

UNIVERZA V LJUBLJANI  
FAKULTETA ZA ŠPORT

# **DIPLOMSKO DELO**

IGOR MARKOVIČ

LJUBLJANA, 2008

UNIVERZA V LJUBLJANI  
FAKULTETA ZA ŠPORT

ŠPORTNO TRENIRANJE  
KOLESARSTVO

**NEKATERE ZNAČILNOSTI  
TELESNE PRIPRAVLJENOSTI V  
CESTNEM IN GORSKEM KOLESARSTVU**

DIPLOMSKO DELO

MENTOR: red. prof. dr. Milan Žvan

SOMENTOR: asist. Radoje Milić, dr. med.

RECENZENTKA: doc. dr. Mirjam Lasan, dr.med.

KONZULTANT: dr. Tomislav Koprivnjak

AVTOR DELA:

Igor Markovič

Ljubljana, 2008

## **ZAHVALA**

Staršem, ki sta me podpirala med študijem in mi vedno stala ob strani, sestri  
Tanji in Marku za spodbudo in pomoč.

Dr. Radoje Miliću za pomoč skozi študij, svetovanje in usmerjenje pri  
diplomskem delu.

Dr. Milanu Žvanu za podporo in pomoč.

Vsem ostalim, ki so mi pomagali na študijski poti.

**HVALA.**

**Ključne besede:** kolesarstvo, vzdržljivost, test, antropometrija, sestava telesa, obremenitev, poraba kisika, laktat

**Naslov diplomskega dela:**

## **NEKATERE ZNAČILNOSTI TELESNE PRIPRAVLJENOSTI V CESTNEM IN GORSKEM KOLESARSTVU**

**Avtor:**

**Igor Markovič**

**Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport, Ljubljana 2008**

**Športno treniranje, kolesarstvo**

**Število strani: 79, število tabel: 12, število grafov: 26, število slik: 5, število virov: 21,  
število prilog: 3.**

### **IZVLEČEK**

V nalogi želim ugotoviti, če obstajajo statistično značilne razlike pri nekaterih fizioloških parametrih izmerjenih v predhodnem obdobju (november, december, januar) med cestnimi in gorskimi kolesarji.

Pri merjenju je sodelovalo 100 kolesarjev (preiskovancev moškega spola). Od tega 50 cestnih in 50 gorskih kolesarjev. Vsi merjenci so aktivni kolesarji, stari 18-23 let, ki trenirajo vsaj 3 leta, 5 do 7 krat tedensko po 2-6 ur.

Merjenci so opravili v fiziološkem laboratoriju Fakultete za šport večstopenjski test (Leipzig test) na cikloergometru s progresivnim povečevanjem obremenitve. Leipzig test se uporablja za oceno telesne pripravljenosti kolesarjev (cestnih in gorskih). Izvedba testa je relativno enostavna, omogoča pa spremljanje določenih fizioloških parametrov. Njegova osnovna značilnost je stopenjsko spreminjanje intenzivnosti obremenitve ob spremljanju fizioloških reakcij. Prednost testa je predvsem v sami izvedbi na cikloergometru in njegovi ponovljivosti ter enostavni izvedbi. V raziskavi sem pri kolesarskem testu spremljal antropometrijske značilnosti (STAROST, STAŽ, TV, TT), sestava telesa (FAT (%), FAT (kg) in LBM) in značilnosti izbranih fizioloških parametrov, izmerjenih s pomočjo kontinuirane spirometrije (LT POWER, InAT POWER, OBLA POWER, MAX POWER, LT VO<sub>2</sub>, IAnT VO<sub>2</sub>, OBLA VO<sub>2</sub> MAX, MAX VO<sub>2</sub>, LA MIR, LA LT, LA IAnT, LA OBLA, LA MAX) ter relativne

vrednosti moči (REL LT POWER, REL InAT POWER, REL OBLA POWER, REL MAX POWER).

Rezultati raziskave so pokazali, da med cestnimi in gorskimi kolesarji ni statistično značilnih razlik pri nekaterih fizioloških parametrih, izmerjenih v predhodnem obdobju (november, december, januar).

**Key words:** cycling, endurance, test, anthropometry, construction of the body, burdening, use of oxygen, lactate

**The title of the diploma thesis:**

## **SOME CHARACTERISTICS OF PHYSICAL PREPARATION IN ROAD AND MOUNTAIN CYCLING**

**Author:**

**Igor Markovič,**

**University of Ljubljana, Faculty for sport, Ljubljana 2008**

**Sports training, cycling**

**Number of pages: 79, number of tables:12, number of charts: 26, number of pictures: 5, number of sources: 21, number of appendixes: 3.**

### **ABSTRACT**

In the thesis I would like to find out if there are statistically characteristic differences with some physiological parameters measured during the previous period (November, December, January) between road and mountain cyclists.

100 cyclists (of male gender) took part in the measuring, namely 50 road and 50 mountain cyclists. All of them are active cyclists aged from 18-23 years who have been training for at least 3 years, 5-7 times a week for 2-6 hours.

In the physiological laboratory of The Faculty for sport the measured cyclists carried out a multi-level test (Leipzig test) on a cikloergometre with a progressive enlarging the burdening. The Leipzig test is used to establish the physical preparation of the cyclists (road as well as mountain ones). The implementation of the test is relatively easy and it enables monitoring of particular physiological parameters. Its basic characteristic is the changing of the intensity of burdening in levels and at the same time monitoring the physiological reactions. The advantage of the test is in the implementation itself on a ciklogometre and its ability of repetition as well as its easy implementation. In the research during the cycling test I monitored the anthropometric characteristics (AGE, STATUS, TV, TT), the construction of the body (FAT (%), FAT (kg) and LBM) and the characteristics of the chosen physiological parameters measured with a help of continuing spirometry (LT POWER, InAT POWER, OBLA POWER, MAX POWER, LT VO<sub>2</sub>, IAnT VO<sub>2</sub>, OBLA VO<sub>2</sub> MAX, MAX VO<sub>2</sub>, LA

MIR, LA LT, LA IAnT, LA OBLA, LA MAX) as well as relative value of the power (REL LT POWER, REL InAT POWER, REL OBLA POWER, REL MAX POWER).

The results of the research showed that there are no statistically characteristic differences between the road and the mountain cyclists regarding some physiological parameters measured in the previous period (Novembers, December, January).

## KAZALO

<b>1.</b>	<b><i>UVOD</i></b> .....	<b>10</b>
<b>2.</b>	<b><i>PREDMET IN PROBLEM</i></b> .....	<b>13</b>
<b>2.1.</b>	<b>VZDRŽLJIVOST</b> .....	<b>13</b>
2.1.1.	HITROSTNA VZDRŽLJIVOST.....	13
2.1.2.	DOLGOTRAJNA VZDRŽLJIVOST.....	14
2.1.3.	SUPERDOLGOTRAJNA VZDRŽLJIVOST.....	15
<b>2.2.</b>	<b>FIZIOLOŠKE IN BIOKEMIJSKE ZNAČILNOSTI VZDRŽLJIVOSTI</b> .....	<b>17</b>
<b>2.3.</b>	<b>VADBA VZDRŽLJIVOSTI V KOLESARSTVU</b> .....	<b>18</b>
<b>2.4.</b>	<b>NADZOR ŠPORTNEGA TRENIRANJA</b> .....	<b>22</b>
2.4.1.	NADZOR SPREMEMB ŠPORTNIKOVIH SPOSOBNOSTI IN LASTNOSTI TER SPREMLJANJE STANJA ŠPORTNIKOV.....	23
2.4.2.	NADZOR VZDRŽLJIVOSTI.....	24
<b>3.</b>	<b><i>CILJI</i></b> .....	<b>27</b>
<b>4.</b>	<b><i>HIPOTEZE</i></b> .....	<b>29</b>
<b>5.</b>	<b><i>METODE MERITEV KOLESARJEV</i></b> .....	<b>30</b>
<b>5.1.</b>	<b>VZOREC MERJENCEV</b> .....	<b>30</b>
<b>5.2.</b>	<b>METODA MERJENJA</b> .....	<b>30</b>
5.2.1.	EKSPERIMENTALNI PROTOKOL.....	30
5.2.2.	LEIPZIG PROTOKOL – KOLESARSKI TEST ZA MERJENJE V02max.....	30
5.2.3.	ERGOMETER (ERGOMETRIČNO KOLO) ERGOLINE 900L.....	34
5.2.4.	NAPRAVA ZA MERJENJE PORABE KISIKA .....	35
5.2.5.	TEHTNICA .....	37
5.2.6.	VIŠINOMER – MARTINOV ANTROPOMETER.....	37
5.2.7.	MERILEC FREKVENCE SRČNEGA UTRIPA.....	37
5.2.8.	ELEKTROIMPENDANCA.....	39
<b>5.3.</b>	<b>VZOREC SPREMENLJIVK</b> .....	<b>46</b>
5.3.1.	ANTROPOMETRIJA (ANTROPOMETRIJSKE SPREMENLJIVKE).....	46
5.3.2.	SESTAVA TELESA.....	47
5.3.3.	TEST NA CIKLOERGOMETRU (OBREMENITEV, PORABA KISIKA, KONCENTRACIJA LAKTATOV V KRVI).....	48
<b>5.4.</b>	<b>METODE OBDELAVE PODATKOV</b> .....	<b>52</b>



<b>6.</b>	<b>REZULTATI IN RAZLAGA REZULTATOV.....</b>	<b>53</b>
<b>6.1.</b>	<b>STATISTIKA SPREMENLJIVK.....</b>	<b>53</b>
6.1.1.	TABELA 1: ANTROPOMETRIJA IN SESTAVA TELESA .....	53
6.1.2.	TABELA 2: OBREMENITEV .....	54
6.1.3.	TABELA 3: PORABA KISIKA IN KONCENTRACIJA LAKTATA V KRVI.....	55
<b>6.2.</b>	<b>ANALIZE VARIANCE .....</b>	<b>56</b>
6.2.1.	TABELA 4: ANTROPOMETRIJA IN SESTAVA TELESA .....	56
6.2.2.	TABELA 5: OBREMENITEV .....	59
6.2.3.	TABELA 6: PORABA KISIKA IN KONCENTRACIJA LAKTATA V KRVI.....	61
<b>7.</b>	<b>ZAKLJUČKI.....</b>	<b>63</b>
<b>8.</b>	<b>LITERATURA.....</b>	<b>64</b>
<b>9.</b>	<b>PRILOGE.....</b>	<b>66</b>
<b>9.1.</b>	<b>GRAFIČNI PRIKAZ SPREMENLJIVK .....</b>	<b>66</b>
9.1.1.	ANTROPOMETRIJA IN SESTAVA TELESA .....	66
9.1.2.	OBREMENITEV .....	68
9.1.3.	PORABA KISIKA IN KONCENTRACIJA LAKTATA .....	70
<b>9.2.</b>	<b>PROGRAM ZA OBDELAVO PODATKOV .....</b>	<b>72</b>
<b>9.3.</b>	<b>PODATKI .....</b>	<b>74</b>
9.3.1.	CESTNI KOLESARJI (ANTROPOMETRIJA IN SESTAVA TELESA) .....	74
9.3.2.	GORSKI KOLESARJI (ANTROPOMETRIJA IN SESTAVA TELESA) .....	75
9.3.3.	CESTNI KOLESARJI (OBREMENITEV) .....	76
9.3.4.	GORSKI KOLESARJI (OBREMENITEV) .....	77
9.3.5.	CESTNI KOLESARJI (PORABA KISIKA IN KONCENTRACIJA LAKTATA V KRVI)...	78
9.3.6.	GORSKI KOLESARJI (PORABA KISIKA IN KONCENTRACIJA LAKTATA V KRVI)..	79

## 1. UVOD

Šport je v današnjem času najpopularnejša oblika preživljanja prostega časa, nekaterim ljudem pa pomeni tudi vsakdanje delo in preživetje. Med mnogimi športnimi panogami, ki navdušujejo ljudi po vsem svetu, je kolesarstvo med priljubljenejšimi, sploh med rekreativnimi kolesarji.

Kolesarstvo sodi med ciklične monostrukturne športe s koncentričnim delovanjem mišic. Zato je pri tej aktivnosti najpomembnejši dejavnik uspeha dolgotrajna, pretežno aerobna vzdržljivost. Telesna aktivnost – kolesarjenje lahko traja dalj časa, tudi po več ur ali dni (etapne dirke).

Vzdržljivost je sposobnost, ki omogoča, da se telesni napor (telesna aktivnost) izvaja daljši čas brez zmanjšanja njegove intenzivnosti (brez pojava utrujenosti). Kolesarstvo je šport, pri katerem je vzdržljivost močno prisotna, saj se telesna aktivnost (pedaliranje na kolesu) opravlja dlje časa, tudi po več ur. Kolesarstvo je »zveza« med telesom, ki je nekoliko prilagodljiv, in napravo, ki je nekoliko nastavljiva.

Kolesarjenje kot način prevoza in transporta ima korenine že v srednjem veku. V tem stoletju pa kolo kot transportno sredstvo uporabljamo vse manj, saj bolj postaja sredstvo rekreacije in športnega udejstvovanja. Nesluten razmah kolesarstvo doživlja šele v zadnjem desetletju. Razmah pa ne doživlja le kolesarstvo kot športna disciplina, temveč se je močno razvila tudi znanost, ki pojasnjuje pojave, ki so za kolesarstvo značilni. Pojavile so se pojasnitve in razjasnitve glede porabe energije in moči, tehničnih podrobnosti, fizioloških, biomehaničnih, medicinskih in drugih značilnosti ter različni pogledi na način treniranja, kar je omogočila sodobna znanost in tehnologija.

Športniki morajo kar se da najbolje prikazati in dokazovati svojo pripravljenost skozi celotno tekmovalno obdobje ali na najpomembnejših tekmah sezone. Da bi te cilje dosegli, so že v pripravljalnem obdobju potrebna sprotne preverjanja zmogljivosti športnikov. Ob nezadovoljivih doseženih rezultatih so takrat še vedno možne spremembe načrta treninga. Zato je v preteklih letih naraslo zanimanje športnikov in trenerjev za opravljanje različnih testov, ki lahko dovolj natančno pokažejo stanje trenutne športnikove pripravljenosti in so koristne pri usmerjanju vadbenega procesa. Vsi kolesarji opravljajo testiranje športne pripravljenosti s testi na kolesu v laboratoriju.

Visoka raven funkcionalnih sposobnosti je pogoj, da se posameznik sploh lahko ukvarja s športom na vrhunski ravni. Med procesom treninga je potrebno sposobnosti stalno nadzorovati, da lahko pravočasno registriramo morebitna negativna odstopanja od optimalnega stanja ali pa, da ugotovimo napredek. Testiranje športnika je pravzaprav diagnostični postopek za ugotavljanje sposobnosti športnika, validacija preteklega dela in podlaga za prihodnje delo.

Kolesarstvo delimo na cestno in gorsko kolesarstvo.

### **CESTNO KOLO:**



### **GORSKO KOLO:**



V cestnem kolesarstvu so organizirana različna tekmovanja, ki so lahko enodnevna ali večdnevna. K enodnevnim tekmovanjem prištevamo: klasične cestne dirke, kronometre, kriterije, tekmovanja na velodromih in gorske dirke. Večdnevna tekmovanja so lahko etapne dirke ali pa skupek več enodnevnih tekmovanj. V gorskem kolesarstvu poznamo tri tekmovalne kategorije: cross-country, spust in paralelni slalom. V cestnem kolesarstvu trajajo dirke do sedem ur, v gorskem kolesarjenju pa do največ 4 ure. Poglavitni razliki med cestnim in gorskim kolesarstvom sta podlaga, na kateri se kolesari in kolo. Pri cestnem kolesarstvu je to asfaltirana cesta, pri gorskem pa so podlage različne – od cest, makadamov, do neurejenih brezpotij, za kar je kolo v osnovi tudi narejeno.

Cestna kolesa so nekoliko lažja od gorskih. Imajo 27palčna kolesa z ozkimi gumami, ki povzročajo malo upora in so napolnjena z zrakom (7 do 10 barov), da se površina stika gum s tlemi kar najbolj zmanjša. Posledica je manjše trenje in večja hitrost. Cestno kolesarstvo je, v nasprotju z gorskim kolesarstvom, ki je bolj individualni šport, moštveni šport. Zaradi višjih hitrosti in tako večjega pomena aerodinamičnosti prihaja do vožnje v zavetrju. Vožnja v zavetrju je pomemben del vsake cestne kolesarske tekme, saj močno zmanjša napor kolesarjenja.

Gorsko kolo je že na pogled robustnejše in močnejše, da vzdrži vse pritiske, ki jo vožnja po neravninah povzroča. Ima manjša 26palčna kolesa s širšimi gumami, ki imajo grob profil za boljši prijem s podlago. Gume so manj napolnjene z zrakom (do približno 4 bare). Imajo lažja prestavna razmerja (ponavadi imajo spredaj tri verižnice, zadaj pa deset verižnic). Okvirji koles so nekoliko manjši in krajši. Položaj telesa je tako nekoliko bolj pokončen, teža pa prenešena bolj proti zadnjemu kolesu. Gorska kolesa imajo širša in ravna krmila za lažje vodenje, stabilnost in oporo. Imajo tudi močnejše zavore, ki se po konstrukciji močno razlikujejo od cestnih, saj je zaviranja po brezpotjih neprimerno več in je agresivnejše. Kolesa so navadno opremljena z vzmetenjem, ki nudi boljši, enakomernejši stik s podlago, kar je zelo dobrodošlo pri zahtevnih in hitrih spustih. Dobro vzmetenje je pomembno, ker duši neravnine, saj kolesar na »trdem«, nevzmetenem kolesu prevzame vlogo blažilnika.

V nalogi želim ugotoviti, če obstajajo statistično značilne razlike pri nekaterih fizioloških parametrih, izmerjenih v predhodnem obdobju (november, december, januar) med cestnimi in gorskimi kolesarji.

## **2. PREDMET IN PROBLEM**

### **2.1. VZDRŽLJIVOST**

Ključna psihomotorična sposobnost posameznika, ki določa nivo tekmovalnega dosežka, je v kolesarjenju vzdržljivost. Kot vsaka sposobnost je tudi vzdržljivost posledica številnih dejavnikov. Med najpomembnejše spadajo: biološke značilnosti, psihološke značilnosti in sposobnosti, tehnika – od katere je odvisna učinkovitost (ekonomičnost) gibanja, dejavniki okolja in treniranost. Med biološkimi dejavniki so najpomembnejši: zaloge in razpoložljivost goriv za energijske procese, transportna zmogljivost za goriva, kisik in odpadne snovi, energijski procesi in delovanje živčno-mišičnega sistema. Vloga teh dejavnikov se spreminja z intenzivnostjo in dolžino tekmovalne discipline. Zato so kolesarji različno uspešni na cesti (tekmovanjih), glede na svoje sposobnosti (15).

Vzdržljivost delimo na: hitrostno vzdržljivost, dolgotrajno vzdržljivost in superdolgotrajno vzdržljivost. Vsaka od teh treh vrst vzdržljivostnega napora ima svoje omejitvene dejavnike in iz tega sledi, da so tudi vrste treninga, s katerimi jih razvijamo med seboj različne (16).

#### **2.1.1. HITROSTNA VZDRŽLJIVOST**

Hitrostna vzdržljivost je prevladujoča sposobnost pri premagovanju največjega napora, ki traja do 2 minuti. Biološka podlaga te sposobnosti so anaerobni energijski procesi v mišici, pri katerih je prevladujoče gorivo glikogen. Te se razgrajujejo do mlečne kisline, ki disocira na laktat in H-ione. Omenjeno trajanje napora pri ciklični obremenitvi vključuje v prvi fazi vse dejavnike, ki so pomembni tako za hitro moč kot tudi za največjo hitrost. Izboljšanje omejitvenih dejavnikov (tudi bioloških) za omenjene psihomotorične sposobnosti pripomore tudi k izboljšanju hitrostne vzdržljivosti. Specifično za biološke dejavnike pri hitrostni vzdržljivosti je, da v največji meri omejujejo stopnjo hitrostne vzdržljivosti. Izražena je metabolična acidoza, ki se pojavlja zaradi kopičenja mlečne kisline (laktata). Takšna hitrost razgradnje najpomembnejših goriv kreatinfosfata na začetku in glikogena v preostalem delu napora nikoli ni največja, temveč submaksimalna, saj to pomeni počasneje kopičenje laktata v krvi. Ta submaksimalna stopnja mora biti zavestno in natančno nadzorovana, kar omogoča, da športnik doživi utrujenost zaradi acidoze ob koncu napora.

## 2.1.2. DOLGOTRAJNA VZDRŽLJIVOST

Najpomembnejša biološka osnova dolgotrajne vzdržljivosti so aerobni energijski procesi. Ti so edini zmožni dolgotrajne sprotne obnove porabljene energije. To zmogljivost omogočajo kisik, ki v mišice prihaja iz ozračja, in primerna goriva: glikogen, glukoza, proste maščobne kisline in glicerol, ki so v človekovem organizmu dovolj v zadostnih količinah. Ti dejavniki določajo trajanje (kapaciteto) energijskih procesov. Pri dolgotrajni vzdržljivosti pa je posebej pomembna tudi moč teh procesov, saj določa, kako hitro se bo porabljena energija lahko sproti obnavljala. Zaradi tega tudi določajo zgornjo mejo intenzivnosti napora. Ta meja je pri aerobnih naporih najbolj natančno definirana z največjo porabo kisika med naporom ( $VO_{2max}$ ).

Pri vadbi za povečanje te sposobnosti posvečamo največjo pozornost dolgotrajnemu naporu, ki načeloma traja od nekaj minut do nekaj ur. Zato je potrebno v kar največji meri izboljšati omejitvene dejavnike: aktivnost aerobnih energijskih procesov (poleg njih potekajo tudi anaerobni energijski procesi), transport kisika in  $CO_2$  v krvi, čim večjo porabo kisika v mišici ( $VO_2 max$ ), zalogi glikogena oz. goriv v mišici in organizmu, povečano odpravljanje odpadnih produktov (mlečna kislina), intenzivnost na začetku napora, tehniko gibanja, motivacijo in omejiti hitrost porabe glikogena.

Na vadečega vpliva tudi nadmorska lega, temperatura okolja in onesnaženost zraka (16).

Nadmorska lega določa delni pritisk (tlak) kisika v krvi. Ta se z naraščanjem nadmorske višine zmanjša in zmanjšuje količino kisika v krvi. Zato se s povečanjem nadmorske višine zmanjša količina kisika, ki ga kri lahko pošlje do obremenjenih mišic, kar vpliva na zmanjšanje največje porabe kisika in dolgotrajne vzdržljivosti.

