

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA ŠPORT

DIPLOMSKA NALOGA

MIHA KOLŠEK

Ljubljana, 2015

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA ŠPORT
Športno treniranje
Fitnes

**ANALIZA NEKATERIH IZBRANIH KAZALCEV
FUNKCIONALNE OBREMENITVE VRHUNSKEGA
MOTOKROSISTA**

DIPLOMSKA NALOGA

MENTOR:

doc. dr. Boro Štrumbelj, prof. šp. vzg.

SOMENTOR:

prof. dr. Anton Ušaj, prof. šp. vzg.

RECENZENT:

doc. dr. Jernej Kapus, prof. šp. vzg.

Avtor dela:

Miha Kolšek

Ljubljana, 2015

ZAHVALA

Doc. dr. Boro Štrumbelj, prof. šp. vzg., hvala za mentorstvo, usmerjanje in pomoč pri nastajanju diplomskega dela. Enako prof. dr. Anton Ušaj, prof. šp. vzg., pripomogli ste k razumevanju in pomagali z nasveti.

Hvala mojim motokrosistom, Toniju za sodelovanje pri meritvah, bratoma Irtu in Ianu za odličen pristop k treningu.

Hvala staršem za vse izkušnje v motokrosu, predvsem pa hvala za omogočeno študijsko pot.

Anja, hvala. Naj tako tudi ostane.

Miha Kolšek

Ključne besede: motokros, vzdržljivost, poraba kisika, dihalni kazalci, laktat, napor

ANALIZA NEKATERIH IZBRANIH KAZALCEV FUNKCIONALNE OBREMENITVE VRHUNSKEGA MOTOKROSISTA

Miha Kolšek

IZVLEČEK

Slabo poznavanje dogajanja med naporom v motokrosu je bil razlog za nastajanje diplomskega dela. Z namenom boljšega in lažjega načrtovanja smo analizirali nekatere funkcionalne kazalce obremenitve.

Motokros je zelo zahtevna športna panoga. Tekmovalci tekmujejo na podlagah, ki se ves čas spreminjajo, upirajo se silam pospeškov in pojemkov, skoki so zahtevni, na progo pa se poda do štirideset tekmovalcev hkrati. Zaradi vsega naštetega je motokros najatraktivnejša oblika motošporta, verjetno ena najnapornejših in najnevarnejših.

Pri meritvah smo kolikor je mogoče zagotovili meritve v enakih pogojih, na stezi, ki se bistveno ne spreminja. Med vsako meritvijo smo ves čas beležili srčno frekvenco. Laktat in dihalne kazalce pa smo izmerili med odmori. Zanimalo nas je, ali večja obremenitev tekmovalca, za kar smo si izbrali povprečno hitrost, pomeni tudi večji napor. Rezultati so pokazali, da v motokrosu večja hitrost ne pomeni nujno večjega napora, saj je napor odvisen tudi od napak, ki jih lahko stori tekmovalec.

Analize rezultatov bodo trenerjem zagotovo pripomogle k boljšemu razumevanju in lažjemu načrtovanju, hkrati pa to delo pomeni začetek raziskovanja obremenitev in napora v motokrosu tudi v Sloveniji.

Key words: motocross, endurance, oxygen consumption, respiratory indicators, lactate, effort

ANALYSIS OF SOME SELECTED INDICATORS OF FUNCTIONAL STRAIN OF A TOP MOTOCROSS RIDER

Miha Kolšek

ABSTRACT

Poor knowledge of the events during effort in motocross was the reason for the formation of the diploma thesis. For better and easier planning, we analyzed some indicators of functional strain. Motocross is a very demanding sports discipline. Competitors compete on bases that are constantly changing; they resist the forces of acceleration and deceleration. Furthermore, jumps are difficult; up to forty competitors start racing at the same time. For all these reasons motocross it is the most attractive forms of motorsports, probably one of the hardest and most dangerous ones.

When measuring, we ensured as far as possible the same conditions on the track, which has not changed significantly. During each measurement, we were constantly recording heart rate. Lactate and respiratory indicators were measured during breaks. We wanted to know whether the greater strain of the competitor, for which we have chosen the average speed, also means more effort. The results have shown that in motocross higher speed does not necessarily mean greater effort, since the effort also depends on the errors, which can be done by the competitor.

Analyses of the results will certainly contribute to coaches' better understanding and to easier planning. Moreover, this work also means the start of research work of strain and effort in motocross in Slovenia.

KAZALO

1	UVOD	7
1.1	Zgodovina motokrosa	7
1.2	Zgodovina motokrosa na Slovenskem.....	8
1.3	Značilnosti motokrosa.....	9
1.3.1	Motocikel.....	9
1.3.2	Oprema	9
1.3.3	Pravilnik.....	9
1.3.4	Gibalne in funkcionalne značilnosti motokrosa.....	10
1.3.4.1	Vzdržljivost	10
1.3.4.1.1	Omejitveni dejavniki pri dolgotrajni vzdržljivosti v motokrosu	13
1.3.4.1.2	Sredstva in metode za povečanje dolgotrajne vzdržljivosti	14
1.3.4.2	Moč.....	16
1.3.4.3	Hitrost in agilnost.....	18
1.3.4.4	Koordinacija in ravnotežje	19
1.3.4.5	Giblјivost.....	21
1.3.4.6	Želeni učinki športne priprave.....	21
2	PREDMET IN PROBLEM	23
2.1	Cilji in hipoteze.....	24
3	METODE	25
4	REZULTATI	28
4.1	Prva meritev.....	28
4.2	Druga meritev	29
5	RAZPRAVA	40
6	SKLEP	43
7	VIRI	44

KAZALO SLIK

<i>Slika 1.</i> Energijski procesi.....	13
<i>Slika 2.</i> Steza.....	25
<i>Slika 3.</i> Privzem kisika ($\text{ml}\cdot\text{min}^{-1}$) med naporom.....	31
<i>Slika 4.</i> Tvorba CO_2 ($\text{ml}\cdot\text{min}^{-1}$) med naporom.....	32
<i>Slika 5.</i> Izračunani respiratorni kvocient med naporom	33
<i>Slika 6.</i> Frekvenca dihanja med naporom	34
<i>Slika 7.</i> Dihalni volumen med naporom	35
<i>Slika 8.</i> Relativni privzem kisika.....	36
<i>Slika 9.</i> Pljučna ventilacija (l/min) med naporom	37
<i>Slika 10.</i> Frekvenca srca med naporom (u/min)	38

KAZALO TABEL

<i>Tabela 1.</i> Trajanje testa (povprečen čas štirih krogov je bil 7 min), povprečna hitrost krogov, laktat in frekvenca srca v mirovanju, med in po naporu....	28
<i>Tabela 2.</i> Izmerjeni in izračunani dejavniki dihalnih kazalcev pred, med in po naporu.....	28
<i>Tabela 3.</i> Povprečna hitrost krogov, laktat in frekvenca srca v mirovanju, med in po naporu.....	29
<i>Tabela 4.</i> Izmerjeni in izračunani dejavniki dihalnih kazalcev pred, med in po naporu.....	30

1 UVOD

Motokros je ena izmed najpopularnejših oblik tekmovanja v motociklizmu. Ime izvira iz dveh izrazov in združuje pomen motociklizma in premagovanja razdalj v naravi (cross-country). Steze so grajene v naravi, z izkoriščanjem klancev, dolin, izdelani so objekti za skoke, zavoji pa speljani na več možnih načinov. Poznamo tudi dvoranski motokros, kjer so steze narejene umetno. Zanimivost motokrosa je start, kjer se 40 tekmovalcev požene na stezo po padcu rampe z iste vrste. V zadnjem času je prvi tekmovalec v ovinku (holeshot) običajno na koncu tekme nagrajen z denarno nagrado. V enem dnevu sta vedno dve vožnji, ki trajata enako časa. Vsaka vožnja se točkuje posebej, na koncu zmaga tisti z najboljšim seštevkom obeh voženj. V primeru izenačenosti ima večjo težo druga vožnja. Glede na nivo tekmovanja so trajanja voženj različna. Od amaterjev, ki tekmujejo 15 min do profesionalcev, katerih vožnja traja 35 min. Na koncu vsake vožnje sta vedno dodana še dva kroga, sistem tekmovanja se tako imenuje npr. 30 min + 2 kroga. Ko prvi tekmovalec prečka ciljno črto, finišer to oznani s karirasto zastavico.

Napor v motokrosu je težko primerjati s kakšnim drugim športom. Glede na trajanje vožnje je potrebna vzdržljivost, moč ima prav tako velik pomen zaradi upiranja nastalim silam, gibljivost je pomembna z vidika obsegov gibanja in preventive pred poškodbami, hitrost zaradi nenadnih gibov, ki jih zahtevajo elementi na stezi, kooordinacija je nujna za usklajenost med motorjem, terenom in voznikom. Ne gre zanemarjati psihične in taktične pripravljenosti, ki sta pomembni na vseh ravneh tekmovanja.

1.1 Zgodovina motokrosa

Zgodovina motokrosa sega v začetke 20. stoletja. Prvi tovrstni dogodki so se zgodili v Veliki Britaniji, kjer je bilo tekmovanje bolj podobno prerivanju. Kdor je prvi prečkal ciljno črto, je bil zmagovalec. Prva znana prireditev je potekala v Surreyju leta 1924. Ime motokros pa je belgijskega izvora in se pojavi kasneje (Petrier, 2010).

Po drugi svetovni vojni je šport prerasel nacionalno raven in postajal vse bolj prepoznaven, predvsem s prvim tekmovanjem Motocross des Nations (slov.: Pokal

narodov) leta 1947. Tekmovali so na Nizozemskem, s 500 kubičnimi motorji in prvo zmago so odnesli Britanci. Od takrat tekmovanje tradicionalno poteka enkrat letno. Vsako državo zastopajo trije vozniki, vsak v svoji kategoriji. Tekmujejo vsaka kategorija z vsako, na koncu zmaga pripada državi s skupno najboljšimi uvrstitvami (Petrier, 2010).

S širjenjem in popularnostjo tekmovanj so se razvijali tudi motocikli. Sprva primitivni s slabim blaženjem so se počasi razvijali vse do danes, ko imamo na tržišču pet vodilnih proizvajalcev: poleg japonskih, Honde, Suzukija, Kawasakija in Yamahe, še avstrijsko znamko KTM. Razlog zatona dvotaktnih motorjev v 90. letih je bil predvsem naravovarstven. V večini so agregati 4-taktni in glede na kategorije različnih prostornin. Tehnologija je sčasoma omogočala vse zahtevnejše elemente na stezah, kar je naredilo šport še atraktivnejši.

1.2 Zgodovina motokrosa na Slovenskem

V zgodnjih 60. letih se je začel razvoj motokrosa tudi pri nas s prvimi dirkami v Tržiču in Orehovi vasi. Orehova vas je še vedno tehnično najboljša steza in tekmovanja najvišjih nivojev se odvijajo prav tam. Prvi tekmovalec je bil Janez Rotar iz Tržiča. Prvo tekmo je odpeljal v Avstriji. Kasneje je nastopil v Bolgariji in med 200 vozniki osvojil izvrstno 6. mesto (Urbas, 2013).

Skozi leta se je vzporedno z razvojem v svetu razvijal motokros tudi v Sloveniji. Odmevnejše rezultate novejšje zgodovine motokrosa so dosegali Roman Jelen, Jani Sitar, Sebastjan Kern, še vedno aktivna tekmovalca sta Matevž Irt in Klemen Gerčar. Prav v letošnji sezoni pa je najvidnejši rezultat dosegel Tim Gajser. Z zmago v kategoriji svetovnega prvenstva MX2 je v najelitnejšem tekmovanju postavil mejnik v slovenskem motociklizmu. Zagotovo lahko trdimo, da je to največji uspeh v zgodovini slovenskega motošporta.

