

—  
UNIVERZA V LJUBLJANI  
FAKULTETA ZA ŠPORT  
Kineziologija

## **POMEN VADBE MOČI PRI CESTNEM KOLESARSTVU**

DIPLOMSKO DELO

**MENTOR:**

doc. dr. Igor Štirn, prof. šp. vzg.

**SOMENTOR:**

asist. dr. Samo Rauter, prof. šp. vzg.

**RECENZENT:**

doc. dr. Aleš Dolenc, prof. šp. vzg.

Avtor dela  
**DOMEN IPAVEC**

Ljubljana, 2015

## **ZAHVALA**

Zahvaljujem se svojemu mentorju dr. Igorju Štirnu in somentorju dr. Samu Rauterju za pomoč in vodenje pri izdelavi diplomske naloge.

Zahvaljujem se tudi družini in puncu za vso podporo in potrpežljivost v času pisanja diplomske naloge.

**Ključne besede:** Cestno kolesarstvo, vadba za moč, tekmovalna kolesarska zmogljivost, mehanizmi napredka

## **POMEN VADBE MOČI PRI CESTNEM KOLESARSTVU**

**Domen Ipavec**

### **IZVLEČEK**

Cilj diplomske naloge je predstaviti vpliv vadbe moči na tekmovalno cestno-kolesarsko zmogljivost in na parametre, ki to zmogljivost določajo. Cestno kolesarstvo je tipičen vzdržljivostni šport. Pomembni parametri, ki določajo stopnjo uspešnosti, so; srčno-žilni sistem, dihalni sistem, sposobnost mišic za sprejetje in porabo kisika, anaerobni energijski procesi, telesna sestava ter sposobnost mišic za proizvodnjo velike sile. Kolesarski trening in vadba za moč imata na človeški organizem različne, nasprotujoče si učinke. Veliko časa je zato veljalo, da kolesarji za boljši dosežek ne potrebujejo vadbe za moč, vadba moči naj bi kolesarjem celo škodovala zaradi povečanja mišične mase, saj ta, če je prevelika, v veliko primerih onemogoča vrhunski kolesarski dosežek. Raziskave, narejene na tem področju v zadnjih letih, govorijo drugače. Vadba za moč naj bi lahko imela na kolesarski dosežek pozitiven učinek. Metoda dela je bila zbiranje strokovnih člankov, objavljenih v svetovni bazi na področju športa SPORTDiscus, ki je dostopna na spletu, ter ostale literature, ki je dostopna v različnih slovenskih knjižnicah. Pregled raziskav je pokazal, da ima vadba za moč številne pozitivne učinke na tekmovalno kolesarsko zmogljivost in na posamezne parametre, ki to zmogljivost določajo. Kljub temu nekatere raziskave niso uspeli pokazati izrazitega ugodnega učinka na kolesarsko zmogljivost ali pa so bile kratkotrajne. Avtorji zato predlagajo nadaljnje raziskave, ki bi preučevale to področje.

**Key words:** Road cycling, strength training, cycling performance, mechanisms of progress

## **STRENGTH TRAINING IN ROAD CYCLING**

**Domen Ipavec**

### **ABSTRACT**

The aim of this paper is to represent the effect of strength training on performance in road cycling and on parameters that determine it. Road cycling is a typical endurance sport, important parameters that determine the degree of performance are; cardiovascular system, respiratory system, ability of muscles for oxygen uptake, anaerobic metabolic system, body composition and ability of muscles for high power output. Cycling and resistance training have different and various effects on human body. Therefore, it has been long suggested that cyclist don't need resistance training for better performance. Furthermore, excessive muscle mass, induced with resistance training could have negative effect on cycling performance, and therefore prevent top performance. Surveys made on this area in the near past show different picture. Resistance training happens to have positive effect on cycling performance. Work method consisted of collecting articles published in world base of sport area, SPORTDiscus, which is available online and articles and other literature available in various Slovene libraries. Review of surveys showed resistance training to have numerous positive effects on competitive cycling performance and parameters that determine it. Anyway, some of the studies failed to show distinctive positive effect on cycling performance, or were short-term. Authors thus suggest further surveys which would investigate this area.

## KAZALO

1. UVOD.....	5
1.1 CESTNO KOLESARSTVO IN FIZIOLOŠKE ZAHTEVE .....	5
1.2 CIKLIZACIJA KOLESARSKEGA TRENINGA.....	8
1.3 MOČ KOT GIBALNA SPOSOBNOST.....	11
1.4 CILJI IN ODPRTA VPRAŠANJA.....	13
2. JEDRO .....	14
2.1 BIOMEHANIKA KOLESARSTVA .....	14
2.2 ANATOMIJA KOLESARJENJA .....	17
2.3 VPLIV TRENINGA MOČI NA POSAMEZNE PARAMETRE KOLESARSKE USPEŠNOSTI .....	21
2.4 POTENCIALNI MEHANIZMI NAPREDKA .....	28
2.5 SESTAVA TRENINGA MOČI IN NJEGOVA UMESTITEV V TRENAŽNI PROCES .....	29
3. SKLEP .....	35
4. VIRI .....	37

## KAZALO SLIK

Slika 1. Prikaz delitve moči z različnih vidikov (Ušaj, 2003).....	11
Slika 2. Prikaz delitve moči glede na akcijski vidik (Strojnik, 2012) .....	11
Slika 3. Prikaz skupin metod vadbe za moč (Strojnik, 2012) .....	12
Slika 4. Prikaz glavnih geometrijskih nastavitvev kolesa (Fonda in Šarabon, 2010a) .....	15
Slika 5. Glavne sile na pedala v drugi fazi obrata (Fonda in Šarabon, 2010a).....	17
Slika 6. Aktivnost mišic nog pri celotnem obratu pedala (Fonda in Šarabon, 2010a) .....	19

## KAZALO TABEL

Tabela 1. Primer letne ciklizacije (Kavaš, 2013) .....	10
Tabela 2. Prikaz treningov moči v raziskavah.....	25
Tabela 3. Trening moči za kolesarje .....	32

# 1. UVOD

Kolesarstvo je postalo v zadnjih letih eden najbolj popularnih športov na svetu. Kolo že majhnemu otroku predstavlja svobodo, saj se lahko povsem samostojno odpravi, kamor želi. Ta pomen kolesa se prenese tudi v odraslost, kolesarstvo pa postane tudi način sprostitve, rekreacije ter tudi način transporta, bodisi vsakodnevno na delo ali pa kam drugam. Kolesarstvo je tudi tekmovalno zelo razvit šport.

Kolesarstvo lahko v grobem razdelimo na več disciplin. Poleg cestnega ter gorskega kolesarstva poznamo tudi »bmx« kolesarstvo, dirkališčno kolesarstvo (velodrom), ciklokros, »trial« kolesarstvo, dvoransko kolesarstvo ter kolesarstvo za invalide, poznano tudi kot ročno kolesarstvo. Tekmovalno cestno kolesarstvo je sestavljeno iz »klasičnih« cestnih dirk, kjer se kolesarji običajno vozijo v skupini (imenovani tudi »peloton«), ter vožnje na čas. Znotraj »klasične« cestne dirke ločimo enodnevne dirke ter večdnevne etapne dirke (»Union Cycliste Internationale«, 2015).

