

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA ŠPORT

DIPLOMSKO DELO

PETER VITEZ

Ljubljana, 2013

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA ŠPORT
Športna vzgoja

**ALI NEPREKINJENA METODA VZDRŽLJIVOSTNE VADBE UČINKUJE
SKLADNO NA KAZALCE V VEČSTOPENJSKEM IN ENOSTOPENJSKEM
TESTU**

DIPLOMSKO DELO

MENTOR: prof. dr. Anton Ušaj

RECENZENT: doc. dr. Boro Štrumbelj

Avtor dela:
PETER VITEZ

Ljubljana, 2013

ZAHVALA

Zahvaljujem se svojemu mentorju prof. dr. Antonu Ušaju za vso pomoč pri nastajanju diplomskega dela.

Zahvaljujem se tudi svojemu očetu za podporo pri študiju.

Ključne besede: večstopenjski test, enostopenjski test, vzdržljivost, neprekinjena metoda

ALI NEPREKINJENA METODA VZDRŽLJIVOSTNE VADBE UČINKUJE SKLADNO NA KAZALCE V VEČSTOPENJSKEM IN ENOSTOPENJSKEM TESTU

Peter Vitez

POVZETEK

Z tem delom smo želeli ugotoviti kako neprekinjena metoda vadbe učinkuje na spremembe kazalcev v dveh obremenilnih testih. Za ta namen smo uporabili večstopenjski in enostopenjski test. V raziskavi smo uporabili rezultate zgolj enega merjenja. Vsak test je bil v raziskavi opravljen trikrat in sicer pred začetkom, na sredini in po koncu vadbenega obdobja. Vadbeno obdobje je trajalo dva meseca, opravili smo štiri vadbene enote na teden, vsaka obremenitev je trajala 30 minut z največjo možno intenzivnostjo in je potekala na cikloergometru. Med vadbo smo merili frekvenco srca, določena pa je bila tudi frekvenca vrtenja pedalov. Pri vsakem izmed testov smo merili: vsebnost laktata v krvi, frekvenco srca, porabo kisika, količino izdihanega ogljikovega dioksida, ventilacijo in respiratorni količnik, s katerim ugotovimo kakšno gorivo se je med vadbo porabljalo. Že pred samim začetkom raziskave smo predvidevali, da se bodo vadbeni učinki pokazali drugače, v vsakem od obeh testov, saj se tudi vzdržljivost kaže na različne načine. Oba testa pokažeta vzdržljivost dejansko različno: večstopenjski test pokaže napredek od prvega do drugega testiranja, od drugega do tretjega pa ne, medtem pa enostopenjski test kaže napredek skozi celotno vadbeno obdobje. LP se pri večstopenjskem testu pojavi pri $LP_2 = 190W$, $LP_3 = 192W$, precej nižje se je pojavil pri prvem testiranju, $LP_1 = 137W$, kar kaže na povišanje vzdržljivosti v prvem mesecu vadbe. Drugače pokaže VP, $VP_1 = 204W$ pri 62 l/min, $VP_2 = 248W$ pri 62 l/min in $VP_3 = 181W$ pri 55 l/min. Podobno pokaže tudi $VC O_2P$. Kar zadeva enostopenjski test je velika razlika opazna pri laktatni krivulji: $LA_1 = 10,9 \text{ mmol/l}$, $LA_2 = 10,4 \text{ mmol/l}$ in $LA_3 = 5,3 \text{ mmol/l}$ krvi v 6 min trajanja intenzivnosti 280 W. Torej je bila vrednost tretjega testiranja približno za pol manjša kot pri ostalih dveh testiranjih. Ugotovili smo, da je za spremljanje vzdržljivosti športnika skozi vadbeno obdobje ne uporablja zgolj enega testa.

Keywords: *incremental test, continuous test, endurance, continuous method*

DOES A CONTINUOUS METHOD OF ENDURANCE EXERCISE AFFECTS ACCORDINGLY ON INDICATORS IN INCREMENTAL AND CONTINUOUS TEST

Peter Vitez

ABSTRACT

With this work we wanted to determine how continuous training method affects on changes on indicators in two tests of endurance. For this purpose, we have used a incremental and continuous test. In this study we used the results of only one subject. Each test was performed three times in the study. First at the start, second in the middle and third at the end of the training period. Exercise period lasted for two months. Training has repeted four times per week. Each exercise lasted 30 minutes at maximum possible intensity and was held ot the cyclo-ergometer. During training, we were measuring heart rate, frequency of pedalling was predetermined. For each of the tests we measured: the blood lactate concentration, heart rate, oxygen consumption, the amount of carbon dioxide production, ventilation and respiratory quotient, which determine what kind of fuel was consuming during exercise. Before the start of the study, we already speculated that training effects will not match when observing from two kinds of testing. Because endurance is complex, it should be observed from different aspects. Both tests had shown results differently: incremental test shows progress in endurance between the first and the second test, but not also between second and the third, while continuous test shows progress throughout the exercise period. Lactate threshold (LT) in incremental test occurs at $LT_2 = 190W$, $LT_3 = 192W$ and much lower at the first test, $LT_1 = 137W$, wich indicates higher level of endurance in the first month of training. A lot differently shows the ventilatory threshold (VT): $VT_1 = 204W$ at 62 l/min, $VT_2 = 248W$ at 62 l/min and $VT_3 = 181W$ at 55 l/min. Carbon dioxide threshold (VCO_2T) shows similarly as VT. In continuous test there is a big difference at lactate curve: $LA_1 = 10,9 \text{ mmol/l}$, $LA_2 = 10,4 \text{ mmol/l}$ in $LA_3 = 5,3 \text{ mmol/l}$ in 6th minute of duration of intensity at 280 W. So, the value of the third test is approximately half lower than in the other two tests. Therefore, we have concluded that monitoring the endurance of athletes should use more one test.

KAZALO

1. UVOD	7
1.1 VADBA VZDRŽLJIVOSTI	7
1.2 NEPREKINJENA METODA.....	8
1.3 DOSEDANJE RAZSKAVE UČINKOV VZDRŽLJIVOSTNE VADBE.....	9
1.3.1 UČINKI VZDRŽLJIVOSTNE VADBE NA KOPIČENJE LAKTATA V KRVI	10
1.3.2 UČINKI VZDRŽLJIVOSTNE VADBE NA DIHALNI SISTEM.....	10
1.3.3 UČINKI VZDRŽLJIVOSTNE VADBE NA SRČNO-ŽILNI SISTEM	10
1.3.4 UČINKI VZDRŽLJIVOSTNE VADBE NA KRI.....	10
1.4 PROBLEM.....	11
1.5 CILJ.....	11
1.6 HIPOTEZA.....	11
2. METODE DELA	12
2.1 PREISKOVANCI.....	12
2.2 PRIPOMOČKI.....	12
2.3 POSTOPEK.....	13
2.3.1 VADBENI PROCES	13
2.3.2 POSTOPEK VEČSTOPENJSKEGA TESTA	13
2.3.3 POSTOPEK ENOSTOPENJSKEGA TESTA.....	13
3. REZULTATI IN RAZPRAVA.....	14
3. 1 REZULTATI.....	14
3.1.1 VADBA	14
3.1.2 VEČSTOPENJSKI TEST.....	17
3.1.3 ENOSTOPENJSKI TEST	25
3.2 RAZPRAVA	31
4. SKLEP	33
5. VIRI.....	34

1. UVOD

1.1 VADBA VZDRŽLJIVOSTI

Shephard (1992) razlaga, da športe lahko razdelimo na tiste, ki zahtevajo veliko moči in športe, ki zahtevajo izjemno vzdržljivost. Ti športi se med seboj razlikujejo predvsem po aktivaciji različnih tipov mišičnih vlaken oziroma pri športnikih, ki se denimo ukvarjajo predvsem z vzdržljivostnimi športi prevladujejo rdeča vzdržljiva mišična vlakna tipa I. Avtor navaja še, da je vzdržljivost odvisna od preskrbe mišičnih celic z kisikom in hranili, medtem, ko je hkrati potrebno tudi, da se uspešno odvajajo stranski produkti, kot so na primer ogljikov dioksid in vodik.

Vzdržljivost delimo na več vrst in sicer na hitrostno vzdržljivost, dolgotrajno vzdržljivost in superdolgotrajno vzdržljivost (Ušaj, 2003). Med seboj se razlikujejo predvsem po trajanju in intenzivnosti obremenitve. Različen je odziv organizma na različno vadbo, saj pri različnih tipih in metodah vadbe potekajo v telesu različni (energijski) procesi, tudi pomembni sistemi (srčnožilni, dihalni, živčni, mišični...) se različno odzovejo na vadbo.

Vadbenih metod, ki se uporabljajo za povečanje dolgotrajne vzdržljivosti je veliko, zato bomo sedaj opisali zgolj običajne metode. Åstrand (1992) navaja tri klasične metode in sicer prekinjajočo, intervalno in neprekinjeno metodo.

Intervalna metoda predstavlja vadbo, pri kateri posamezen napor ne traja več kot 1 min, sicer pa je vadba sestavljena iz nekje 10 do 30 ponovitev, saj glavni del takšne vadbe traja okoli 30 min. Ti naporji so v vadbi dolgotrajne vzdržljivosti najkrajši. Åstrand (1992) je ugotovil, da vsebnost laktata pri intervalni vadbi, ki uporablja 10 s obremenitve, ne narašča izrazito, medtem, ko pri naporih, ki trajajo 60 s vsebnost laktata narašča bolj izrazito.

Metoda s ponavljanji je zelo podobna intervalni, le, da so naporji daljši nekje od 2 do 6 minut. Gre v bistvu za aerobno-anaerobni napor, saj v povprečju ljudje pri tovrstni vadbi še zmorejo zadovoljiti potrebo po kisiku (Åstrand, 1992).

Neprekinjena metoda pomeni vadbo, katere napor je daljši od 10 min in je neprekinjen. Åstrand (1992) je tako ugotovil, da pri takšni vadbi poraba kisika ni največja.

Ušaj (2003) pa metode povečevanja dolgotrajne vzdržljivosti še dodatno razdeli in sicer na: metodo neprekinjenega napora, metodo s ponavljanji (napor 3 do 15 min, 3 do 10 ponovitev, odmori pa 3 do 7 min), piramida (razdalja ponovitev do sredine narašča, nato zmanjšuje), intervalna metoda, kombinirana metoda (pomeni kombinacijo metode s ponavljanji in intervalno metodo) in fartlek (»igra hitrosti«, različne razdalje z vmesnimi vajami).

Sposobnost, ki jo označujemo kot dolgotrajna vzdržljivost, definira napore, ki trajajo od 3 minut do ene ure (Ušaj, 2003).

Kot vsak tip vadbe ima tudi vadba dolgotrajne vzdržljivosti svoje cilje, to pa je spremeniti omejitvene dejavnike. To so tisti dejavniki, ki opredelijo največje (omejitve) zmožnosti delovanja človekovih telesnih sistemov, kot so dihalni sistem, srčnožilni sistem, živčni sistem, gibalni sistem, presnovni procesi. Prav tako med omejitvene dejavnike prištevamo tudi zunanje okoljske dejavnike, kot so temperatura okolja, nadmorska višina, vlažnost zraka, podlaga (po kateri se premikamo).