1.3 Značilnosti motokrosa

1.3.1 Motocikel

Zasnova tekmovalnega motorja sestoji iz okvirja, agregata, vzmetenja, zavor, pnevmatik in izpuha. Ključne nastavitve se opravijo z nastavitvijo vzmetenja glede na višino in težo tekmovalca. Nastavitev položaja za krmilom prilagajamo z nastavitvami sedeža, ročk na krmilu in vzmetenjem. Glede na slog vožnje in tip steze se končne nastavitve prilagajajo sproti.

1.3.2 Oprema

Glavni deli opreme vsakega tekmovalca so:

- čelada
- škornji
- očala
- dres (hlače, majica, rokavice)
- ščitnik hrbta in prsnega koša
- ščitniki kolen
- ščitnik vratu

Oprema skupno tehta približno 5 kg.

1.3.3 Pravilnik

Pravico nastopa imajo vozniki, ki izpolnjujejo naslednje pogoje:

- imajo veljavno nacionalno ali mednarodno vozniško licenco AMZS
- imajo veljavno licenco FIM ali FIM Evropa

Tekmovalni razredi:

- MX 65 junior:
 - motocikel z menjalnikom (avtomatski menjalnik ni dovoljen)
 - prostornina do 65 kubikov
 - premer prednjega kolesa največ 14 palcev

- premer zadnjega kolesa največ 12 palcev
- MX 85:
 - 2-taktni od 70 kubikov do 85 kubikov
 - 4-taktni od 130 kubikov do 150 kubikov
 - premer prednjega kolesa največ 19 palcev
 - premer zadnjega kolesa največ 16 palcev
- MX 125:
 - 2-taktni od 100 kubikov do 144 kubikov
 - 4-taktni od 175 kubikov do 250 kubikov
- MX 125 2 takt:
 - 2-taktni od 100 kubikov do 125 kubikov
- MX Open:
 - 2-taktni od 100 kubikov do 500 kubikov
 - 4-taktni od 175 kubikov do 650 kubikov
- MX Veterani 40, MX Veterani 50:
 - 2-taktni od 100 kubikov do 500 kubikov
 - 4-taktni od 175 kubikov do 650 kubikov

Starostne meje:

- v razredu MX 65 junior lahko vozijo vozniki od dopolnjenih 7 let do 12 let
- v razredu MX 85 lahko vozijo vozniki od dopolnjenih 9 let do 14 let
- v razredu MX 125 lahko vozijo vozniki od dopolnjenih 13 let do dopolnjenih 23 let
- v razredu MX 125 2 takt lahko vozijo vozniki od dopolnjenih 13 let do dopolnjenih 19 let
- v razredu MX Open lahko vozijo vozniki od dopolnjenih 15 let do dopolnjenih 50 let
- v razredu MX Veterani 40 lahko vozijo vozniki od dopolnjenih 40 let do dopolnjenih 50 let
- v razredu MX Veterani 50 lahko vozijo vozniki od dopolnjenih 50 let dalje

1.3.4 Gibalne in funkcionalne značilnosti motokrosa

1.3.4.1 Vzdržljivost

Človekovo psihomotorično sposobnost, ki omogoča, da se določen telesni napor oz. telesna aktivnost izvaja daljši čas brez zmanjšanja intenzivnosti in brez večjega pojava utrujenosti, imenujemo vzdržljivost (Lasan, 2004). Podobno kot druge psihomotorične sposobnosti človeka je tudi to sposobnost mogoče definirati na različne načine (Štrumbelj, 1994). Glede na trajanje telesne aktivnosti in z njim povezane energijske procese v mišičnih celicah lahko govorimo o treh tipih vzdržljivosti:

- *Hitrostna vzdržljivost*, za katero so značilni napori v trajanju od 30 sekund do 3 minut in jih športnik običajno premaguje s kar največjo intenzivnostjo.
- *Dolgotrajna vzdržljivost*, kjer poznamo napore v trajanju od 3 minut do ene ure.
- *Superdolgotrajna vzdržljivost*, za katero so značilni napori v trajanju več kot 1 uro do 8 ur in več (Ušaj, 2003).

Vzdržljivost in aerobna zmogljivost sta tesno povezani (Noakes, 1991). Aerobni energijski procesi predstavljajo tisti vir energije v človeškem telesu, ki ga je pri submaksimalnih obremenitvah mogoče izrabljati dalj časa. Temeljijo na izrabljanju ogljikovih hidratov in maščob s pomočjo kisika, ki v mišico prihaja s krvjo (Fox in Mathews, 1981). Dosežek v vzdržljivostnem športu je v veliki meri pogojen s sposobnostjo organizma, da iz vdihanega zraka v delujoče mišice prenese čim več kisika in ga tam tudi čim več izrabi. Vzdržljivost športnika v veliki meri določa njegova največja zmogljivost porabe kisika – aerobna moč Vo_{2max} (Costill, 1983). Odstotek maksimalne porabe kisika je tisti dejavnik, ki določa, do katere točke bo premagovanje napora pretežno potekalo s pomočjo aerobnih energijskih procesov.

Mišice vzdržljivostnih športnikov imajo večji delež počasnih mišičnih vlaken (tip I). Razmerje med počasnimi in hitrimi mišičnimi vlakni je v največji meri genetsko določeno. Genski vpliv na sestavo mišic je 45-odstoten, medtem ko je vpliv okolja s 40 odstotki presenetljivo visok (Simoneau in Bouchard, 1995). Primerna športna vadba lahko vpliva na povečanje odstotka počasnih mišičnih vlaken v obremenjenih mišicah (Noakes, 1991).

Glede na energijske značilnosti mišičnega vlakna ločimo:

- 1) Tip I – počasna oksidativna vlakna z nizko glikolitično vrednostjo. Vlakna so obarvana rdeče zaradi večje vsebnosti mioglobina.
- 2) Tip II – hitra anaerobna vlakna z manjšo oksidativno in večjo glikolitično zmogljivostjo.

3)

Vlakna so bele barve (Fox et al., 1981).

Delijo se na:

a) Tip II a – hitra oksidativna in glikolitična vlakna

Tip II b – hitra glikolitična vlakna (Enoka, 1994)

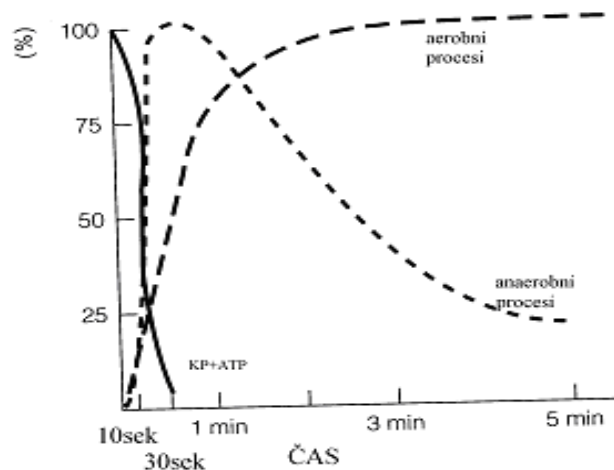
Vzdržljivostni športi, kot so tek na dolge proge, kolesarstvo in tudi motokros, imajo pričakovano večji delež mišičnih vlaken tipa I kot npr. sprint, dvigovanje uteži ... Glede na frekvenco gibov je hitrost pomembna komponenta motokrosa, na drugi strani pa trajanje tekme šport opredeljuje kot dolgotrajno vzdržljivost.

Mišice kemijsko energijo pretvarjajo v mehansko, ki se uporablja za premagovanje obremenitve. Energija za opravljanje mehanskega dela se tvori z razgradnjo adenozin-trifosfata (ATP). Ta se razgradi na adenozin-difosfat (ADP) in neorganski fosfat (P). Energija je shranjena v vezeh ATP. Zaloge ATP v celici so majhne in se ves čas obnavljajo (Astrand, 2003).

ATP se obnavlja na tri načine:

- 1) Anaerobna alaktatna pot – najhitrejša obnova ATP s kreatin fosfatom (CP). Zaloge zadoščajo le za nekaj sekund trajajočo aktivnost.
- 2) Anaerobni laktatni proces – počasnejša obnova ATP, pri kateri pride do razgradnje mišičnega glikogena z glikolizo. Pri tem procesu se tvorijo laktat in protoni. To v preveliki količini povzroča mišično zakisanost.

Aerobni metabolični proces – obnova ATP poteka najpočasneje. Tukaj se razgrajujejo ogljikovi hidrati (glikogen, glukoza) in maščobe (Astrand, 2003).



Slika 1. Energijski procesi

1.3.4.1.1 Omejitveni dejavniki pri dolgotrajni vzdržljivosti v motokrosu

Tekme v motokrosu potekajo 30 min +2 kroga. V povprečju to pomeni med 33–35min. Razpoložljivost kisika je tista, ki omejuje oz. določa hitrost poteka biokemičnih reakcij. Transport le-tega je odvisen od delovanja srčno-žilnega sistema, saj kisik prihaja do mišičnih celic izključno s krvjo. Kapilarna mreža je pri treniranih, bolj vzdržljivih športnikih gostejša. Pri učinkovitejših športnikih je opaziti večje srce, kar pomeni večji volumen prečrpane krvi pri isti frekvenci utripanja.

V motokrosu poznamo pod imenom "arm pump" (trde roke) težave med vožnjo s podlaktmi. Kompartment sindrom se pojavi v podlaktih verjetno zaradi velike količine krvi v mišici, kar pomeni do 20 % večji mišični volumen. "Arm pump" otežuje gibanje zapestja in prstov, občutek upravljanja z motorjem je slabši. Pojavi se običajno v stresnih situacijah, ob napakah, prehitevanjih ...

Do katere stopnje intenzivnosti obremenitve bo premagovanje napora potekalo pretežno s pomočjo aerobnih energijskih procesov, je odvisno od porabe kisika v celotnem organizmu in obremenjenih mišicah. Največji privzem kisika (VO_{2max}) je pri kakovostnejših športnikih večja.

Posledice kopičenja presnovnih produktov so pri tovrstnem naporu zelo pomemben dejavnik. Prevladujejo aerobni energijski procesi s presnovnima produktoma vode in ogljikovega dioksida. Vzporedno pa potekajo tudi anaerobni energijski procesi,

katerih glavni produkt je mlečna kislina (laktat) in vodikovi protoni. Vsebnost mlečne kisline je odvisna od intenzivnosti in trajanja, lahko je visoka ali srednja, s tem povzroča dvoje vrst posledic. Vsebnost protonov pri 10- do 30- minutnem naporu ni tako visoka, dodatno pa se poveča pljučna ventilacija, ki preko bikarbonatnega puferskega sistema kompenzira acidozo.

Glukoza v krvi in glikogen v mišicah in jetrih zadostujeta za napore, trajajoče do ene ure. Goriva za energijske procese niso omejitven dejavnik dolgotrajne vzdržljivosti, čeprav se lahko pri naporih do ene ure glikogen izčrpa do minimalnih zalog.

Tehnika določa ekonomičnost gibanja in je prilagojena čim manjši porabi energije. Mehanski izkoristek gibanja se spreminja zaradi številnih dejavnikov. Z utrujenostjo prihaja do poslabšanja tega izkoristka, predvsem zaradi vključevanja novih, slabše prilagojenih tipov mišičnih vlaken, rušenje tehnike še dodatno poslabša ekonomičnost in utrujenost se poveča, kar je zelo značilno v motokrosu.