## 1.1 CESTNO KOLESARSTVO IN FIZIOLOŠKE ZAHTEVE

Cestno kolesarstvo je vzdržljivostni šport, zelo velik pomen imajo dobro razviti aerobni procesi. Za dober dosežek je potrebna zelo velika vadbena količina. Profesionalni kolesarji prevozijo s kolesom 700–1000 kilometrov na teden, letno pa naredijo kar 35000 km. Profesionalni kolesarji se v pripravah na tritedenske dirke, kot je Dirka po Franciji, poslužujejo drugih, krajših etapnih dirk. Za dosego najboljših kolesarskih uspešnosti oziroma uresničitev kolesarskega potenciala posameznika je potrebnih 6–10 let sistematičnega treninga. Kolesarji dosežejo najboljšo zmogljivost pri starosti 23–27 let. Ob primernih pogojih je to raven zmogljivosti mogoče vzdrževati 10 let (Shephard in Åstrand 2000). Pri članski konkurenci je razdalja, ki jo morajo kolesarji prevoziti, običajno velika (do 260 km), tako pri enodnevnih dirkah kot tudi pri posameznih etapah večdnevne dirke. Vožnjo na čas delimo na posamično ter ekipno. Pri obeh vrstah vožnje na čas je razdalja običajno dolga 10–50 km, prevoziti pa jo je potrebno z najvišjo možno intenzivnostjo.

Zelo pomembni so dobro razviti aerobni energijski procesi v telesu. Potek biokemičnih reakcij v teh procesih je odvisen predvsem od razpoložljivosti kisika. Ker prihaja ta do celic izključno s krvjo, je delovanje srčno-žilnega sistema podrejeno cilju, da je treba mišičnim celicam kar najbolj učinkovito dobaviti kisik. Pri športnikih, ki so glede dolgotrajne vzdržljivosti boljši, je opaziti učinkovitejše srce. To je po svoji prostornini večje od srca netreniranih. Enkratno iztis srca je zato večji. Poveča se tudi minutni volumen srca, to pomeni, da lahko srce kolesarja v eni minuti prečrpa več krvi. Hkrati pa srce bolj vzdržljivostnih športnikov deluje bolj gospodarno pri isti količini prečrpane krvi (Ušaj, 2003). Povprečni srčni utrip pri večurni kolesarski dirki znaša od 160 do 170 utripov na minuto, kar pomeni 75–85 % maksimalnega srčnega utripa. Za vstop zadostne količine kisika v telo je potreben dobro razvit dihalni sistem. Kolesarji imajo večjo vitalno kapaciteto pljuč in večji maksimalni minutni volumen kot netrenirani posamezniki. Kapilarizacija pljuč je pri kolesarjih izboljšana, kar omogoča lažji prehod kisika iz pljuč v krvni obtok ter lažje oddajanje odvečnega ogljikovega dioksida iz krvi nazaj v pljuča (Ušaj, 2003). Faria, Parker in E. Faria

(2005a) navajajo, da predstavljajo dihalne mišice velik potencial za izboljšanje kolesarske zmogljivosti. Samo vzdržljivostni kolesarski trening naj ne bi povzročil dovolj velikega stimulusa za izboljšanje teh mišic, zato je priporočen poseben dodaten trening dihalnih mišic. Velikega pomena je tudi izboljšana sposobnost krvi za prenos kisika do aktivnih mišic. Potrebna je povečana koncentracija rdečih krvnih teles v krvi, saj so ta odgovorna za prenos kisika (Burke, 1995; Kavaš, 2013). Opaziti je razliko v razporedenosti kapilarne mreže pri počasnih in hitrih mišičnih vlaknih. Počasna so obdana z bogato mrežo kapilar, hitra pa ne (Ušaj, 2003).

Kot pomemben omejitveni dejavnik za kolesarski dosežek se smatra maksimalna poraba kisika (VO<sub>2</sub>max). Izražena je v mililitrih porabljenega kisika na kilogram telesne teže v eni minuti (ml/kg/min) (Shephard in Åstrand, 2000; Faria, Parker in E. Faria, 2005a; Kavaš, 2013). Vrhunski cestni kolesarji dosegajo vrednosti od 75 do 80 ml/kg/min (Shephard in Åstrand, 2000). Ta dejavnik določa, do katere stopnje intenzivnosti obremenitve bo premagovanje napora potekalo pretežno s pomočjo aerobnih energijskih procesov (Ušaj, 2003). Na višino VO<sub>2</sub>max vplivajo sledeči dejavniki (Kavaš, 2013):

- utripni volumen srca (velikost srca);
- frekvenca srčnega utripa;
- količina in »kakovost« krvi;
- sposobnost mišic za sprejem kisika.

Za uspešno premagovanje srednje trajajočih, visoko intenzivnih naporov so pomembni dobro razviti anaerobni procesi (Burke, 1995; Faria, Parker in E. Faria, 2005a). Energijo pri visoko intenzivnih naporih (30-sekundni sprinti) zagotavljajo proces glikolize (50–55 %), razgradnja kreatinfosfata (23–28 %) ter aerobni energijski procesi (16–25 %). To je potrebno upoštevati pri strategiji zaključnega sprinta. Če prične kolesar sprintati prezgodaj, lahko pride do utrujenosti zaradi izčrpanja zalog kreatinfosfata pred ciljno črto, kar ima za posledico slabši dosežek (Faria, Parker in E. Faria, 2005a). Zelo pomembna je lastnost kolesarja, da lahko prenaša velike količine stranskega produkta anaerobnih procesov, laktata (Burke, 1995). Vsebnost laktata je odvisna od intenzivnosti in trajanja napora. Lahko je visoka ali srednja, zato povzroča tudi dvojne vrste posledic. Pri kratkotrajnejšem in bolj intenzivnem naporu (3 do 5 minut) dosega visoke vrednosti in povzroča acidozo. Ta ima ključno vlogo pri pojavu utrujenosti. Pri daljših naporih vsebnost laktata ni tako visoka, zato ne povzroča tako izrazite acidoze. Toda acidoza je še vedno tako izražena, da je dihalni sistem izrazito in dodatno obremenjen. Z intenzivnim dihanjem skuša organizem zmanjšati stopnjo acidoze. Pljučna ventilacija dosega mejne vrednosti, ki lahko povzročijo utrujenost dihalnih mišic (Ušaj, 2003). Nasprotno Faria, Parker in E. Faria (2005a) trdijo, da povečana koncentracija laktata v krvi ne povzroči povečane zakisanosti organizma ter posledično utrujenosti organizma, pač pa je samo pokazatelj pomembne spremembe v metabolizmu, ki povzroči povečano acidozo v organizmu. To je povišana anaerobna razgradnja glikogena in glukoze ali prekomerna aerobna proizvodnja piruvata in njegova pretvorba v laktat. Proizvodnja laktata naj bi po njihovem mnenju imela na zmogljivost pozitiven učinek, saj naj bi ta proizvajal glukozo, absorbiral vodikove ione iz citosola, pa tudi omogočal njihov transport iz celic.