Pri načrtovanju vadbe je na voljo več vadbenih metod, ki se jih uporablja za doseg različnih ciljev. Vsaka metoda se od druge razlikuje, zato pričakujemo, da imajo različne metode različen učinek na njegovo zmogljivost in končni tekmovalni rezultat športnika. Prav zaradi tega je pomembno, da vadbeno metodo trener izbere optimalno. Raziskav vplivov vadbenih metod je veliko, pa vendar je metod in različic tako veliko, da danes še zdaleč niso pojasnjeni njihovi učinki. Vedno se pojavljajo tudi nove metode ali so običajne metode prilagojene značilnostim določenega športnika. Tako se športniku omogoči pot do vrha oziroma najboljšega možnega športnega dosežka.

1.2 NEPREKINJENA METODA

Kot že prej omenjeno metoda z neprekinjenim naporom pomeni dalj časa trajajočo neprekinjeno obremenitev. Vadba po neprekinjeni metodi traja od 30 do 90 minut in je nizke do srednje intenzivnosti (Ušaj 2003). Vadba vpilva predvsem na prilagajanje mišičnih vlaken tipa I (vzdržljiva mišična vlakna) na dolgotrajni napor, srčno-žilni sistem in presnovo.

Tovrstna vadba je primerna predvsem za tekače, kolesarje, smučarje, plavalce in kajakaše meni Åstrand (1992). Poteka pri submaksimalni porabi kisika. Pri takšni vadbi le deloma potekajo tudi anaerobni energijski procesi.

Za primer Åstrand (1992) opisuje vrhunskega tekača maratonca, ki »ima visok maksimalen sprejem kisika na kilogram telesne mase, dobro ekonomičnost teka in zato lahko teče z visokim odstotkom maksimalne aerobne moči brez kopičenja protonov in laktata«. Za denimo maratonske tekače in tekače na smučeh avtor trdi, da imajo zelo visok odstotek mišičnih vlaken tipa I (okoli 80%).

1.3 DOSEDANJE RAZSKAVE UČINKOV VZDRŽLJIVOSTNE VADBE

Kljub temu, da je na temo fiziologije in športnega treniranja moč dobiti ogromno člankov oziroma raziskav, pa je naša raziskava nekoliko bolj specifična, saj je njen namen preiskati odziv večih sistemov organizma na vadbo vzdržljivosti. Sorodne raziskave obravnavajo posamezne telesne sisteme.

Bourgois, Coorevits, Danneels, Witvrouw, Cambier in Vrijens (2004) so ugotavljali ali velja, da je točka defleksije frekvence srca pokazatelj laktatnega praga med kolesarjenjem. Sicer so ugotovili, da obstaja določena korelacija, vendar trdijo, da metoda za prakso ni uporabna. Ta raziskava nam bo v pomoč predvsem zaradi podatkov merjenj frekvence srca in laktata v krvi pri večstopenjskem testu.

Faude, Kindermann in Meyer (2009) so raziskovali kako veljaven je koncept laktatnega praga z uporabo večstopenjskih testov. Z rezultati te raziskave bomo lahko primerjali kopičenje laktata v krvi, in lažje interpretirali naše rezultate. Sicer pa trdijo, da je laktatni prag nezanemarljivega pomena pri diagnosticiranju, kot tudi pri predvidevanju aerobne vzdržljivosti.

Učinke intenzivnosti vadbe na porabo kisika v mišicah, ki med vadbo niso aktivne je ugotavljal Nagasawa (1996). V raziskavi je za merjenje oksigenacije uporabljal metodo bližnje infrardeče spektroskopije. Vadba je potekala na ciklo ergometrih in je bila dokaj podobna naši raziskavi. Ugotovil je, da se pri vadbi z nizko (30% VO₂max) in srednjo (50% VO₂max) intenzivnostjo poraba kisika močno narašča 15 do 20 min po začetku vadbe. Za razliko od porabe kiska se je ventilacija povečala že takoj ob pričetku vadbe.

Carter, Jones in Doust (1999) so ugotavljali kakšni so učinki 6-tedenske vzdržljivostne vadbe na hitrost teka pri nizki koncentraciji laktata v krvi 3 mmol/l. Zanimivo bo primerjati slednje rezultate, saj nas med drugim zanima tudi kakšne so razlike med vadbo z nizko obremenitvijo in vadbo, ki vključuje maksimalno obremenitev. Dokazali so, da 6-tedenski program treninga vzdržljivosti, ki se je sicer pokazal, kot napredek v hitrosti teka v maksimalnem stacionarnem stanju laktata in opaznem premiku laktatne krivulje v desno, nima vpliva na hitrost teka pri nizki koncentraciji laktata 3 mmol/l .

Učinke vzdržljivostne vadbe na razgradnjo laktata po vadbi so v svoji raziskavi opisali Fukuba, Walsh, Morton, Cameron, Kenny in Banister (1998). Ugotovili so, da se pri vseh štirih športnikih, ki si jih testirali z vadbo povečuje hitrost razgradnje laktata v krvi.

Baba, Nagashima, Goto, Nagano, Yokota, Tauchi in Nishibata (1996) so ugotavljali povezavo med porabo kisika in ventilacijo pri večstopenjskem testu. Dokazali so, da med tema dvema kazalcema obstaja velika korelacija in zanima nas, ali bodo kazalci ventilacija in poraba kisika enako ali vsaj podobno pokazali tudi pri naših testih.

1.3.1 UČINKI VZDRŽLJIVOSTNE VADBE NA KOPICENJE LAKTATA V KRVI

Kot so prikazali Carter, Jones in Doust (1999) v svoji raziskavi, se laktatna krivulja po določenem vadbenem obdobju premakne v desno. To pomeni, da se laktatni prag in/ali OBLA po nekem vadbenem obdobju pojavita pri višji intenzivnosti obremenitve, kot pred vadbenim obdobjem. Vzdržljivostna vadba vpliva tudi na razgradnjo laktata v krvi in sicer kot so ugotovili Fukuba, Walsh, Morton, Cameron, Kenny in Banister (1998), se hitrost razgradnje laktata v krvi z vadbo povečuje. Enako potrjujejo Spengler, Roos, Laube in Boutellier (1999), ki med drugim navajajo tudi, da se s časoma na vzdržljivostno vadbo prilagajajo tudi respiratorne mišice, katere prično porablja več laktata. To se pozna na manjši utrujenosti.

1.3.2 UČINKI VZDRŽLJIVOSTNE VADBE NA DIHALNI SISTEM

Katch (1986, v Katch, Katch in McArdle, 1986) trdi, da se pri 4-tedenskem treningu v submaksimalni intenzivnosti ventilacija nekoliko zniža, saj se poveča volumen vdihanega zraka, dihalne mišice so bolj prilagojene za obremenitev, prav tako je na obremenitve prilagojen mišični sistem, oziroma predvsem mišice, ki so aktivne pri določeni športni aktivnosti. Zaradi tega, kot pravi Katch, je poraba kisika znatno manjša, če jo opazujemo pri enaki obremenitvi.

1.3.3 UČINKI VZDRŽLJIVOSTNE VADBE NA SRČNO-ŽILNI SISTEM

Åstrand in Rodahl (1970) pojasnujeta, da se z vadbo poveča predvsem utripni volumen srca, kar vpliva tudi na boljšo porabo kisika. Razlagata tudi, da krvni tlak narašča premosorazmerno z naraščanjem porabe kisika. Zaradi vazodilatacije je sicer pretok krvi skozi delujoče mišice povečan, vendar krvni tlak narašča zaradi povečanega delovanja srca, še navajata avtorja.

1.3.4 UČINKI VZDRŽLJIVOSTNE VADBE NA KRI

Gledhill (1982, v Åstrand, 1992) razlaga, kako je kvaliteta krvi pomembna za doseganje optimalne zmogljivosti organizma. Pravi, da je za to izjemno pomembna količina hemoglobina v krvi, saj le ta določa kapaciteto transporta kisika do celic oziroma mišic, ki so med vadbo aktivne. Delež rdečih krvnih teles, katera vsebujejo hemoglobin (hematokrit) pri zdravih moških znaša nekje okoli 45% celotnega volumna krvi (Gledhill, 1982, v Åstrand, 1992).

1.4 PROBLEM

Raziskav o skladnosti prilagajanja različnih sistemov na vadbo dolgotrajne vzdržljivosti pri maksimalni intenzivnosti je zelo malo. Sicer obstajajo določene raziskave (kot prej omenjene), vendar te raziskujejo le posamezne odzive sistemov telesa na določeno vadbo, kot je na primer prilagajanje kardiovaskularnega sistema na vzdržljivostno vadbo na tekalni stezi. Pri tem ni mogoče predvideti, ali se bodo različni sistemi spreminjali skladno. Če prihaja do neskladnosti nas zanima, kateri sistemi in kako se spreminjajo pri vadbi z neprekinjenim naporom. Morebitne razlike namreč zelo zapletejo razumevanje prilagajanja.

1.5 CILJ

Glede na podatke, ki so bili pridobljeni iz dveh različnih testov (enostopenjski in večstopenjski test) želimo ugotoviti, kako neprekinjena metoda vadbe vpliva na spremembe kazalcev testov. Pri tem bomo opazovali kazalce pri submaksimalni in maksimalni intenzivnosti. Posebej nas bo zanimala pomembna razlika v frekvenci srca, porabi kisika in vsebnosti laktata v krvi.

1.6 HIPOTEZA

Predvidevamo, da se bodo kazalci, ki kažejo zmogljivost srčno-žilnega sistema, aktivnost aerobnih energijskih procesov in anaerobnih energijskih procesov spremenili tako, da bo iz njihovih sprememb mogoče sklepati o povečani vzdržljivosti. Kljub temu, da se vzdržljivost kaže na različne načine pri različnih obremenitvah sklepamo, da bosta dva različna načina obremenjevanja v našem poskusu pokazala skladne spremembe vzdržljivosti.

2. METODE DE LA

2.1 PREISKOVANCI

Uporabili smo zgolj rezultate enega preiskovanca iz dvomesečnega vadbenega obdobja, treh enostopenjskih in treh večstopenjskih testov. Preiskovanec se ni s kolesarstvom nikoli resneje ukvarjal, kar je bil pogoj pri pristopu k raziskavi. Sicer se je dalj časa ukvarjal z atletiko, natančneje tekom na srednje proge (800m, 1500m).