Tekme motokrosa potekajo večinoma poleti. Z vso zahtevano opremo je ohlajanje in izhlapevanje oteženo, torej je okolje velik omejitven dejavnik. Povečana ali zmanjšana temperatura in vlažnost okolja neposredno vplivata na poslabšanje vzdržljivosti. Noben posamezen dejavnik ni za športnika tako škodljiv kot pregretje (Costill, 1983). Temperatura, ki je manjša od -10°C , lahko pomeni nevarnost podhlajevanja in temperatura, ki je večja od 18°C , nevarnost pregrevanja. Povišana temperatura okolja povzroča dodaten napor za organizem, saj mora del krvi usmeriti v podkožje za ohlajanje. S tem se omogoči potenje, hkrati pa tudi postopna izguba vode iz plazme, kar lahko sočasno z drugimi pojavi povzroči utrujenost veliko prej, preden pride do prekomernega pregrevanja organizma in toplotnega šoka.

1.3.4.1.2 Sredstva in metode za povečanje dolgotrajne vzdržljivosti

Za izboljšanje dolgotrajne vzdržljivosti se navadno uporabljajo specialna sredstva, ki predstavljajo enako ali kar se da podobno gibanje tistemu na tekmovanju, in pa druga sredstva, ki z dopolnilnimi vajami prispevajo k izboljšanju dolgotrajne vzdržljivosti. Pogost primer je uporaba vaj za povečanje hitrostne vzdržljivosti in vaj za povečanje vzdržljivosti v moči, tudi pri vadbi za povečanje dolgotrajne vzdržljivosti

(Ušaj, 2003).

Pri motokrosu se v okviru specialnih sredstev uporablja različne pripomočke, od koles, motornih sani, vodnih skuterjev, posebej izdelanih elastičkov za trening koordinacije, s katerimi čim bolj simuliramo obremenitev in položaj na motorju. S časovno omejitvijo pa zadostimo kriterijem trajanja tekme. Za dopolnilne metode se uporablja vadba z lastno telesno težo in pa vaje z bremenimi oz. utežmi.

1. Metoda neprekinjenega napora

Ta metoda uporablja dolgotrajni napor (30–90min) nizke do srednje intenzivnosti (FS=150–170u/min). Je najpogostejša metoda povečanja dolgotrajne vzdržljivosti.

2. Metoda s ponavljanji

Enak princip kot pri povečanju hitrostne vzdržljivosti je, da je napor daljši (3 do 15 min), intenzivnost pa presega tisto pri metodi neprekinjenega napora. Navadno je podobna intenzivnosti, pri kateri se doseže največji privzem kisika.

3. Piramida

Enaka tisti, ki se uporablja za povečanje hitrostne vzdržljivosti, z razliko, da je trajanje obremenitev daljše.

4. Intervalna metoda

Poznamo dve vrsti, ekstenzivno (uporablja ponavljanje razmeroma kratkotrajnih naporov 30–90 s, ki jih ločijo približno enako dolgi odmori) in intenzivno (večja intenzivnost in daljši odmori).

5. Kombinirana metoda

Uporablja kombinacijo vseh štirih metod, navadno metode s ponavljanji in intervalne metode. Cilj je popestriti vadbo in s tem kompleksneje učinkovati na organizem športnika.

6. Fartlek

Je posebna oblika kombinirane metode. To je najprimernejša metoda za izboljšanje osnovne vzdržljivosti.

V trenažnem procesu motokrosa se veliko uporablja prav kombinirana metoda. Z izvajanjem treningov na različnih terenih se uporabljajo tudi različne metode. Kljub jasno določenemu obdobju trenažnega procesa večkrat trening narekuje možnost izvedbe oziroma trenutno stanje terena in število udeležencev na progi (Ušaj, 2003).

1.3.4.2 Moč

Moč kot motorično sposobnost je mogoče definirati z različnih vidikov. Z vidika deleža aktivne mišične mase je možno definirati splošno in specifično moč. Kadar govorimo o splošni moči, mislimo na moč celotnega telesa, medtem ko specifična moč pomeni moč pri določenem specifičnem gibanju (Ušaj, 2003).

V športni panogi oz. pri športniku moramo izbrati tisto vrsto moči, ki jo zahteva specifika športa, oz. tisto vrsto, ki pri športniku najbolj zaostaja (Bompa & Carrera, 2005).

Moč ima v motokrosu precejšen pomen z vidika premagovanja terena z motorjem, ki okvirno tehta 110 kg. Pri skokih in storjenih napakah ima velik pomen maksimalna moč, z vidika trajanja tekme je pomembna vzdržljivost v moči, z vidika hitrih reakcij na startu in med tekmo pa hitra, eksplozivna moč. Prav tako večja moč zmanjšuje tveganje za poškodbe.

Vzdržljivost v moči

Vzdržljivost v moči se kaže kot dalj časa trajajoče premagovanje bremen in obremenitev. Delimo jo na statično (najdaljše ohranjano izometrično krčenje) in dinamično (odvisna je od intenzivnosti navora in zmogljivosti aerobnih procesov v obremenjeni mišici) (Ušaj, 2003).

Statična obremenitev pomeni, da se mišična pripoja ne približujeta oz. oddaljujeta. Med vožnjo motorja so statično obremenjeni predvsem predeli vratu, hrbta (zlasti ledveni predel) in predel trebušnih mišic. V določenih situacijah se statična obremenitev pojavi še v podlakteh. Slabša statična moč omenjenih mišic povzroči rušenje tehnike in s tem še večjo potrošnjo energije.

Dinamično obremenjene mišice so predvsem v predelu ramenskega obroča, prav tako je z rokami in nogami. Definicija dinamične vzdržljivosti v moči po Ušaju (2003) pravi, da utrujenost pomeni nezmožnost premagovanja obremenitve z enakim naporom. Konfiguracija proge zahteva delovanje omenjenih področij telesa v

določenih amplitudah. Pri utrujenosti se možnost izvajanja ustreznih reakcij glede na teren zmanjša in s tem napor še poveča, kar zopet pripelje do večjega tveganja za odstop ali poškodbo.

Hitra moč

Hitra ali eksplozivna moč se kaže kot premagovanje bremen in obremenitev s kar največjim pospeškom (Ušaj, 2003). Atraktivnost motokrosa je zagotovo velika zaradi načina starta. Vsi tekmovalci se v vrsti po padcu rampe hkrati podajo na progo. Reakcijski čas in eksplozivna moč ima torej velik pomen že na samem startu. Dobro izhodišče v prvem zavoju po odličnem startu je izjemnega pomena, saj pomeni čista očala, prosto izbiro tekmovalnih linij ... Elementi kot so skoki in razne luknje zahtevajo hitro in usklajeno delo zgornjega in spodnjega dela telesa, saj se določeni gibi zgodijo z veliko hitrostjo izvedbe.

METODE ZA POVEČANJE SILOVITOSTI MIŠIČNEGA KRČENJA

METODE ZA POVEČANJE SILOVITOSTI IZOMETRIČNIH KRČENJ

V motokrosu je velik delež aktivnosti v obliki izometričnega krčenja. Položaj, kjer prsti oprimejo krmilo, se skozi tekmo zelo malo spreminja. Stoja na prstih zahteva izometrično krčenje mečnih mišic, prav tako hrbtne mišice, ki vzdržujejo položaj, notranje stegenske mišice s primikanjem držijo motocikel.

- V trenažnem procesu motokrosa se največ uporablja metoda za povečanje vzdržljivosti pri izometričnem krčenju. Do pojava utrujenosti ponavljamo izometrična krčenja, katerim sledi odmor. Napor ponavljamo, dokler se trajanje krčenja drastično ne skrajša (Ušaj, 2003).

METODE POVEČANJA SILOVITOSTI EKSCENTRIČNEGA KRČENJA

1. Metoda največjega ekscentrično-koncentričnega krčenja (navadno so to poskoki z dodatnim bremenom)

2. Metoda 120–80 % je zelo uspešna za povečanje silovitosti ekscentričnega krčenja.
3. Metoda hitre moči uporablja nizko do srednje velika bremena, ki ne porušijo koordinacije pri visoki hitrosti izvedbe. Cilj je z največjim možnim bremenom premagovati napor pri največji možni hitrosti ali breme pospešiti do največje hitrosti. Uporabljamo bremena 30–50 % največjega bremena (Ušaj, 2003).

Vse tri metode se uporabljajo med trenažnim procesom, saj so situacije na motorju ob doskokih ali luknjah, kjer je veliko ekscentričnega krčenja, stalno prisotne.

METODE ZA POVEČANJE VZDRŽLJIVOSTI V MOČI

1. Metode, ki uporabljajo relativno večja bremena (40–60 % največjega bremena)
2. Metode, ki uporabljajo relativno manjša bremena (25–40 % največjega bremena)
3. Posebna metoda je obhodna vadba, ki je pogosto uporabljena v trenažnem procesu motokrosa. Glede na število postaj ločimo kratkotrajno in dolgotrajno obhodno vadbo, s ponovitvami oz. časom izvajanja pa določimo količino. Intenzivnost spreminjamo s frekvenco, silovitostjo izvedbe, s spreminjanjem odmorov.

1.3.4.3 Hitrost in agilnost

»Hitrost je sposobnost izvesti gibanje z največjo frekvenco (hitro ponavljanje gibov) ali v najkrajšem možnem času« (Pistotnik, 2011).

Tekma motokrosa se prične s padcem startne rampe, kjer je pomembna hitrost odziva. Hitrost reakcije je ena od komponent hitrosti in jo delimo na hitrost odziva na pričakovani in nepričakovani znak (Ušaj, 2003). Obe hitrosti sta pomembni komponenti dobre uvrstitve na tekmi. Hitrost odziva na pričakovani znak je v povezavi s koordinacijo gibov zelo pomembna za uspešen start. Ker so proge zasnovane na mehkih terenih (zemlja, mivka, prod), se linije vožnje nenehno spreminjajo, pojavljajo se novi kanali, luknje, odskoki in doskoki skakalnic se spreminjajo. Tekme potekajo tudi v dežju, kar še intenzivneje vpliva na spremembe proge in hitrosti odzivov nepričakovanih znakov so ključnega pomena za dobro

prilagajanje. Prav tako hitrost odzivov pomembno vpliva na uspešno prehitevanje sotekmovalcev.

Hitrost posamičnega giba se kaže kot hitrost zamaha, sunka ali odrida (Ušaj, 2003). Velikokrat tekmovalca na progi presenetijo spremembe in hitrost posamičnega giba je pomembna z vidika potega, potiska ali nagiba motorja v pravem trenutku.

Najvišja frekvenca gibov pride do izraza na bolj tehničnih predelih steze, kjer so t. i. valovi, težje ritem sekcije, več zaporednih zavojev. Ti elementi zahtevajo visoko hitrost izvedbe gibov s kar največjo natančnostjo ob točno določenem času.

Agilnost je sposobnost hitrih sprememb smeri, upočasnjevanja in ponovnega hitrega pospeševanja. Vsi elementi so izvedeni s čim večjo natančnostjo gibanja, z nadzorom nad telesom, kar zmanjšuje izgubo hitrosti (Costello in Kreis, 1993).

Sposobnost reševanja več nalog hkrati ima v motokrosu velik pomen. Poleg sprememb na stezi, reakcijah sotekmovalcev, ob slabem vremenu težav z vidljivostjo, informacije prihajajo tudi z roba tekmovalnega parkurja. Sodniki obveščajo tekmovalce z različnimi barvami zastavic o morebitnih padcih sotekmovalcev, prekinitvah itd. ... Zelo pomembna je tudi komunikacija z moštvo, ki poteka podobno kot v ostalih motošportih preko informacijske table. Na njej so informacije, za katere oceni moštvo, da jih mora tekmovalec vedeti (časi krogov, prednost oz. zaostanek pred ali za sotekmovalci, čas do izteka ...).

Agilnost ima torej pomen z vidika hitrih sprememb smeri, linij in vseh elementov, ki velikokrat otežujejo vožnjo. Se pravi takojšnje prilagajanje vsem nenadnim spremembam je velikega pomena za uspešen tekmovalni nastop in izogibanje poškodbam.