Pri vseh vrstah dirk je čas napora dolg 10–360 minut, zato je tudi proizvedena moč mišic odvisna predvsem od počasnih mišičnih vlaken, ki so najbolj vzdržljiva (Shephard in Åstrand, 2000). Ta imajo več in večje mitohondrije, celične organele, kjer potekajo aerobni energijski

procesu. Encimi, ki katalizirajo aerobne procese in so v mitohondrijih počasnih mišičnih vlaknen, so bolj aktivni kot v drugih mišičnih vlaknih (Kavaš, 2013; Ušaj, 2003). Poleg teh so za premagovanje tako dolgih naporov pomembna tudi hitra oksidativna vlakna. Ko pride do velike utrujenosti teh dveh tipov mišičnih vlaknen, potreba po visoki intenzivnosti pa se ohrani, se za krajši čas aktivirajo tudi hitra glikolitična vlakna. Odstotek posameznega tipa mišičnih vlaknen je različen pri specialistih za končni sprint, hribolazcih ter specialistih za vožnjo na čas. Sprinterji imajo več hitrih mišičnih vlaknen kot hribolazci ter specialisti za vožnjo na čas (Burke, 1995).

Pomembna je sposobnost telesa, da pri naporu varčuje z glikogenom ter v večji meri uporablja maščobo. Glikogenske rezerve, shranjene v mišicah in jetrih, zadostujejo samo za 90–120 min intenzivnega kolesarjenja. Za premagovanje napora, dolgega od 90–360 min, je potrebno dodatno sprotno vnašanje hrane in tekočine (Shephard in Åstrand, 2000; Kavaš, 2013). Vzdržljivostni trening kolesarjev poveča količino triglicerola v mišicah. Telo ga uporabi pri dolgotrajnem naporu, posledično pa privarčuje dragoceni glikogen. Ko je nivo glikogena v telesu nizek, porablja telo za energijo tudi sebi lastne beljakovine. Energija, proizvedena iz telesnih beljakovin, lahko pri dolgotrajnem kolesarjenju prispeva do 10 % celotne proizvedene energije (Shephard in Åstrand, 2000).

Za čim boljši kolesarski dosežek je pomembna tudi ekonomičnost kolesarjenja. Ta je lahko določena s porabo kisika pri različnih submaksimalnih naporih. Nižja kot je poraba kisika pri danem naporu, bolj je kolesar ekonomičen (Burke, 1995). Tehnika je prilagojena čim manjši porabi energije. Mehanski izkoristek takšnega gibanja se spreminja zaradi številnih dejavnikov. Med naporom navadno prihaja do poslabšanja tega izkoristka, predvsem zaradi vključevanja novih, slabše prilagojenih tipov mišičnih vlaknen (Ušaj, 2003). Učinkovitost kolesarja pri visoko intenzivnih naporih je pozitivno povezana z odstotkom mišičnih vlaknen tipa 1. Visok odstotek teh vlaknen je tudi povezan z manjšim kisikovim dolgom pri submaksimalnem naporu (Faria, Parker in E. Faria, 2005a).

Primerna telesna teža je v kolesarstvu velikega pomena. Odvečna telesna teža kolesarja v veliko situacijah ovira, še posebej pri vožnji v klanec ter pospeševanjih. Odstotek telesne maščobe mora biti dovolj nizek, hkrati pa ne preveč, saj je določen odstotek maščobe nujno potreben za normalno delovanje fizioloških procesov v telesu. Povprečen odstotek telesne maščobe, merjen pri tekmovalnih kolesarjih, znaša od 8 do 12 %, pri tekmovalnih kolesarkah pa od 10 do 15 % (Burke, 1995). Hkrati mora imeti kolesar dovolj mišične mase, saj je v kolesarstvu mišična moč pomembna.

Težji kolesarji z več mišične mase lahko razvijejo večjo absolutno moč kot lažji kolesarji z manj mišične mase. Težji ter močnejši kolesarji imajo prednost na ravnem terenu ter pri sprintih, saj lahko s svojo močjo premagajo več zračnega upora, ki nastane pri večjih hitrostih. Lažji kolesarji pa imajo prednost pri vožnji v klanec, saj manjša telesna masa pomeni manjšo silo gravitacije (Shephard in Åstrand, 2000). Pomembna je relativna moč kolesarja glede na njegovo telesno težo, ki je izražena v W/kg. Še posebej je pomembna pri kolesarjenju v klanec, saj tam na kolesarja deluje sila gravitacije v večji meri kot pri kolesarjenju po ravnem.

Faria, Parker in E. Faria (2005a) pravijo, da se lahko maksimalno doseženo moč ( $W_{max}$ ), izmerjeno pri kolesarskem testu maksimalne moči, uporabi kot dober napovednik kolesarske



uspešnosti. Obstaja velika povezanost med doseženo  $W_{max}$  pri kolesarskem testu maksimalne moči ter uspešnostjo pri 20-kilometrski preizkušnji. Relativna moč kolesarja, večja od 5.5 W/kg, je pri elitnih tekmovalcih nujno potrebna za vrhunski dosežek. Sovndal (2009) pravi, da je močno in krepko telo kolesarja ključ za dosego dobre kolesarske uspešnosti ter preventivo pred poškodbami. Mišice spodnjih ekstremitet so tiste, ki proizvedejo največ moči, ki je potrebna za obračanje pedal. Mišice trupa ter zgornjega dela telesa pa so tiste, ki stabilizirajo celotno telo ter omogočajo, da proizvedeno moč učinkovito uporabimo.

## 1.2 CIKLIZACIJA KOLESARKEGA TRENINGA

Sledeči opis posameznih obdobij kolesarskega treninga je namenjen tekmovalnim cestnim kolesarjem, katerih cilj je čim boljša pripravljenost na dirkah v času od začetka meseca maja do konca septembra. Namen je le grob opis posameznih nalog kolesarja v posameznem obdobju. Ker vadbene količine niso podrobno opisane, ga je mogoče uporabiti pri vrhunskih ter nekoliko slabše pripravljenih tekmovalnih kolesarjih.