Telesne značilnosti preiskovanca (med obdobjem treningov in testiranj):

- Telesna teža: 75kg
- Telesna višina: 183cm

2.2 PRIPOMOČKI

TRENINGI:

- merilnik srčne frekvence Polar – *Polar 810i, Polar Electro Oy, Finland*
- ciklo-ergometer – *Ergoline 900, Sensor Medics, Yorbalinda, California*

TESTIRANJE:

- merilnik srčne frekvence – *Polar 810i, Polar Electro Oy, Finland*
- ciklo-ergometer – *Ergoline 900, Sensor Medics, Yorbalinda, California*
- merilnik ventilacije, porabe kisika in proizvedenega ogljikovega dioksida - *Vmax 29c, Sensor Medics, Yorbalinda, California*
- naprava za analiziranje oziroma merjenje vsebnosti laktata v krvi – *Milifotometer plus LP20, Dr. Lange, Berlin*
- računalnik

2.3 POSTOPEK

2.3.1 VADBENI PROCES

Z vadbo smo pričeli takoj po prvem testiranju. Vadba je bila na sporedu štirikrat tedensko tako, da je bil običajno sreda mikrocikla prost dan. Skupno je vadbena obdobje trajalo dva meseca. V tem času smo opravili 29 treningov. Vsak trening je bil sestavljen iz 5 do 10 min ogrevanja pri obremenitvi okoli 100 W, 30 min glavnega dela kolesarjenja v obremenitvi, ki smo jo še zmogli zdržati do konca vendar z namenom, da bomo obremenitev povečali takoj, ko bo to mogoče. Ko smo se po določenem času na izbrano obremenitev prilagodili, smo obremenitev primerno povečali. Skozi celoten trening smo imeli nameščene merilce srčne frekvence, med treningom smo merili tudi intenzivnost obremenitve.

2.3.2 POSTOPEK VEČSTOPENJSKEGA TESTA

V primerni (kolesarski) opremi se je testiranec namestil na kolo - cikloergometer (poskrbi za vse nastavitve na kolesu). Umeril je vse merilne naprave, ki jih je kasneje uporabljal. Preiskovanec si je namestil na obraz obrazno dihalno masko, katera je omogočala merjenje ventilacije in količine vdihanih ter izdihanih plinov. Nato je preiskovanec pričel z ogrevanjem. Pedale je vrtel na nizki obremenitvi 10 min, nato se vsake 4 minute obremenitev poveča za 40 W. Začetna obremenitev je 40 W. Test se je zaključil, ko testiranec ni zmož več premagovati obremenitve (stopnje do katere je prišel) pri frekvenci 60/min. Meri se enake kazalce z enakimi postopki kot pri enostopenjskem testu.

2.3.3 POSTOPEK ENOSTOPENJSKEGA TESTA

Priprava na testiranje je bila enaka kot pri večstopenjskem testu, drugačen je bil le postopek samega testiranja. Preiskovanec se je najprej ogrel (10 min), nato pričnel z testom. Test se je izvajal pri takšni obremenitvi, s katero je preiskovanec zaključil pri večstopenjskem testu. Test se je izvajal dokler je preiskovanec še zmož vrteti pedale pri frekvenci 60/min. Vmes smo izmerili tudi krvni tlak ter vsebnost laktata v krvi. Odvzem krvi je bil iz ušesne mečice. Podatke o ventilaciji, porabi in tvorbi plinov, vsebnost kisika v krvi je beležil računalnik. Vse podatke smo nato prepisali v preglednico.

3. REZULTATI IN RAZPRAVA

3.1 REZULTATI

3.1.1 VADBA

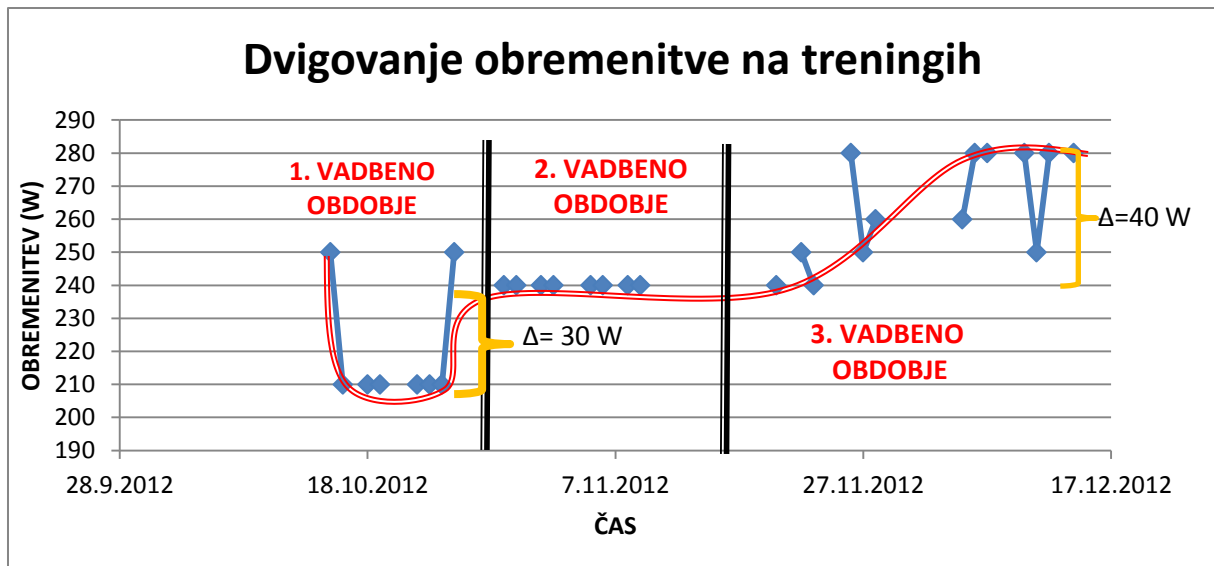
Treninge smo izvajali tako, kot je opisano že v prejšnjem poglavju, štirikrat tedensko, pol ure kolesarjenja pri obremenitvi (katero smo lahko zdržali do konca). Rezultate in raspored treningov predstavljamo v spodnji tabeli. V tabeli so predstavljeni: datum, dan, zaporedna številka, obremenitev in trajanje treninga. Vrstice obarvane z zeleno pomenijo opravljene treninge, vrstice brez barve pa treninga proste dneve.

Preglednica 1: raspored treningov

datum	dan	št. treninga	obremenitev	trajanje
15.10.2012	ponedeljek	1	250	30 min
16.10.2012	torek	2	210	30 min
17.10.2012	sreda	3		
18.10.2012	četrtek	4	210	30 min
19.10.2012	petek	5	210	30 min
20.10.2012	sobota	6		
21.10.2012	nedelja	7		
22.10.2012	ponedeljek	8	210	30 min
23.10.2012	torek	9	210	30 min
24.10.2012	sreda	10	210	30 min
25.10.2012	četrtek	11	250	30 min
26.10.2012	petek	12		
27.10.2012	sobota	13		
28.10.2012	nedelja	14		
29.10.2012	ponedeljek	15	240	30 min
30.10.2012	torek	16	240	30 min
31.10.2012	sreda	17		
1.11.2012	četrtek	18	240	30 min
2.11.2012	petek	19	240	30 min
3.11.2012	sobota	20		
4.11.2012	nedelja	21		
5.11.2012	ponedeljek	22	240	30 min
6.11.2012	torek	23	240	30 min
7.11.2012	sreda	24		
8.11.2012	četrtek	25	240	30 min
9.11.2012	petek	26	240	30 min
10.11.2012	sobota	27		
11.11.2012	nedelja	28		
12.11.2012	ponedeljek	29		

13.11.2012	torek	30		
14.11.2012	sreda	31		
15.11.2012	četrtek	32		
16.11.2012	petek	33		
17.11.2012	sobota	34		
18.11.2012	nedelja	35		
19.11.2012	ponedeljek	36		
20.11.2012	torek	37	240	30 min
21.11.2012	sreda	38		
22.11.2012	četrtek	39	250	30 min
23.11.2012	petek	40	240	30 min
24.11.2012	sobota	41		
25.11.2012	nedelja	42		
26.11.2012	ponedeljek	43	280	30 min
27.11.2012	torek	44	250	30 min
28.11.2012	sreda	45	260	30 min
29.11.2012	četrtek	46		
30.11.2012	petek	47		
1.12.2012	sobota	48		
2.12.2012	nedelja	49		
3.12.2012	ponedeljek	50		
4.12.2012	torek	51		
5.12.2012	sreda	52	260	30 min
6.12.2012	četrtek	53	280	30 min
7.12.2012	petek	54	280	30 min
8.12.2012	sobota	55		
9.12.2012	nedelja	56		
10.12.2012	ponedeljek	57	280	30 min
11.12.2012	torek	58	250	30 min
12.12.2012	sreda	59	280	30 min
13.12.2012	četrtek	60		
14.12.2012	petek	61	280	30 min

Glede na podatke v tabeli 1, smo izdelali grafikon, ki prikazuje kako smo tekom časa oziroma treningov obremenitev postopoma dvigovali, predstavljen je na naslednji strani.



Grafikon 1: Povečevanje obremenitve v obdobju vadbe

Iz grafa je razvidno, da je obdobje treningov in testiranj trajalo dva meseca. Vidi se, da je obremenitev, ki smo jo postavili na prvem treningu bila previsoka, zato smo jo iz 250 W zmanjšali na 210 W. Pri tej obremenitvi smo opravljali treninge dva tedno, nato smo obremenitev povečali na 240 W, saj je prejšnja postala prelahka. Pri 240 W nato treniramo še tri tedne, vmes je bil tudi en teden odmora oziroma smo v tistem tednu (12.11.2012 do 16.11.2012) opravili z drugim testiranjem. 26.11.2012 smo obremenitev povečali na 280 W in pri tej obremenitvi vztrajali vse do konca treningov. Torej se intenzivnost vadbe poveča dvakrat: po dveh tednih, v prvem vadbenem obdobju na 240 W v drugem vadbenem obdobju in nato po 3 tednih na 280 W, v tretjem vadbenem obdobju.

3.1.2 VEČSTOPENJSKI TEST

V tem poglavju predstavljamo rezultate treh večstopenjskih testov. Vsi rezultati so prikazani na grafikonih, na katerih je razvidno, katere točke in črte, ki jih povezujejo, predstavljajo posamičen test. Pod vsakim grafikonom predstavljamo tudi izračunane podatke o LP – laktatni prag, OBLA – »onset of blood lactate accumulation«, maksimume vrednosti, ter vrednosti pri izbranih obremenitvah (120 W, 200 W in 280 W), katere nam omogočijo boljšo predstavo o razlikah med rezultati testov.

Preglednica 2: vrednosti kazalcev vzdržljivosti v večstopenjskem obremenilnem testu

	enota	1. TEST	2. TEST	3. TEST
P (LP)	W	137	190	192
P (OBLA)	W	209	258	246
P (max)	W	280	320	320
FS (LP)	1/min	142	142	145
FS (OBLA)	1/min	168	165	163
FS (max)	1/min	196	187	185
LA (LP)	mmol/l	1,5	3,3	1,9
LA (OBLA)	mmol/l	4	4	4
LA (max)	mmol/l	7,8	9,5	8,8
VO2 (max)	l/min	3,294	3,104	3,489

Pri prvem testu se laktatni prag pojavi pri 137 W obremenitve in vsebnosti laktata 1,5 mmol/liter krvi. Frekvenca srca je v tem trenutku znašala 142 1/min. OBLA (onset of blood lactate accumulation) je pri prvem testu pri 209 W, frekvenca srca pa 168 1/min.

Laktatni prag pri drugem testu je pri obremenitvi 190 W in frekvenci srca 142 1/min. Vsebnost laktata je 3,3 mmol/l. OBLA se pojavi pri 258 W z FS 165 1/min.

Pri zadnjem, tretjem testu je laktatni prag pri 192 W, frekvenca srca pri laktatnem pragu pa 145 1/min in vsebnost laktata 1,9 mmol/l. OBLA je pri 246 W z frekvenco srca 163 1/min.

