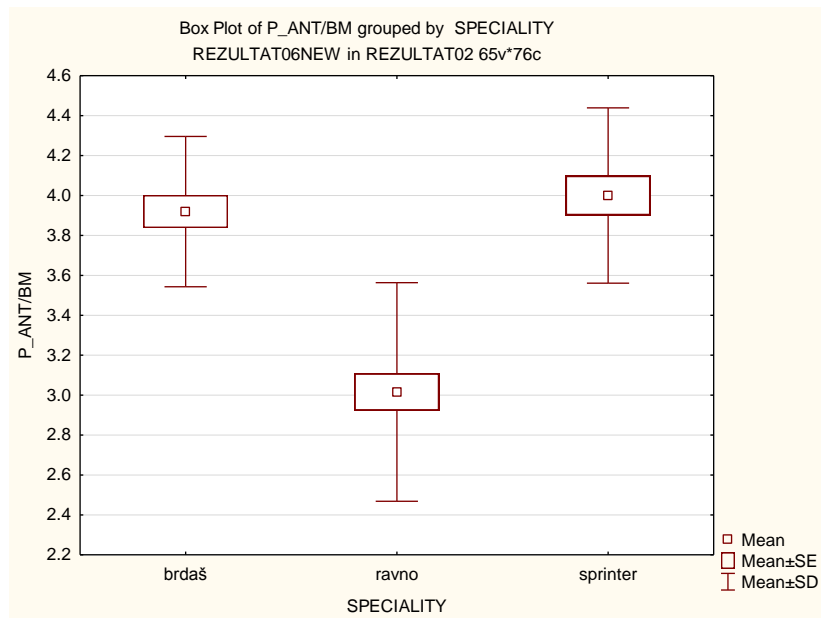




Slika 102. Odnos dostignute snage na ventilatornom anaerobnom pragu i telesne mase prema uzrastu.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 14.090 koja je bila statistički visoko značajna ( $p=0.000$ ).

Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema specijalnosti ispitanika (Slika 103.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 3.92 W/kg  $\pm$  0.376 W/kg (CI95% 3.748-4.091), 4 W/kg  $\pm$  0.439 W/kg (CI95% 3.794-4.205) i 3.016 W/kg  $\pm$  0.547 W/kg (CI95% 2.828-3.204) za subuzorak vozača specijalista za vožnju u brdskim uslovima, sprintera i specijalista za vožnju u pretežno ravnim terenima, respektivno.

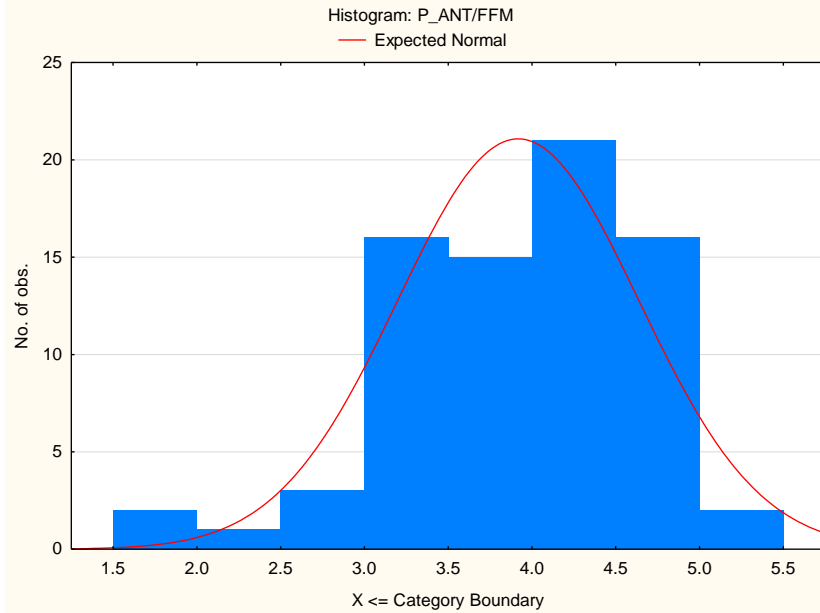


Slika 103. Odnos dostignute snage na ventilatornom anaerobnom pragu i telesne mase u odnosu na specijalnost.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 39.040 koja je bila statistički visoko značajna ( $p=0.000$ ).

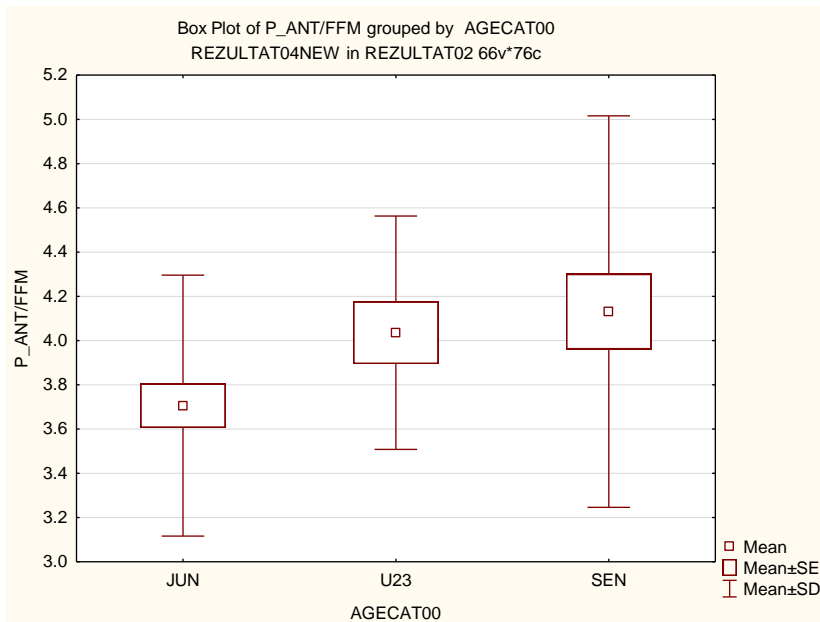
Varijabla: ODNOS DOSTIGNUTE SNAGE NA VENTILATORNOM ANAEROBNOM PRAGU I MASE BEZMASNE KOMPONENTE TELA ( $P_{ANT}/FFM$ )

U varijabli ODNOS DOSTIGNUTE SNAGE NA VENTILATORNOM ANAEROBNOM PRAGU I MASE BEZMASNE KOMPONENTE TELA ( $P_{ANT}/FFM$ ) su u osnovnom uzorku istraživanja (Slika 104.) registrovane vrednosti u rasponu od 1.877 W/kg do 5.363 W/kg, sa aritmetičkom sredinom i pripadajućom standardnom devijacijom od 3.918 W/kg  $\pm$  0.7192 W/kg. Interval pouzdanosti sa verovatnoćom od 95% u kojem se nalazi stvarna aritmetička sredina populacije se kretao od 3.753 W/kg do 4.082 W/kg.



Slika 104. Odnos dostignute snage na ventilatornom anaerobnom pragu i mase bezmasne komponente tela.

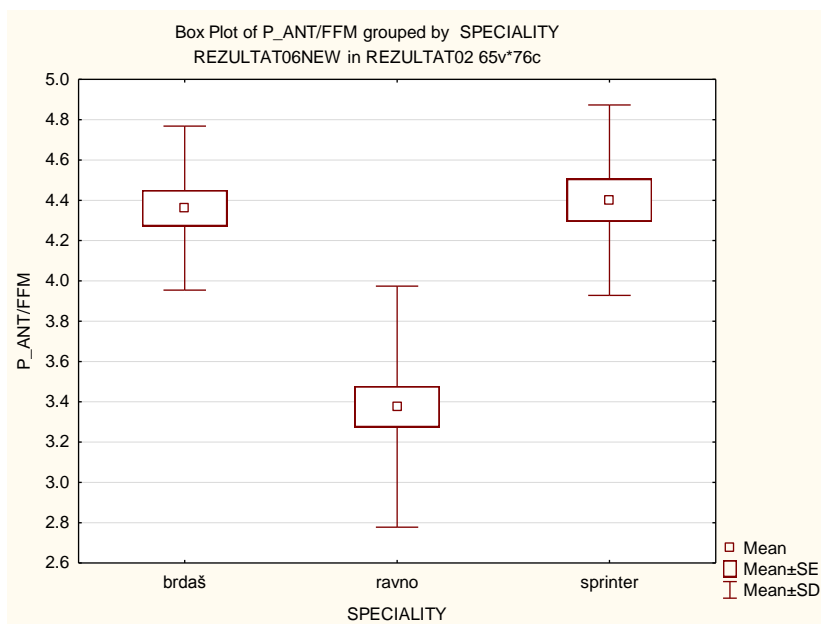
Prikaz Slike 105. ukazuje na dobijene aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 3.706 W/kg +/- 0.589 W/kg, 4.036 W/kg +/- 0.527 W/kg i 4.131 W/kg +/- 0.885 W/kg za subuzorak juniora, seniora do 23 godine i seniora respektivno.



Slika 105. Odnos dostignute snage na ANP i FFM u odnosu na uzrast.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 8.930 koja je bila statistički značajna ( $p=0.011$ ).

Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema specijalnosti ispitanika (Slika 106.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 4.361 W/kg  $\pm$  0.407 W/kg (CI95% 4.176-4.546), 4.401 W/kg  $\pm$  0.472 W/kg (CI95% 4.18-4.622) i 3.376 W/kg  $\pm$  0.598 W/kg (CI95% 3.17-3.581) za subuzorak vozača specijalista za vožnju u brdskim uslovima, sprintera i specijalista za vožnju u pretežno ravnim terenima, respektivno.

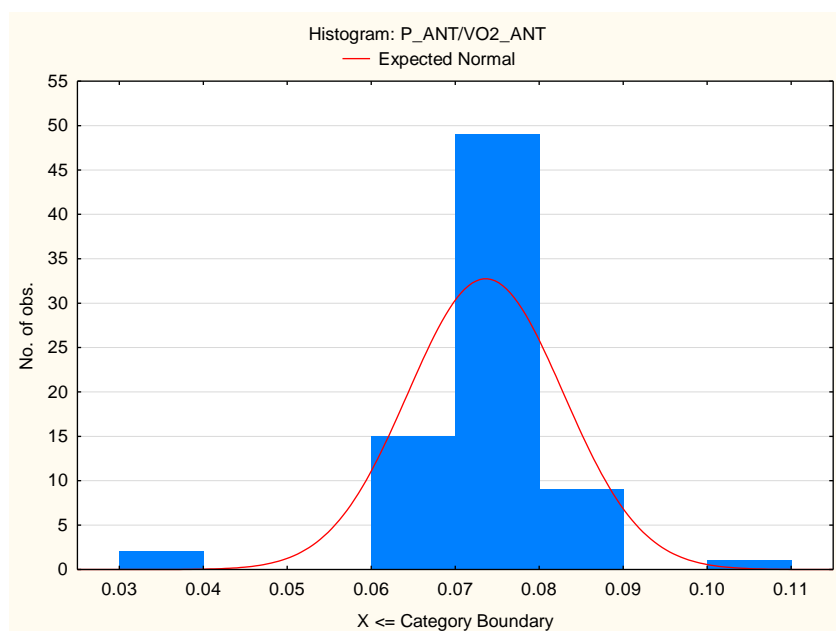


Slika 106. Odnos dostignute snage na ANP i FFM u odnosu na specijalnost.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 38.977 koja je bila statistički visoko značajna ( $p=0.000$ ).

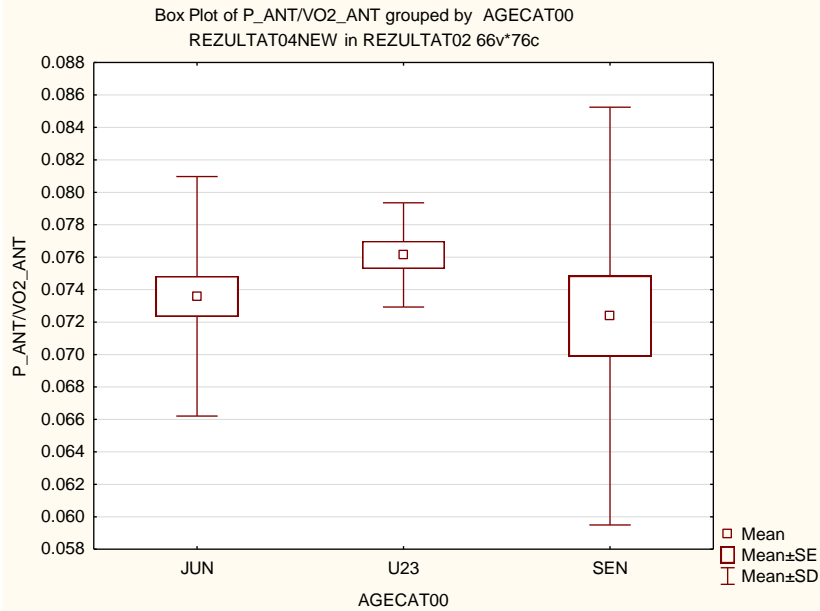
Varijabla: ODNOS DOSTIGNUTE SNAGE I POTROŠNJE KISEONIKA NA VENTILATORNOM ANAEROBNOM PRAGU ( $P_{ANT}/VO_{2ANT}$ )

U varijabli ODNOS DOSTIGNUTE SNAGE I POTROŠNJE KISEONIKA NA VENTILATORNOM ANAEROBNOM PRAGU ( $P_{ANT}/VO_{2ANT}$ ) su u osnovnom uzorku istraživanja (Slika 107.) registrovane vrednosti u rasponu od 0.034 W/ml do 0.104 W/ml, sa aritmetičkom sredinom i pripadajućom standardnom devijacijom od 0.074 W/ml +/- 0.009 W/ml. Interval pouzdanosti sa verovatnoćom od 95% u kojem se nalazi stvarna aritmetička sredina populacije se kretao od 0.072 W/ml do 0.076 W/ml.



Slika 107. Odnos dostignute snage i potrošnje kiseonika na ventilatornom anaerobnom pragu.

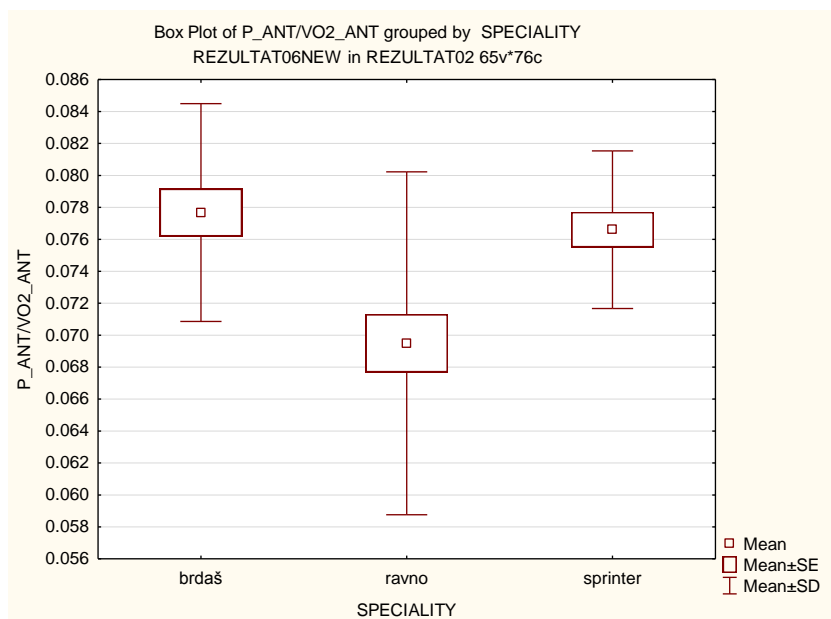
Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema uzrastu ispitanika (Slika 108.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 0.074 W/ml +/- 0.007 W/ml (CI95% 0.071-0.076), 0.076 W/ml +/- 0.003 W/ml (CI95% 0.074-0.078) i 0.072 +/- 0.012 (CI95% 0.067-0.077) za subuzorak juniora, seniora do 23 godine i seniora respektivno.



Slika 108. Odnos dostignute snage i potrošnje kiseonika na ventilatornom anaerobnom pragu u odnosu na uzrast.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 3.317 koja nije bila statistički značajna ( $p=0.190$ ).

Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema specijalnosti ispitanika (Slika 109.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 0.078 W/ml +/- 0.006 W/ml (CI95% 0.075-0.081), 0.077 W/ml +/- 0.004 W/ml (CI95% 0.074-0.079) i 0.069 W/ml +/- 0.010 W/ml (CI95% 0.066-0.073) za subuzorak vozača specijalista za vožnju u brdskim uslovima, sprintera i specijalista za vožnju u pretežno ravnim terenima, respektivno.

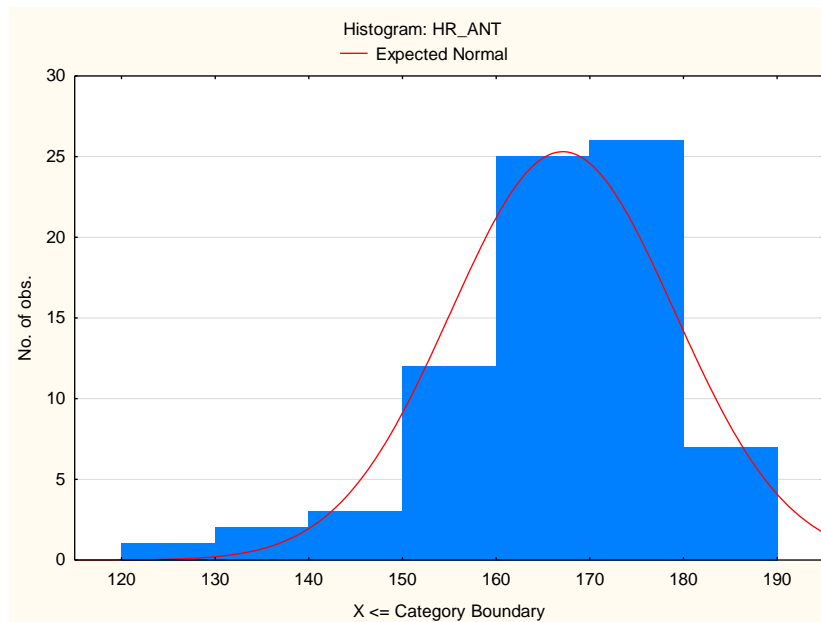


Slika 109. Odnos dostignute snage i potrošnje kiseonika na ventilatornom anaerobnom pragu u odnosu na specijalnost.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 13.102 koja je bila statistički visoko značajna ( $p=0.001$ ).

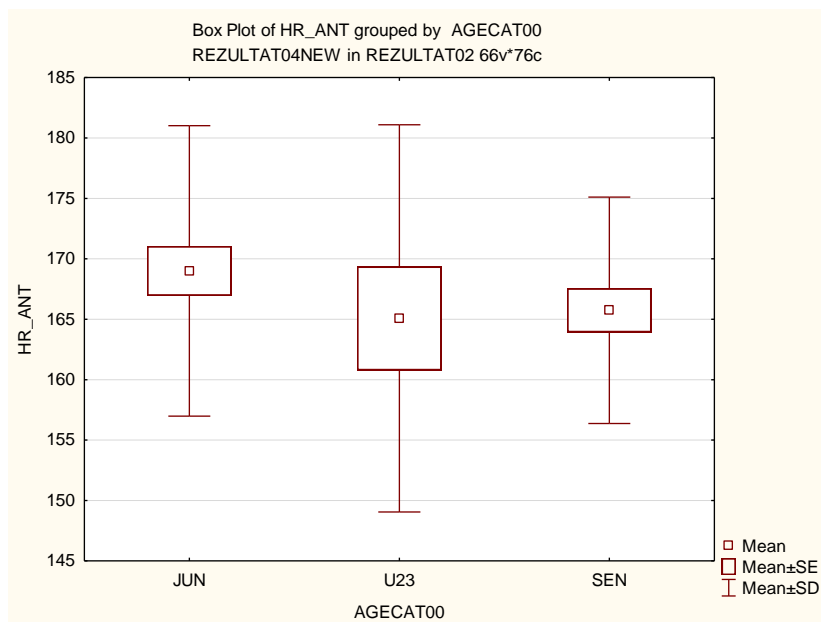
Varijabla: PULS NA VENTILATORNOM ANAEROBNOM PRAGU (HR\_ANT)

U varijabli PULS NA VENTILATORNOM ANAEROBNOM PRAGU (HR\_ANT) su u osnovnom uzorku istraživanja (Slika 110.) registrovane vrednosti u rasponu od 126 c/min do 190 c/min, sa aritmetičkom sredinom i pripadajućom standardnom devijacijom od 167.118 c/min +/- 11.979 c/min. Interval pouzdanosti sa verovatnoćom od 95% u kojem se nalazi stvarna aritmetička sredina populacije se kretao od 164.381 c/min do 169.856 c/min.



Slika 110. Puls na ventilatornom anaerobnom pragu.

Prikaz Slike 111. ukauje na dobijene aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 169 c/min +/- 12.022 c/min (CI95% 164.87-173.13), 165.071 c/min +/- 16.021 c/min (CI95% 155.821-174.322) i 165.741 c/min +/- 9.362 c/min (CI95% 162.037-169.445) za subuzorak juniora, seniora do 23 godine i seniora respektivno.

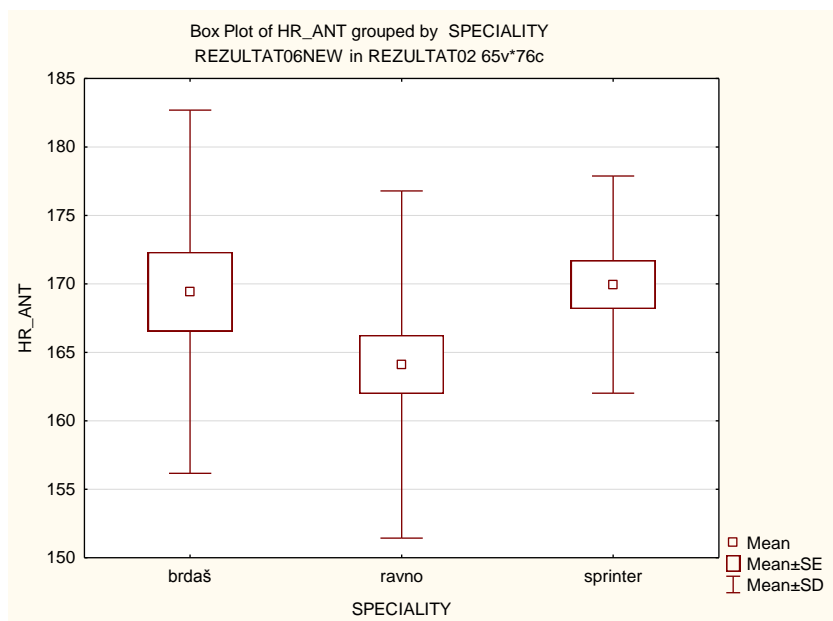


Slika 111. Puls na ventilatornom anaerobnom pragu u odnosu na uzrast.



Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 3.015 koja nije bila statistički značajna ( $p=0.221$ ).

Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema specijalnosti ispitanika (Slika 112.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 169.429 c/min +/- 13.261 c/min (CI95% 163.392-175.465), 169.95 c/min +/- 7.930 c/min (CI95% 166.238-173.662) i 164.114 c/min +/- 12.676 c/min (CI95% 159.76-168.469) za subuzorak vozača specijalista za vožnju u brdskim uslovima, sprintera i specijalista za vožnju u pretežno ravnim terenima, respektivno.

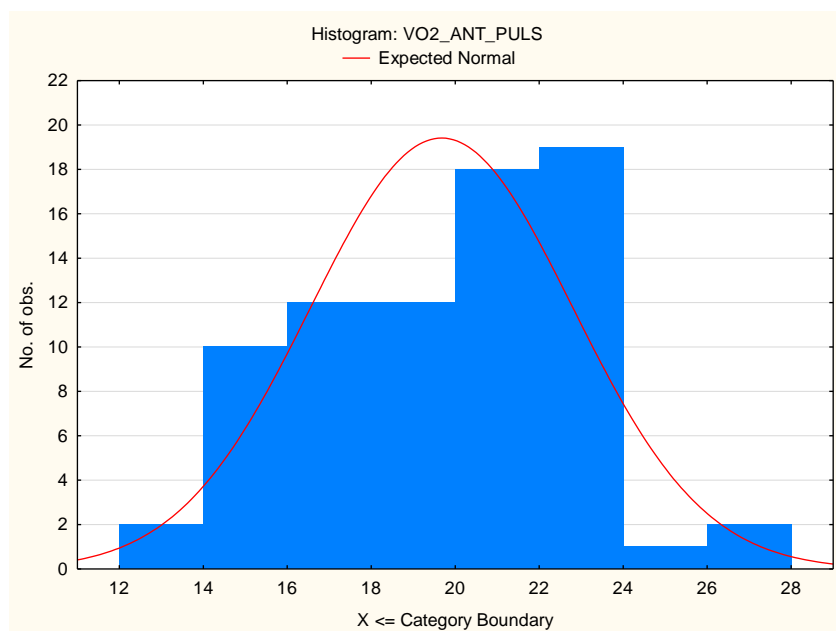


Slika 112. Puls na ventilatornom anaerobnom pragu u odnosu na specijalnost.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 2.825 koja nije bila statistički značajna ( $p=0.243$ ).

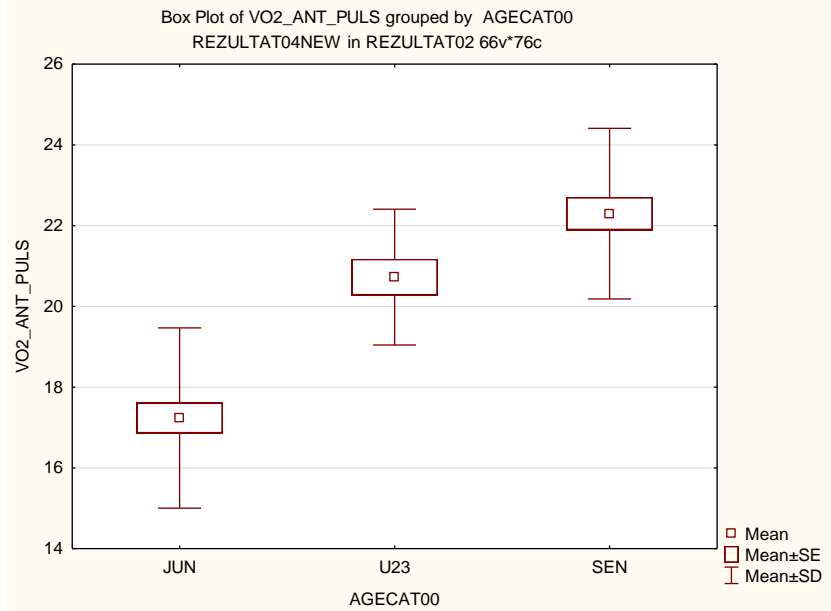
Varijabla: KISEONIČKI PULS NA VENTILATORNOM ANAEROBNOM PRAGU ( $VO_2PULS_{ANT}$ )

U varijabli KISEONIČKI PULS NA VENTILATORNOM ANAEROBNOM PRAGU ( $VO_2PULS_{ANT}$ ) su u osnovnom uzorku istraživanja (Slika 113.) registrovane vrednosti u rasponu od 13.387 ml/cl do 26.647 ml/cl, sa aritmetičkom sredinom i pripadajućom standardnom devijacijom od 19.677 ml/cl +/- 3.123 ml/cl. Interval pouzdanosti sa verovatnoćom od 95% u kojem se nalazi stvarna aritmetička sredina populacije se kretao od 18.964 ml/cl do 20.391 ml/cl.



Slika 113. Kiseonički puls na ventilatornom anaerobnom pragu.

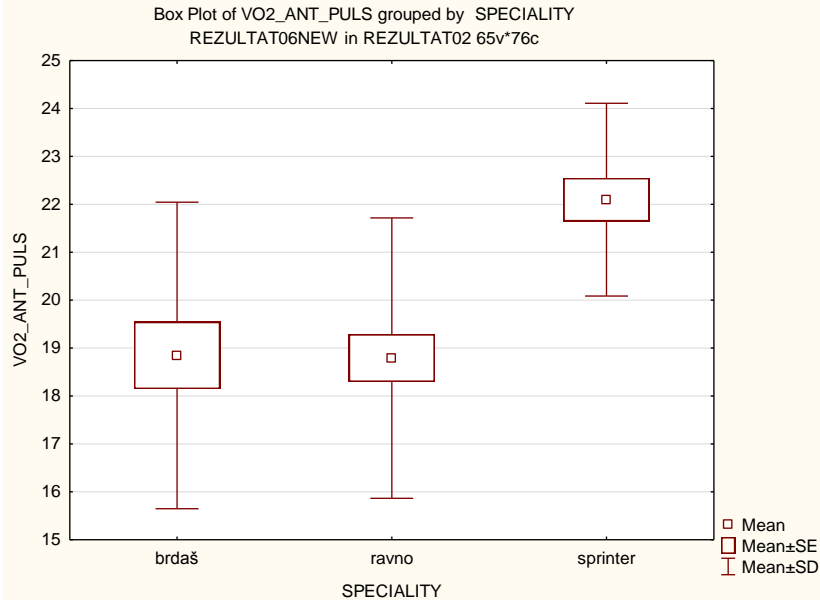
Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema uzrastu ispitanika (Slika 114.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 17.237 ml/cl +/- 2.233 ml/cl (CI95% 16.469-18.004), 20.727 ml/cl +/- 1.682 ml/cl (CI95% 19.756-21.698) i 22.297 ml/cl +/- 2.112 ml/cl (CI95% 21.462-23.133) za subuzorak juniora, seniora do 23 godine i seniora respektivno.



Slika 114. Kiseonički puls na ventilatornom anaerobnom pragu u odnosu na uzrast.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 44.692 koja je bila statistički visoko značajna ( $p=0.000$ ).

Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema specijalnosti ispitanika (Slika 115.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 18.847 ml/cl  $\pm$  3.198 ml/cl (CI95% 17.391-20.303), 22.099 ml/cl  $\pm$  2.011 ml/cl (CI95% 21.158-23.041) i 18.792 ml/cl  $\pm$  2.925 ml/cl (CI95% 17.787-19.797) za subuzorak vozača specijalista za vožnju u brdskim uslovima, sprintera i specijalista za vožnju u pretežno ravnim terenima, respektivno.

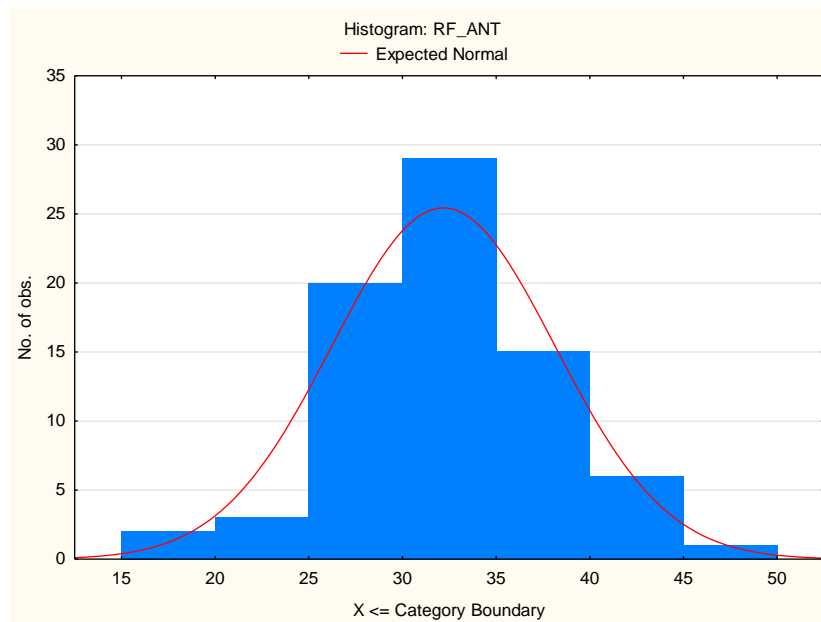


Slika 115. Kiseonički puls na ventilatornom anaerobnom pragu u odnosu na specijalnost.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 16.160 koja je bila statistički visoko značajna ( $p=0.000$ ).

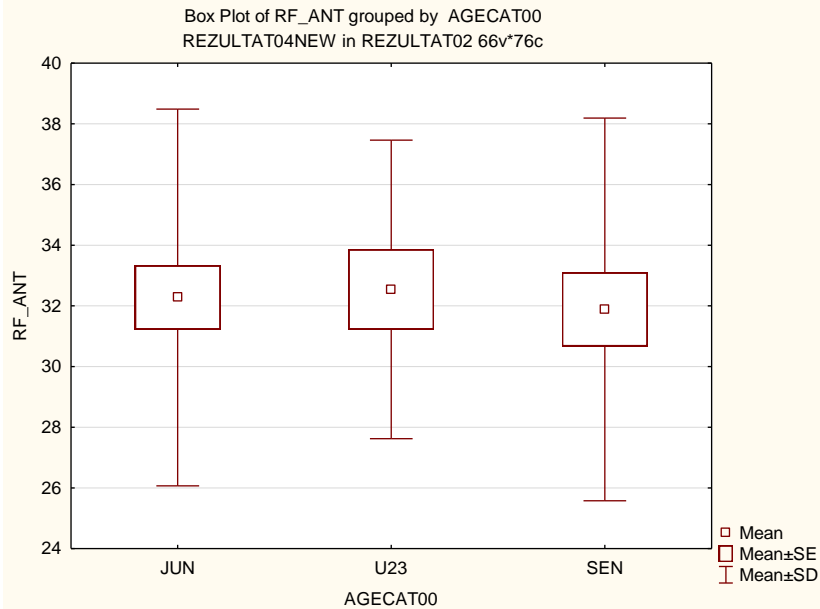
Varijabla: FREKVENCije DISANJA NA VENTILATORNOM ANAEROBNOM PRAGU ( $FD_{ANT}$ )

U varijabli FREKVENCije DISANJA NA VENTILATORNOM ANAEROBNOM PRAGU ( $FD_{ANT}$ ) su u osnovnom uzorku istraživanja (Slika 116.) registrovane vrednosti u rasponu od 16.7 c/min do 49.1 c/min, sa aritmetičkom sredinom i pripadajućom standardnom devijacijom od 32.187 c/min +/- 5.959 c/min. Interval pouzdanosti sa verovatnoćom od 95% u kojem se nalazi stvarna aritmetička sredina populacije se kretao od 30.825 c/min do 33.549 c/min.



Slika 116. Frekvencije disanja na ventilatornom anaerobnom pragu.

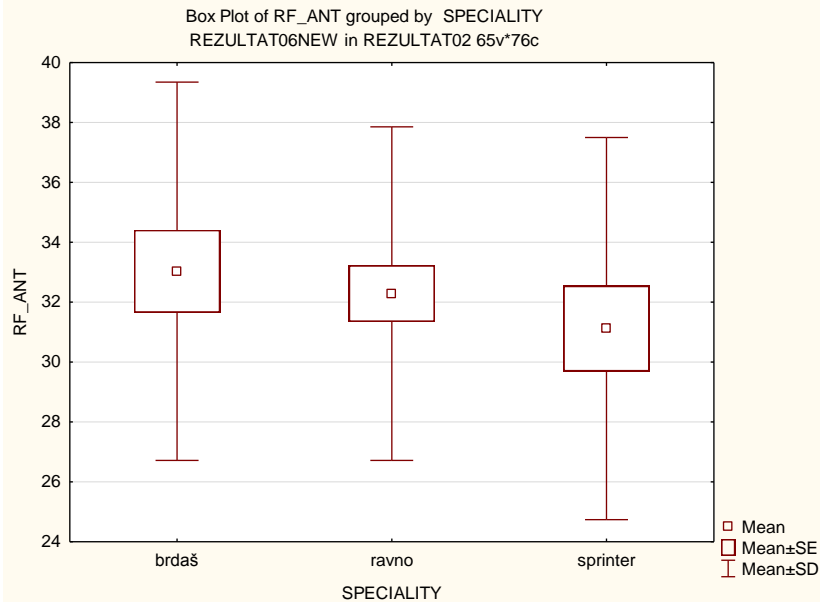
Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subzorku prema uzrastu ispitanika (Slika 117.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 32.277 c/min +/- 6.209 c/min (CI95% 30.144-34.41), 32.543 c/min +/- 4.920 c/min (CI95% 29.702-35.384) i 31.885 c/min +/- 6.305 c/min (CI95% 29.391-34.379) za subzorku juniora, seniora do 23 godine i seniora respektivno.



Slika 118. Frekvencije disanja na ventilatornom anaerobnom pragu u odnosu na uzrast.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 0.457 koja nije bila statistički značajna ( $p=0.795$ ).

Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subzorce prema specijalnosti ispitanika (Slika 119.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 33.033 c/min +/- 6.317 c/min (CI95% 30.158-35.909), 31.12 c/min +/- 6.379 c/min (CI95% 28.135-34.105) i 32.289 c/min +/- 5.569 c/min (CI95% 30.376-34.202) za subzorač vozača specijalista za vožnju u brdskim uslovima, sprintera i specijalista za vožnju u pretežno ravnim terenima, respektivno.

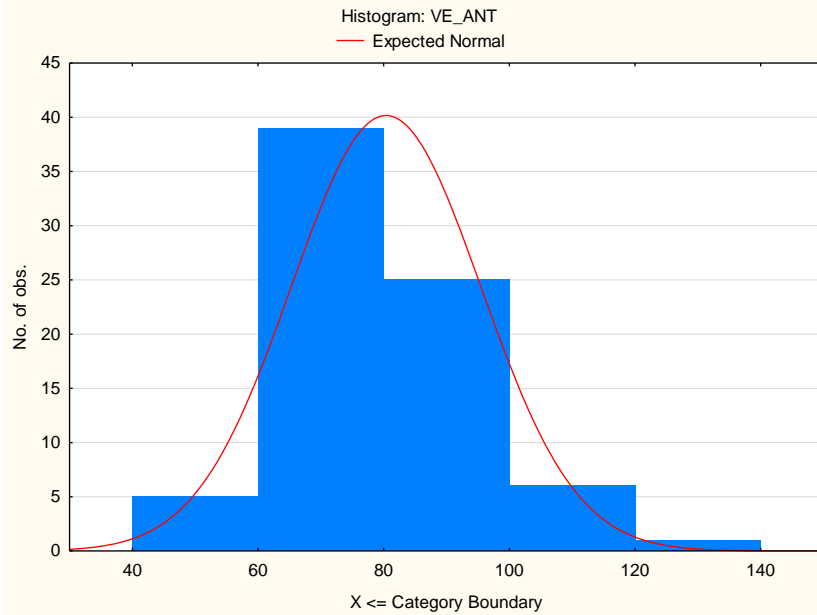


Slika 119. Frekvencije disanja na ventilatornom anaerobnom pragu u odnosu na specijalnost.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 1.868 koja nije bila statistički značajna ( $p=0.392$ ).