Visoka temperatura okolja lahko pomeni nevarnost pregrevanja, znižana temperatura pa podhlajevanje organizma, odvisno od vrste napora in relativne vlažnosti v ozračju (16).

Onesnaženost zraka še ni takšna, da bi neposredno med naporom povzročala zmanjšanje vzdržljivosti.

Dolgotrajna vzdržljivostna vadba je potrebna, ker z njo dosežemo (16):

- povečanje aktivnosti aerobnih energijskih procesov,
- izboljšanje zmogljivosti srčno-žilnega sistema; trenirani športniki imajo večji utripni volumen in minutni volumen srca od netreniranih, srce bolj vzdržljivih športnikov deluje bolj ekonomično pri isti prečrpani količini krvi kot pri netreniranih,
- izboljšanje ekonomičnosti tehnike pedaliranja,
- povečanje VO<sub>2</sub> max; poraba kisika v obremenjenih mišicah in celotnem organizmu je tisti pomemben dejavnik, ki določa, do katere stopnje intenzivnosti obremenitve bo premagovanje potekalo pretežno s pomočjo aerobnih energijskih procesov,
- povečanje porabe maščob, ki so lahko tudi glavni energijski vir pri dolgotrajnih naporih.

Stremimo tudi k temu, da v regeneracijskem času po končani vadbi pridobimo uskladiščeni glikogen v mišicah in jetrih.

### **2.1.3. SUPERDOLGOTRAJNA VZDRŽLJIVOST**

Superdolgotrajna vzdržljivost se od dolgotrajne ne razlikuje bistveno in ji je podobna. Toda veliko daljše trajanje (od 1 ure do 8 ur ali celo več dni) in nekoliko manjša intenzivnost napora, ki ga športnik premaguje, zahteva specifične sposobnosti in značilnosti športnikov, ki jim omogočajo, da so uspešnejši od drugih, tudi vzdržljivih športnikov. Je izključno aerobni napor.

Za potrebe načrtovanja in upravljanja transformacijskih procesov v cikličnih monostrukturnih športnih disciplinah pa je zelo primerna klasifikacija področij napora, ki izhaja iz novejših fizioloških spoznanj ter hkrati iz potreb in metodičnih zakonitosti vzdržljivostnih vadbenih procesov.

Klasifikacija obremenitev:

- področje aerobnega praga
- področje anaerobnega praga
- področje maksimalne porabe kisika
- področje najvišje acidoze (področje hitrostne vzdržljivosti)
- področje kreatinfosfatnega (CrP) sistema (področje hitrosti)

Za vsako od petih področij zahteva specifičen trening, saj le s specifičnim treningom lahko vplivamo na posamezne specifične funkcionalne in biokemijske značilnosti športnika, ki jih zahtevajo različne vzdržljivostne discipline. Tako vadbeni proces cikličnih monostrukturnih disciplin sestavljajo obremenitve (specialne gibalne aktivnosti), ki jih definirajo sledeči parametri:

- intenzivnost obremenitve
- trajanje obremenitve

ki v celoti opredeljujeta neprekinjene obremenitve, medtem ko natančno definiranje prekinjenih intervalnih obremenitev zahteva poleg teh dveh še dodatne parametre:

- število ponovitev
- trajanje odmora
- karakter odmora

Oblikovanje homogenih sklopov posameznih obremenitev s podobnimi fiziološkimi in biokemijskimi osnovami, ki jih narekujejo medsebojni odnosi parametrov posamezne obremenitve, daje metodikom športne vadbe najpomembnejše izhodišče za oblikovanje transformacijskih procesov.

Vsako od navedenih področij ima različen delež v športni vadbi v različnih obdobjih tekmovalne sezone. S pomočjo vzdržljivostne vadbe v kolesarstvu izboljšamo sposobnost dolgotrajnega kolesarjenja. Z dolgotrajnimi vožnjami dosežemo, da se organizem prilagodi in deluje bolj ekonomično. Nekateri kolesarji uporabljajo vzdržljivostno vadbo na začetku sezone kot osnovni trening za predpripravo na kasnejše bolj intenzivne napore. S takšno vadbo pripravijo skeletno mišičje, ligamente in vezi na kasnejše težje treninge, kjer so naprezanja organizma in možnosti poškodb večja. Sezona kolesarja se prične nekje novembra. V zimskih mesecih je trening sestavljen pretežno iz tempa na področju aerobnega praga. To je bazični trening – trening aerobne vzdržljivosti. Bolj se bližajo tekme, manjši je delež aerobnega treninga, hkrati pa se povečuje delež ostalih štirih področij, ki se skozi sezono vključujejo v trening v takem vrstnem redu, kot sem preje omenil (klasifikacije obremenitev). Vendar pa mora kolesar paziti, da ima skozi tekmovalno sezono poleg ostalih treningov (za hitrost, moč...), tudi vzdržljivostno vadbo vsaj dvakrat tedensko, da se pridobljena aerobna zmogljivost organizma ne zmanjša. Temu primerno so razvrščena tudi testiranja med sezono.



V zimskih mesecih nas zanima, ali se je pod vplivom treninga dvignil aerobni prag, kasneje nas zanima vpliv na anaerobni prag, pa vpliv treninga na maksimalno porabo kisika... Skratka, vsaka enota treninga ima svoj namen, to pa je razvijanje posameznih sposobnosti športnika. Glede na to, da s posameznimi enotami treninga želimo vplivati na določene posebnosti, nas zanima tudi, ali nam je to uspelo. V ta namen uporabljamo teste v določenih obdobjih tekmovalne sezone (6,9).

## 2.2. FIZIOLOŠKE IN BIOKEMIJSKE ZNAČILNOSTI VZDRŽLJIVOSTI

Najpomembnejša biološka osnova dolgotrajne vzdržljivosti so aerobni energijski procesi. Ti so edini zmožni dolgotrajne sprotne obnove porabljene energije. To zmogljivost omogočajo kisik, ki v mišice prihaja iz ozračja (dihanje) in primerna goriva: glikogen, glukoza, proste maščobne kisline in glicerol, ki so v zadostnih količinah v človekovem organizmu. Ti dejavniki omogočajo trajanje (kapaciteto) energijskih procesov. Pri dolgotrajni vzdržljivosti pa je posebej pomembna tudi moč teh procesov, saj določa, kako hitro se bo lahko porabljena energija sproti obnavljala. Zaradi tega tudi določajo zgornjo mejo intenzivnosti napora. Ta meja je pri aerobnih naporih najbolj natančno definirana z največjo porabo kisika med naporom ( $VO_2$  max). Oksidacijska kapaciteta posameznika je omejena s (3,4):

- funkcionalno sposobnostjo organskih sistemov, ki sodelujejo pri transportu kisika  
**dihalni sistem:** ventilacija, difuzija; **srčnožilni sistem:** minutni volumen srca, volumen cirkulirajoče krvi, prerazporeditev cirkulacije; **kri:** oksiforna kapaciteta krvi,
- sposobnostjo mišičnih celic, da porabijo razpoložljiv kisik (število mitohondrijev, količina mioglobina, kapilarna mreža, vzorec in aktivnost encimov – oksidacijska fosforilacija).

## **2.3. VADBA VZDRŽLJIVOSTI V KOLESARSTVU**

Pri vadbi kolesarja je zelo pomembno, da ugotovimo, pri kakšni intenzivnosti naj vadba poteka, da je učinek vadbe kar se da izrazit. Kolesarstvo je šport, pri katerem se intenzivnost spreminja od nizke do zelo visoke. Potekajo tako aerobni kot anaerobni energijski procesi v organizmu. Kateri procesi prevladujejo, je odvisno od vrste napora, njegove intenzivnosti in trajanja (16).

**Intenzivnost vadbe pri vadbi za povečevanje dolgotrajne vzdržljivosti je mogoče določiti na različne načine:**

### **1. Določanje praga defleksije frekvence srca s pomočjo Conconijevega testa**

Pri tej metodi intenzivnost neprekinjeno narašča po stopnjah od nizke do visoke intenzivnosti. Pri tem je merjena samo frekvenca srca s pulzmetri. Vrednosti merjenja vnesemo v diagram in dobimo značilno krivuljo. V tej krivulji je najprej bolj strm del, ki mu sledi bolj položen. Kriterij defleksije srca določa za prag tisto intenzivnost napora, pri kateri pride do značilne spremembe. Ta intenzivnost je v večini primerov podobna tisti, ki jo določa anaerobni prag, večinoma pa je malo višje (16).

### **2. Metodi, ki temeljita na uporabi frekvence srca v mirovanju (F<sub>Smir</sub>) in največje frekvence srca (F<sub>Smax</sub>):**

Prva metoda: izračuna se rezerva srca (F<sub>Sr</sub>) po enačbi (Karvonen):

$$F_{Sr} = F_{Smax} - F_{Smir}$$

Če želimo trenirati pri 75 odstotkih intenzivnosti, izračunamo frekvenco srca po enačbi:

$$FS = 0,75 * F_{Sr} + F_{Smin}$$

Druga metoda temelji na uporabi izračuna samo največje frekvence srca:

$$FS = 0,75 * F_{Smax}$$

To sta najcenejši in najbolj enostavni metodi. Pomanjkljivost teh dveh metod je v tem, da se moramo vnaprej odločiti, pri kateri intenzivnosti bomo vadili, kar zahteva precejšnje izkušnje (16).

### 3. Metoda določanja laktatnega praga in anaerobnega praga

Progresivno, enakomerno naraščanje obremenitve od lažje k težji povzroči enakomerno naraščanje aktivnosti aerobnih energijskih procesov in naraščanje aktivnosti anaerobnih laktatnih procesov (1). Prva spoznanja o aktivnosti anaerobnega procesa pri postopno naraščajoči intenzivnosti obremenitve segajo v leto 1933, ko so Margaria, Edwards in Hill ugotovili, da pri nizko-intenzivnem naporu še ni opaziti naraščanja koncentracije laktata nad vrednostmi v mirovanju. Naraščanje laktata so opazili šele pri intenzivnejšem naporu (1). Obdobje od 1956. do 1963. leta predstavlja začetek načrtnega raziskovanja tega pojava. Wasserman in sodelavci so ugotovili, da je z meritvami koncentracije laktata v krvi mogoče ugotoviti tisto obremenitev, ki je še pretežno aerobna in jo je mogoče premagovati dalj časa. Skupina Naimark in McIlroy je 1964. leta opazovala značilnost krivulj v diagramu odvisnosti koncentracije laktata in ventilacije od  $VO_2$  ali obremenitve. Točki značilnega prehoda iz premice v bolj strmo krivuljo sta sovpadali pri koncentraciji laktata v krvi in pri ventilaciji, če so preiskovance obremenjevali z neprekinjeno, enakomerno naraščajočo obremenitvijo. Točko prehoda premice koncentracije laktata in ventilacije v bolj strmo krivuljo so utemeljili kot anaerobni prag (15,16).

Spremembe, ki se ujemajo s spremembami laktata pri enakomerno naraščajočih obremenitvah, so ugotovljene tudi pri drugih kazalnikih, npr.  $\dot{V}_E$  (minutna pljučna ventilacija),  $HCO_3^-$  (koncentracija standardnih bikarbonatov v krvi), BE (ostankov baz), pH krvi (1). Pri mnogih kazalcih je bila ugotovljena značilna obremenitev, ki naj bi določala prehod z obremenitve, v kateri prevladujejo aerobni energijski procesi, na obremenitev, v kateri so poleg aerobnih energijskih procesov bolj aktivni tudi anaerobni laktatni energijski procesi. Anaerobni prag je še danes najpogosteje uporabljen pri vadbi vzdržljivosti (15,16).

Poleg anaerobnega praga so v rabi še (15):

- OBLA (Onset of Blood Lactic Acid), ki uporablja za kriterij praga LA 4mmol/l.
- LP (laktatni prag), ki uporablja za kriterij obremenitev, pri kateri začne laktat naraščati bolj strmo.
- PDMA (prag dekompenzacije metabolične acidoze), ki uporablja pomembno znižanje pH krvi.
- PA (prag acidoze) (15), ki uporablja za kriterij ekstrem parabole, ki se jo lahko prilagodi točkam pH krvi v diagramu odvisnosti pH krvi od hitrosti teka (zvišanja obremenitev).
- IAnT (individualni anaerobni prag po Stegmannu), zelo podoben maksimalnemu laktatnemu stacionarnemu stanju (MLSS). Določa se na način, da na vrednost določenega LP pridodamo še 1,5 mmol/l.

Merjenje vsebnosti laktata v krvi kaže presnovni odziv na dani napor, merjenje frekvence srca pa odziv srčno žilnega sistema. Opazovanje tekmovalcev na tak način daje bolj kompleksno in bolj realnejšo diagnozo tekmovalne zmogljivosti. Pomanjkljivost te metode sta njena invazivnost (potrebno je jemati vzorce krvi) in visoka cena.

V praksi vadbe vzdržljivosti se je v preteklosti uveljavil način določanja intenzivnosti vadbe, ki uporablja eno od omenjenih metod. Tako tudi kolesarji običajno vadijo z intenzivnostjo, ki jo določa eden od kazalcev. Pri tem se nekateri ravnaajo po hitrosti kolesarjenja, ki jo določa izbrani kriterij, ali pa po frekvenci srca (FS). Drugi princip je boljši za kolesarjenje nasploh, saj vadba poteka običajno po neravnem terenu. Ravnanje po hitrosti, kjer je potrebno kolesariti v klanec ali po njem navzdol, je zato neuporabno. Zato je FS bolj ustrezna, čeprav tudi tu ni pričakovati enakega odziva organizma pri vožnji po razgibanem terenu (10).

Znano je, da je laktatni prag (LT) in ostali kriteriji, za katere veljajo nespremenljive koncentracije, kot je npr. začetek strmejšega zvišanja laktatov v krvi (OBLA), zelo povezan z vzdržljivostjo kolesarjenja (7,11,12,13,17). Oba kriterija imata osnovo v različnih značilnostih krivulje laktatov na diagramu koncentracije laktatov ([LA]) in sta odvisna od hitrosti kolesarjenja. LT je določen z začetno rastjo [LA], ki je povezana z izrazito rastjo in spremembo laktatov v mišicah in v celotnem organizmu. Rezultat tega je, da se [LA] pojavlja v večjih količinah, kot lahko izgine, kar povzroča zbiranje laktatov v krvi (2,5). Kriterij OBLA ima drugačno osnovo, to je vnaprej določeni [LA]= 4 mmol/l (8). Ta kriterij lahko pokaže (ali pa je povezan z) najvišjo hitrost kolesarjenja, kjer je [LA] še vedno v nespremenljivem stanju, kljub temu da se vadba nadaljuje dlje časa (2,5). Oba kriterija določata dve jasno različni točki na krivulji laktatov na diagramu odvisnosti [LA] od hitrosti kolesarjenja (8,17). Položaj LT in OBLA točk na diagramu bi se lahko spremenil, če bi se tudi položaj ali/ in oblika krivulje laktatov spremenila. Položaj krivulj laktatov na diagramu odvisnosti [LA] od hitrosti kolesarjenja je povezana z vzdržljivostjo pri kolesarjenju. Položaj krivulje laktatov se nahaja v višjem območju hitrosti kolesarjenja in v nižjem [LA] pri bolj vzdržljivih kolesarjih. Pri osebah z nizko vzdržljivostjo se položaj krivulje nahaja v nižjem območju hitrosti kolesarjenja in v višjem [LA] (2,12,17).

Krivulje laktatov so lahko različne tudi glede na strmost njihovih vzponov oz. padcev, mogoče neodvisno od ostalih značilnosti. Ta raznolikost vpliva samo na vrednost kolesarjenja določeno z OBLA in ne na hitrost določeno z LT. Ni nujno, da oba kriterija določata vzdržljivost na podoben način, če je osnova tej ideji zares močna vzajemnost obeh hitrosti z vzdržljivostjo pri kolesarjenju. Zgornjo mejo krvnih laktatov, katere rezultat je nespremenljivo stanje laktatov med stalnim naporom, imenujemo maksimalno laktatno stacionarno stanje (MLSS). Za določitev MLSS je potrebnih več stalnih naporov v različnih dneh. Pričakujemo, da bo MLSS ustrezal anaerobnemu pragu (AT), ki izraža prehod iz aerobnih v anaerobne pogoje (5). Športnik naj bi vzdržal intenzivnost vadbe okoli AT in MLSS relativno dolgo časovno obdobje. Stopnja laktatov med nespremenljivo stalno vadbo naj bi bila v meji določenih vrednosti. Nekateri raziskovalci so predlagali nespremenljivo koncentracijo laktatov 4 mmol/l. V poskusu, da bi določili AT, so nekateri raziskovalci opisali posameznikov anaerobni prag (IANP) in prag laktatov (LT). Povprečna koncentracija laktatov pri AT, LT in IANP v teh študijah niha od  $1.7 \pm 0.3$  do  $4.2 \pm 0.8$  mmol/l (2,5).

## 2.4. NADZOR ŠPORTNEGA TRENIRANJA

Športno treniranje je po znanstvenih, zlasti pedagoških načelih zgrajen proces športnega izpopolnjevanja človeka, ki z načrtnim in sistematičnim delovanjem učinkuje na takšen razvoj zmogljivosti, ki omogoča športniku najvišje tekmovalne dosežke v izbrani športni disciplini. Proces športnega treniranja pomeni zaporedje različnih opravil, ki izhajajo iz značilnosti procesa športnega treniranja. Značilnost, kot je nepredvidljivi in dinamični sistem, ki ga je treba čim bolj obvladovati, zahteva kar najbolj natančno načrtovanje in nenehen nadzor delovanja tega sistema, da bi vedeli, v kateri smeri in v kolikšni meri se športnikove lastnosti in sposobnosti spreminjajo. Zato spadajo postopki nadzora ob načrtovanju in skrbi za optimalno izvedbo vadbenega med najpomembnejša trenerjeva opravila (14,15,16,17).

Spremljanje procesa treninga je osrednji in nezamenljivi del procesa športnega treniranja. Točen in učinkovit nadzor vključuje nekaj različnih postopkov, ki jih izvaja trener (14,15,16,17):

- spremljanje vadbenega programa in pogojev za delo
- ocena opravljenega treninga (kvantitativna in kvalitativna analiza)
- ugotavljanje in ocena sprememb pri športniku (motoričnih, funkcionalnih, biokemijskih,...), ki so značilne za njegovo športno disciplino
- ocena učinkovitosti vadbenega procesa kot izhodiščna točka za nadaljnje delo

Analiza in celoten postopek nadzora treninga mora biti tak, da poleg ugotavljanja osnovnih parametrov (količina in intenzivnost posameznih vsebin treninga v določenem obdobju, rezultati testiranja, tekmovanja...) trenerju omogoča tudi vpogled na vpliv posameznih treningov na tekmovalno uspešnost športnika.

Model spremljanja procesa treninga vključuje štiri faze in naslednje postopke:

- definicija tipov treninga
- analiza učinkovitosti predhodnega dela
- analiza treninga po postavljenem modelu
- iskanje povezanosti med pokazatelji treninga in tekmovalno uspešnostjo športnika

#### **2.4.1. NADZOR SPREMEMB ŠPORTNIKOVIH SPOSOBNOSTI IN LASTNOSTI TER SPREMLJANJE STANJA ŠPORTNIKOV**

Tekmovalni dosežek v vsaki športni disciplini ni nikoli odvisen samo od enega dejavnika, temveč vedno od več hkrati. Za nadzor sprememb športnikovih sposobnosti in lastnosti moramo najprej za vsako športno disciplino ugotoviti tiste kazalce, ki kar najbolj pojasnujejo tekmovalno zmogljivost v neki športni disciplini. Pridobivanje tovrstnih podatkov navadno ni trenerjev posel, saj zahteva znanstveni pristop. Trenerju bi jih moral ponuditi iz znanstvenih ustanov, ki se ukvarjajo s športom. Kombinaciji izbranih kazalcev, ki v kar največji meri določa tekmovalno zmogljivost športnika, pravimo model tekmovalne zmogljivosti. Ta trenerju ponuja, da lahko iz rezultatov uporabljenih testov oceni, ali s testi ugotovljene spremembe pomenijo tudi spremembo tekmovalne zmogljivosti. V ta namen trener deloma sam, deloma pa tudi s sodelovanjem različnih ustanov, opravi ustrezna testiranja, meritve in preiskave športnikov (10).

Treningi cestnih in gorskih kolesarjev se med seboj razlikujejo predvsem v obsegu in intenzivnosti posameznih enot, številu treningov v mikrociklu in mezociklu ter zaporedju treningov. Tempiranje forme pri cestnih kolesarjih zahteva predvsem večji poudarek na superdolgotrajni vzdržljivosti in zato zahteva več časa, tako pri posamezni vadbeni enoti kot pri tedenskem in mesečnem načrtu. Tovrstne razlike v treningu vzdržljivosti (predvsem časovne) predvidoma vplivajo na določene fiziološke parametre, ki jih merimo zaradi ocene treniranosti in funkcionalne zmogljivosti srčno-žilnega sistema in dihal.

Testi, ki jih športniki opravljajo zato, da bi lahko nadzorovali njihove sposobnosti in lastnosti, so standardizirane motorične naloge, ki jih v določenih časovnih presledkih, največkrat ob koncu mezociklov, športnik ponavlja. Namen testiranj je predvsem ugotoviti, ali se rezultati v uporabljenih testih (želene sposobnosti) spreminjajo v predvideni smeri. V zvezi s testiranjem v športu je mogoče razlikovati več vrst testov.

Za testiranje kolesarjev se uporablja posebni kolesarski trenažer, ki kar najbolj posnema realne okoliščine in naravno vožnjo na kolesu. Izbira testa mora biti vnaprej dobro premišljena z vnaprej določenimi cilji. Test morajo biti točni in zanesljivi, njihova realizacija pa strogo kontrolirana. Izjemno pomembna je izbira primernega testnega protokola.

Športno testiranje je ključni del v nadziranju trenažnega procesa. Rezultati testiranja so navadno izhodišče za nadaljnje delo.

Namen celotnega trenažnega procesa je prilagoditev fizioloških sistemov telesa na impulz treninga. Kontinuirani impulzi povzročajo izboljšanje stanje telesa, saj se telo na te impulze nenehno prilagaja. Način oziroma smer prilagoditve je odvisna od vrste in trajanja treninga. Doziranje le-tega mora biti natančno, tako po intenzivnosti, vrsti kot tudi po trajanju.