### **Osnovno pripravljalo obdobje**

Običajno traja od druge polovice novembra do konca januarja. Intenzivnost vadbe je navadno nizka, obseg pa velik. Kljub temu da se zvišuje intenzivnost, naj bi se zviševala tudi količina vadbe. Intenzivnost vadbe je večinoma časa pod anaerobnim pragom, srčni utrip pa ne presega območja od 60 do 80 % maksimalnega srčnega utripa (Burke, 1995). V decembru se količina treninga glede na november poveča za približno 15–20 %. V januarju se količina v primerjavi z decembrom poveča za dodatnih 15–20 %. Vrhunski tekmovalni kolesarji pričnejo v novembru s treningom na kolesu. Rekreativni kolesarji v novembru prav tako pričnejo s treningom, vendar ni potrebno, da se držijo točno določenega programa (Medhus, b.d.). Poleg običajne vadbe na kolesu pridejo v poštev tudi druge aktivnosti vzdržljivostnega značaja. Kolesarji se običajno poslužujejo teka na smučeh, teka in pohodništva (Burke, 1995; Ertl, 2015). Ertl (2015) pravi, da je za kolesarje, ki živijo v krajih z mrzlimi zimami, čas od novembra do konca februarja oziroma dokler vremenske razmere ne dopuščajo treninga zunaj, primeren za vadbo v športnih dvoranah in fitnes studiih. Aktualno je tudi kolesarjenje na trenažerju, ki pa naj ne bo daljše od 45 min, saj lahko motivacija vadečega hitro upade. Pomembno vlogo ima tudi vadba moči. Sčasoma se število ponovitev zmanjša, poveča pa se breme (Burke, 1995; Ertl, 2015; Medhus, b.d.). Okoli decembra se poveča obseg vadbe na kolesu. Januarja se ostale vzdržljivostne aktivnosti počasi opustijo. Glavni cilj je izboljšati aerobni sistem z različnimi vadbenimi sredstvi (Burke, 1995; Ertl, 2015; Kavaš, 2013; Medhus, b.d.).

### **Specialno pripravljalo obdobje**

Traja od začetka februarja do konca aprila (Burke, 1995). V februarju se obseg poveča za dodatnih 15–20 %. Če se dirke pričnejo v začetku aprila, potem je potrebno v februarju pričeti s treningom  $V_{O2max}$  in s treningom anaerobnih sposobnosti. V marcu je poudarek na intervalnem treningu, ki mora biti prilagojen glede na pomembe spomladanske dirke (Medhus, b.d.). Frekvenca srčnega utripa dosega vrednosti od 85 do 95 % maksimalnega srčnega utripa (Burke, 1995). Za dvig forme so zelo koristni trening kampi ter dirke (Medhus, b.d.). Drugih vzdržljivostnih aktivnosti se kolesarji ne poslužujejo več. Vadba moči prehaja v

fazo maksimalne moči. Program dirk se mora v tem obdobju ujemati z doseganjem že prej zastavljenih ciljev, številni kolesarji zato te dirke uporabijo kot pripravo za prihajajoče preizkušnje. V mesecu marcu sta intenzivnost in obseg vadbe običajno največja (Burke, 1995).

### **Tekmovalno obdobje**

Traja od začetka maja do konca septembra. Že na začetku tega obdobja naj bi bili kolesarji blizu svoje najboljše forme. Poleg doseganja dobrih rezultatov je največja naloga ohranjanje forme skozi celotno tekmovalno obdobje. Ker je obdobje običajno dolgo celih 5 mesecev, je optimalno tekmovalno formo težko obdržati ves čas na visokem nivoju. Zato je potrebno uvesti vmesna obdobja regeneracije (Burke, 1995). Na formo lahko slabo vpliva prezahtevnost tekmovalnega programa. Zlasti ni smiselno poskušati biti vsako dirko maksimalno pripravljen, še posebej na takšnih dirkah, na katerih posamezniki nimajo možnosti za vidnejše uvrstitve (Kavaš, 2013). Potrebno je čim več situacijske vadbe, tako da se tekmovalec kar najbolje pripravi na specifičnost posamezne dirke. Veliko pozornosti se namenja različnim tehnikam kolesarjenja, npr. tehnika vožnje v klanec, vadba moči na kolesu, visoko intenzivni intervali, ki posnemajo tekmovalno situacijo, šprinti, vožnja v zavetrju motorja. Za optimalno pripravo na pomembnejši cilj sezone so nujno potrebne tudi druge manj pomembne dirke. Pred pomembnejšo dirko je potrebno zmanjšati obseg vadbe, več pozornosti je potrebno posvetiti hitrosti in tehniki kolesarjenja. Težkih treningov se je potrebno izogibati, nadomesti se jih lažjimi treningi, ki vsebujejo nekaj visoko intenzivnih naporov (Burke, 1995). Velik vpliv na formo ima prehrana, ki mora biti uravnotežena. Pogosto energetsko neravnovesje močno skrajšuje obdobje forme. S tem je mišljena predvsem redukcija hrane z namenom zmanjšanja telesne mase ali prepogosto sosledje intenzivnih treningov, ko telo nima dovolj časa za obnovo energije (Kavaš, 2013).

### **Prehodno obdobje**

Sledi tekmovalnemu obdobju in služi kot prehod k novemu pripravljalnemu obdobju. Običajno ni daljše od osmih tednov. Značilno je zmanjšanje intenzivnosti ter obsega vadbe (Burke, 1995). To je čas za aktivni počitek, potrebno se je odpočiti od naporene tekmovalne sezone. Kolesarji se poslužujejo lahkotnih voženj s kolesom, lahko tudi lahkotnega teka ter ostalih vadbenih aktivnosti. Poudarek je na uživanju v izbranih aktivnostih. Prehodno obdobje je tudi čas za oceno sezone in za postavljanje ciljev za prihajajoče leto (Medhus, b.d.).

Vredno je omeniti ter poudariti, da je to tip linearne ciklizacije. Sodobno tekmovalno cestno kolesarstvo (predvsem profesionalna raven) od kolesarja zahteva čim boljšo tekmovalno pripravljenost skozi večino leta. Plan dirk je lahko pri kolesarju razpotegnjen od meseca februarja do meseca oktobra. To ima za posledico skrajšan čas, ki je namenjen osnovnemu in specialnemu pripravljalnemu obdobju. Kolesar mora biti v kar najboljši tekmovalni pripravljenosti večino leta, število dirk pa je veliko. Kolesarji tako nimajo vedno možnosti, da bi se ravnali po zgoraj opisanemu primeru ciklizacije, saj je število pomembnih dirk za linearni tip periodizacije preveliko, daljše je tudi tekmovalno obdobje. Kolesarji se velikokrat poslužujejo tako imenovane blok periodizacije, ki omogoča večje število vrhov, na katerih so tekmovalci optimalno pripravljani.

Blok periodizacija omogoča večje število vrhov s krajšimi, bolj specializiranimi mezocikli, ki

vodijo do optimalne pripravljenosti. Naenkrat razvija manj motoričnih in tehničnih sposobnosti kot linearna. Zaradi tega je več možnosti, da se izognemo pojavu nasprotujočih si fizioloških odgovorov telesa, ki so posledica razvijanja prevelikega števila motoričnih sposobnosti naenkrat. Blok periodizacija omogoča tudi večji stimulus za razvoj določenih sposobnosti, kar je primerno predvsem za dobro trenirane športnike, saj ti za napredek potrebujejo večji stimulus kot manj trenirani (Issurin, Dreshman, 2012). V nadaljevanju je v tabeli 1 prikazan še en primer ciklizacije za tekmovalne kolesarje s krajšim pripravljalnimi in daljšim tekmovalnim obdobjem, ki je razdeljen v dva dela.