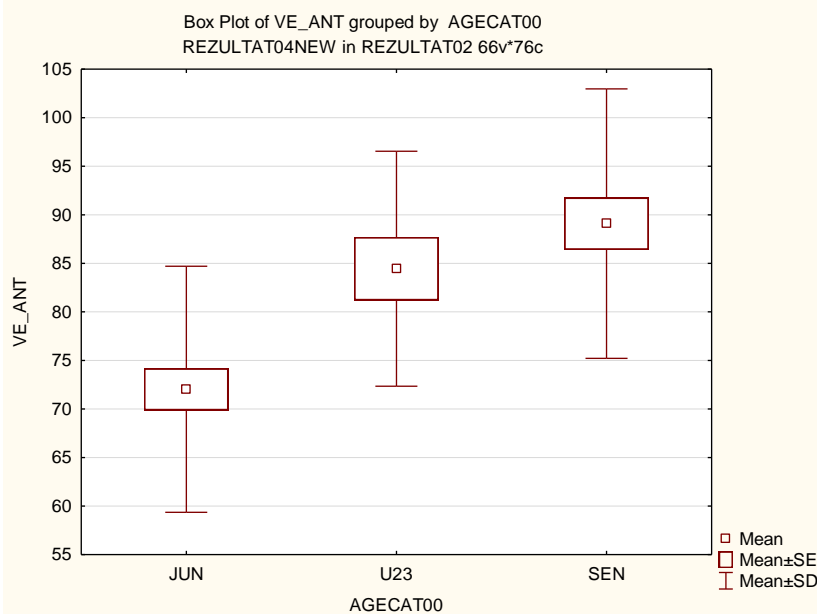
Varijabla: VENTILACIJA NA VENTILATORNOM ANAEROBNOM PRAGU ( $VE_{ANT}$ )

U varijabli VENTILACIJA NA VENTILATORNOM ANAEROBNOM PRAGU ( $VE_{ANT}$ ) su u osnovnom uzorku istraživanja (Slika 120.) registrovane vrednosti u rasponu od 44.2 l/min do 129.9 l/min, sa aritmetičkom sredinom i pripadajućom standardnom devijacijom od 80.38 l/min +/- 15.094 l/min. Interval pouzdanosti sa verovatnoćom od 95% u kojem se nalazi stvarna aritmetička sredina populacije se kretao od 76.931 l/min do 83.83 l/min.



Slika 120. Ventilacija na ventilatornom anaerobnom pragu.

Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subzorku prema uzrastu ispitanika (Slika 121.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 72.029 l/min +/- 12.667 l/min, 84.45 l/min +/- 12.099 l/min i 89.096 l/min +/- 13.874 l/min za subzorku juniora, seniora do 23 godine i seniora respektivno.

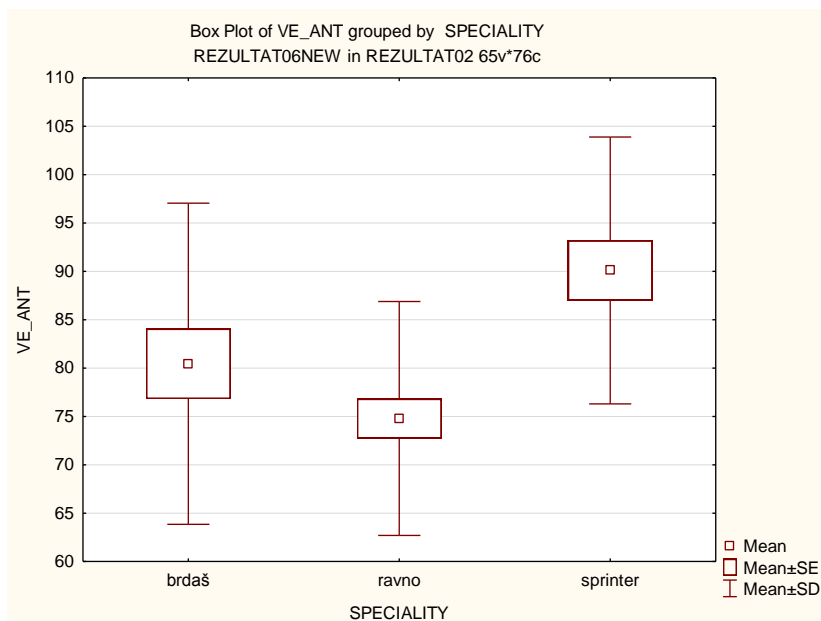


Slika 121. Ventilacija na ventilatornom anaerobnom pragu u odnosu na uzrast.



Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 24.523 koja je bila statistički visoko značajna ( $p=0.000$ ).

Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema specijalnosti ispitanika (Slika 122.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 80.448 l/min +/- 16.601 l/min (CI95% 72.891-88.005), 90.1 l/min +/- 13.800 l/min (CI95% 83.641-96.559) i 74.786 l/min +/- 12.093 l/min (CI95% 70.632-78.94) za subuzorak vozača specijalista za vožnju u brdskim uslovima, sprintera i specijalista za vožnju u pretežno ravnim terenima, respektivno.

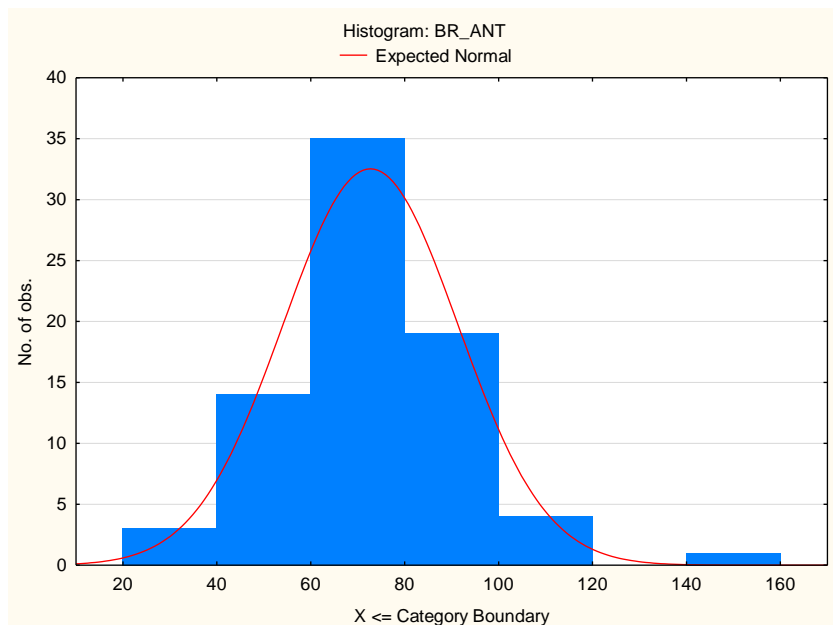


Slika 122. Ventilacija na ventilatornom anaerobnom pragu u odnosu na specijalnost.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 14.900 koja je bila statistički visoko značajna ( $p=0.000$ ).

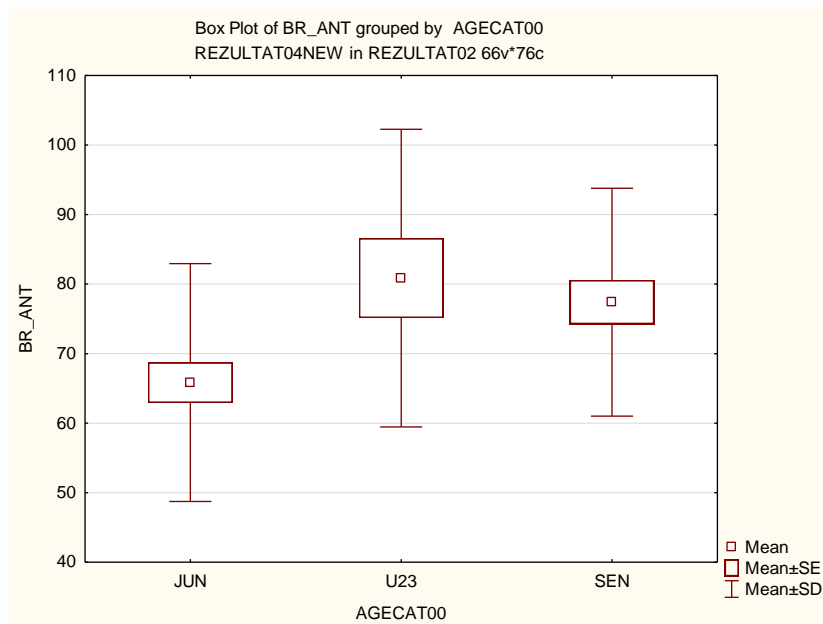
Varijabla: REZERVA DISANJA NA VENTILATORNOM ANAEROBNOM PRAGU (BR\_ANT)

U varijabli REZERVA DISANJA NA VENTILATORNOM ANAEROBNOM PRAGU (BR\_ANT) su u osnovnom uzorku istraživanja (Slika 123.) registrovane vrednosti u rasponu od 35.6 l/min do 140.8 l/min sa aritmetičkom sredinom i pripadajućom standardnom devijacijom od 72.713 l/min +/- 18.642 l/min. Interval pouzdanosti sa verovatnoćom od 95% u kojem se nalazi stvarna aritmetička sredina populacije se kretao od 68.453 l/min do 76.973 l/min.



Slika 123. Rezerva disanja na ventilatornom anaerobnom pragu.

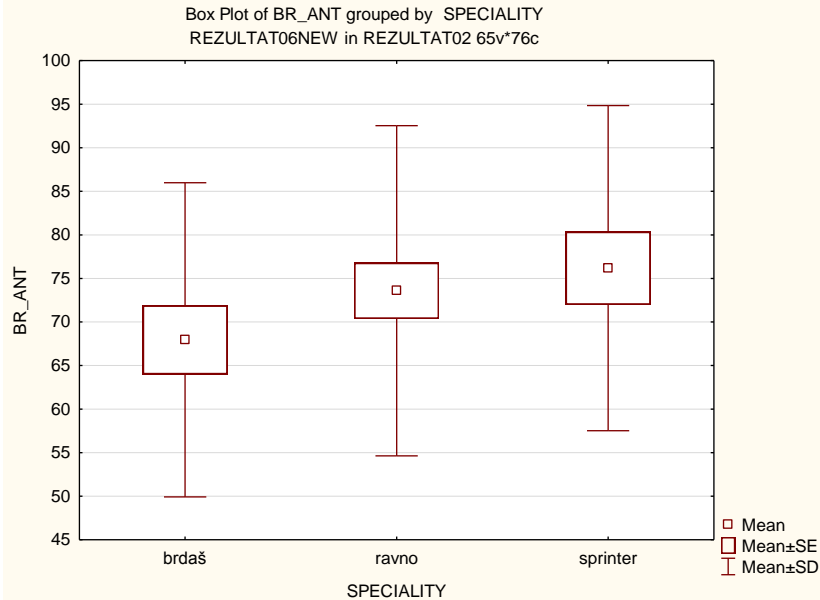
Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema uzrastu ispitanika (Slika 124.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 65.834 l/min +/- 17.104 l/min (CI95% 59.959-71.71), 80.857 l/min +/- 21.402 l/min (CI95% 68.5-93.215) i 77.407 l/min +/- 16.388 l/min (CI95% 70.924-83.891) za subuzorak juniora, seniora do 23 godine i seniora respektivno.



Slika 124. Rezerva disanja na ventilatornom anaerobnom pragu u odnosu na uzrast.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 8.597 koja je bila statistički značajna ( $p=0.013$ ).

Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema specijalnosti ispitanika (Slika 125.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 67.952 l/min +/- 18.024 l/min (CI95% 59.748-76.157), 76.18 l/min +/- 18.657 l/min (CI95% 67.448-84.912) i 73.589 l/min +/- 18.951 l/min (CI95% 67.079-80.099) za subuzorak vozača specijalista za vožnju u brdskim uslovima, sprintera i specijalista za vožnju u pretežno ravnim terenima, respektivno.

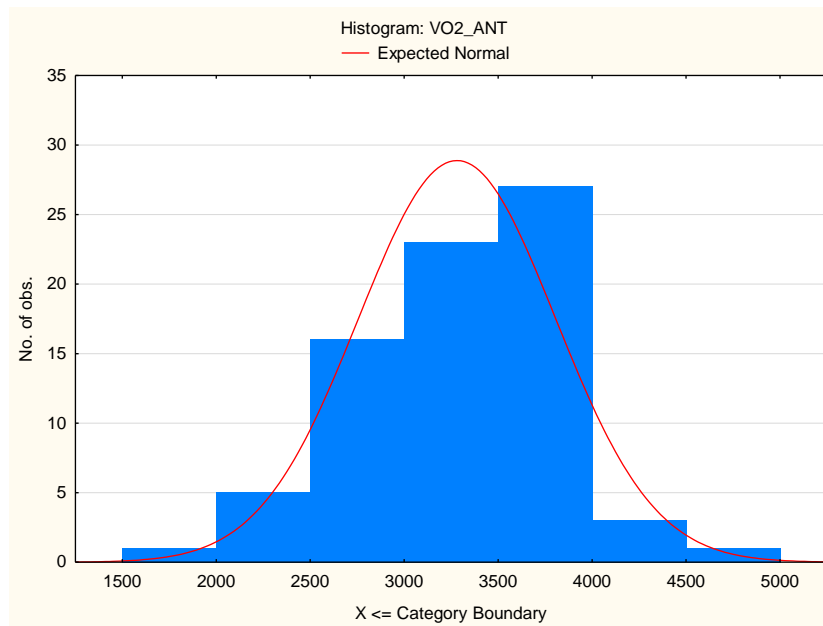


Slika 125. Rezerva disanja na ventilatornom anaerobnom pragu u odnosu na specijalnost.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 1.270 koja nije bila statistički značajna ( $p=0.529$ ).

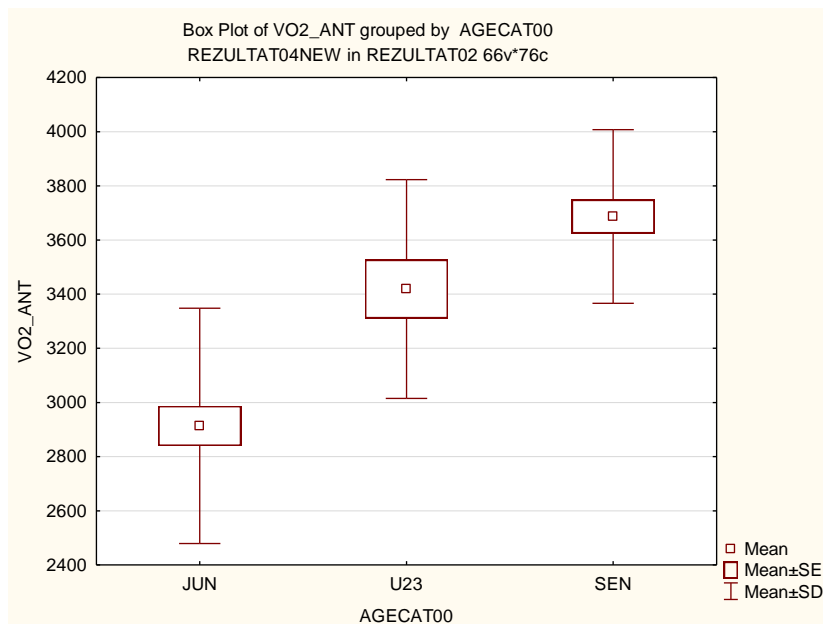
Varijabla: POTROŠNJA KISEONIKA NA VENTILATORNOM ANAEROBNOM PRAGU - apsolutne vrednosti (VO2\_ANT)

U varijabli POTROŠNJA KISEONIKA NA VENTILATORNOM ANAEROBNOM PRAGU (VO2\_ANT) su u osnovnom uzorku istraživanja (Slika 126.) registrovane vrednosti u rasponu od 1977 ml/min do 4547 ml/min, sa aritmetičkom sredinom i pripadajućom standardnom devijacijom od 3281.329 ml/min +/- 524.7812 ml/min. Interval pouzdanosti sa verovatnoćom od 95% u kojem se nalazi stvarna aritmetička sredina populacije se kretao od 3161.411 ml/min do 3401.247 ml/min.



Slika 126. Potrošnja kiseonika na ventilatornom anaerobnom pragu - apsolutne vrednosti.

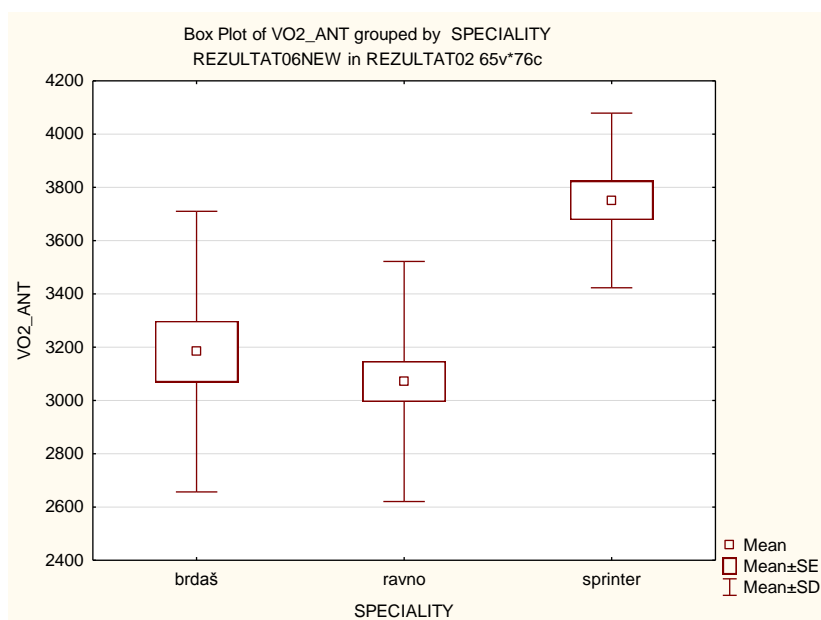
Prikaz Slike 127. ukazuje na dobijene aritmetičke sredine i stand. devijacije od 2913.514 ml/min +/- 434.499 ml/min, 3418.929 ml/min +/- 404.0165 ml/min i 3686.778 ml/min +/- 320.767 ml/min za juniore, seniore do 23 godine i seniore respektivno.



Slika 127. Potrošnja kiseonika na ventilatornom anaerobnom pragu - apsolutne vrednosti u odnosu na uzrast.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 36.859 koja je bila statistički visoko značajna ( $p=0.000$ ).

Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema specijalnosti ispitanika (Slika 128.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 3183.714 ml/min +/- 526.8575 ml/min (CI95% 2943.892-3423.537), 3751.2 ml/min +/- 327.695 ml/min (CI95% 3597.834-3904.566) i 3071.4 ml/min +/- 450.641 ml/min (CI95% 2916.599-3226.201) za subuzorak vozača specijalista za vožnju u brdskim uslovima, sprintera i specijalista za vožnju u pretežno ravnim terenima, respektivno.

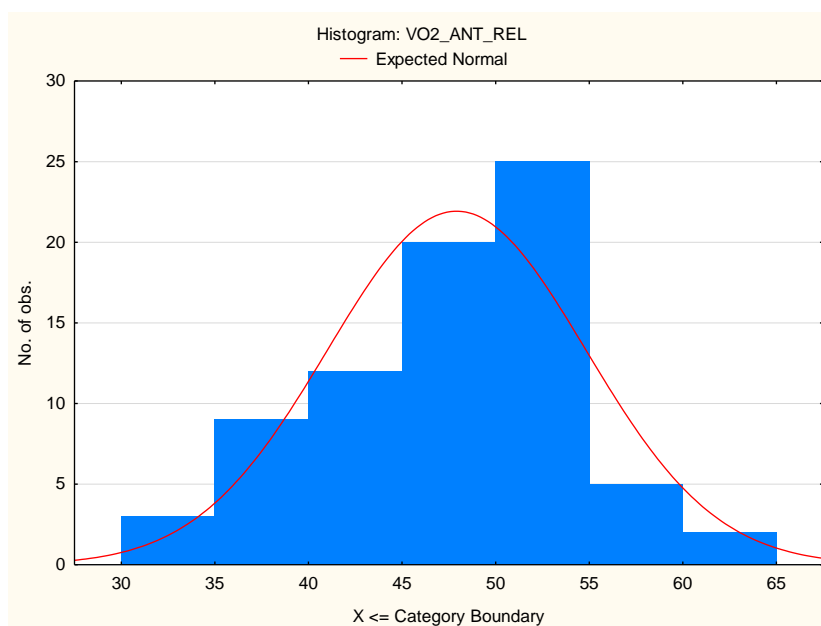


Slika 128. Potrošnja kiseonika na ventilatornom anaerobnom pragu - apsolutne vrednosti u odnosu na specijalnost.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 23.769 koja je bila statistički visoko značajna ( $p=0.000$ ).

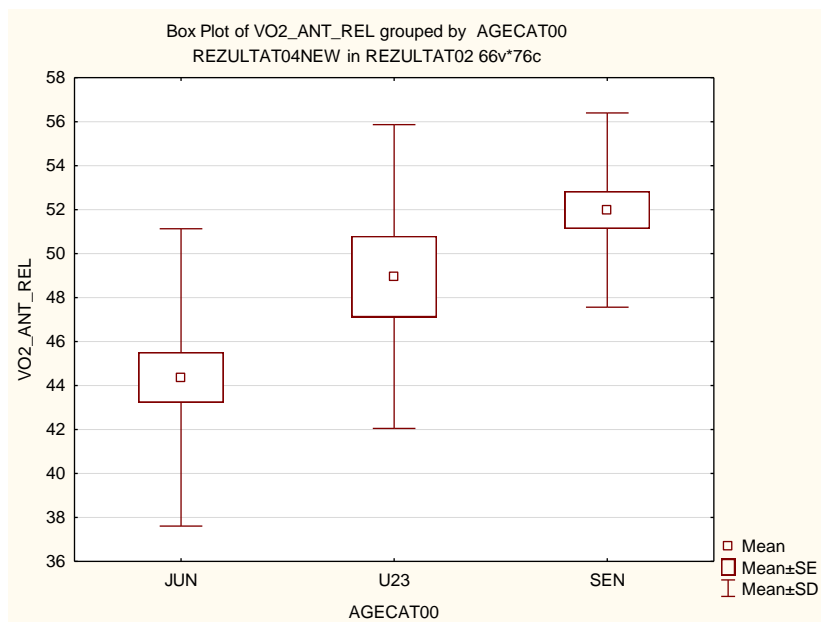
Varijabla: RELATIVNA POTROŠNJA KISEONIKA NA VENTILATORNOM ANAEROBNOM PRAGU (VO2\_ANT\_REL)

U varijabli RELATIVNA POTROŠNJA KISEONIKA NA VENTILATORNOM ANAEROBNOM PRAGU (VO2\_ANT\_REL) su u osnovnom uzorku istraživanja (Slika 129.) registrovane vrednosti u rasponu od 31.991 ml/kg/min do 63.683 ml/kg/min, sa aritmetičkom sredinom i pripadajućom standardnom devijacijom od 47.919 ml/kg/min +/- 6.9138 ml/kg/min. Interval pouzdanosti sa verovatnoćom od 95% u kojem se nalazi stvarna aritmetička sredina populacije se kretao od 46.339 ml/kg/min do 49.499 ml/kg/min.



Slika 129. Relativna potrošnja kiseonika na ventilatornom anaerobnom pragu.

Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema uzrastu ispitanika (Slika 130.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 44.371 ml/kg/min +/- 6.764 ml/kg/min (CI95% 42.047-46.694), 48.956 ml/kg/min +/- 6.908 ml/kg/min (CI95% 44.967-52.944) i 51.982 ml/kg/min +/- 4.418 ml/kg/min (CI95% 50.234-53.73) za subuzorak juniora, seniora do 23 godine i seniora respektivno.

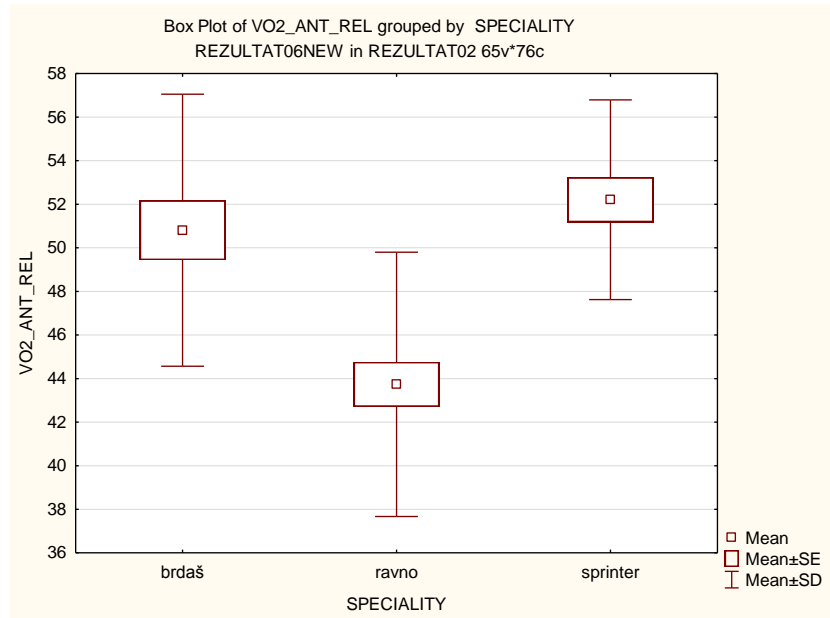


Slika 130. Relativna potrošnja kiseonika na ANP u odnosu na uzrast.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 20.236 koja je bila statistički visoko značajna ( $p=0.000$ ).

Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema specijalnosti ispitanika (Slika 131.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 50.809 ml/kg/min  $\pm$  6.243 ml/kg/min (CI95% 47.967-53.651), 52.207 ml/kg/min  $\pm$  4.582 ml/kg/min (CI95% 50.062-54.351) i 43.735  $\pm$  6.065 (CI95% 41.652-45.819) za subuzorak vozača specijalista za vožnju u brdskim uslovima, sprintera i specijalista za vožnju u pretežno ravnim terenima, respektivno.



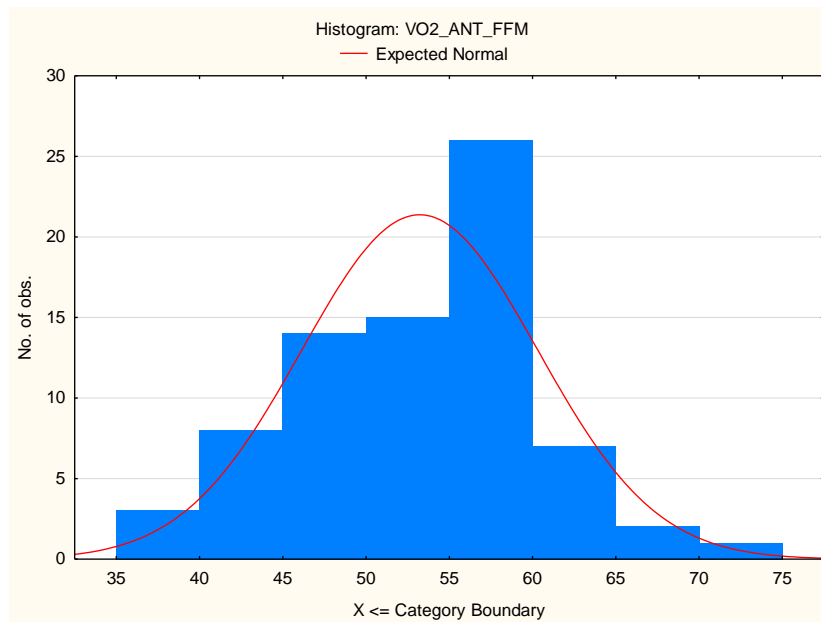


Slika 131. Relativna potrošnja kiseonika na ANP u odnosu na specijalnost.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 25.483 koja je bila statistički visoko značajna ( $p=0.000$ ).

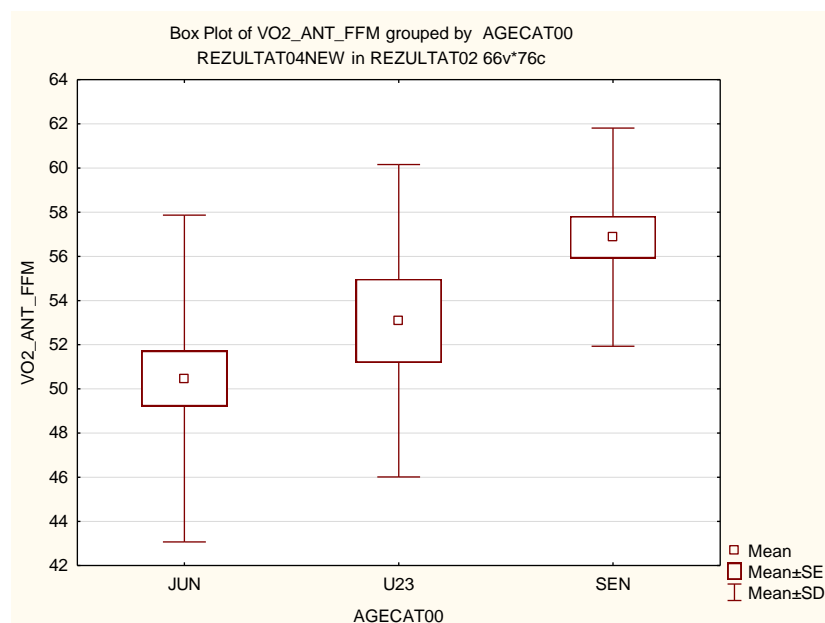
Varijabla: RELATIVNA POTROŠNJA KISEONIKA NA VENTILATORNOM ANAEROBNOM PRAGU PREMA MASI BEZMASNE KOMPONENTE TELA ( $VO_2\_ANT\_FFM$ )

U varijabli RELATIVNA POTROŠNJA KISEONIKA NA VENTILATORNOM ANAEROBNOM PRAGU PREMA MASI BEZMASNE KOMPONENTE TELA ( $VO_2\_ANT\_FFM$ ) su u osnovnom uzorku istraživanja (Slika 132.) registrovane vrednosti u rasponu od 35.477 ml/kg/min do 70.474 ml/kg/min, sa aritmetičkom sredinom i pripadajućom standardnom devijacijom od 53.225 ml/kg/min +/- 7.092 ml/kg/min. Interval pouzdanosti sa verovatnoćom od 95% u kojem se nalazi stvarna aritmetička sredina populacije se kretao od 51.605 ml/kg/min do 54.846 ml/kg/min.



Slika 132. Relativna potrošnja kiseonika na ventilatornom anaerobnom pragu - FFM.

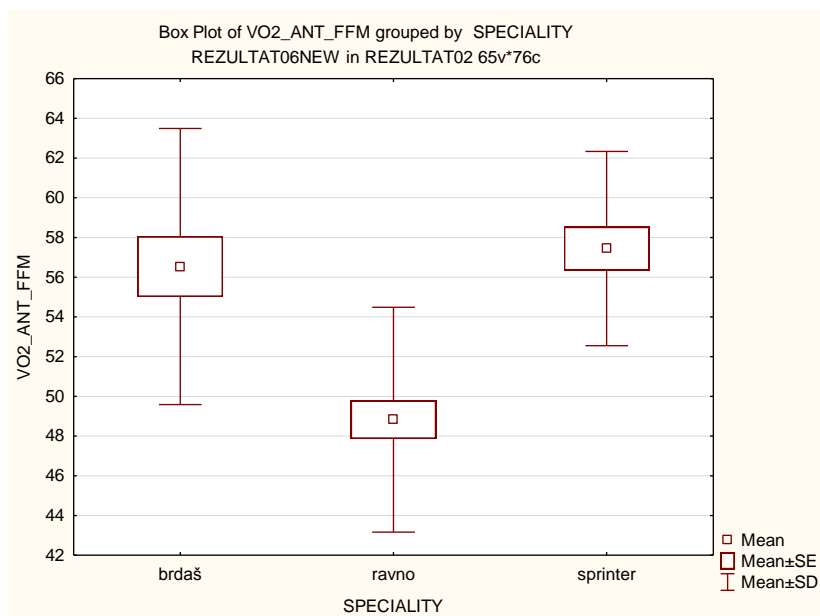
Prikaz Slike 133. ukazuje na dobijene aritmetičke sredine i stand. dev. od 50.468 ml/kg/min +/- 7.400 ml/kg/min, 53.086 ml/kg/min +/- 7.074 ml/kg/min i 56.871 ml/kg/min +/- 4.941 ml/kg/min za juniore, seniore do 23 godine i seniore respektivno.



Slika 133. Relativna potrošnja kiseonika na ventilatornom anaerobnom pragu prema masi bezmasne komponente tela u odnosu na uzrast.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 14.063 koja je bila statistički visoko značajna ( $p=0.000$ ).

Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema specijalnosti ispitanika (Slika 134.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 56.538 ml/kg/min +/- 6.951 ml/kg/min (CI95% 53.373-59.702), 57.442 ml/kg/min +/- 4.889 ml/kg/min (CI95% 55.154-59.73) i 48.828 ml/kg/min +/- 5.659 ml/kg/min (CI95% 46.884-50.772) za subuzorak vozača specijalista za vožnju u brdskim uslovima, sprintera i specijalista za vožnju u pretežno ravnim terenima, respektivno.

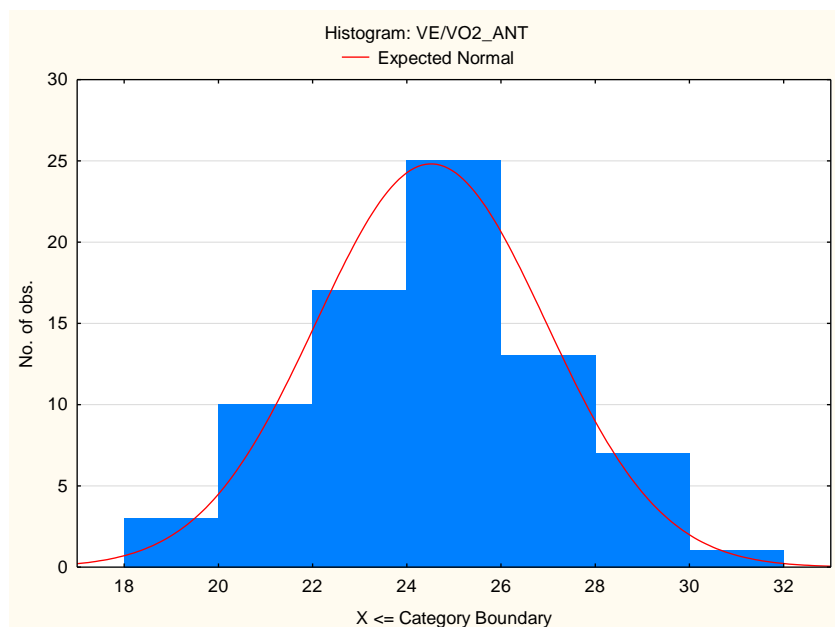


Slika 134. Relativna potrošnja kiseonika na ventilatornom anaerobnom pragu prema masi bezmasne komponente tela u odnosu na specijlnost.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 28.906 koja je bila statistički visoko značajna ( $p=0.000$ ).

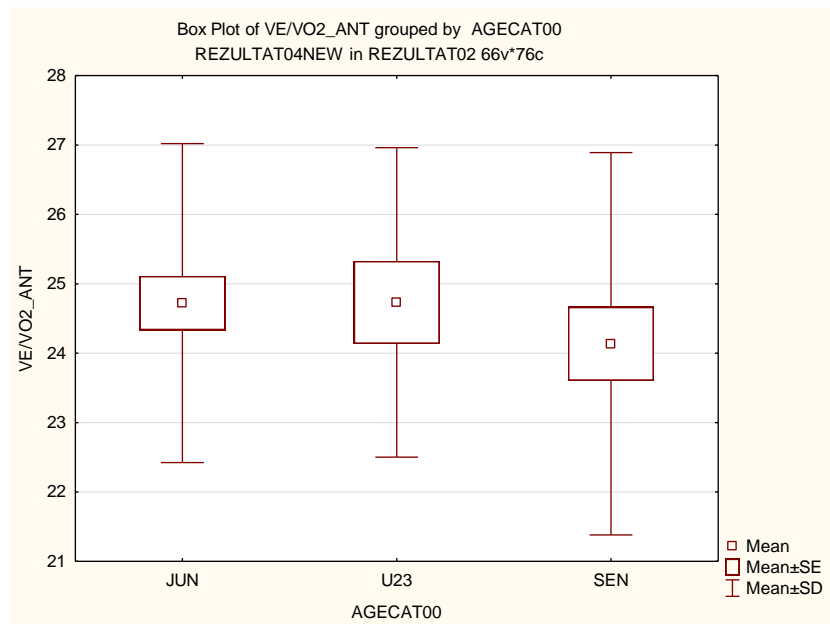
Varijabla: VENTILATORNI EKVIVALENT ZA KISEONIK NA VENTILATORNOM ANAEROBNOM PRAGU (VE/VO2\_ANT)

U varijabli VENTILATORNI EKVIVALENT ZA KISEONIK NA VENTILATORNOM ANAEROBNOM PRAGU (VE/VO2\_ANT) su u osnovnom uzorku istraživanja (Slika 135.) registrovane vrednosti u rasponu od 19.411 do 30.091, sa aritmetičkom sredinom i pripadajućom standardnom devijacijom od 24.516 +/- 2.443. Interval pouzdanosti sa verovatnoćom od 95% u kojem se nalazi stvarna aritmetička sredina populacije se kretao od 23.957 do 25.074.



Slika 135. Ventilatorni ekvivalent za kiseonik na ventilatornom anaerobnom pragu.

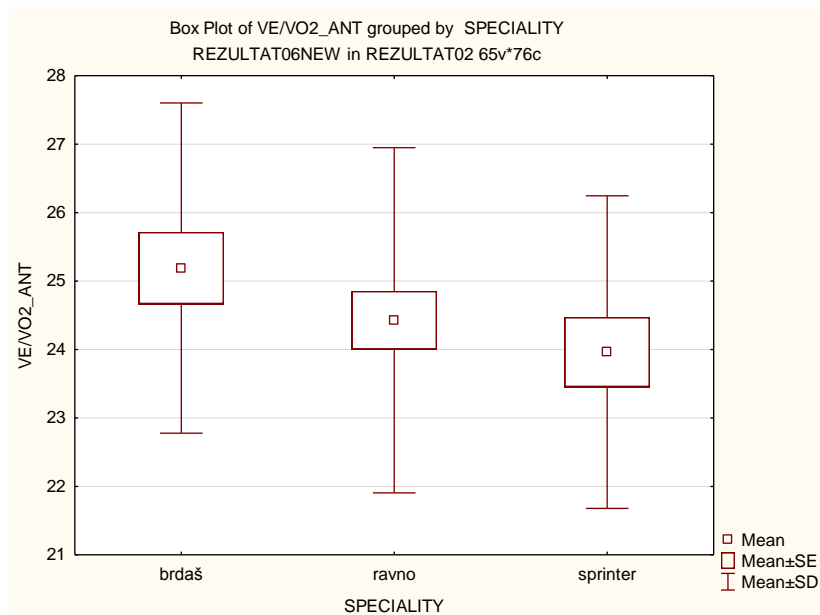
Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema uzrastu ispitanika (Slika 136.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 24.722 +/- 2.298 (CI95% 23.932-25.512), 24.732 +/- 2.229 (CI95% 23.445-26.019) i 24.136 +/- 2.754 (CI95% 23.046-25.226) za subuzorak juniora, seniora do 23 godine i seniora respektivno.