Pod vplivom trenažnega procesa poteka cela vrsta sprememb in prilagoditev. S testiranjem skušamo ugotoviti kvaliteto in kvantiteto teh sprememb, da lahko načrtujemo prihodnost in ocenimo preteklo delo.

Vrhunski šport zahteva natančno odmerjeno količino treninga, saj vrhunskost navadno pomeni hoja po meji med vrhom in prepadom. Vrhunski rezultat terja ogromno od športnika. Športnik si ne more privoščiti premajhen trenažni impulz, saj tako ne bo dosegel zelenih rezultatov. Enako je s preveliko količino in intenzivnostjo treninga. Skok na drugo stran je zelo mamljiv, vendar telo ni več sposobno kompenzirati prevelikega impulza ter se odzove s pretreniranostjo. Pretreniranost pa posledično pomeni slabši rezultat oziroma poškodbe ali bolezen. Testiranje je pravzaprav spremljanje odziva na dani impulz.

Prilagoditve na proces treniranja je potrebno testirati v laboratoriju ter na terenu. Na podlagi obeh merjenj ocenimo stanje in prilagodimo trenažni proces.

#### **2.4.2. NADZOR VZDRŽLJIVOSTI**

Vzdržljivost je nedvomno najpomembnejši dejavnik, ki vpliva na učinkovitost v dolgotrajnih športnih disciplinah, pa tudi v kolesarstvu. Zato je razvijanje vzdržljivosti (aerobne, aerobno-anaerobne in anaerobne laktatne) v procesu treniranja vzdržljivostnih športnikov (kolesarjev) osrednja in najpomembnejša naloga.

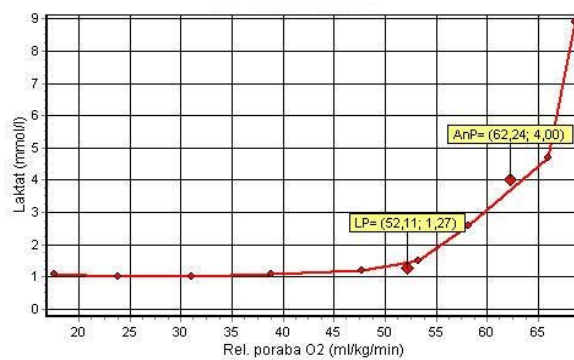
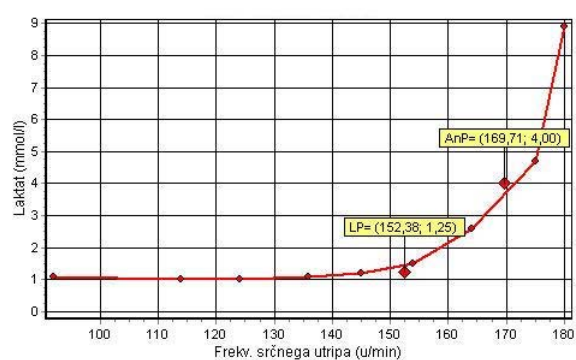
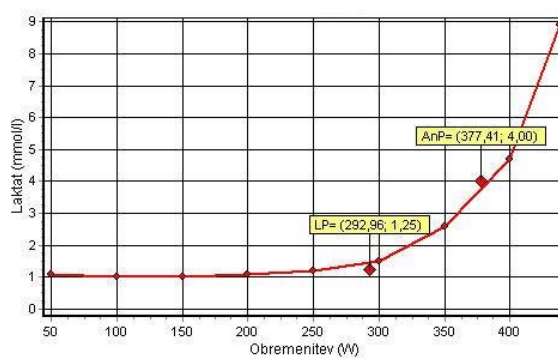
Različno intenzivne in glede na trajanje različne obremenitve, ki so vključene v programe vadbe teh športnikov, povzročajo spremembe v organizmu in s tem zagotavljajo izboljšanje stanja treniranosti in tekmovalne učinkovitosti. Z rednim spremljanjem stanja posameznih parametrov vzdržljivosti trener in športnik z večjo gotovostjo usmerjata proces treninga v zeleno smer.



Stanje treniranosti kolesarjev v posameznih ciklikih priprave na novo tekmovalno obdobje je največkrat ocenjen s pomočjo standardiziranih testov v laboratoriju. Najpogosteje uporabljen vidik ocenjevanja vzdržljivosti je ocenjevanje napora pri spreminjajoči se obremenitvi. Njegova osnovna značilnost je stopenjsko spreminjanje intenzivnosti obremenitve ob spremljanju fizioloških reakcij. Napor se običajno ocenjuje s pomočjo meritev prostornine plinov v izdihanem zraku, s spremembami biokemičnih kazalcev v krvi in merjenje frekvence srca pri naporu (14,15,16,17).

V nalogi želim ugotoviti, če obstajajo statistično značilne razlike pri nekaterih fizioloških parametrih, izmerjenih v predhodnem obdobju (november, december, januar) med cestnimi in gorskimi kolesarji, in sicer pri naslednjih pragih (14,15,16,17):

- LP – laktatni prag, je kazalec, ki pojasnjuje, koliko lahko kolesar stopnjuje svojo obremenitev, ne da bi povzročal kopičenje laktata v krvi oziroma se uporablja za kriterij obremenitve, pri kateri začne laktat naraščati bolj strmo.
- IAnT (individualni anaerobni prag po Stegmannu) je zelo podoben maksimalnemu laktatnemu stacionarnemu stanju (MLSS). Določa se na način, da na vrednost določenega LP pridodamo še 1,5 mmol/l.
- OBLA (Onset of Blood Lactic Acid), ki uporablja za kriterij praga LA4mmol/l.
- MAX POWER – se nanaša na zadnjo stopnjo obremenitve, ki jo je bil merjenec še sposoben neprekinjeno premagovati.



### **3. CILJI**

- Ugotoviti, ali obstajajo razlike pri izbranih fizioloških parametrih, pridobljenih na testu funkcionalnih zmogljivosti med gorskimi in cestnimi kolesarji.
- Ugotoviti, ali obstajajo razlike med cestnimi in gorskimi kolesarji do 23 let (18 – 23 let) v antropometričnih značilnostih in v sestavi telesa pred začetkom pripravljalnega obdobja za novo sezono.
- Ugotoviti, ali obstajajo razlike med cestnimi in gorskimi kolesarji do 23 let (18 – 23 let) v kazalcih treniranosti, ki se nanašajo na moč (absolutna in relativna – na kg telesne teže), pridobljenih s pomočjo analize kinetike laktatov pri stopnjevalnem testu.
- Ugotoviti, ali obstajajo razlike med cestnimi in gorskimi kolesarji do 23 let (18 – 23 let) v kazalcih treniranosti pridobljenih s pomočjo analize porabe kisika na karakterističnih točkah (pragih), in sicer: na laktatnem pragu (LT), individualnem anaerobnem pragu (IAN<sub>T</sub>), na anaerobnem pragu po kriterijih OBLA (4 mmol/L) ter na vrednosti maksimalne porabe kisika (VO<sub>2</sub> max).
- Ugotoviti, v katerih parametrih se skupini statistično značilno razlikujeta.

#### **SPREMENLJIVKE, KI SMO JIH MERILI PRI TESTU V LABORATORIJU, SO:**

##### **ANTROPOMETRIJA:**

- STAROST (leta)
- STAŽ (leta)
- TV - telesna višina (cm)
- TT – telesna masa (kg)

##### **SESTAVA TELESA (MERJENJE Z BIOELEKTRIČNO IMPENDANCO)**

- FAT – odstotek telesne maščobe v (%)
- FAT – teža maščobe v telesu izražena v (kg)
- LBM – pustna telesna masa (  $TT - FAT = LBM$  ) (kg)

## **TEST NA ERGOMETRU (OBREMENITEV, PORABA KISIKA, LAKTATI)**

- LT POWER – obremenitev na laktatnem pragu (watts)
- IAnT POWER – obremenitev na individualnem anaerobnem pragu (watts)
- OBLA POWER – obremenitev na anaerobnem pragu (watts)
- MAX POWER – maksimalna obremenitev (watts)
- REL LT POWER – obremenitev na laktatnem pragu na kilogram telesne teže (W/kg)
- REL IAnT POWER – obremenitev na individualnem anaerobnem pragu na kilogram telesne teže (W/kg)
- REL OBLA POWER – obremenitev na anaerobnem pragu na kilogram telesne teže (W/kg)
- REL MAX POWER – maksimalna obremenitev na kilogram telesne teže (W/kg)
- LT VO<sub>2</sub> – poraba kisika na laktatnem pragu na kilogram telesne teže (ml/kg/min)
- IAnT VO<sub>2</sub> – poraba kisika na individualnem anaerobnem pragu na kilogram telesne teže (ml/kg/min)
- OBLA VO<sub>2</sub> – poraba kisika na anaerobnem pragu na kilogram telesne teže (ml/kg/min)
- VO<sub>2</sub> MAX – maksimalna poraba kisika na kilogram telesne teže (ml/kg/min)
- LA MIR – laktat v mirovanju (mmol/l)
- LA LT – laktat na laktatnem pragu (mmol/l)
- LA IAnT – laktat na individualnem anaerobnem pragu (mmol/l)
- LA MAX – maksimalni laktat (mmol/l)

## **4. HIPOTEZE**

Ho1– Ni statistično značilnih razlik med cestnimi in gorskimi kolesarji do 23 let (18 – 23 let) v antropometričnih značilnostih in v sestavi telesa pred začetkom pripravljalnega obdobja za novo sezono (prehodno obdobje).

Ho2 – Ni statistično značilnih razlik med cestnimi in gorskimi kolesarji do 23 let (18 – 23 let) pred začetkom pripravljalnega obdobja za novo sezono (prehodno obdobje) v kazalcih treniranosti, ki se nanašajo na moč (absolutna in relativna – na kg telesne teže), pridobljenih s pomočjo analize kinetike laktatov pri stopnjevalnem testu.

Ho3 – Ni statistično značilnih razlik med cestnimi in gorskimi kolesarji do 23 let (18 – 23 let) pred začetkom pripravljalnega obdobja za novo sezono (prehodno obdobje) v kazalcih treniranosti, pridobljenih s pomočjo analize porabe kisika na karakterističnih točkah (pragih), in sicer: na laktatnem pragu (LT), individualnem anaerobnem pragu (IAnT), na anaerobnem pragu po kriterijih OBLA (4 mmol/L) ter na vrednosti maksimalne porabe kisika (VO2 max).

## **5. METODE MERITEV KOLESARJEV**

### **5.1. VZOREC MERJENCEV**

V raziskavo je bilo vključenih 100 kolesarjev, od tega 50 cestnih in 50 gorskih kolesarjev. Vsi zajeti merjenci so aktivni kolesarji starosti 18-23 let, ki trenirajo vsaj 3 leta, 5 do 7-krat tedensko po 2-6 ur.

### **5.2. METODA MERJENJA**

#### **5.2.1. EKSPERIMENTALNI PROTOKOL**

Vsi merjenci so prišli na testiranje prostovoljno in na lastno odgovornost. Pri testiranjih sta bila ves čas prisotna zdravnik in medicinska sestra. Obremenitev na testiranju je bila maksimalna. Merjenci so vrteli pedala, dokler so bili še zmožni premagovati naraščajočo obremenitev. Merjenci se udeležujejo kolesarskih tekmovanj ter redno trenirajo, zato so visokih obremenitev vajeni in ni bilo nikakršnih zadržkov glede stopnje obremenitve. Vsi postopki testiranja so bili predhodno pripravljene in standardizirani. Potekali so po ustaljenem postopku in so bili za vse merjence enaki.

Pred testiranjem smo vsakemu merjencu razložili, kakšno opremo potrebuje, v kakšnih okoliščinah bo testiranje potekalo. Poudarili smo, da mora merjenec zaužiti zadnji obrok najkasneje dve uri pred testiranjem. Zadnji obrok pa naj bo lahko prebavljiv. Zadnji dan pred merjenjem niso smeli trenirati.

S stališča rezultatov je bilo testiranje za vse merjence enako. Vzrok za prihod na testiranje z njihovega je, da dobijo zelo koristne informacije o svoji pripravljenosti.

Testiranja so potekala ob enakem dnevnem času, od devete ure zjutraj pa tja do štirinajste. Čas dneva ni vplival na rezultate.

#### **5.2.2. LEIPZIG PROTOKOL – KOLESARSKI TEST ZA MERJENJE V02max**

Leipzig kolesarski test (LKT) je v osnovi standardni stopnjevalni test, ki se uporablja kot diagnostično sredstvo za oceno telesne pripravljenosti cestnih kolesarjev. Izvedba testa je relativno enostavna, omogoča pa spremljanje določenih fizioloških parametrov. Njegova

osnovna značilnost je stopenjsko spreminjanje intenzivnosti obremenitve ob spremljanju fizioloških reakcij na ergometru. Uporabljeni ergometer pri testu je znamke Ergoline 900 (elektronsko zaviranje), redno vzdrževan in umerjen po navodilih proizvajalca in priporočilih konference o ergometriji v Titiseeju. Dodatna oprema (krmilo, sedež, pedala) na kolesu omogoča vsakemu testirancu individualno prilagoditev pozicije med izvajanjem testa (18).

Stopnjevanje obremenitve je narejeno po priporočilih Klinische Wochenschr (1985), konference o ergometriji v Titseeju (Löllgen H, Ulmer HV, Crean P, 1987), ter ACSM (1991). Prednost testa je predvsem v njegovi ponovljivosti in enostavni izvedbi. Predhodne študije so pokazale, kakšna je diagnostična vrednost LKT oz. Leipzig testa Gibbons in sod (1989) ter Neuberg in sod (1988). Pri samemu testu beležimo naslednje fiziološke parametre(18):

- LT POWER – obremenitev na laktatnem pragu (watts)
- IAnT POWER – obremenitev na individualnem anaerobnem pragu (watts)
- OBLA POWER – obremenitev na anaerobnem pragu (watts)
- MAX POWER – maksimalna obremenitev (watts)
- REL LT POWER – obremenitev na laktatnem pragu na kilogram telesne teže (W/kg)
- REL IAnT POWER – obremenitev na individualnem anaerobnem pragu na kilogram telesne teže (W/kg)
- REL OBLA POWER – obremenitev na anaerobnem pragu na kilogram telesne teže (W/kg)
- REL MAX POWER – maksimalna obremenitev na kilogram telesne teže (W/kg)
- LT VO<sub>2</sub> – poraba kisika na laktatnem pragu na kilogram telesne teže (ml/kg/min)
- IAnT VO<sub>2</sub> – poraba kisika na individualnem anaerobnem pragu na kilogram telesne teže (ml/kg/min)
- OBLA VO<sub>2</sub> – poraba kisika na anaerobnem pragu na kilogram telesne teže (ml/kg/min)
- VO<sub>2</sub> MAX – maksimalna poraba kisika na kilogram telesne teže (ml/kg/min)
- LA MIR – laktat v mirovanju (mmol/l)
- LA LT – laktat na laktatnem pragu (mmol/l)
- LA IAnT – laktat na individualnem anaerobnem pragu (mmol/l)
- LA MAX – maksimalni laktat (mmol/l)

## **IZVAJANJE TESTA**

- Pred testiranjem smo izvedli kalibracijo (umerjanje) sistema za spiroergometrijo (Cosmed K4b2) po navodilih proizvajalca in priporočilih Versteeg in Kippersluis (1989).
- Med merjenjem antropometrijskih značilnosti in spirometrije smo pripravili in prilagodili ergometer, vključili računalnik ter pripravili vse, kar je bilo potrebno za nadaljnji potek testiranja.
- Merjenec si je namestil oddajnik za merjenje frekvence srčnega utripa (Polar Vantage NV).
- Merjenci so bili oblečeni v kolesarske hlačke ter kratko majico – aktivno spodnje perilo, ki odvaja pot od površine telesa in kratke kolesarske nogavice. Po želji so lahko uporabljali tudi kolesarske rokavičke. Uporabljali so tudi kolesarske šprintarice ter ustrezna pedala pritrjena na gonilke ergometra (170 mm).

## **OGREVANJE PO USTALJENEM POSTOPKU**

- Ogrevanje je trajalo pet minut, med katerim je merjenec poganjal pedala s frekvenco okoli 70 vrtljajev v minuti pri intenzivnosti do 25 wattov.
- Med ogrevanjem je merjenec dobil navodila o postopku testiranja in ravnanjem med njim. Spoznal se je z načinom vožnje (70 do 80 vrtljajev) za optimalno frekvenco vrtenja pedal. Zelo važno je bilo merjenčevo spremljanje podatkov o obremenitvi in privajanju na enakomerno vrtenje in obremenitev.
- Vsak merjenec si je izbral držo, pri kateri se je najbolje počutil. Raziskave kažejo na primerljive vrednosti v parametrih ventilacije, frekvence srčnega utripa, maksimalnega sprejema kisika, respiratorne frekvence in respiratornega volumna med pokončnim in dirkalnim, nižjim položajem na kolesu.
- Po končanem ogrevanju smo merjencu namestili napravo za merjenje sprejema kisika Cosmed K4b2 s pripadajočo masko (Hans Rudolph). Vsakemu merjencu smo okoli glave namestili naglavni trak ter tako omejili pot, ki bi morebitno dražil oči in tako ga tako motil med testiranjem.





Preverili smo delovanje vseh naprav in sprožili začetni postopek na vseh napravah – napravi za merjenje sprejem kisika, ergometru, merilcu srčnega utripa ter računalniku. Začetek testa je bil pri obremenitvi 40/50 wattov (odvisno od telesne teže merjenca in starosti). Na vsake 4 minute smo obremenitev povečevali za 40 oz. 50 wattov, do maksimalne obremenitve, ki jo je bil testirani še sposoben opravljati enakomerno najmanj eno minuto.

Med testom je medicinska sestra konec vsake 4-minutne stopnje jemala kri (20 mcl) iz že prej posebno pripravljene (hiperemizirane) ušesne mečice za sprotno analizo koncentracije laktatov. Za umetno izvano hiperemijo smo uporabljali mazilo Finalgon stark. Analiza vsebnosti laktatov v vzorcu krvi je narejena na analizatorju znamke Eppendorf Ebio+ . Po končanem testu je merjenec izvajal standardizirano relaksacijsko obremenitev. Po končani maksimalni obremenitvi je merjenec nadaljeval z vrtenjem pedal na minimalni obremenitvi, ki za merjence ni predstavljala napora. Spremljali smo čas od prekinitve maksimalne obremenitve, pa do trenutka, ko je merjencu padla frekvenca srčnega utripa pod mejo sto utripov na minuto.

### 5.2.3. ERGOMETER (ERGOMETRIČNO KOLO) ERGOLINE 900L



Posebnost kolesa Ergoline 900L je, da ima integriran avtomatski merilec krvnega tlaka in frekvence srčnega utripa. Merilec je avtomatsko nameščen na meritev zadnjih 15 sekund vsake 4-minutne stopnje. Rezultati meritev se pojavijo na LCD-zaslону, istočasno pa tudi na papirnatem izpisku in na končnem poročilu. Nivo obremenitve oz. protokol je programsko voden in se avtomatično stopnjuje (20,21).

#### **Tehnične značilnosti:**

- Zmogljivost do 995 W
- Maksimalna teža pacienta: 160 kg
- Površina (postavljenega kolesa): 40x82 cm
- Neto teža: 64 kg
- Napajanje: 220 do 230V-50 Hz
- Vmesna ploskev RS-232 I/F

#### 5.2.4. NAPRAVA ZA MERJENJE PORABE KISIKA

Uporabljali smo napravo italijanskega proizvajalca Cosmed, model K4 b<sup>2</sup>. Gledano s tehnološkega vidika, je to naprava, ki združuje tri posamezne sisteme v enega (20,21):

- shranjevanje podatkov; glavna enota lahko shrani podatke neomejeno, saj je sistem zasnovan na principu vdih-vdih (breath by breath). Meritve se izvajajo za vsak vdih posebej in ne glede na časovno povprečje. Ti podatki se lahko nato prenesejo na računalnik za analizo in prikaz. Po koncu testa smo povprečili podatke na 5-sekundne intervale,
- telemetrijski prenos podatkov; s prenosne enote je možno s pomočjo oddajnika in sprejemnika posredovati podatke direktno na računalnik, kjer se podatki prikazujejo neposredno v 'resničnem času' v obliki tabel ali pa v grafični obliki,
- prenosna enota; ima vse lastnosti klasičnih (statičnih) tovrstnih naprav.



Naprava izpiše več kot trideset fizioloških parametrov, vključno parametre, ki se nanašajo na  $VO_2$ ,  $VCO_2$ , srčni utrip, respiracijski količnik, frekvenco dihanja, dihalni volumen in ventilacijo. Glavna, prenosna enota je s pomočjo trakov preko ramen in trupa pritrjena na merjenca. V celoti je težka 600 gramov in ne moti merjenca med izvajanjem testa. Enoto je možno popolnoma prilagoditi individualnim značilnostim merjenca, tako obsegu prsnega koša, kot tudi višini. Sestavljena pa je iz treh ločenih sistemov (20,21):

- maske s turbino; maska se mora popolnoma prilagajati obrazu merjenca. Izdelujejo jih v treh različnih velikostih, izberemo pa tisto, ki ne izpušča zraka. Pritrjena je s pomočjo naglavnih trakov, ki jih je možno prilagajati glede na velikost glave merjenca. Turbina meri naslednje parametre:  $VO_2$ ,  $VCO_2$  in ventilacijo. Z enoto, ki shranjuje in analizira podatke, je povezana preko kabla in cevke,
- baterije in telemetrijskega oddajnika z anteno; baterija napaja enoto za analizo in shranjevanje podatkov. Baterija je Ni-MH in zadostuje za šest ur delovanja. Sistem je nameščen na hrbtni del,
- sistema za analizo in shranjevanje podatkov; nameščen je na prednji strani trupa merjenca. Sistem ima sprejemnik za merjenje frekvence srčnega utripa, ki bazira na sistemu finskega proizvajalca tovrstnih naprav Polar Electro Oy. Vgrajene ima senzorje za merjenje zunanjih pogojev, zunanje temperature in zračnega tlaka.

Za spremljanje frekvence srčnega utripa je predviden oddajnik finskega proizvajalca Polar Electro Oy (Finska). To je pas, ki se ga pritrdi na trup merjenca. Oddajni pas spremlja električni signal, elektrokardiogram (EKG), ki ga oddaja srce. Oddajni pas pošilja elektromagnetni signal sprejemniku – sistemu za shranjevanje in analizo podatkov.