1.3.4.4 Koordinacija in ravnotežje

Koordinacija je človekova sposobnost kar najbolj usklajenega gibanja nasploh, posebej v nenaučenih, nepredvidljivih in zahtevnih motoričnih nalogah. Za vse vrste koordinacije je ključno natančno, pravočasno, ritmično in usklajeno premikanje udov

tako, kot zahteva motorična naloga (Ušaj, 2003).

Vse naštetu je z vidika uspešnega nastopa in treninga pomembno zaradi izpopolnjevanja tehnike, učinkovitosti med vožnjo, še posebej v okoliščinah, ki dodatno utrudijo tekmovalca (dež, visoka temperatura). Proti koncu tekme običajno z naraščanjem utrujenosti pade koncentracija in posledično rušenje tehnike vpliva na slabšo hitrost, v najslabšem primeru vodi do padca in poškodbe.

Ravnotežje je pojem, ki opisuje dinamiko telesne drže. Povezano je z delujočimi inercialnimi silami na telo in inercialnimi karakteristikami posameznega telesnega segmenta (Winter, 1995).

Pistotnik (1999) navaja, da obstajata dve pojavnici obliki ravnotežja:

- Statično ravnotežje (sposobnost ohranjanja ravnotežnega položaja), ki je sposobnost hitrega oblikovanja kompenzacijskih gibov, ki so sorazmerni z odkloni telesa od stabilne postavitve v statičnem ravnotežnem položaju.
- Dinamično ravnotežje (sposobnost vzpostavljanja ravnotežnega položaja), ki je sposobnost čim hitrejše vzpostavitve ravnotežnega položaja po predhodnih motnjah ravnotežja.

Proces priprave športnikov je mogoče obravnavati predvsem na dva načina: z vidika vrste priprave in z vidika specializacije. Glede na vrsto priprave razlikujemo kondicijsko, tehnično, taktično in psihološko, z vidika specializacije pa osnovno in specialno pripravo (Ušaj, 2003).

V motokrosu imajo pred taktično pripravo prednosti kondicijska, tehnična in psihološka. Taktične odlike se kažejo predvsem v pravočasni odločitvi za napad na boljša mesta in dobro oceno v ravnovesju med zaželenim časom kroga in časom, ki smo ga sposobni doseči. Kondicijska priprava ima s ciljem izboljšanja psihomotoričnih sposobnosti velik pomen, saj ta zvrst motošporta zahteva prilagajanje na precejšnje obremenitve. Tehnika igra pomembno vlogo pri obvladovanju motorja. Znotraj tehničnih osnov ima vsak tekmovalec svoj stil, ki lahko postane nov standard v učenju tehnike. Za spreminjanje so ključni predvsem razvojni

procesi komponent motocikla, ki so vsako leto bolj izpopolnjene. Razlog za dobre rezultate na treningih in slabe na tekmah gre dostikrat iskati v psihološki pripravi, ki vedno bolj prihaja v ospredje tudi v motošportih. Predštartna trema se običajno poveča v predštartnem prostoru, kjer na razvrščanje čakajo vsi tekmovalci skupaj. Tik pred štartom je vzburjenost največja in po padcu rampe so boji s tekmovalci velikokrat na strani psihično bolj pripravljenih.

Motocikel je enosledno vozilo, ves čas so tekmovalci v stiku s tlemi le s pnevmatikami. Konfiguracija terena povzroča nenehna rušenja ravnotežnega položaja, zato gre pri motokrosu predvsem za obliko dinamičnega ravnotežja. Dobro ravnotežje je pomembno predvsem v globokih kanalih in v slabih pogojih, kjer je lahko podlaga zelo drseča.

1.3.4.5 Gibljivost

Gibljivost je sposobnost izvedbe gibov z veliko amplitudo. Takšen način izvedbe omogoča delovanje sile na daljši poti (odrivi, sunki, meti, zamahi), manjšo frekvenco gibov pri enaki hitrosti (šprint) in bolj racionalno premagovanje ovir (gimnastika) (Ušaj, 2003).

Ušaj (2003) navaja, da si moč in gibljivost nista v nasprotju. Obe sposobnosti sta odvisni predvsem od različnih dejavnikov, zato je mogoč vpliv vadbe na eno ali (in) drugo. Da je mogoča dokaj velika skladnost pri izboljšanju obeh, dokazujejo športniki v gimnastiki. Vadbeni proces je treba le uskladiti.

Padci se pri motokrosu večkrat zgodijo z veliko hitrostjo, z višine, kar še povečuje sile ob trku s tlemi ali sotekmovalcem. Trend poškodb ramenskega obroča v smislu izpahov je v zadnjih letih motokrosa v porastu. Enote treninga gibljivosti zato izvajamo samostojno, ločeno skozi celotno leto.

1.3.4.6 Želeni učinki športne priprave

Večletno delo, treningi, odrekanja so stalnica v procesu športne vadbe. Zato je cilj

vsakega športnika uspešen tekmovalni nastop. Uspešnost pa ni odvisna le od posameznika oz. njegove pripravljenosti, temveč tudi od priprave nasprotnikov, določen del pa pripada tudi nepredvidljivim dejavnikom. S tem se rezultat končne priprave športnika kaže na tri načine:

Pojav, kjer gre za kratkotrajno povečane zmogljivosti športnikovega organizma glede na pričakovano tekmovalno zmogljivost, imenujemo **športna forma**. Pri uspešnih nastopih vsi dejavniki dosežejo takšno stopnjo, da športnik ob hkratnem pojavu predstartne treme doseže odličen rezultat. K subjektivni oceni prispeva športnikovo mnenje, običajno opiše premagovanje enake obremenitve z manjšim naporom, motorične naloge opravlja lahkotneje ... Objektivni kazalci so predvsem izboljšanje tekmovalnih dosežkov (Ušaj, 2003).

Ciklizacija pomeni spreminjanje vadbenih količin tako, da se ciklično spreminjajo. Vadbene količine so v določenem obdobju podrejene cilju. Ob nepravilni ciklizaciji se lahko kljub izboljšanju rezultatov na treningih tekmovalni nastop ponesreči.

Prevelika količina napora in premalo odmora vodita v **pojav pretreniranosti**. Pojav je relativno pogost, v motokrosu se pojavi s preobremenitvijo v vročih poletnih dneh, ko treningi in tekme potekajo v času največje temperature. Načela oz. kazalce pretreniranosti je pomembno spremljati že v začetku trenažnega procesa, saj se kaže na različne načine. V izogib temu je dobro spremljanje in poznavanje športnika s strani trenerja ključnega pomena.

Komunikacija med športnikom in trenerjem ima veliko vlogo v vseh elementih procesa. Dobro poznavanje športa oz. izobraženost trenerja pomembno prispeva k razumevanju dogajanja na treningih in tekmah. Raziskave s svojimi rezultati pomembno vplivajo na razumevanje problematike in pripomorejo k boljšemu načrtovanju.

2 PREDMET IN PROBLEM

Motokros je zvrst motošporta, znana po svoji atraktivnosti zaradi razgibanega terena, skokov in predvsem starta. Tekmovalci so v startni vrsti, ki šteje do štirideset tekmovalcev, razvrščeni drug ob drugem, in to daje vsem dokaj enake možnosti za dober rezultat.

Tematika poznavanja fizioloških procesov v motokrosu je zelo slaba, raziskav na to temo je malo. Na progi na Brniku smo izvedbo meritev ponovili dvakrat. Glede na rezultate dosedanjih raziskav in lastnih izkušenj smo se odločili za merjenje laktata, VO_2 , VCO_2 , hitrosti (čas kroga) in srčne frekvence. Z meritvami želimo bolje razumeti funkcionalno dogajanje med naporom na motorju.

Tekma motokrosa traja na najvišjem nivoju med 33 in 35 minutami. V tem času je tekmovalec v različnih položajih, vedno pa se upira določeni sili. Kadar pospešuje z držanjem-vlečenjem na motorju, kadar zavira, se upira na krmilo in tačke, ob doskokih stoji, da ublaži silo pri pristanku.

To gibanje predvidoma povzroča napor, vendar je podatkov o naporu in obremenjenosti na tekmah zelo malo, predvsem zaradi neraziskanosti, težava je tudi v merjenju, saj je okolje z vsemi tresljaji manj primerno za merilne instrumente. Tekmovalec si vedno želi optimalen nastop, kar pa je z opremo za merjenje skoraj nemogoče.

Torej je o naporu voznika med vadbo malo znanega. Da bi lahko bolj strokovno izbirali vadbena sredstva, pa nimamo dovolj strokovnih izhodišč in podatkov.

Pri naporu velja osnovno pravilo, da večja kot je obremenitev, večji je tudi napor. Ta odvisnost ni nujno premosorazmerna in vedno podobno izražena. Ni znano, da to prav tako velja v motokrosu. Vsekakor pa večja obremenitev (hitrost vožnje) ne predstavlja nujno večjega napora. Zanima nas, kako se ta zveza kaže pri vrhunskem motokrosistu.

2.1 Cilji in hipoteze

Namen naloge je ugotoviti in čim bolje oceniti nekatere izbrane kazalce funkcionalne obremenitve motokrosista in preučiti meritve z namenom boljšega načrtovanja, izvajanja in nadzora vadbenega procesa. Zanimalo nas je, ali predstavlja večja obremenitev z vidika hitrosti, se pravi hitrejši čas kroga, tudi večji napor.

V ta namen postavljamo naslednje hipoteze:

H₀₁: Večja hitrost vožnje bo posledično na enaki stezi pomenila tudi večji napor. Tekmovalec bo moral pri večji hitrosti iste naloge opraviti hitreje, biti bo moral bolj pozoren.

Namen diplomskega dela je merjenje različnih parametrov, ki nam bodo omogočali boljše razumevanje dogajanja med naporom pri vožnji motokros motorja, kar bo pripomoglo k izboljšanju načrtovanja treningov v tej športni panogi.

3 METODE

a) Merjenec

Toni Mulec, star 28 let, zdrav, brez kontraindikacij za vadbo moči in vzdžljivosti, telesna višina 178 cm, telesna masa 75 kg, BMI 23,7. Merjenec je profesionalni voznik motokrosa, s tem športom se ukvarja 15 let. Za njim je že veliko nastopov na državnem in mednarodnem nivoju. V zadnji sezoni je osvojil vice naslov državnega prvaka, odlično se je odrezal na triurni tekmi v Franciji, kjer je v konkurenci več kot tisoč voznikov zasedel 24. mesto, na dveurni tekmi v Italiji, kjer je v močni konkurenci zmagal. Na lastno željo je pristal, da opravi zastavljen poskus.

b) Steza

Steza se nahaja v bližina letališča Jožeta Pučnika Ljubljana. Dolga je 1520 m.



Slika 2. Steza

c) Meritve

Za izvajanje meritev smo si izbrali motokros progo na Brniku. Ker smo meritve želeli opravljati dvakrat, smo izbrali stezo, katere konfiguracija se s časom in vremenom ne spreminja. V času obeh merenj (20. 5. 2014 in 3. 6. 2014) je bila

proga v enakem stanju, torej so bili pogoji za meritve idealni. Steza je dolga 1520 m. Test je bil dolg 16 krogov. Merjenec se je vsake štiri kroge ustavil, nemudoma je bil vzet krvni vzorec za merjenje laktata (zapisovali smo ga v namensko razpredelnico) in vzpostavljeno dihanje v masko naprave Cosmed K4b2. Meritev je trajala približno štiri minute. Časi krogov so v obeh merjenjih nihali med 1:47:3 in 1:43:5 in se zapisovali v za to namenjeno razpredelnico. Merjenje srčnega utripa je potekalo ves čas testa.