*Tabela 1. Primer letne ciklizacije (Kavaš, 2013)*

Obdobje	Teden	Vsebina	Ocena obsega	Ocena intenzivnosti
<b>Uvodni trening (11. 11.–24. 11.)</b>	1–2	alternativni aerobni športi, trening moči	**	**
<b>Bazično obdobje (25. 11.–6. 1.)</b>	3–5	zimске priprave – tek na smučeh	****	***
	6	razbremenitev/uvodni kolesarski treningi z uporabo koles s prisiljenim tekom	***	*
	7–8	"nabiranje" kilometrov na kolesu z občasno uporabo koles s prisiljenim tekom	*****	**
<b>Predtekmovalno obdobje (7. 1.–18. 2.)</b>	9–14	vkjučevanje treningov za razvoj Anp	*****	****
<b>Zgodnje tekmovalno obdobje (19. 2.–10. 3.)</b>	15	razbremenitev	***	***
	16–18	vkjučitev anaerobnih treningov in prve dirke	****	*****
<b>Tekmovalno obdobje 1 (prvi glavni cilj sezone) (9. 4.–1. 7.)</b>	19	razbremenitev	***	***
	20–25	pomembne dirke	****	*****
	26	razbremenitev in ponovna priprava na naslednje dirke	***	**
	27–33	pomembne dirke	****	*****
<b>Prelom tekmovalne sezone in priprava na prve dirke v drugem delu sezone (2. 7.–22. 7.)</b>	34	razbremenitev/aktivni počitek	**	*
	35	razvoj aerobne zmogljivosti	****	**
	36	intenzivni aerobni treningi	****	****
<b>Uvod v drugi del tekmovalne sezone (23. 7.–19. 8.)</b>	37–40	manj pomembne dirke in vkjučitev anaerobnih treningov	****	****
<b>Tekmovalno obdobje 2 (drugi glavni cilj sezone) (20. 8.–14. 10.)</b>	41–43	pomembne dirke	****	*****
	44	razbremenitev	***	***
	45	pomembne dirke	****	*****
	46–48	manj pomembne dirke	***	****
<b>Letni počitek (15. 10.–11. 11.)</b>	49–52	razbremenitev/počitek	*	*

V tabeli 1 je prikazan primer letne periodizacije za kolesarje kategorije do 23 let in elite.

### 1.3 MOČ KOT GIBALNA SPOSOBNOST

#### VRSTE MOČI

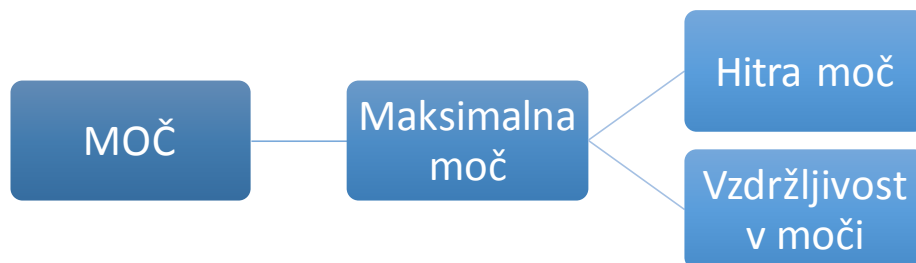
Vrste moči je mogoče definirati glede na izbrane vidike. Tako je mogoče izbrati tri glavne vidike definiranja moči kot gibalne sposobnosti: vidik deleža telesa (mišične mase), s katerim premagujemo obremenitev, vidik tipa mišičnega krčenja in vidik silovitosti (Ušaj, 2003). Omenjeno razdelitev prikazuje slika 1.



Slika 1. Prikaz delitve moči z različnih vidikov (Ušaj, 2003)

Slika 1 prikazuje delitev moči z vidika deleža aktivne mišične mase, vidika tipa mišičnega krčenja ter vidika silovitosti.

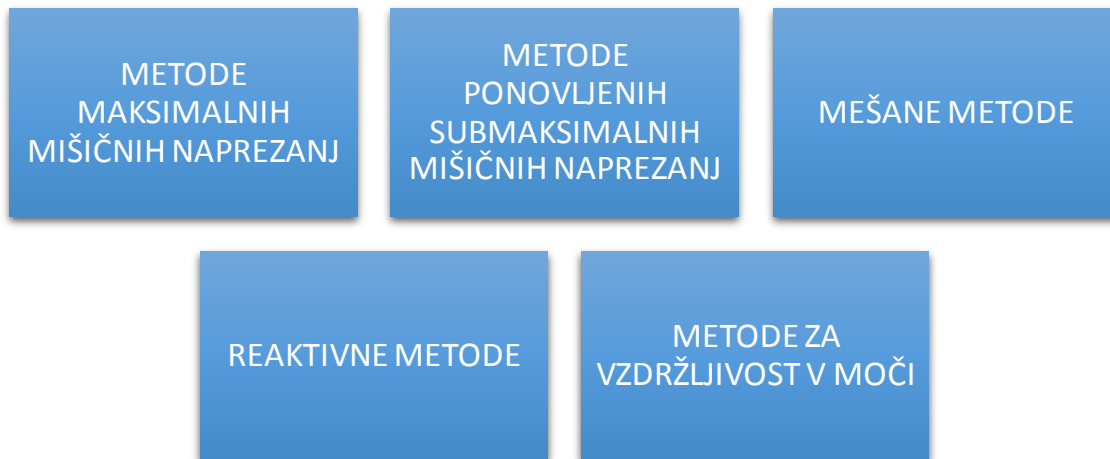
V nadaljevanju je na sliki 2 prikazana še ena delitev moči, ki upošteva akcijski vidik.



Slika 2. Prikaz delitve moči glede na akcijski vidik (Strojnik, 2012)

Slika 2 prikazuje delitev moči po akcijskem vidiku. Maksimalna moč je predstavljena kot osnovna sposobnost, ki vpliva tako na hitro moč kot tudi na vzdržljivost v moči.

## SKUPINE METOD VADBE ZA MOČ



Slika 3. Prikaz skupin metod vadbe za moč (Strojnik, 2012)

Slika 3 prikazuje skupine metod vadbe za moč. Skupine metod vadbe za moč se navezujejo na cilje, ki se jih skuša s posamezno metodo doseči.