Kapaciteta shranjevanja podatkov je neomejena z vsemi spremljajočimi podatki. To daleč presega naše potrebe testiranja. Napravo je potrebno pred uporabo primerno segreti in kalibrirati. Segrevanje traja približno 45 minut; postopek umerjanja traja pa približno deset minut. Med tem časom se naprava uravna na zrak v okolici, kar je nujno potrebno za točnost podatkov. Sistem vsebuje, poleg prenosne naprave, tudi sprejemnik telemetrijskih podatkov, ki je priključen na osebni računalnik. Omogoča neposredno spremljanje poteka meritve na razdalji tisoč metrov. Neposrednemu spremljanju in analizi meritev pa je namenjen računalniški program, ki deluje v okolju Microsoft Windows. Program je zasnovan tako, da je mogoče spremljati podatke in izvajati analize v obliki tabel ali grafični podobi. Napaka merjenja je po navajanju proizvajalca v okviru enega odstotka. Shranjene podatke smo

obdelovali s priloženim računalniškim programom Cosmed. Obdelane podatke smo natisnili s tiskalnikom (Hewlett Packard Deskjet 920C).

#### **5.2.5. TEHTNICA**

Uporabljali smo digitalno tehtnico japonskega proizvajalca Tanita, model TBF-305. Merjenec stopi na sredino tehtnice in mirno stoji. Po podatkih proizvajalca meri na 0,1 kilograma natančno. Natančnost merjenja po navedbi proizvajalca presega naše potrebe po natančnosti merjenja. Tehtnica mora stati na vodoravni podlagi. Merjenci morajo biti le v kolesarskih hlačkah (odšteje se masa hlačk – z vnosom v tehtnico (0,2 kilograma)).

#### **5.2.6. VIŠINOMER – MARTINOV ANTROPOMETER**

Z merilcem višine smo merili dolžinsko razsežnost telesa. Merili smo na centimeter natančno. Uporabljali smo standardni antropometer švicarskega proizvajalca GPM (Siber Hegner & Co., Ltd.). Natančnost merila presega naše potrebe po natančnosti merjenja. Merjenec stoji vzravnano, stopala ima vzporedno drugo ob drugem. Glavo ima v položaju, v katerem je vodoravna črta, ki veže spodnji rob očesne orbite in zgornji rob slušne odprtine. Merilec stoji na levi strani merjenca in pazi na to, da je antropometer navpično ter neposredno vzdolž hrbta. Nato spusti horizontalno prečko na teme merjenca. Rezultat se oceni z natančnostjo do 0,5 cm. Merjenci morajo biti bos (18).

Izmerjena višina je odvisna predvsem od dnevnega časa, saj vemo, da se od jutra pa do večera nekoliko znižamo, ter od merilca. Dnevno variiranje telesne višine zanemarimo, saj so se vse meritve dogajale ob dopoldanskem oziroma ob zgodnje popoldanskem času. Merili smo na centimeter natančno. Dnevno odstopanje telesne višine redko presega te meje. Merilki telesne višine sta bile dve medicinski sestri z dolgoletnimi izkušnjami na tem področju (18).

#### **5.2.7. MERILEC FREKVENCE SRČNEGA UTRIPA**

Za kontrolo izmerjenih podatkov smo uporabljali merilec frekvence srčnega utripa finskega proizvajalca Polar Electro Oy, model Vantage NV.

Merilec frekvence srčnega utripa je sestavljen iz oddajnika, elastičnega pasu in sprejemnika. Oddajnik je podolgovate oblike z vgrajenima elektrodama, ki zaznavata električne spremembe kože. Te so posledica električnih signalov, ki so potrebni za delovanje srca. Oddajnik se pritrdi na prsni koš s pomočjo elastičnega traku. Elastični trak je mogoče enostavno prilagajati

širini prsnega koša, tako da ne otežuje dihanje merjenca. Teža traku je zanemarljiva. Sprejemnik je ura. V uri je mikroprocesor velikosti 8 kb. Ura ima možnost nastavitve intervalov shranjevanja podatkov. Naravnana je bila na petsekundni interval shranjevanja. V takšni nastavitvi se lahko shrani za enajst ur in trinajst minut podatkov, kar popolnoma zadostuje za naše potrebe. Vse shranjene podatke smo preko računalniškega vmesnika Polar Advantage Interface in računalniškega programa Polar shranili na računalnik in jih analizirali ter preverili, če se ujemajo s podatki, dobljenimi preko naprave za merjenje porabe kisika.

Merilec frekvence srčnega utripa meri frekvenco srčnega utripa z EKG natančnostjo. Po tehničnih specifikacijah je natančnost v okviru enega odstotka oziroma enega srčnega utripa na minuto, katera vrednost pač presega te okvire.

## **5.2.8. ELEKTROIMPENDANCA**

### **ANALIZA BIOELEKTRIČNE IMPEDANCE, IZMERJENE Z APARATOM TANITA TBF – 305 (vse povzeto od 19)**

Telesno rezistenco ali upornost sem izmeril z bioelektričnim analizatorjem telesne sestave Tanita TBF – 305.

Podatki, dobljeni s tem aparatom, le za 2-3 % odstopajo od meritve z DEXA-metodologijo in visoko korelirajo ( $r=0,88$ ) z rezultati podvodnega tehtanja. Telesna upornost, izmerjena s stopalno-stopalnim sistemom, značilno korelira ( $0,77-0,99$ ) z upornostjo, določeno s klasično BIA-tehnologijo, ki zahteva natančno namestitev in priklop elektrod.

#### **PREDNOSTI TANITE TBF-305:**

- enostavna uporaba,
- merjenec med meritvijo stoji,
- priklop elektrod na merjenca ni potreben,
- obenem meri telesno težo in upornost telesa,
- omogoča natančno merjenje,
- prenosni inštrumentarij je uporaben tudi za meritve na terenu,
- visoka ponovljivost meritev ( $r=0,99$ ).

#### **POGOJI ZA PRAVILNO MERJENJE TELESNE UPORNOSTI:**

- z alkoholom razkužene elektrode,
- merjenci na elektrode stopijo z bosima stopaloma,
- merjenke niso v menstrualnem obdobju ciklusa,
- merjenci tik pred meritvijo izpraznijo mehur,
- 12 ur pred meritvijo oseba ne sme uživati alkohola, diuretikov, ne sme obiskati savne in izvajati intenzivne fizične aktivnosti: zaradi omenjenih dejavnikov lahko nastopi dehidracija,
- na dan meritve oseba ne sme zaužiti prevelikih količin hrane in tekočine,
- zmerno uživanje hrane in pijače naj bo vsaj 3 ure pred meritvijo.

### **LASTNOSTI TANITE TBF-305:**

Frekvenca električnega toka:	50kHz
Jakost električnega toka:	500 $\mu$ A
Točke merjenja:	obe stopali
Razpon meritve upornosti:	150-900 $\Omega$
Razpon meritve mase:	0,2-270 kg
Izpis parametrov:	telesna teža (kg) upornost ( $\Omega$ ) odstotek telesnega maščevja (% BF) masa telesnega maščevja (FM) brezmaščobna telesna masa (FFM) masa telesne vode (TBW) indeks telesne mase (BMI)

TBF-305 stopalno-stopalni sistem za merjenje telesne impedance (upornosti) je sestavljen iz analizne plošče s štirimi kontaktnimi elektrodami, nadzorne plošče, ki omogoča nastavitve meritve in odčitavanje rezultatov, ter tiskalnika. Dve elektrodi sta nameščeni tako, da jih pokriva anteriorni del stopala, ostali dve pa pokriva posteriorni del. Enofrekvenčni (50kHz) tok preide iz sprednjih elektrod, prek spodnjih okončin do zadnjih elektrod.

Tanita TBF-305 dejansko meri upornost spodnjih okončin, iz katere preračuna celotno telesno upornost.

Na osnovi izmerjene upornosti in telesne teže ter vnesene telesne višine analizator izračuna % BF, glede na izbrano regresijsko enačbo. Enačbo lahko izbiramo na nadzorni plošči z nastavitvijo naslednjih parametrov:

- izbira spola (Male/Female)
- izbira starosti (Child/Adult)
- regresijska enačba, primerna za vrhunske športnike (Athlete)

Vse regresijske enačbe Tanite TBF-305 so nam neznane.



Pogosto BIA-analizatorji nimajo navedene predikcijske enačbe za izračun brezmaščobne telesne mase ali mase maščevja, zato ne vemo, ali je ta za naš vzorec primerna. V takih primerih različni avtorji svetujejo vrednotenje FFM-ja in FM-ja s populacijsko specifično enačbo iz telesne impedance, ki jo izmeri analizator.

Na osnovi podatkov iz literature sem se odločil za Segalovo enačbo, ki je primerna za vrednotenje sestave telesa 17-62 let starih žensk.

Od enačb, ki predvidevajo sestavo telesa iz upornosti, Segalova najvišje korelira z rezultati podvodnega tehtanja. Ross in sodelavci svetujejo uporabo Segalove in Lukaskijeve regresijske enačbe, Han in sodelavci pa samo Segalove BIA predikcijske enačbe.

## **DOLOČANJE TELESNE SESTAVE Z METODO ANALIZE BIOELEKTRIČNE IMPEDANCE**

Analiza bioelektrične impedance (BIA) je mlajša metoda za določanje telesne sestave, saj je svoj razcvet doživela šele v zadnjem desetletju. Je hitra, neinvazivna in sorazmerno poceni metoda za kvalitetno določanje telesne sestave. Osnovana je na razlikah v prevodnosti in dielektričnih lastnostih posameznih tkiv. Skozi merjenčevo telo spustimo šibek električni tok. BIA-analizator pa izmeri upornost telesa izvornemu toku. Cerebrospinalna tekočina, kri in mišičje so dobri prevodniki, saj vsebujejo veliko vode in elektrolitov, medtem ko so skelet, maščevje ter z zrakom napolnjena pljuča slabi prevodniki električnega toka, pravimo jim tudi dielektrična tkiva. Električni tok vedno steče v smeri najmanjšega upora, kar v človeškem organizmu pomeni izvencelično tekočino, kri ter mišičje. Volumen teh sistemov lahko izračunamo z meritvijo tkivnih upornosti. Pri ljudeh z večjo količino telesne vode (TBW) bo električni tok stekel skozi organizem z manjšim uporom kot pri osebah, ki imajo večje količine slabo hidratiranega maščevja. Glede na to, da je približno 73 % vse vode v brezmaščobni telesni komponenti, ocenjujemo FFM iz celotne količine telesne vode.

Impedanca ( $Z$ ) je frekvenčno odvisno nasprotovanje električnemu toku, sestavljata jo rezistenca ( $R$ ) in rektanca ( $X_c$ ). Rezistenca predstavlja čisti upor prevodnika električnemu toku in je obratnosorazmerna prevodnosti. Rektanca pa je upor električnemu toku, ki nastane zaradi kapacitivnih lastnosti bioloških tkiv, predvsem celičnih membran. Biološki prevodniki so namreč sestavljeni iz upornikov in rektančnih elementov.

Impedanca je matematično definirana kot koren vsote kvadratov rezistence in reaktance.

Rezistenca je med dvema točkama prevodnika definirana z Ohmovim zakonom kot kvocient napetostne razlike ( $E$ ) in toka ( $I$ ) med točkama.

V primeru cevastega prevodnika je  $R$  premosorazmerna njegovi dolžini ( $L$ ) in obratnosorazmerna površini njegovega preseka ( $A$ ).

Ker volumen cevastega prevodnika izračunamo kot produkt med njegovo dolžino in površino preseka, lahko izpeljemo še enačbo za vrednotenje volumna iz njegove dolžine in upornosti.

Volumen FFM in TBW pa izračunamo tako, da namesto dolžine prevodnika v enačbo vnesemo vrednost telesne višine merjenca.

Električna prevodnost prek bioloških sistemov je ionska, kar pomeni, da se tok prenaša med ioni soli, baz in kislin, raztopljenih v telesnih tekočinah. Specifična upornost je tako premosorazmerna volumnu telesnih tekočin in obratnosorazmerna številu prostih elektrolitov. Za meritev enofrekvenčne impedance celotnega telesa uporabljamo šibek električni tok (500-800 $\mu$ A) s frekvenco 50 kHz.

Biološka tkiva so sestavljena iz območij z visoko prevodnostjo, kot so znotrajcelične in medcelične tekočine, ter vmesnih slabo prevodnih sistemov, kot so celične membrane, ki delujejo kot kondenzatorji in povečujejo reaktanco. Pri nizkih frekvencah (1 kHz) steče električni tok samo skozi zunajcelične tekočine in ne prehaja celičnih membran, reaktanca je takrat enaka 0, izmerjena rezistenca pa predstavlja impedanco. Z uporabo visokih frekvenc (500-800 kHz) tok prebije tudi celične membrane in steče po znotrajcelični tekočini, poleg rezistence sedaj impedanco določa tudi vrednost reaktance. Glede na šibko prevodnost maščevja, je pri stalni frekvenci toka (50 kHz) izmerjena rezistenca dober cenitelj količine TBW ali FFM, saj je reaktanca pri tej frekvenci toka relativno majhna.

Biološki kondenzatorji lahko za kratek čas zadržijo nekaj električnega toka, kar povzroči, da sinusoidni signal napetosti kasni za signalom toka. Ta zamik lahko geometrično opišemo kot arctangens kvocienta med reaktanco in rezistenco in mu pravimo fazni kot ( $\Phi$ ).

Če se biološki sistem popolnoma upira toku, je  $\Phi$  enak 0, v primeru absolutne kapacitivnosti tkiva pa je enak 90. V bioloških tkivih njego vrednost variira med 8 in 15 stopinjami, večji fazni kot pomeni povečan kapacitivni efekt celičnih membran ter posledično zamaknjen napetostni signal. Večina bioelektričnih analizatorjev meri rezistenco na osnovi kapacitivnih

lastnosti bioloških sistemov. Iz teh meritev nato izračuna rektanco in impedanco. Reaktanca in fazni kot se povečujeta z rastjo frekvence toka vse do t.i. značilne frekvence ( $\omega_z$ ), kateri sledi upad kapacitivnih lastnosti membran in reaktance. Pri visokih frekvencah toka je vrednost impedance spet enaka upornosti, tokrat izvenceličnega in znotrajceličnega medija. Enofrekvenčna BIA temelji na stalni frekvenci 50 kHz, ki je v povprečju značilna frekvenca mišičnega tkiva, in tako odločujoča za vrednotenje FFM-ja. Značilna frekvenca mišičnega tkiva pa med posamezniki variira od 30-100 kHz. Z uporabo stalne frekvence lahko napačno določimo brezmaščobno telesno maso pri osebah z značilnimi frekvencami mišičnega tkiva, ki so signifikantno drugačne od 50 kHz. Značilne frekvence se med posamezniki razlikujejo zaradi variiranj v razmerju med količino izvencelične in znotrajcelične tekočine. Poskus meritve multifrekvenčne bioelektrične impedance, kjer s spreminjanjem frekvence vstopnega toka za vsakega posameznika določamo njegovo značilno frekvenco, do danes še ni pokazal pomembnih izboljšav v opredelitvi količine TBW in FFM.

## **UPORABNOST METODE ANALIZE BIOELEKTRIČNE IMPEDANCE**

BIA je zaradi svoje natančnosti in sorazmerne enostavnosti pogosto uporabljena metoda za določanje telesne sestave. Primerna je za osebe obeh spolov, vseh starosti (izvzeti so majhni otroci) in ras, za telesno aktivne posameznike ter za vse stopnje debelosti merjencev, razen skrajno debelih ljudi. Pogosto jo uporabljamo v epidemioloških študijah, saj v obravnavani populaciji omogoča hitro in neinvazivno oceno stopnje debelosti ali podhranjenosti. Primerna je tudi za analize telesne sestave na kliničnem področju, razen pri ljudeh, ki imajo moten vodni metabolizem ali nenormalno porazdeljene elektrolite v telesu. Z BIA-metodo določamo brezmaščobno telesno maso tudi v športni medicini in tako ocenjujemo telesno pripravljenost športnika.

## **DEJAVNIKI, KI VPLIVAJO NA NATANČNOST MERITVE BIOELEKTRIČNE IMPEDANCE**

Natančnost določanja telesne sestave z meritvijo bioelektrične impedance, je odvisna od uporabljenega merskega inštrumenta, lastnosti merjenca, dejavnikov okolja in pravilne izbire predikcijske enačbe.

- **INŠTRUMENTI ZA MERJENJE BIOELEKTRIČNE IMPEDANCE**

Raziskave so pokazale, da celotna telesna upornost, izmerjena z različnimi BIA analizatorji, variira tudi za 36  $\Omega$ , kar pomeni 6,3 %BF. Inštrument je lahko značilen vn napake, če primerjamo telesne impedance oseb, ki so bile izmerjene na različnih sistemih ali celo, ko longitudinalno spremljamo merjenca z različnimi BIA-analizatorji. Tovrstni napaki se lahko popolnoma izognemo s stalno uporabo enega inštrumenta.

Napake, ki jih pri meritvi impedance povzroči merilec, so zanemarljivo majhne. Merjenje telesne impedance je namreč tehnično razmeroma enostavno. Primerjava vrednosti bioelektrične impedance, ki sta jih izmerili dve različni osebi, je pokazala visoko korelacijo med meritvami ( $r=0,90-0,95$ ).

- **LASTNOSTI MERJENCA**

#### **Vpliv stopnje hidratacije tkiv**

Spremembe v stopnji telesne hidratacije lahko povzročijo do 3,9 % razlike v izmerjeni impedanci. Hrana, pitje tekočin, dehidriranost in telesna aktivnost spreminjajo količino TBW in s tem tudi FFM vrednost. Dve do tri ure po zaužitem obroku hrane ali pitju večje količine tekočine je telesna upornost nižja za 13-17  $\Omega$ , kar ima za posledico precenjevanje brezmaščobne telesne mase. Po 90-120 minutah teka ali kolesarjenja se telesna upornost zmanjša tudi za 50-70  $\Omega$ . To znižanje upornosti je posledica izgube vode z dihanjem in znojenjem ter posledičnega koncentriranja elektrolitov v telesnih tekočinah.

#### **Vpliv bolezenskih stanj in menstrualnega ciklusa**

Odločilna dejavnika pri določanju sestave z BIA-metodo sta celokupna količina telesne vode ter razmerje med količino znotrajcelične in zunajcelične tekočine. Pri ljudeh z motnjami v vodnem režimu ali v permeabilnosti membran je za izračun TBW potrebno uporabiti predikcijske enačbe, ki upoštevajo reaktanco, ne pa rezistence, saj nanjo opisane motnje močno vplivajo.

Količina vode v telesu variira tudi zaradi menstruacije in nosečnosti, zato žensk v teh fazah reproduktivnega ciklusa z BIA-metodo raje ne merimo. V predmenstrualnem in menstrualnem obdobju se glede na pomenstrualno obdobje poveča celotna količina telesne vode, kar merilec impedance lahko zazna, in tako preceni vrednost FFM-ja. Ženskam, katerih teža v povezavi s

ciklusi ne niha za več kot 0,5 kg, lahko merimo bioelektrično impedanco tudi med menstruacijo. Nizkohormonska estrogenska oralna kontracepcija ne vpliva na vrednotenje sestave telesa z BIA-metodo.

Oseb s povišano telesno temperaturo prav tako ne izpostavljamo BIA-meritvam, saj zaradi koncentriranja elektrolitov v telesnih tekočinah in posledično nižje upornosti napačno vrednotimo FFM.

V primeru bolezenske debelosti lahko večja količina podkožnega maščevja predstavlja prevelik upor izvornemu toku, in tako prepreči prehod toka v globlja tkiva, kar lahko privede do napačne meritve telesne impedance.

### **Vpliv starosti**

Otroci in ostareli ljudje imajo, v primerjavi z odraslimi, sistematično povišane količine zunajceličnih tekočin, glede na znotrajcelične. Tudi celotna količina telesne vode se med rastjo in razvojem povečuje in doseže odraslo vrednost šele s koncem rasti brezmaščobne telesne komponente. Za določanje sestave telesa iz izmerjene telesne impedance moramo izbrati starostno specifične regresijske enačbe.

### **Dejavniki okolja**

Temperatura je najpomembnejši vpliv okolja na rezultate meritev z BIA-metodo. Temperaturni vpliv lahko izključimo z merjenjem impedance v prostoru z normalno sobno temperaturo, približno 22°C. V pretoplem oz. prehladnem okolju prihaja do sprememb temperature telesne površine in prekrvavitve kože. Krvne žile in kapilare se pri segrevanju kože razširjajo, kar privede do povišanja volumna krvi v tem organskem sistemu. Volumen in upornost sta v obratnem sorazmerju. Napačno izmerjena, torej prenizka upornost bi v tem primeru pomenila precenjevanje količine brezmaščobne komponente.

### **5.3. VZOREC SPREMENLJIVK**

Merjenci so opravili stopenjski test na cikloergometru s progresivnim povečevanjem obremenitve v fiziološkem laboratoriju Fakultete za šport.

#### **5.3.1. ANTROPOMETRIJA (ANTROPOMETRIJSKE SPREMENLJIVKE)**

- STAROST IN STAŽ (leta)
- TV – TELESNA VIŠINA (cm)
- TT – TELESNA MASA (kg)

##### **1. STAROST IN STAŽ (leta)**

Starost in staž imata v kolesarstvu pomembno vlogo. Krovna kolesarska zveza UCI je naredila tekmovalne razrede na osnovi starosti, da bi med seboj izenačila tekmovalce. Cestno in gorsko kolesarstvo imata enake starostne kategorije.

Najbolj zanimiva je kategorizacija do 23 let. Malo je športov, v katerih je razmejitev po letih tako visoka. V preteklosti je bila meja nižja, vendar je le malo mlajših tekmovalcev in z mlajšim stažem dosegalo vrhunske rezultate, saj je z 18-imi leti težko konkurirati starejšim kolesarjem in tekmovati na enakih progah. Izoblikovanje vrhunskega kolesarja je dolgotrajen proces. Sem sodi nešteto prevoženih kilometrov, ogromno štartov na tekmovanjih in veliko izkušenj.

##### **2. TV – TELESNA VIŠINA (cm)**

Če pogledamo kolesarsko karavano, opazimo, da se vrhunski kolesarji precej razlikujejo po telesni višini, vendar telesna višina še zdaleč ne opredeljuje uspešnosti v tem športu. Večji kolesar, enakih proporcev kot manjši, ima tudi večjo telesno maso in je sposoben razviti večjo moč, ki je primerljiva relativni moči lažjega in manjšega kolesarja (watt/kilogram telesne mase). Menim, da v kolesarstvu telesna višina ne vpliva na športne rezultate. Res pa je, da so kolesarji višji od 190 centimetrov, izjemno redki.