Merjeni in izračunani kazalci:

- **VO₂** [ml/min] – Privzem kisika
- **VO₂/kg/min** [ml/kgTT/min] – Relativni privzem kisika
- **VCO₂** [ml/min] – Tvorba ogljikovega dioksida
- **RQ** [VCO₂/VO₂] – Razmerje med prejšnjima dvema kazalcema
- **VE** [l/min] – Ventilacija
- **FS** [u/min] – Frekvenca srca
- **LA** [mmol/l] – Koncentracija laktata
- časi krogov [min:sek]

d) Merilni pripomočki

Merjenec je uporabljal monitor srčne frekvence znamke Polar RS800, s katerega smo prenesli podatke v program PolarProTrainer 5. Merjenja dihalnih kazalcev smo opravili z napravo italijanskega proizvajalca Cosmed, model K4 b2. Gledano s tehnološkega vidika je to naprava, ki združuje tri posamezne sisteme v enem (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 (Markovič,

(2008). Nekatere značilnosti telesne pripravljenosti v cestnem in gorskem kolesarstvu Ljubljana: Fakulteta za šport 36. 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.

Sestavljena je iz treh ločenih komponent:

- 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.

Laktat pa smo merili z analizatorjem znamke Lactate Pro (Japan). Časi krogov so bili merjeni z digitalno štoparico.

Za merjenje dihalnih kazalcev smo uporabili metodo merjenja v odmoru med naporom. Podatki so bili dobljeni v odmoru med serijo krogov.

e) Statistična analiza

Vrednosti srčne frekvence so bili preneseni s programom PolarProTrainer 5 in kasneje z ostalimi rezultati preneseni in obdelani v programu Excel 2013.

4 REZULTATI

Z izvajanjem meritev nismo imeli težav, le pri prvem merjenju smo zaradi okoliščin (prazne baterije) rezultate merjenja fizioloških parametrov zabeležili dvakrat.

4.1 Prva meritev

Tabela 1. Trajanje testa (povprečen čas štirih krogov je bil 7 min), povprečna hitrost krogov, laktat in frekvenca srca v mirovanju, med in po naporu

	Trajanje testa (min)	Povprečna hitrost (km/h)	La (mmol/l)	FS (u/min)
mir			1,3	80
1. Meritev	7 min	50,9	4,6	167
2. Meritev	14 min	52,4	3,3	168
3. Meritev	21 min	52,8	3,0	173
4. Meritev	28 min	52,8	4,2	182
Po				90

Hitrosti krogov, izmerjene vrednosti laktata in fiziološki parametri

Povprečna hitrost krogov je v drugem in tretjem merjenju naraščala, v četrtem pa ostala enaka povprečju v tretjem sklopu. Vrednost laktata je po prvi meritvi narasla, po drugi je nižja za 28 %, po tretji je vrednost še manjša za 9 %, nato je po zadnji meritvi višja za 40 %. Povprečje srčne frekvence je po vsaki meritvi višje in sicer se je od prve do druge meritve dvignilo za 0,6 %, od druge do tretje za 3 % in od tretje do četrte za 5 %. To pomeni 9 % razlike med prvim in zadnjim povprečjem.

Tabela 2. Izmerjeni in izračunani dejavniki dihalnih kazalcev pred, med in po naporu

	Povprečna hitrost (km/h)	Vo ₂ (ml/min)	Vco ₂ (ml/min)	R	Rf	VT (l)	VE/VO ₂	VO ₂ /Kg ml/kg*min ⁻¹	VE x/min
mir		454	170,2	0,40	23,5	0,7	35,5	6	17,8
1. Meritev	50,9 km/h	2222	1186,9	0,53	32,0	1,69	25,1	29	55,2
2. Meritev	52,4	2649	1457,1	0,54	29,8	2,04	19,8	35	60,9
3. Meritev	52,8	/							
4. Meritev	52,8								

Pri prvi meritvi so rezultati fizioloških parametrov skopi zaradi tehničnih težav.

Zabeležili smo dve meritvi. Iz prvih dveh meritev je razvidno, da se je po drugi meritvi frekvenca dihanja celo nekoliko znižala, za 6,8 %, medtem ko se je ventilacija povečala za 9 %, prav tako privzem kisika, ki je višji za 19 %. Tvorba CO₂ je višja za 23 %. Respiratorni koeficient je ostal enak in je precej nizek, v teh vrednostih se presnavljajo predvsem maščobe, vendar vrednosti niso bile upoštevane, ravno zaradi prenizkih vrednosti. Dihalni volumen je višji za 20 %, predvsem na račun kratkega odmora. Relativni privzem kisika je višji za 19 %. VE/VO₂ je nižji za 21 %.

4.2 Druga meritev

Tabela 3. Povprečna hitrost krogov, laktat in frekvenca srca v mirovanju, med in po naporu

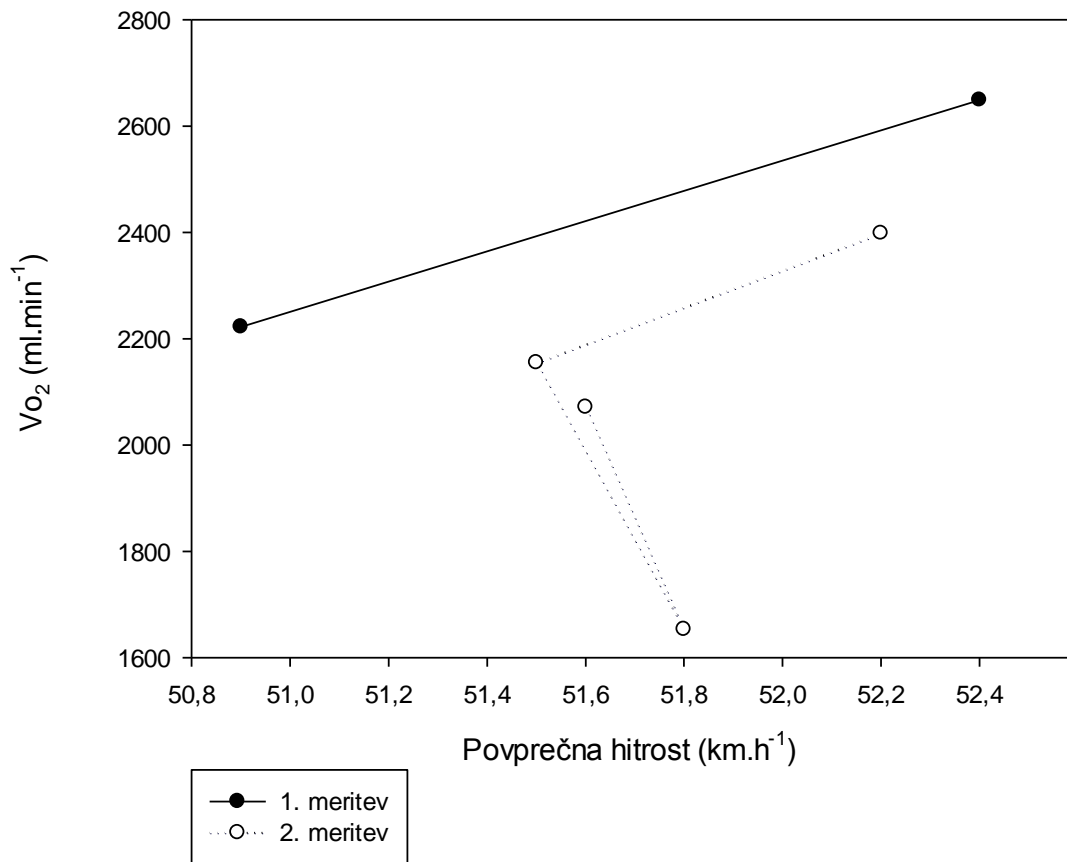
	Trajanje testa (min)	Povprečna hitrost (km/h)	La (mmol/l)	FS (u/min)
mir			2,4	80
1. Meritev	7 min	51,6	3,4	169
2. Meritev	14 min	51,8	3,4	163
3. Meritev	21 min	51,5	3,6	172
4. Meritev	28 min	52,2	4,8	180
Po				95

Hitrosti krogov so pri drugi meritvi nekoliko višje, pri tretji so zopet malce nižje, v četrti pa je hitrost višja. Na račun spreminjanja steze, koncentracije in vloženega napora merjenja se povprečja tudi rahlo spreminjajo. Tokrat so vrednosti laktata naraščale z začetnih 2,4 v mirovanju za 42 % do prve meritve. Po drugi je vrednost ostala nespremenjena, po tretji pa je bila višja za 6 %. Po zadnji meritvi, kjer je bila tudi povprečna hitrost najvišja, pa je vrednost višja za 33 %. Razlika v povprečju srčne frekvence je po drugi meritvi nižja za dobre 3 %, v tretji meritvi smo zabeležili dobrih 5 % višji rezultat, v zadnji meritvi je bilo povprečje z vrednostjo 180u/min najvišje, kar pomeni 5 % višje od prejšnje meritve in dobrih 6 % višje od prve.

Tabela 4. Izmerjeni in izračunani dejavniki dihalnih kazalcev pred, med in po naporu

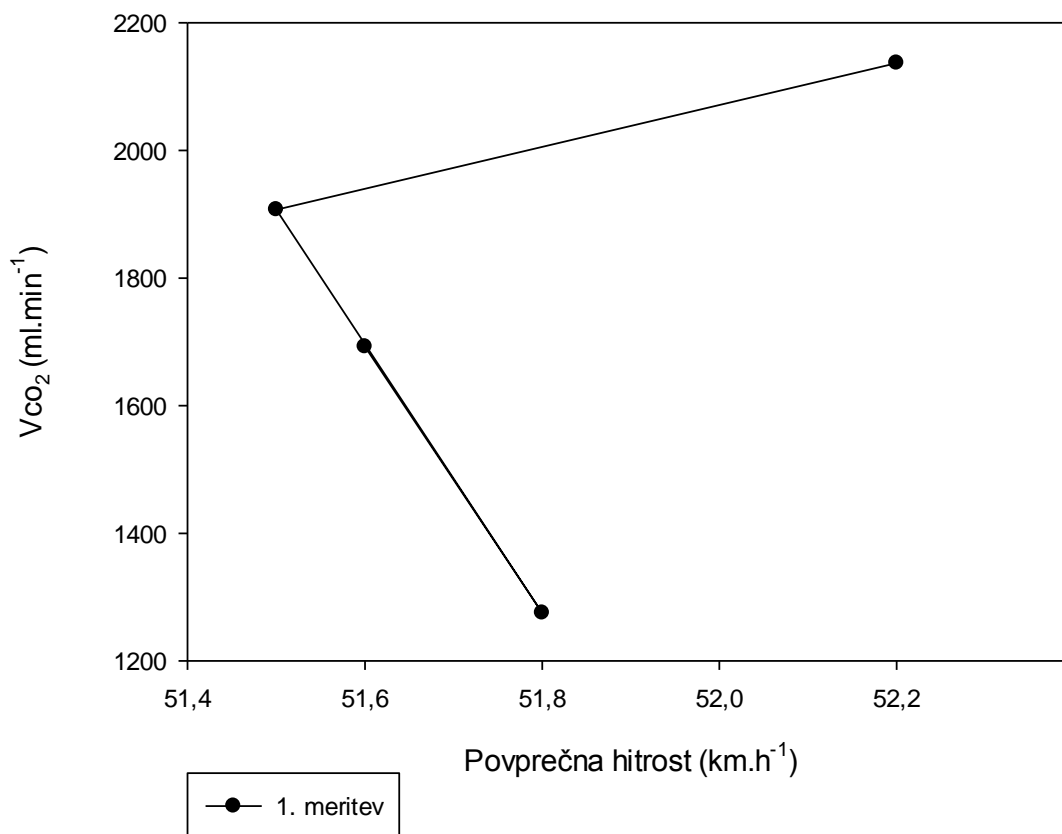
	Povprečna hitrost (km/h)	Vo ₂ (ml/min)	Vco ₂ (ml/min)	R	Rf	VT (l)	VE/VO ₂	VO ₂ /Kg ml/kg*min ⁻¹	VE v/min
mir		422	368,7	0,80	21,6	0,69	34,8	5	16,2
1. Meritev	51,6	2071	1692,3	0,81	27,4	1,71	21,9	27	47,3
2. Meritev	51,8	1653	1275,3	0,79	37,2	1,22	24,5	22	43,1
3. Meritev	51,5	2154	1907,3	0,89	25,6	2,40	27,5	28	61,1
4. Meritev	52,2	2398	2136,9	0,90	39,8	1,81	29,2	31	72,8