Slika 136. Ventilatorni ekvivalent za kiseonik na ventilatornom anaerobnom pragu-uzrast.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 0.312 koja nije bila statistički značajna ( $p=0.855$ ).

Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema specijalnosti ispitanika (Slika 137.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 25.19 +/- 2.41 (CI95% 24.092-26.288), 23.962 +/- 2.283 (CI95% 22.894-25.031) i 24.427 +/- 2.522 (CI95% 23.561-25.294) za subuzorak vozača specijalista za vožnju u brdskim uslovima, sprintera i specijalista za vožnju u pretežno ravnim terenima, respektivno.

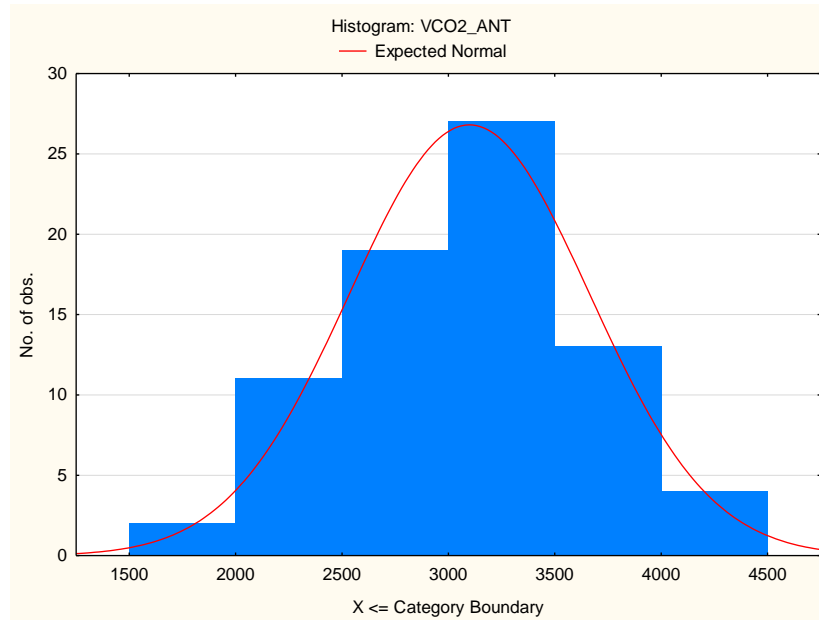


Slika 137. Ventilatorni ekvivalent za kiseonik na ventilatornom anaerobnom pragu u odnosu na specijalnost.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 2.639 koja nije bila statistički značajna ( $p=0.267$ ).

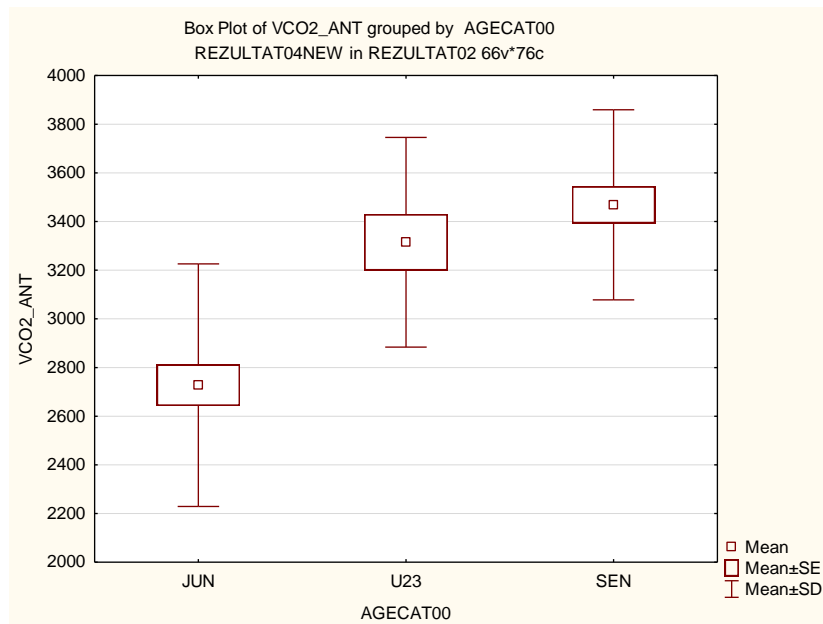
Varijabla: ELIMINACIJA UGLJEN-DIOKSIDA NA VENTILATORNOM ANAEROBNOM PRAGU ( $VCO_2ANT$ )

U varijabli ELIMINACIJA UGLJEN-DIOKSIDA NA VENTILATORNOM ANAEROBNOM PRAGU ( $VCO_2ANT$ ) su u osnovnom uzorku istraživanja (Slika 138.) registrovane vrednosti u rasponu od 1592 ml/min do 4424 ml/min, sa aritmetičkom sredinom i pripadajućom standardnom devijacijom od 3099.066 +/- 565.461. Interval pouzdanosti sa verovatnoćom od 95% u kojem se nalazi stvarna aritmetička sredina populacije se kretao od 2969.852 ml/min do 3228.279 ml/min.



Slika 138. Eliminacija ugljen-dioksida na ventilatornom anaerobnom pragu.

Nakon podele osnovnog uzorka u subuzorke prema uzrastu ispitanika (Slika 139.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 2727.686 ml/min +/- 498.263 ml/min (CI95% 2556.526-2898.845), 3314.786 ml/min +/- 430.749 ml/min (CI95% 3066.078-3563.493) i 3468.63 ml/min +/- 390.336 ml/min (CI95% 3314.218-3623.042) za subuzorak juniora, seniora do 23 godine i seniora respektivno.

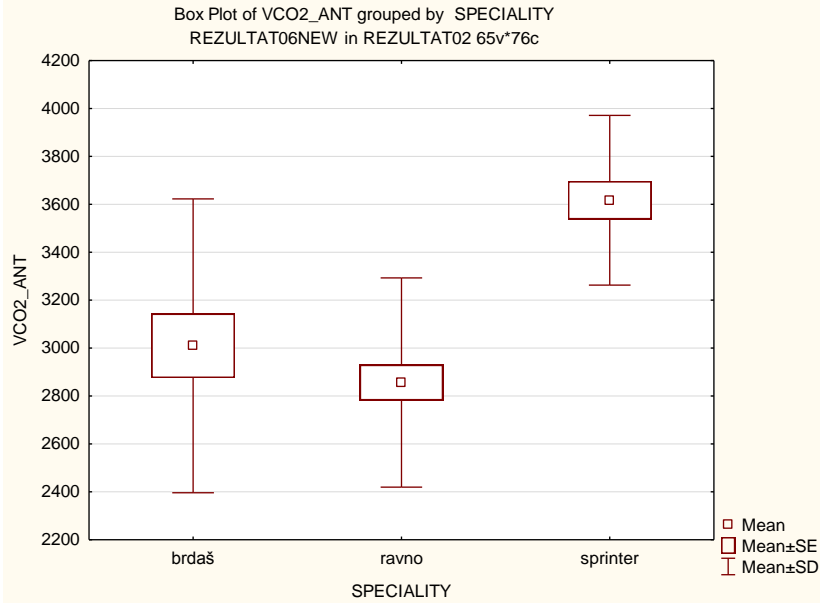


Slika 139. Eliminacija ugljen-dioksida na ventilatornom anaerobnom pragu u odnosu na uzrast.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 30.719 koja je bila statistički visoko značajna ( $p=0.000$ ).

Nakon podele osnovnog uzorka u subuzorke prema specijalnosti ispitanika (Slika 140.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 3009.857 ml/min +/- 613.267 ml/min (CI95% 2730.701-3289.013), 3617.15 ml/min +/- 353.963 ml/min (CI95% 3451.49-3782.81) i 2856.543 ml/min +/- 436.717 ml/min (CI95% 2706.525-3006.56) za subuzorak vozača specijalista za vožnju u brdskim uslovima, sprintera i specijalista za vožnju u pretežno ravnim terenima, respektivno.



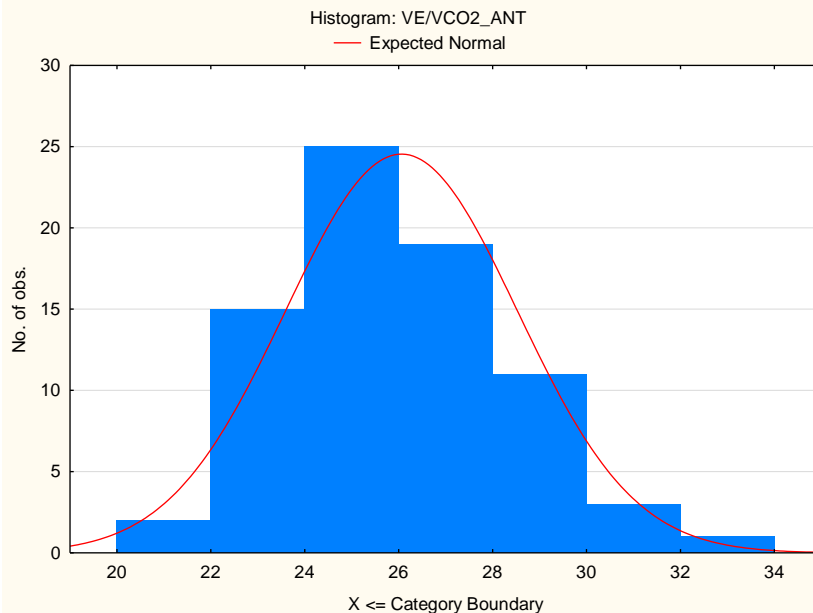


Slika 140. Eliminacija ugljen-dioksida na ventilatornom anaerobnom pragu u odnosu na specijalnost.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 24.926 koja je bila statistički visoko značajna ( $p=0.000$ ).

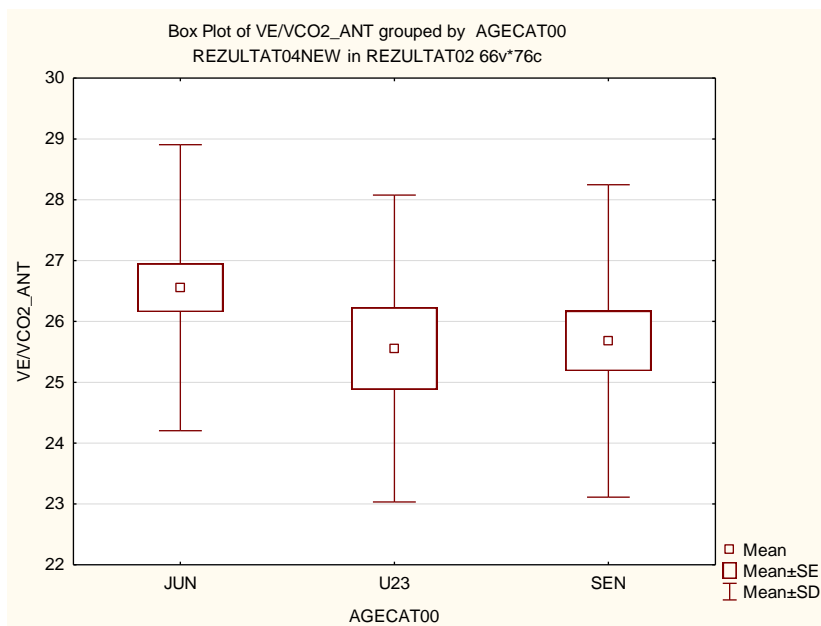
Varijabla: VENTILATORNI EKIVALENT ZA UGLJEN DIOKSID NA VENTILATORNOM ANAEROBNOM PRAGU (VE/VCO2\_ANT)

U varijabli VENTILATORNI EKIVALENT ZA UGLJEN DIOKSID NA VENTILATORNOM ANAEROBNOM PRAGU (VE/VCO2\_ANT) su u osnovnom uzorku istraživanja (Slika 141.) registrovane vrednosti u rasponu od 21.073 do 32.961, sa aritmetičkom sredinom i pripadajućom standardnom devijacijom od 26.06 +/- 2.470. Interval pouzdanosti sa verovatnoćom od 95% u kojem se nalazi stvarna aritmetička sredina populacije se kretao od 25.495 do 26.624.



Slika 141. Ventilatorni ekvivalent za ugljen dioksid na ventilatornom anaerobnom pragu.

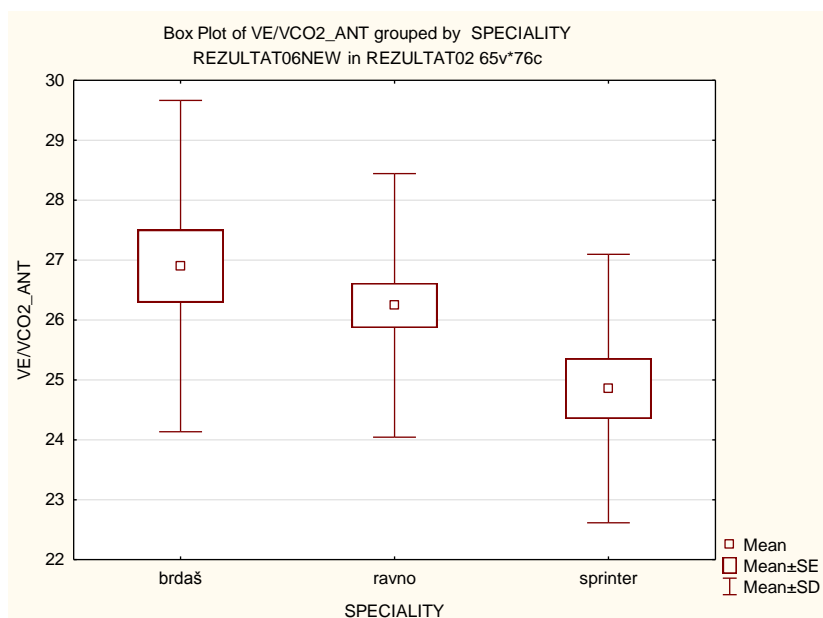
Nakon podele osnovnog uzorka u subuzorke prema uzrastu ispitanika (Slika 142.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 26.554 +/- 2.349, 25.555 +/- 2.521, i 25.68 +/- 2.567 za subuzorak juniora, seniora do 23 god i seniora.



Slika 142. Ventilatorni ekvivalent za ugljen dioksid na ventilatornom anaerobnom pragu u odnosu na uzrast.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 2.761 koja nije bila statistički značajna ( $p=0.251$ ).

Nakon podele osnovnog uzorka u subuzorke prema specijalnosti ispitanika (Slika 143.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 26.9 +/- 2.764 (CI95% 25.641-28.158), 24.856 +/- 2.240 (CI95% 23.807-25.904) i 26.243 +/- 2.199 (CI95% 25.488-26.999) za subuzorak vozača specijalista za vožnju u brdskim uslovima, sprintera i specijalista za vožnju u pretežno ravnim terenima, respektivno.

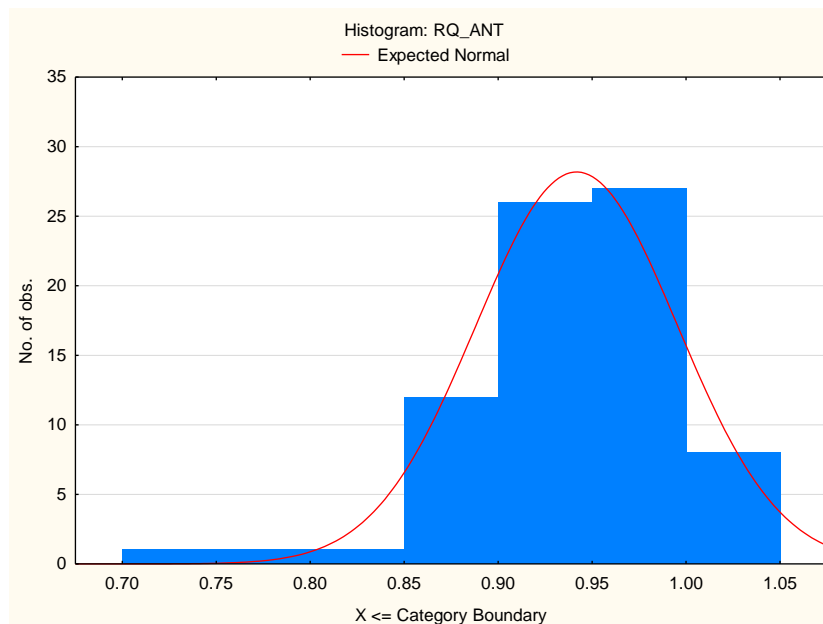


Slika 143. Ventilatorni ekvivalent za ugljen dioksid na ventilatornom anaerobnom pragu u odnosu na specijalnost.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 7.500 koja je bila statistički značajna ( $p=0.023$ ).

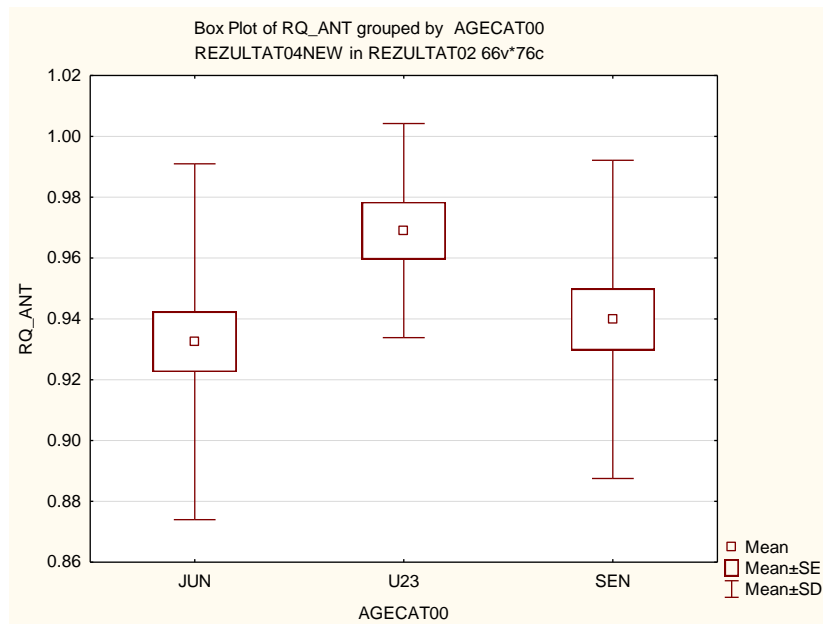
Varijabla: RESPIRATORNI KOEFICIJENT NA VENTILATORNOM ANAEROBNOM PRAGU (RQ\_ANT)

U varijabli RESPIRATORNI KOEFICIJENT NA VENTILATORNOM ANAEROBNOM PRAGU (RQ\_ANT) su u osnovnom uzorku istraživanja (Slika 144.) registrovane vrednosti u rasponu od 0.734 do 1.033, sa aritmetičkom sredinom i pripadajućom standardnom devijacijom od 0.942 +/- 0.053. Interval pouzdanosti sa verovatnoćom od 95% u kojem se nalazi stvarna aritmetička sredina populacije se kretao od 0.93 do 0.954.



Slika 144. Respiratorni koeficijent na ventilatornom anaerobnom pragu.

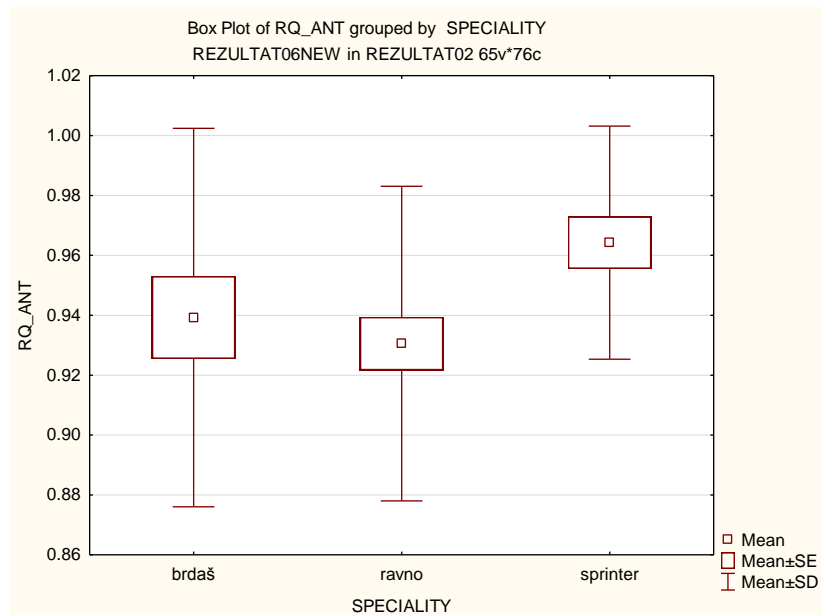
Nakon podele osnovnog uzorka u subuzorke prema uzrastu ispitanika (Slika 145.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 0.932 +/- 0.058 (CI95% 0.912-0.953), 0.969 +/- 0.035 (CI95% 0.949-0.989) i 0.94 +/- 0.052 (CI95% 0.919-0.961) za subuzorak juniora, seniora do 23 godine i seniora respektivno.



Slika 145. Respiratorni koeficijent na ventilatornom anaerobnom pragu u odnosu na uzrast.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 3.793 koja nije bila statistički značajna ( $p=0.150$ ).

Nakon podele osnovnog uzorka u subuzorke prema specijalnosti ispitanika (Slika 146.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od  $0.939 \pm 0.063$  (CI95% 0.91-0.968),  $0.964 \pm 0.038$  (CI95% 0.946-0.982) i  $0.931 \pm 0.052$  (CI95% 0.913-0.949) za subuzorak vozača specijalista za vožnju u brdskim uslovima, sprintera i specijalista za vožnju u pretežno ravnim terenima, respektivno.



Slika 146. Respiratorni koeficijent na ventilatornom anaerobnom pragu u odnosu na specijalnost.

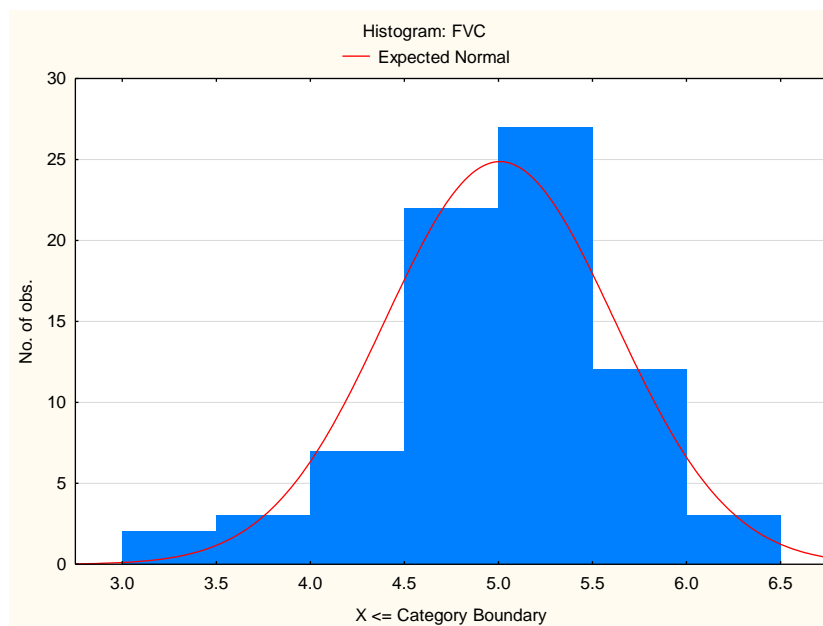
Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 5.220 koja nije bila statistički značajna ( $p=0.073$ ).

### 10. 3. 1. REZULTATI FUNKCIONALNOG ISPITIVANJA RESPIRATORNOG SISTEMA DESKRIPTIVNE STATISTIČKE ANALIZE U ODNOSU NA SPECIJALNOST I UZRAST

#### STATIČKI I DINAMIČKI PARAMETRI

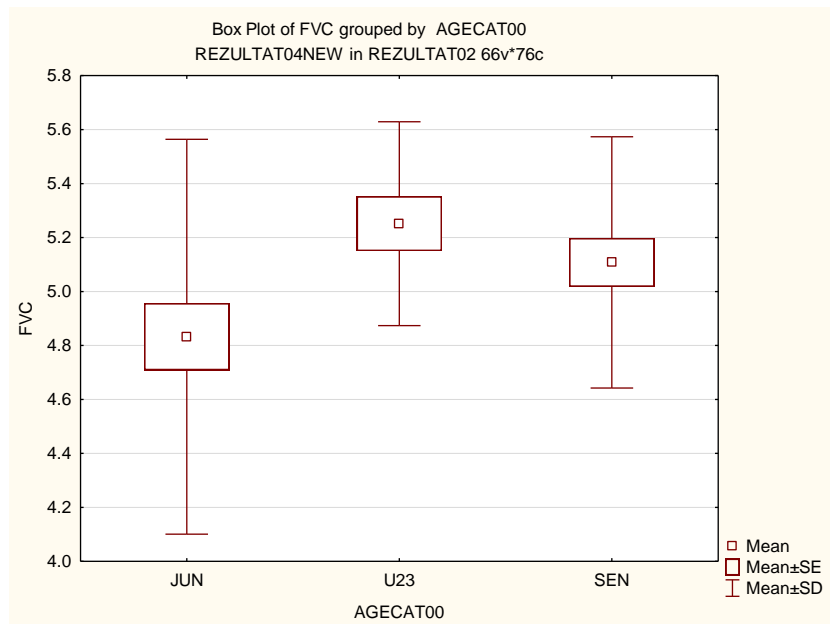
Varijabla: FUNKCIONALNI VITALNI KAPACITET (FVC)

U varijabli FUNKCIONALNI VITALNI KAPACITET (FVC) su u osnovnom uzorku istraživanja (Slika 147.) registrovane vrednosti u rasponu od 3.04 l do 6.4 l, sa aritmetičkom sredinom i pripadajućom standardnom devijacijom od 5.008 l +/- 0.609 l. Interval pouzdanosti sa verovatnoćom od 95% u kojem se nalazi stvarna aritmetička sredina populacije se kretao od 4.868 l do 5.147 l.



Slika 147. Funkcionalni vitalni kapacitet.

Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema uzrastu ispitanika (Slika 148.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 4.833 l +/- 0.731 l (CI95% 4.581-5.084), 5.251 l +/- 0.377 l (CI95% 5.033-5.47) i 5.108 l +/- 0.465 l (CI95% 4.924-5.292) za subuzorak juniora, seniora do 23 godine i seniora respektivno.

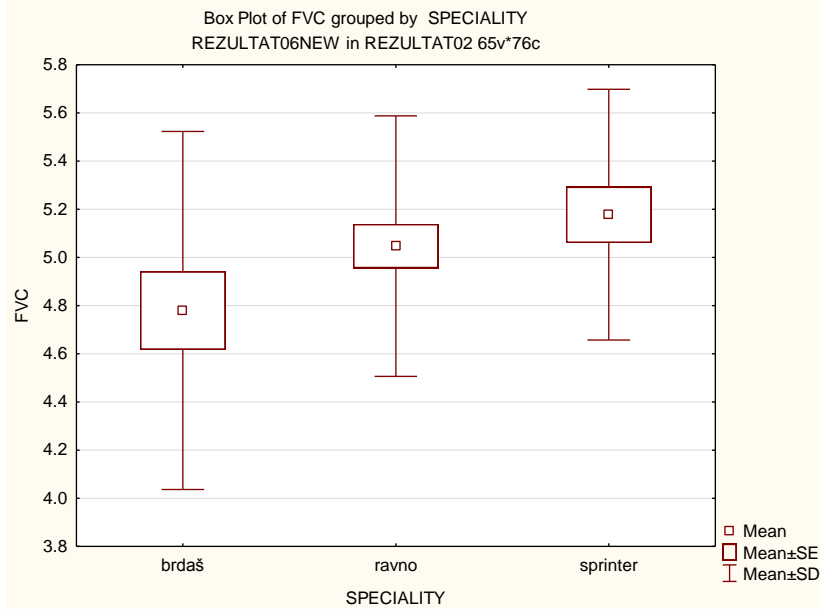


Slika 148. Funkcionalni vitalni kapacitet u odnosu na uzrast.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 6.436 koja je bila statistički značajna ( $p=0.040$ ).

Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema specijalnosti ispitanika (Slika 149.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 4.78 | +/- 0.743 | (CI95% 4.441-5.118), 5.178 | +/- 0.520 | (CI95% 4.934-5.421) i 5.047 | +/- 0.540 | (CI95% 4.861-5.233) za subuzorak vozača specijalista za vožnju u brdskim uslovima, sprintera i specijalista za vožnju u pretežno ravnim terenima, respektivno.



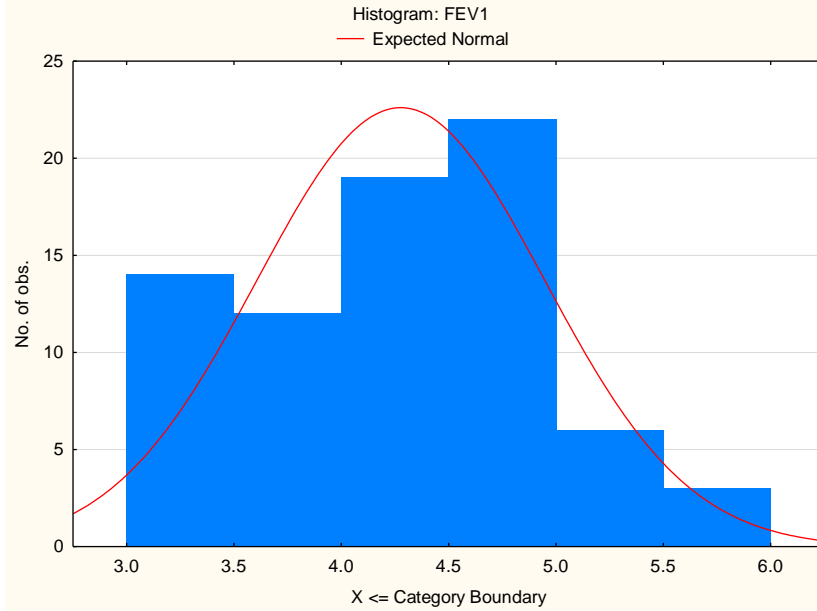


Slika 149. Funkcionalni vitalni kapacitet u odnosu na specijalnost.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 3.447 koja nije bila statistički značajna ( $p=0.178$ ).

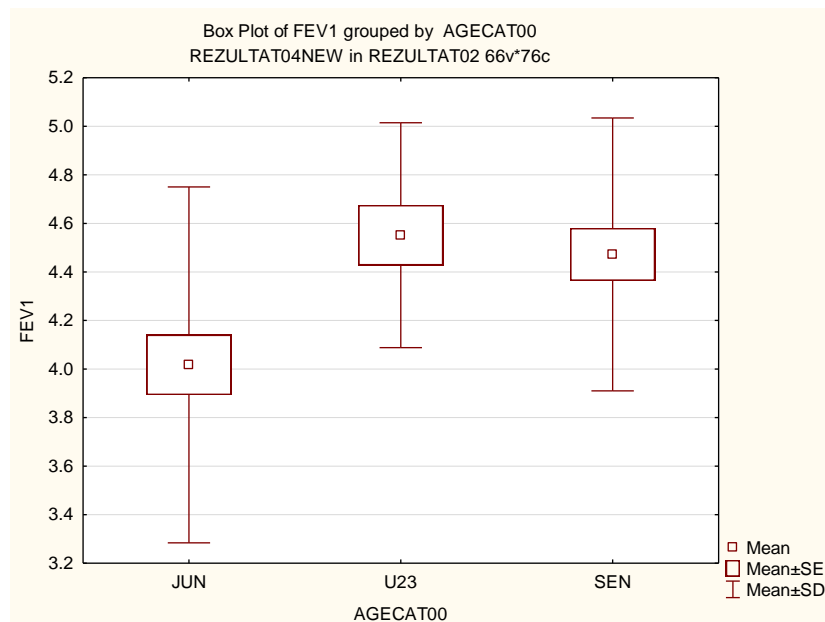
Varijabla: FORSIRANI EKSPIRATORNI VOLUMEN U PRVOJ SEKUNDI (FEV1)

U varijabli FORSIRANI EKSPIRATORNI VOLUMEN U PRVOJ SEKUNDI (FEV1) su u osnovnom uzorku istraživanja (Slika 150.) registrovane vrednosti u rasponu od 3.04 l do 5.85 l, sa aritmetičkom sredinom i pripadajućom standardnom devijacijom od 4.277 l +/- 0.670 l. Interval pouzdanosti sa verovatnoćom od 95% u kojem se nalazi stvarna aritmetička sredina populacije se kretao od 4.124 l do 4.431 l.



Slika 150. Forsirani ekspiratorni volumen u prvoj sekundi.

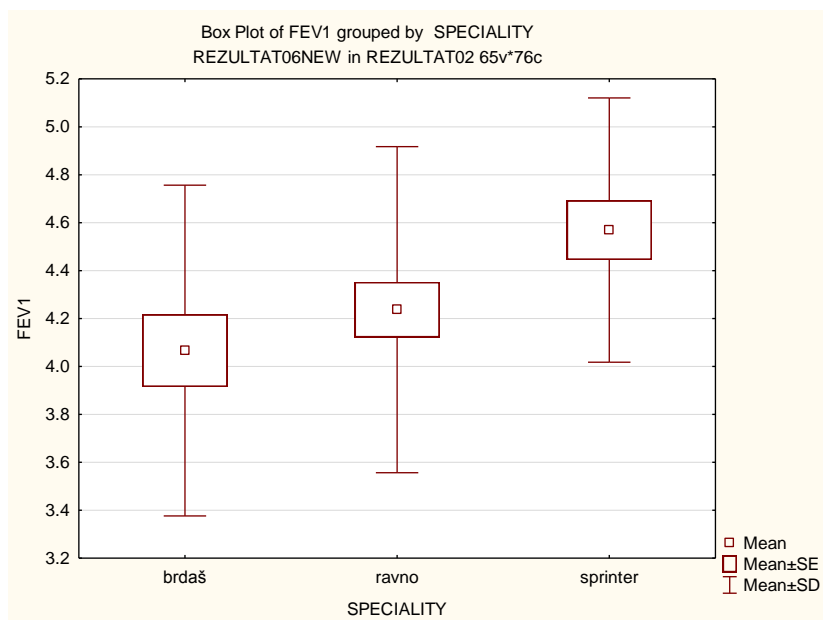
Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema uzrastu ispitanika (Slika 151.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće stand. devijacije od 4.017 | +/- 0.733 |, 4.551 | +/- 0.463 | i 4.472 | +/- 0.562 | za subuzorak juniora, seniora do 23 godine i seniora respektivno.



Slika 152. Forsirani ekspiratorni volumen u prvoj sekundi u odnosu na uzrast.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 8.503 koja je bila statistički značajna ( $p=0.014$ ).

Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema specijalnosti ispitanika (Slika 152.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 4.066 l +/- 0.690 l (CI95% 3.752-4.38), 4.569 l +/- 0.551 l (CI95% 4.311-4.827) i 4.237 l +/- 0.680 l (CI95% 4.003-4.471) za subuzorak vozača specijalista za vožnju u brdskim uslovima, sprintera i specijalista za vožnju u pretežno ravnim terenima, respektivno.

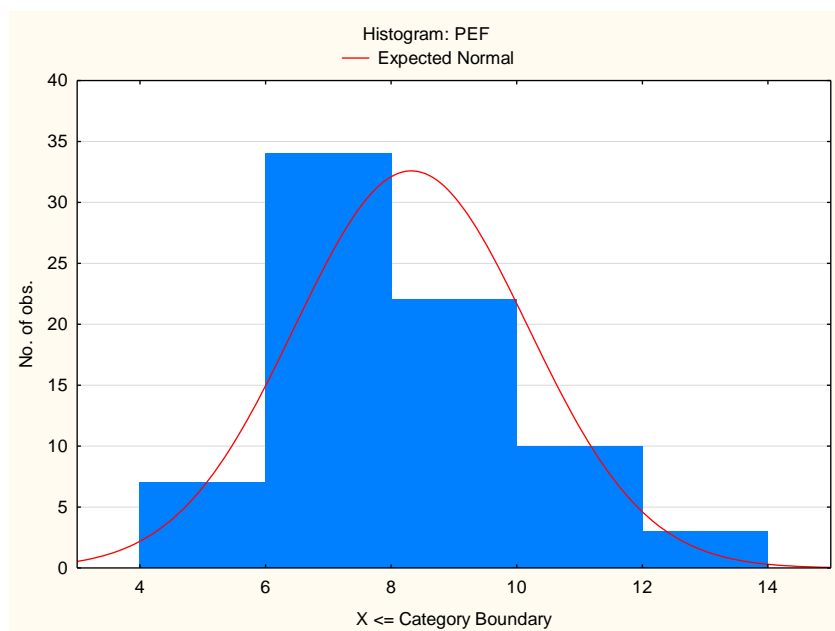


Slika 152. Forsirani ekspiratorni volumen u prvoj sekundi u odnosu na specijalnost.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 4.810 koja nije bila statistički značajna ( $p=0.090$ ).

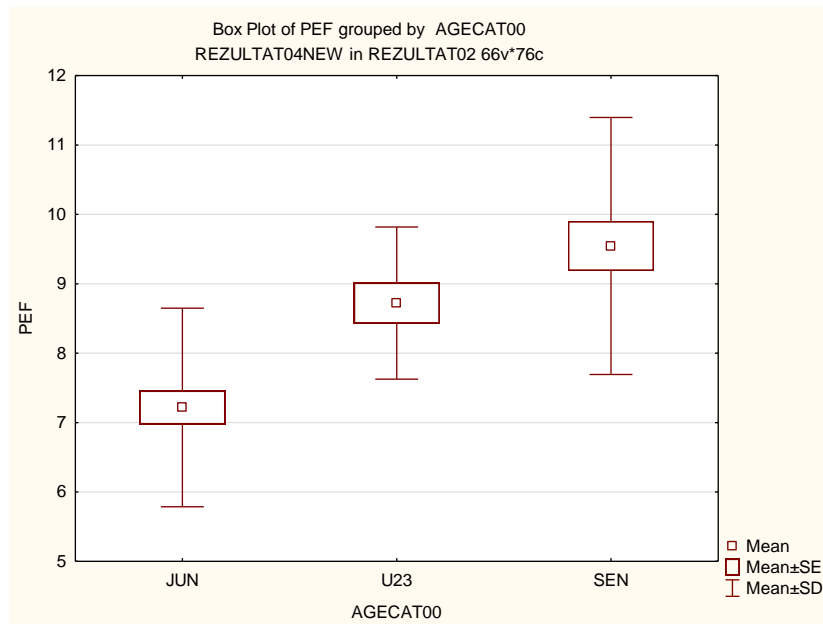
Varijabla: VRŠNI EKSPIRATORNI PROTOK (PEF)

U varijabli VRŠNI EKSPIRATORNI PROTOK (PEF) su u osnovnom uzorku istraživanja (Slika 153.) registrovane vrednosti u rasponu od 4.5 l do 13.94 l, sa aritmetičkom sredinom i pripadajućom standardnom devijacijom od 8.322 l +/- 1.860 l. Interval pouzdanosti sa verovatnoćom od 95% u kojem se nalazi stvarna aritmetička sredina populacije se kretao od 7.897 l do 8.747 l.