### **3. TT- TELESNA MASA (kg)**

Kriteriji za določanje idealne telesne mase v športu se močno razlikujejo od kriterijev za idealno telesno maso povprečnega človeka. Kolesarstvo je glede primernosti oziroma idealne telesne mase zelo specifičen šport. Povprečen človek gleda na idealno telesno maso skozi prizmo estetike in zdravja, športnik pa še skozi prizmo športnega dosežka.

Za vrhunske dosežke je nujno vzdrževati posameznikovo idealno telesno maso. Vzdržljivostni športniki skušajo minimizirati maščobne depoje v telesu, saj odvečna teža v obliki le-teh, lahko negativno vpliva na posameznikovo zmogljivost in rezultat (1). Vsi vrhunski kolesarji imajo zelo malo telesne mase v obliki maščobe. Vrednosti so lahko le od tri do štiri odstotke pa tja do devet ali deset. Razlike v teži se pojavljajo predvsem na račun razlik v količini miškulature in seveda telesne višine.

Vzdržljivostni športniki morajo imeti relativno nizko vrednost telesnega maščevja. Med elitno kolesarsko karavano verjetno ni kolesarja, ki bi imel več kot deset odstotkov telesne maščobe. V povprečju imajo od štiri pa do osem odstotkov, tako da podkožno maščevje ne prinaša veliko k celotni telesni masi. Le od tri pa tja do šest kilogramov.

#### **5.3.2. SESTAVA TELESA**

Sestavo telesa sem izmeril z elektroimpedanco, z aparatom Tanita TBF – 305. Izmerjene so bile naslednje spremenljivke:

- FAT – ODSOTOK TELESNE MAŠČOBE (%)
- FAT – TEŽA MAŠČOBE V TELESU (izražena v kg)
- LBM – PUSTNA TELESNA MASA (  $TT-FAT=LBM$  )

### **5.3.3. TEST NA CIKLOERGOMETRU (OBREMENITEV, PORABA KISIKA, KONCENTRACIJA LAKTATOV V KRVI)**

#### **1. OBREMENITEV:**

- LT POWER – OBREMENITEV NA LAKTATNEM PRAGU (watts)
- IAnT POWER – OBREMENITEV NA INDIVIDUALNEM ANAEROBNEM PRAGU (watts)
- OBLA POWER – OBREMENITEV NA ANAEROBNEM PRAGU (watts)
- MAX POWER – MAKSIMALNA OBREMENITEV (watts)
- REL LT POWER – OBREMENITEV NA LAKTATNEM PRAGU NA KILOGRAM TELESNE TEŽE (W/kg)
- REL IAnT POWER – OBREMENITEV NA INDIVIDUALNEM ANAEROBNEM PRAGU NA KILOGRAM TELESNE TEŽE (W/kg)
- REL OBLA POWER - OBREMENITEV NA ANAEROBNEM PRAGU NA KILOGRAM TELESNE TEŽE (W/kg)
- REL MAX POWER – MAKSIMALNA OBREMENITEV NA KILOGRAM TELESNE TEŽE (W/kg)

Podatki iz testa, in sicer: obremenitev, poraba kisika in koncentracija laktata v krvi so združeni v kontigenčne tabele in potem je s pomočjo softerja za analizo kinetike kazalcev pridobljenih pri testu narejena analiza, ki nam je podala naslednje vrednosti: obremenitev, poraba kisika in koncentracija laktata v krvi. Programski paket se imenuje LLLTD.

Računalniški program naprave za merjenje porabe kisika omogoča natančno določanje parametrov, ki se tičejo laktatnega praga. S pomočjo računalniškega programa LLLTD smo določili obremenitev na zgoraj opisanih pragih. Maksimalna moč se nanaša na zadnjo stopnjo obremenitve, ki jo je bil merjenec še sposoben neprekinjeno premagovati. Na testu smo povečevali obremenitev za 40 oz. 50 wattov na vsake 4 minute.

Z mehanskega vidika gledano je moč poganjanja pedal seštevek tangentialnih sil na pedala in hitrosti vrtenja le-teh (20). Z biomehanskega vidika gledano pa je vnos moči nekaj večji. Posredi se postavi vprašanje tehnike poganjanja pedal. Merjenci na testiranju so vsi športniki z nekajletnim ukvarjanjem s kolesarstvom. Na kolesu so vsi presedeli na tisoče ur. Razlike v tehniki poganjanja pedal so zanemarljive.



Mišična moč je v korelaciji z mišično maso. Hipoteza: imamo dva merjenca s popolnoma enakimi lastnostmi, razlikujeta se le v mišični masi. Merjenec, ki ima večjo mišično maso, je torej močnejši in lahko proizvede večjo maksimalno moč. Kolesarjenje je šport, v katerem je trasa tekmovanja velikokrat speljana preko klancev. Pojavi dejstvo, da na telesno maso vpliva tudi sila gravitacije. Tu je potrebno vzpostaviti kompromis moč/teža. Prav zaradi tega dejstva se kolesarji precej razlikujejo po telesnih konstitucijah in telesnih masah. Na klancih so v prednosti kolesarji z manjšo telesno maso in visoko relativno maksimalno močjo, na ravninah pa tisti z visoko absolutno maksimalno močjo.

Maksimalno doseženo moč na testu smo delili s telesno maso. Maksimalna dosežena moč nam ne da celotnega vpogleda v kolesarjevo zmogljivost. Nadvse je pomembna tudi velikost 'motorja', ki povzroča to silo. Večina kolesarskih dirk se rezultatsko odloča na klancih, kjer je zelo pomemben parameter moči glede na telesno težo - tako imenovana relativna moč. Premagovanje sile gravitacije močno prevladuje pri silah, ki delujejo na kolesarja pri vožnji v klanec.

Relativna maksimalna moč na laktatnem pragu je kazalec, koliko lahko kolesar stopnjuje svojo obremenitev, ne da bi povzročal kopičenje laktata v krvi. Pomembnost kazalca se kaže predvsem pri vožnji v klanec. Dobro trenirani kolesarji dosegajo visoke vrednosti moči na laktatnem pragu. To pomeni, da dobro treniran kolesar vozi na svojem individualnem laktatnem pragu v klanec hitreje kot kolesar, ki ima ta prag nižje. V realnosti to pomeni, da se koncentracija laktata v krvi tega kolesarja povečuje, medtem ko drug kolesar vozi pod laktatnim pragom in uspeva vzdrževati koncentracijo laktata svojem telesu v homeostatskem stanju.

## **2. PORABA KISIKA:**

- LT VO<sub>2</sub> – PORABA KISIKA NA LAKTATNEM PRAGU (ml/kg/min)
- IAnP VO<sub>2</sub> – PORABA KISIKA NA INDIVIDUALNEM ANAEROBNEM PRAGU (ml/kg/min)
- OBLA VO<sub>2</sub> – PORABA KISIKA NA ANAEROBNEM PRAGU (ml/kg/min)
- VO<sub>2</sub> MAX – MAKSIMALNA PORABA KISIKA (ml/kg/min)

Pri športih, kot je kolesarstvo, se veliko aktivnosti odvija ravno na laktatnem pragu posameznika. Zatorej je pomembna višina le-tega. Višji laktatni prag in višja poraba kisika na

laktatnem pragu od neposrednega, telesno enakega tekmeča, pomenita nižjo intenzivnost vožnje pri enaki obremenitvi.

Visoka maksimalna poraba kisika je eden izmed ključnih dejavnikov, ki pogojujejo uspeh v vzdržljivostnih športih, še posebej v kolesarskem športu. Maksimalna poraba kisika nam pove moč oziroma stopnjo aktivnosti energijskih procesov, ki se dogajajo v telesu, zaradi tega le-ta določa zgornjo mejo intenzivnosti vzdržljivostnega napora (16).

VO<sub>2</sub> max. predstavlja največjo količino kisika, ki jo je posameznik sposoben porabiti v eni minuti in predstavlja njegov energetski potencial. Na velikost VO<sub>2</sub> max. vplivajo: morfološke značilnosti telesa, starost, spol, raven treniranosti, športna zvrst (8).

Je eden najpomembnejših dejavnikov, ki določajo zmožnost in sposobnost športnika pri vzdržljivostnih športih. Vrednosti VO<sub>2</sub> max. pri vzdržljivostnih športnikih so visoko nad povprečjem populacije (1, 2, 44), vendar povezava med športnim dosežkom in VO<sub>2</sub> max. ni absolutna. Na športni dosežek vpliva še veriga drugih dejavnikov, ki pogojujejo rezultat, med drugim so to motivacija (sposobnost toleriranja bolečine), ekonomičnost gibanja, tehnika ter višina laktatnega praga (najhitrejši tempo gibanja (kolesarjenja), ki ga je telo sposobno prenašati brez naraščanja laktata).

Nekaj vrednosti relativne VO<sub>2</sub> max. pri posameznikih in populaciji (v mlO<sub>2</sub>/kg/min) (18):

- povprečna populacija, moški, starosti 20-29 let: 44-51,
- študentje, moški: 44.6,
- najvišja izmerjena vrednost za ženske (nordijska tekačica): 74,
- najvišja izmerjena vrednost za moške (nordijski tekač): 94,
- Rosa Mota, maratonka: 67.2,
- Jarmila Krotocvilova, Čehinja, olimpijska zmagovalka na 400 m/800 m: 72.8,
- Greg LeMond, profesionalni kolesar: 92.5,
- Miguel Indurain, profesionalni kolesar: 88.

### 3. KONCENTRACIJA LAKTATA V KRVI:

- LA MIR – LAKTAT V MIROVANJU (mmol/l)
- LA LT – LAKTAT NA LAKTATNEM PRAGU (mmol/l)
- LA IAnT – LAKTAT NA INDIVIDUALNEM ANAEROBNEM PRAGU (mmol/l)
- LA OBLA – LAKTAT NA ANAEROBNEM PRAGU (mmol/l)
- LA MAX – MAKSIMALNI LAKTAT (mmol/l)

Koncentracija laktata v krvi je običajno podana v milimolih na liter krvi (mmol/l). Normalno je koncentracija laktata v krvi nizka. Vrednosti v mirovanju so navadno med 0,5 in 2,2 mmol/l krvi laktata (3). Koncentracija laktata v krvi je odvisna od njegove proizvodnje in njegove porabe. Telo poskuša vedno vzpostaviti homeostazo med tema dvema fenomenoma. Pri obremenitvah, ki presegajo nivo laktatnega praga, mu to več ne uspeva. Laktata več ne uspe porabljeni tako hitro, kot se proizvaja. Točka, ki označuje ta fenomen, se imenuje laktatni prag. Z večanjem obremenitve nad tako imenovani laktatni prag se povečuje tudi vrednost laktata v krvi. Le-ta potuje iz aktivnih, zakislenih mišic v kri. Koncentracija laktata v krvi nam da informacijo, na kakšen način in s kakšno intenzivnostjo je bilo opravljeno delo. Nivo laktata v krvi je v prvi vrsti odvisen od njegovega nastajanja v aktivnih mišicah od njegove porabe, kot tudi od difuzije nastalega laktata v kri in okolna tkiva (10). Laktat se vedno akumulira v mišici, kjer je nezadosten dotok kisika za nemoteno delo aerobnega metabolizma (1). Maksimalna sposobnost, da se laktat uporablja kot energetski vir, je neposredno odvisna od nivoja glikogena v skeletnih mišicah, od vrste prehrane... Akumulacija mlečne kisline v krvi zaradi mišičnega dela je neposreden kazalec anaerobnega glikolitičnega potenciala. Mlečna kislina, ki preide iz mišic v kri, povzroči povečanje koncentrata laktata z znižanjem pH v krvi. V krvi se mlečna kislina izloči preko bikarbonatnega pufra v ogljikov dioksid, ki je končni produkt te reakcije. Le-ta se v povečani količini izloča preko pljuč, kar se rezultira v porastu vrednosti respiratornega količnika (respiratorna kompenzacija metabolične acidoze pri obremenitvi). Nivo povišanega laktata se vrne na normalno raven v manj kot eni uri po obremenitvi. Pri treniranih športnikih še hitreje (10,18).

#### **5.4. METODE OBDELAVE PODATKOV**

Vsi podatki so bili obdelani na osebem računalniku s pomočjo programov Microsoft Office Excel 2003 in statističnega paketa SPSS 14.0 v okolju Windows, s strokovno pomočjo statistika. S programom SPSS sta bili narejeni osnovna statistika in analiza variance.

## 6. REZULTATI IN RAZLAGA REZULTATOV

### 6.1. STATISTIKA SPREMENLJIVK

#### 6.1.1. TABELA 1: ANTROPOMETRIJA IN SESTAVA TELESA

	N	MIN	MAX	POV	STD	SKEW	KURT	K-S	SIG. KS
						0,241	0,478		
STAROST	100	18,00	23,00	20,05	1,66	0,33	-1,13	1,87	0,00
STAŽ	100	3,00	10,00	6,42	1,62	-0,16	-0,73	1,40	0,04
TV (cm)	100	169,00	190,00	178,28	5,64	0,03	-0,82	0,85	0,46
TT (kg)	100	57,00	85,00	68,16	6,10	0,13	-0,47	0,70	0,72
FAT (%)	100	5,10	9,80	6,82	0,99	0,79	0,47	0,88	0,42
FAT (kg)	100	3,01	8,04	4,69	1,03	1,07	1,19	1,15	0,14
LBM (kg)	100	53,69	77,18	63,48	5,27	-0,01	-0,67	0,71	0,69

#### LEGENDA:

VARIABLE	spremenljivka
N	število merjencev
MIN	minimalni rezultat
MAX	maksimalni rezultat
POV	aritmetična sredina
STD.	standardna deviacija
SKEW	asimetrija
KURT	koničavost
K-S	test po Kolmogorovem – Smirnovem
SIG. KS	test, ki analizira, ali so porazdelitve normalno porazdeljene

Od normalne porazdelitve odstopa samo starost in staž. Ostale spremenljivke so enako porazdeljene.

### 6.1.2. TABELA 2: OBREMENITEV

	N	MIN	MAX	POV	STD	SKEW	KURT	K-S	SIG. KS
LT POWER (W)	100	121,44	329,92	225,94	42,81	0,01	-0,25	0,83	0,50
IAT POWER (W)	100	201,00	381,00	288,26	41,64	-0,15	-0,67	0,88	0,43
OBLA POWER (W)	100	209,11	413,29	314,32	44,88	-0,18	-0,44	0,61	0,85
MAX POWER (W)	100	240,00	475,00	374,83	43,57	-0,29	-0,10	1,18	0,12
LT POWER (W/kg)	100	1,93	4,70	3,32	0,59	-0,02	-0,20	0,53	0,94
IAnT POWER (W/kg)	100	2,86	5,43	4,24	0,53	-0,28	-0,16	0,53	0,94
OBLA POWER (W/kg)	100	2,96	5,89	4,62	0,59	-0,33	0,08	0,58	0,89
MAX POWER (W/kg)	100	3,58	6,69	5,51	0,57	-0,62	0,49	0,69	0,73

#### LEGENDA:

VARIABLE	spremenljivka
N	število merjencev
MIN	minimalni rezultat
MAX	maksimalni rezultat
POV	aritmetična sredina
STD.	standardna deviacija
SKEW	asimetrija
KURT	koničavost
K-S	test po Kolmogorovem – Smirnovem
SIG. KS	test, ki analizira, ali so porazdelitve normalno porazdeljene

Vse spremenljivke so normalno porazdeljene in nobena ne odstopa od normale.

### 6.1.3. TABELA 3: PORABA KISIKA IN KONCENTRACIJA LAKTATA V KRVI

	N	MIN	MAX	POV	STD	SKEW	KURT	K-S	SIG. KS
LTVO2 (ml/kg/min)	100	27,93	62,36	43,93	7,91	0,08	-0,28	0,46	0,98
IAT VO2 (ml/kg/min)	100	35,60	68,80	55,11	7,96	-0,47	-0,17	1,04	0,23
OBLA VO2 (ml/kg/min)	100	38,00	74,00	59,36	8,37	-0,42	-0,16	0,72	0,69
VO2 MAX (ml/kg/min)	100	43,50	84,40	69,90	8,24	-0,63	0,17	1,03	0,24
LA_MIR (mmol/l)	100	0,50	3,20	1,29	0,38	1,66	6,23	1,74	0,01
LA_LT (mmol/l)	100	0,85	2,19	1,41	0,29	0,23	-0,30	0,75	0,63
LA_IAnT (mmol/l)	100	2,35	3,69	2,91	0,29	0,23	-0,30	0,75	0,63
LA_OBLA (mmol/l)	100	4,00	4,00	4,00	0,00	.	.	.	.
LA_MAX (mmol/l)	100	4,30	13,60	8,79	2,09	0,19	-0,52	0,64	0,81

#### LEGENDA:

VARIABLE	spremenljivka
N	število merjencev
MIN	minimalni rezultat
MAX	maksimalni rezultat
POV	aritmetična sredina
STD	standardna deviacija
SKEW	asimetrija
KURT	koničavost
K-S	test po Kolmogorovem – Smirnovem
SIG. KS	test, ki analizira ali so porazdelitve normalno porazdeljene

Vse porazdelitve so normalno porazdeljene, razen LA MIR, se ločijo kolesarji med seboj. Pri tem moramo opozoriti na konstantno vrednost LA\_OBLA (mmol/l), zato ga izločimo za nadaljnjo statistično obdelavo.

## 6.2. ANALIZE VARIANCE

6.2.1. TABELA 4: ANTROPOMETRIJA IN SESTAVA TELESNA

	SKU	POV	STD.	SE	SPM	ZGM	MIN	MAX	F	SIG.
STAROST	1	19,68	1,57	0,22	19,23	20,13	18,00	23,00	5,179	0,025
	2	20,42	1,68	0,24	19,94	20,90	18,00	23,00		
	Total	20,05	1,66	0,17	19,72	20,38	18,00	23,00		
STAŽ	1	6,42	1,68	0,24	5,94	6,90	3,00	10,00	0	1
	2	6,42	1,58	0,22	5,97	6,87	3,00	9,00		
	Total	6,42	1,62	0,16	6,10	6,74	3,00	10,00		
TV (cm)	1	179,38	5,47	0,77	177,82	180,94	169,00	190,00	3,912	0,051
	2	177,18	5,65	0,80	175,57	178,79	169,00	189,00		
	Total	178,28	5,64	0,56	177,16	179,40	169,00	190,00		
TT (kg)	1	68,324	5,51	0,78	66,76	69,89	57,00	77,70	0,07	0,792
	2	68	6,68	0,94	66,10	69,90	57,00	85,00		
	Total	68,162	6,10	0,61	66,95	69,37	57,00	85,00		
FAT (%)	1	6,706	0,89	0,13	6,45	6,96	5,30	9,00	1,326	0,252
	2	6,934	1,08	0,15	6,63	7,24	5,10	9,80		
	Total	6,82	0,99	0,10	6,62	7,02	5,10	9,80		
FAT (kg)	1	4,605584	0,87	0,12	4,36	4,85	3,14	6,92	0,604	0,439
	2	4,76564	1,17	0,16	4,43	5,10	3,01	8,04		
	Total	4,685612	1,03	0,10	4,48	4,89	3,01	8,04		
LBM (kg)	1	63,718416	4,87	0,69	62,33	65,10	53,87	72,42	0,209	0,648
	2	63,23436	5,68	0,80	61,62	64,85	53,69	77,18		
	Total	63,476388	5,27	0,53	62,43	64,52	53,69	77,18		

### LEGENDA:

VARIABLE	spremenljivka
SKU	število primerov
POV	povprečja
STD	standardne deviacije
SE	standardne napake
SPM	spodnja meja zaupanja
ZGM	zgornja meja zaupanja
MIN	minimalni rezultat
MAX	maksimalni rezultat
F	rezultat F testa pri analizi variance
SIG	statistična značilnost analize variance

Kolesarji se razlikujejo po starosti in TV (telesni višini). Cestni kolesarji so mlajši in višji od gorskih kolesarjev.



Povprečna starost cestnih kolesarjev je bila 19,68 let in gorskih 20,42 let.

Pri interpretaciji dosežkov na testu je potrebno upoštevati starost in staž merjencev. Starost, pri kateri kolesarji dosegajo vrhunske rezultate, je zelo različna. Najboljša leta za vrhunskega kolesarja naj bi bila med 25 in 30 let. To je starost, pri kateri si kolesarji naberejo prepotrebne izkušnje in tudi vzdržljivost za doseg teh rezultatov, kajti sama vrhunska pripravljenost ni zadosten pogoj za vrhunski rezultat. Nujna je tudi dobra psihična priprava, obvladanje tehničnih prvin ter taktično znanje. Visoka fizična pripravljenost se v povprečju lahko doseže tudi prej. Vsak vrhunski kolesar pozna samega sebe do potankosti. Dobre in slabe lastnosti. Nekdo je dober v klanec, dober šprinter, ne prenaša vročine, dobro vozi v vetru, slabo pozna neposredno konkurenco na tekmi, se kvalitetno prehranjuje, vozi z visokimi obrati, slabo reagira pod pritiskom, tremo... Vse malenkosti prispevajo k celoti in posledično k rezultatu. Izoblikovanje vrhunskega kolesarja traja vsaj šest do osem let.

Cestni kolesarji so v povprečju visoki 179,38 centimetrov. Najvišji je meril v višino 190 cm, najmanjši pa 169 cm. Gorski kolesarji so v povprečju visoki 177,18 centimetrov. Najvišji je meril v višino 189 cm, najmanjši pa 169 cm.

Če pogledamo kolesarsko karavano, opazimo, da se vrhunski kolesarji precej razlikujejo po telesni višini, vendar telesna višina še zdaleč ne opredeljuje uspešnosti v tem športu. Res pa je, da so kolesarji višji od 190 centimetrov izjemno redki. Povprečna višina populacije je okrog 180 centimetrov, kar je primerljivo s povprečno višino merjencev (179,5 cm).

Povprečna telesna masa cestnih kolesarjev je znašala 68,324 kilogramov, najtežji je imel 77 kilogramov, najlažji pa 57 kilogramov. Povprečna telesna masa gorskih kolesarjev je znašala 68 kilogramov, najtežji je imel 85 kilogramov, najlažji pa 57 kilogramov.