### ZNAČILNOSTI METOD MAKSIMALNIH MIŠIČNIH NAPREZANJ

Bremena, ki se uporabljajo pri metodi maksimalnih mišičnih naprežanj, so večja od 90 % maksimalnega bremena, ki ga je posameznik še sposoben dvigniti (90 % RM). Bremena pa so lahko tudi večja od 100 % RM in znašajo vse do 150 % RM pri ekscentrični vadbi. Gib je izveden eksplozivno, naprežanje je maksimalno. Zelo pomembna je telesna in umska spočitost pred vadbo, saj je zbranost pri tej metodi velikega pomena. Glavni učinek teh metod je izboljšana znotrajmišična koordinacija oz. nivo aktivacije mišic, kar ima za posledico večjo maksimalno moč. Posledično se izboljša tudi hitra moč. Povečanje mišične mase je minimalno ali pa ga sploh ni (Strojnik, 2012).

### ZNAČILNOSTI METOD PONOVLJENIH SUBMAKSIMALNIH MIŠIČNIH NAPREZANJ

Pri teh metodah so bremena submaksimalna, od 60 do 80 % RM. Zahteva teh metod je, da se izvede maksimalno število ponovitev v seriji, ki je določeno z % maksimalnega bremena. Če torej program vadbe narekuje, da je potrebno izvesti 10 ponovitev, to pomeni, da je deseta ponovitev tista, ki jo posameznik še zmore, naslednje pa ne zmore več. Spočitost pred vadbo ni tako velikega pomena, pomembna pa je zadostna količina substrata za energijo v telesu oz. zadostna količina mišičnega glikogena. Gib se izvaja tekoče-koncentrično. Koncentrični del giba traja približno 1 sekundo, ekscentrični pa 2 sekundi. Glavni namen vadbe je izčrpati mišico znotraj okvira števila ponovitev. Glavni učinek teh metod je povečanje mišične mase, posledično pa izboljšanje maksimalne moči. Izboljša se tudi vzdržljivost v moči (Strojnik, 2012).

### ZNAČILNOSTI MEŠANIH METOD

Bremena so submaksimalna, od 35 do 50 % RM. Metode zahtevajo eksplozivna, maksimalna koncentrična naprežanja. Lažja bremena omogočajo večjo hitrost gibanja kot pri metodah maksimalnih mišičnih naprežanj. Spočitost pred vadbo je velikega pomena. Praviloma se

uporabljajo koordinacijsko zahtevnejše vaje, kjer je vključena celotna kinetična veriga, npr. skoki, izmeti in podobno. Redkeje pa se uporabljajo enosklepne vaje. Glavni učinek je izboljšanje hitre moči in medmišične koordinacije. V manjši meri se izboljša tudi znotrajmišična koordinacija oz. nivo aktivacije (Strojnik, 2012).

### **ZNAČILNOSTI REAKTIVNIH METOD**

Reaktivne metode so poznane tudi pod imenom pliometrija. Najpogosteje se v to vadbo vključuje zaporedne poskoke in globinske skoke. Vadbo se običajno izvaja brez dodatnih bremen, saj so sile pri teh metodah zelo velike. Obremenitve so pri reaktivnih metodah daleč največje, zato je pomembno, da se jih uvrsti na konec ciklizacije ter da se na te metode dobro pripravi z ostalimi metodami. Intenzivnost je največja možna. Intenzivnost se nanaša na hitrost izvedbe in na čim krajši kontaktni čas. Pomembna je ustrezna spočitost pred vadbo. Glavni učinek teh metod je izboljšanje refleksne aktivacije ter predaktivacije, to pomeni optimiziranje mišične togosti (Strojnik, 2012).

### **ZNAČILNOSTI METOD VZDRŽLJIVOSTI V MOČI**

To so v osnovi metode submaksimalnih mišičnih naprezanj z lahkimi bremenami (od 25 do 60 % RM). Izvedba giba je tekoče-koncentrična. Izvesti je potrebno maksimalno število ponovitev, ki je določeno z % maksimalnega bremena. Če program zahteva 20 ponovitev, pomeni, da vadeči zadnje ponovitve še zmore, naslednje pa ne več. Ključnega pomena je, da je mišica ob koncu vadbe čim bolj izčrpana. Glavni učinek je povečanje vzdržljivosti v moči (Strojnik, 2012).

## **1.4 CILJI IN ODPRTA VPRAŠANJA**

V diplomski nalogi želim predstaviti vpliv vadbe moči na tekmovalno cestno-kolesarsko zmogljivost, pregledati obstoječo strokovno in znanstveno literaturo, vezano na vadbo moči pri cestnem kolesarstvu, ter bralcu pomagati pri razumevanju te tematike.

Glavni cilj diplomske naloge je pojasniti, kako vadba za moč vpliva na tekmovalno cestno-kolesarsko zmogljivost, predstaviti mehanizme morebitnega napredka in na koncu predlagati program vadbe moči, ki je primeren za cestne kolesarje.

## 2. JEDRO

### 2.1 BIOMEHANIKA KOLESARSTVA

Rekreativno kolesarstvo je eden najbolj varnih nekontaktnih športov. Ko kolesar sedi na sedežu kolesa, so vse sile, ki delujejo na sklepe telesa, skoraj povsem neodvisne od njegove telesne teže. To lastnost kolesarjenja se lahko učinkovito uporabi pri procesu hujšanja posameznika. Kolesarjenje je zelo priporočljivo v zgodnji fazi okrevanja bodisi po operativnem posegu ali po sami poškodbi športnikovega gibalnega aparata, saj so sile, ki delujejo na sklepe, majhne, hkrati pa je vključeno veliko mišične mase. Obremenitve na telo kolesarja lahko v veliki meri spremenimo s spreminjanjem nastavitve kolesa (Fonda in Šarabon, 2010a).

#### **NASTAVITEV KOLESJA IN FAZE OBRATA PEDALA**

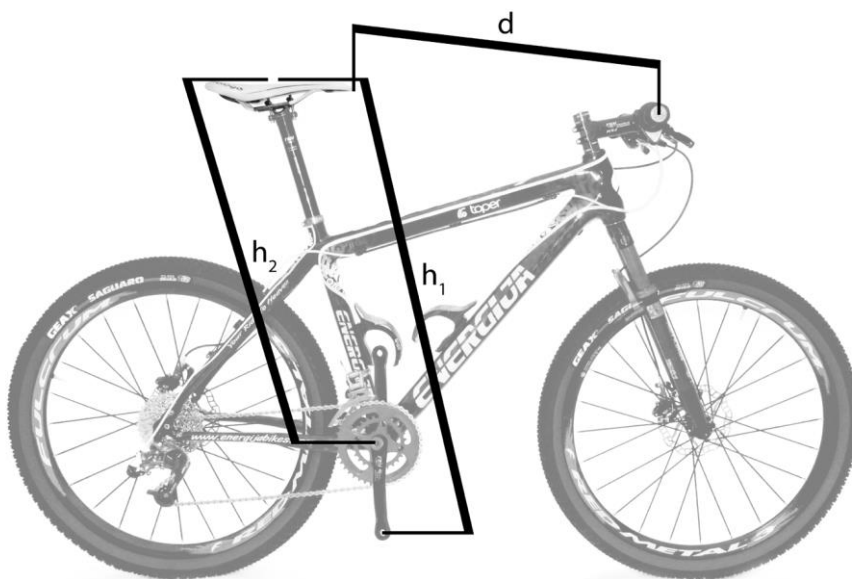
Pravilna nastavitve kolesja je ključna za udobje med vožnjo, varnost, preventivo pred poškodbami ter za doseg maksimalne uspešnosti v kolesarstvu. Če kolesar vrta pedala z 80 obrati na minuto, to znese v eni uri vožnje 5400 obratov, približno 30000 obratov na 160-kilometrski vožnji in 81000 obratov pedala v enem tednu. Če kolo ni prav nastavljeno, se kaj kmalu pojavijo poškodbe (Silberman, Webner, Collina in Shiple, 2005).