Slika 153. Vršni ekspiratorni protok.

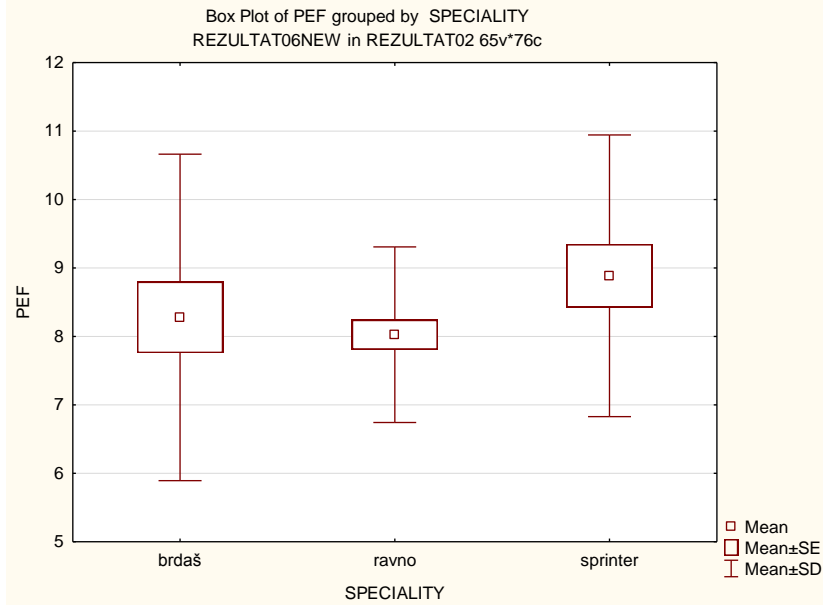
Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema uzrastu ispitanika (Slika 154.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 7.219 l +/- 1.431 l (CI95% 6.727-7.71), 8.722 l +/- 1.096 l (CI95% 8.089-9.355) i 9.545 l +/- 1.851 l (CI95% 8.813-10.277) za subuzorak juniora, seniora do 23 godine i seniora respektivno.



Slika 154. Vršni ekspiratorni protok u odnosu na uzrast.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 27.429 koja je bila statistički visoko značajna ( $p=0.000$ ).

Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema specijalnosti ispitanika (Slika 155.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 8.279 | +/- 2.384 | (CI95% 7.193-9.364), 8.886 | +/- 2.058 | (CI95% 7.923-9.849) i 8.026 | +/- 1.282 | (CI95% 7.586-8.466) za subuzorak vozača specijalista za vožnju u brdskim uslovima, sprintera i specijalista za vožnju u pretežno ravnim terenima, respektivno.

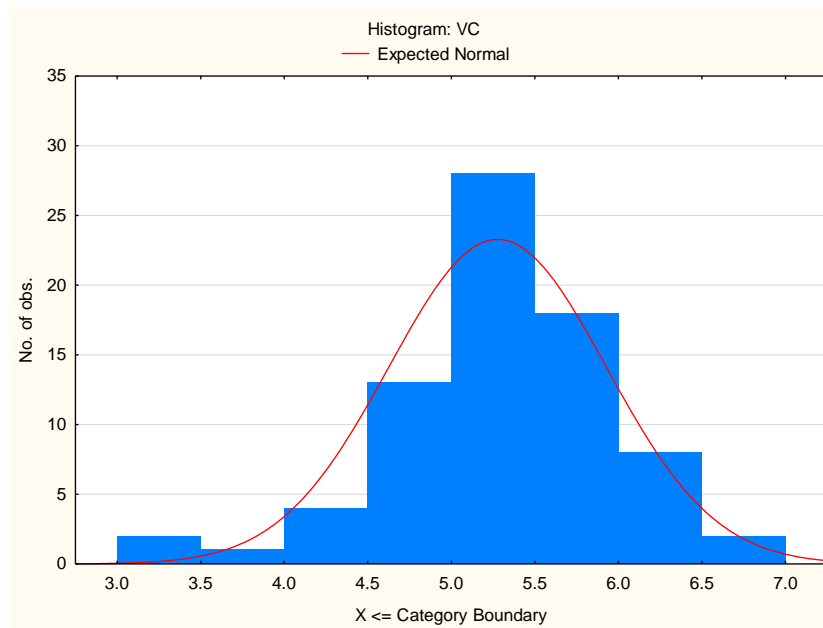


Slika 155. Vršni ekspiratorni protok u odnosu na specijalnost.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 3.490 koja nije bila statistički značajna ( $p=0.174$ ).

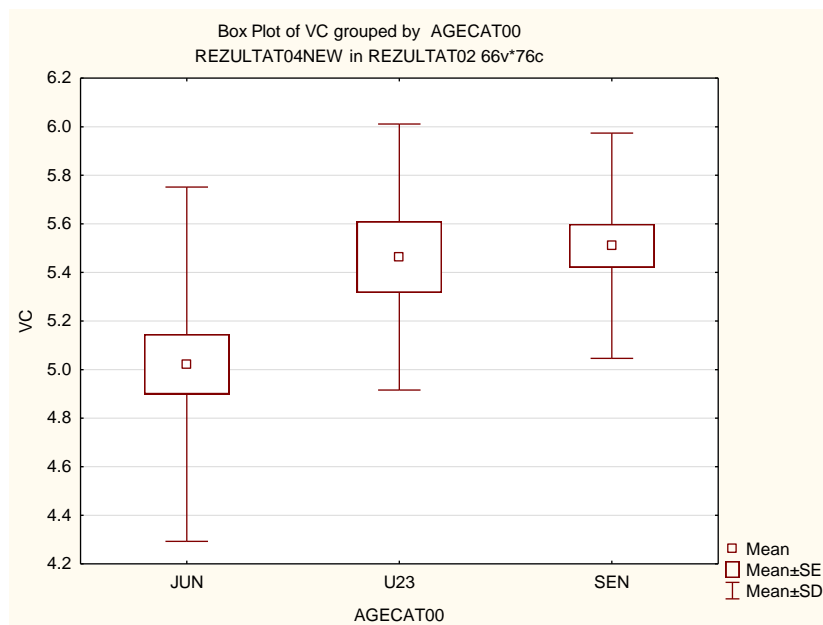
Varijabla: VITALNI KAPACITET (VC)

U varijabli VITALNI KAPACITET (VC) su u osnovnom uzorku istraživanja (Slika 156.) registrovane vrednosti u rasponu od 3.4 l do 6.65 l, sa aritmetičkom sredinom i pripadajućom standardnom devijacijom od 5.277 l  $\pm$  0.651 l. Interval pouzdanosti sa verovatnoćom od 95% u kojem se nalazi stvarna aritmetička sredina populacije se kretao od 5.128 l do 5.426 l.



Slika 43. Vitalni kapacitet.

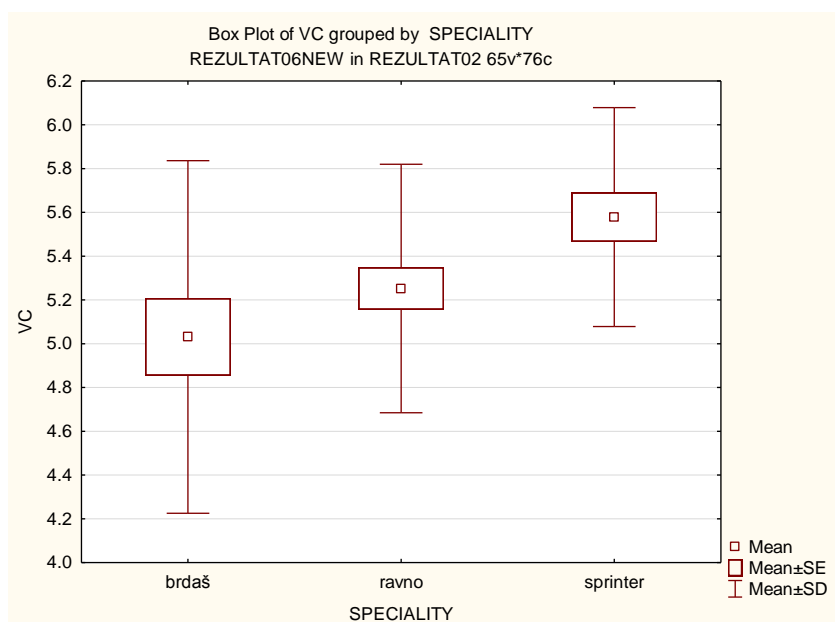
Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subzorku prema uzrastu ispitanika (Slika 156.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 5.022  $\pm$  0.729 (CI95% 4.772-5.273), 5.464  $\pm$  0.547 (CI95% 5.147-5.78) i 5.51  $\pm$  0.463 (CI95% 5.327-5.693) za subzoračun juniora, seniora do 23 godine i seniora respektivno.



Slika 156. Vitalni kapacitet u odnosu na uzrast.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 6.754 koja je bila statistički značajna ( $p=0.034$ ).

Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema specijalnosti ispitanika (Slika 157.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od  $5.03 \pm 0.805$  (CI95% 4.664-5.398),  $5.579 \pm 0.500$  (CI95% 5.344-5.813) i  $5.252 \pm 0.567$  (CI95% 5.057-5.447) za subuzorak vozača specijalista za vožnju u brdskim uslovima, sprintera i specijalista za vožnju u pretežno ravnim terenima, respektivno.



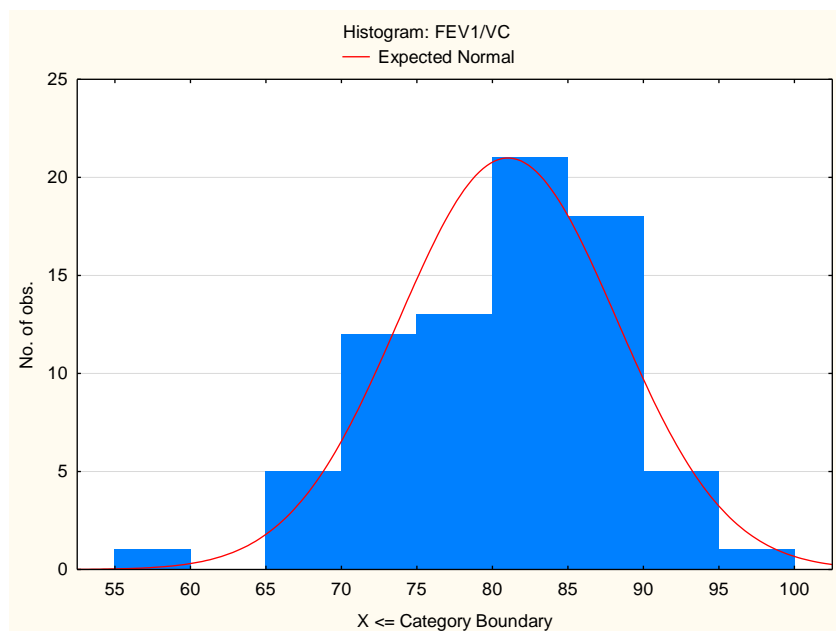
Slika 157. Vitalni kapacitet u odnosu na specijalnost.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 5.977 koja nije bila statistički značajna ( $p=0.050$ ).



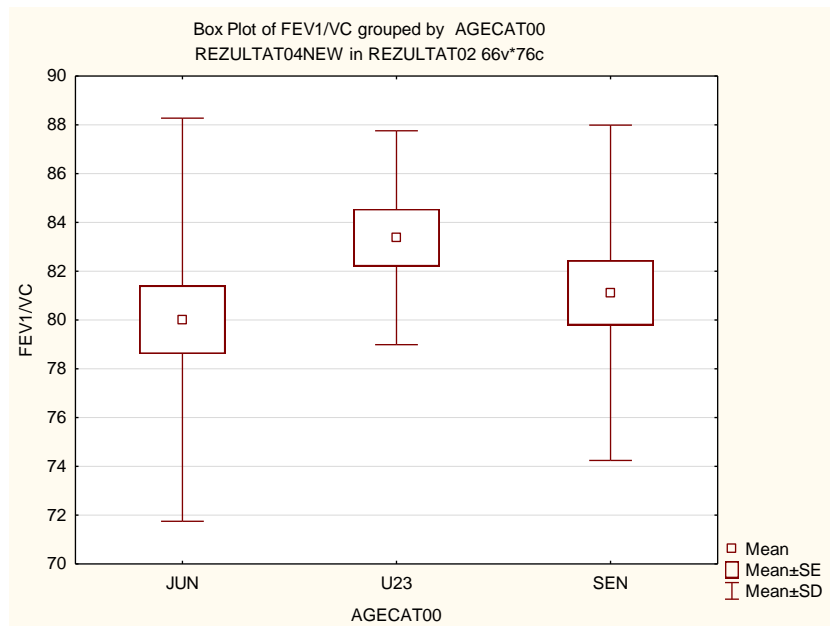
Varijabla: ODNOS FORSIRANOG EKSPIRATORNOG VOLUMENA U PRVOJ SEKUNDI I VITALNOG KAPACITETA (FEV1/VC)

U varijabli ODNOS FORSIRANOG EKSPIRATORNOG VOLUMENA U PRVOJ SEKUNDI I VITALNOG KAPACITETA (FEV1/VC) su u osnovnom uzorku istraživanja (Slika 158.) registrovane vrednosti u rasponu od 59.211% do 95.263%, sa aritmetičkom sredinom i pripadajućom standardnom devijacijom od 81.026% +/- 7.223%. Interval pouzdanosti sa verovatnoćom od 95% u kojem se nalazi stvarna aritmetička sredina populacije se kretao od 79.376% do 82.677%.



Slika 158. Odnos forsiranog ekspiratornog volumena u prvoj sekundi i vitalnog kapaciteta.

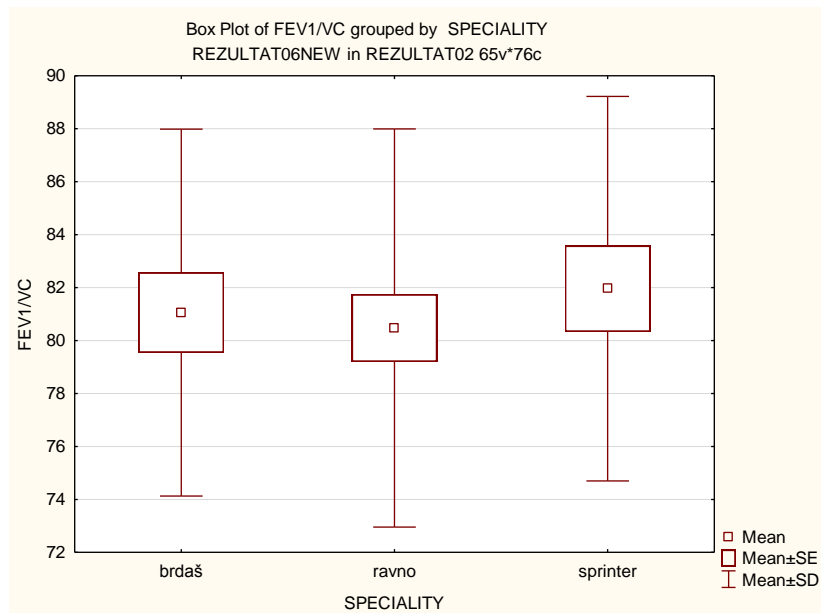
Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema uzrastu ispitanika (Slika 159.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 80.015% +/- 8.263% (CI95% 77.177-82.854), 83.378% +/- 4.385% (CI95% 80.845-85.91) i 81.117% +/- 6.872% (CI95% 78.399-83.836) za subuzorak juniora, seniora do 23 godine i seniora respektivno.



Slika 159. Odnos forsiranog ekspiratornog volumena u prvoj sekundi i vitalnog kapaciteta u odnosu na uzrast.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 1.875 koja nije bila statistički značajna ( $p=0.391$ ).

Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema specijalnosti ispitanika (Slika 160.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 81.057% +/- 6.929% (CI95% 77.903-84.212), 81.959% +/- 7.261% (CI95% 78.561-85.358) i 80.474% +/- 7.519% (CI95% 77.891-83.057) za subuzorak vozača specijalista za vožnju u brdskim uslovima, sprintera i specijalista za vožnju u pretežno ravnim terenima, respektivno.

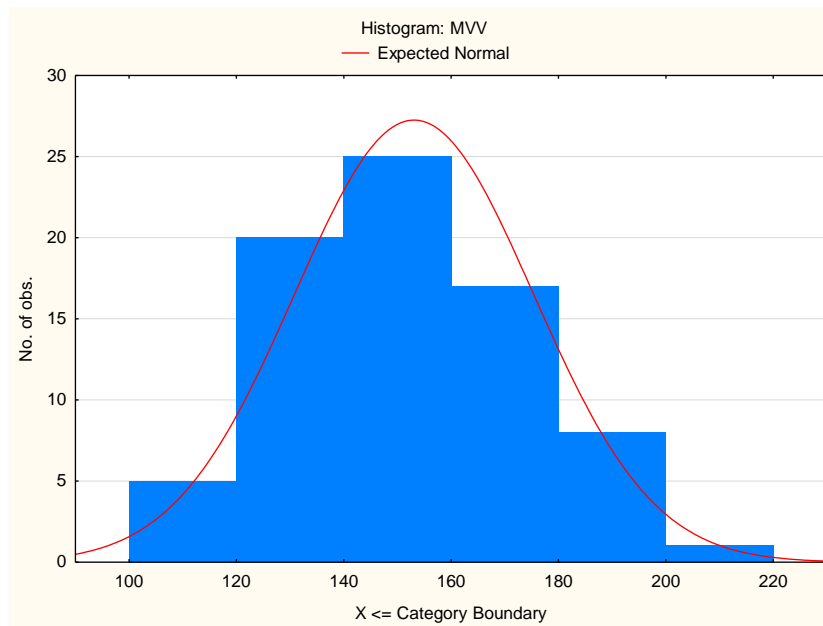


Slika 160. Odnos forsiranog ekspiratornog volumena u prvoj sekundi i vitalnog kapaciteta u odnosu na specijalnost.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 0.217 koja nije bila statistički značajna ( $p=0.896$ ).

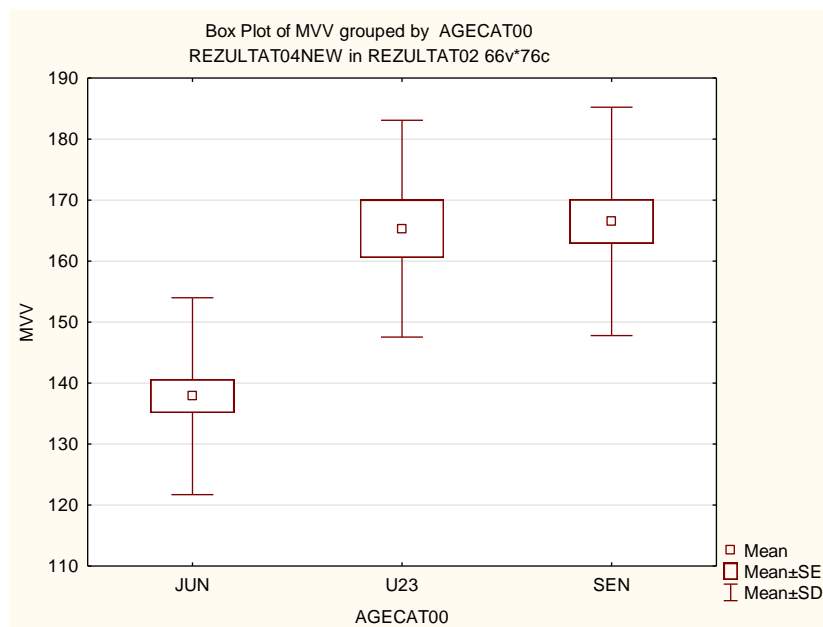
Varijabla: MAKSIMALNA VOLJNA VENTILACIJA (MVV)

U varijabli MAKSIMALNA VOLJNA VENTILACIJA (MVV) su u osnovnom uzorku istraživanja (Slika 161.) registrovane vrednosti u rasponu od 103.4 l/min do 205.7 l/min, sa aritmetičkom sredinom i pripadajućom standardnom devijacijom od 153.093 l/min +/- 22.248 l/min. Interval pouzdanosti sa verovatnoćom od 95% u kojem se nalazi stvarna aritmetička sredina populacije se kretao od 148.009 l/min do 158.177 l/min.



Slika 161. Maksimalna voljna ventilacija.

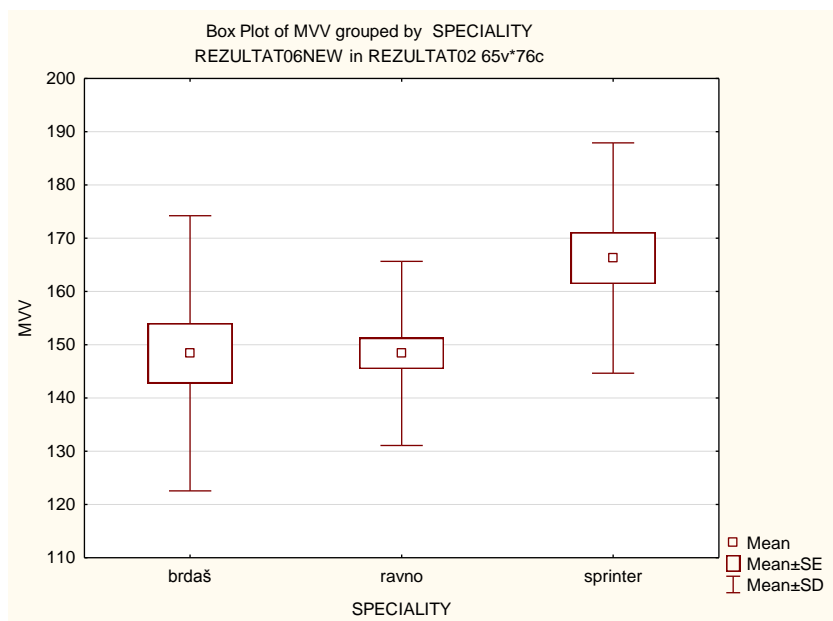
Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema uzrastu ispitanika (Slika 162.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 137.863 l/min +/- 16.133 l/min, 165.307 l/min +/- 17.765 l/min i 166.504 l/min +/- 18.717 l/min za subuzorak juniora, seniora do 23 godine i seniora respektivno.



Slika 162. Maksimalna voljna ventilacija u odnosu na uzrast.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 31.914 koja je bila statistički visoko značajna ( $p=0.000$ ).

Nakon podele osnovnog uzorka istraživanja u subuzorke prema specijalnosti ispitanika (Slika 163.), dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 148.4 l/min +/- 25.840 l/min (CI95% 136.638-160.162), 166.28 l/min +/- 21.628 l/min (CI95% 156.157-176.403) i 148.374 l/min +/- 17.289 l/min (CI95% 142.435-154.313) za subuzorak vozača specijalista za vožnju u brdskim uslovima, sprintera i specijalista za vožnju u pretežno ravnim terenima, respektivno.



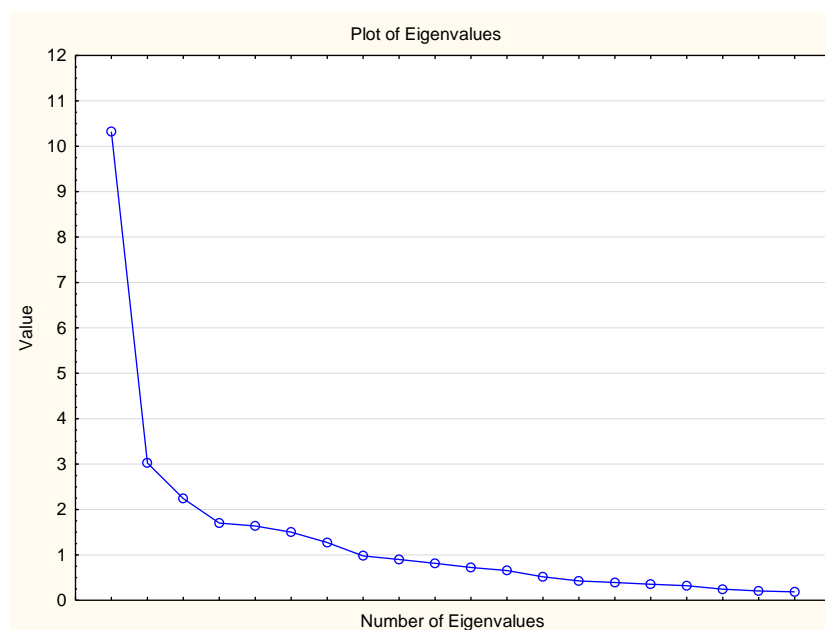
Slika 163. Maksimalna voljna ventilacija u odnosu na specijalnost.

Nakon testiranja registrovanih razlika između subuzoraka Kruskal-Walisovom neparametrijskom analizom varijanse dobijena je H-vrednost od 8.228 koja je bila statistički značajna ( $p=0.016$ ).

## 10. 4. REZULTATA FAKTORSKE ANALIZE

Faktorska analiza u ovom istraživanju primenjena je s ciljem da pronađe obrazac odnosa između velikog broja varijabli, tj. da se izdvoje zajednički faktori koji čine zajedničku strukturu u varijablama antropometrijskih karakteristika, funkcionalnih sposobnosti kao i pokazatelja specifične radne sposobnosti biciklista.

Ispitivani manifestni prostor je bio opisan sa 29 varijabli istraživanja. Rezultati sprovedene faktorske analize ukazuju na latentnu strukturu prostora sa 7 fundamentalnih dimenzija (Slika 164; Tabela 2.). Ekstrahovane dimenzije se mogu smatrati odgovornim za 74.81% ukupno registrovane varijanse.



Slika 164. Latentna struktura prostora sa 7 fundamentalnih dimenzija.

Tabela 2. Manifestne i latentne varijable.

Variable	Factor Loadings (Varimax normalized)						
	Extraction: Principal components						
	(Marked loadings are >0.30)						
	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5	Factor 6	Factor 7
AGE	0.376	0.049	-0.392	0.136	0.162	0.621	0.170
YEARS	0.380	0.038	-0.441	0.071	0.172	0.550	0.072
WEEKLY	0.032	0.195	-0.023	0.583	0.400	0.013	0.035
HOURS	0.086	0.260	0.145	0.648	-0.074	0.331	-0.037
PULS_REST	-0.377	0.111	0.237	0.089	-0.127	-0.141	0.561
BH	0.145	0.302	-0.090	-0.065	0.008	0.128	0.744
BM	0.422	0.294	-0.289	0.076	-0.023	-0.015	0.683
FAT%	-0.030	-0.211	-0.119	0.027	-0.063	-0.778	0.153
FVC	0.172	0.787	0.141	-0.127	-0.010	0.029	0.332
FEV1	0.161	0.877	0.005	0.059	-0.050	0.011	0.159
PEF	0.251	0.744	-0.146	0.148	0.088	0.211	0.075
VC	0.247	0.792	-0.048	0.069	-0.131	-0.024	0.360
MVV	0.306	0.769	-0.222	0.069	0.203	0.285	0.024
TA_S	0.482	-0.013	-0.297	0.473	-0.134	-0.026	0.148
TA_D	-0.153	0.321	0.031	-0.668	-0.127	0.214	0.019
T_ANT	0.371	0.000	0.040	-0.096	-0.089	0.612	0.075
POWER_ANT	0.795	0.438	0.065	-0.038	-0.008	0.051	-0.091
HR_ANT	0.212	-0.127	0.844	-0.092	0.264	0.062	0.022
RF_ANT	0.156	-0.106	0.116	-0.036	0.847	-0.110	0.048
VE_ANT	0.752	0.235	0.051	0.000	0.489	0.204	0.047
VO2_ANT	0.816	0.246	0.043	0.176	0.184	0.311	0.115
VCO2_ANT	0.850	0.227	0.142	0.148	0.191	0.252	0.107
TIME_ALL	0.295	0.210	0.039	0.386	-0.228	0.516	0.042
POWER_MAX	0.644	0.568	-0.063	-0.011	-0.086	0.017	-0.242
HR_MAX	0.001	-0.054	0.819	0.098	-0.001	-0.016	-0.057
RF_MAX	0.037	0.183	0.074	0.318	0.660	0.182	-0.287
VE_MAX	0.386	0.690	-0.178	0.090	0.294	0.307	-0.033
VO2_MAX	0.723	0.327	-0.059	0.215	0.028	0.329	0.251
VCO2_MAX	0.685	0.359	0.020	0.266	-0.024	0.275	0.110
Expl.Var	5.610	5.119	2.191	1.986	2.036	2.793	1.958
Prp.Totl	0.193	0.176	0.075	0.068	0.070	0.096	0.067

U skupu latentnih generatora varijabiliteta, koji predstavljaju fundamentalne dimenzije analiziranog prostora prvi ekstrahovani Varimax faktor nakon rotacije opisivao je 19.346% ukupno registrovane varijanse. Ova latentna dimenzija ispitivanog prostora značajno saturira 15 manifestnih varijabli obuhvaćenih istraživanjem (Tabela 2). Salijentnim vrednostima na ovom faktoru projektovale su se sledeće varijable:

- Eliminacija ugljen-dioksida na ventilatornom anaerobnom pragu - VCO<sub>2</sub>ANT (0.850)
- Potrošnja kiseonika na ventilatornom anaerobnom pragu - VO<sub>2</sub>\_ANT (0.816)
- Dostignuta snaga na ventilatornom anaerobnom pragu - POWER\_ANT (0.795)
- Ventilacija na ventilatornom anaerobnom pragu - VE\_ANT (0.752)
- Maksimalna potrošnja kiseonika - VO<sub>2</sub>\_MAX (0.723)
- Eliminacija ugljen-dioksida pri maksimalnom opterećenju - VCO<sub>2</sub>\_MAX (0.685)
- Maksimalna dostignuta snaga - POWER\_MAX (0.644) i
- Maksimalan sistolični krvni pritisak - TA\_S (0.482).

Osim ovih varijabli ekstrahovani Varimax faktor je saturirao nižim vrednostima, ali statistički još uvek značajnim, i sledeće varijable:

- Telesna masa - BM (0.422)
- Maksimalna ventilacija - VE\_MAX (0.386)
- Godine treniranja - YEARS (0.380)
- Puls u miru - PULS\_REST (-0.377)
- Uzrast ispitanika - AGE (0.376)
- Vreme do postizanja ventilatornog anaerobnog praga - T\_ANT (0.371) i
- Maksimalna voljna ventilacija - MVV (0.306).

Na osnovu strukture varijabli saturiranih ovim Varimax faktorom, moguće je zaključiti da se radi o latentnoj dimenziji ODNOS UGLJEN DIOKSIDA, KISEONIKA I SNAGE NA VANP .

U skupu latentnih generatora varijabiliteta, koji predstavljaju fundamentalne dimenzije analiziranog prostora drugi ekstrahovani Varimax faktor je opisivao 17.654% ukupno registrovane varijanse. Ova latentna dimenzija ispitivanog prostora značajno saturira 12



manifestnih varijabli obuhvaćenih istraživanjem. Salijentnim vrednostima na ovom faktoru projektovale su se sledeće varijable:

- Forsirani ekspiratorni volumen u prvoj sekundi - FEV1 (0.877)
- Vitalni kapacitet - VC (0.792)
- Funkcionalni vitalni kapacitet - FVC (0.787)
- Maksimalna voljna ventilacija - MVV (0.769)
- Vršni ekspiratorni protok - PEF (0.744) i
- Maksimalna ventilacija - VE\_MAX (0.690).

Osim ovih varijabli ekstrahovani Varimax faktor je saturirao nižim vrednostima, ali statistički još uvek značajnim, i sledeće varijable:

- Maksimalna dostignuta snaga - POWER\_MAX (0.568)
- Dostignuta snaga na ventilatornom anaerobnom pragu - POWER\_ANT (0.438)
- Eliminacija ugljen-dioksida pri maksimalnom opterećenju - VCO<sub>2</sub>\_MAX (0.359)
- Maksimalna potrošnja kiseonika - VO<sub>2</sub>\_MAX (0.327)
- Maksimalan dijastolični krvni pritisak - TA\_D (0.321) i
- Telesna visina - BH (0.302).

Na osnovu strukture varijabli saturiranih ovim Varimax faktorom, moguće je zaključiti da se radi o latentnoj dimenziji DINAMIČKI PLUĆNI VOLUMEN.

U skupu latentnih generatora varijabiliteta, koji predstavljaju fundamentalne dimenzije analiziranog prostora treći ekstrahovani Varimax faktor je opisivao 7.555% ukupno registrovane varijanse. Ova latentna dimenzija ispitivanog prostora značajno saturira 4 manifestne varijable obuhvaćenih istraživanjem. Salijentnim vrednostima na ovom faktoru projektovale su se sledeće varijable:

- Puls na ventilatornom anaerobnom pragu - HR\_ANT (0.844) i
- Maksimalan puls - HR\_MAX (0.819).

Osim ovih varijabli ekstrahovani Varimax faktor je saturirao nižim vrednostima, ali statistički još uvek značajnim, i sledeće varijable:

- Godine treniranja - YEARS (-0.441) i
- Uzrast ispitanika - AGE (-0.392).

Na osnovu strukture varijabli saturiranih ovim Varimax faktorom, moguće je zaključiti da se radi o latentnoj dimenziji STEPEN UTRENIRANOSTI ODREĐEN FREKVENCOM SRCA.

U skupu latentnih generatora varijabiliteta, koji predstavljaju fundamentalne dimenzije analiziranog prostora četvrti ekstrahovani Varimax faktor je opisivao 6.849% ukupno registrovane varijanse. Ova latentna dimenzija ispitivanog prostora značajno saturira 5 manifestnih varijabli obuhvaćenih istraživanjem. Salijentnim vrednostima na ovom faktoru projektovale su se sledeće varijable:

- Maksimalan dijastolični krvni pritisak - TA\_D (-0.668)
- Trajanje treninga - HOURS (0.648) i
- Učestalost treninga - WEEAKLY (0.583).

Osim ovih varijabli ekstrahovani Varimax faktor je saturirao nižim vrednostima, ali statistički još uvek značajnim, i sledeće varijable:

- Maksimalan sistolični krvni pritisak - TA\_S (0.473) i
- Maksimalna frekvencije disanja - FD\_MAX (0.318).

Na osnovu strukture varijabli saturiranih ovim Varimax faktorom, moguće je zaključiti da se radi o latentnoj dimenziji POKAZATELJ EFIKASNOSTI RADA SRCA.

U skupu latentnih generatora varijabiliteta, koji predstavljaju fundamentalne dimenzije analiziranog prostora 5. ekstrahovani Varimax faktor je opisivao 7.024% ukupno registrovane varijanse. Ova latentna dimenzija ispitivanog prostora značajno saturira 4 manifestne varijable obuhvaćenih istraživanjem. Salijentnim vrednostima na ovom faktoru projektovale su se sledeće varijable:

- Frekvencije disanja na ventilatornom anaerobnom pragu - FD\_ANT (0.847) i
- Maksimalna frekvencije disanja - RF\_MAX (0.660).

Osim ovih varijabli ekstrahovani Varimax faktor je saturirao nižim vrednostima, ali statistički još uvek značajnim, i sledeće varijabla:

- Ventilacija na ventilatornom anaerobnom pragu - VE\_ANT (0.489).

Na osnovu strukture varijabli saturiranih ovim Varimax faktorom, moguće je zaključiti da se radi o latentnoj dimenziji EFIKASNOST VENTILACIJE.

U skupu latentnih generatora varijabiliteta, koji predstavljaju fundamentalne dimenzije analiziranog prostora šesti ekstrahovani Varimax faktor je opisivao 9.631% ukupno registrovane varijanse. Ova latentna dimenzija ispitivanog prostora značajno saturira 8 manifestnih varijabli obuhvaćenih istraživanjem. Salijentnim vrednostima na ovom faktoru projektovale su se sledeće varijable:

- Zastupljenost telesnih masti % - FAT% (-0.778)
- Uzrast ispitanika - AGE (0.621)
- Vreme do postizanja ventilatornog anaerobnog praga - T\_ANT (0.612)
- Godine treniranja - YEARS (0.550).

Osim ovih varijabli ekstrahovani Varimax faktor je saturirao nižim vrednostima, ali statistički još uvek značajnim, i sledeće varijable:

- Trajanje treninga - HOURS (0.331)
- Maksimalna potrošnja kiseonika - VO2\_MAX (0.329)
- Potrošnja kiseonika na ventilatornom anaerobnom pragu - VO2\_ANT (0.311) i
- Maksimalna ventilacija - VE\_MAX (0.307).

Na osnovu strukture varijabli saturiranih ovim Varimax faktorom, moguće je zaključiti da se radi o latentnoj dimenziji OPTIMALNI NIVO MASNE KOMPONENTE.

U skupu latentnih generatora varijabiliteta, koji predstavljaju fundamentalne dimenzije analiziranog prostora sedmi ekstrahovani Varimax faktor je opisivao 6.752% ukupno registrovane varijanse. Ova latentna dimenzija ispitivanog prostora značajno saturira 5 manifestnih varijabli obuhvaćenih istraživanjem. Salijentnim vrednostima na ovom faktoru projektovale su se sledeće varijable:

- Telesna visina - BH (0.744)
- Telesna masa - BM (0.683) i

- Puls u miru - PULS\_REST (0.561).

Osim ovih varijabli ekstrahovani Varimax faktor je saturirao nižim vrednostima, ali statistički još uvek značajnim, i sledeće varijable:

- Vitalni kapacitet - VC (0.360) i
- Funkcionalni vitalni kapacitet - FVC (0.332).

Na osnovu strukture varijabli saturiranih ovim Varimax faktorom, moguće je zaključiti da se radi o latentnoj dimenziji OPTIMALNA VISINA.