Kolesarstvo je šport, v katerem je potrebno paziti na telesno maso. Prevelika telesna masa je v kolesarstvu omejitev. Jasno je, da je pri vožnji v klanec največja negativna sila, sila gravitacije. Pri vožnji po ravnini je večja telesna masa (razumljeno pod pojmom športnega rezultata) lahko tudi prednost, vendar le v vetrnih pogojih in pri spustih. Tukaj je fenomen zračnega upora (ustvarja ga čelna površina kolesarja) v primerjavi s telesno maso kolesarja manjša. Večjo telesno maso pa navadno izkoriščajo tudi kolesarji – šprinterji, ki so z rekrutacijo svoje miškulature sposobni razviti velike hitrosti na krajši razdalji (v zaključku tekme).

Trasa kolesarskih tekmovanj je sestavljena različno. Poznamo ravninske trase, kjer so navadno v ospredju težji tekmovalci, specialisti za ravninske trase. To so šprinterji, ki so sposobni razviti visoke hitrosti v kratkem času; specialisti za kronometer ali samostojne pobege, kamor štejemo kolesarje, ki so sposobni držati visoko povprečno hitrost dalj časa. Ti kolesarji so v povprečju težji in močnejši in imajo visoko absolutno porabo kisika. Na drugi strani pa so kolesarji z nizko telesno maso in visoko relativno maksimalno močjo (W/kg), ki so sposobni premagovati daljše klance z visoko povprečno hitrostjo. Odlikuje jih visoka poraba kisika (v mlO<sub>2</sub>/kg/min).

Pri telesni maščobi opazimo pri cestnih in gorskih kolesarjih zelo majhen indeks, saj znaša pri cestnih kolesarjih v povprečju 6,705% (4,6 kg) in gorskih kolesarjih 6,934% (4,77 kg).

Idealna telesna masa športnikov je naravnana po meri športa, torej katera telesna masa je najbolj optimalna za doseg rezultata in ohranjanju primerne zdravstvenega statusa športnika. Kolesarstvo je vzdržljivostna športna disciplina, ki terja minimalno maščobno maso. Idealni delež maščob glede na telesno maso znaša le od treh, štirih odstotkov, pa tja do osmih odstotkov. To pomeni, da ima sedemdeset kilogramov težak kolesar le tri do pet kilogramov telesnih maščob. V primerjavi s povprečnim človekom, ki ima od 15 do 25 odstotkov telesne maščobe (10,5 – 17,5 kg maščobne mase), je to občutno manj, vendar imajo kolesarji večjo maso miškulature.

**6.2.2. TABELA 5: OBREMENITEV**

	SKU	MEAN	STD.	SE	SPM	ZGM	MIN	MAX	F	SIG.
LT POWER (W)	1	231,5754	47,11	6,66	218,19	244,96	121,44	329,92	1,745	0,19
	2	220,3088	37,66	5,33	209,60	231,01	149,95	318,45		
	Total	225,9421	42,81	4,28	217,45	234,44	121,44	329,92		
IAT POWER (W)	1	290,82	42,79	6,05	278,65	302,98	207,00	381,00	0,374	0,542
	2	285,71	40,73	5,76	274,13	297,28	201,00	358,00		
	Total	288,26	41,64	4,16	280,00	296,52	201,00	381,00		
OBLA POWER (W)	1	315,0536	45,24	6,40	302,20	327,91	220,36	413,29	0,027	0,87
	2	313,5772	44,96	6,36	300,80	326,35	209,11	406,00		
	Total	314,3154	44,88	4,49	305,41	323,22	209,11	413,29		
MAX POWER (W)	1	378,86	40,84	5,78	367,25	390,47	290,00	463,00	0,854	0,358
	2	370,8	46,20	6,53	357,67	383,93	240,00	475,00		
	Total	374,83	43,57	4,36	366,19	383,47	240,00	475,00		
LT POWER (W/kg)	1	3,395	0,67	0,09	3,21	3,58	1,93	4,70	1,639	0,203
	2	3,2446	0,50	0,07	3,10	3,39	2,13	4,68		
	Total	3,3198	0,59	0,06	3,20	3,44	1,93	4,70		
IAnT POWER (W/kg)	1	4,2632	0,57	0,08	4,10	4,43	2,96	5,43	0,259	0,612
	2	4,2086	0,50	0,07	4,07	4,35	2,86	5,26		
	Total	4,2359	0,53	0,05	4,13	4,34	2,86	5,43		
OBLA POWER (W/kg)	1	4,6182	0,60	0,09	4,45	4,79	3,30	5,89	0,001	0,972
	2	4,6224	0,58	0,08	4,46	4,79	2,96	5,88		
	Total	4,6203	0,59	0,06	4,50	4,74	2,96	5,89		
MAX POWER (W/kg)	1	5,56	0,57	0,08	5,40	5,72	4,30	6,49	0,652	0,421
	2	5,4672	0,58	0,08	5,30	5,63	3,58	6,69		
	Total	5,5136	0,57	0,06	5,40	5,63	3,58	6,69		

**LEGENDA:**

VARIABLE	spremenljivka
SKU	število primerov
POV	povprečja
STD	standardne deviacije
SE	standardne napake
SPM	spodnja meja zaupanja
ZGM	zgornja meja zaupanja
MIN	minimalni rezultat
MAX	maksimalni rezultat
F	rezultat F testa pri analizi variance
SIG	statistična značilnost analize variance

Ni razlik v merah obremenitve med cestnimi in gorskimi kolesarji in vsi dosežejo zelo podobne dosežke. Menim, da bi bile maksimalne vrednosti dosti višje pri obeh kolesarjih v tekmovalnem obdobju.

Maksimalna povprečna obremenitev pri cestnih kolesarjih je 378,86 wattov, povprečna relativna maksimalna moč pa je znašala 5,56 wattov na kilogram telesne mase. Maksimalna povprečna obremenitev pri gorskih kolesarjih je 370,8 wattov, povprečna relativna maksimalna moč pa je znašala 5,47 wattov na kilogram telesne mase.

Visoka vrednost relativne maksimalne moči je posledica kompleksnih specifičnih sprememb telesa, ki so produkt specifičnega trenažnega procesa in drugih vplivov (prehrana, genske predispozicije, zdravstveni status...). Ta spremenljivka je pravzaprav končni produkt trenažnega procesa.

Trenirani posamezniki imajo pri enaki obremenitvi nižjo koncentracijo laktata v krvi kot manj trenirani. Vrhunsko pripravljeni kolesarji so sposobni vzdrževati stanje homeostaze laktata v krvi do zelo visoke obremenitve. Če pomen spremenljivke prezrcalimo na področje tekmovanja, to pomeni selekcijo. Tekmovanja navadno trajajo nekaj ur. Intenzivnost vožnje je zelo različna, od nivoja regeneracije, pod laktatnim pragom, enakomerne tempo vožnje, pa do visoko intenzivnih skokov, tako imenovanih pobegov ali šprintov. Boljši se razvrstijo spredaj, kajti nivo laktata v krvi vzdržujejo na nižji ravni, kot slabše pripravljeni tekmeči.

**6.2.3. TABELA 6: PORABA KISIKA IN KONCENTRACIJA LAKTATA V KRVI**

	SKU	MEAN	STD.	SE	SPM	ZGM	MIN	MAX	F	SIG.
LT VO2 (ml/kg/min)	1	45,4758	8,72	1,23	43,00	47,95	27,93	62,36	3,954	0,05
	2	42,3744	6,75	0,95	40,46	44,29	28,24	60,88		
	Total	43,9251	7,91	0,79	42,35	45,50	27,93	62,36		
IAnT VO2 (ml/kg/min)	1	55,546	8,15	1,15	53,23	57,86	35,60	68,80	0,292	0,59
	2	54,682	7,82	1,11	52,46	56,91	36,00	68,80		
	Total	55,114	7,96	0,80	53,54	56,69	35,60	68,80		
OBLA VO2 (ml/kg/min)	1	59,68	8,27	1,17	57,33	62,03	43,00	74,00	0,143	0,706
	2	59,04	8,53	1,21	56,62	61,47	38,00	74,00		
	Total	59,36	8,37	0,84	57,70	61,02	38,00	74,00		
VO2 MAX (ml/kg/min)	1	70,614	8,12	1,15	68,31	72,92	52,70	84,40	0,742	0,391
	2	69,193	8,38	1,19	66,81	71,58	43,50	82,20		
	Total	69,903	8,24	0,82	68,27	71,54	43,50	84,40		
LA_MIR (mmol/l)	1	1,294	0,36	0,05	1,19	1,40	0,60	2,40	0,056	0,814
	2	1,276	0,40	0,06	1,16	1,39	0,50	3,20		
	Total	1,285	0,38	0,04	1,21	1,36	0,50	3,20		
LA_LT (mmol/l)	1	1,4288	0,29	0,04	1,35	1,51	0,85	2,19	0,285	0,594
	2	1,3982	0,28	0,04	1,32	1,48	0,86	1,97		
	Total	1,4135	0,29	0,03	1,36	1,47	0,85	2,19		
LA_IAT (mmol/l)	1	2,9288	0,29	0,04	2,85	3,01	2,35	3,69	0,285	0,594
	2	2,8982	0,28	0,04	2,82	2,98	2,36	3,47		
	Total	2,9135	0,29	0,03	2,86	2,97	2,35	3,69		
LA_MAX (mmol/l)	1	8,916	1,97	0,28	8,36	9,48	4,60	13,20	0,384	0,537
	2	8,656	2,22	0,31	8,02	9,29	4,30	13,60		
	Total	8,786	2,09	0,21	8,37	9,20	4,30	13,60		

**LEGENDA:**

VARIABLE	spremenljivka
SKU	število primerov
POV	povprečja
STD	standardne deviacije
SE	standardne napake
SPM	spodnja meja zaupanja
ZGM	zgornja meja zaupanja
MIN	minimalni rezultat
MAX	maksimalni rezultat
F	rezultat F testa pri analizi variance
SIG	statistična značilnost analize variance

Razlika med kolesarji je samo v porabi kisika, in sicer pri LT VO2.

Povprečje maksimalne porabe kisika pri cestnih kolesarjih je znašala 70,614 mililitrov kisika na kilogram telesne mase v minuti, povprečje maksimalne porabe kisika pri gorskih kolesarjih pa 69,193 mililitrov kisika na kilogram telesne mase v minuti.

Maksimalna poraba kisika narašča in pada z nivojem fizične pripravljenosti. Vrednosti nad 60 – 65 ml O<sub>2</sub>/kg/min so nujne za kolesarska tekmovanja. Na vrhunskem nivoju tudi več. Vrhunski športniki, zmagovalci velikih tekmovanj imajo lahko vrednosti nad 80 ml O<sub>2</sub>/kg/min. Povprečna vrednost relativne maksimalne porabe kisika (pri cestnih kolesarjih 70,614 in gorskih kolesarjih 69,193) mililitrov kisika na kilogram telesne mase v minuti je visoka vrednost tudi glede na druge zvrsti športnikov. Relativna maksimalna poraba kisika je do neke mere postal pogoj za vrhunske uvrstitve. Selekcija na tekmovanjih in specializacija za določene vrste tekmovanj je le pripomogla k temu. Prav tako tudi sodobni pristop k trenažnemu procesu, nove tehnologije, vrhunska oskrba tekmovalcev in profesionalizacija. Relativna maksimalna poraba kisika je postala merilo zmogljivosti tekmovalca. Pri tem moramo tudi upoštevati, s kakšnim kolesarjem imamo opravka. Najvišje vrednosti dosegajo tako imenovani specialisti za vožnjo navkreber, ki imajo nižjo telesno maso. Najvišja vrednost (84,40 mililitrov kisika na kilogram telesne mase v minuti pri cestnem kolesarju in 84,20 mililitrov kisika na kilogram telesne mase v minuti pri gorskem kolesarju) je vrhunska. Višje vrednosti so izjemno redke.

Maksimalna poraba kisika povprečne populacije moških starosti 20-29 let znaša 44-51 mililitrov kisika na kilogram telesne mase v minuti, maksimalna poraba kisika merjencev (cestnih in gorskih kolesarjev) pa 69,903 mililitrov kisika na kilogram telesne mase v minuti. Podatki dokazujejo, da so bili merjenci v povprečju visoko nad povprečjem povprečne populacije. To dokazuje, da je kolesarstvo šport, ki terja visoko porabo kisika.

## 7. ZAKLJUČKI

Namen raziskave je bil ugotoviti, ali obstajajo statistično značilne razlike pri nekaterih fizioloških parametrih, izmerjenih v predhodnem obdobju (november, december, januar) med cestnimi in gorskimi kolesarji.

V raziskavo je bilo vključenih 100 kolesarjev (50 cestnih in 50 gorskih), starosti 18-23 let, ki trenirajo vsaj 3 leta, 5 do 7 krat tedensko po 2-6 ur.

Merjenci so opravili več stopenjski test (Leipzig test) na cikloergometru s progresivnim povečevanjem obremenitve v fiziološkem laboratoriju Fakultete za šport.

V raziskovalni nalogi so predstavljeni vsi pomembnejši fiziološki parametri, ki jih je možno dokaj enostavno in hitro izmeriti s pomočjo Leipzig testa. Hitrost in enostavnost sta ključni kvaliteti pri oceni stanja oziroma pripravljenosti posameznika, športnika. In kar je najpomembnejše – ocena stanja je pridobljena v laboratorijskem in kontroliranem okolju.

V raziskavo so bili kolesarji različnih kakovosti, vendar so bili vsi tekmovalci. Nekaj je bilo vrhunskih, tudi v svetovnem merilu. Izmerjeni podatki fizioloških parametrov so zaradi izbrane populacije lahko referenca za evaluacijo fizioloških parametrov drugih merjencev pridobljenih s podobnimi metodami. To velja tako za vse nivoje kolesarjev (cestnih in gorskih), od vrhunskih v svetovnem merilu navzdol.

Rezultati raziskave so pokazali, da ni statistično značilnih razlike pri nekaterih fizioloških parametrih izmerjenih v predhodnem obdobju (november, december, januar) med cestnimi in gorskimi kolesarji.

Kolesarji se med seboj ne razlikujejo v opisanih spremenljivkah, zato ker razlike domnevno nastanejo v tekmovalnem delu sezone, ko cestni kolesarji vozijo po etapnih dirkah in predvsem daljših razdaljah (seveda temu tudi primerno trenirajo), medtem ko imajo gorski kolesarji krajše razdalje v primerjavi s cestnimi kolesarji in trenirajo »bolj intenzivno v krajšem času z manjšimi razdaljami).

Z dobljenimi rezultati lahko potrdimo hipoteze.

## 8. LITERATURA

1. Astrand, P. O., Rodahl, K. (1987). Textbook of work physiology. McGraw-Hill Book Company, 750 str.
2. Beaver, W., Wassermann, K., Whipp, B. (1986) Improved detection of lactate threshold during exercise using a log-log transformation. *J Appl Physiol*; 60: 472-478
3. Bravničar, L. M. (1996). Fiziologija športa – harmonija med delovanjem in mirovanjem. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za šport: Viharnik.
4. Bravničar, M. (1994). Fiziologija športa, vaje 1. Ljubljana: Fakulteta za šport.
5. Brooks, G.A. (1985) Anaerobic threshold: review of the concept and directions for future research. *Med and Sci in Sport and Exerc*; 17: 22-31
6. Burke, E.R., (1995). Serious Cycling. Univ. of Colorado, 284 str.
7. Farrel, P., Wilmore, H., Coyle, EF., Billing, F., and Costill, DL. (1979) Plasma lactate accumulation and distance running performance. *Med Sci in Sports and Exerc*; 11: 338-344
8. Heck, H., Mader, A., Hess, C., Mucke, Muller, R., and Holmann, W. (1985) Justification of the 4 mmol/l lactate threshold. *IntJ Sports Med*; 25: 117-130
9. Heimer, S., Matković, B. (1997). Sportska fiziologija (161-246). V Priručnik za sportske trenere – knjiga 1. Zagreb: Fakultet za fizičko kulturo sveučilišta u Zagrebu.
10. Koprivnjak, T. (1991). Proučevanje nekaterih funkcionalnih dimenzij športnikov pri cikličnih obremenitvah. Ljubljana: Športna zveza Slovenije.
11. Kumagai, Tanaka, K., Matsuura, Y., Matsuzaka, A., Hirakawa, K., Asano, K. (1986) Relationship of the anaerobic threshold with the 5 km, 10 km and 10 mile races. *Europ J Appl Physiol*; 49:13-23
12. Sjodin, B., Karlsson, J., Linaarsson, D., Wallensten, R. (1982) The physiological background of onset of blood lactate accumulation (OBLA). In: Komi PV. Exercise and sport biology; 12: 43-56
13. Tanaka, K., Matsuura, Y., Matsuzako, A., Hirakaba, K., Kumagai Sun SD., Asano, K. (1984) Longitudinal assessment of anaerobic threshold and distance running performance. *Med and Sci in Sports and Exerc*; 16:278-282
14. Ušaj, A. (1988): Conconijev kriterij pri testu ponovljenih tekov na 400 metrskih razdaljah. Ljubljana: Univerza Edvarda Kardelja, Inštitut za kineziologijo.

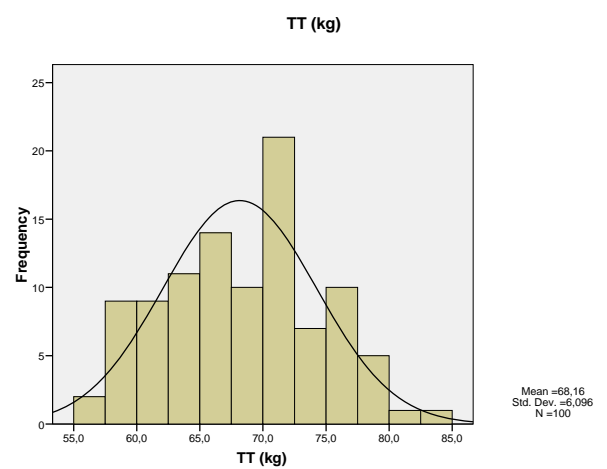
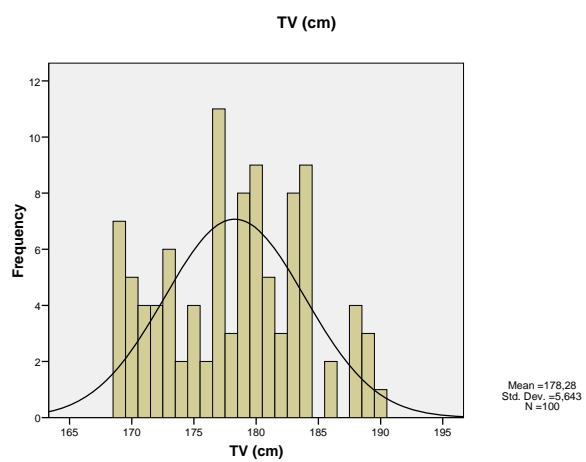
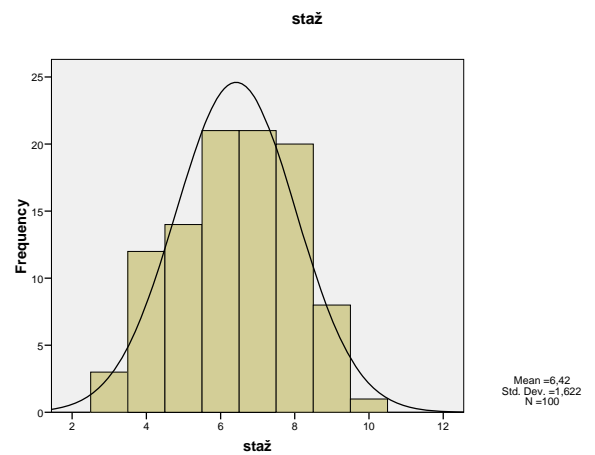
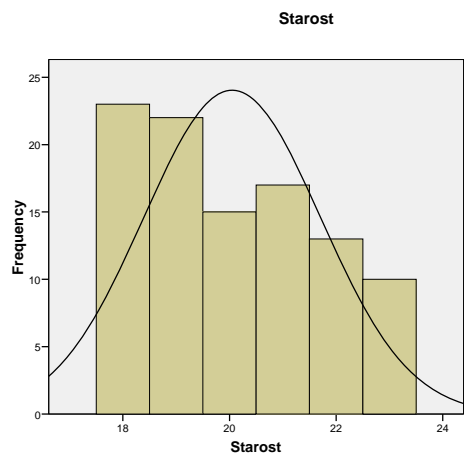


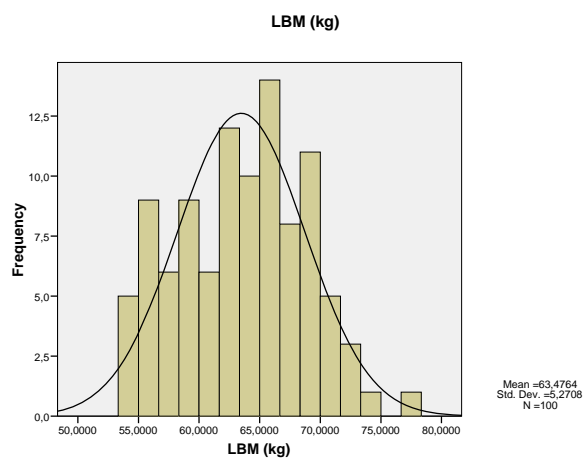
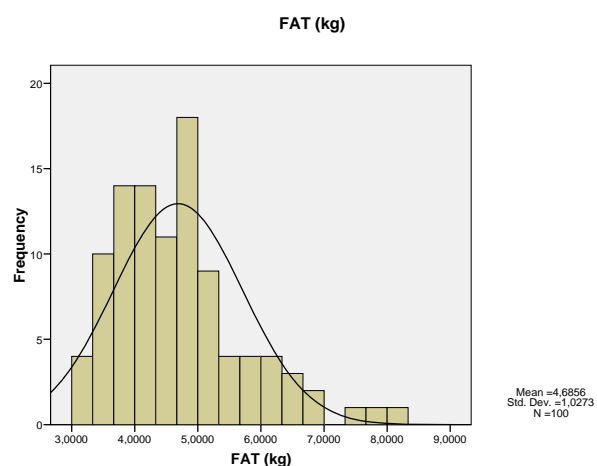
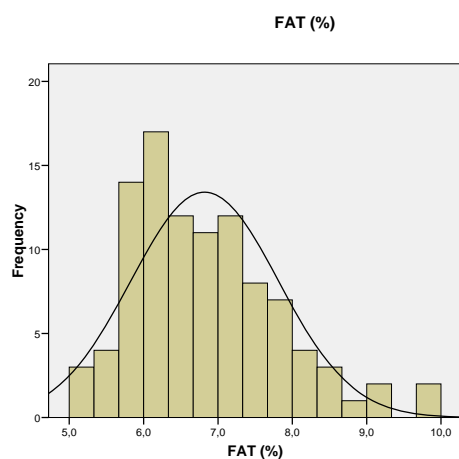
15. Ušaj, A., (1990). Poskus uskladitve dveh konceptov anaerobnega praga pri testiranju vzdržljivosti tekačev. Doktorska disertacija, Ljubljana, FTK, 156 str.
16. Ušaj, A. (1996). Osnove športnega treniranja. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za šport, 299 str.
17. Ušaj, A., Starc, V. (1990). Two concepts of anaerobic threshold and runningendurance. In: Hermans GPH ed. Sport, medicine and health. Amsterdam: Elseiver Science publ.
18. Žele, L. (2003). Značilnosti izmerjenih fizioloških parametrov kolesrjev na modificiranem kolesarskem testu. Diplomsko delo. Fakulteta za šport, 86 str.
19. Žerbo-Šporin, D. Izpeljava antropometrijske metode razporeditve...in sestava telesa pri dekletih v zgodnji adultni dobi. Doktorska disertacija. Univerza v Ljubljani. Biotehniška fakulteta. Odd. Za biologijo.
20. [www.srm.de](http://www.srm.de)
21. [www.cosmed.ti](http://www.cosmed.ti)