Prva točka pri nastavitvi kolesja je nastavljanje ploščic kolesarskega čevlja oziroma »blokeja«. Te morajo biti nastavljene tako, da se metatarzofalangealni sklep nahaja točno nad vrtiliščem pedala. Ta nastavitve je najbolj učinkovita v smislu, da omogoča najbolj optimalen biomehanski položaj mišice solues in gastrocnemius (Fonda in Šarabon, 2010a; Silberman idr., 2005; Timmer, 1991). Če kolesar ne uporablja čevljev z možnim vpenjanjem v pedala, je mogoča tudi druga postavitev stopala na pedal, pri kateri je center vrtilišča pedala postavljen pod sredino stopala. Druga postavitev se običajno ne uporablja, vendar pa je koristna pri rehabilitaciji poškodbe talokruralnega sklepa ter ahilove tetive (Fonda in Šarabon, 2010a).

Pri nastavitvi kolesja je zelo pomembna pravilna nastavitve sedeža. Nastavimo ga lahko glede na višino, nagib naprej/nazaj, ter pozicijo naprej/nazaj. Višina sedeža je določena z razdaljo od zgornjega roba sedeža do središča gonilne osi, prikazana je na sliki 4 (Fonda in Šarabon, 2010a; Silberman idr., 2005). Formula za izračun višine sedeža, ki jo je uporabljal tudi Greg LeMond, uporabi dolžino noge (merjeno po notranji strani noge, od mednožja do stopala), izraženo v centimetrih, in jo pomnoži s faktorjem 0,883. Rezultat je višina sedeža, merjena od zgornjega roba sedeža do središča gonilne osi. Kolesarji, ki imajo med kolesarjenjem peto bolj dvignjeno (kolesarijo bolj na prstih), imajo lahko sedež nastavljen nekoliko višje. Kolesarji, ki med vrtenjem pedal peto spuščajo nižje, pa imajo sedež nastavljen nekoliko nižje. Zaradi previsoko ali prenizko nastavljenega sedeža lahko pride tudi do ahilove tendinopatije. Pri nastavitvi sedeža naprej/nazaj se običajno uporabi naslednji način; ko je gonilka pri 90° celotnega obrata, prislonimo k sprednjemu delu pogačice vrvico, na katero na drug konec privežemo svinčnico. Ko se vrvica umiri, mora svinčnica kazati točno na vrtilišče pedala. Sedež mora biti nastavljen karseda paralelno na podlago. Če sedež ni dovolj širok, če sta naklon ali višina nastavljena nepravilno, se lahko pojavi odrevenelost predela, ki je v kontaktu s sedežem, odrgnine pa tudi impotenca. Pri vožnji na čas, ko je položaj kolesarja pomaknjen nekoliko naprej, se sedež običajno spredaj nekoliko spusti. Na tak način se zmanjša pritisk na predel, ki je v stiku s sedežem (Silberman idr., 2005).

Zelo pomembna je nastavitvev oddaljenosti krmila od sedeža, saj ta v veliki meri vpliva na položaj trupa kolesarja oziroma na njegovo iztegnjenost, vidimo jo lahko na sliki 4. Enostaven način za pravilno nastavitvev oddaljenosti krmila od sedeža je sledeč; ko kolesar sedi na kolesu, se z rokami drži spodnjih krivin krmila in je v komolcih rahlo upognjen, mu mora pogled na pesto sprednjega kolesa zastirati prečna cev krmila. Nastavitvev višine krmila je bolj subjektivne narave, vendar je izjemno pomembna pri aerodinamičnosti kolesarja, udobju, preprečevanju poškodb ter pri proizvodjanju mišične sile. Kolesar predstavlja 65 do 80 % celotnega zračnega upora. Z nižanjem višine krmila se lahko aerodinamičnost izboljša, čeprav na račun udobja in sposobnosti proizvodjanja moči. Pri običajni nastavitvi višine krmila, ko se kolesar drži spodnjih krivin krmila, z rahlo upognjenimi komolci, mora biti kot med trupom kolesarja in zgornjo cevjo okvirja kolesa  $30^\circ$  (Silberman idr., 2005). Pomembna je tudi širina krmila (Fonda in Šarabon, 2010a). Nastavitvev kolesa rekreativca je običajno nekoliko bolj udobna od nastavitve tekmovalnega kolesarja, to pomeni, da lahko kolesar sedi nekoliko bolj vzravnano, razdalja od sedeža do krmila je nekoliko krajša, krmilo je nastavljeno nekoliko višje (Silberman idr., 2005).

Pri optimalni nastavitvi kolesa je potrebno v ozir vzeti tudi dinamično komponento nastavitve kolesa. Samo statična nastavitvev kolesa v laboratoriju ne more dovolj natančno posnemati vseh posebnosti, ki jim je kolesar izpostavljen pri dejanski vožnji na kolesu, v smislu drugačnega položaja na kolesu, spremenjene aerodinamičnosti ter udobja. Spremembe pri nastavitvi kolesa je mogoče preveriti z objektivnimi fiziološkimi pokazatelji. Če je na primer višina krmila nižana z namenom boljše aerodinamičnosti kolesarja, pri tem pa je kolesar v trupu preveč upognjen za učinkovito proizvodjanje moči (nižja proizvedena moč ob hkratni povišani srčni frekvenci), potem taka sprememba ni učinkovita (Silberman, Webner, Collina in Shiple, 2005).



*Slika 4. Prikaz glavnih geometrijskih nastavitvev kolesa (Fonda in Šarabon, 2010a)*

Slika 4 prikazuje višino sedeža ( $h_2$ ) ter razdaljo med sedežem in krmilom ( $d$ ).



Pri celotnem obratu pedala poznamo zgornjo mrtvo točko (ZMT) ter spodnjo mrtvo točko (SMT). Zgornja mrtva točka se pojavi pri 0° obrata (pedal v najvišjem položaju), spodnja mrtva točka pa pri 180° obrata pedala (pedal v najnižjem položaju). Na sliki 6 lahko vidimo ZMT, SMT, 90° in 270° pri celotnem obratu pedala. Celoten obrat pedala lahko razdelimo na dve fazi: prva faza (od 0° do 180°) ter druga faza (od 180° do 360°). Ločimo tudi dve prehodni fazi ( $\pm 5^\circ$  od ZMT in SMT) (Fonda in Šarabon, 2010a). Timmer (1991) imenuje prvo fazo »faza napora« oziroma »power phase«, drugo fazo pa »faza regeneracije« oziroma »recovery phase«.