Druga meritev je potekala brez težav. Zabeležili smo vse rezultate, postopek je potekal nemoteno. Frekvenca dihanja se med meritvami precej razlikuje in sicer se je po drugi meritvi tokrat zvišala za skoraj 36 %. Po tretji je bila vrednost nižja za 31 % in po četrti višja za 55 %. Ventilacija se je po prvi meritvi nekoliko znižala, za 9 %, nato je bila z vsako meritvijo višja. Po tretjem merjenju za skoraj 42 % in po četrtem še za 19 %. Privzem kisika se je prav tako po drugi meritvi znižal za 20 %, po tretji je višji za 30 % in po četrti višji za 11 %. Druga meritev je pokazala nižjo tvorbo CO₂ za skoraj 25 %. Po tretji je višja za skoraj 50 %. Še 12 % je višja po četrti meritvi. Po vrednostih respiratornega koeficienta prednjači presnova maščob. Po tretji meritvi se je vrednost sicer zvišala za 12 %. Dihalni volumen je po drugi meritvi nižji za 29 %, po tretji višji za 100 % in po četrti nižji za 25 %. Relativni privzem kisika je po drugi meritvi nižji za 20 %, po tretji dobrih 30 % višji in po četrti se povzpne še za 9 %. Učinkovitost porabe kisika se več čas zvišuje. Po drugi in tretji meritvi za 12%, po četrti pa za 6 %. Vo₂ je bila skupno šestkrat višja kot v mirovanju.



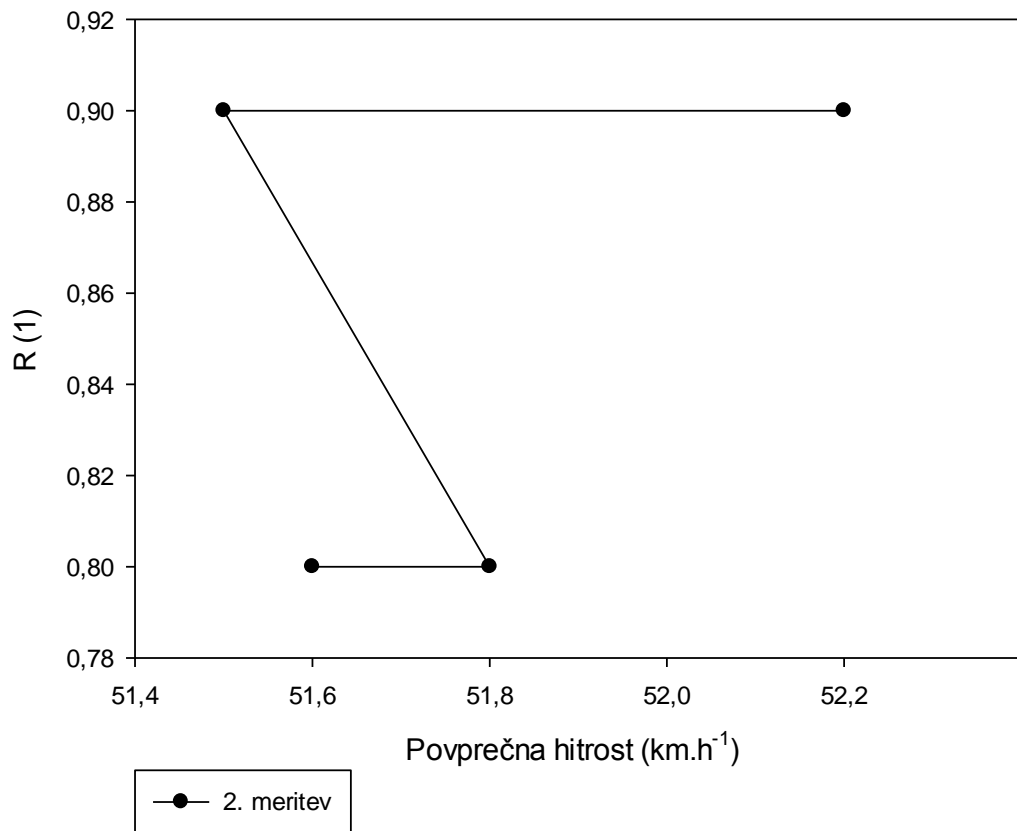
Slika 3. Privzem kisika ($ml \cdot min^{-1}$) med naporom

Privzem kisika je bil pri prvi meritvi nekoliko višji. Z izjemo ene vrednosti v drugi meritvi je bilo povprečje druge meritve nižje za približno 200 ml/min, kar je približno 10 %. Korelacije med hitrostjo in privzemom kisika ni zaznati.



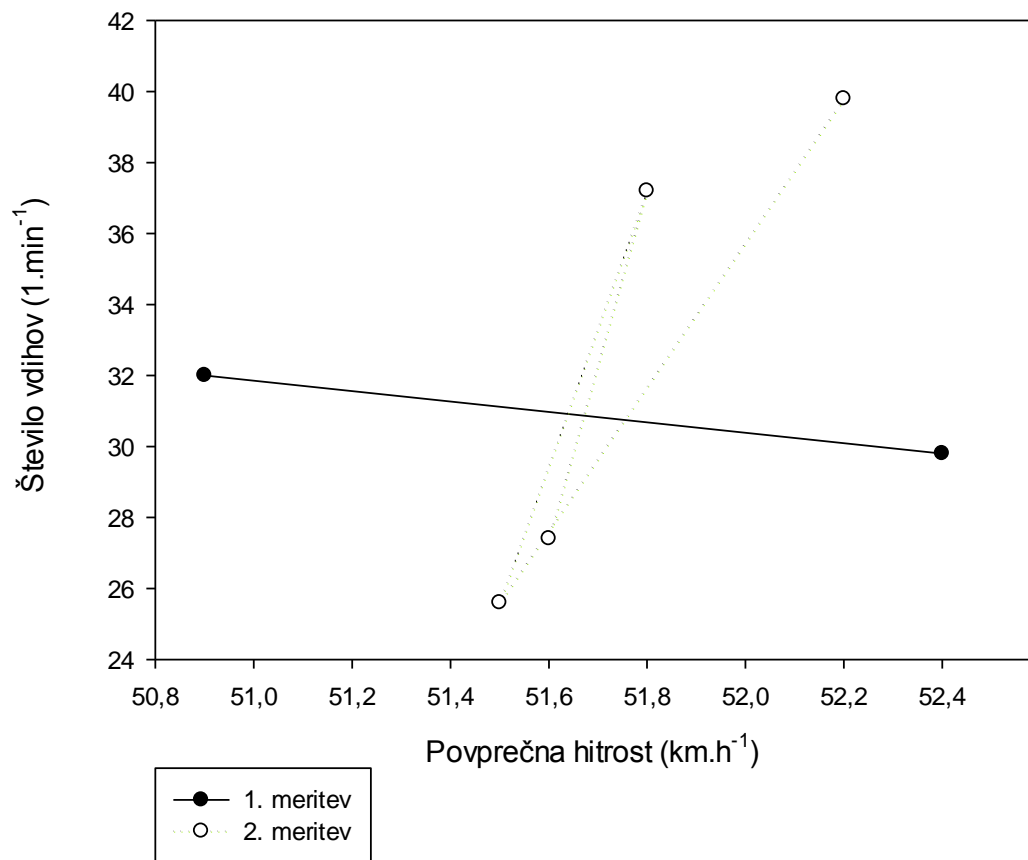
Slika 4. Tvorba CO₂ (ml.min⁻¹) med naporom

Zaradi prenizkih vrednosti tvorba CO₂ pri prvi meritvi rezultatov nismo upoštevali. S slike druge meritve je razvidno, da se tvorba CO₂ najprej zniža, nato pa se povečuje z vsako ponovitvijo in doseže vrh pri 2136 ml/min. Tvorba CO₂ ni povezana s hitrostjo.



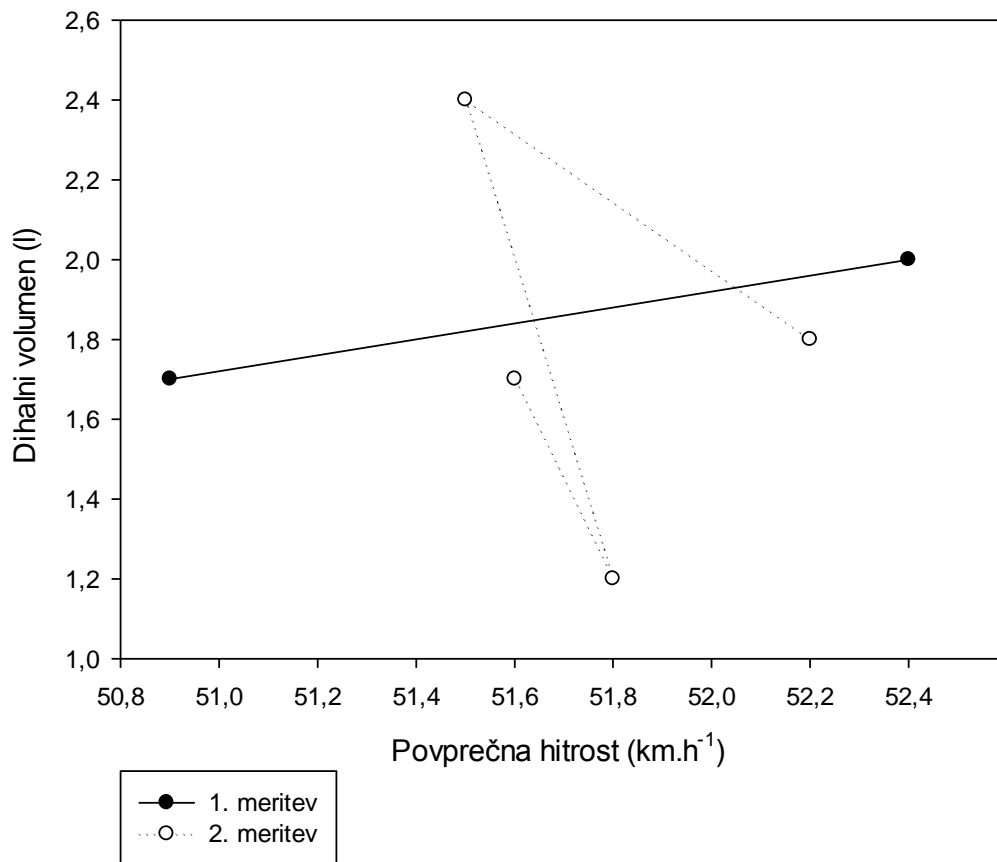
Slika 5. Izračunani respiratorni kvocient med naporom

Respiratorni kvocient prav tako narašča s ponovitvami in ni povezan s hitrostjo. Prva meritev je zaradi prenizkih vrednosti izvzeta. V drugi pa naraste z začetnih 0,8 do 0,9, kar v večini kaže na presnovo maščob.