## 10. 5. REZULTATI REGRESIJE ANALIZE U FUNKCIJI SPECIJALNOSTI

### 10. 5. 1. Modelne karakteristike biciklista specijalista za vožnju na pretežno ravnim terenima

Značajnost univarijantnih veza određena je serijom binarnih logističkih regresionih analiza, u kojima je verovatnoća pripadanja nekom od modaliteta kriterijuma, stavljena u funkciju svake od potencijalnih varijabli prediktora (rezultata sa testa). U slučaju kriterijumske varijable, pripadanja grupi **specijalista za vožnju u pretežno ravnim terenima**, statistički značajne veze registrovane su sa sledećim varijablama prediktora:

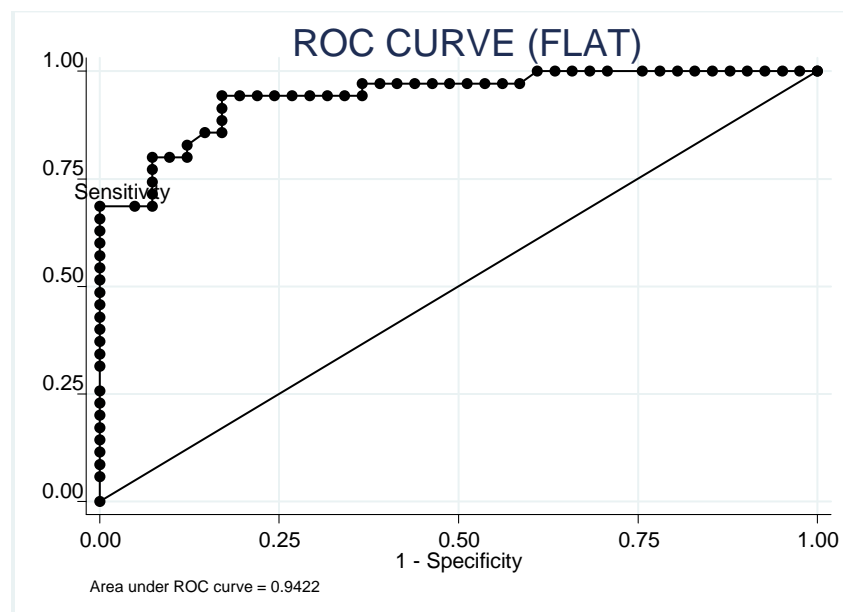
- Dostignuta snaga na ventilatornom anaerobnom pragu - POWER\_ANT (0.000)
- Eliminacija ugljen-dioksida na ventilatornom anaerobnom pragu - VCO<sub>2</sub>\_ANT (0.001)
- Maksimalna dostignuta snaga - POWER\_MAX (0.001)
- Potrošnja kiseonika na ventilatornom anaerobnom pragu - VO<sub>2</sub>\_ANT (0.002)
- Ventilacija na ventilatornom anaerobnom pragu - VE\_ANT (0.005)
- Vreme do postizanja ventilatornog anaerobnog praga - T\_ANT (0.014)
- Maksimalna potrošnja kiseonika - VO<sub>2</sub>\_MAX (0.045)
- Puls u miru - PULS\_REST (0.049)

Multivarijantni doprinos prediktivnih varijabli je određen binomnom logističkom regresionom analizom, u kojoj je u funkciji prediktora bio uvršten skup varijabli koje svojom prirodom mogu da doprinesu validnoj predikciji pripadanja skupu biciklista specijalista za vožnju u pretežno ravnim terenima. Od modaliteta analize korišćena je Wald Forward Stepwise varijanta uključivanja varijabli prediktora sa najvišim doprinosom objašnjenju varijanse kriterijuma. Rezultati ukazuju na značajan doprinos objašnjenju kriterijumske varijable sledećih prediktorskih varijabli:

- Dostignuta snaga na ventilatornom anaerobnom pragu - POWER\_ANT (0)
- Telesna masa - BM (0.003)

- Eliminacija ugljen-dioksida pri maksimalnom opterećenju - VCO<sub>2</sub>\_MAX (0.021)

Model prikazuje dobre prediktivne karakteristike (Nagelkerke  $R^2=0.730$ ;  $p=0.000$ ). Ovo potvrđuje i Hosmer-Lemeshow test prilagođenosti regresionog modela ( $p=0.952$ ). Površina pod ROC krivom je iznosila 0.942 ( $p=0.000$ ), što govori u prilog dobroj diskriminacionoj validnosti prognostičkog modela (Slika 165.).



Slika 165. Prediktivne karakteristike pripadanja skupu biciklista specijalista za vožnju na pretežno ravnom terenu.

Dobijeni **prediktivni model** korektno je klasifikovao 85.5% biciklista u osnovnom uzorku istraživanja. Senzitivnost modela je iznosila 85.71%, specifičnost 85.37%, pozitivna prediktivna vrednost 83.33%, dok je negativna prediktivna vrednost iznosila 87.50%.

## 10. 5. 2. Modelne karakteristike specijalista za vožnju u brdskim uslovima

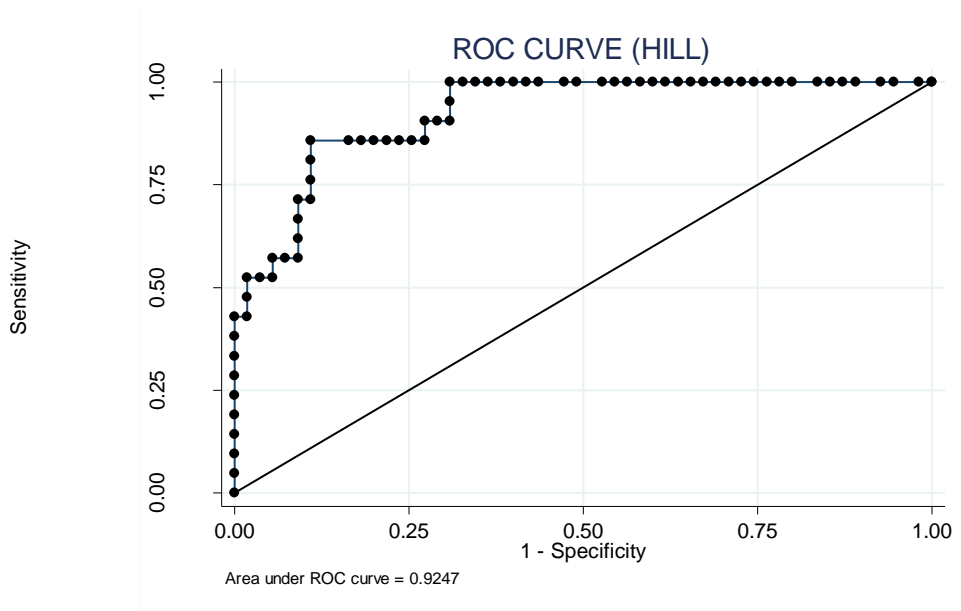
Značajnost univarijantnih veza je određena serijom binarnih logističkih regresionih analiza, u kojima je verovatnoća pripadanja nekom od modaliteta kriterijuma, stavljana u funkciju svake od potencijalnih varijabli prediktora. U slučaju kriterijumske varijable pripadanja grupi **specijalista za vožnju u brdskim uslovima**, statistički značajne veze su registrovane sa sledećim varijablama prediktora:

- Telesna masa - BM (0.000),
- Telesna visina - BH (0.007),
- Eliminacija ugljen-dioksida pri maksimalnom opterećenju - VCO<sub>2</sub>\_MAX (0.029),
- Vitalni kapacitet - VC (0.048).

Multivarijantni doprinos prediktivnih varijabli je određen binomnom logističkom regresionom analizom, u kojoj je u funkciji prediktora bio uvršten skup varijabli koje svojom prirodom mogu da doprinesu validnoj predikciji pripadanja skupu biciklista specijalista za vožnju u brdskim uslovima. Od modaliteta analize korišćena je Wald Forward Stepwise varijanta uključivanja varijabli prediktora sa najvišim doprinosom objašnjenju varijanse kriterijuma. Rezultati ukazuju na značajan doprinos objašnjenju kriterijumske varijable sledećih prediktorskih varijabli:

- Telesna masa - BM (0.000),
- Dostignuta snaga na ventilatornom anaerobnom pragu - POWER\_ANT (0.002),
- Eliminacija ugljen-dioksida na ventilatornom anaerobnom pragu - VCO<sub>2</sub>\_ANT (0.005).

Model prikazuje dobre prediktivne karakteristike (Nagelkerke  $R^2=0.622$ ;  $p=0.000$ ). Ovo potvrđuje i Hosmer-Lemeshow test prilagođenosti regresionog modela ( $p=0.944$ ). Površina pod ROC krivom je iznosila 0.925 ( $p=0.000$ ), što govori u prilog dobroj diskriminacionoj validnosti prognostičkog modela (Slika 166.).



Slika 166. Prediktivne karakteristike pripadanja skupu biciklista specijalista za vožnju na pretežno brdskom terenu.

Dobijeni predikcioni model je korektno klasifikovao 81.6% biciklista u osnovnom uzorku istraživanja. Senzitivnost modela je iznosila 57.14%, specifičnost 90.91%, pozitivna prediktivna vrednost 70.59%, dok je negativna prediktivna vrednost iznosila 84.75%.

### 10. 5. 3. Modelne karakteristike specijalista sprintera

Značajnost univarijantnih veza je određena serijom binarnih logističkih regresionih analiza, u kojima je verovatnoća pripadanja nekom od modaliteta kriterijuma, stavljena u funkciju svake od potencijalnih varijabli prediktora. U slučaju kriterijumske varijable pripadanja grupi **sprintera**, statistički značajne veze su registrovane sa sledećim varijablama prediktora:

- Dostignuta snaga na ventilatornom anaerobnom pragu - POWER\_ANT (0.000)
- Potrošnja kiseonika na ventilatornom anaerobnom pragu - VO<sub>2</sub>\_ANT (0.000)
- Eliminacija ugljen-dioksida na ventilatornom anaerobnom pragu-VCO<sub>2</sub>\_ANT (0.000)

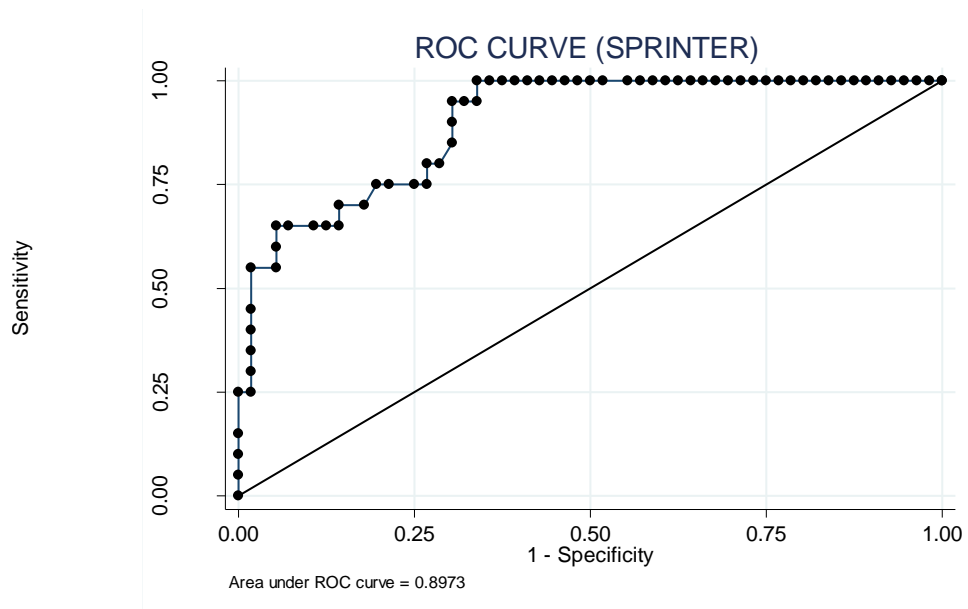


- Maksimalna dostignuta snaga - POWER\_MAX (0.000)
- Ventilacija na ventilatornom anaerobnom pragu - VE\_ANT (0.002)
- Maksimalna potrošnja kiseonika - VCO<sub>2</sub>\_MAX (0.002)
- Maksimalna voljna ventilacija - MVV (0.004)
- Vreme do postizanja ventilatornog anaerobnog praga - T\_ANT (0.004)
- Maksimalan dijastolični krvni pritisak - TA\_S (0.005)
- Eliminacija ugljen-dioksida pri maksimalnom opterećenju - RF\_MAX (0.007)
- Maksimalna ventilacija - VO<sub>2</sub>\_MAX (0.009)
- Telesna masa - BM (0.016)
- Vitalni kapacitet - VC (0.019)
- Forsirani ekspiratorni volumen u prvoj sekundi - FEV1 (0.028)
- Uzrast ispitanika - AGE (0.045)

Multivarijatni doprinos prediktivnih varijabli je određen binomnom logističkom regresionom analizom, u kojoj je u funkciji prediktora bio uvršten skup varijabli koje svojom prirodom mogu da doprinesu validnoj predikciji pripadanja skupu biciklista sprintera. Od modaliteta analize korišćena je Wald Forward Stepwise varijanta uključivanja varijabli prediktora sa najvišim doprinosom objašnjenju varijanse kriterijuma. Rezultati ukazuju na značajan doprinos objašnjenju kriterijumske varijable sledećih prediktorskih varijabli:

- Potrošnja kiseonika na ventilatornom anaerobnom pragu - VO<sub>2</sub>\_ANT (0.000)
- Maksimalna frekvencije disanja - RF\_MAX (0.018)

Model prikazuje dobre prediktivne karakteristike (Nagelkerke  $R^2=0.554$ ;  $p=0.000$ ). Ovo potvrđuje i Hosmer-Lemeshow test prilagođenosti regresionog modela ( $p=0.719$ ). Površina pod ROC krivom je iznosila 0.897 ( $p=0.000$ ), što govori u prilog dobroj diskriminacionoj validnosti prognostičkog modela (Slika167.).



Slika 167. Prediktivne karakteristike pripadanja skupu biciklista specijalista sprinteri.

Dobijeni predikcioni model je korektno klasifikovao 85.5% biciklista u osnovnom uzorku istraživanja. Senzitivnost modela je iznosila 60.00%, specifičnost 94.64%, pozitivna prediktivna vrednost 80.00%, dok je negativna prediktivna vrednost iznosila 86.89%. Moguće je zaključiti da je model posedovao dobre metrijske karakteristike i visok stepen validnosti za procenu pripadanja ispitanika grupi biciklista sprintera.

\* \*

\*

## 10.6. REZULTATI DISKRIMINACIONE ANALIZE

Razlike između biciklista specijalista u vožnji u pretežno ravnim terenima, vozača specijalista u brdskim uslovima i sprintera, koja se manifestuje u varijablama praćenim u istraživanju, bila je predmet diskriminacione analize. U diskriminacionom multivarijatnom modelu ove su razlike bile statistički visoko značajne, jer je analiza produkovala  $\chi^2$  test sa značajnošću većom od  $p < 0.0001$ .

Statistički značajan doprinos diskriminacionoj snazi modela ima devet varijabli:

- Eliminacija ugljen-dioksida na ventilatornom anaerobnom pragu -  $VCO_{2ANT}$  (0.000)
- Vršni ekspiratorni protok - PEF (0.000)
- Eliminacija ugljen-dioksida pri maksimalnom opterećenju -  $VCO_{2MAX}$  (0.000)
- Ventilacija na ventilatornom anaerobnom pragu - (0.000)
- Telesna masa - TM (0.000)
- Dostignuta snaga na ventilatornom anaerobnom pragu -  $POWER_{ANT}$  (0.013)
- Maksimalna voljna ventilacija - MVV (0.029)
- Funkcionalni vitalni kapacitet - FVC (0.034)
- Maksimalna ventilacija -  $VE_{MAX}$  (0.038).

Nakon izračunatih koeficijenata za formiranje funkcija dobijene su dve funkcije koje značajno razdvajaju bicikliste u grupe po specijalnostima i jednačine na osnovu kojih se za svaki slučaj posebno izračunavala pripadnost grupi. Kako su uslovi za diskriminativnu analizu bili ispunjeni, dobijene su dve funkcije, od kojih je prva imala jači doprinos razdvajanju grupa. Dobijeni kanonički koeficijenti za formiranje Funkcije 1 je:

$$\text{Funkcija 1} = 0.013 * POWER_{ANT} - 0.012 * BM - 0.238 * FVC - 0.776 * PEF + 0.054 * MVV + 0.003 * POWER_{MAX} - 0.060 * RF_{ANT} + 0.099 * FAT\% + 0.007 * VCO_{2ANT} - 0.004 * VCO_{2MAX} - 0.165 * VE_{ANT} + 0.052 * VE_{MAX} - 0.378 * VC + 0.001 * VO_{2MAX}$$

Saturacije varijabli istraživanja sa kanoničkim korenovima diskriminacione funkcije, koje su prikazane ispod, bile su izražne za 11 varijabli. Od toga na prvom kanoničkom korenu, primenom Funkcije 1, izraženije projekcije imale su sledeće varijable:

- Dostignuta snaga na ventilatornom anaerobnom pragu -  $POWER_{ANT}$  (0.491),
- Eliminacija ugljen-dioksida na ventilatornom anaerobnom pragu -  $VCO_{2ANT}$  (0.413),
- Maksimalna dostignuta snaga -  $POWER_{MAX}$  (0.328),
- Ventilacija na ventilatornom anaerobnom pragu -  $VE_{ANT}$  (0.277),
- Maksimalna potrošnja kiseonika -  $VO_{2MAX}$  (0.238),
- Maksimalna voljna ventilacija -  $MVV$  (0.225),
- Maksimalna ventilacija -  $VE_{MAX}$  (0.209),
- Eliminacija ugljen-dioksida pri maksimalnom opterećenju -  $VCO_{2\_MAX}$  (0.197).

Na osnovu strukture varijabli saturiranih ovim kanoničkim korenom, moguće ga je interpretirati kao  $OSTVARENA\ SNAGA\ NA\ VANP$ .

Na drugom kanoničkom korenu, primenom Funkcija 2, izraženije projekcije imale su sledeće varijable:

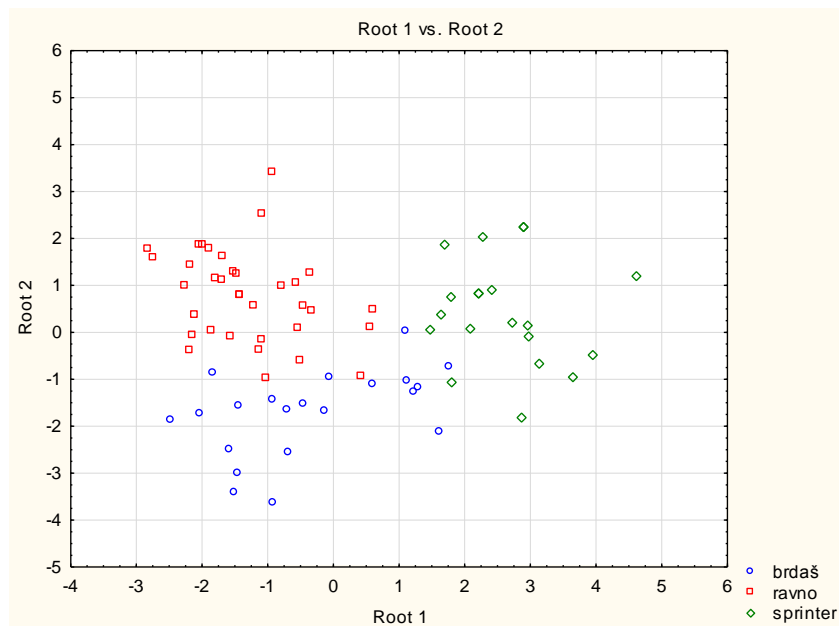
- Telesna masa -  $TM$  (0.568),
- Funkcionalni vitalni kapacitet -  $FVC$  (0.207),
- Vitalni kapacitet -  $VC$  (0.198).

Na osnovu strukture varijabli saturiranih ovim kanoničkim korenom, moguće ga je interpretirati kao  $UTICAJ\ TELESNE\ MASE$ .

Dobijeni diskriminacioni model je, na osnovu rezultata koje su ispitanici prikazali u prediktivnim varijablama istraživanja, ispravno klasifikovao 91.428% biciklista specijalista za vožnju u pretežno ravnim terenima, zatim 85.714% vozača specijalista u brdskim uslovima i sve ispitanike sprintere (100%). U proseku je 92.105% ispitanika bilo ispravno klasifikovano, što govori o snazi dobijenog diskriminacionog modela (Slika 168.). U Tabeli 3 prikazani su koeficijenti koji pokazuju granične vrednosti raspoređenosti biciklista po specijalnostima.

Tabela 3. Prikaz graničnih vrednosti koeficijenata za specijalnosti.

Grupa	Means of Canonical Variables	
	FUNKCIJA 1	FUNKCIJA 2
Hill rider-brdaš	-0.349	-1.712
Flat rider- ravno	-1.284	0.781
Sprinter	2.615	0.430



Slika 168. Diskriminacioni model - po specijalnostima.

Analiza Mahalanobisovih udaljenosti između subuzoraka istraživanja strukturanih prema kriterijumu specijalnosti ispitanika, prema Funkciji 1, ukazuje visoko značajne udaljenosti ( $p < 0.000$ ).

\* \*

\*

## 11. DISKUSIJA

### 11.1. DISKUSIJA ANTROPOMETRIJSKIH VARIJABLI DESKRIPTIVNE STATISTIČKE ANALIZE I ANALIZE RAZLIKA U ODNOSU NA UZRASST I SPECIJALNOST

Jedan od ciljeva ovog istraživanja bio je da se na osnovu dosadašnjih istraživanja i problema istraživanja utvrde razlike morfoloških, kardiovaskularnih i respiratornih varijabli kod biciklista u funkciji uzrasta i takmičarske specijalnosti i to na dva nivoa opterećenja, odnosno na nivou individualnog anaerobnog praga i prilikom dostizanja maksimalnog utroška kiseonika tokom laboratorijskog testiranja. Antropometrija u sportu ima zadatak da na bazi pojedinih antropometrijskih dimenzija, tj. njihovih međusobnih relacija, usmerava sportiste prema onim sportskim disciplinama u kojima određena morfološka struktura (morfološki tip) može da omogući optimalni rezultat. Nekoliko studija su opisali antropometrijske karakteristike biciklista u odnosu na različite discipline, takmičarske specijalnosti i nivo takmičarke uspešnosti (Lucia et al., 1998; Moseley et al., 2004).

U ovom istraživanju učestvovalo je 76 amaterskih drumskih biciklista muškog pola R Srbije prosečnog uzrasta  $20.934 \pm 6.589$  god, telesne visine  $179.513 \pm 6.038$  cm i telesne mase  $68.661 \pm 6.038$  kg koji su bili klasifikovani u odnosu na specijalnosti na vozače koji su dominantni na ravnom terenu u smislu kontrole taktike na trci, (N=21), vozače koji su dominantni u brdskim usponima (N=35) i sprinteri (N=20), vozači koji su dominantni u završnici trke u okviru tri uzrasne kategorije, za subuzorak juniora  $15.6 \pm 1.33$  godine (CI95% 15.142-16.058), mlađih seniora  $20.071 \pm 0.83$  godina (CI95% 19.593-20.55) i seniora  $28.296 \pm 5.25$  godina (CI95% 26.218-30.375).

Prema istraživanju autora Menaspa et al., (2010) juniori su bili nešto starijeg uzrasta, 17.5, od juniora u ovom istraživanju, i bili su klasifikovani po specijalnostima, što u nekim zemljama nije praksa, jer se smatra da još nisu spremni za specifičan trenažni proces u odnosu na specijalnosti. Razlog za to pojedini autori navode njihov razvojni period koji još uvek u

procesu (Martin et al., 2007), dok drugi autori klasifikuju juniore po specijalnostima (Perez-Landaluce et al., 2002; Menaspa et al., 2010).

U okviru testiranja za ovo istraživanje mereno je šest antropometrijskih mera: telesna masa (TM) kg; telesna visina (TV) cm; izračunat indeks telesne mase (BMI) kg/m<sup>2</sup>; masa telesnih masti kg; procenat telesnih masti % i masa bezmasne komponente tela (FFM) kg. U ovom istraživanju biciklisti su se razlikovali u odnosu specijalnosti u telesnoj visini. Specijalisti za brdske terene bili su značajno niži od specijalista na ravnom terenu i sprintera. Rezultati ovog istraživanja su u saglasnosti sa rezultatima radova drugih autora koji pokazuju da antropometrijske karakteristike utiču na različitu uspešnost biciklista u drugačijim konfiguracijama terena. Padilla i saradnici (1999) za bicikliste koji su uspešni u vožnji koja zahteva savladavanje dužih brdskih deonica, "brdaši", zaključuju da oni imaju manju telesnu visinu, dok su sprinteri viši od drugih specijalnosti i imaju duže donje ekstremitete.

Rezultati analize telesne mase u odnosu na kategoriju uzrasta ( $p=0.010$ ) i specijalnosti ( $p=0.000$ ) u našem istraživanju pokazuju da se biciklisti značajno razlikuju. Registrovane vrednosti bile su u rasponu od 46.6 kg do 85.6 kg, sa aritmetičkom sredinom i pripadajućom standardnom devijacijom od 66.143 +/- 7.81 (CI95% 63.459-68.827) za subuzorak juniora, 70.357 +/- 6.40 (CI95% 66.66-74.054) mlađih seniora do 23 godine i 71.044 +/- 4.42 (CI95% 69.296-72.793) i seniora. Vrednosti telesne mase u drugim studijama su okvirno približne, ali je interesantno da su biciklisti specijalizovani za vožnju na pretežno ravničarskom profilu staze "drumaši" i sprinteri imali značajno veću telesnu masu od specijalista "brdaša", što se pokazalo i u našem istraživanju (Peinado et al. 2011).

Analize su pokazale da telesna masa ima veliki uticaj na uspešnost biciklista u pojedinim specijalnostima. Biciklista sličnih inputa a koji ima veću telesnu masu (Svain, 1998), tipično 80 kg može očekivati da brže preveze hronometar od 40 km za 4 minuta od drugog koji je težak 64 kg. Međutim, biciklisti koji imaju manju telesnu masu, kao što su specijalisti za brdske uslove, imaju prednost u drugačijim uslovima konfiguracije terena, zato što moraju da savladaju silu gravitacije koja je proporcijalna njihovoj manjoj telesnoj masi i masu svog bicikla. Biciklista koji ima veću telesnu masu, mora da uloži veću energiju srazmernu svojoj telesnoj masi i savlada silu gravitacije, svoju telesnu masu i masu bicikla (Stovall et al., 1993). Stovall i saradnici (1993)

su ispitujući ove relacije utvrdili da je biciklista sa manjom telesnom masom, 64kg, nakon tri brdske etape od ukupno 158 km imao bolji rezultat od bicikliste koji je imao masu od 80kg i koji je došao na cilj sa deset minuta zaostatka. Međutim, na spustu, biciklisti sa većom telesnom masom voze brže, jer telesna masa zbirno sa masom bicikla im daje prednost u odnosu na bicikliste sa manjom telesnom masom (Di Prampero et al., 1979).

Marra i saradnici (2016) istraživali su da li je na tronedeljnoj trci Giro d'Italia došlo do promene u telesnoj kompoziciji biciklista i da li je to uticalo na kardiorespiratorne sposobnosti biciklista na takmičenju. Utvrdili su da se telesna masa nije bitno menjala tokom trke, dok se masna masa značajno smanjila tokom takmičenja i da je došlo do značajne promene nekih parametara kardiorespiratorne sposobnosti.

Indeks telesne mase u našem istraživanju se takođe značajno razlikuje i u odnosu na kategoriju uzrasta i specijlnosti, što je u saglasnosti sa rezultatima istraživanja Linusa i saradnika (2015), koji su utvrdili da BMI ima direktnog uticaja na brzinu koju biciklisti postižu na treningu i takmičenjima.

Zastupljenost telesnih masti (FAT%) kao i masa telesnih masti u domenu razlika biciklista u kategoriji uzrasta je pokazala visoku značajnost a u domenu specijlnosti ove varijable nisu se pokazale statistički značajnim. Može se zaključiti da je optimalan nivo zastupljenosti telesnih masti podjednako važan za sve bicikliste. U istraživanju drugih autora rezultati FAT% su 8.48 (Sallet et al., 2006). Mazić i saradnici (2015) su pokazali da FAT% negativno korelira sa svim spirometrijskim parametrima, a najjača negativna korelacija se pokazala između FAT% i FEV1 ( $r=-0.386$ ;  $p<0.001$ ), tako da se može pretpostaviti da sa povećanjem FAT% opada funkcija respiratornog sistema. U istraživanju Nikolić i saradnici (2010a) pokazalo se da su biciklisti specijlnisti na pretežno ravnom imali nešto veću vrednost rezultati FAT % u odnosu na brdaše i sprintere ( $9.1\pm 5.1\%$  naspram  $6.7\pm 3,0\%$  i  $8.3\pm 3.8\%$ ).

U varijabli FFM biciklisti su se značajno razlikovali u kategoriji uzrasta i po specijlnostima. Bezmasna telesna masa je uglavnom pozitivno povezana sa efikasnosti pedaliranja kod biciklista (Mosley et al., 2004). Struktura bezmasne telesne mase ("fat free mass FFM") se razlikuje od mršave mase tela "lean body mass - LBM" (Ostojić, 2007). Oduzimanjem vrednosti mase telesne masti od ukupne telesne mase dobija se vrednost



bezasne telesne mase (čine je skeletna muskulatura, masa drugih tkiva i organa). Mišićna masa čini oko 40-50% nemasne mase tela. Nemasna telesna masa je uglavnom pozitivno povezana sa sportskom efikasnošću, jer veća nemasna masa znači i veću mišićnu masu, a time i veći potencijal snage. Mora se istaći da kod nekih sportova (npr. trčanje na duge staze) velika nemasna masa, usled povećanja ukupne mase tela, ima negativna uticaj (Mosley et al., 2004). U trenažnom procesom biciklista odnos nemasne i masne komponente uvek se menja usled trenažnog procesa u korist uvećanja nemasne komponente. U evaluaciji trenažnog procesa veliki značaj ima nalaz masne komponente jer masno tkivo čini značajnu balasnu "remeteću" masu koja umanjuje sposobnost biciklista tako što smanjuje brzinu, efikasnost, izdržljivost (Mosley et al., 2004). Međutim, prekomerna bezmasna masa, usled povećanja ukupne mase tela, ima negativn uticaj u vožnji na velikim i dužim usponima, tako da je veoma bitno optimalno odrediti veličinu bezmasne mase u pojedinim specijalnostima. Može se zaključiti da promene u antropometrijskim karakteristikama ispitanika mogu dovesti do povećanja takmičarske uspešnosti u biciklizmu. Nizak procenat "body fat" i visoke vrednosti "lean body mass" su povezani sa takmičarskom uspešnošću biciklista (Knechtle et al., 2011).

Iz rezultata ovog istraživanja je uočljivo da su najviše vremena u trenažnom procesu proveli seniori, zatim U23 i na kraju juniori, što je i razumljivo obzirom da seniri voze duže distance a juniori tek ulaze u ozbiljniji trenažni rad. Istraživanja drugih autora pokazuju slične rezultate, (Menaspa et al., 2010) juniori u trenažnom procesu  $15.1 \pm 1.1$  godina.

Profesionalni biciklisti prevezu godišnje od 30 do 35 hiljada kilometara, seniori oko 20 hiljada kilometara a juniori od 11 do 15 hiljada kilometara što je u saglasnosti sa rezultatima ovog istraživanja. Italijanski juniori prevezu čak 20 hiljada kilometara na godišnjem nivou (Menaspa et al., 2010).

## 11. 2. DISKUSIJA KARDIORESPIRATORNIH VARIJABLI DESKRIPTIVNE STATISTIČKE ANALIZE I ANALIZE RAZLIKA U ODNOSU NA SPECIJALNOST I UZRASST NA VENTILATORNOM PRAGU I MAKSIMALNOM NIVOU OPTEREĆENJA

**PULS U MIRU (PULS\_REST)** je bitan za određivanje intenziteta opterećenja i praćenje odnosno kontrolu stanja treniranosti u biciklističkom sportu. Frekvencija srca predstavlja ritam kojim srce istiskuje krv u arterije, a varijablu koju merimo u sportu predstavlja puls.

Vodeći biciklista ranijeg datuma, Miguel Indurain je imao puls u miru 28 otkucaja, što je odlična mera efikasnosti srčanog rada koji je odgovor na trenažni uticaj. Drugim rečima njegovo srce sa manjim brojem otkucaja ispumpava istu količinu krvi. Veliki raspon otkucaja srca od 24 do 80 u minuti u ovom istraživanju se može objasniti faktorom uzrasne kategorije, jer su u uzorku zastupljeni juniori od 17 godina i seniori koji su u tridesetim godinama. Niža vrednost srčane frekvencije seniora u odnosu na juniore i U 23 se može objasniti boljom efikasnošću rada srca koje je verovatno rezultat dugogodišnjeg velikog trenažnog i takmičarskog obima rada (Faria et al. 2005). Razlike u ovoj varijabli su se pokazale i između specijalnosti kod biciklista, što se verovatno može objasniti vrstom trenažnog procesa kom su oni izloženi.

**FREKVENCIJA SRCA U TOKU TESTA-** Nakon podele osnovnog uzorka u subuzorke prema uzrastu dobijene su vrednosti na maksimalnom nivou intenziteta testa od  $191.771 \pm 10.358$  za subuzorak juniora,  $190.357 \pm 8.589$  seniora do 23 godine i  $186.63 \pm 7.885$  za seniore. Dobijene vrednosti na ventilatornom pragu su  $169.429 \pm 13.261$  HR<sub>ANT</sub> za subuzorak vozača specijalista za vožnju u brdskim uslovima,  $169.95 \pm 7.930$  HR<sub>ANT</sub> sprintera i  $164.114 \pm 12.676$  HR<sub>ANT</sub> specijaliste za vožnju u pretežno ravnim terenima, što je i očekivano. Dopsaj i saradnici (2010) su u svom radu ispitivali 26 biciklista koji su na submaksimalnom nivou ostvarili vrednosti od  $178.0 \pm 17.2$  HR<sub>ANT</sub> drumaši,  $164.6 \pm 19.5$  HR<sub>ANT</sub> brdaši i  $183.8 \pm 16.7$  HR<sub>ANT</sub> sprinteri. Pinot i saradnici (2011) su zabeležili vrednosti od  $166 \pm 13$  HR<sub>ANT</sub> u svom istraživanju što je okvirno u saglasnosti sa rezultatima našeg istraživanja. Istraživanje autora McCole i saradnika (1990) pokazalo je da se intenzitet može pratiti uz brojne parametre poput brzine, srčane frekvencije,

intenziteta koji se isračunavao na osnovu procenta od maksimalnog pulsa (%HRmax), srčane reserve (%HRR), procenta od maksimalne potrošnje kiseonika (%VO<sub>2</sub>max), ostvarene snage (W). Međutim u biciklizmu brzina nije dobar pokazatelj intenziteta opterećenja (McCole *et al.*,1990).

Mala povezanost brzine i intenziteta ogleda se kod različite konfiguracije terena kao što je brdska vožnja gde je mala brzina a vrednost snage i pulsa veća. Takođe u spustu brzina će biti veća a snaga i puls manji. Praćenje srčane frekvence uzima kao relevantniji pokazatelj. Takođe uočljivo je i tokom tzv. "drafting", vožnje iza vozača ili grupe gde je brzina ista a snaga i puls znatno manji nego biciklistima koji su na početku grupe (McCole *et al.*,1990). Postoji nekoliko ograničenja koja se moraju uzeti u obzir kao što je položaj vozača, doba dana, spoljašnji uslovi, psihološko stanje itd. Usled trenažnog procesa dolazi do adaptacije srčanog mišića i kao posledica toga vremenom se javlja smanjenje frekvencije srca. Do toga dolazi, jer srce hipertrofira i dolazi do povećanja udarnog volumena tako da srce bez veće frekvencije izbacuje istu količinu krvi (McConnell *et al.*,2005).

Frekvencija srca predstavlja brzinu smene srčanih ciklusa, merena brojem kontrakcija srca u minuti. Takođe, ona je jedan od osnovnih funkcionalnih parametara kardiovaskularnog sistema i koristi se kod sportista za procenu stepena treniranosti, za kontrolu treninga i za određivanje veličine trenažnih opterećenja (Lucia *et al.*, 2001). Adaptacija kardiovaskularnog sistema na vežbanje se razlikuje u odnosu na sportsku disciplinu. Sportovi izdržljivosti, kao što su trčanje na dužinu, imaju visoku dinamičku ili izotoničnu komponentu. Trening snage, poput podizanja tegova ili rvanje, ima visoku statičku ili izometrijsku komponentu. Većina atletskih disciplina su kombinacije izdržljivosti i snage. Biciklizam, veslanje i boks su primeri sporta sa visokim dinamičkim i visokim statičnim komponentama. Pol, etnička pripadnost i sportska disciplina imaju značajan uticaj na adaptaciju rada srčanog mišića. U toku manjih ili većih napora – sportske aktivnosti, kada su metabolizam i sami metabolički procesi ubrzani zbog većih energetske potreba, javlja se potreba da se što brže i više krvi dopremi tkivima koja pojačano rade, a to su u prvom redu mišići, pluća i srčani mišić. To se postiže pojačanim radom srca i preraspodelom krvi u korist pojačano angažovanih mišića. Frekvencija srca u ovom istraživanju se nije razlikovala kod biciklista ni po kriterijumu uzrasta ni po specijalnosti.

**KISEONIČKI PULS** - Registrovane vrednosti  $VO_2PULS_{MAX}$  u našem istraživanju bile su u rasponu od 19.278 ml +/- 2.298 ml za subuzorak juniora, 22.262 ml +/- 1.412 ml mlađe seniore do 23 godine i 23.262 ml +/- 1.880 ml, za seniore respektivno. U kategoriji uzrasta, kao i po specijalnostima biciklista, kiseonički puls pokazao je značajne razlike, što govori o boljoj funkciji kardiorespiratornog sistema starijih biciklista. Značajno bolje rezultate u funkciji specijalnosti pokazali su sprinteri, što pokazuje da je njihov aerobni kapacitet veći u odnosu na druge bicikliste. U našem istraživanju udarni volumen se kod sprintera usled treninga najviše povećava kod biciklista koji treniraju većim intenzitetom, što je verovatno zbog njihovog intenzivnijeg trenažnog rada. Intenzivniji trening posledično utiče na povećan volumen srca (zid leve ventrikule srčanog mišića) koje kao takvo ispumpava veću količinu krvi u udarnom volumenu (Poussel, et al., 2012).

Kiseonički puls se dobija kad se utrošak kiseonika podeli sa maksimalnom frekvencijom srca, i time označava potrošnju kiseonika po jednom srčanom otkucaju. U mirovanju iznosi 3-3,5 ml po udaru srca (Laffite et al., 2003). Ako je maksimalni aerobni kapacitet veći, biće i kiseonički puls veći. On zavisi pre svega od udarnog volumena, kao i od ostalih faktora od kojih zavisi i maksimalni aerobni kapacitet. Na osnovu vrednosti kiseoničnog pulsa, može se proceniti funkcionalno stanje kardiorespiratornog sistema kod biciklista, jer ako je vrednost kiseoničkog pulsa veća od uobičajenih vrednosti, on je indikator bolje kardiorespiratorne funkcije. Više studija je pokazalo da poboljšana fizička sposobnost posle određenog perioda treniranja nije uvek praćena odgovarajućim porastom u  $VO_2max$  (Laffite et al., 2003). Autori tih studija primećuju da kiseonički puls kao neinvazivni indeks efikasnosti kardiorespiratornog sistema, koji prenosi kiseonik fizički aktivnim mišićima, brže ukazuje na određene promene usled trenažnog procesa. Takođe, njihovi rezultati beleže da se nakon višesedmičnog treninga izdržljivosti  $O_2$ -puls povećavao tokom inkrementalnog testa opterećenja i da je trenažni proces ubrzao kinetiku  $O_2$ -pulsa (Laffite et al., 2003).

Kiseonički puls na anaerobnom pragu u istraživanju Gallagher (1987) iznosio je 15.32 +/- 2.09 ml/beat kod biciklista što je veća prosečna vrednost nego kod biciklista u našem istraživanju. Registrovane vrednosti  $VO_2PULS_{ANT}$  u našem istraživanju bile su u rasponu od 17.237 +/- 2.233 ml/beat za subuzorak juniora, 20.727 +/- 1.682 ml/beat za mlađe seniore do

23 godine i  $22.297 \pm 2.112$  ml/beat za seniore. Najveću i značajnu razliku kiseoničkog pulsa u odnosu na U23 i juniore ostvarili su seniori. Autor Vandewalle i saradnici (2004) zabeležio je vrednost kiseoničkog pulsa na anaerobnom pragu gotovo identične sa vrednostima na maksimalnom opterećenju, što nije bio slučaj sa rezultatima našeg istraživanja.