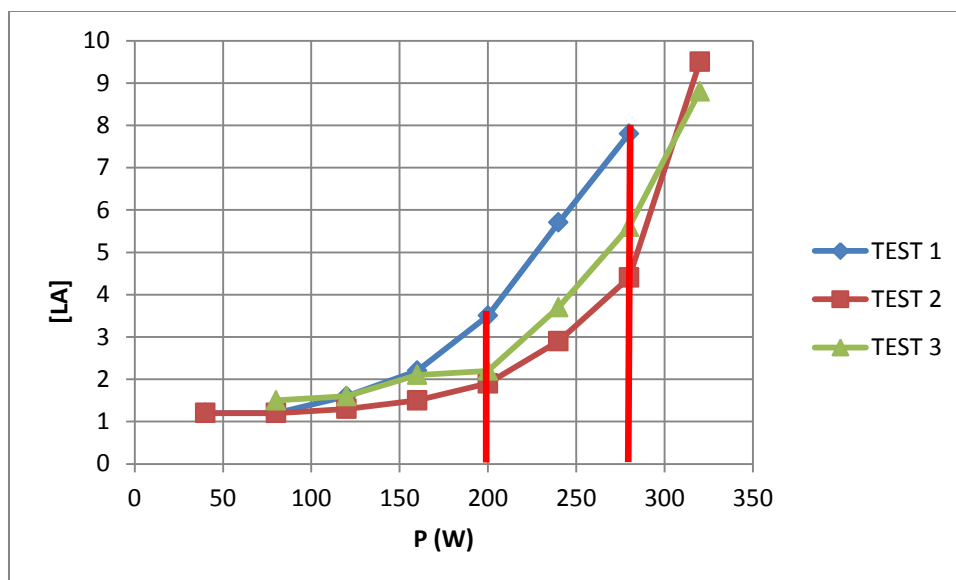
Iz zgoraj navedenih podatkov, je očitno, da se laktatni prag glede intenzivnosti obremenitve poveča v enem mesecu vadbe, potem pa se ohrani na doseženem nivoju. Se pa drugi test od ostalih dveh razlikuje predvsem v vsebnosti laktata, saj le ta dosega skoraj dvakratno vrednost, kot ostala dva testa. Frekvence srca so pri vseh treh podobne oziroma enake.

OBLA se iz prvega testa (209 W) nekoliko poveča in pri drugem znaša 258 W in se pri tretjem testu ponovno zniža, kot je tudi razvidno iz grafikona 2.

Spodaj prikazujemo vrednosti ventilacijskega praga (VP) in praga ogljikovega dioksida (VCO_2P) za vse tri teste. Najvišje vrednosti so pri drugem testu. Ventilacijski prag sledi tej spremembi. Enako, kot pri ventilacijskem pragu je podobno tudi pri pragu ogljikovega dioksida. Najvišje vrednosti se dosežejo pri drugem testiranju, potem, pri tretjem testu pa se vrednosti znižajo na nivo iz prvega testa (Preglednica 3).

Preglednica 3: vrednosti ventilacijskega praga in praga CO_2 pri testih

	1. TEST	2. TEST	3. TEST
VP	204 W, 67 l/min	248 W, 62 l/min	181 W, 55 l/min
VCO_2P	206 W, 2,404 l/min	246W, 2,429 l/min	205 W, 2,114 l/min



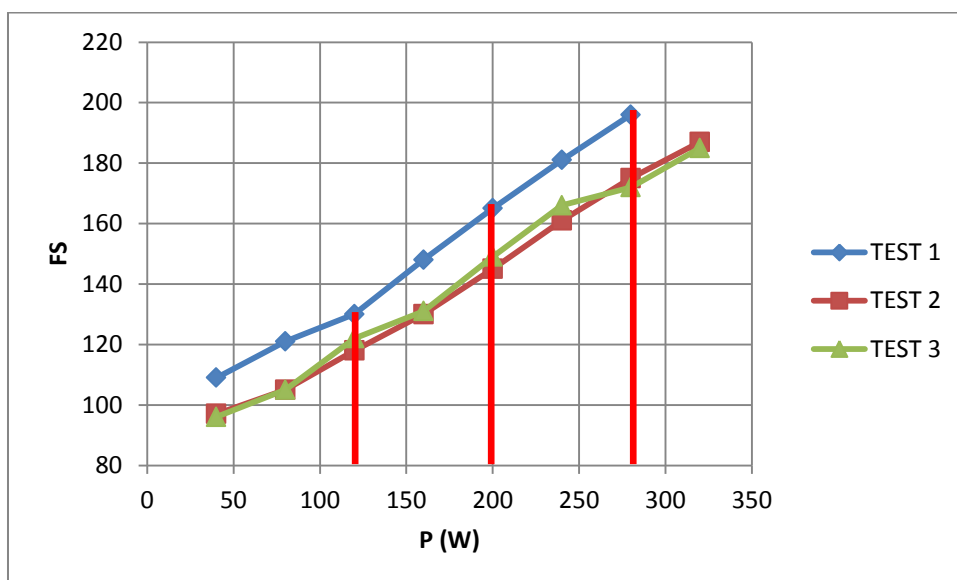
Grafikon 2: primerjava laktatne krivulje med večstopenjskim obremenilnim testom skozi vadbeno obdobje

Iz Grafikona 2 in je razvidno, da so rezultati tretjega merjenja podobni drugemu testiranju. Videti je tudi, da so maksimalne vrednosti vsebnosti laktata v krvi najvišje pri drugem testu. Med prvim in drugim testom (ter tretjim) je opazen velik pomik laktatne krivulje v desno. Kar lahko pomeni dvig vzdržljivosti, saj se kot razlagata Donovan in Brooks (1983) z vzdržljivostno vadbo poveča predvsem razgradnja laktata, nekoliko manj proizvodnja. Kot tudi prikazuje Grafikon 2, je vsebost laktata pri prvem testu pričela naraščati že bistveno prej kot pri drugem in tretjem, kar potrjuje tudi Preglednica 2, kjer so navedeni laktatni pragi vseh treh testiranj.

Preglednica 4: vrednosti vsebnosti laktata med obremenitvijo pri večstopenjskem testu

	enota	1. TEST	2. TEST	3. TEST
LA 120 W	mmol/l	1,6	1,3	1,6
LA 200 W	mmol/l	3,5	1,9	2,2
LA 280 W	mmol/l	7,8	4,4	5,6

Iz preglednice 4 je opaziti, da so vse vsebnosti laktata drugega testa bistveno nižje kot vrednosti drugih dveh testov. Razlika pri 200 W obremenitve je med prvim in drugim merjenjem 1,6 mmol/l, pri 280 W pa kar 3,4 mmol/l krvi, kar kaže na občuten napredek v vzdržljivosti. Enako pa ne velja pri primerjavi drugega in tretjega merjenja.



Grafikon 3: primerjava vrednosti frekvenc srca med večstopenjskim obremenilnim testom skozi vadbeno obdobje

Iz Grafikona 3 je razvidno, da je bila frekvenca srca pri prvem testu pri vseh obremenitvah bistveno višja, kot pri drugem in tretjem testu. Testa 2 in 3 sta trajala dlje, saj smo prvi test končali pri 280W obremenitve, drugi in tretji pa pri 320W. Torej frekvenca srca pokaže zelo podobno, kot vsebnost laktata, kaže zvišanje vzdržljivosti med prvim in drugim vadbenim obdobjem, med drugim in tretjim pa ne.

Preglednica 5: vrednosti frekvence srca med obremenitvijo pri večstopenjskem testu

	enota	1. TEST	2. TEST	3. TEST
FS 120 W	1/min	130	118	122
FS 200 W	1/min	165	145	149
FS 280 W	1/min	196	175	172

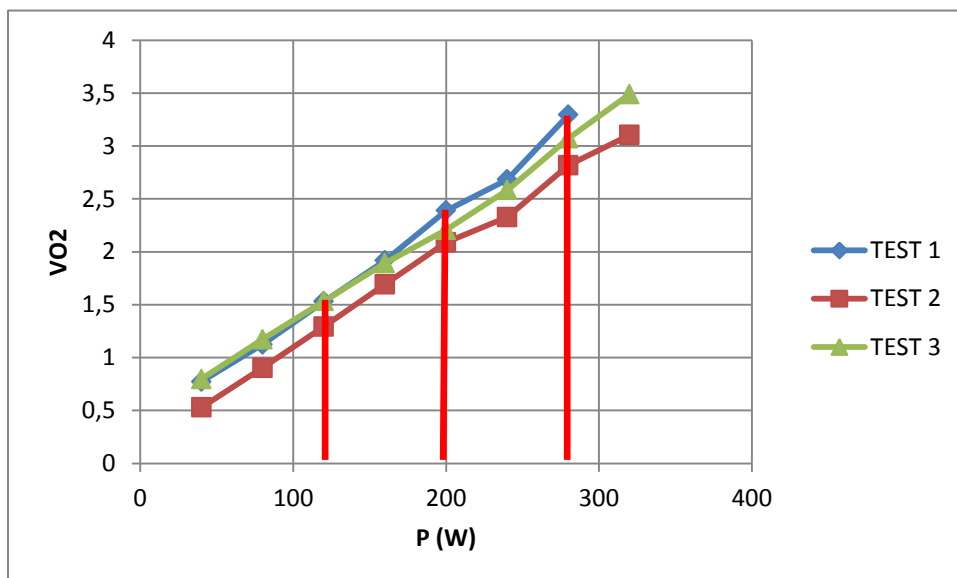
V Preglednici 5 so prikazane vrednosti frekvenc srca v večstopenjskih testih in opaziti je, da so vrednosti pri vseh treh izbranih intenzivnostih (120 W, 200 W in 280 W) vrednosti bistveno

višje pri prvem testiranju, kot drugega in tretjega testiranja, katerih vrednosti so približno enake. Sklepiti gre, da je frekvenca srca zato pokazala povišanje vzdržljivosti v prvem mesecu vadbe, v drugem pa ne.

1. Test: frekvenca srca je pri laktatnem pragu (137 W) 142 1/min, pri OBLA (209 W) 168 1/min, maksimum je bil pri prvem testu 280 W FS pa je ob maksimumu znašala 196 1/min.

2. Test: vrednosti frekvenc srca so znatno nižje kot pri prvem testu, saj je pri LP (190W) FS=142 1/min, pri OBLA (258 W) FS=165 1/min in pri maksimumu (320 W) FS=187 1/min.

3. Test: pri tretjem testu so vrednost FS zelo podobne kot pri drugem testu, razlike so praktično zanemarljive. Pri LP (192 W) je FS=145 1/min, pri OBLA (246 W) FS=163 1/min in maksimum (320 W) FS=185 1/min.



Grafikon 4: primerjava vrednosti porabe kisika med večstopenjskim obremenilnim testom skozi vadbno obdobje

Iz Grafikona 4 je razvidno, da je bila poraba kisika najnižja pri vseh intenzivnostih pri drugem testu. Vrednosti porabe kisika tako do intenzivnosti 200 W pri prvem in drugem testiranju naraščajo skoraj linearno, nato se strmost naraščanja nekoliko zmanjša med 200 W in 240 W, od tam naprej pa zopet strmo narašča. Pri tretjem testiranju je naraščanje skoraj linearno skozi celotno trajanje obremenitve.