## 9. PRILOGE

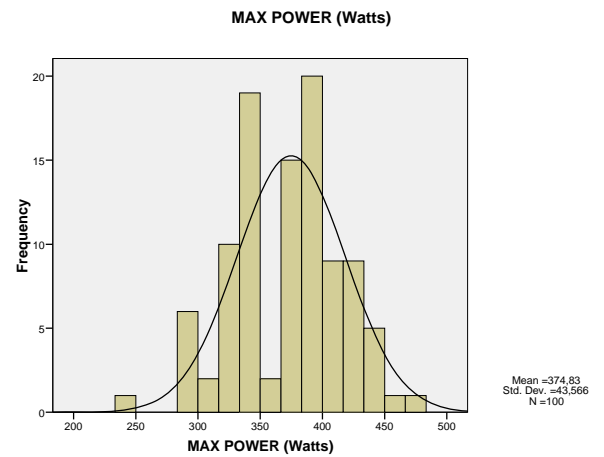
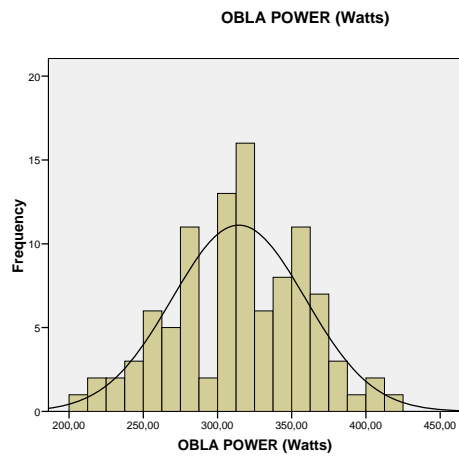
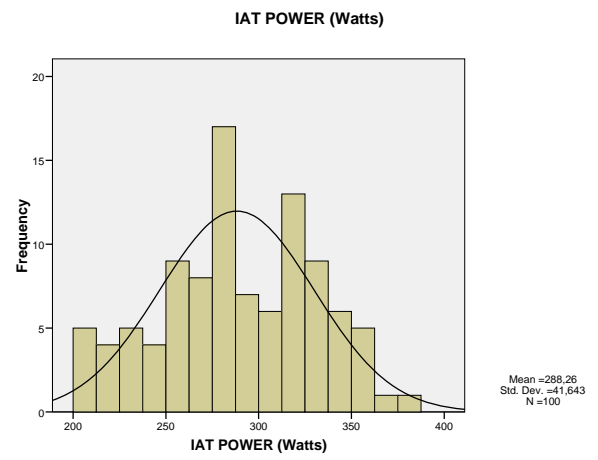
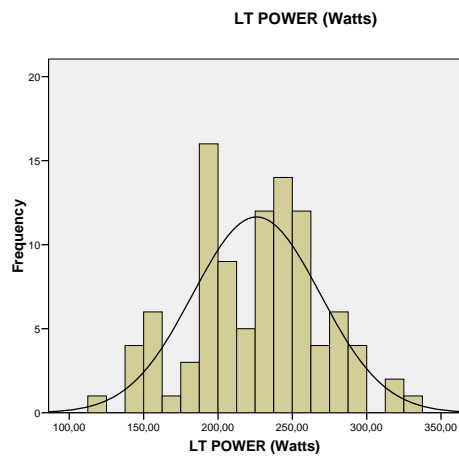
### 9.1. GRAFIČNI PRIKAZ SPREMENLJIVK

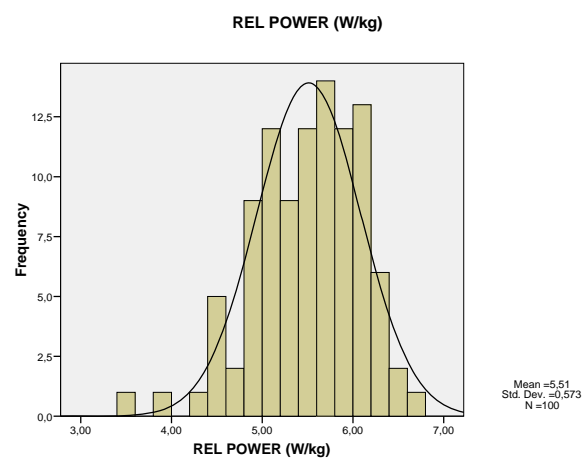
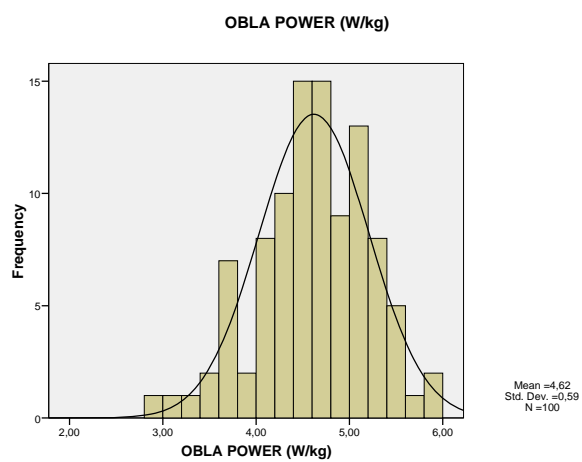
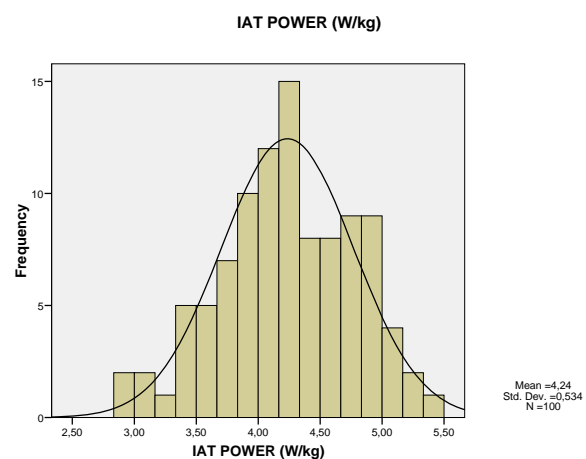
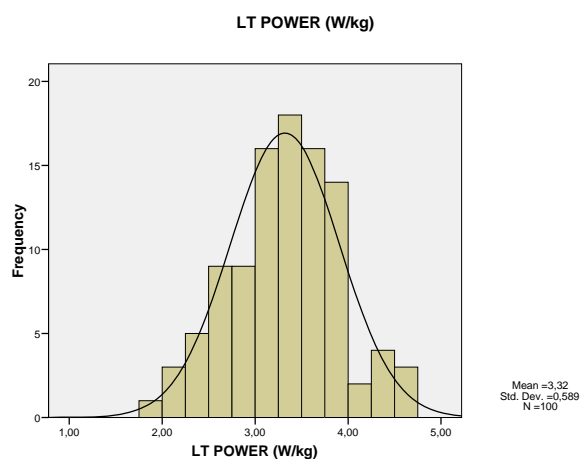
#### 9.1.1. ANTROPOMETRIJA IN SESTAVA TELESA



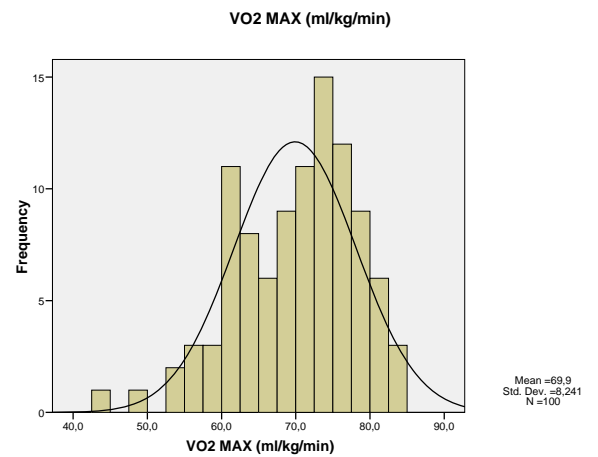
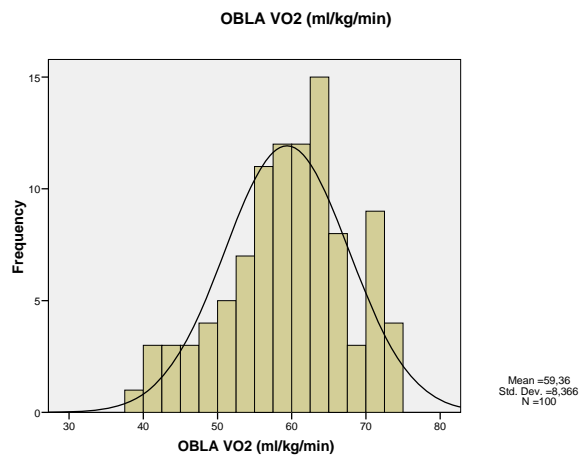
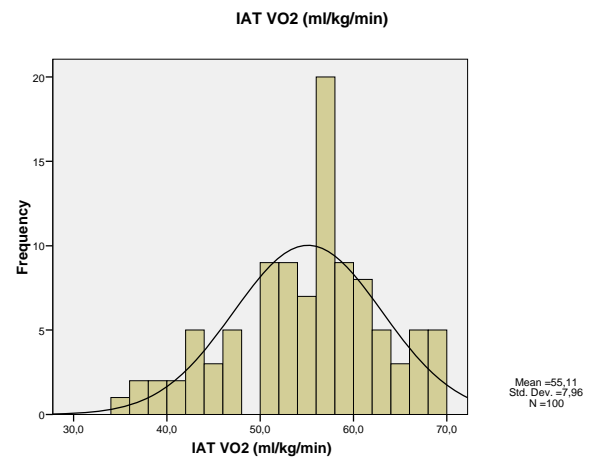
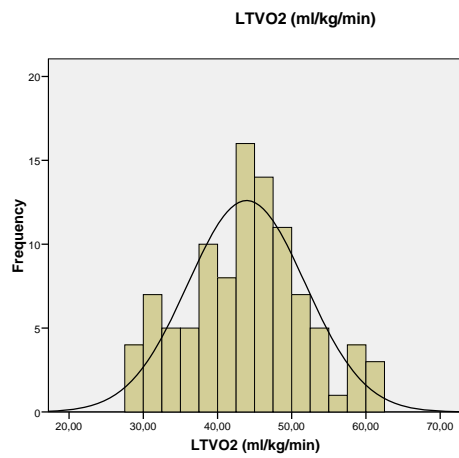


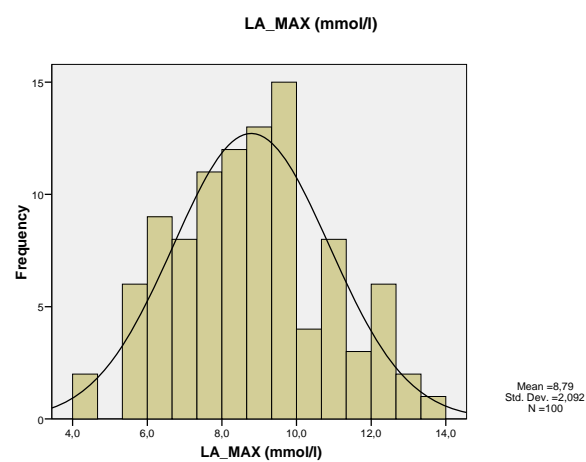
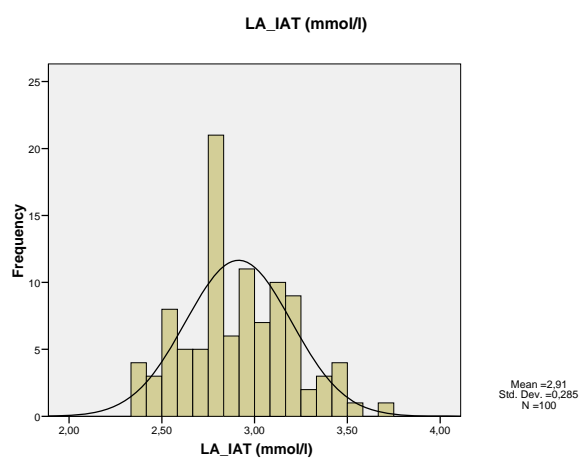
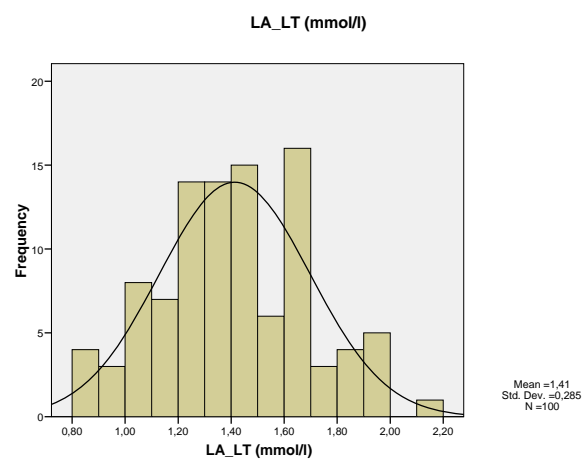
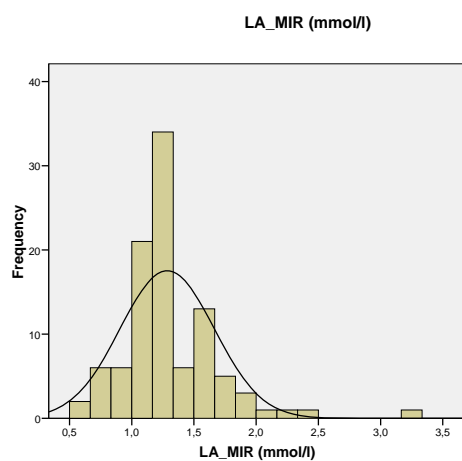
### 9.1.2. OBREMENITEV





### 9.1.3. PORABA KISIKA IN KONCENTRACIJA LAKTATA





## 9.2. PROGRAM ZA OBDELAVO PODATKOV

```

VARIABLE LABELS
Starost      "STAROST kolesarjev v letih"
Stož        "staž kolesarjev v letih"
TVcm        "TELESNA VIŠINA (cm) "
TTkg        "TELESNA MASA (kg) "
FAT         "ODSTOTEK TELESNE MAŠČOBE (%)"
FATkg       "TEŽA MAŠČOBE V TELESU (izražena v kg) "
LBMkg       "PUSTNA TELESNA MASA ( TT-FAT=LBM ) "
LTPowerWatts  "OBREMENITEV NA LAKTATNEM PRAGU (watts) "
IATPowerWatts  "OBREMENITEV NA INDIVIDUALNEM ANAEROBNEM PRAGU (watts) "
OBLAPowerWatts  "OBREMENITEV NA ANAEROBNEM PRAGU (watts) "
MAXPowerWatts  "MAKSIMALNA OBREMENITEV (watts) "
LTPowerWkg    "OBREMENITEV NA LAKTATNEM PRAGU NA KILOGRAM TELESNE TEŽE (W/kg) "
IATPowerWkg    "OBREMENITEV NA INDIVIDUALNEM ANAEROBNEM PRAGU NA KILOGRAM TELESNE TEŽE (W/kg) "
OBLAPowerWkg    "OBREMENITEV NA ANAEROBNEM PRAGU NA KILOGRAM TELESNE TEŽE (W/kg) "
RELPowerWkg    "MAKSIMALNA OBREMENITEV (watts) "
LTVO2mlkgmin  "PORABA KISIKA NA LAKTATNEM PRAGU (ml/kg/min) "
IATVO2mlkgmin  "PORABA KISIKA NA INDIVIDUALNEM ANAEROBNEM PRAGU (ml/kg/min) "
OBLAVO2mlkgmin  "PORABA KISIKA NA ANAEROBNEM PRAGU (ml/kg/min) "
VO2MAXmlkgmin  "MAKSIMALNA PORABA KISIKA (ml/kg/min) "
LA_MIRmmoll   "LAKTAT V MIROVANJU (mmol/l) "
LA_LTmmoll    "LAKTAT NA LAKTATNEM PRAGU (mmol/l) "
LA_IATmmoll   "LAKTAT NA INDIVIDUALNEM ANAEROBNEM PRAGU (mmol/l) "
LA_MAXmmoll   "MAKSIMALNI LAKTAT (mmol/l) ".
DESCRIPTIVES
  VARIABLES=
Starost      staž          TVcm          TTkg          FAT          FATkg
LBMkg
LTPowerWatts  IATPowerWatts  OBLAPowerWatts  MAXPowerWatts  LTPowerWkg
IATPowerWkg  OBLAPowerWkg  RELPowerWkg
LTVO2mlkgmin  IATVO2mlkgmin  OBLAVO2mlkgmin  VO2MAXmlkgmin  LA_MIRmmoll
LA_LTmmoll   LA_IATmmoll   LA_MAXmmoll
  /STATISTICS=MEAN STDDEV MIN MAX SEMEAN KURTOSIS SKEWNESS .

NPAR TESTS
  /K-S (NORMAL)=
Starost staž      TVcm          TTkg          FAT          FATkg          LBMkg
LTPowerWatts  IATPowerWatts  OBLAPowerWatts  MAXPowerWatts  LTPowerWkg
IATPowerWkg  OBLAPowerWkg  RELPowerWkg
LTVO2mlkgmin  IATVO2mlkgmin  OBLAVO2mlkgmin  VO2MAXmlkgmin  LA_MIRmmoll
LA_LTmmoll   LA_IATmmoll   LA_MAXmmoll
  /MISSING ANALYSIS.

ONEWAY
Starost staž      TVcm          TTkg          FAT          FATkg          LBMkg
LTPowerWatts  IATPowerWatts  OBLAPowerWatts  MAXPowerWatts  LTPowerWkg
IATPowerWkg  OBLAPowerWkg  RELPowerWkg
LTVO2mlkgmin  IATVO2mlkgmin  OBLAVO2mlkgmin  VO2MAXmlkgmin  LA_MIRmmoll
LA_LTmmoll   LA_IATmmoll   LA_MAXmmoll
BY skup
  /MISSING ANALYSIS .
Starost staž      TVcm          TTkg          FAT          FATkg          LBMkg

```



```
LTPOWERWatts  IATPOWERWatts  OBLAPOWERWatts  MAXPOWERWatts  LTPOWERWkg
IATPOWERWkg  OBLAPOWERWkg  RELPOWERWkg
LTVO2mlkgmin  IATVO2mlkgmin  OBLAVO2mlkgmin  VO2MAXmlkgmin  LA_MIRmmoll
LA_LTmmoll   LA_IATmmoll   LA_MAXmmoll
```

FREQUENCIES

VARIABLES=

/STATISTICS=

```
Starost  staž  TVcm  TTkg  FAT  FATkg  LBMkg
LTPOWERWatts  IATPOWERWatts  OBLAPOWERWatts  MAXPOWERWatts  LTPOWERWkg
IATPOWERWkg  OBLAPOWERWkg  RELPOWERWkg
LTVO2mlkgmin  IATVO2mlkgmin  OBLAVO2mlkgmin  VO2MAXmlkgmin  LA_MIRmmoll
LA_LTmmoll   LA_IATmmoll   LA_MAXmmoll
```

STDDEV MINIMUM MAXIMUM

/HISTOGRAM NORMAL

/ORDER= ANALYSIS .