**DIJASTOLIČNI I SISTOLIČNI KRVNI PRITISAK U TOKU TESTA** - Arterijski krvni pritisak, kao sila kojom krv u cirkulaciji deluje na zid arterijskih krvnih sudova, trpi značajne promene tokom fizičkog vežbanja. Sa povećanjem intenziteta vežbanja uočava se linearni porast sistolnog krvnog pritiska za približno 8 do 12 mmHg na svaki metabolički ekvivalent ( $MET = 3.5$  ml  $O_2/kg/min$ ). Maksimalne vrednosti dostižu 190 do 220 mm Hg. Ipak, sistolni krvni pritisak može se povećati iznad 260 mm Hg. Sa druge strane, dijastolni krvni pritisak može blago opadati ili ostati nepromenjen (Whelton et al., 2002; Moker et al., 2014). Shodno tome, pulsni pritisak (razlika između sistolnog i dijastolnog pritiska) uglavnom raste u direktnoj proporciji sa porastom intenziteta fizičke aktivnosti. Kako je krvni pritisak direktno povezan sa minutnim volumenom i perifernim vaskularnim otporom, on predstavlja efikasan neinvazivni način praćenja efikasnosti rada srca i njenog kapaciteta da pumpa krv. Sistolni krvni pritisak koji se ne povećava ili se smanjuje tokom povećanja opterećenja, može biti signal za dostizanje platoa ili smanjenje minutnog volumena. Po prestanku trenažnog opterećenja, sistolni pritisak bi trebao da se vrati na normalne vrednosti u roku od nekoliko minuta (Whelton et al., 2002; Ostojić, 2007).

Prema dosadašnjim saznanjima arterijski pritisak tokom fizičkog opterećenja, je trostruki proizvod ( $TA = HR \cdot SV \cdot TPR$ , gde je TA – arterijski pritisak, HR – srčana frekvencija, SV – udarni volumen i TPR – totalna periferna rezistencija) i zavisn je od promene parametara koji na njega utiču (Whelton et al., 2002). Brojni faktori, poput uzrasta, pola, stepena opterećenja, geografske pripadnosti i drugih mogu uticati na vrednosti pritiska u miru i u toku fizičke aktivnosti (Whelton et al., 2002). Prilikom maksimalnog fizičkog opterećenja vrednost ovog parametra može da se poveća oko 50%, usled aktivnosti mišićne pumpe, a u skladu sa Starlingovim zakonom. Ovaj maksimalni udarni volumen se dostiže već pri 50% vrednosti  $VO_{2max}$  i smatra se da je to zbog toga što perikard ograničava enddijastolno punjenje. Kod

elitnih sportista postoji povećana sposobnost povišenja SV tokom vežbanja (Tanaka et al., 1996).

Odgovor arterijskog pritiska tokom testa opterećenja je takav da se uglavnom beleži porast sistolnog arterijskog pritiska (obično na 160–200 mm Hg), dok se dijastolni samo neznatno menja (Dimkpa et al., 2009). U našem istraživanju rezultati su pokazali da se sistolni arterijski pritisak razlikovao i po uzrasnoj kategoriji i po takmičarskoj specijalnosti dok se dijastolni nije značajno razlikovao ni po jednom kriterijumu. Razlike koje su se pojavile u ovom istraživanju na nivou uzrasne kategorije u korist U23 i seniora, verovatno govore o nemogućnosti juniora da realizuju maksimalnu snagu kao stariji biciklisti. O uticaju maksimalne snage i visokog intenzita na nivo arterijskog pritiska govore Tanaka i saradnici (1996), koji kažu da se sa povećanjem intenzitea povećava i pritisak. Uticaj uzrasta na vrednosti krvnog pritiska tokom maksimalnih naprezanja bio je takođe predmet izučavanja autora (Tanaka et al., 1996; Dimkpa et al., 2009), čiji rezultati takođe beleže veće vrednosti sistolnog pritiska sportista starijeg uzrasta u odnosu na one koji su bili mlađeg uzrasta. Kod treniranih osoba sistolni arterijski pritisak je manji na submaksimalnom naporu nego kod netreniranih osoba (Tanaka et al., 1996; Dimkpa et al., 2009; Fagard, 2001).

Razlike sistolnog arterijskog pritiska u okviru specijalnosti u ovom istraživanju, verovatno se mogu objasniti uticajem kardiorespiratornih razlika između grupa i maksimalnoj snazi na testu. Slične rezultate zabeležili su i autor Whelton i saradnici (2002) koji su utvrdili da su na razlike između njihovih grupa u sistolnom pritisku uticali faktori kao što su različite karakteristike grupa, uzrast, telesna masa i BMI. Takođe, trenažni uticaj na vrednost arterijskog pritiska ide u pravcu smanjenja te vrednosti, što potvrđuje i istraživanje Storen i saradnika (2013), i vraćanje na prvobitne vrednosti pre trenažnog uticaja.

**POTROŠNJA KISEONIKA I SNAGA U ODNOSU SA TELESNOM MASOM** - Maksimalna potrošnja kiseonika u apsolutnim (litar kiseonika u minuti –l O<sub>2</sub>/min) ili relativnim vrednostima (mililitri kiseonika u minuti po kilogramu telesne mase –ml O<sub>2</sub>/kg/min) i maksimalna snaga (W<sub>max</sub>) u apsolutnim i relativnim vrednostima, su među glavnim parametrima koji se koristi u dijagnostikovanju pripremljivosti biciklista i proizilaze iz laboratorijskog progresivnog testa.

**Maksimalna potrošnja kiseonika ( $VO_{2max}$ )** je varijabla koja je u literaturi svakako najistraženiji i jedan od važnih varijabli za takmičarsku uspešnost u biciklizmu uz snagu ostvarenu na maksimalnim vrednostima potrošnje kiseonika. Definiše se kao nivo kiseonika u minuti pri kojoj dalje povećanje radnog opterećenja ne dovodi do većeg povećanja potrošnje kiseonika (Lucia et al., 1999). Preuzimanje kiseonika od strane perifernih tkiva (npr. aktivnih mišića) odvija se kao posledica razlike u sadržaju kiseonika u arterijskoj krvi (oko 20 ml kiseonika po dL krvi u mirovanju) i sadržaja kiseonika u venskoj krvi (oko 15 ml  $O_2$ /dL krvi). Dakle, tipična arterio-venska kiseonička razlika ili gradijent ( $CaO_2 - CvO_2$ ) iznosi oko 5 ml u mirovanju, pri čemu je koeficijent upotrebljivosti kiseonika oko 25%. Tokom vežbanja, količina kiseonika u venskoj krvi opada do 5 ml/dL krvi pa i manje, čime se kiseonički gradijent povećava od 5 na 15 ml/dL krvi, uz povećanje koeficijenta iskoristljivosti na 75%. Ovi pomenuti mehanizmi omogućavaju efikasno i ekonomično isporučivanje neophodnog kiseonika angažovanoj muskulaturi (Ostojić, 2007).

Registrovane vrednosti apsolutne potrošnje kiseonika u našem istraživanju beleže raspon od 2823 do 484 ml  $O_2$ , sa aritmetičkom sredinom i pripadajućom standardnom devijacijom od 3691.143 +/- 428.436 ml  $O_2$  i značajno se razlikuju u odnosu na uzrast, U23 i seniori prednjače u odnosu na juniore, što je i očekivano. Sprinteri prednjače u odnosu na druge specijalnosti u apsolutnim ali i u relativnim vrednostima potrošnje kiseonika. Profesionalni biciklisti beleže relativne vrednosti  $VO_{2max}$  iznad 75 ml/kg/min, elitni biciklisti dostižu  $VO_{2max}$  od oko 70 ml/kg/min, amateri se kreću u rasponu  $VO_{2max}$  od 60 do 70 ml/kg/min, dok rekreativci imaju raspon  $VO_{2max}$  od 45 do 65 ml/kg/min (Lucia et al., 2001).

Prosečna vrednost biciklista iz našeg istraživanja od 58.684 +/- 5.472 ml/min/kg je značajno manja od vrednosti koji ostvaruju biciklisti svetske klase. Lucia i saradnici (2001) beleže razlike u odnosu na uzrasne karakteristike kod seniora relativne potrošnje kiseonika 67.5 +/- 7.5 ml/min/kg a kod juniora 65.6 +/- 3.9 ml/min/kg kao i da se oni nisu značajno međusobno razlikovali. Lanferdini i saradnici (2016) su zabeležili vrednost od 50 ± 5.7 ml/kg/min, u relativnim vrednostima kod biciklista uzrasne kategorije U23.

Rezultati našeg istraživanja ukazuju na značajne razlike seniora i juniora kao i da su u saglasnosti sa rezultatima drugih autora (*Mujika and Padilla, 2001; Nikolaidis et al., 2011*) koji

se odnose na najviše vrednosti relativne potrošnje kiseonika kod vozača “brdaša” u odnosu na druge specijalnosti.

Padilla i saradnici (1999) zabeležili su vrednosti potrošnje kiseonika na anaerobnom pragu za bicikliste na ravnom  $3497.483 \pm 49.26$  ml/kg i brdske bicikliste  $3320.431 \pm 53.66.2$  ml/kg, takođe beleže da juniori italijanske nacionalne klase imaju  $3379.484 \pm 48.56.1$  ml/kg što je evidentno veća vrednost nego juniora R Srbije,  $2913.514 \pm 434.499$  ml/kg. U našem istraživanju rezultati su pokazali da sprinteri i odmah za njima i biciklisti brdaši imaju bolji rezultat relativne potrošnje kiseonika u odnosu na ostale specijalnosti. Ovakav rezultat nije u saglasnosti sa rezultatima drugih istraživanja, obzirom da se pokazalo da biciklisti koji su specijalizovani za brdske terene imaju manju telesnu masu a time veću relativnu potrošnju kiseonika u odnosu na druge specijalnosti, a da sprinteri zbog svoje veće mase imaju veću apsolutnu potrošnju kiseonika (Lucia et al., 1999).

**OSTVARENA SNAGA NA TESTU** - Halder i saradnici (2012) navode da su upravo vrednosti snage na anaerobnom pragu i maksimalnom opterećenju ključne informacije za planiranje i programiranje trenažnog procesa u biciklizmu. Snaga izražena u watima (W) ostvarena na nivou ventilatornog praga i maksimalne potrošnje kiseonika se obično uzima kao standard za određivanje zona intenziteta. Lucia (1999) navodi da upravo snaga pri maksimalnoj vrednosti uz sličnu vrednost  $VO_{2max}$  razlikuje profesionalne od elitnih biciklista. Registrovane vrednosti maksimalne snage koje su biciklisti ostvarili na testu u našem istraživanju bile su u rasponu od 175 do 450 W, sa aritmetičkom sredinom i pripadajućom standardnom devijacijom od  $342.039 \pm 52.378$  W, nešto manje vrednosti nego u istraživanju autora Perez-Landaluce i saradnika (2002)  $350 \pm 50$  W. Juniori su ostvarili najmanje vrednosti u poređenju sa U 23 i seniorima a u okviru razlika između grupa specijalnosti sprinteri su ostvarili najveće vrednosti, što je u saglasnosti sa rezultatima Perez-Landaluce (2002). Na ventilatornom pragu registrovane vrednosti u rasponu od 125 do 350 W u zavisnosti od uzrasne kategorije. Dobijene su vrednosti od  $213.571 \pm 32.280$  W za subuzorak juniora,  $260.357 \pm 33.539$  W za seniore do 23 godine i  $267.222 \pm 55.7007$  W za seniora. Međutim, rezultati drugih istraživanja pokazuju veće vrednosti dostignute snage na anaerobnom pragu,  $288 \pm 29$  W (Clark et al., 2014), kao i  $324.6 \pm 148$  W za U23 (Menaspa et al., 2013).



**ODNOS DOSTIGNUTE SNAGE I TELESNE MASE NA MAKSIMALNOM NIVOU I NA NIVOU VENTILATORNOG PRAGA** - Nakon testiranja registrovanih razlika između biciklista dobijena je H-vrednost od 13.604 koja je bila statistički visoko značajna ( $p=0.001$ ) u korist biciklista koji su specijalisti za brdske terene. Na ventilatornom pragu rezultati su pokazali da 3.256 +/- 0.519 W/kg je ostvareno za subuzorak juniora, 3.72 +/- 0.506 W/kg za seniora do 23 godine i 3.772 +/- 0.791 W/kg i seniora. Rauter i saradnici (2015) su ispitujući slovenačke bicikliste ustanovili da su vrednosti ostvarene snage iznosile 3,117 +/- 0,337 W/kg kod juniora i 3.510 +/- 0.33 W/kg kod U23 kategorije, čije su vrednosti bile nešto niže nego juniora iz našeg istraživanja. Clark i sardnici (2014) zabeležili su da su biciklisti ostvarili prosečnu vrednost od  $3.9 \pm 0.6$  W/kg. Međutim, u rezultati drugih autora beleže veće vrednosti od  $5.5 \pm 0.6$  W/kg kod seniora i  $5.23 \pm 0.56$  W/kg kao i da se oni međusobno nisu značajno razlikovali, ali su generalno imali od 14 do 18% slabije rezultate od profesionalnih biciklista.

Povezanost snage i telesne mase daje relativne vrednosti parametara koji su svojstveni biciklistima koji zahvaljujući optimalnom odnosu istih imaju prednost u odnosu na druge specijalnosti. Postoje tri primarne sile koje biciklista savladava prilikom vožnje: silu trenja, otpor vazduha i sopstvenu masu zajedno sa masom bicikla (DiPrampo et al., 1979). Snaga potrebna za prevazilaženje otpora vazduha na pretežno ravničarskim terenima je proporcionalna brzini bicikla i isto tako ima eksponencijalnu putanju kako se povećava brzina bicikla. Međutim, pri savladavanju uspona dolazi do izražaja sila gravitacije koja mora biti savladana snagom bicikliste, pri tom smanjujući brzinu kretanja bicikla zbog održavanja aerobnog metabolizma u stabilnom stanju. Pri tome, telesna masa bicikliste, kao jedna od najvažnijih antropometrijskih parametara, igra važnu ulogu u biciklizmu. Pri vožnji biciklista teži da održi snagu što više konstantnom i time održava i povećava brzinu. Međutim pri manjem nagibu puta iznad nule biciklista savladava otpor vazduha malo smanjujući brzinu kako bi nastavio vožnju uprkos povećanju nagiba. Ako nagib nastavlja da se povećava, mora doći do većeg smanjenja brzine. Primećeno je da se razlike među biciklistima takmičarima u brdskim uslovima pojavljuju na nivou realizovane snage, upravo kod onih koji imaju najveću aerobnu moć i pri tom manju telesnu masu, dok oni biciklisti sa većom telesnom masom i većom telesnom visinom pokazuju bolje rezultate na ravnijem terenu od manjih biciklista (Lucia et al., 2001).

**FREKVENCIJA DISANJA** - Analizom rezultata u ovom istraživanju dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije za subuzorak juniora  $46.951 \pm 7.736$   $f_{d_{MAX}}$ , mlađih seniora do 23 godine  $51.864 \pm 8.501$   $f_{d_{MAX}}$  i seniora respektivno  $51.445 \pm 10.419$   $f_{d_{MAX}}$ . Razlika u frekvenci disanja u našem istraživanju, na maksimalnom opterećenju i na nivou ananerobnog praga, nije bila značajna ni između uzrasnih grupa, kao ni između specijalnosti biciklista. Slične rezultate dobio je i Štimec (2015) u svom istraživanju, gde se takođe frekvencija disanja tokom testa maksimalnog opterećenja nije značajno razlikovala između grupa. Ovaj autor beleži da se ograničenje ventilacije u opterećenju zapažalo kada je frekvencija disanja prelazila 50 udaha/min. U jednom drugom istraživanju, Kolić i saradnici (2012) su dobili vrednosti od  $45.5 \pm 9.6$  u/min (od 29 do 56.23) kod atletičarki.

Vrednosti od  $29.67 \pm 5.08$  u/min (od 17.50 do 41.70) zabeležene u istraživanju Ercega i saradnika (2011) bile su približne vrednostima  $f_{d_{ANT}}$  našeg istraživanja gde su registrovane vrednosti od  $32.187 \pm 5.959$  u/min (od 16.7 do 49.1 u/min).

Frekvencija disanja ( $f_d$ ) tokom progresivnog testa opterećenja pokazuje niže vrednosti pri svim nivoima intenziteta, osim pri maksimalnom. Razlog tome možemo potražiti upravo u činjenici da su se vrednosti maksimalnog intenziteta povećale, a maksimalna frekvencija disanja ostala je nepromenjena. Do anerobnog praga  $f_d$  moguće je voljno kontrolisati, što je direktno povezano s načinom treninga. Smanjeni broj udisaja  $f_d$  pri jednakom intenzitetu opterećenja ukazuje i na moguću bolju tehniku disanja (Lucia et al., 2001).

**VENTILACIJA NA MAKSIMALNOM NIVOU I VENTILATORNOM PRAGU** - Očekivani fiziološki na odgovor fizičko opterećenje uključuju povećanje ekstrakcije kiseonika, udarnog volumena i srčane frekvence, što dovodi do porasta minutnog volumena. Porastom potražnje kiseonika skeletnih mišića dolazi do progresivnog povećanja ventilacije (vrednosti u miru od 6-12 l/min, a u maksimalnom naporu ona je od 160 do 200 pa i do 240 l/min). Rezultati naseg istraživanja na maksimalnom nivou intenziteta su od  $124.014 \pm 17.639$  za subuzorak juniora,  $147.65 \pm 16.239$  za seniore do 23 godine i seniore  $154.111 \pm 19.471$ , respektivno. Na nivou anaerobnog praga biciklisti su ostvarili vrednosti koje su ih značajno razlikovale, i to od  $72.029 \pm 12.667$  za subuzorak juniora,  $84.45 \pm 12.099$  za mlađe seniore do 23 godine i  $89.096 \pm$

13.8742 za seniore. U kategoriji specijalnosti sprinteri su se značajno razlikovali u odnosu na ostale bicikliste u ovoj varijabli.

Kod dobro utreniranih sportista ventilacija se prvo povećava kroz povećanje dubine disanja (volumena), a kasnije dovodi do povećanja frekvencije disanja. U istraživanjima drugih autora (Lucia et al., 2001) maksimalna ventilacija biciklista je bila od 180 l/min, što je negde oko 86 do 90% od MVV. Pri povećanju VE u tim slučajevima primetna je pojava promene disajnog obrasca koja je karakterisana povećanjem  $f_d$  i  $V_T$ , tj. dubine disanja koja dostiže plato pri maksimalnom opterećenju (Lucia et al., 2001; Pearsson et al., 2012). Međutim, autori zaključuju da se kod profesionalnih biciklista za razliku od vrhunskih biciklista seniorske kategorije amatera na maksimalnom naporu ne pojavljuje promena u VE, engl. "tahapnee shift", tj. da se ventilacija odvija povećavajući dubinu udisaja a pri tom ne povećavajući  $f_d$  (Lucia et al., 2001; Pearsson et al., 2012). Prosečna vrednost VE kod treniranih biciklista u toku trke na 40 km iznosila je 111 +/- 13.1 l/min (Smith et al., 2001). Lucia (1999) utvrđuje slične vrednosti VE između profesionalnih i elitnih biciklista, ali pri nižim intenzitetima profesionalni biciklisti imaju i niže vrednosti VE.

**DISAJNA REZERVA NA MAKSIMALNOM I SUBMAKSIMALNOM OPETREĆENJU (BR\_MAX)** - Disajna rezerva je razlika između MVV i VE postignute tokom maksimalnog radnog opterećenja (Waserman et al., 1990). Normalne osobe imaju vrednosti disajne rezerve od najmanje 11 L/min ili u rasponu od 10 – 40% od MVV (Waserman et al., 1991). Analizom rezultata ove studije dobijene su aritmetičke sredine i pripadajuće standardne devijacije od 13.849 l/min +/- 9.433 l/min za subuzorak juniora, 17.657 l/min +/- 14.398 l/min za mlađe seniore do 23 godine i 12.393 +/- 10.520 l/min, za seniore, respektivno. Analizom je utvrđeno da nema značajne razlike između biciklista u kategoriji uzrasta i specijalnosti na maksimalčnom nivou opterećenja. Međutim, značajnu razliku na nivou anaerobnog praga ostvarili su mlađi seniori ( $p=0.013$ ). Verovatno se prednost mlađih seniora u odnosu na ostale specijalnosti može objasniti time što su imali najveće vrednosti MVV (165.307 l/min +/- 17.765 l/min), u skladu sa rezultatima istraživanja gde autori zaključuju da sa povećanjem maksimalne voljne ventilacije (MVV) u trenažnom radu, povećava i rezerva disanja ( $VE_{max}/MVV$ ) kod maksimalnih i submaksimalnih vrednosti (Medoff et al., 1998).

**VENTILATORNI EKVIVALENT ZA KISEONIK I ZA UGLJEN-DIOKSID, ELIMINACIJA UGLJEN-DIOKSIDA - Plućna ventilacija (VE)**, zapremina razmenjenog vazduha u minuti, uglavnom ima vrednosti od oko 6 L/min u mirovanju kod odrasle zdrave sedentarne osobe. Pri maksimalnom opterećenju, VE raste 15 do 25 puta iznad vrednosti u mirovanju. Tokom laganog i umerenog vežbanja, VE raste kao posledica povećanja disajnog volumena, dok je prilikom intenzivnog vežbanja razlog povećanja VE pre svega povećanje frekvencije disanja. Uglavnom je povećanje plućne ventilacije direktno proporcionalno povećanju potrošnje kiseonika ( $VO_2$ ) i produkcije ugljen dioksida ( $VCO_2$ ). Međutim, pri kritičnim intenzitetima vežbanja (uglavnom 45 do 65%  $VO_2$  max kod neutreniranih osoba tj. 70 do 90%  $VO_2$  max kod sportista) VE ne raste u skladu sa potrošnjom kiseonika, već dolazi do iznenadnog porasta slično skoku koncentracije laktata i produkcije ugljen dioksida, i to uglavnom pri povećanoj dubini udisaja kod utreniranijih ili frekvenciji kod manje utreniranijih (*Lucia et al., 1999*). To je verovatno posledica činjenice da je plućna ventilacija regulisana u većoj meri uklanjanjem ugljen dioksida pre nego potrošnjom kiseonika. Shodno tome ventilacija uglavnom nije limitirajući faktor maksimalnog aerobnog kapaciteta tokom aktivnosti. Takođe, ovi autori beleže da profesionalni biciklisti ostvaruju manju vrednost ventilatornog ekvivalenta kiseonika na submaksimalnom intenzitetu od elitnih biciklista (*Lucia et al., 1999*).

Porast **ventilacionog ekvivalenta za kiseonik** ( $VE/VO_2$ ) bez istovremenog povećanja ventilacionog ekvivalenta za ugljen dioksid ( $VE/VCO_2$ ) označava se kao ventilacioni anaerobni prag (Wasserman et al., 1990).

**Ventilatorna efikasnost za  $VCO_2$**  je veza između VE i  $VCO_2$  i zavisi od podudaranja ventilacije i perfuzije kiseonika.  $VE/VCO_2$  pokazuje ventilatornu efikasnost za vreme napora kao količinu ventilacije koja je potrebna za eliminaciju 1 litra  $CO_2$ . Normalne vrednosti u radu ispod nivoa intenziteta anaerobnog praga za  $VE/VCO_2$  i  $VE/VO_2$  su od 25 do 35 (Wasserman et al., 2005).

Registrovane vrednosti za  $VE/VO_2$ MAX u našem istraživanju bile su u rasponu od 25.612 do 46.883, sa aritmetičkom sredinom i pripadajućom standardnom devijacijom od 34.662 +/- 4.535, i nisu pokazale značajne razlike u kategorijama uzrasta i specijalnosti između biciklista.

Štimec i saradnici (2015) zabeležili su vrednost ventilatornog ekvivalenta za kiseonik na ventilatornom pragu od  $29.7 \pm 2.1$ .

Registrovane vrednosti za  $VE/CO_2MAX$  u našem istraživanju bile su u rasponu od 22.828 do 43.142, sa aritmetičkom sredinom i pripadajućom standardnom devijacijom od  $30.576 \pm 3.942$ , i nisu pokazale značajne razlike u kategorijama uzrasta i specijalnosti između biciklista.

Vrednost  $VE/VO_2$  predstavlja ekonomičnost korišćenja kiseonika u maksimalnim uslovima opterećenja (Wasserman et al., 2005). Glavna veza između cirkulatornog i ventilatornog odgovora na opterećenje jeste upravo proizvodnja  $CO_2$ . Pri rastućem opterećenju, potrebe organizma za kiseonikom su sve veće i počev od nekog intenziteta rada utrošak  $O_2$  zaostaje za njegovom potrebom, što aktivira glikolitičke procese, kako bi se mišići snabdeli adenzintrifosfatom (ATP-om), povećava koncentraciju laktata, stvaranje ugljen dioksida ( $CO_2$ ) i povećanje plućne ventilacije (VE). Do opterećenja oko 60% od maksimalnih mogućnosti pojedinca, plućna ventilacija raste linearno sa utroškom  $O_2$  i eliminacijom  $CO_2$ , a iznad ovog opterećenja javlja se metabolička acidoza, što je uzrok nelinearnom porastu plućne ventilacije koja se dešava na nivou ANP-a (Wasserman et al., 2005).

**RESPIRATORNI KOEFICIJENT** - Respiratorni koeficijent (engl. "Respiratory Exchange Ratio") predstavlja odnos  $VO_2$  i  $VCO_2$ . Vrednosti respiratornog koeficijenta veće od 1.0 ukazuju na predominaciju anaerobnog metabolizma i takođe ukazuju na veliki intenzitet opterećenja (Wasserman et al., 2005). RQ predstavlja metaboličku razmenu gasova u tkivima i ukazuje na izvor energije koji se predominantno koristi za ćelijski metabolizam (Milani et al., 2006). Nakon postizanja ventilatornog anaerobnog praga dolazi do strmijeg porasta proizvodnje  $CO_2$  i porasta  $RQ > 1,0$ , raste nivo laktata, zato je RQ objektivna mera postignutog napora. Vrednosti  $RQ < 1,0$  ukazuje na slab napor, 1,0 do 1,1 ukazuje na umeren napor, vrednosti 1,1 do 1,2 na adekvatan napor, a vrednosti  $RQ > 1,2$  ukazuju na izrazit napor. Registrovane vrednosti u našem istraživanju bile su u rasponu od 0.983 do 1.285, sa aritmetičkom sredinom i pripadajućom standardnom devijacijom od  $1.135 \pm 0.067$ , i nisu pokazale značajne razlike u kategorijama uzrasta i specijalnosti između biciklista na maksimalnom nivou kao i na ventilatornom pragu.

### **11.3. DISKUSIJA FUNKCIONALNOG ISPITIVANJA RESPIRATORNOG SISTEMA DESKRIPTIVNE STATISTIČKE ANALIZE U ODNOSU NA SPECIJALNOST I UZRAS**

**Plućni statički i dinamički volumeni** - Danas je uobičajena pojava da se testovi za funkcionalno ispitivanje pluća primenjuju u sportu i sportskoj medicini. Njihovo mesto i uloga objašnjavaju se dvojako, jer se radi depistažni pregled u smislu prevencije i ranog otkrivanja opstruktivne bolesti pluća. Paralelno sa ovim važnim medicinskim istraživanjem funkcionalnim ispitivanjem disajnog sistema ocenjuje se fizička spremnost sportiste na osnovu koje se mogu izvoditi zaključci o kvalitetu trenažnog procesa i njegovoj strukturi. Plućni volumeni izmereni metodom u kojoj brzina strujanja gasa ne igra nikakvu ulogu nazivaju se statički. Volumeni koji se dobijaju pri brzom, forsiranom disanju, i imaju dimenziju volumenske brzine, tj. protoka, nazivaju se dinamički (Billat et al., 2009).

U statičke plućne volumene spadaju: respiratorni (disajni) volumen, ekspiratorni rezervni volumen, inspiratorni rezervni volumen i rezidualni volumen. Statički plućni kapaciteti su: vitalni kapacitet, funkcionalni rezidualni kapacitet, inspiratorni kapacitet i ukupni plućni kapacitet. U dinamičke plućne volumene ubrajaju se: forsirani ekspiratorni volumen (FEV), Tifnov indeks (eng. Tiffeneau index) (FEV1/VC %) i krivulja protok-volumen. U ovom istraživanju ispitivani su i statični i dinamički plućni volumeni od kojih su bili posmatrani FVC, FEV1, PEF, VC, FEV1/VC % i MVV (Billat et al., 2009).

**FORSIRANI VITALNI KAPACITET, FORSIRANI EKSPIRATORNI VOLUMEN U PRVOJ SEKUNDI, ODNOS FORSIRANOG EKSPIRATORNOG VOLUMENA U PRVOJ SEKUNDI I VITALNOG KAPACITETA** - Na osnovu naše sprovedene studije može se uočiti da se biciklisti razlikuju po kriterijumu uzrasne kategorije i takmičarske specijalnosti u vrednosti disajnih kapaciteta, (MVV, VC, FVC, FEV1 izraženo u litrima i procentima) što je i statističkom značajnošću potvrđeno. Nakon podele osnovnog uzorka ovog istraživanja u subuzorke prema uzrastu ispitanika dobijene vrednosti su razlikovale bicikliste po kriterijumu FVC, 4.833 +/- 0.731 za subuzorak juniora,

5.251 +/- 0.377 seniora do 23 godine i 5.108 +/- 0.465 za seniore. Najviše vrednosti ostvarili su mlađi seniori U23.

Rezultati ovog istraživanja su u saglasnosti sa rezultatima prethodnih istraživanja (Lazović i sar., 2015), gde se jano uočava da intenzivna fizička aktivnost dovodi do povećanja disajnih kapaciteta. Međutim, u drugim izvorima nalaze se rezultati u kojim se beleži da nema promena u parametrima FVC, FEV<sub>1</sub> i FEV<sub>1</sub>/ FVC usled trenažnog procesa (William et al., 2002; Halder et al., 2012). Navodi iz literature takođe ne ukazuju da trenažni proces kod biciklista dovodi do povećanja dinamičkih plućnih kapaciteta (Lucia et al., 2001; Kippelen et al., 2005). Lucia (2001) ukazuje da nema statistički značajne razlike u FVC i MVV kod profesionalnih biciklista, a Kippelen (2005) da nema razlike na biciklistima nižeg ranga u FVC, FEV<sub>1</sub> i FEV<sub>1</sub>/FVC tokom biciklističke sezone.

Oprečno prethodnim autorima, a saglasno sa rezultatima našeg istraživanja, Lazović (2016) beleži da je statistički značajno veće vrednosti forsiranog vitalnog kapaciteta u litrima (FVC) imala grupa ispitanika koja se bavila aerobnim sportovima u odnosu na grupu sportista koji su se bavili anaerobnim sportovima i kontrolnu grupu ( $p < 0.01$ ). Lazović i saradnici (2016) navode da je parametar FEV<sub>1</sub> u zavisnosti od uzrasta što potvrđuju rezultati ovog istraživanja. Takođe ovi autori navode podatak da se korelacionom analizom dobija značajnost između godina treniranja i procentualno ostvarenih vrednosti VC, FVC i FEV<sub>1</sub>, što može ukazati da kod vrhunskih sportista, verovatno dolazi do adaptacije respiratornog sistema usled intezivne fizičke aktivnosti. Kod kontrolne grupe ispitanika isključivo klasičan biciklistički trening nije doveo do povećanja u navedenim parametrima.

Takođe, u svom istraživanju, Madić i saradnici (2006) ističu da programiran trenažni rad pozitivno utiče na poboljšanje funkcija respiratornog sistema i da dobijeni rezultati mogu pomoći kvalitetnijem planiranju, programiranju i doziranju treninga u plivanju. U našem istraživanju rezultati su pokazali razlike kod biciklista u kategoriji uzrasta i specijalnosti u varijabli MVV. Ovakav rezultat može ukazivati da je na povećanje MVV uticao trenažni proces, koji je posredno uticao na razvoj disajne muskulature.

Za razliku od prethodnih studija u kojima se navodi da respiratorni sistem nije ograničavajući faktor u vršenju fizičke aktivnosti, novija istraživanja pokazala su da sportisti

imaju veće disajne volumene i da tokom dugotrajne fizičke aktivnosti dolazi do adaptacije respiratornog sistema, a samim tim i boljih sportskih rezultata (Degens et al., 2013; Lazović i sar., 2014). Takođe, utvrđena je pozitivna korelacija između godina treniranja i procentualno ostvarenih vrednosti u varijablama VC, FVC i FEV1 što ukazuje na odgovor respiratornog sistema na dato trenažno opterećenje (Lazović, 2006).

**VRŠNI EKSPIRATORNI PROTOK (PEF)** - Vršni ekspiratorni protok (PEF), je pokazatelj najvećeg mogućeg protoka vazduha kroz disajne puteve tokom forsiranog izdaha, i to u središnjim i perifernim disajnim putevima, a činioci koji utiču na PEF su volumen i elastičnost pluća kao i snaga i koordinacija ekspiratornih mišića (Henry et al., 1991). Obavljanje bilo koje fizičke aktivnosti zavisi od funkcionalnog kapaciteta transporta kiseonika.

Rezultati ovog istraživanja su saglasni istraživanju ovih autora da PEF ima značajno veće vrednosti kod seniora u odnosu na mlađe seniore i juniore. U prilog tome govori i istraživanje Lazović (2016) gde se pokazala značajna korelacija TM i TV sa PEF%. Forsirani protok u funkciji takmičarske specijalosti biciklista se nije razlikovao.

Pri vožnje bicikla usled napora dolazi do povećanja frekvence disanja što sa svoje strane povećava amplitude pokreta grudnog koša i istovremeno hipertrofiše međurebarne mišiće. Sva ova događanja utiču na poboljšanje elastičnosti grudnog koša koji omogućava sa svoje strane veće funkcionalne sposobnosti pluća. Dakle, iz svega iznetog možemo zaključiti da trenažni proces ima uticaja na poboljšanje funkcija respiratornog sistema, kao i na povećanje elastičnosti grudnog koša.

**VITALNI KAPACITET (VC)** - Vitalni kapacit pluća povećan je kod osoba koje se intenzivno bave fizičkim aktivnostima. Da bi se izmerio vitalni kapacitet pluća, mora da se uzme u obzir normalno disanje, zatim dopunska količina vazduha do kraja dubokog udaha i količina vazduha do kraja dubokog izdaha. Zbir ova tri volumena, predstavlja VC. Zahvaljujući treningu ubrzava se disanje sportiste, što povećava broj ekskurzija koštanog oklopa u kojem su smeštena pluća. Povećava se broj kontrakcija međurebarnih mišića zbog čega oni hipertrofišu. Ovo dovodi do povećanja dijametra kao i elastičnosti grudnog koša čime se stvaraju dobri uslovi za veće i obimnije respiratorne pokrete pa tako dolazi do ekspanzije pluća. Na taj način se povećavaju funkcionalne sposobnosti pluća (Hraste i saradnici., 2008).



Na osnovu rezultata ove doktorske disertacije uočeno je da je VC značajno razlikovala bicikliste u kategoriji uzrasta ali ne i specijalnosti. U istraživanju Lazović (2006) vrednosti izmerenog VC i VC (%) bile su statistički značajno više u grupi aerobnih sportista u odnosu na druge dve grupe ( $p < 0.01$ ,  $p < 0.05$ ) što samo govori o uticaju intenzivnog treninga koji se odvija u dužem vremenskom periodu na respiratorne funkcije. Takođe, saglasni sa istim zaključkom bili su i Hraste i saradnici (2008) koji su pratili petogodišnji i sedmogodišnji treninažni period vaterpolista kadeta i mlađih juniora i utvrdili da trening izaziva značajne promene u varijablama za procenu dinamičkih funkcionalnih vrednosti pluća (Hraste i saradnici., 2008).

**MAKSIMALNA VOLJNA VENTILACIJA (MVV)** - Na osnovu rezultata ove doktorske disertacije uočeno je da je MVV značajno razlikovala bicikliste u kategoriji uzrasta i specijalnosti. Rezultati drugih istraživanja ukazuju na istu dinamiku respiratorno sistema u uslovima trenažnog rada koji je pokretač tih promena (Lazović i sar., 2015; Štimec, 2015). Maksimalna voljna ventilacija (MVV) predstavlja najveću količinu vazduha koja se prilikom forsiranog disanja u toku izdisaja može izmeriti u vremenu od jednog minuta, a kako su u našem istraživanju U23 i seniori pokazali najviše vrednosti, možemo pretpostaviti da su oni imali veću sposobnost tolerancije na napor. U kategoriji specijalnosti sprinteri su pokazali veći stepen tolerancije na napor u odnosu na specijaliste za brdske uslove i specijaliste za ravno.

Lucia (1999) navodi da nema statistički značajne razlike u plućnim kapacitetima (MVV i FVC) između elitnih i profesionalnih biciklista i navodi izrazito visoke vrednosti MVV koje iznose preko 190 litara u obe grupe ispitanika. Takođe, Lucia (1999) navodi da rezerva disanja od 15 % ( $\% V_{E_{max}} / MVV$ ) ukazuje na važnost MVV u biciklizmu. Međutim, prema rezultatima Štimec (2015) specifičan trening izdržljivosti disajne muskulature i tehnike disanja uz klasičan biciklistički trening je doveo do povećanja vrednosti u parametru maksimalne voljne ventilacije (MVV  $p < 0,05$ ) između inicijalnog i finalnog merenja u eksperimentalnoj grupi ispitanika.

Odnos minutnog volumena i MVV ( $VE/MVV$ ) naziva se indeksom disajne rezerve (*breathing reserve index*– BRI), a on je veoma važan pokazatelj pri maksimalnom opterećenju. Kada je vrednost BRI povišena, tada to ukazuje na nedovoljnu ventilatornu sposobnost respiratornog sistema (Palange et al., 2007) što nam može ukazati na mogućnost nedovoljnog trenažnog intenziteta u toku trenažnog procesa, koji bi doveo do bolje adaptacije respiratornog

sistema. Štimec (2015) je proučavajući kako dolazi do povećanja ekonomičnosti vožnje bicikla zaključio da smanjenjem potrošnje kiseonika pri opterećenju od 150 W između inicijalnog i finalnog merenja nakon disanja dolazi do smanjenja ventilacije između inicijalnog i finalnog merenja. Razlog smanjenju ventilacije ovaj autor navodi u trenažnom procesu koji je bio usmeren razvoju tehnike disanja u trajanju od 8 sedmica. Cilj takvog treninga bio je produžiti izdisaj i povećati trajanje ukupnog ciklusa disanja. Ispitanici eksperimentalne grupe u periodu od 8 sedmica poboljšali su tehniku disanja na način što su smanjili broj udisaja, povećali dubinu disanja, odnosno povećali ukupno trajanje ciklusa disanja. Sledeći razlog povećanja ekonomičnosti vožnje bicikla ovaj autor ukazuje da se može pripisati treningu izdržljivosti disajne muskulature koji je doveo do povećanja vrednosti MVV. Povećanjem MVV uz smanjenje ventilacije pri 150 W povećala se „rezerva disanja“ pri zatom intenzitetu, što takođe može biti uzrok povećanja ekonomičnosti kod ovih biciklista.