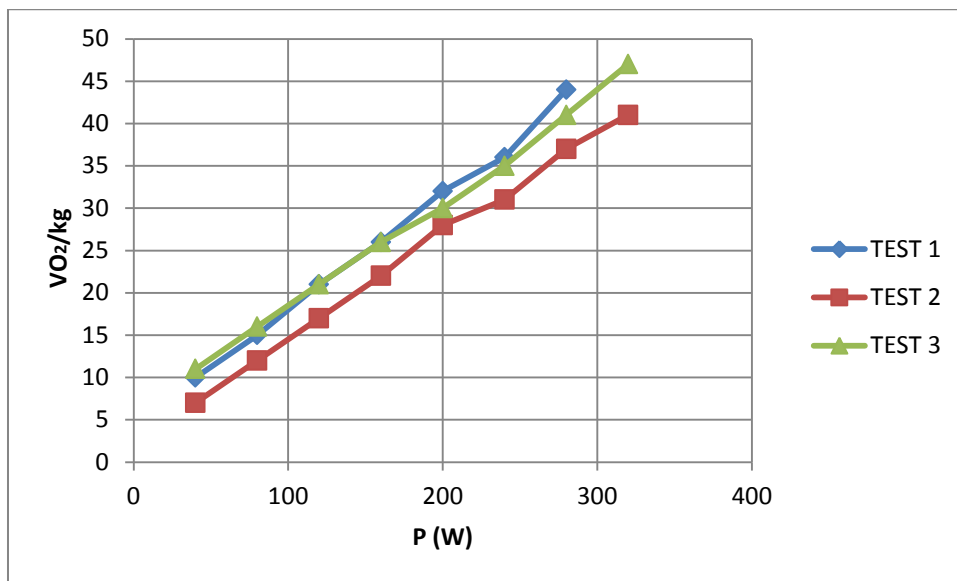
Preglednica 6: vrednosti porabe kisika med obremenitvijo pri večstopenjskem testu

	enota	1. TEST	2. TEST	3. TEST
VO ₂ 120	l/min	1,531	1,293	1,533
VO ₂ 200	l/min	2,389	2,089	2,207
VO ₂ 280	l/min	3,294	2,818	3,072

V Preglednici 6 je prikazana poraba kisika pri testih pri izbranih intenzivnostih obremenitev, ki potrjuje, da so vrednosti VO_2 daleč najnižje pri drugem testiranju (v povprečju približno -0,2 l/min).

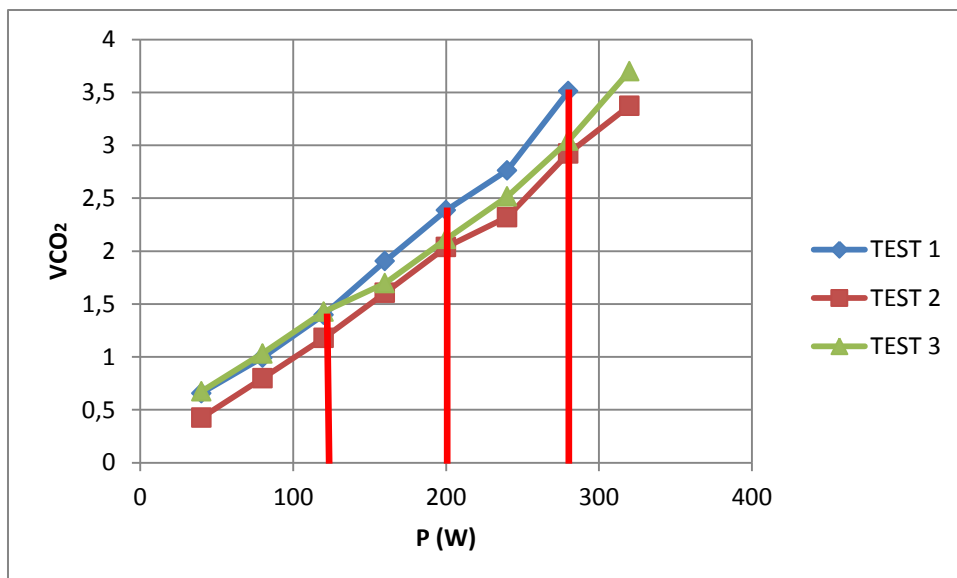
Vrednosti porab kisika so pri maksimumih slednje:

1. Test: $VO_{2max}= 3,294$ l/min
2. Test: $VO_{2max}= 3,104$ l/min
3. Test: $VO_{2max}= 3,489$ l/min



Grafikon 5: primerjava vrednosti porabe kisika na kilogram telesne mase med večstopenjskim obremenilnim testom skozi vadbeno obdobje

Grafikon 5, ki prikazuje porabo kisika na kilogram telesne mase se ne razlikuje od grafikona porabe kisika, saj se teža preiskovanca med testiranjem ni bistveno spreminjala, uporabljeni podatki porabe kisika pa so enaki, kot v grafikonu 4. Kot pravi Đurđević (1978), je poraba kisika zelo odvisna od telesne mase.



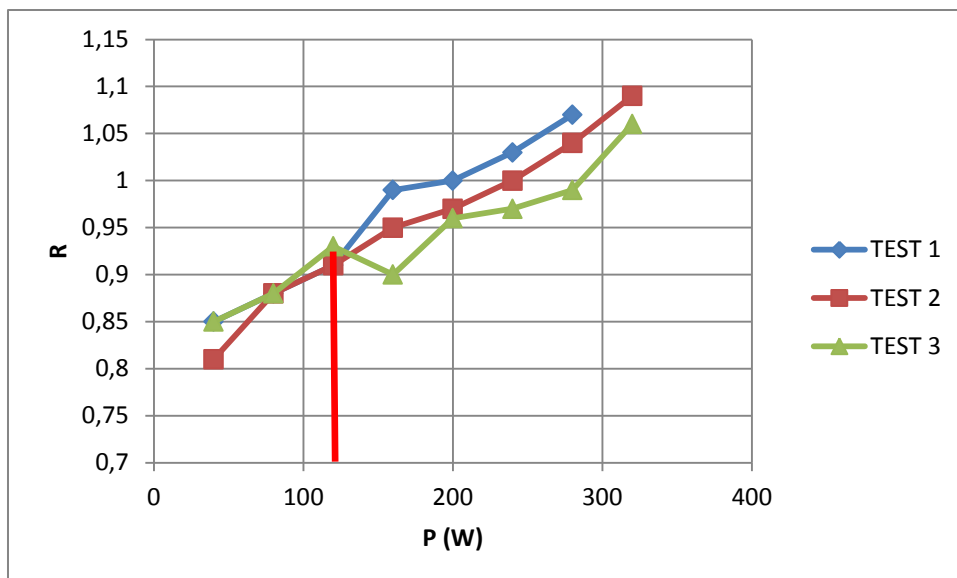
Grafikon 6: primerjava vrednosti izdihanega ogljikovega dioksida med večstopenjskim obremenilnim testom skozi vadbeno obdobje

Pri vseh treh testih se naraščanje izdihanega CO_2 -ja nekoliko zmanjša pri okoli 200W. Najnižje in posledično najboljše rezultate zopet opažamo pri drugem testu, to potrjujejo tudi rezultati meritev v Preglednici 7.

Preglednica 7: vrednosti izdihanega CO_2 -ja med obremenitvijo pri večstopenjskem testu

	enota	1. TEST	2. TEST	3. TEST
VCO_2 120	l/min	1,398	1,179	1,428
VCO_2 200	l/min	2,387	2,039	2,115
VCO_2 280	l/min	3,512	2,924	3,043

Preglednica 7 prikazuje vrednosti VCO_2 . Opazi se veliko znižanje vrednosti med prvim in drugim vadbenim obdobjem oziroma med prvim in drugim testom in sicer pri intenzivnosti 280 W za približno 0,6 l/min. V tretjem vadbenem obdobju tvorba VCO_2 zopet naraste za približno 0,2 l/min od drugega testiranja. Pri nižjih intenzivnostih so razmerja med vrednostmi podobna, le da so razlike med njimi manjše.



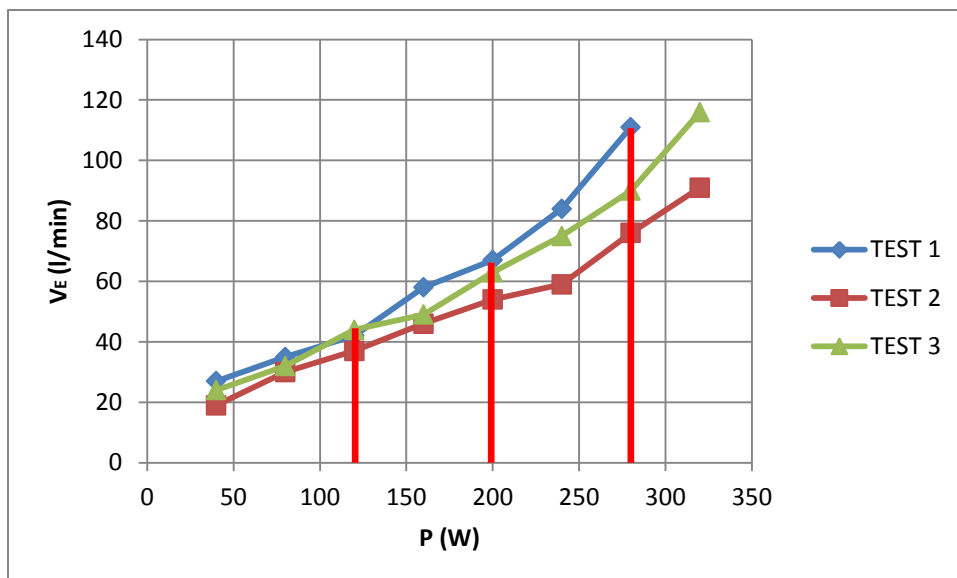
Grafikon 7: primerjava vrednosti respiratornega količnika med večstopenjskim obremenilnim testom skozi vadbeno obdobje

Respiratorni količnik – R, je količnik med proizvedenim ogljikovim dioksidom in porabo kisika. Iz njega je mogoče sklepati, ali se v energijskih procesih porabljajo pretežno maščobe ali ogljikovi hidrati. Razgradnjo maščob tako predstavljajo vrednosti R okoli 0,7, razgradnjo ogljikovih hidratov pa vrednosti R okoli 1,0 (Đurđević,1978). Potrebno je opozoriti na to, da so vrednosti VO_2 in $VC O_2$ uporabne za računanje porabe ogljikovih hidratov in maščob le od pričetka testiranja do intenzivnosti obremenitve pri kateri se pojavi laktatni prag.

Iz Grafikona 7 je razvidno, da so bile vrednosti R najnižje in posledično najboljše pri tretjem testu.