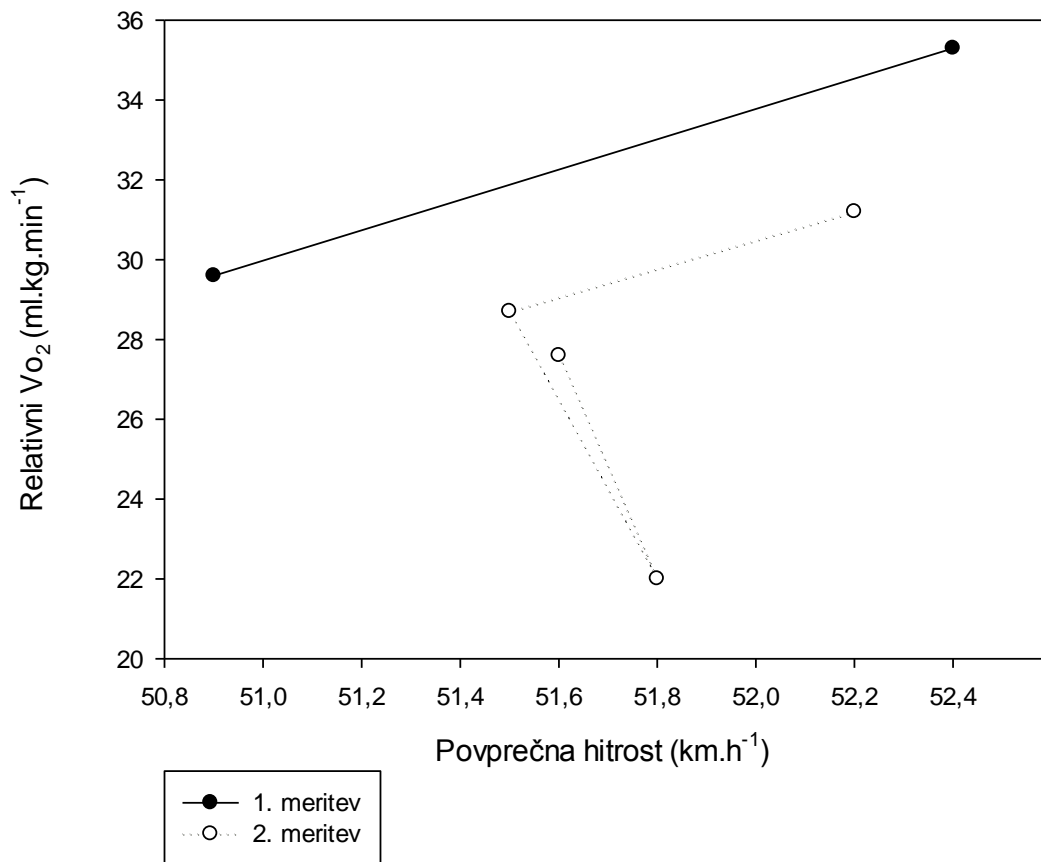
Slika 6. Frekvenca dihanja med naporom

Slika prikazuje frekvenco dihanja, ki je v povprečju druge meritve nekoliko višja kot pri ponovitvah prve, absolutno največja je bila v zadnjem poskusu druge meritve, kar spet kaže na manjšo odvisnost od hitrosti in večjo odvisnost od ponovitev.



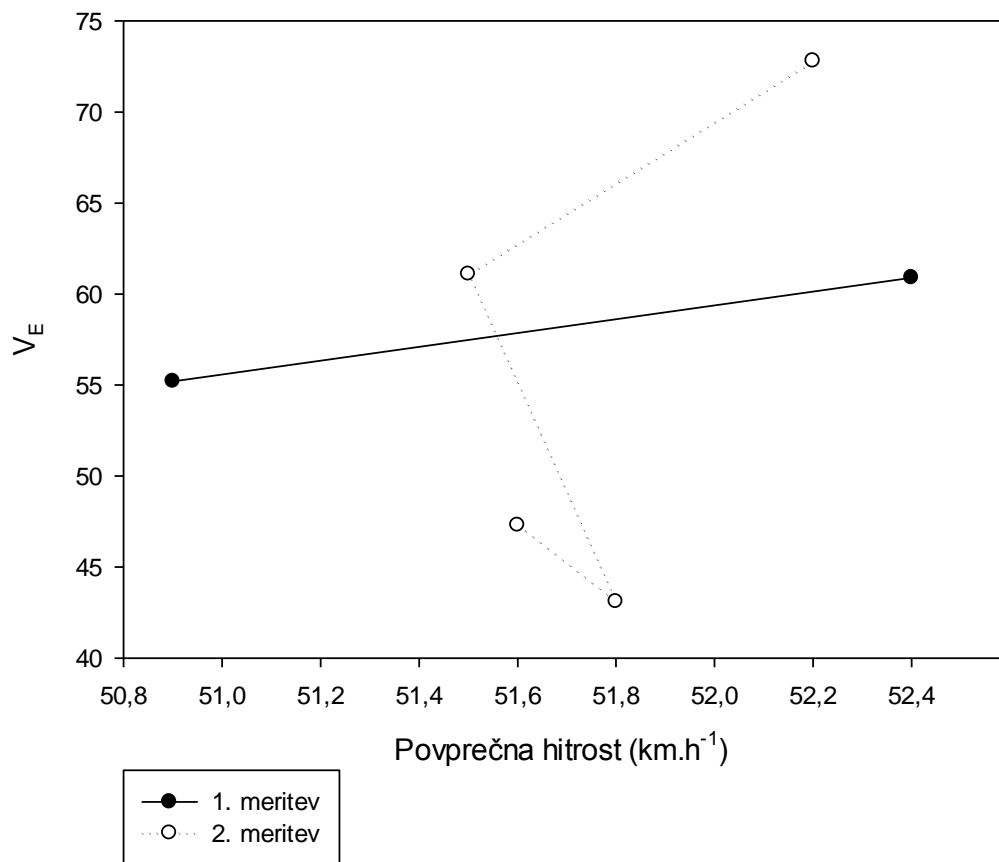
Slika 7. Dihalni volumen med naporom

Dihalni volumen se precej razlikuje med ponovitvami in je bil v drugi meritvi največji pri tretji ponovitvi, kjer je bila vrednost 2,4 l. Pri prvi meritvi je mogoče zaznati blago povezanost s hitrostjo, v drugi, kjer smo izvedli več ponovitev, pa povezanosti s hitrostjo ni.



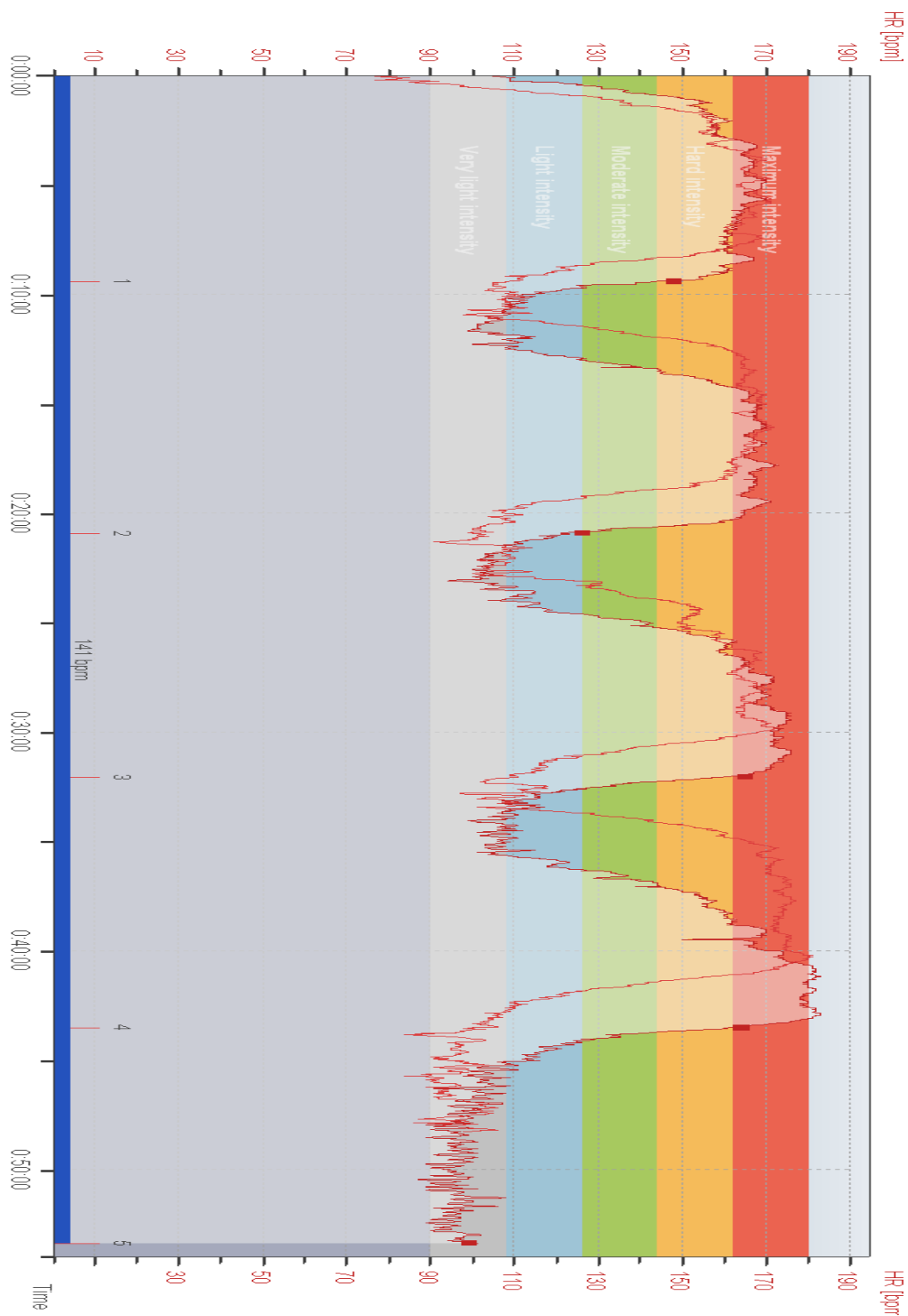
Slika 8. Relativni privzem kisika

Primerjava s prvo meritvijo kaže na podoben trend povečevanja s ponovitvami. Nekoliko nizek je le rezultat druge ponovitve v drugi meritvi. Absolutno največja vrednost je znašala 35,3 ml/kg*min⁻¹. Povezanosti s hitrostjo ni, saj je bila vrednost tretje ponovitve druge meritve precej visoka, hitost pa nizka.



Slika 9. Pljučna ventilacija (l/min) med naporom

Pljučna ventilacija se prav tako s ponovitvami povečuje, največjo vrednost je dosegla pri 72,8 in je bila nekoliko višja od največje vrednosti pri prvi meritvi. Povezave s povprečno hitrostjo ni zaznati, saj je tretja ponovitev z drugo najvišjo vrednostjo po hitrosti šele na petem mestu.



Slika 10. Frekvenca srca med naporom (u/min)

Frekvenca srca je obeh primerih precej podobna. Med odmori se hitro zniža in s ponovitvijo naraste na skoraj identične vrednosti prejšnjim ponovitvam. Najvišje

vrednosti so se zabeležile v zadnji ponovitvi obeh meritev, podobno kot ostali kazalci.
Vrednosti preko 180 u/min so v obeh primerih najvišje.

5 RAZPRAVA

Z majhnim številom raziskav je področje obremenitev in napora še precej neraziskano. Motokros je zelo naporna športna panoga. S trajanjem med 35–40min ga uvrstimo med vzdržljivostne športe, saj je VO_2 okrog $30 \text{ ml/kg}\cdot\text{min}^{-1}$, kar z energijskega vidika pomeni nizkointenziven napor, kar smo potrdili tudi z rezultati raziskave. V primerjavi s študijo, ki so jo opravili na Finskem (Kontinen, Hakkinen in Kyrolainen, 2006) in v Italiji (Gobbi, Francisco, Tuy, in Kvitne, 2005) smo dobili zelo primerljive rezultate v vseh kazalcih. Zaradi konfiguracije terena, vzpostavljanja ravnotežja, pospeševanja in zaviranja je vključen velik delež mišic. Med položajem stoje na motorju so tekmovalci z njim v stiku na dveh mestih. Z nogami stojijo na t. i. tačkah, z rokami pa držijo krmilo. Upiranje silam v tem položaju zahteva precejšen napor, amplituda gibov sicer ni velika, delo mišic je bolj izometrične narave, kar vseeno povzroči relativno visoke srčne frekvence. Test smo opravljali dvakrat na isti stezi in ponovljivost rezultatov je praktično identična.