Na osnovu rezultata ove studije, kao i rezultata prethodno objavljenih studija, zapaženo je da kod biciklista prilikom trenažnog procesa dolazi do adaptacije respiratornog sistema, u smislu povećanja disajnog volumena i kapaciteta. Rezultati ovog istraživanja predstavljaju originalni doprinos istraživanjima adaptacije respiratornog sistema na kontinuiranu fizičku aktivnost. Najveća razlika kod biciklista uočena je u varijablama funkcionalni vitalni kapacitet, forsirani ekspiratorni volumen u prvoj sekundi (FEV1), vršni ekspiratorni protok (PEF), maksimalna voljna ventilacija (MVV).

Redovna, programirana i kontrolisana fizička aktivnost utiče na dinamičke plućne kapacitete u smislu adaptivnih promena specifičnih za vrstu fizičke aktivnosti. Rezultati ove doktorske disertacije pokazali su da postoje značajne razlike u odgovoru respiratornog sistema na fizičku aktivnost između biciklista u funkciji uzrasta i takmičarske specijalnosti.

## 11. 4. DISKUSIJA REZULTATA FAKTORSKE ANALIZE

Faktorska analiza u ovom istraživanju omogućila je da se upravo na temelju odgovarajućeg broja varijabli, međusobno manje ili više povezanih, proceni struktura potencijala sportista. Sam trenažni rad kao činilac takmičarske uspešnosti nije garancija uspeha vrhunskih sportskih rezultata. Specifične metode sredstava opterećenja moraju biti usmerene ka razvoju one strukture osobina zahvaljujući kojoj sportisti imaju veće izgleda da ostvare uspeh. Zato potrebu definisanja strukture kardiorespiratornih pokazatelja u ovom radu kod biciklista i ekstrahovanja latentnih dimenzija od bitnog značaja su za takmičarsku uspešnost. Utvrđeno je da se kod vrhunskih sportista u pojedinim granama sportova pojavljuju isti, specifični odnosi pojedinih antropometrijskih, funkcionalnih, motoričkih i sociološko-psiholoških obeležja, što navodi na zaključak da se kod vrhunskih sportista za svaku granu sporta mogu utvrditi kvantitativne i kvalitativne zakonitosti razvoja različitih psihosomatskih svojstava (Važni., 1978).

Vrhunske rezultate sportisti postižu upravo zahvaljujući ostvarenom odnosu i nivou razvijenosti razvoja rezultata u konkretnoj grani sporta (Važni., 1978). Jedan od ciljeva ovog rada bio je da odgovori kakva je struktura modelnih karakteristika kojima se odlikuju biciklisti da bi postigli vrhunski sportski rezultat. Važni (1978) je upravo te modelne karakteristike definisao pojmom „model šampiona“ koji egzistira kao apstraktni sistem čiji je zadatak da simulira izabrane najglavnije osobine budućih vrhunskih sportista određenog sporta. Stanje sportiste, takmičarska aktivnost i trenažni proces izuzetno su složene pojave, pa se sa veoma velikim brojem pokazatelja sportista može opisati u celini. Zato je Milanović i saradnici (2009) upotrebio termin „modelne karakteristike“. Takođe, ovaj autor upućuje da modelne karakteristike treba shvatiti kao matricu biomotoričkih karakteristika i kardiorespiratornih sposobnosti utvrđenu na populaciji vrhunskih sportista, pri čemu utvrđeni odnosi različitih obeležja matrice dobijaju karakter idealnih vrednosti. Važni (1978) je utvrdio zavisnost vrhunskog sportskog rezultata i pojedinih karakterističnih dimenzija i predložio strukturu osobina koje čine modelne

karakteristike u konkretnoj grani sporta. On ukazuje na potrebu utvrđivanja morfoloških karakteristika, kardiovaskularnog, neuroočskog i respiratornog sistema, kao i stanja moralno-voljnih osobina. Milanović i saradnici (2009) navode da modelne karakteristike predstavljaju rezultati koje vrhunski sportisti postižu u bazičnim i specifičnim pokazateljima treniranosti i pokazateljima situacione efikasnosti.

Takođe, Koprivica (1988) navodi da je potrebno otkriti zakonitosti odnosa različitih parametara u uslovima kada neki od njih streme ka maksimumu, odnosno zakonitosti odnosa osnovnih i manje važnih parametara. Navedene odnose treba izučavati na svim stepenima sportskog usavršavanja, od početnika do vrhunskog sportiste. U tom slučaju utvrđivanje modelnih karakteristika ima izuzetan značaj u sportu i znatno može doprineti individualizaciji u trenažnom procesu, tj. dovođenju parametara pripremljenosti u međusobno optimalan odnos pri čemu individualno jake strane sportiste treba još više podstaći, a ostale poboljšati do mogućeg stepena kojim se taj odnos neće narušiti.

Koprivica (1988) ukazuje da bi model koji bi obuhvatao sve ispitivane faktore, sa velikim brojem pokazatelja koji ih određuju, bio i najbolji model stanja sportiste. Međutim, u sportskoj praksi najčešće se uzima jedan ili više faktora sa brojnim pokazateljima koji bitno utiču na postizanje najboljih rezultata u određenoj sportskoj grani. U slučajevima kada se izdvajaju samo oni faktori koji najbolje razdvajaju grupe ispitanika ne govori se o modelu stanja, već o modelnim karakteristikama stanja sportiste (Valdevit, 2009; Dopsaj, & Milišić, 1994). Ova tematika zaokupila je pažnju istraživača ovog istraživanja s ciljem da se prepozna struktura antropometrijskih i kardiorespiratornih varijabli, kako bi se mogli individualizovati trenažni procesi za svaku uzrasnu kategoriju i kategoriju specijalnosti u cilju maksimalnog razvoja biciklista. U tom cilju rađena je faktorska analiza rezultata sa laboratorijskog testiranja biciklista, obzirom da se u biciklističkom sportu takođe prepoznaje potreba utvrđivanja broja faktora koji na najbolji način ukazuju na klasifikaciju biciklista u odnosu na ove kategorije.

Pod modelnim karakteristikama sportiste podrazumevaju se rezultati koji se postižu u specifičnim i bazičnim pokazateljima treniranosti, a na osnovu tih rezultata mogu se adekvatno izmeniti i unaprediti trenažni procesi, planovi i programi sportske pripreme, nivo opterećenosti treninga (Milanović, 2009). Kako modelne karakteristike vrhunskog sportiste ne bi bile

zasnovane samo na opštem modelu šampiona i samim tim dovele do većeg procenta greške usled generalizovanja slike vrhunskih biciklista, potrebno je izučavati i uočavati karakteristike sportista na svim stepenima sportskog usavršavanja, od početnika do vrhunskog sportiste (Koprivica, 1988).

Jedan od ciljeva ovog istraživanja je da utvrdi strukturu kardiorespiratornih sposobnosti, antropometrijskih karakteristika i radnih pokazatelja kod ispitivanog uzorka biciklista. Analizom rezultata laboratorijskog testiranja biciklista u ovom radu izdvojeni su najznačajniji faktori koji od kojih zavisi takmičarski rezultat u biciklizmu, i u skladu sa ciljem rada utvrđena struktura modelnih kardiorespiratornih sposobnosti kod biciklista.

U ovom istraživanju bilo je 29 manifestnih varijabli koje su bile uključene u faktorsku analizu. Na latentnu strukturu ukazalo je 7 osnovnih dimenzija koji se mogu smatrati odgovornim za 74.81% ukupno registrovane varijanse analizirane kardiorespiratorne strukture biciklista. Prvi ekstrahovani Varimax faktor je opisivao 19.34% ukupno registrovane varijanse. Ova latentna dimenzija ispitivanog prostora značajno saturira 15 manifestnih varijabli obuhvaćenih istraživanjem. Varijable obuhvaćene u prvom faktoru bile su: VCO<sub>2</sub>ANT (0.85), VO<sub>2</sub>ANT (0.81), POWER\_ANT (0.79), VE\_ANT (0.75), VO<sub>2</sub>MAX (0.72), VCO<sub>2</sub>MAX (0.68), POWER\_MAX (0.64) i TA\_S (0.48). Ovaj faktor nazvan je kao Odnos ugljen dioksida, kiseonika i snage ostvarene na VANP u skladu sa sadržajem varijabli koje čine ovaj faktor. Značajan doprinos u definisanju (ekstrakciji) prve latentne dimenzije imaju varijable eliminacija ugljen-dioksida, potrošnja kiseonika, dostignuta snaga, ventilacija. Poznato je da se ventilacija direktno proporcionalno povećava sa rastom intenziteta vežbanja a time povećava potrošnju kiseonika i produkciju ugljen dioksida (Lucia et al., 1999). Ovi autori zapažaju da ventilacija na 70 do 90% VO<sub>2</sub> max kod sportista VE ne raste u skladu sa potrošnjom kiseonika, što je u skladu sa našim rezultatima (Lucia et al., 1999). Pri tom dolazi do iznenadnog porasta produkcije ugljen dioksida, i to verovatno kao posledica činjenice da je plućna ventilacija regulisana u većoj meri uklanjanjem ugljen dioksida pre nego potrošnjom kiseonika. Obzirom da ventilacija uglavnom nije limitirajući faktor maksimalnog aerobnog kapaciteta tokom aktivnosti, možemo definisati strukturu koja razlikuje bicikliste po respiratornim parametrima na varijable eliminacija ugljen-dioksida, potrošnja kiseonika i dostignuta snaga. Varijable koje dodatno značajno razlikuju

bicikliste u kategoriji uzrasta i specijalnosti i čine prepoznatljivu strukturu modelnih karakteristika, mada u manjoj meri su: uzrast, telesna masa, godine treniranja, puls u miru, vreme dostizanja ventilatornog praga i maksimalna voljna ventilacija.

Drugi ekstrahovani Varimax faktor je opisivao 17.65% ukupno registrovane varijanse. Ova latentna dimenzija ispitivanog prostora značajno saturira 12 manifestnih varijabli obuhvaćenih istraživanjem. Ovaj faktor nazvan je Dinamički plućni volumen u skladu sa sadržajem varijabli koje čine ovaj faktor. Na ovom faktoru projektovale su se sledeće varijable: FEV1 (0.87), VC (0.79), FVC (0.78), MVV (0.76), PEF (0.74) i VE\_MAX (0.69). Značajan doprinos u definisanju (ekstrakciji) druge latentne dimenzije imaju varijable plućnog dinamičkog kapaciteta. Važnost ovih pokazatelja ogleda se u procenjivanju fizičke spremnosti sportiste na osnovu koje se izvode zaključci o kvalitetu trenažnog procesa i njegovoj strukturi. Varijable koje značajno razlikuju bicikliste u kategoriji uzrasta i specijalnosti čine prepoznatljivu strukturu modelnih karakteristika.

Treći ekstrahovani Varimax faktor je opisivao 7.55% ukupno registrovane varijanse. Ova latentna dimenzija ispitivanog prostora značajno saturira 4 manifestne varijable obuhvaćenih istraživanjem. Ovaj faktor nazvan je Stpen utreniranosti određen frekvencijom srca u skladu sa sadržajem varijabli koje čine ovaj faktor. Na ovom faktoru projektovale su se sledeće varijable: HR\_ANT (0.84) i HR\_MAX (0.81) i ovo je faktor koji procentualno značajno opisuju strukturu biciklista. Ostale dve varijable, YEARS (-0.44) i AGE (-0.39) su takođe učestvovali u opisu strukture modalnih karakteristika biciklista koji se razlikuju u katogoriji uzrasta i specijalnosti. One su nešto nižih i negativnih vrednosti ali i dalje značajno utiču na strukturu.

Četvrti ekstrahovani Varimax faktor je opisivao 6.849% ukupno registrovane varijanse. Ova latentna dimenzija ispitivanog prostora značajno saturira 5 manifestnih varijabli obuhvaćenih istraživanjem. Ovaj faktor nazvan je Pokazatelj efikasnosti rada srca u skladu sa sadržajem varijabli koje čine ovaj faktor. Salijentnim vrednostima na ovom faktoru projektovale su se sledeće varijable: TA\_D (-0.66), trajanje treninga - HOURS (0.64) i učestalost treninga - WEEAKLY (0.58) što upućuje da je ovo značajna dominantna karateristika ispitivanih biciklista. Osim ovih varijabli ekstrahovani Varimax faktor je saturirao nižim vrednostima, ali statistički još

uvek značajnim, i sledeće varijable: Maksimalan sistolični krvni pritisak - TA\_S (0.47), Maksimalna frekvencije disanja fd\_MAX (0.31).

Peti ekstrahovani Varimax faktor je opisao je 7.024% ukupno registrovane varijanse. Ova latentna dimenzija ispitivanog prostora značajno saturira 4 manifestne varijable obuhvaćenih istraživanjem. Ovaj faktor nazvan je Efikasnost ventilacije u skladu sa sadržajem varijabli koje čine ovaj faktor. Salijentnim vrednostima na ovom faktoru projektovale su se sledeće varijable: frekvencije disanja na ventilatornom anaerobnom pragu - fd\_ANT (0.84) i maksimalna frekvencije disanja - fd\_MAX (0.66), pri tom ekstrahovane su i varijabla sa nižim, ali statistički značajnim vrednostima: ventilacija na ventilatornom anaerobnom pragu - VE\_ANT (0.48).

Šesti ekstrahovani Varimax faktor je opisivao 9.63% ukupno registrovane varijanse. Ova latentna dimenzija ispitivanog prostora značajno saturira 8 manifestnih varijabli obuhvaćenih istraživanjem. Ovaj faktor nazvan je Optimalni nivo masne komponente u skladu sa sadržajem varijabli koje čine ovaj faktor. Salijentnim vrednostima na ovom faktoru projektovale su se sledeće varijable: FAT% (-0.77), AGE (0.62), vreme do postizanja ventilatornog anaerobnog praga - T\_ANT (0.61) i godine treniranja - YEARS (0.55). Ekstrahovani Varimax faktor je saturirao sa nižim vrednostima, ali statistički još uvek značajnim, i sledeće varijable: Trajanje treninga - HOURS (0.33), VO<sub>2</sub>\_MAX (0.32), VO<sub>2</sub>\_ANT (0.311) i VE\_MAX (0.30).

Sedmi ekstrahovani Varimax faktor je opisivao 6.752% ukupno registrovane varijanse. Ova latentna dimenzija ispitivanog prostora značajno saturira 5 manifestnih varijabli obuhvaćenih istraživanjem. Ovaj faktor nazvan je Optimalna visina u skladu sa sadržajem varijabli koje čine ovaj faktor. Salijentnim vrednostima na ovom faktoru projektovale su se sledeće varijable: BH (0.74), BM (0.68) i PULS\_REST (0.56). Osim ovih varijabli ekstrahovani Varimax faktor je saturirao nižim vrednostima, ali statistički još uvek značajnim, i sledeće varijable: VC (0.36) i FVC (0.33).

Obzirom na dobijene rezultate istraživanja, potvrđena je hipoteza da je moguće utvrditi bazičnu modelnu strukturu varijabli gde se biciklisti razlikuju u odnosu na manifestne pokazatelje antropometrijskih karakteristika, kardiovaskularnih i respiratornih sposobnosti, kao i pokazatelji specifične radne sposobnosti. Može se zaključiti da je na osnovu rezultata faktorske

analize moguće predstaviti adekvatan okvir za identifikovanje modelne strukture kardiorespiratornih pokazatelja koji odlikuju bicikliste, i da se kao takve, mogu smatrati relevantnim za dalje analize i istraživanja.



## **11. 5. DISKUSIJA REZULTATA REGRESIONE ANALIZE**

Logistički regresioni model primenjen je na uzorak biciklista sa ciljem da se izvrši predikcija varijabli koje bi opisale modelne karakteristike biciklista u okviru takmičarske specijalnosti, i to da se sa što manjim brojem prediktorskih varijabli objasni što veća varijansa kriterijumske varijable. Kao pomoć pri izboru promenljivih za logistički regresioni model u ovom radu primenjen je postupak univarijatne analize svake promenljive.

### **11. 5. 1. Modelne karakteristike biciklista specijalista za vožnju na pretežno ravnim terenima**

Specijaliste za vožnju na pretežno ravnim terenima opisuju statistički značajne veze koje su utvrđene sledećim varijablama prediktora: dostignuta snaga na ventilatornom anaerobnom pragu, maksimalna dostignuta snaga, eliminacija ugljen-dioksida na ventilatornom anaerobnom pragu, potrošnja kiseonika na ventilatornom anaerobnom pragu, ventilacija na ventilatornom anaerobnom pragu, vreme do postizanja ventilatornog anaerobnog praga, maksimalna potrošnja kiseonika i puls u miru.

Multivarijatni doprinos prediktivnih varijabli bio je određen binomnom logističkom regresionom analizom. U funkciji prediktora uvršten je skup varijabli koji svojom prirodom mogu da doprinesu validnoj predikciji pripadanja skupu biciklista specijalista za vožnju u pretežno ravnim terenima. Rezultati ukazuju na značajan doprinos objašnjenju kriterijumske varijable na osnovu sledećih prediktorskih varijabli: dostignuta snaga na ventilatornom anaerobnom pragu, telesna masa i eliminacija ugljen-dioksida pri maksimalnom opterećenju.

Snaga na laktatnom pragu je jedna od najvažnijih fizioloških determinanti u biciklizmu, jer integrira  $VO_2max$ , procenat  $VO_2max$  koji se može održati za određeno vreme i efikasnost u vožnji bicikla (Mertin et al., 1998; Denham et al., 2017). Pozaić i saradnici (2017) su u svom istraživanju došli do zaključka da se ostvarena snaga na maksimalnom testu nije razlikovala

između biciklista, ali da se razlikovala na nivou anaerobnog praga. Takođe ovi autori su utvrdili da će ispitanici koji su postigli bolje vrednosti u progresivnom kontinuiranom testu opterećenja na biciklrgometru moći održavati veću prosečnu snagu (W) na 2000 metara na biciklističkoj pisti.

Odnos snage i telesne mase je važna komponenta za uspeh u biciklizmu i kao takva ova varijabla razlikuje bicikliste u funkciji takmičarske specijalnosti (Menaspa et al., 2013). Specijalisti na ravnom sa većom telesnom masom i većom telesnom visinom imaju prednost u odnosu na druge specijaliste u situacijama kada je brzina vožnje bicikla na nivou anaerobnog praga, i pokazuju bolje rezultate na ravnom terenu od biciklista niže telesne visine (Lucia et al., 2001; Milić i sar., 2010).

Na nivou alveola dolazi do razmene gasova između vazduha u krvi gde ugljen dioksid ( $\text{CO}_2$ ) izlazi iz krvi, a kiseonik ( $\text{O}_2$ ) ulazi u krv (Wiliam et al., 2002). Za vreme fizičkog rada u mišićima raste proizvodnja  $\text{CO}_2$  iz dva razloga. Prvi je zbog trošenja  $\text{O}_2$  u mitohondrijima, a drugi zbog puferisanja mlečne kiseline bikarbonatnim puferom, pri radu iznad AT-a. Za eliminaciju  $\text{CO}_2$  nastalog mišićnim radom, mišići moraju biti perfundirani krvlju koja se arterijalizira u plućima. Arterijalizacija se zbiva eliminisanjem nastalog  $\text{CO}_2$ . Minutna ventilacija (VE) raste na nivo koji je dovoljan za eliminisanje  $\text{CO}_2$  nastalog metabolizmom i za minimiziranje porasta u koncentraciji  $\text{H}^+$  kada nastaje laktatna acidoza. U opterećenju koje je ispod AT-a, VE raste a pri tom arterijski pH i  $\text{PCO}_2$  ostaju blizu bazalnih vrednosti (Wasserman et al., 1990). Opterećenje iznad AT-a, zbog nastale metaboličke acidoze, stimuliše ventilaciju, što dovodi do pada vrednosti  $\text{PaCO}_2$  i pH. Eliminacija određene količine  $\text{CO}_2$  iz krvi zavisi od koncentracije  $\text{CO}_2$  u alveolama (Wasserman et al., 1990). Sposobnost podnošenja trenažnog napora je u direktnoj vezi s kapacitetom respiratornog i kardiovaskularnog sistema da isporuče kiseonik mišićima, i sposobnošću mišića da preuzmu kiseonik iz krvi i upotrebe ga u procesima oksidativne fosforilacije (Whipp et al., 2007).

Dobar pokazatelj trenažne pripremljenosti upravo je pokazatelj pulsa u miru, koji karakteriše modelne karakteristike specijalista na ravnom, dok je telesna masa još jedan parametar koji nakon regresione analize izdvaja ove specijaliste u odnosu na druge. U ovoj studiji rezultati ukazuju da su specijalisti na ravnom imali veće vrednosti telesne mase od drugih

specijalnosti. Moguće je zaključiti da je model posedovao dobre metrijske karakteristike i visok stepen validnosti za procenu pripadanja ispitanika grupi biciklista specijalista za vožnju na pretežno ravnim terenima.

### **11. 5. 2. Modelne karakteristike biciklista specijalista za vožnju u brdskim uslovima**

Rezultati binomne logističke regresione analize ukazuju na značajan doprinos objašnjenju kriterijumske varijable sledećih prediktorskih varijabli: telesna masa (0.000), dostignuta snaga na ventilatornom anaerobnom pragu (0.002) i eliminacija ugljen-dioksida na ventilatornom anaerobnom pragu (0.05). Model prikazuje dobre prediktivne karakteristike (Nagelkerke  $R^2=0.622$ ;  $p=0.000$ ). Ovo potvrđuje i Hosmer-Lemeshow test prilagođenosti regresionog modela ( $p=0.944$ ). Površina pod ROC krivom je iznosila 0.925 ( $p=0.000$ ), što govori u prilog dobroj diskriminacionoj validnosti prognostičkog modela. Površina pod ROC krivom je mera sposobnosti modela u razdvajanju biciklista koji su deo koncepcije koji se posmatra u odnosu na one koji to nisu. Površina ispod ove krive zapravo daje meru razdvajanja koja je, u našem slučaju verovatnoća da će sledeće prediktorske varijabli imati veću ocenjenu verovatnoću nego one koji to nisu slektovane.

Dobijeni predikcioni model je korektno klasifikovao 81.6% biciklista u osnovnom uzorku istraživanja. Senzitivnost modela je iznosila 57.14%, specifičnost 90.91%, pozitivna prediktivna vrednost 70.59%, dok je negativna prediktivna vrednost iznosila 84.75%. Rezultati ukazuju na značajan doprinos objašnjenju kriterijumske varijable (specijalnosti) na osnovu sledećih prediktorskih varijabli: telesna masa - TM (0.000), dostignuta snaga na ventilatornom anaerobnom pragu - POWER\_ANT (0.002), eliminacija ugljen-dioksida na ventilatornom anaerobnom pragu - VCO<sub>2</sub>\_ANT (0.005).

Telesna masa je jedan od parametara koji opisuje modelne karakteristike biciklista u funkciji specijalista za vožnju na brdu. Kao i kod specijalista za vožnju na ravnom gde je bilo poželjno da biciklisti imaju veću telesnu masu, kod specijalista za brdske uslove vrednosti TM idu ka nižim vrednostima, zbog specifičnih fizičkih zahteva u vožnji na usponima (Lucia et al.,

2001). Pri savladavanju uspona dolazi do izražaja sila gravitacije koja mora biti savladana snagom bicikliste, pri tom smanjujući brzinu kretanja bicikla zbog održavanja aerobnog metabolizma u stabilnom stanju. Pri tome, telesna masa bicikliste, kao jedna od najvažnijih antropometrijskih parametara, igra važnu ulogu u biciklizmu. Pri vožnji biciklista teži da održi snagu što više konstantnom i time održava i povećava brzinu. Međutim pri manjem nagibu puta iznad nule, biciklista savladava otpor vazduha malo smanjujući brzinu kako bi nastavio vožnju uprkos povećanju nagiba. Ako nagib nastavlja da se povećava, mora doći do većeg smanjenja brzine. Primećeno je da se razlike među biciklistima takmičarima u brdskim uslovima pojavljuju na nivou realizovane snage, upravo kod onih koji imaju najveću aerobnu moć i pri tom manju telesnu masu (Lucia et al., 2001).

Dostignuta snaga na ventilatornom pragu i eliminacija ugljen dioksida takođe karakteriše bicikliste ove specijalnosti što samo govori da su ove varijable bitne stavke respiratornog potencijala u odgovoru na fizički napor.

Model prikazuje dobre prediktivne karakteristike (Nagelkerke  $R^2=0.622$ ;  $p=0.000$ ). Ovo potvrđuje i Hosmer-Lemeshow test prilagođenosti regresionog modela ( $p=0.944$ ). Površina pod ROC krivom je iznosila 0.925 ( $p=0.000$ ), što govori u prilog dobroj diskriminacionoj validnosti prognostičkog modela. Dobijeni predikcioni model korektno je klasifikovao 81.6% biciklista u osnovnom uzorku istraživanja. Senzitivnost modela je iznosila 57.14%, specifičnost 90.91%, pozitivna prediktivna vrednost 70.59%, dok je negativna prediktivna vrednost iznosila 84.75%.

Moguće je zaključiti da je model posedovao dobre metrijske karakteristike i visok stepen validnosti za procenu pripadanja ispitanika grupi biciklista specijalista za vožnju u pretežno brdskim uslovima.

### 11. 5. 3. Modelne karakteristike specijalista sprintera

Rezultati binomne logističke regresione analize ove studije ukazuju na značajan doprinos objašnjenju kriterijumske varijable sledećih prediktorskih varijabli: snaga na ANT i MAX, VO<sub>2</sub>\_ANT, VCO<sub>2</sub>\_ANT i MAX, VE\_ANT, MVV, VC, FEV1, BM i uzrast. Uočava se da su snaga, respiratorni parametri, TM i uzrast parametri koji su povezani sa kriterijumskim varijablama grupe **sprintera**.

Rezultati ove studije ukazuju na značajan doprinos objašnjenju kriterijumske varijable sledećih prediktorskih varijabli: potrošnja kiseonika na ventilatornom anaerobnom pragu - VO<sub>2</sub>\_ANT (0), maksimalna frekvencije disanja - fd\_MAX (0.018).

U drumskom biciklizmu sprinteri imaju važnu ulogu u finiširanju u poslednjim sekundama trke (od 10s do 60s) jer na taj način obezbeđuju pobedu svojoj ekipi. Sposobnost sprintera predstavlja ravnotežu realizovane snage u što kraćem vremenskom intervalu protiv otpora vazduha, sile trenja podloge, sopstvene težine i težine bicikla i drugih činioca (Martin et al., 2007). U ovoj studiji snaga dostignuta na anaerobnog pragu i maksimalna vrednost snage na testu su među glavnim pokazateljima sposobnosti sprintera što je u saglasnosti sa rezultatima istraživanja drugih autora (Martin et al, 2007; Menaspa et al., 2013). Snaga koja se realizuje u sprintu je usko povezana sa projektovanom frontalnom površinom bicikliste i bicikla kao i sa zakonitostima aerodinamike i sile otpora vazduha (Martin et al., 2007).

Uz parametar snage, u našem istraživanju izdvajaju su i drugi parametri kao što su respiratorne varijable, telesna masa i uzrast koji ukazuju na značajnu povezanost sa sprinterima specijalistima. Ovi rezultati su saglasni sa rezultatima Martina i saradnika (2007), koji dodaju i broj obrtaja pedala u jedinici vremena, mišićnu masu, distribuciju (Tip II) belih mišićnih vlakana, poziciju bicikliste i zamor kao vredne pokazatelje sprinterske specijalnosti. Obzirom da je utvrđeno da se snaga povećava sa poprečnim presekom mišića, i da se pri brzini od 120 rpm, 49 % snage realizuje fleksorima potkolenice, 32% fleskorima u zglobu kuka, 9% mišićima skočnog zgloba, evidentno je da i telesna masa igra bitnu ulogu u uspešnoj realizaciji sprinterske sposobnosti (Martin et al., 2007). Telesna masa je takođe značajan faktor koji je izdvojen kao značajan u našem istraživanju, koji doprinosi sprinterskoj sposobnosti. U uslovima ubrzanja,

optimalna vrednost odnosa snage i telesne mase (veća telesna masa) sprintera donosi prednosti u odnosu nad ostalim specijalistima, dok u uslovima savladavanja uspona vrednost ovog parametra ide u korist specijalista brdaša kada je telesna masa manja (Menaspa et al., 2013). Veća telesna masa i telesna visina donosi prednost sprinteru u sprintu sa ostalim sprinterima, zbog činjenice da je povećanje snage veće nego rast aerodinamičnog otpora usled povećanja brzine kretanja bicikla. Zbog ovog fenomena biciklisti pribegavaju taktici vožnje iza drugog bicikliste. Ovaj fenomen ispitivao je Martin i saradnici (2007), gde su dvojicu biciklista sa istom telesnom masom i ujednačenom snagom startovali jedan iza drugog. Sprinter koji je vozio iza prvog, vozio je istom početnom brzinom, ali zbog otpora vazduha kojem je prvi bio više izložen, drugi je u sprintu izašao iza prvog i time ostvario veću brzinu i konačnu prednost od 8s što iznosi 1.05m (Martin et al., 2007).

## 11. 6. DISKUSIJA REZULTATA DISKRIMINACIONE ANALIZE

Savremeni zahtevi biciklističkog sporta nameću određene zadatke biciklistima, a da bi se oni realizovali, biciklisti moraju imati sposobnost da određene zadatke uspešno izvedu. U tom smislu prepoznate su modelne karakteristike kardiorespiratornih sposobnosti koje razlikuju bicikliste u okviru jedne grupe. Zadatak trenera i tima koji priprema bicikliste je da ih ispravno klasifikuje u određene grupe u kojima će se biciklisti pripremati za realizaciju njima postavljenih zadataka u cilju takmičarske uspešnosti. Diskriminaciona analiza je statistička tehnika koja je primenjena u ovom istraživanju sa ciljem da se ispita mogućnost klasifikacije biciklista na osnovu kardiorespiratornih parametara dobijenim na laboratorijskom testiranju u odnosu na određene specijalnosti (specijalista za ravno, brdsku konfiguraciju i specijaliste za sprint). U slučaju da se potvrdi mogućnost klasifikacije, pristupa se izdvajanju upravo onih prediktorskih varijabli (rezultata sa testa) koje maksimalno razdvajaju bicikliste u određene grupe tj. takmičarske specijalnosti. Prilikom odabira značajnih prediktora postavlja se pitanje da li su za efikasnu diskriminaciju potrebni svi prediktori, i ako ne, koji su najbolji? U ovom radu selekcija varijabli tj. testiranje značajnosti pojedine prediktorske, nezavisne varijable, izvedena je stepwise metodom. Diskriminaciona analiza za klasifikaciju sportista koristila se i u drugim sportovima (Lucia et al., 1998; Lucia et al., 2000; Sallet et al., 2006; Impellizzeri et al., 2008; Peinado et al., 2011).

Postavljeno pitanje u ovoj studiji je da li ima varijabli koje značajno razdvajaju bicikliste u funkciji takmičarske specijalnosti, i ako ima koje su to? Dobijeni rezultati pokazali su da se biciklisti značajno razlikuju u vrednostima kardiorespiratornih pokazatelja, jer je analiza produkovala  $\chi^2$  test sa značajnošću većom od  $p < 0.0001$ , što je u saglasnosti sa ranije objavljenim podacima drugih istraživanja (Lucia et al., 1998; Paddilla et al., 1999; Lucia et al., 2000; Sallet et al., 2006; Milani et al., 2006, Garcia-Lopez et al., 2016, Bellinger et al., 2016).

Tabele 2 i 3 prikazuju antropometrijske karakteristike biciklista u funkciji specijalista. Uočava se da se biciklisti specijalisti na ravnom terenu značajno razlikuju od drugih

specijalnosti. Slični nalazi zabeleženi su u drugim studijama (Lucia et al., 1998; Licia et al., 2000; Salet et al., 2006). Značajne razlike između biciklista pokazale su se u antropometrijskim varijablama BMI i TM. Vozači dominantni na ravnom terenu imali su veću telesnu masu i veći BMI, a nakon njih sprinteri su imali nešto niže vrednosti u istim varijablama, dok su kao što je i očekivano, specijalisti za brdo imali najniže vrednosti u TM i BMI. Knechtle i saradnici (2011) potvrđuju rezultate drugih istraživanja u kojima je utvrđeno da telesna masa biciklista ima negativan uticaj na velikim i dužim usponima, a pozitivan na spustu. Iz toga sledi da je veoma je važno odrediti optimalnu vrednost telesne mase u pojedinim specijalnostima. Može se zaključiti da su rezultati naših istraživanja potvrdili nalaze drugih autora u pretpostavci da promene u telesnoj masi ispitanika mogu dovesti do poboljšanja takmičarske uspešnosti u biciklizmu (Knechtle et al., 2011).

U našoj studiji pokazale su se značajne razlike u kardiorespiratornim pokazateljima i to kod specijalista za ravno u varijablama  $Power_{ant}$  i  $RQ_{ant}$  (Tabela 3). Specijaliste za ravno i sprintere značajno razlikuju varijable  $Power_{ant}$ ,  $VO_2/HR$  i  $VCO_{2ant}$ . Nakon analize takođe pokazalo se da su se specijalisti za ravno i brdo razlikovali u  $VO_2ml/kg/min_{ant}$ . Slično je zabeleženo i u drugim studijama koje ukazuju na razlike u  $VO_{2max}$  u odnosu na TM (Lucia et al., 1998; Licia et al., 2000; Salet et al., 2006). Takođe, specijalisti za brdo su se razlikovali u odnosu na specijaliste za ravno u varijablama  $VE/VCO_{2ant}$  i  $Rf_{max}$ .

Analizom je utvrđeno da statistički značajan doprinos diskriminacionoj snazi modela doprinosi devet varijabli, redom po stepenu značajnosti:  $VCO_{2ANT}$ ,  $PEF$ ,  $VCO_{2MAX}$ ,  $VE_{ANT}$ ,  $TM$ ,  $POWER_{ANT}$ ,  $MVV$ ,  $FVC$  i  $VE_{MAX}$ . Od odabranih varijabli, primetno je da respiratorni indikatori uglavnom doprinose diskriminacionoj snazi modela, uključujući telesnu masu i ostvarenu snagu na ventilatornom pragu. Koristeći diskriminacionu analizu varijable su klasifikovane u dve grupe sa odgovarajućim koeficijentom koji pokazuje njihov uticaj na klasifikaciju biciklista po specijalnosti. Od ovih, najveći uticaj (prvi kanonički koren) ima varijabla ostvarena snaga na ventilacionom anaerobnom pragu  $POWER_{ANT}$ , eliminisanja ugljen-dioksida na ventilacionom anaerobnom pragu -  $VCO_{2ANT}$ , maksimalno dostignuta snaga -  $POWER_{MAX}$ , ventilacija na anaerobnom pragu -  $VE_{ANT}$ , maksimalna potrošnja kiseonika -  $VO_{2MAX}$ , maksimalna voljna ventilacija -  $MVV$ , maksimalna ventilacija- $VE_{MAX}$  i eliminacija ugljen-dioksida pri maksimalnom



opterećenju -  $VCO_{2MAX}$ . Na drugom kanoničkom korenu, sa manje uticaja na klasifikaciju vozača bile su varijable TM, FVC i VC. Dobijeni diskriminacioni model, zasnovan na rezultatima prediktivnih varijabli ispitivanih biciklista, ispravno je klasifikovao 91,428% biciklista specijalista za ravno, a zatim 85,714% specijalista za brdo i sprintere (100%). U proseku, 92.105% ispitanika je ispravno klasifikovano, što ukazuje na jačinu diskriminacionog modela.

Slične rezultate klasifikacije biciklista na osnovu pokazatelja testova dobili su Peinado i saradnici (2011). Može se primetiti da izolovane varijable iz testa jasno ukazuju na to da trenažni proces i takmičarski nastupi utiče na razvoj respiratornog sistema i povećanje određenih vrednosti. Lucia i saradnici (1999) su utvrdili da pri nižem intenzitetu rada respiratorni sistem reaguje tako što povećava VE, kao rezultat povećanja frekvencije disanja i disajnog volumena. Na višem intenzitetu VE se povećava na račun povećane frekvencije disanja, dok disajni volumen stagnira ili čak pada. Međutim, drugi autori zaključuju da se VE može povećati na račun oba parametra, i frekvencije disanja i povećanja disajnog volumena, uz uslov da biciklisti treniraju na visokom intenzitetu treninga (Mahler et al., 1991; Lazović et al., 2015).

Može se zaključiti da se analizom diskriminacione tehnike biciklisti mogu klasifikovati po definisanim grupama specijalnosti, na osnovu razlika koje su utvrđene u vrednostima kardiorespiratornih pokazatelja.

## 12. ZAKLJUČCI

U ovom istraživanju koje je imalo karakter eksplorativne transversalne studije, sprovedene na biciklistima nacionalne reprezentacije muškog pola (N=76), posmatrane su osnovne i izvedene antropometrijske i kardiorespiratorne varijable, kao i pokazatelji radne sposobnosti dobijene u laboratorijskom testiranju. Dobijeni rezultati obrađeni su standardnim metodama deskriptivne, inferencijalne i multivarijatne statistike, čime je ispitana zasnovanost jedne osnovne hipoteze i 4 posebnih hipoteza istraživanja. U odnosu na postavljene hipoteze je moguće zaključiti sledeće:

Generalnom hipotezom ( $H_G$ ) istraživanja bilo je pretpostavljeno da je moguće identifikovati strukturu varijabli antropometrijskih karakteristika, funkcionalnih sposobnosti, kao i pokazatelja specifične radne sposobnosti kod biciklista. U cilju ispitivanja zasnovanosti ove hipoteze sprovedena je faktorska analiza koja je produkovala model od sedam dimenzija latentnih generatora varijabiliteta koji su identifikovani kao:

1. Odnos ugljen dioksida, kiseonika i snage ostvarene na VANP,
2. Dinamički plućni volumen,
3. Stpen utreniranosti određen frekvencijom srca,
4. Pokazatelj efikasnosti rada srca,
5. Efikasnost ventilacije,
6. Optimalni nivo masne komponente i
7. Optimalna visina.

Na osnovu dobijenih rezultata istraživanja moguće je zaključiti da je generalna hipoteza istraživanja dokazana, jer je izdvojeno sedam faktora koji značajno razlikuju bicikliste u odnosu na manifestne pokazatelje antropometrijskih karakteristika, funkcionalnih sposobnosti, kao i pokazatelja specifične radne sposobnosti.