Preglednica 8: vrednosti respiratornega količnika med obremenitvijo pri večstopenjskem testu

	1. TEST	2. TEST	3. TEST
R 120	0,91	0,91	0,93



Grafikon 8: primerjava vrednosti ventilacije (V_E) med večstopenjskim obremenilnim testom skozi vadbeno obdobje

V povprečju je najvišja ventilacija pri prvem testu, $V_{E,max}$ je 111 l/min, najnižja je pri drugem testu, $V_{E,max}$ je 91 l/min in pri višji intenzivnosti obremenitve, kot pri prvem testu. Pri enaki intenzivnosti je nekoliko višja ventilacija pri tretjem testu, njen $V_{E,max}$ znaša 116 l/min, kar je sicer višje kot pri prvem testu, vendar je tretji test trajal dlje. Vrednosti ventilacije pričnejo strmeje naraščati nekje po 200 W intenzivnosti, kar potrjujejo tudi rezultati ventilacijskega praga VP v Preglednici 3.

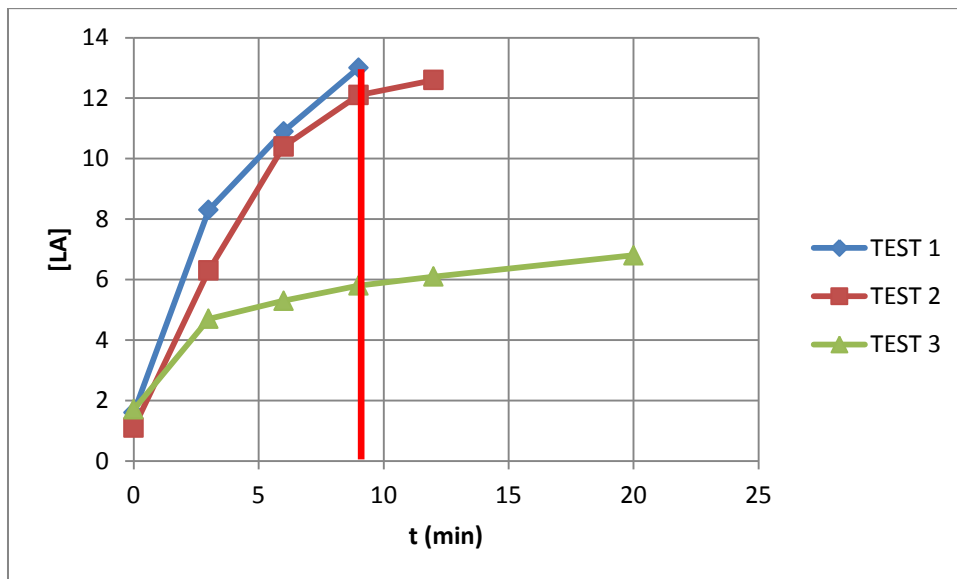
Preglednica 9: vrednosti ventilacije med obremenitvijo pri večstopenjskem testu

	enota	1. TEST	2. TEST	3. TEST
V_E 120	l/min	42	37	44
V_E 200	l/min	67	54	63
V_E 280	l/min	111	76	90

V Preglednici 9 lahko opazimo, da pri intenzivnostih obremenitve 120 in 200 W razlike med ventilacijami niso zelo velike, veliko večje so pri intenzivnosti 280 W, kjer znaša razlika med prvim in drugim testom že kar 35 l/min.

3.1.3 ENOSTOPENJSKI TEST

Tu predstavljamo rezultate vseh treh enostopenjskih testov. Ravno tako, kot pri večstopenjskih testih smo tudi tu iz rezultatov izdelali grafikone, zato, da bodo spremembe boljše razvidne. Testi so izvedeni pri enaki absolutni obremenitvi 280 W (najvišja dosežena obremenitev iz prvega testa).



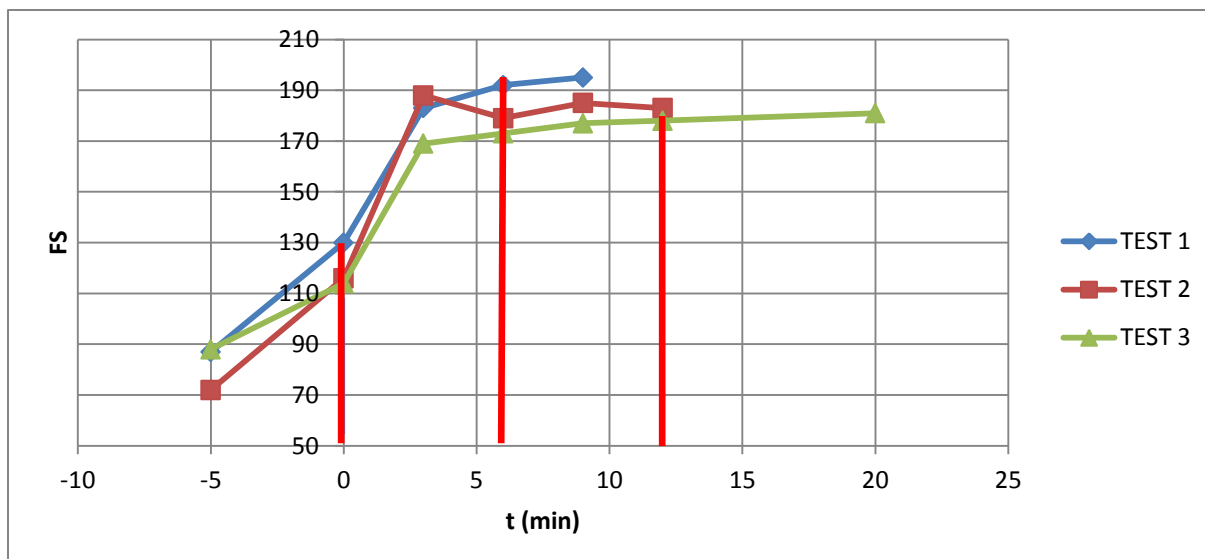
Grafikon 9: primerjava časovnih potekov vsebnosti laktata med enostopenjskim obremenilnim testom intenzivnosti skozi vadbeno obdobje

Iz grafikona 9 je jasno razvidno, da je bila z vsakim testiranjem vsebnost laktata v krvi bistveno nižja kot pri prejšnjem testu. Razlika med prvim in drugim testom sicer ni tako velika, kot razlika med drugim in tretjim testom. Vse kaže na to, da se je organizem z treningi prilagajal na obremenitev, saj se je tvorilo bistveno manj laktata oziroma se je le ta hitreje razgrajal.

Preglednica 10: vrednosti vsebnosti laktata med intenzivnostjo obremenitve pri enostopenjskem testu

	enota	1. TEST	2. TEST	3. TEST
LA ogr	mmol/l	1,6	1,1	1,7
LA 6 min	mmol/l	10,9	10,4	5,3
LA 12 min	mmol/l	/	12,6	6,1

Iz vrednosti, navedenih v preglednici 10 vidimo, da se vsebnost laktata pri ogrevanju ne razlikuje bistveno, v nadaljevanju med obremenitvijo (pri 6 minuti in pri 12 minuti), pa je vsebnost laktata več kot za polovico manjša.



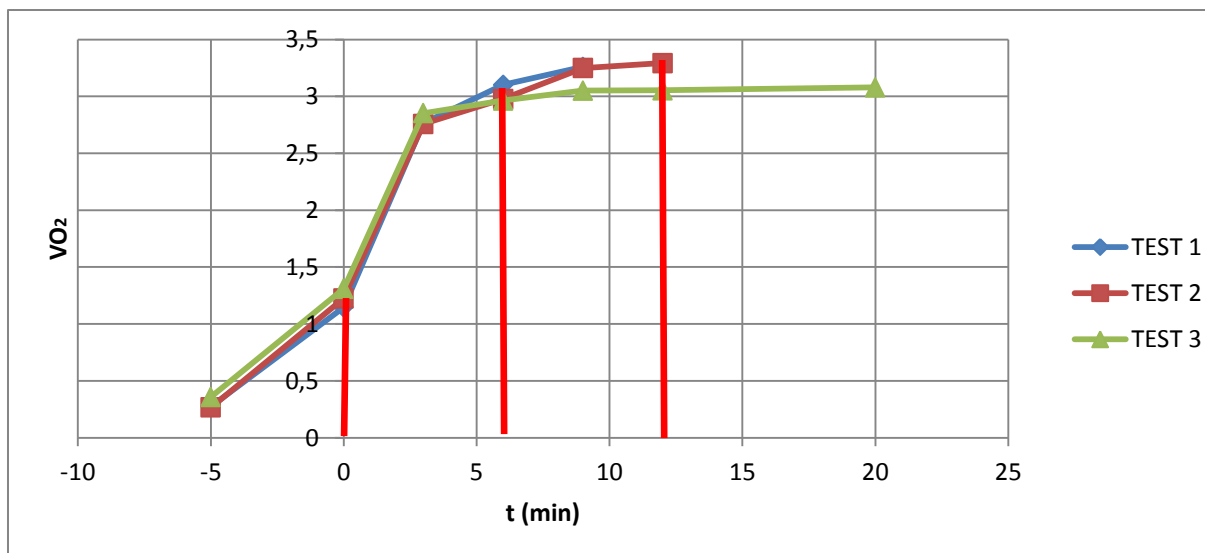
Grafikon 10: primerjava vrednosti frekvenc srca med enostopenjskim obremenilnim testom skozi vadbeno obdobje

Ravno tako, kot pri laktatnih krivuljah, prikazanih v Grafikonu 9, je tudi pri vrednostih frekvenc srca opazen napredek pri testiranjih. Vrednosti so tako pri vsakem naslednjem testu znatno nižje kot pri prejšnjem. Pri vseh treh testih frekvenca srca doseže najvišje vrednosti - nekje med tretjo in četrto minuto obremenitve. Nato se vrednosti ustalijo. Pri prvem in drugem testu je točka, kjer je FS dosegla plato med 180 in 190 1/min, pri tretjem testu, pa je bila precej nižje in sicer že pri 170 1/min, kar bi lahko pripisali temu, da se je srčno-žilni sistem nekoliko prilagodil na vadbo.

Preglednica 11: vrednosti frekvence srca med obremenitvijo pri enostopenjskem testu

	enota	1. TEST	2. TEST	3. TEST
FS ogr	1/min	130	116	114
FS 6 min	1/min	192	179	173
FS 12 min	1/min	/	183	181

Iz Preglednice 11, je vidno, da so vrednosti pri vsakem naslednjem testu bistveno nižje kot pri prejšnjem. Že med ogrevanjem je razlika med prvim testiranjem in drugim in tretjim kar približno 15 1/min. Drugo in tretje testiranje tu pokažeta v bistvu enako, saj se njune vrednosti ne razlikujejo veliko.