## 9.3. PODATKI

### 9.3.1. CESTNI KOLESARJI (ANTROPOMETRIJA IN SESTAVA TELESA)

ZAPOREDNA ŠTEVILKA TESTIRANCA	CESTNI KOLESARJI	STAROST	STAŽ (leta)	TV (cm)	TT (kg)	FAT (%)	FAT (kg)	LBM (kg)
1	1	19	4	172	60,1	5,8	3,49	56,61
2	1	20	6	181	66,2	6,1	4,04	62,16
3	1	20	6	186	71	6	4,26	66,74
4	1	18	7	184	74,8	7,8	5,83	68,97
5	1	19	5	177	69,8	7,9	5,51	64,29
6	1	17	3	177	68,1	7	4,77	63,33
7	1	18	5	180	63,2	5,9	3,73	59,47
8	1	19	4	177	61,8	6	3,71	58,09
9	1	19	5	173	61	6,2	3,78	57,22
10	1	23	8	183	72	5,6	4,03	67,97
11	1	23	8	183	72,8	5,8	4,22	68,58
12	1	20	6	188	75,7	6,5	4,92	70,78
13	1	16	4	178	70	6,1	4,27	65,73
14	1	18	3	178	69,7	6,3	4,39	65,31
15	1	22	7	183	70,3	6,4	4,5	65,8
16	1	20	6	184	77,7	8,9	6,92	70,78
17	1	18	5	190	76,8	9	6,91	69,89
18	1	17	5	189	75,1	8,2	6,16	68,94
19	1	23	8	181	66,8	6,1	4,07	62,73
20	1	22	7	181	66,3	5,8	3,85	62,45
21	1	20	7	183	65,7	7,4	4,86	60,84
22	1	19	7	170	63,2	6,9	4,36	58,84
23	1	19	6	176	61,1	5,9	3,6	57,5
24	1	19	7	184	70	6,5	4,55	65,45
25	1	22	9	177	72,8	7,8	5,68	67,12
26	1	19	8	169	65	6,1	3,97	61,04
27	1	20	8	180	64,3	5,8	3,73	60,57
28	1	20	8	180	68,1	6,6	4,49	63,61
29	1	19	8	184	68,8	5,7	3,92	64,88
30	1	22	10	175	68,7	5,3	3,64	65,06
31	1	20	8	175	70,7	6,9	4,88	65,82
32	1	19	7	175	70,2	6,6	4,63	65,57
33	1	19	7	183	66,8	7,1	4,74	62,06
34	1	18	6	169	58,8	7,3	4,29	54,51
35	1	23	8	184	72,3	7,3	5,28	67,02
36	1	21	9	179	64,9	7,6	4,93	59,97
37	1	21	9	179	65,3	7,4	4,83	60,47
38	1	18	4	183	70,7	8,1	5,73	64,97
39	1	18	5	179	63,1	5,8	3,66	59,44
40	1	18	4	182	74,7	6,9	5,15	69,55
41	1	19	6	173	57	5,5	3,14	53,87
42	1	19	6	172	58,8	5,8	3,41	55,39
43	1	18	5	176	73,7	8,1	5,97	67,73
44	1	19	5	177	70	7,4	5,18	64,82
45	1	20	6	180	70,2	7	4,91	65,29
46	1	19	5	172	62,8	6,8	4,27	58,53
47	1	21	8	182	75,8	7,1	5,38	70,42
48	1	22	8	188	77,7	6,8	5,28	72,42
49	1	20	8	189	76,8	6,3	4,84	71,96
50	1	18	7	169	59	6,1	3,6	55,4

### 9.3.2. GORSKI KOLESARJI (ANTROPOMETRIJA IN SESTAVA TELESA)

ZAPOREDNA ŠTEVILKA TESTIRANCA	GORSKI KOLESARJI	STAROST	STAŽ (leta)	TV (cm)	TT (kg)	FAT (%)	FAT (kg)	LBM (kg)
1	2	22	8	189	78	8,5	6,63	71,37
2	2	20	6	183	78	7,9	6,16	71,84
3	2	21	4	184	70	6,8	4,76	65,24
4	2	20	7	184	70	6,5	4,55	65,45
5	2	23	7	180	66	5,9	3,89	62,11
6	2	20	6	188	68	5,4	3,67	64,33
7	2	18	4	188	70	6,8	4,76	65,24
8	2	19	5	179	67	7	4,69	62,31
9	2	21	6	170	59	5,8	3,42	55,58
10	2	19	4	170	58	5,7	3,31	54,69
11	2	23	8	179	75	7,4	5,55	69,45
12	2	23	8	179	76	7,9	6	70
13	2	21	7	174	66	6,3	4,16	61,84
14	2	18	5	173	59	6,3	3,72	55,28
15	2	18	6	181	74	7	5,18	68,82
16	2	18	4	170	60	6,6	3,96	56,04
17	2	22	9	171	64	5,5	3,52	60,48
18	2	21	6	171	66	6,2	4,09	61,91
19	2	23	6	171	65	5,9	3,84	61,17
20	2	21	7	172	59	6,3	3,72	55,28
21	2	18	4	173	61	6,4	3,9	57,1
22	2	19	6	173	64	6,6	4,22	59,78
23	2	19	7	186	85	9,2	7,82	77,18
24	2	23	9	182	78	9,7	7,57	70,43
25	2	22	8	169	58	6,3	3,65	54,35
26	2	21	9	169	57	5,8	3,31	53,69
27	2	20	8	184	73	6,4	4,67	68,33
28	2	22	9	183	70	6,8	4,76	65,24
29	2	21	7	170	61	6,6	4,03	56,97
30	2	19	7	169	60	7	4,2	55,8
31	2	19	6	169	62	7,4	4,59	57,41
32	2	22	7	181	75	8	6	69
33	2	18	8	177	75	8,5	6,38	68,63
34	2	22	9	180	67	6	4,02	62,98
35	2	18	4	178	59	5,1	3,01	55,99
36	2	18	6	177	72	6,6	4,75	67,25
37	2	22	8	174	64	6,8	4,35	59,65
38	2	22	7	180	69	6,8	4,69	64,31
39	2	21	7	177	70	7,9	5,53	64,47
40	2	21	8	177	69	7,1	4,9	64,1
41	2	21	7	177	71	7,3	5,18	65,82
42	2	21	6	179	71	6,2	4,4	66,6
43	2	21	7	180	71	5,1	3,62	67,38
44	2	18	3	175	67	7,8	5,23	61,77
45	2	23	6	184	82	9,8	8,04	73,96
46	2	21	5	177	68	7,6	5,17	62,83
47	2	18	4	173	64	6,9	4,42	59,58
48	2	21	5	180	70	7,4	5,18	64,82
49	2	19	5	171	64	7,3	4,67	59,33
50	2	20	6	179	75	8,6	6,45	68,55

### 9.3.3. CESTNI KOLESARJI (OBREMENITEV)

ZAPOREDNA ŠTEVILKA TESTIRANCA	CESTNI KOLESARJI	LT POWER (Watts)	IAT POWER (Watts)	OBLA POWER (Watts)	MAX POWER (Watts)	REL LT POWER (W/kg)	REL IAT POWER (W/kg)	REL OBLA POWER (W/kg)	REL MAX POWER (W/kg)
1	1	237,54	300	313,5	390	3,95	4,99	5,22	6,49
2	1	231,79	286	317,68	400	3,5	4,32	4,8	6,04
3	1	226,12	283	316,73	413	3,18	3,99	4,46	5,82
4	1	290,41	323	346,22	410	3,88	4,32	4,63	5,48
5	1	284,29	318	349,76	400	4,07	4,56	5,01	5,73
6	1	299,81	339	358,7	380	4,4	4,98	5,27	5,58
7	1	147,65	214	226	290	2,34	3,39	3,58	4,59
8	1	242,11	281	308,28	375	3,92	4,55	4,99	6,07
9	1	201,09	262	288,12	350	3,3	4,3	4,72	5,74
10	1	285,56	339	368,54	450	3,97	4,71	5,12	6,25
11	1	321,37	369	400	463	4,41	5,07	5,49	6,36
12	1	257,17	350	377,4	438	3,4	4,62	4,99	5,79
13	1	195,99	261	270	345	2,8	3,73	3,86	4,93
14	1	168,66	233	239,76	330	2,42	3,34	3,44	4,73
15	1	280,39	332	358,92	425	3,99	4,72	5,11	6,05
16	1	262,03	312	325	425	3,37	4,02	4,18	5,47
17	1	175,38	280	287,41	330	2,28	3,65	3,74	4,3
18	1	215,24	292	315,46	340	2,87	3,89	4,2	4,53
19	1	284,55	324	346,42	413	4,26	4,85	5,19	6,18
20	1	249,33	309	318,08	400	3,76	4,66	4,8	6,03
21	1	204,63	262	282,83	350	3,11	3,99	4,3	5,33
22	1	198,56	264	285	375	3,14	4,18	4,51	5,93
23	1	237,51	287	301,59	313	3,89	4,7	4,94	5,12
24	1	294,63	350	369,13	425	4,21	5	5,27	6,07
25	1	248,68	321	338,73	375	3,42	4,41	4,65	5,15
26	1	209,28	278	309	375	3,22	4,28	4,75	5,77
27	1	236,14	289	315	375	3,67	4,49	4,9	5,83
28	1	241,45	284	310	375	3,55	4,17	4,55	5,51
29	1	254,7	322	361	413	3,7	4,68	5,25	6
30	1	243,23	334	361	440	3,54	4,86	5,25	6,4
31	1	232,05	297	321	387	3,28	4,2	4,54	5,47
32	1	279,11	330	366,49	413	3,98	4,7	5,22	5,88
33	1	157,55	209	250	325	2,36	3,13	3,74	4,87
34	1	149,93	210	220,36	300	2,55	3,57	3,75	5,1
35	1	202,96	272	300	375	2,81	3,76	4,15	5,19
36	1	235,14	289	320,52	400	3,62	4,45	4,94	6,16
37	1	231,62	282	316,79	400	3,55	4,32	4,85	6,13
38	1	252,99	331	364,78	380	3,58	4,68	5,16	5,37
39	1	285,69	327	346,2	400	4,53	5,18	5,49	6,34
40	1	195,08	261	281,2	360	2,61	3,49	3,76	4,82
41	1	196,8	235	257,78	322	3,45	4,12	4,52	5,65
42	1	194,79	263	286,53	350	3,31	4,47	4,87	5,95
43	1	184,49	243	279,01	325	2,5	3,3	3,79	4,41
44	1	149,74	207	230,85	350	2,14	2,96	3,3	5
45	1	329,92	381	413,29	425	4,7	5,43	5,89	6,05
46	1	121,44	212	238	320	1,93	3,38	3,79	5,1
47	1	204,07	276	308	375	2,69	3,64	4,06	4,95
48	1	267,48	319	358,39	400	3,44	4,11	4,61	5,15
49	1	248,94	331	340,85	413	3,24	4,31	4,44	5,38
50	1	233,69	267,8	287,38	340	3,96	4,54	4,87	5,76

### 9.3.4. GORSKI KOLESARJI (OBREMENITEV)

ZAPOREDNA ŠTEVILKA TESTIRANCA	GORSKI KOLESARJI	LT POWER (Watts)	IAT POWER (Watts)	OBLA POWER (Watts)	MAX POWER (Watts)	REL LT POWER (W/kg)	REL IAT POWER (W/kg)	REL OBLA POWER (W/kg)	REL MAX POWER (W/kg)
1	2	255,72	338	362,85	413	3,28	4,33	4,65	5,29
2	2	261,82	318	362,4	413	3,36	4,08	4,65	5,29
3	2	203,33	279	301,77	387	2,9	3,99	4,31	5,53
4	2	246	319	352	375	3,51	4,56	5,03	5,36
5	2	199,02	265	300	370	3,02	4,02	4,55	5,61
6	2	318,45	358	386,4	425	4,68	5,26	5,68	6,25
7	2	267,4	340	391,2	430	3,82	4,86	5,59	6,14
8	2	231,59	276	304,24	400	3,46	4,12	4,54	5,97
9	2	157,11	267	309	350	2,66	4,53	5,24	5,93
10	2	193,34	250	263,84	300	3,33	4,31	4,55	5,17
11	2	215,15	325	356,53	438	2,87	4,33	4,75	5,84
12	2	267,13	312	337,36	425	3,51	4,11	4,44	5,59
13	2	161,61	241	262,4	313	2,45	3,65	3,98	4,74
14	2	187,79	240	263,75	330	3,18	4,07	4,47	5,59
15	2	192,47	284	321,79	387	2,6	3,84	4,35	5,23
16	2	151,2	217	252,68	290	2,52	3,62	4,21	4,83
17	2	251,61	326	354,2	400	3,93	5,09	5,53	6,25
18	2	236,14	287	314,5	375	3,58	4,35	4,77	5,68
19	2	251,78	315	336,89	400	3,87	4,85	5,18	6,15
20	2	157,05	224	251	300	2,66	3,8	4,25	5,08
21	2	192,35	236	257,45	340	3,15	3,87	4,22	5,57
22	2	197,42	243	266,4	350	3,08	3,8	4,16	5,47
23	2	240,65	291	317,78	390	2,83	3,42	3,74	4,59
24	2	261	352	380,71	425	3,35	4,51	4,88	5,45
25	2	202,63	234	307,64	350	3,49	4,03	5,3	6,03
26	2	203,05	270	287,8	325	3,56	4,74	5,05	5,7
27	2	212,57	291	312,5	375	2,91	3,99	4,28	5,14
28	2	215,14	276	309	350	3,07	3,94	4,41	5
29	2	232,31	261	284,66	350	3,81	4,28	4,67	5,74
30	2	199,18	251	264	350	3,32	4,18	4,4	5,83
31	2	205,21	267	286,12	350	3,31	4,31	4,61	5,65
32	2	243,91	302	317,8	400	3,25	4,03	4,24	5,33
33	2	199,09	284	318,53	340	2,65	3,79	4,25	4,53
34	2	250,23	313	340	400	3,73	4,67	5,07	5,97
35	2	179,09	231	244	330	3,04	3,92	4,14	5,59
36	2	231,7	320	336,1	370	3,22	4,44	4,67	5,14
37	2	241,85	311	355	363	3,78	4,86	5,55	5,67
38	2	223,63	277	304,28	400	3,24	4,01	4,41	5,8
39	2	250,27	341	364	425	3,58	4,87	5,2	6,07
40	2	297,66	340	406	440	4,31	4,93	5,88	6,38
41	2	256,73	334	358,2	413	3,62	4,7	5,05	5,82
42	2	242,35	314	329,95	400	3,41	4,42	4,65	5,63
43	2	262,5	356	364,45	475	3,7	5,01	5,13	6,69
44	2	149,95	201	209,11	240	2,24	3	3,12	3,58
45	2	237,79	313	341,38	400	2,9	3,82	4,16	4,88
46	2	198,98	260	282,31	350	2,93	3,82	4,15	5,15
47	2	198,76	279	327	338	3,11	4,36	5,11	5,28
48	2	225,66	289	322,14	350	3,22	4,13	4,6	5
49	2	198,5	253	278	330	3,1	3,95	4,34	5,16
50	2	159,57	214,34	221,75	300	2,13	2,86	2,96	4

### 9.3.5. CESTNI KOLESARJI (PORABA KISIKA IN KONCENTRACIJA LAKTATA V KRVI)

ZAPOREDNA ŠTEVILKA TESTIRANCA	CESTNI KOLESARJI	LTVO2 (ml/kg/min)	IAnT VO2 (ml/kg/min)	OBLA VO2 (ml/kg/min)	VO2 MAX (ml/kg/min)	LA MIR (mmol/l)	LA_LT (mmol/l)	LA_IAT (mmol/l)	LA_MAX (mmol/l)
1	1	54,47	63	65,5	75,8	1,3	1,52	3,02	9,5
2	1	44,59	53,3	57,26	68,2	1,1	1,07	2,57	10,6
3	1	47,23	56,5	62,24	78,3	1	1,31	2,81	9,9
4	1	52,1	63,1	68,4	80,6	1,3	1,34	2,84	11,6
5	1	58,82	62,2	66,05	72	1,2	1,04	2,54	9,7
6	1	58,79	65	70,06	74,7	1	0,98	2,48	6,9
7	1	37,3	47,6	50	60,4	1,1	1,64	3,14	7,7
8	1	58,46	65,1	72,3	84,4	1,2	0,98	2,48	12,4
9	1	40,45	52,8	57,13	69,1	1,2	1,39	2,89	7,6
10	1	49,97	60	66,11	83,1	1,8	1,46	2,96	9,3
11	1	49,72	58,8	63,49	77,7	1,2	1,28	2,78	9,3
12	1	43,68	66,5	62,64	72,6	2,2	1,53	3,03	8,1
13	1	31,92	42	43,6	58,9	1,4	1,93	3,43	9
14	1	34,13	42,9	45	55,4	1,1	1,68	3,18	9,5
15	1	51,3	60,3	67,3	79,4	1,1	1,17	2,67	9,5
16	1	46,96	52,1	54,2	64,2	1,3	2,19	3,69	9,8
17	1	30,51	50,2	51,7	61	1,9	1,8	3,3	5,7
18	1	40,89	63,8	70,3	75,1	1,3	1,23	2,73	6,2
19	1	53,11	61,1	62,75	75,9	2	1,42	2,92	10,2
20	1	44,92	57,2	56,4	68,4	1,8	1,67	3,17	9,8
21	1	49,44	59,3	63,21	74,5	1,3	1,57	3,07	7,7
22	1	47,5	59,2	65,6	79,4	1,4	1,31	2,81	11,4
23	1	50,27	57,9	60,1	61,9	1,5	1,37	2,87	5,7
24	1	52,78	60,3	63,41	70,6	1,5	1,39	2,89	8,5
25	1	42,63	56,1	60,4	68,3	0,9	1,25	2,75	6,7
26	1	43,17	57,8	62,5	73,7	2,4	1,85	3,35	12,4
27	1	48,57	56,1	60	71,2	1,1	1,32	2,82	9,6
28	1	50,45	61,8	65	78,4	1,5	2	3,5	9,6
29	1	48,31	57,8	60,61	71,8	1,4	1,25	2,75	8,6
30	1	48,58	60	65,33	81,1	1,3	1,05	2,55	12
31	1	39,16	51	54,1	71,3	1,2	1,74	3,24	8,1
32	1	56,75	68,1	73,54	83,1	1,2	1,05	2,55	7,6
33	1	27,93	35,6	42,9	57,1	0,9	1,63	3,13	9,7
34	1	36,02	44,5	47,81	60,5	1,2	1,98	3,48	6,8
35	1	34,12	41,8	45	52,7	0,9	1,75	3,25	9,4
36	1	46,01	53,8	58,75	69,8	1,1	1,33	2,83	8,8
37	1	45,22	56,4	63	79,3	1,3	1,48	2,98	8,7
38	1	59,08	67,3	70,9	72,4	1,5	0,85	2,35	5,4
39	1	60,91	68,8	71,78	81,6	0,9	1,07	2,57	11,2
40	1	36,05	45	49,03	61,5	1,2	1,47	2,97	8,7
41	1	45,85	52,2	56,82	69,5	1,3	1,45	2,95	9,3
42	1	44,16	57,1	63,82	79,4	1,2	1,28	2,78	7,9
43	1	32,25	42,2	48,87	59,1	0,7	1,31	2,81	6,1
44	1	34,42	43,8	52,9	72,6	0,8	1,3	2,8	13,2
45	1	62,36	68,6	73,93	75,7	0,6	1,26	2,76	4,6
46	1	29,86	42,1	47	62,5	1	1,44	2,94	11,3
47	1	39,32	51	56,1	65,2	1,3	1,69	3,19	8,8
48	1	49,83	56	59,02	63	1,5	1,27	2,77	6,2
49	1	39,8	51	56	63,2	1,9	1,6	3,1	8,4
50	1	43,67	51,2	54	65,1	1,2	1,5	3	11,1

### 9.3.6. GORSKI KOLESARJI (PORABA KISIKA IN KONCENTRACIJA LAKTATA V KRVI)

ZAPOREDNA ŠTEVILKA TESTIRANCA	GORSKI KOLESARJI	LTVO2 (ml/kg/min)	IAnT VO2 (ml/kg/min)	OBLA VO2 (ml/kg/min)	VO2 MAX (ml/kg/min)	LA MIR (mmol/l)	LA_LT (mmol/l)	LA_IAnT (mmol/l)	LA_MAX (mmol/l)
1	2	45,54	67	68,9	76,3	1,9	1,28	2,78	7
2	2	41,23	51	57,32	65,6	1,1	1,32	2,82	7,3
3	2	34,55	47,9	53	59,1	3,2	1,63	3,13	9,7
4	2	50,2	67,1	72,1	76,3	1	1,1	2,6	5,8
5	2	42,99	54,1	61,5	71,6	1,8	1,45	2,95	9,5
6	2	60,88	68,1	72,02	78,9	1,1	1,26	2,76	7
7	2	46,54	59,5	62,38	67,1	1,4	1,5	3	6,7
8	2	52,38	60,3	62,21	73,4	1,2	1,69	3,19	8,8
9	2	41,19	63,5	72,04	80,8	1,1	0,86	2,36	6,7
10	2	46,21	59,6	63,4	72,6	1,1	1,65	3,15	6,1
11	2	35,09	55	63,1	74,2	1,2	0,96	2,46	9,6
12	2	39,92	46,1	49,91	61,4	0,7	1,46	2,96	11,8
13	2	42,9	55,4	58,7	67,8	1,4	1,69	3,19	10,5
14	2	29,63	38,9	43,15	55,9	0,8	1,33	2,83	8,5
15	2	33,92	54	63,84	82,2	1,2	1,07	2,57	7,5
16	2	32,33	44,8	52,21	60,6	0,8	1,23	2,73	6,2
17	2	47,32	60,1	64,41	72,3	1,1	1,08	2,58	9,3
18	2	47,82	55,1	59,1	73,9	1,3	1,89	3,39	11,1
19	2	53,56	65,3	69,4	74,33	1,6	1,6	3,1	7,4
20	2	30,37	37,9	40,95	52,8	1,5	1,93	3,43	7,7
21	2	46	57,6	62,4	74,4	1,4	1,44	2,94	11,3
22	2	41,36	52,9	56,75	75,3	1,2	1,23	2,73	12,6
23	2	32,35	38,7	40,66	48,2	1,6	1,41	2,91	9,3
24	2	42,57	59,4	65,61	74,4	1	1,16	2,66	6,1
25	2	44,81	57,1	60,68	64,7	1,3	1,41	2,91	6,4
26	2	42,77	56	58,58	68,3	1,2	1,47	2,97	8
27	2	35,52	51,8	55,1	63,6	1,5	1,26	2,76	9
28	2	38,99	53	58,46	69	1,3	1,56	3,06	6,5
29	2	48,53	56,4	59,58	74,7	1	1,52	3,02	11
30	2	42,39	57,3	53,88	71,6	1,3	1,66	3,16	12
31	2	46,54	57	61,16	74,4	1,7	1,67	3,17	7,4
32	2	46,16	55,8	56,23	64,7	1,6	1,49	2,99	11,1
33	2	39,13	53,4	57,97	60,5	1,1	1,19	2,69	5,6
34	2	46,74	58,8	63,12	75,2	1,3	1,31	2,81	8,4
35	2	39,99	50,1	53,9	72,7	1,5	1,97	3,47	13,6
36	2	41,72	56,9	58,34	64,5	1,2	1,26	2,76	6,6
37	2	50,39	66,4	73,6	81,1	0,5	1,14	2,64	7,5
38	2	44,59	53,4	59,37	77,3	1,1	1,72	3,22	8,3
39	2	42,99	56,1	62,9	76,8	0,8	1,14	2,64	10
40	2	52,73	68,8	74,1	77,8	1,1	1,31	2,81	8,4
41	2	47,56	58	62	75,2	1,2	1,69	3,19	8,2
42	2	44,52	55,8	59,04	70,3	1,3	1,59	3,09	8,1
43	2	44,73	58,2	59,89	76,2	0,9	1,12	2,62	13,3
44	2	28,24	36	37,75	43,5	1,5	1,62	3,12	9,2
45	2	39,49	50,4	55,03	65,3	1,5	1,04	2,54	7,6
46	2	37,57	46,7	51,31	62,1	1,2	0,89	2,39	11,2
47	2	40,17	56,7	70,16	72,2	1	0,86	2,36	4,3
48	2	45,99	57,6	62,51	67,2	0,9	1,26	2,76	5,4
49	2	39,51	47,1	50	60,4	1,8	1,88	3,38	12,4
50	2	30,1	40	42,39	60,9	1,3	1,66	3,16	9,8