Značajnost razlika kvantitativnih pokazatelja antropometrijskih karakteristika i kardiorespiratornih sposobnosti biciklista u odnosu na kategoriju uzrasta bila je predmet druge hipoteze istraživanja. U pogledu ove hipoteze moguće je zaključiti da su se biciklisti razlikovali u većem broju praćenih varijabli i to kod pokazatelja: trenažni staž, učestalost treninga na sedmičnom nivou, vreme provedeno na pojedinačnom treningu, puls u miru, BM, BMI, FAT%, FFM, FVC, FEV1, PEF, VC, MVV, HR<sub>MAX</sub>, TA\_S, T<sub>ANT</sub>, POWER<sub>ANT</sub>, VO<sub>2ANT</sub>, VO<sub>2ANT\_REL</sub>, VE<sub>ANT</sub>, BR<sub>ANT</sub>. Na osnovu ovih rezultata zaključuje se da je druga hipoteza istraživanja dokazana.

Značajnost razlika kvantitativnih pokazatelja antropometrijskih karakteristika i kardiorespiratornih sposobnosti biciklista u odnosu na takmičarske specijalnosti bila je predmet treće hipoteze istraživanja. U pogledu ove hipoteze moguće je zaključiti da su se biciklisti razlikovali u većem broju praćenih varijabli i to kod pokazatelja: BH, BM, FFM, MVV, HR<sub>MAX</sub>, TA\_S, HR<sub>ANT</sub>, T<sub>ANT</sub>, POWER<sub>ANT</sub>, VO<sub>2ANT</sub>, VE<sub>ANT</sub>, VCO<sub>2\_ANT</sub>, VE/VCO<sub>2ANT</sub>, POWER<sub>MAX</sub>, VE<sub>MAX</sub>, VO<sub>2MAX</sub>, VO<sub>2MAX\_REL</sub>, VCO<sub>2MAX</sub>. Na osnovu ovih rezultata zaključuje se da je treća hipoteza istraživanja dokazana.

Nakon analize čvrte hipoteze, koja je utvrđivala koje pojedine varijable doprinose razdvajanju biciklista u različite takmičarske specijalnosti, dobijeni rezultati ukazali su na skup od 11 varijabli koje ih statistički značajno diskriminišu i to u dva kanonička korena: dostignuta snaga na ventilatornom anaerobnom pragu, eliminacija ugljen-dioksida na ventilatornom anaerobnom pragu, maksimalna dostignuta snaga, ventilacija na ventilatornom anaerobnom pragu, maksimalna potrošnja kiseonika, maksimalna voljna ventilacija i eliminacija ugljen-dioksida pri maksimalnom opterećenju. Na osnovu strukture varijabli saturiranih ovim kanoničkim korenom, moguće ga je interpretirati kao *ostvarena snaga na VANP*.

Na drugom kanoničkom korenu, primenom Funkcija 2, izraženije projekcije imale su sledeće varijable: telesna masa, funkcionalni vitalni kapacitet i vitalni kapacitet. Na osnovu strukture varijabli saturiranih ovim kanoničkim korenom, moguće ga je interpretirati kao *uticaj telesne mase*.

Dobijeni diskriminacioni model je, na osnovu rezultata koje su ispitanici prikazali u prediktivnim varijablama istraživanja, ispravno klasifikovao 91.428% biciklista specijalista za vožnju u pretežno ravnim terenima, zatim 85.714% vozača specijalista u brdskim uslovima i sve

ispitanike sprintere (100%). U proseku je 92.105% ispitanika bilo ispravno klasifikovano, što govori o snazi dobijenog diskriminacionog modela. Ovi rezultati govore u prilog zasnovanosti četvrte hipoteze istraživanja, koja se može smatrati dokazanom.

Ispitivanje kriterijuma za procenu pripadnosti biciklista određenoj takmičarskoj specijalnosti, na osnovu izabranih vrednosti antropometrijskih, kardiovaskularnih i respiratornih sposobnosti, kao i pokazatelja specifične radne sposobnosti, rezultiralo je sa predikcionim regresionim modelom visoke statističke značajnosti.

U slučaju kriterijumske varijable, pripadanja grupi specijalista za vožnju u pretežno ravnim terenima, statistički značajne veze registrovane su sa sledećim varijablama prediktora: dostignuta snaga na ventilatornom anaerobnom pragu, eliminacija ugljen-dioksida na ventilatornom anaerobnom pragu, maksimalna dostignuta snaga, potrošnja kiseonika na ventilatornom anaerobnom pragu, ventilacija na ventilatornom anaerobnom pragu, vreme do postizanja ventilatornog anaerobnog praga, maksimalna potrošnja kiseonika i puls u miru.

Multivarijatnom analizom prediktivnih varijabli koje doprinose validnoj predikciji pripadanja skupu biciklista specijalista za vožnju u pretežno ravnim terenima izdvojene su: Dostignuta snaga na ventilatornom anaerobnom pragu, Telesna masa i Eliminacija ugljen-dioksida pri maksimalnom opterećenju. Model prikazuje dobre prediktivne karakteristike (Nagelkerke  $R^2=0.730$ ;  $p=0.000$ ). Ovo potvrđuje i Hosmer-Lemeshow test prilagođenosti regresionog modela ( $p=0.952$ ). Površina pod ROC krivom je iznosila 0.942 ( $p=0.000$ ), što govori u prilog dobroj diskriminacionoj validnosti prognostičkog modela. Dobijeni predikcioni model je korektno klasifikovao 85.5% biciklista u osnovnom uzorku istraživanja. Senzitivnost modela je iznosila 85.71%, specifičnost 85.37%, pozitivna prediktivna vrednost 83.33%, dok je negativna prediktivna vrednost iznosila 87.50%.

U slučaju kriterijumske varijable pripadanja grupi specijalista za vožnju u brdskim uslovima, statistički značajne veze su registrovane sa sledećim varijablama prediktora: Telesna masa, Telesna visina, Eliminacija ugljen-dioksida pri maksimalnom opterećenju, Vitalni kapacitet.

Multivarijatnom analizom prediktivnih varijabli koje doprinose validnoj predikciji pripadanja skupu biciklista specijalista za vožnju u pretežno ravnim terenima izdvojene su:

Telesna masa, Dostignuta snaga na ventilatornom anaerobnom pragu, Eliminacija ugljen-dioksida na ventilatornom anaerobnom pragu.

Dobijeni predikcioni model je korektno klasifikovao 81.6% biciklista u osnovnom uzorku istraživanja. Senzitivnost modela je iznosila 57.14%, specifičnost 90.91%, pozitivna prediktivna vrednost 70.59%, dok je negativna prediktivna vrednost iznosila 84.75%.

Multivarijatnom analizom prediktivnih varijabli koje doprinose validnoj predikciji pripadanja skupu biciklista pripadanja grupi sprintera izdvojene su: potrošnja kiseonika na ventilatornom anaerobnom pragu i maksimalna frekvencije disanja. Model prikazuje dobre prediktivne karakteristike (Nagelkerke  $R^2=0.554$ ;  $p=0.000$ ). Ovo potvrđuje i Hosmer-Lemeshow test prilagođenosti regresionog modela ( $p=0.719$ ). Površina pod ROC krivom je iznosila 0.897 ( $p=0.000$ ), što govori u prilog dobroj diskriminacionoj validnosti prognostičkog modela. Dobijeni predikcioni model je korektno klasifikovao 85.5% biciklista u osnovnom uzorku istraživanja. Senzitivnost modela je iznosila 60.00%, specifičnost 94.64%, pozitivna prediktivna vrednost 80.00%, dok je negativna prediktivna vrednost iznosila 86.89%. Moguće je zaključiti da je model posedovao dobre metrijske karakteristike i visok stepen validnosti za procenu pripadanja ispitanika grupi biciklista sprintera i kao takav dokazuje zasnovanost pete hipoteze istraživanja.

Iz gore navedenih rezultata istraživanja može se zaključiti da se na osnovu uspeha u izdvajanju bitnih pokazatelja u kojima se razlikuju biciklisti otvara mogućnost za racionalniji pristup procesima selekcije biciklista, kao i u procesima planiranja i programiranja trenažnog procesa.

## LITERATURA

1. Ališauskiene R., Milašius K. (2015). Fundamental Features of 16–18 Years Old Road Cyclists' Training. *Pedagogica*, 117(1):143–156.
2. Anderson, G.S., Rhodes E.C. (1991). The relationship between blood lactate and excess CO<sub>2</sub> in elite cyclists. *Journal of Sports Sciences*. 9: 173-181.
3. Atkinson, G., Davison, R., Jeukendrup, A., & Passfield, L. (2003). Science and cycling: current knowledge and future directions for research. *Journal of Sports Sciences*, 21(9), 767-787.
4. Barstow, T. J., Casaburi, R., and Wasserman, K. (1993). O<sub>2</sub> uptake kinetics and the O<sub>2</sub> deficit as related to exercise intensity and blood lactate. *Journal of Applied Physiology*, 75(2), 755-762.
5. Bassett DR, Howley ET. (2000). Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*; 32:70-84.
6. Beaver, W. L., Wasserman, K., & Whipp, B. J. (1986). A new method for detecting anaerobic threshold by gas exchange. *Journal of applied physiology*, 60(6), 2020-2027.
7. Bekaert, I., Pannier, J. L., Van de Weghe, C., Van Durme, J. P., Clement, D. L., and Pannier, R. (1981). Non-invasive evaluation of cardiac function in professional cyclists. *British heart journal*, 45(2), 213-218.
8. Bodner, M.E., Rhodes, E.C., (2000). A Review of the Concept of the Heart Rate Deflection Point. *Sports Medicine*, 30 (1):16-31.
9. Billat, V., Hamard, L., Koralsztejn, J. P., & Morton, R. H. (2009). Differential modeling of anaerobic and aerobic metabolism in the 800-m and 1,500-m run. *Journal of Applied Physiology*, 107(2), 478-487.
10. Caiozzo, V. J., Davis, J. A., Ellis, J. F., Azus, J. L., Vandagriff, R., Prietto, C. A., and McMaster, W. C. (1982). A comparison of gas exchange indices used to detect the anaerobic threshold. *Journal of Applied Physiology*, 53(5), 1184-1189.
11. Chiacharro, J. L., Hoyos, J., & Lucia, A. (2000). Effects of endurance training on the isocapnic buffering and hypocapnic hyperventilation phases in professional cyclists. *British journal of sports medicine*, 34(6), 450-455.

12. Cikatić, J., & Foretić N. (2005). Pulmonary functions differences in terms of junior female handball players playing quality. In: *Sport and management in leisure and education*, Novi Sad.
13. Denham, J., Scott-Hamilton, J., Hagstrom, A. D., & Gray, A. J. (2017). Cycling Power Outputs Predict Functional Threshold Power And Maximum Oxygen Uptake. *Journal of strength and conditioning research*.
14. Dikić, N., Ostojić, S., Živanić, S., & Mazić S. (2004). Sportsko mediciniski pregled-metodologija i preporuke. Udruženje za medicine sporta Srbije. Beograd.
15. Dimkpa U, Ugwu AC, Oshi D. (2009). Influence of age on blood pressure recovery after maximal effort ergometer exercise in non-athletic adult males. *Eur J Appl Physiol.*;106:791-7.
16. DiPrampero PE, Cortili P, Mognoni P, Saibene F. (1979). Equation of motion of a cyclist. *Journal of Applied Physiology*, 47, (201-206).
17. Dopsaj, M., & Milišić, B. (1994). Važnost metode modelovanja u procesu sportske pripreme u košarci. *Stručni materijal*. Beograd: Jugoslovenski zavod za fizičku kulturu i medicinu sporta.
18. Dopsaj, M., Nikolić, B., Mazić, S., & Zlatković, J. (2010). Readiness profile of junior cyclists determined by Leipzig test. *Acta Medica Medianae*, 49(3), 32-39.
19. Degens H, Rittweger J, Parviainen T, Timonen KL, Suominen H, Heinonen A, Korhonen MT. (2013). Diffusion capacity of the lung in young and old endurance athletes. *Int J Sports Med*. 34(12): 1051-7.
20. Erceg, M; Jelaska, I; Maleš, B. (2011). Ventilation Characteristics of Young Soccer Players. *Homo Sporticus - Scientific Journal of Sport and Physical Education*. 13, 2; 5-11.
21. Faria, E. W., Parker, D. L., & Faria, I. E. (2005). The science of cycling: factors affecting performance-part 2. *Sports medicine*, (35), 313-337.
22. Fagard RH. (2001). Exercise Characteristics and the Blood Pressure Response to Dynamic Physical Training. *Med Sci Sports Exer.*; 33(6): S484-492.
23. Fernandez-Garcia, B., Perez-Landaluce, J., Rodriguez-Alonso, M. and Terrados, N. (2000). Intensity of exercise during road race pro-cycling competition, *Medicine and Science in Sports exercise*, 32(5), 1002-1006.
24. Foretić N, Erceg M, Tocilj J. (2007). Uticaj pasivnog pušenja na ventilacijske parametre rukometaša i rukometašica adolescentne dobi. *Contemporary Kinesiology*, Mostar.
25. Gallagher, C. G., Brown, E., & Younes, M. (1987). Breathing pattern during maximal exercise and during submaximal exercise with hypercapnia. *Journal of Applied Physiology*, 63(1), 238-244.
26. Grazzini, M., Stendardi, L., Gigliotti, F., and Scano, G. (2005). Pathophysiology of exercise dyspnoea in healthy subjects and in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Respiratory Medicine.*, 99(11), 1403-1412.

27. Harms, C. A., Wetter, T. J., McClaran, S. R., Pegelow, D. F., Nickele, G. A., Nelson, W.B. (1998). Effects of respiratory muscle work on cardiac output and its distribution during maximal exercise. *Journal of Applied Physiology*, 85(2), 609-618.
28. Halder, K., Chatterjee, A., Kain, T. C., Pal, R., Tomer, O. S. & Saha, M. (2012). Improvement in ventilatory function through yogic practices. *Al Ameen Journal of Medical Sciences*, 5(2):197-202.
29. Hopker, J. G., Coleman, D. A., & Wiles, J. D. (2007). Differences in efficiency between trained and recreational cyclists. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 32(6), 1036-1042.
30. Hraste, M., Lozovina, V., & Lozovina, M. (2008). Utjecaj višegodišnjeg treninga na statičke i dinamičke plućne volumene i kapacitete mladih vaterpolista. *Naše more, Znanstveno-stručni časopis za more i pomorstvo*; 55(3-4), 153-159.
31. Hebisz, P., Hebisz, R., & Zatoń, M. (2013). Changes in Breathing Pattern and Cycling Efficiency as a Result of Training with Added Respiratory Dead Space Volume. *Human Movement*, 14(3), 247-253.
32. Horowitz, I., Cafri, C., Zeller, L., Vodonos, A., Perry, Z. H., & Kobal, S. L. (2014). "Athlete's Heart" in Israel: Fact or Fiction? *The Israel Medical Association journal: IMAJ*, 16(1), 46-49.
33. Impellizzeri, F. M., & Marcora, S. M. (2007). The physiology of mountain biking. *Sports Medicine*, 37(1), 59-71.
34. Jeličić, M. (2000). Ventilacijske funkcije pluća kod mladih jedriličara i košarkaša. *Magistarski rad. Zagreb: Fakultet za fizičku kulturu.*
35. Johnson, M. A., Sharpe, G. R., & Brown, P. I. (2007). Inspiratory muscle training improves cycling time-trial performance and anaerobic work capacity but not critical power. *European journal of applied physiology*, 101(6), 761-770.
36. Jones, A. M., & Carter, H. (2000). The effect of endurance training on parameters of aerobic fitness. *Sports medicine*, 29(6), 373-386.
37. Kolić, L., Šentija, D., Babić V., (2012). Usporedba pokazatelja aerobnog energetskeg kapaciteta dobivenih različitim protokolima opterećenja u trkačica. *Hrvat. Športskomed. Vjesn.* 27: 17-23.
38. Koprivica, V.(1988). Modeliranje u sportu i individualizacija trenažnog procesa. Savez pedagoga fizičke kulture Jugoslavije. Šibenik.
39. Coyle, E.F., Feltner, M.E., Kautz, S.A., Hamilton, M.T., Montain, S.J., Baylor, A.M., Abraham, L.D. and Petrek, G.W.(1991). Physiological and biomechanical factors associated with elite endurance cycling performance. *Medicine and science in sports and exercise*, 23(1),93-107.



40. Clark, J. M., Hagerman, F. C., & Gelfand, R. (1983). Breathing patterns during submaximal and maximal exercise in elite oarsmen. *Journal of Applied Physiology*, 55(2), 440-446.
41. Clark, B., Paton, C.D. & O'Brien, B.J. (2014). The reliability of performance during simulated dynamic gradient cycling time-trials. *Journal of Science in Cycling*, 3 (3).
42. Knechtle B, Knechtle P, Rosemann T. Upper body skinfold thickness is related to race performance in male Ironman triathletes. *Int J Sports Med* 2011;32(1):20-7.
43. Kippelen, P., Caillaud, C., Robert, E., Connes, P., Godard, P. & Prefaou. C. (2005). Effect of endurance training on lung function: a one year study. *British Journal Sports Medicine*, 39:617-621.
44. Lazovic B, Mazic S, Suzic-Lazic J, Djelic M, Djordjevic-Saranovic S, Durmic T, Zikic D, Zugic V. (2015). Respiratory adaptations in different types of sports. *Eur RevMed PharmacolSci.*; 19(12):2269-74.
45. Laffite LP, Mille-Hamard L, Koralsztein JP, Billat VL. (2003). The effects of interval training on oxygen pulse and performance in supra-threshold runs. *Arch Physiol Biochem*;111:202-10.
46. Lanferdini, F. J., Bini, R. R., Figueiredo, P., Diefenthaler, F., Mota, C. B., Arndt, A., & Vaz, M. A. (2016). Differences in Pedaling Technique in Cycling: A Cluster Analysis. *International journal of sports physiology and performance*, 11(7), 959-964.
47. Lucia, A., Pardo, J., Durantez, A., Hoyos, J., & Chicharro, J. L. (1998). Physiological differences between professional and elite road cyclists. *International journal of sports medicine*, 19(5), 342-348.
48. Lucia, A., Carvajal, A., Calderon, F. J., Alfonso, A., & Chicharro, J. L. (1999). Breathing pattern in highly competitive cyclists during incremental exercise. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 79(6), 512-521.
49. Lucia A. (2000). Heart rate and performance parameters in elite cyclists: a longitudinal study. *Medicine and Science in Sports and Exercise*; 32(10):1777-1782.
50. Lucia, A., Hoyos, J., and Chicharro, J. L. (2001). Physiology of professional road cycling. *Sports Medicine*, 31(5), 325-337.
51. Lucia, A., Hoyos, J. and Chicharro, J. L. (2003). In High-Tech Cycling, Vol. Second (Ed, Burke, E.) *Human Kinetics, Champaign*, 265-288.
52. Legrand, R., Prieur, F., Marles, A., Nourry, C., Lazzari, S., Blondel, N., and Mucci, P. (2007). Respiratory muscle oxygenation kinetics: relationships with breathing pattern during exercise. *International journal of sports medicine*, 28(2), 91-99.
53. Löllgen H, Ulmer H.V, Crean P. (1988). Recommendations and standard guidelines for exercise testing. Report of the Task force conference on Ergometry. *Eur Heart J*;9 Suppl K:3-37.

54. Madić, D. i Okičić, T. (2006). Uticaj programiranog plivanja na respiratorni status, Montenegrosport, Podgorica. *Sport Mont*, Podgorica, br.10-11/IV.
55. Mahler, D. A., Shuhart, C. R., Brew, E., and Stukel, T. A. (1991). Ventilatory responses and entrainment of breathing during rowing. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23(2), 186-192.
56. Marra, M., Da Prat, B., Montagnese, C., Caldara, A., Sammarco, R., Pasanisi, F., & Corsetti, R. (2016). Segmental bioimpedance analysis in professional cyclists during a three week stage race. *Physiological measurement*, 37(7), 1035.
57. Marković, M. (1994). Filozofske osnove nauke. BIGZ, Beograd.
58. Martin, J. C., Milliken, D. L., Cobb, J. E., McFadden, K. L., & Coggan, A. R. (1998). Validation of a mathematical model for road cycling power. *Journal of applied biomechanics*, 14(3), 276-291.
59. Martin, J. C., Davidson, C. J., & Pardyjak, E. R. (2007). Understanding sprint-cycling performance: the integration of muscle power, resistance, and modeling. *International journal of sports physiology and performance*, 2(1), 5-21.
60. Matecki S, Prioux J, Amsallem F. (2001). La consommation maximale d'oxygène chez l'enfant sain: facteurs de variation et normes disponibles. *Rev Mal Respir*.18:499-506.
61. Malina R, Bouchard C, Bar-Or O. (2004). Growth, Maturation and Physical Activity-2nd Edition. Human Kinetics.138-145.
62. McConnell, A. K., and Sharpe, G. R. (2005). The effect of inspiratory muscle training upon maximum lactate steady-state and blood lactate concentration. *European Journal of Applied Physiology*, 94, 277-284.
63. Milanović D., Jukić I., Vuleta D. (1999). Kadrovi u sportu. Zbornik radova 8. letnje škole pedagoga fizičke kulture R Hrvatske, Zagreb.
64. Milić, R. in Dopsaj, M. (2010). Validation of a discriminant model for predicting success in one-day road cycling races. V: 5th International Congress Youth Sport 2010, Ljubljana, Kovač, M (ur.), Jurak, G (ur.), Starc, G (ur.). *Book of abstracts*. Ljubljana: Faculty of Sport, 2010, 154.
65. Milani, R. V., Lavie, C. J., Mehra, M. R., and Ventura, H. O. (2006). Understanding the basics of cardiopulmonary exercise testing. In *Mayo Clinic Proceedings*, 81, (12), 1603-1611.
66. Mujika, I., & Padilla, S. (2001). Physiological and performance characteristics of male professional road cyclists. *Sports medicine*, 31(7), 479-487.
67. Medoff B.D., Oelberg D.A., Kanarek D.J., Systrom D.M. (1998). Breathing reserve at the lactate threshold to differentiate a pulmonary mechanical from cardiovascular limit to exercise. *Chest*.;113:913-918

68. Meyer T, Lucia A, Earnest CP, Kindermann W. (2005). A conceptual framework for performance diagnosis and training prescription from submaximal gas exchange parameters- theory and application. *Int J Sports Med*; 26(S1): S38-S48.
69. Menaspa P, Sassi A, Impellizzeri FM. (2010). Aerobic fitness variables do not predict the professional career of young cyclists. *Medicine & Science in Sports & Exercise*: 42.
70. Menaspa, P., Rampinini, E., Bosio, A., Carlomagno, D., Riggio, M., & Sassi, A. (2012). Physiological and anthropometric characteristics of junior cyclists of different specialties and performance levels. *Scand J Medicine & Science in Sports & Exercise*, 22(3), 392-398.
71. Menaspa, P, Abbiss CR, Martin DT (2013). Performance analysis of a world-class sprinter during cycling grand tours. *International journal of sports physiology and performance*, 8:336-340.
72. Moker, E. A., Bateman, L. A., Kraus, W. E., & Pescatello, L. S. (2014). The relationship between the blood pressure responses to exercise following training and detraining periods. *PLoS One*, 9(9), e105755.
73. Moseley L., Achten J., Martin J. C., and Jeukendrup A. E.. 2004. No differences in cycling efficiency between world-class and recreational cyclists. *Int. J. Sports Med.* 25:374–379.
74. Nikolaidis, P. T., & Papadopoulos, V. E. (2011). Cardiorespiratory power and force-velocity characteristics in road cycling: The effect of aging and underlying physiological. *Medicina Sportiva*, 15, 68-74.
75. Nikolić B., Stefanović Đ., (2010a). Razlike morfoloških karakteristika vrhunskih biciklista juniora u odnosu na takmičarsku specijalnost. Stojiljković S. (Ed.). Međunarodni skup FSFV, (p. 42), Beograd: Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja Univerziteta u Beogradu.
76. Nikolić, B., Dopsaj, M., Mazić, S., Zlatković, J. (2010b). Razlike funkcionalno-radnih pokazatelja pripremljenosti mladih biciklista Srbije u odnosu na specijalnost., u Stanković R (Ed.). XIV Međunarodni skup FIS Komunikacije 2010 u sportu, fizičkom vaspitanju i rekreaciji (p. 237-250), Niš: Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja Univerziteta u Nišu.
77. Ostojić, M.S. (2007). Osnovi fiziologije. TIMS. Fakultet za sport i turizam. Novi Sad.
78. Padilla, S., Mujika, I., Cuesta, G., & Goiriena, J. J. (1999). Level ground and uphill cycling ability in professional road cycling. *Medicine and science in sports and exercise*, 31(6), 878-885.
79. Palange P, Ward S, Carlsen K-H, Casaburi R, Gallagher C, Gosselink R. (2007). Recommendations on the use of exercise testing in clinical practice. *Eur Respir J*;29:185-209.
80. Prakash, S., Meshram, S., and Ramtekkar, U. (2007). Athletes, yogis and individuals with sedentary lifestyles; do their lung functions differ? *Indian journal of physiology and pharmacology*, 51(1), 76.

81. Pelliccia, A., Culasso, F., Di Paolo, F. M., & Maron, B. J. (1999). Physiologic left ventricular cavity dilatation in elite athletes. *Annals of internal medicine*, 130(1), 23-31.
82. Pelliccia A, Kinoshita N, Pisicchio C, Quattrini F, Dipaolo FM, Ciardo R., Di Giacinto, B., Guerra, E., De Blasiis, E., Casasco, M. and Culasso, F. (2010). Long-term clinical consequences of intense, uninterrupted endurance training in olympic athletes. *Journal of the American College of Cardiology*.;55(15):1619–1625.
83. Peinado, A. B., Benito, P. J., Diaz, V., Gonzalez, C., Zapico, A. G., Alvarez, M., & Calderón, F. J. (2011). Discriminant analysis of the speciality of elite cyclists. *Journal of Human Sport and Exercise*, 6(3).
84. Perez-Landaluce, J., Fernandez-Garcia, B., Rodriguez-Alonso, M., García-Herrero, F., García-Zapico, P., Patterson, A. M., & Terrados, N. (2002). Physiological differences and rating of perceived exertion (RPE) in professional, amateur and young cyclists. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 42(4), 389-395.
85. Pearsson, A. B., & Persson, P. B. (2012). Cycling in physiology. *Acta Physiologica*, 206(1), 1-3.
86. Pinot J, Grappe F. (2011). The Recorder Power Profile to Assess Performance in Elite Cyclists. *International Journal of Sports Medicine*. 32:839-844.
87. Popov N. (2000). Priručnik za biciklističke sudije, Biciklistički savez Srbije, Beograd.
88. Poussel, M., Djaballah, K., Laroppe, J., Brembilla-Perrot, B., Marie, P. Y., & Chenuel, B. (2012). Left ventricle fibrosis associated with nonsustained ventricular tachycardia in an elite athlete: is exercise responsible? a case report. *Journal of athletic training*, 47(2), 224-227.
89. Radovanović, D., Okičić T, Ignjatović A. (2007). Physiological profile of elite women water polo players. *Acta Medica Medianae*, 46(4), 48–51.
90. Rauter S., Milič R., Žele, L., Hvastija M., Vodičar J. (2015). Laboratorijske meritve in kriteriji uspešnosti pri kolesarjih mlajših kategorij. *Revija Za Teoreticna in Prakticna Vprasanja Sporta* . Vol. 63 Issue 1/2, p161-167.
91. Romer, L. M., and Dempsey, J. A. (2006). Effects of exercise-induced arterial hypoxaemia on limb muscle fatigue and performance. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*, 33(4), 391-394.
92. Rundell, K. W., and Spiering, M. S. (2003). Inspiratory stridor in elite athletes. *Chest*, 123(2), 468-474.
93. Rusko, H., Luhtanen, P., Rahkila, P., Viitasalo, J., Rehunen, S., HÄrkönen, M. (1986) Muscle metabolism, blood lactate and oxygen uptake in steady state exercise at aerobic and anaerobic thresholds. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 55 (2), pp. 181-186.

94. Sallet, P., Mathieu, R., Fenech, G., & Baverel, G. (2006). Physiological differences of elite and professional road cyclists related to competition level and rider specialization. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 46(3), 361-365.
95. Smith, M.F., Davison, R.C., Balmer, J. and Bird, S.R. (2001). Reliability of mean power recorded during indoor and outdoor self-paced 40 min cycling time-trials. *International Journal of Sports Medicine*, 22, 270-274.
96. Stegmann H., Kinderman W, Schnabel A. (1981). Lactate kinetics and the individual anaerobic threshold. *International Journal of Sports Medicine*. 2: 160-165.
97. Storen O, Ulevag K, Larsen MH, Stoa EM, Helgerud J. (2013). Physiological determinants of the cycling time trial. *J Strength Cond Res.*;27:2366-2373.
98. Štimec, B. (2015). Utjecaj specifičnog treninga disanja na parametre natjecateljske uspješnosti biciklista nacionalnog ranga (Doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu). Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
99. Scheuermann, B. W., & Kowalchuk, J. M. (1999). Breathing patterns during slow and fast ramp exercise in man. *Experimental Physiology*, 84, 109-120.
100. Shephard, R. J. (1998). Science and medicine of rowing: a review. *Journal of Sports Sciences*, 16, 603-620.
101. Sheel, A.W., Koehle, M.S., Guenette, J.A., Foster, G.E., Sporer, B.C., Diep, T.T., and McKenzie, D.C. (2006). Human ventilatory responsiveness to hypoxia is unrelated to maximal aerobic capacity. *Journal of applied physiology*, 100(4), 1204-1209.
102. Schoene, R.B., Giboney, K., Schimmel, C., Hagen, R., Robinson, J., Schoene, R.B., Sato, W. and Sullivan, K.N. (1997). Spirometry and airway reactivity in elite track and field athletes. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 7(4), pp.257-261.
103. Tanaka, H., Bassett Jr, D.R., Swensen, T.C., and Sampedro, R. M. (1993). Aerobic and anaerobic power characteristics of competitive cyclists in the United States Cycling Federation. *International journal of sports medicine*, 14(6), 334-338.
104. Tanaka H, Bassett DR Jr, Turner MJ. (1996). Exaggerated blood pressure response to maximal exercise in endurance-trained individuals. *Am J Hypertens.*;9:1099-103.
105. Urhausen, A., Kindermann W. (1992). Echocardiographic findings in strength and endurance-trained athletes. *Sports Medicine*, 13(4), 270-84.
106. Vandewalle H. (2004). Consommation oxygene et consommation maximale d oxygene: interets et limites de leur mesure. *Ann Readapt Med Phys*;47:243–257.
107. Valdevit, Z. (2009). Model characteristics of the technical and tactical activities in the phase of attack in team handball. *Godišnjak Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja*, (16), 39-64.
108. Važni, Z. (1978). Model šampiona sportiste. Savremeni trening. 1.
109. Verges, S., Flore, P., Blanchi, M. P. R., & Wuyam, B. (2004). A 10-year follow-up study of pulmonary function in symptomatic elite cross-country skiers—athletes and bronchial dysfunctions. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 14(6), 381-387.

110. Viru, A., & Smirnova, T. (1995). Health promotion and exercise training. *Sports Medicine*, 19(2), 123-136.
111. Vučetić, V., Šentija, D. (2004). Dijagnostika funkcionalnih sposobnosti - zašto, kako i kada testirati sportaše? (Diagnostics of functional capacities: Why, how and when to test the athletes). *Kondicijski trening*, 2 (2), 813.
112. Wasserman, K. (1984). The anaerobic threshold measurement to evaluate exercise performance. *The American review of respiratory disease*, 129, 35-40.
113. Wasserman K, Beaver WL, Whipp BJ. (1990). Gas exchange theory and the lactic acidosis (anaerobic) threshold. *Circulation*; 81:14-30.
114. Wasserman, K., Hansen, J. E., Sue, D. Y., Stringer, W. W., & Whipp, B. J. (2005). Principles of exercise testing and interpretation: including pathophysiology and clinical applications Philadelphia: *Lippincott Williams & Wilkins*. 76-106.
115. Wilmore JH and Costill DL. (2004). Physiology of sport and exercise. Champaign, IL: *Human Kinetics*.
116. Whelton, S. P., Chin, A., Xin, X., & He, J. (2002). Effect of aerobic exercise on blood pressure: a meta-analysis of randomized, controlled trials. *Annals of internal medicine*, 136(7), 493-503.
117. William, E. A. & Dupler, T. L. (2002). The effects of respiratory muscle training on VO<sub>2</sub>max, the ventilatory threshold and pulmonary function. *Journal of Exercise Physiology*, 5:2.
118. Whipp B, Wagner P, Agusti A. (2007). Determinants of the physiological systems responses to muscular exercise in healthy subjects. In: Ward S, Palange P, editors. *Clinical Exercise Testing*, 1st ed. London: ERS Journals.

## BIOGRAFIJA (CURRICULUM VITAE) AUTORA

Ime i prezime: Bijana D. Nikolić  
Datum rođenja: 04.07.1972. godine  
Mesto rođenja: Užice  
Zvanje: profesor fizičkog vaspitanja, magistar nauka  
Stepen stručne spreme: VII-2  
E-mail: biljazavodsport43@gmail.com

### Školovanje i usavršavanje:

Osnovnu školu završila u Užicu,

Srednju školu završila u Užicu,

-1994. godine upisala Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja u Beogradu,

-1997. godine upisala višu sportsku školu za trenere-odsek za biciklizam u Beogradu,

- 2000. god Fakultet za menadžment u sportu, 2000 god u Beogradu,

- 2011. god Magistrirala na Fakultetu sporta i fizičkog vaspitanja.

- 2016. Godine upisuje doktorske studije na Fakultetu sporta i fizičkog vaspitanja Beograd.

### Radno iskustvo:

Zaposlena u Zavodu za sport i medicinu sporta, od 2005.god. kao viši stručni saradnik.

### Stručno-naučni rad i ostale aktivnosti:

- savetodavna pomoć stručnom timu u Biciklističkom Savezu RS, Član stručnog tima od 2017. godine.

### Objavljeni radovi:

- 2010 godine objavljen članak -Dopsaj, M., **Nikolić, B.**, Mazić, S., Zlatković, J. (2010). Profil pripremljenosti biciklista juniorskog uzrasta određen primenom Leipzig testa. Acta Medica Mediana, Vol.49 (3).

- 2010 godine objavljen članak - **Nikolić, B.**, Dopsaj, M., Stefanović Đ. (2010). Razlike morfoloških karakteristika vrhunskih biciklista juniora u odnosu na takmičarsku specijalnost.

Međunarodni naučni skup "Fizička aktivnost za sve". – Beograd: Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja.

- 2010 godine objavljen članak - **Nikolić, B.**, Dopsaj, M., Mazić, S., Zlatković, J. (2010). Razlike funkcionalno-radnih pokazatelja pripremljenosti mladih biciklista Srbije u odnosu na disciplinu. XIV međunarodni naučni skup „Fis komunikacije 2010“,- Univerzitet u Nišu - Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja.

-2011 godine objavljen članak-**Nikolić, B.**, Zlatković, J., Dopsaj, M., Stefanović, Đ. (2011). Primena Wingate testa za procenu anaerobne maksimalne moći i kapaciteta kod drumskih biciklista seniorske kategorije u odnosu na njihovu specijalnost. U ime urednika Snežana Radisavljević Janić. Zbornika radova sa: Međunarodna naučna konferencija, Efekti primene fizičke aktivnosti na antropološki status dece, omladine i odraslih. Beograd, Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja univerziteta u Beogradu.

-2011 godine objavljen članak - **Nikolić, B.** (2011). Profil aerobne i anaerobne pripremljenosti drumskih biciklista juniorskog uzrasta određen „Leipzig“ i „Wingate“ testa (izvod iz magistarskog rada). Godišnjak 17, Beograd: Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja.

-2012 godine objavljen članak - **Nikolić,B.** (2012). Razlike motoričkih sposobnosti elitnih biciklista RS Srbije u odnosu na kategoriju i specijalnost. Peti međunarodni kongres medicine sporta i sportskih nauka pod pokroviteljstvom Lekarske komore Srbije. Beograd.

-2013 godine objavljen članak - Badnjarević, N., **Nikolić, B.**, Mandarić, M., Vasiljević, M., Popović, Č., Janjić, Č., Božić, Predrag., Pujić, N., Gajević,A., Ivanović, J. (2013). Razlike u motoričkim sposobnostima fudbalera u odnosu na poziciju u timu. Međunarodna konferencija „Efekti primene fizičke aktivnosti na antropološki status dece, omladine i odraslih“ Beograd: Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja.

-2018 godine objavljen rad- **Nikolić, B.**, Martinović, J., Matić, M., & Stefanović, Đ. (2018). Discriminant analysis of cardiovascular and respiratory variables for classification of road cyclists by specialty. *The Journal of sports medicine and physical fitness*.



Прилог 1.

## Изјава о ауторству

Потписани-а Biljana D. Nikolić \_\_\_\_\_

број индекса 5015/2016 \_\_\_\_\_

### Изјављујем

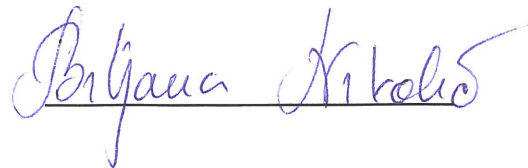
да је докторска дисертација под насловом

**Одређивање такмичарске специјалности бициклиста у односу на функционалне и морфолошке показатеље.**

- резултат сопственог истраживачког рада,
- да предложена дисертација у целини ни у деловима није била предложена за добијање било које дипломе према студијским програмима других високошколских установа,
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио интелектуалну својину других лица.

Потпис докторанда

У Београду, 09.07.2018



Biljana Nikolić

Прилог 2.

**Изјава о истоветности штампане и електронске  
верзије докторског рада**

Име и презиме аутора Биљана Д. Николић

Број индекса 5015/2016

Студијски програм: Експериментално истраживање хумане локомоције

Наслов рада: Одређивање такмичарске специјалности бициклиста у односу на функционалне и морфолошке показатеље.

Ментор: Ред. проф. др Ђорђе Стефановић

Потписани/а: Биљана Д. Николић

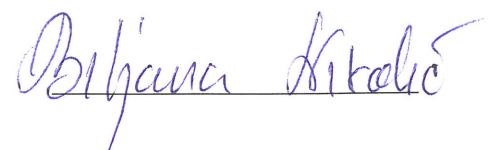
Изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла за објављивање на порталу **Дигиталног репозиторијума Универзитета у Београду**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

Потпис докторанда

У Београду, 09.07.2018.god



### Прилог 3.

## Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

„Одређивање такмичарске специјалности бициклиста у односу на функционалне и морфолошке показатеље“ која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

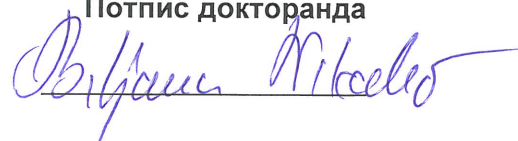
Моју докторску дисертацију похрањену у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

#### 1. Ауторство

2. Ауторство - некомерцијално
3. Ауторство – некомерцијално – без прераде
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима
5. Ауторство – без прераде
6. Ауторство – делити под истим условима

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци, кратак опис лиценци дат је на полеђини листа).

У Београду, 09.07.2018.god

Потпис докторанда  


1. Ауторство - Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.
2. Ауторство – некомерцијално. Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.
3. Ауторство - некомерцијално – без прераде. Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.
4. Ауторство - некомерцијално – делити под истим условима. Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.
5. Ауторство – без прераде. Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.
6. Ауторство - делити под истим условима. Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.