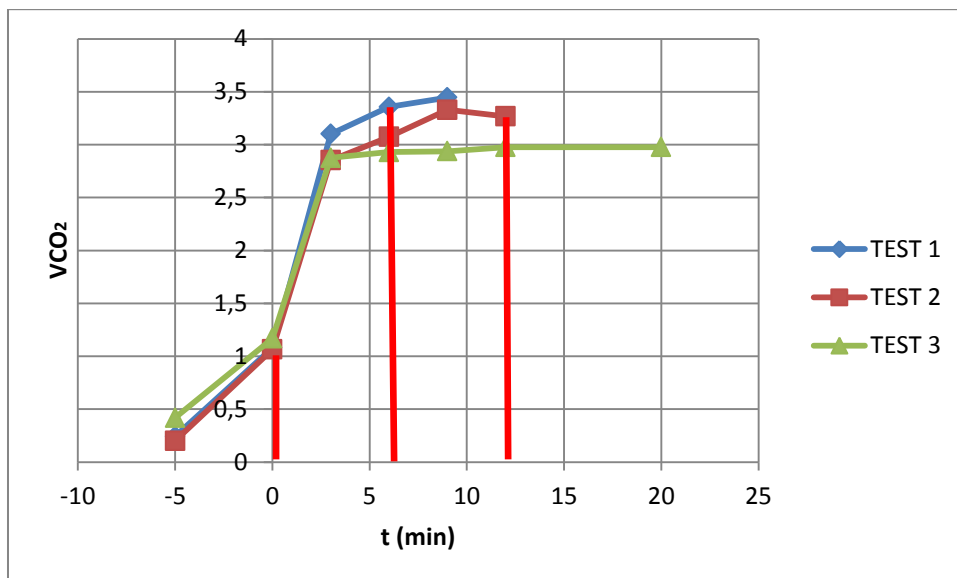
Grafikon 11: primerjava vrednosti porabe kisika med enostopenjskim obremenilnim testom skozi vadbeno obdobje

Največja poraba kisika je v večji meri omejena z zmogljivostjo srčno-žilnega sistema, sicer pa je tudi odvisna od alveolarne ventilacije in vsebnost hemoglobina v krvi (Đurđević, 1978). Naraščanje porabe kisika se v testih običajno konča takrat, ko frekvenca srca doseže maksimalne vrednosti.

Preglednica 12: vrednosti porabe kisika med obremenitvijo pri enostopenjskem testu

	enota	1. TEST	2. TEST	3. TEST
VO ₂ ogr	l/min	1,147	1,225	1,309
VO ₂ 6 min	l/min	3,101	2,978	2,963
VO ₂ 12 min	l/min	/	3,292	3,053

Kot prikazuje Preglednica 12, so največje razlike se kažejo med drugim in tretjim testiranjem, približno 0,250 l/min, vendar šele po 12 min trajanja obremenitve.



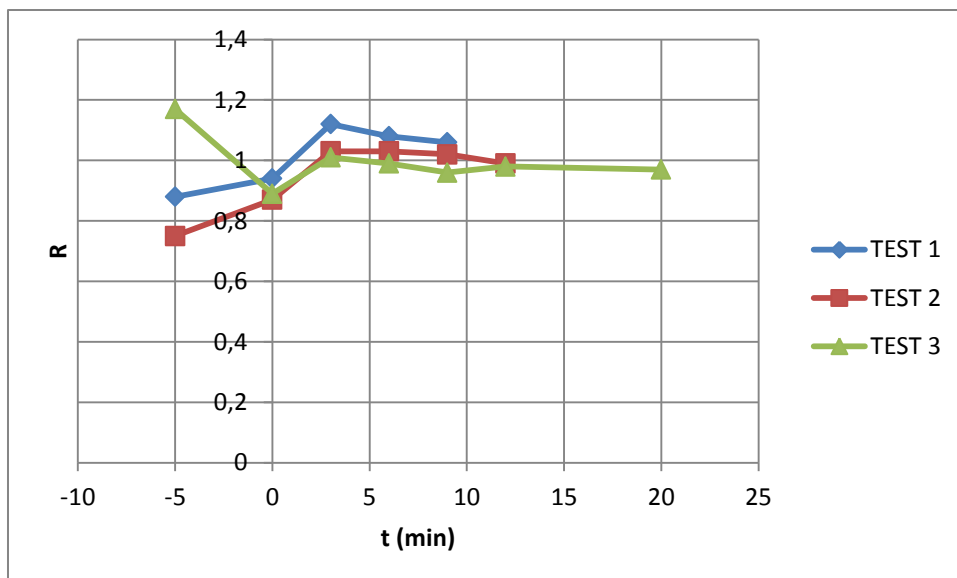
Grafikon 12: primerjava vrednosti izdihanega CO₂-ja med enostopenjskim obremenilnim testom skozi vadbeno obdobje

Med 3 min in 4 min se enako, kot pri grafikonu porabe kisika (Grafikon 11) pojavi plato vrednosti VCO_2 . Krivulja tretjega testa od tega časa naprej bistveno ne narašča več.

Preglednica 13: vrednosti izdihanega CO₂-ja med obremenitvijo pri enostopenjskem testu

	enota	1. TEST	2. TEST	3. TEST
VCO_2 ogr	l/min	1,079	1,064	1,168
VCO_2 6 min	l/min	3,357	3,073	2,93
VCO_2 12 min	l/min	/	3,267	2,977

Vrednosti VCO_2 so z vsakim naslednjim testom nižje, najnižje pri tretjem testiranju, kot prikazuje Preglednica 13. Kaže se velika podobnost med grafikonom VCO_2 , porabo kisika, frekvenco srca in ventilacijo. Sicer pa vsi kazalci vzdržljivosti v enostopenjskem testu pokažejo približno enako.



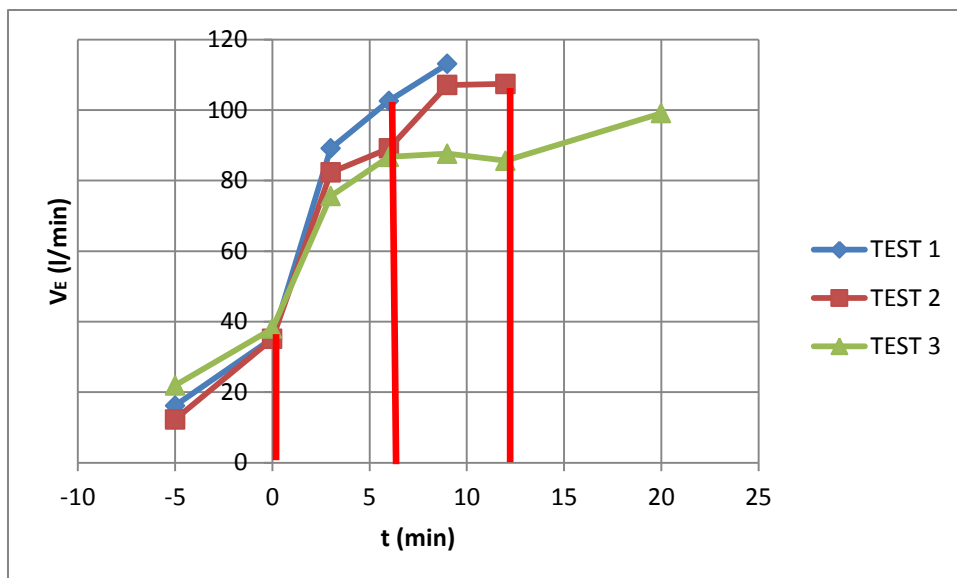
Grafikon 13: primerjava vrednosti respiratornega količnika med enostopenjskim obremenilnim testom skozi vadbeno obdobje

Med testom so se verjetno večinoma porabljali ogljikovi hidrati, saj se vrednosti respiratornega količnika nahajajo okoli 1. Do nekih razlik med testi prihaja samo pri ogrevanju, med obremenitvijo pa kot lahko vidimo v tabeli 14 do večjih razlik med vrednostmi respiratornega količnika ne prihaja.

Preglednica 14: vrednosti respiratornega količnika med obremenitvijo pri enostopenjskem testu

	1. TEST	2. TEST	3. TEST
R ogr	0,94	0,87	0,89
R 6 min	1,08	1,03	0,99
R 12 min	/	0,99	0,98

V Preglednici 14 je opazno, da se prikazane vrednosti med intenzivnostjo ne razlikujejo bistveno, manjše lahko opazimo le med prvim in ostalima testiranjema, vendar so te razlike zanemarljive.



Grafikon 14: primerjava vrednosti ventilacije (V_E) med enostopenjskim obremenilnim testom skozi vadbeno obdobje

Grafikon 14 nam prikazuje krivulje V_E , ki potekajo dokaj podobno do točke kjer frekvenca srca doseže plato oziroma maksimum potekajo dokaj podobno. Tretji test je trajal najdlje, vseeno pa je ventilacija na koncu nižja, kot pri prvem in drugem testu, ki sta se končala bistveno prej.

Preglednica 15: vrednosti ventilacije med obremenitvijo pri enostopenjskem testu

	enota	1. TEST	2. TEST	3. TEST
$V_{E\text{ogr}}$	l/min	35,3	35,1	38
V_E 6 min	l/min	102,6	89,1	86,7
V_E 12 min	l/min	/	107,4	85,6

Pri ogrevanju se vrednosti prvega in drugega merjenja ne razlikujeta veliko, medtem, ko je pri tretjem testu vrednost ventilacije nekoliko višja, vendar so to zanemarljive razlike. Pri 6 minuti trajanja obremenitve ventilacija pri prvem merjenju že presega 100 l/min in se približuje $V_{E\text{max}}$, ki je znašal 113 l/min. Vrednosti drugega in tretjega merjenja so bile ob enakem času precej nižje kot pri prvem. Iz tega je mogoče sklepati, da se je vzdržljivost povečala. Drugi test se je končal v 12 minuti z $V_{E\text{max}}=107$ l/min, tretjega smo prekinili v 20 minuti, kjer je $V_{E\text{max}}$ znašala 99 l/min. Torej je bila V_E v vsakem naslednjem testiranju nižja.

3.2 RAZPRAVA

Najpomembnejša ugotovitev naloge je različnost učinkov vzdržljivostne vadbe, ki jih pri večstopenjskem testu opazimo kot izboljšano vzdržljivost ob koncu prvega meseca vadbe, pri enostopenjskem testu pa šele ob koncu drugega meseca. Te ugotovitve omogočajo zavrnitev postavljene hipoteze, saj spremembe v obeh testih niso hkratne in ne skladne.

Intenzivnost vadbe je v prvem mesecu segala v območje 210 do 240 W, to je v območje intenzivnosti, ki ga v večstopenjskem testu določa kriterij OBLA ali pri 86% od največje intenzivnosti v tem obdobju. V drugem mesecu pa je intenzivnost znašala 280 W, to je nad intenzivnostjo, ki jo določa OBLA in 40 W pod največjo intenzivnostjo (87% od največje intenzivnosti v tem vadbenem obdobju) v večstopenjskem testu.

Torej, je kljub povečani absolutni intenzivnosti, vadbena relativna intenzivnost ostala podobna.