Frekvenca srca naraste v območje med 170 in 180 u/min v 1:30min, te vrednosti se ponovijo med vsakim poizkusom. Kontinen, Hakkinen in Kyrolainen (2006) so za raziskavo uporabili vožnje, dolge po 15 min, kar je dvakrat daljše kot v naši raziskavi. Rezultati so skoraj identični, saj so njihove izmerjene vrednosti srčne frekvence 184 ± 17 u/min. Gobbi, Francisco, Tuy in Kvitne (2005) so v raziskavi analizirali vožnjo, dolgo 30 min, rezultati so pokazali nekoliko višje vrednosti 180–200 u/min. Ugotovili smo, da srčna frekvenca tudi v našem primeru narašča s ponovitvami, torej bi z daljšimi vožnjami verjetno dosegli še višje vrednosti. Astrand in Rodhal (1986) pa sta izmerila vrednosti pri 5–10 min simulacijah tekme med 155 in 174 u/min, in med 180–200 med resnično tekmo, ki traja 35 min. Med samo vožnjo se zgodijo rahla nihanja, predvsem na račun napak, ki zahtevajo dodaten napor. Korelacijo med naporom in hitrostjo je mogoče opaziti tudi v vrednostih srčne frekvence in časih krogov. V obeh testih je bila najvišja frekvenca prav v zadnji ponovitvi, kjer je bila tudi povprečna hitrost najvišja. Torej lahko razumemo, da večja hitrost zahteva večji napor, vsaj z vidika srčne frekvence. Gre pa tudi za učinkovitost gibanja, timing, motorične sposobnosti, ki poleg fizične komponente prispevajo k hitrosti.

Vrednosti laktata pri prvem testiranju in prvi ponovitvi najprej narastejo, pri drugem

testiranju pa se ne spremenijo veliko. Razumljivo je v začetku večji delež anaerobnih procesov, aerobni še niso razviti. Po drugi in tretji meritvi se vzpostavi stacionarno stanje, po zadnji pa vrednost nekoliko naraste na račun večje povprečne hitrosti, kar kaže na naraščanje vrednosti laktata z večanjem hitrosti. V primerjavi z omenjenima raziskavama smo izmerili nekoliko nižje vrednosti, vendar vseeno precej primerljive. Gobbi, Francisco, Tuy in Kvitne (2005) so izmerili vrednosti 5.3 ± 2.1 mmol/l, Konttinen, Hakkinen in Kyrolainen (2006) pa 5.0 ± 2 mmol/l. Razlike gre pripisati učinkovitosti fizioloških procesov tekmovalcev, verjetno pa na vrednosti vpliva tudi težavnost steze, ki s svojo konfiguracijo zahteva večji oz. manjši napor. Kljub temu da laktat nakazuje na velik delež anaerobnih procesov, se vzpostavi stabilno stanje.

Prvo naraščanje je posledica odvzema po 7. minuti, ko so anaerobni procesi prisotni v večji meri. Kasneje se vzpostavi stacionarno stanje, po 28. minuti pa je zopet naraščal zaradi trajanja. V motokrosu je delež anaerobnih procesov precej razvit, sposobni pa so ohranjati stabilno stanje.

Relativni privzem kisika se v izmerjenih rezultatih v povprečju giblje okrog vrednosti $30 \text{ ml/kg} \cdot \text{min}^{-1}$. Naraste v zadnjih meritvah, kjer je večja tudi povprečna hitrost. Konttinen, Hakkinen in Kyrolainen (2006) so izmerili vrednosti $32 \pm 4 \text{ ml/kg} \cdot \text{min}^{-1}$. Te vrednosti so rahlo višje, verjetno zaradi daljšega trajanja. Ugotavljajo tudi, da hitrejši tekmovalci vozijo bolj ekonomično v povezavi z njihovim Vo_2max pri višjih povprečnih hitrostih. Verjetno gre to pripisati boljšim spretnostim in s tem manjšim izgubam energije. Vo_2max je lahko omejitveni dejavnik uspešnega tekmovanja, zlasti v težjih razmerah, kot so steze z velikimi nakloni in zahtevnimi tehničnimi elementi. Ne gre zanemariti vremenskih razmer, temperature so velikokrat višje od $30 \text{ }^\circ\text{C}$. Evaporacija je otežena zaradi zaščitne opreme, torej je hlajenje slabše, kar še povečuje utrujenost. Izboljšanje hitrosti je torej lahko povezano z izboljšanjem Vo_2max oz. z izboljšanjem tehnike. V vsakem primeru večja mišična vzdržljivost, boljše živčno-mišične funkcije in dobri metabolični procesi v mišicah pripomorejo k izboljšanju ekonomičnosti in posledično hitrosti (Konttinen, Hakkinen in Kyrolainen, 2006). V našem primeru, ko so bile vožnje krajše, med odmori se je merjenec nekoliko nadihal, Vo_2max ni omejitveni dejavnik. Maksimalna aerobna sposobnost ni toliko izražena. Kljub temu se strinjamo z ugotovitvami raziskave Fincev. Verjetno bi dobili podbne rezultate, če bi ponovili meritve na tekmovanju. Zanimivo je, da so za

motokros značilne visoke srčne frekvence in ne tako visoke vrednosti porabe kisika. Neskladje gre po vsej verjetnosti pripisati izometrični aktivnosti mišic (Diotto-Gerrard in Gerrard, 1999; Sheel, Seddon, Knight, McKenzie in Warburton, 2003; Von Lehmann et al., 1982).

Med aktivnostjo se pokaže predvsem poraba maščob, kasneje tudi ogljikovih hidratov. Ventilacija zadošča, da R ostane nizek, kljub temu da ni visoka. Giblje se med 43–72 l/min. Frekvenca dihanja je med 26 in 40 vdihi/min, kar so nekoliko nižje vrednosti v primerjavi s finsko raziskavo, kjer so opisali, da se je dihalna stopnja razlikovala od drugih merjenih spremenljivk, s tem da je bila podobna med vožnjo motorja in obremenitvijo na testu na cikloergometru. Ugotovili so, da bi to lahko bila posledica izometrične mišične aktivnosti in kontinuiranih tresljajev, ki izhajajo s terena in s tem povzročajo površno dihanje. Opisujejo tudi manever po Valsalvi, kar povzroči trenutno ustavitev dihanja zaradi aktivnosti mišic z namenom boljše opore za hrbtenico. Možno je, da se ta manever pojavlja med vožnjo motorja (Konttinen, Hakkinen in Kyrolainen, 2006).

VCO₂ predstavlja volumen izdihanega CO₂. V našem primeru so vrednosti med 1275 in 2137 ml/min. Doslej še ni bilo podatka v raziskavah na temo tvorbe CO₂. Iz rezultatov pa ugotovimo, da se s ponavljanji povečuje, vendar stanje ne povzroča pretirane acidoze. Povečan tlak VCO₂ pa povzroči večjo ventilacijo. Korelacije s hitrostjo ni zaznati.

Kljub temu da je motokros fizično naporen šport, je potrebno omeniti tudi psihološko komponento. Nedavne študije so razkrile znake psihološko-emocionalnega stresa (Odaglia in Magnano, 1979; von Lehman et al., 1982). Pred štartom, kjer ni značilne fizične aktivnosti, saj tekmovalec samo sedi na motociklu, iz izkušenj beležimo precej visoke frekvence, tudi do 150 u/min. Prav tako je med tekmo prisotna komponenta vznemirjenja, saj je tekmovalec ves čas pod stresom zaradi prehitevanj, različnih situacij, ki zmotijo ritem in vznemirijo tekmovalca.

6 SKLEP

Zaradi slabega poznavanja problematike in oteženega načrtovanja zaradi pomanjkanja raziskav smo se odločili, da raziščemo dogajanje med obremenitvijo tekmovalca pri motokrosu. S teoretičnega in praktičnega vidika je težko ovrednotiti napor in določiti obremenitev z objektivnimi sredstvi, saj je v motokrosu steza vedno malce drugačna. Večkrat je celo težko primerjati povprečne hitrosti krogov zaradi spreminjanja podlage. Trenerji si v takšnih okoliščinah največkrat pomagamo s primerjanjem tekmovalcev med sabo. Običajno imamo občutek, kdaj je kdo hitrejši, a vseeno to niso objektivni rezultati. S testiranjem in rezultati smo gotovo pripomogli k boljšemu razumevanju napora med obremenitvijo tekmovalca. Želimo si, da bi tudi v motokrosu športna diagnostika postala stalnica, le tako bi trenerji lahko natančno spremljali napredek telesnih sposobnosti tekmovalca.

Cilj vsakega tekmovalca ostaja enak: biti boljši na vsakem treningu, na vsaki tekmi. Ključ izboljševanja tekmovalnih nastopov je zagotovo izpopolnjevanje trenažnih procesov, za katere je nujno razumevanje specifik športne panoge. Motokros je naporen, precej nevaren šport, kjer so vključene prav vse psihofizične sposobnosti. Od osnovne moči, specialne priprave, do psihološke komponente in priprave motocikla.

Postavljeno hipotezo, da bo večja hitrost vožnje posledično na enaki stezi pomenila tudi večji napor, lahko na podlagi izvedenih meritev zavržemo.

7 VIRI

- Astrand, P. O. in Rodhal, K. (1986). *Textbook of work physiology*. New York: McGraw-Hill.
- Costello, F. in Kreis, E. J. (1993). *Introduction to Agility* (Chapter 1). *Sports Agility*. Nashville, TN: Taylor Sports Publishing.
- Diotto-Gerrard, P. in Gerrard, D. (1999). *Overuse injury in motocross: Motocross riders' forearm*. Otago, NZ: University of Otago.
- Gobbi, A. W., Francisco, R. A., Tuy, B. in Kvitne, R. S. (2005). Physiological characteristics of top level off-road motorcyclists. *Br J Sports Med*, 39(12), 927–931.
- Konttinen, T., Kyröläinen, H. in Häkkinen, K. (2008). Cardiorespiratory and neuromuscular responses to motocross riding. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(1), 202–209.
- Odaglia, G. in Magnano, G. (1979). Osservazioni e rilievi sull'impegno cardiaco nel motocross (Heart activity in moto-cross). *Medicina Dello Sport*, 32, 199–206.
- Pistotnik, B. (2011). *Osnove gibanja v športu: Osnove gibalne izobrazbe*. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.
- Sheel, A. W., Seddon, N., Knight, A., McKenzie, D. C. in Warburton, D. E. R. (2003). Physiological responses to indoor rock-climbing and their relationship to maximal cycle ergometry. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35, 1225–1231.
- Urbas, M. (2013) *predlog programa kondicijske priprave mladih motokrosistov*. (Diplomsko delo). Ljubljana: Fakulteta za šport.
- Ušaj, A. (2003). *Kratek pregled osnov športnega treniranja*. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za šport.
- von Lehmann, M., Huber, G., Schaub, F. in Keul, J. (1982). Zur Bedeutung der Katecholaminausscheidung zur Beurteilung der körperlich-konzentrativen Beanspruchung beim Motorrad-Geländesport (The significance of catecholamine excretion for the evaluation of the physical and emotional stress in motocross riders). *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 33, 326–336.
- Winter, D. A. (1995). Human balance and posture control during standing and walking. *Gait & Posture*, 3(4), 193–214.