Vadba v drugem vadbenem obdobju je bila učinkovita za kazalce v večstopenjskem obremenilnem testu. Obremenitve, ki jih določajo LP, OBLA in največja intenzivnost so se povečale. To povečanje je posledica tako sprememb v laktatni krivulji, frekvenci srca, porabi kisika, tvorbi CO_2 in ventilaciji. Vsi kazalci kažejo podobno sliko: pri enaki hitrosti so se vrednosti znižale. Vadba je učinkovala na znižanje porabe kisika, kar pomeni povečano ekonomičnost kolesarjenja. Ker preiskovanec ni prej redno vadil kolesarjenja so se najverjetneje spremenili medmišična koordinacija (tehnika) kolesarjenja, ki lahko zgodaj povzročijo, da bolj ekonomično gibanje potrebuje manj kisika za enako obremenitev, zato tudi nižja ventilacija (Sparrow in Newell, 1998). Frekvenca srca se zniža zaradi učinkov na vegetativni živčni sistem (vagotonija) in zaradi morebitne hipertrofije srca (Pluim, Zwinderman, Van Der Laarse in Van Der Wall, 2000). Kot razlagajo Carter, Banister in Blaber (2003), vzdržljivostna vadba vpliva na frekvenco srca tako, da se zniža parasimpatična aktivnost živčnega sistema, ki narekuje frekvenco srca. Nižja frekvenca srca pa se lahko zgodi brez omenjenih prilagoditev. Z nižjo porabo kisika se zahteve po prenosu kisika iz ozračja do mišic manjše. Tako je srčno-žilni sistem razbremenjen (Bassett in Howley, 2000). Posledica je nižja tvorba laktata, pa tudi večja poraba (MacRae, Dennis, Bosch in Noakes,). Hkrati se tvori manj CO_2 . Ta prihaja pri intenzivnosti 87% od največje deloma tudi iz bikarbonatnega pufrskega sistema. Z znižanjem vsebnosti laktata se zniža tudi vsebnost vodikovih ionov (H^+), zato je puferski sistem manj obremenjen. Posledica pa je tudi manj CO_2 (Mainwood in Renaud, 1985).

Vadba v tretjem vadbenem obdobju ni več učinkovala na kazalce v večstopenjskem testu, kljub temu, da se je njena intenzivnost v absolutnem smislu povečala za 40 W. Zgleda, da je pri tem odigrala večjo pomembnost podobna relativna obremenitev (87 % od največje intenzivnosti v tem vadbenem obdobju). Enak relativni dražljaj je lahko pomenil premajhno spodbudo za organizem, lahko pa je, glede na svojo intenzivnost povzročil prekomerno kopičenje utrujenosti. Če sklepamo po počutju preiskovanca, potem gre za drugo trditev, saj

je preiskovanec povedal, da se je od vseh treh testov počutil najbolj utrujen prav po zadnjem testiranju.

Opaziti je tudi razlike med prilagoditvijo laktatne krivulje in spremembami frekvence srca pri večstopenjskem obremenilnem testu. Laktatna krivulja (Grafikon 2) se sprva premakne v desno in nato zopet v levo. Frekvenca srca (Grafikon 3) pa po premiku v desno obstane v nadaljevanju (3 vadbeno obdobje) nespremenjena. Tudi poraba kisika (VO_2) (Grafikon 4) se sprva premakne v desno, potem pa se vrne nazaj v izhodiščni položaj, kot na začetku, kljub temu, da je VO_2 max tedaj največja. Krivulja ventilacije se spremeni podobno kot laktatna krivulja (Grafikon 8), sprva je opaziti premik v desno, v drugem mesecu pa v levo. Torej vadba učinkuje skladno na vse kazalce v prvem mesecu (prvo in drugo vadbeno obdobje). V drugem mesecu (tretje vadbeno obdobje) pa dražljaj postane neprimeren za presnovo laktata, ventilacijo in morebiti za porabo kisika, medtem, ko je frekvenca srca nespremenjena.

Enostopenjski test pri 280 W, do utrujenosti ima drugačne značilnosti od večstopenjskega. Po 10 min ogrevanja pri 100 W se intenzivnost nenadno (v eni sekundi) poveča na ciljno intenzivnost, ki jo preiskovanec ohranja do utrujenosti.

Učinek vadbe v drugem vadbenem obdobju je za vsebnost laktata in porabo kisika nepomemben (Grafikon 11), medtem, ko pa se frekvenca srca zniža za približno 10 u/min, tvorba CO_2 (VCO_2) za približno 0,2 l/min in V_E za 9 do 10 l/min (Grafikon 10, 12, 14). Torej lahko ugotovimo le majhen učinek vadbe v tem obdobju. Ta je manjši od sprememb v večstopenjskem obremenilnem testu. V tretjem vadbenem obdobju, pa se zgodijo velike spremembe: vsebnost laktata se izrazito zniža (Grafikon 8). Tako veliko znižanje (za polovico) ne kaže noben drug kazalec. Manj izražene so spremembe V_E (Grafikon 14). Tem sledi znižanje frekvence srca (Grafikon 10), porabe kisika (Grafikon 11), tvorbe CO_2 (Grafikon 12), ki pa so manj izražene. Ne glede na različno izraženost sprememb se vsem kazalcem vrednosti znižajo, kar pokaže manjšo napornost obremenitve pri 280 W, ki pa je maksimalna, do utrujenosti ali pa 20 min. Manjšo napornost, ki pa se zgodi v tretjem vadbenem obdobju, to je mesec za spremembami v večstopenjskem obremenilnem testu lahko pripišemo podobnim mehanizmom kot v večstopenjskem testu: izboljšana medmišična koordinacija (tehnika) kolesarjenja. Temu sodi tudi večja ekonomičnost energijskih procesov, ki tako tvorijo manj presnovnih produktov in manjšo porabo kisika (Sparrow in Newell, 1998).

Zakaj je sprememba v večstopenjskem obremenilnem testu nastala en mesec pred spremembo v enostopenjskem testu ni znano. Če sklepamo po intenzivnosti vadbe: 210 in 240 W v prvem mesecu in od 240 do 280 W v drugem, potem je učinke vadbe mogoče razumeti le v prvem mesecu in ne v drugem, če učinke opazujemo z vidika večstopenjskega testa. Če pa učinke opazujemo z vidika enostopenjskega testa, potem ne razumemo, zakaj v prvem mesecu ni učinkov ali pa so ti sorazmerno majhni. Ravno tako ne razumemo, zakaj se učinki drastično povečajo v drugem mesecu vadbe, toda le pri enostopenjskem testu.

4. SKLEP

V tem delu smo poizkušali ugotoviti ali neprekinjena metoda učinkuje skladno na kazalce vzdržljivosti v večstopenjskem in enostopenjskem obremenilnem testu. Cilj je bil, da z opazovanjem kazalcev na submaksimalnem in maksimalnem nivoju intenzivnosti ob začetku vadbenega obdobja ugotovimo, kako izbrana metoda vadbe nanje vpliva. Postavili smo tudi hipotezo, v kateri smo predvidevali, da se bodo kazalci vzdržljivosti spreminili skladno in, da bomo lahko sklepali o povečani vzdržljivosti. V nasprotju z pričakovanji, rezultati pri obeh testih niso bili skladni, saj je povečano vzdržljivost na koncu vadbenega obdobja pokazal enostopenjski test, večstopenjski pa le po enem mesecu vadbe. Zato smo hipotezo zavrgli. Pomanjkljivost raziskave je bila lahko v tem, da smo vanjo vključili zgolj enega merjenca, zato rezultatov ni mogoče posploševati in jih označiti kot splošne značilnosti učinkov vadbe, pri uporabi vadbene metode 30 min neprekinjenega kolesarjenja, 4 x tedensko, z največjo možno intenzivnostjo. Rezultati naloge so zelo pomembno za prakso. V športni praksi, se za nadzor vadbene procesa običajno uporablja dovolj pogosto le en test. Rezultati te naloge opozarjajo, da samo en test ni dovolj pri opazovanju vzdržljivosti. Ravno tako tudi opozarjajo, da so učinki vadbe lahko tudi neskladni, zato jih moramo nadzorovati pogosteje kot običajno. Če tega ne upoštevamo, potem nas rezultati testov lahko zavedejo v napačno razumevanje prilagoditev na športno vadbo in napačnih odločitev.

5. VIRI

Åstrand, P. O., Rodahl, K. (1970). *Tekstbook of Work Physiology*. New York: McGraw-Hill Book Company.

Åstrand, P. O., Shephard, R. J. (1992). *Endurance in sport*. London: Blackwell Science LTD.

Baba, R., Nagashima, M., Goto, M., Nagano, Y., Yokota, M., Tauchi, N., Nishibata, K. (1996). Oxygen Uptake Efficiency Slope: A New Index of Cardiorespiratory Functional Reserve Derived From the Relation Between Oxygen Uptake and Minute Ventilation During Incremental Exercise. *Exercise Physiology*, 1567-1572.

Bassett, D. R., Howley, E. T. (2000). Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance (Raziskovalno poročilo). University of Tennessee, Knoxville, Department of Exercise Science and Sport Management.

Bourgois, J., Coorevits, P., Danneels, L., Witvrouw, E., Cambier, D. in Vrijens, J. (2004). Validity of the Heart Rate Deflection Point As a Predictor of Lactate Threshold Concepts During Cycling. *National Strength & Conditioning Association*, 498-503.

Carter, H., Jones, A. M., Doust, J. H. (1999). Effect of 6 weeks of endurance training on the lactate minimum speed. *Journal of Sport Sciences*, 957-967.

Carter, J. B., Banister, E. W., Blaber, A. P. (2003). Effect of Endurance Exercise on Autonomic Control of Heart Rate. *Sports Medicine*, 33-46.

Donovan, C. M., Brooks, G. A. (1983). Endurance training affects lactate clearance, not lactate production. *American Journal of Physiology*, 244, 83-92.

Đurđević, V. (1978). *Ergometrija*. Beograd, Zagreb: Medicinska knjiga.

Faude, O., Kindermann, W., Meyer, T. (2009). Lactate Threshold Concepts, How Valid are They?. *Sports Medicine*, 469-490.

Fukuba, Y., Walsh, M. L., Morton, R. H., Cameron, B. J., Kenny, C. T. C. in Banister, E. W. (1999). Effect of endurance training on blood lactate clearance after maximal exercise. *Journal of sport sciences*, 239-248.

MacRae, H. S., Dennis, S. C., Bosch, A. N., Noakes, T. D. (1992). Effects of training on lactate production and removal during progressive exercise in humans. *Journal of Applied Physiology*, 1649-1656.

Mainwood, G. W., Renaud, J. M. (1985). The effect of acid-base balance on fatigue of skeletal muscle. *Canadian Journal Of Physiology And Pharmacology*, 63 (5), 403-419.

McArdle, W. D., Katch, F. I., Katch, V. L. (1986). *Exercise Physiology Energy, Nutrition, and Human Performance*. Philadelphia: Lea & Febiger.

Nagasawa, T. (2012). Effect of exercise intensity on oxygen consumption kinetics in non-exercising muscle during exercise (Raziskovalno poročilo). Hiroshima Institute of Technology, Department of Health Science.

Pluim, B. M., Zwinderman, A. H., Van Der Laarse, A., Van Der Wall, E. E. (2000). The Athlete's Heart: A Meta-Analysis of Cardiac Structure and Function. *Circulation*, 336-344.

Sparrow, W. A., Newell, K. M. (1998). Metabolic energy expenditure and the regulation of movement economy. *Psychonomic Bulletin & Review*, 338 (5), 173-196.

Spengler, C. M., Roos, M., Laube, S. M., Boutellier, U. (1999). Decreased exercise blood lactate concentrations after respiratory endurance training in humans. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 299-305.

Ušaj, A. (2003). *Kratek pregled osnov športnega treniranja*. Ljubljana: Inštitut za šport.