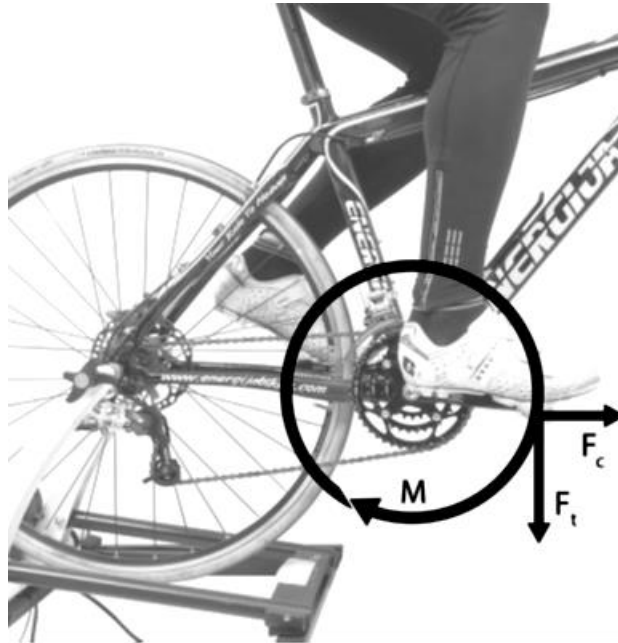
Hansen, Ronnestad, Vegge in Raastad (2012) pravijo, da se v drugi fazi obrata pedala pojavi negativni navor na pedala. Negativni navor označijo kot težo noge, ki v tej fazi potuje navzgor in mora biti dvignjena z delom druge noge, ki je tedaj v prvi fazi obrata pedala in nanj vrši pozitivni navor. Skrajšanje faze, kjer se pojavi negativni navor, posledično zmanjša delo mišic iztegovalk kolčnega in kolenskega sklepa, ki so aktivne v prvi fazi obrata. Timmer (1991) meni, da je za izničenje negativnega navora oziroma za razbremenitev pedala, ki potuje navzgor, potrebno premagati naslednji sili; silo teže noge, ki v tej fazi potuje navzgor, in inercialno silo teže noge, ki se upira gibanju pedala. Pri kolesarjenju po ravnini pri nenapornem tempu večina vrhunskih kolesarjev v drugi fazi obrata pedala ne uspe pedala dejansko vleči navzgor, vendar le zmanjšajo negativni navor, ki se pojavi v tej fazi. Le redki kažejo rezultanto sil, ki je usmerjena navzgor oziroma v smeri gibanja pedala, vendar je le-ta šibka in kratka. Kakšne so sile pri kolesarjenju navkreber oziroma pri sprintanju, avtor ne pojasni in predlaga nadaljnje raziskave na tem področju.

Silberman idr. (2005) pravijo, da vrhunski cestni kolesarji kažejo manjši negativni navor v drugi fazi obrata pedala ter skrajšan čas, ko se le-ta pojavi.

### **MEHANSKE SILE IN NAVOR**

Navor pedala označimo s produktom pravokotne sile na pedal (gonilko) ter dolžino gonilke. Produkt navora in kotne hitrosti je moč, izražena v vatih (W), ki jo kolesar uporablja za premagovanje obremenitve (Fonda in Šarabon, 2010a).

Najvišje sile na pedala ter hkrati na gonilko se pojavijo, ko je gonilka postavljena horizontalno (90°) v prvi fazi obrata pedala. Pri poganjanju kolesa naprej je tangentna sila edina učinkovita sila, medtem ko centrifugalna sila (pravokotna na tangentno) ne prispeva k mehanski učinkovitosti. Obe sili sta prikazani na sliki 5. Mehansko učinkovitost lahko označimo z razmerjem tangentne sile in seštevkom vseh ostalih sil na pedala. Optimalno mehansko učinkovitost dosežemo, ko je centrifugalna sila enaka nič. To pomeni, da je seštevkom vseh sil usmerjen tangentno in da v celoti deluje v smeri gibanja pedala. Centrifugalna sila (kot neučinkovita sila) je najvišja, ko je pedal v položaju med 120° in 195° celotnega obrata in najnižja, ko je pedal postavljen horizontalno (med 90° in 285°) (Fonda in Šarabon, 2010a).



Slika 5. Glavne sile na pedala v drugi fazi obrata (Fonda in Šarabon, 2010a)

Slika 5 prikazuje glavne sile na pedala v drugi fazi obrata pri 90°. ( $M$ =navor, ki vrti pedal,  $F_c$ =centrifugalna sila,  $F_t$ =tangenta sila).

## 2.2 ANATOMIJA KOLESARJENJA

### MIŠICE NOG

Izmed vseh mišic, ki sodelujejo pri kolesarjenju, so mišice nog najbolj pomembne. Mišice nog so tiste, ki proizvedejo največ energije za poganjanje pedala, medtem ko so ostale mišične skupine predvsem zadolžene za stabilizacijo celotnega telesa ter za učinkovit prenos ustvarjene energije na pedala (Sovndal, 2009).

Aktivne mišice nog, ki sodelujejo pri kolesarjenju, lahko v grobem razdelimo na enosklepne in dvosklepne mišice. Naloga enosklepnih mišic je, da proizvedejo silo, ki se nato v pravilni smeri prenese na pedala preko dvosklepnih mišic.

Enosklepne mišice spodnjih ekstremitet, ki so med kolesarjenjem aktivne in najbolj pogosto opazovane, so: m. gluteus maximus m. (GMax), m. gluteus medius (GMed), m. vastus lateralis (VL), m. vastus medialis (VM), m. tibialis anterior (TA), m. soleus (SOL) in m. iliopsoas (IP). Med dvosklepne mišice pa štejemo: m. rectus femoris (RF), m. semimembranosus (SM), m. semitendinosus (ST), m. biceps femoris (BF), m. gastrocnemius lateralis (GL) in m. gastrocnemius medialis (GM) (Fonda in Šarabon, 2010a).

Aktivnost posameznih mišic nog je prikazan na sliki 6. Mišica GMax izteguje kolčni sklep in je aktivna med 340° in 130°, najvišjo vrednost pa doseže pri 80° celotnega obrata pedala (Fonda in Šarabon, 2010a). Timmer (1991) pravi, da je mišica GMax aktivna le pri 0°–125° obrata gonilke. Mišici VL in VM iztegujeta kolenski sklep in sta aktivni med 300° in 130°, najvišjo vrednost pa dosežeta pri 30° (Fonda in Šarabon, 2010a). Timmer (1991) pravi, da sta ti dve mišici aktivni med 315° in 105°. Mišica RF izteguje kolenski sklep ter upogiba kolčni sklep, aktivna je med 200° in 110°, največjo aktivnost doseže pri 20° (Fonda in Šarabon,

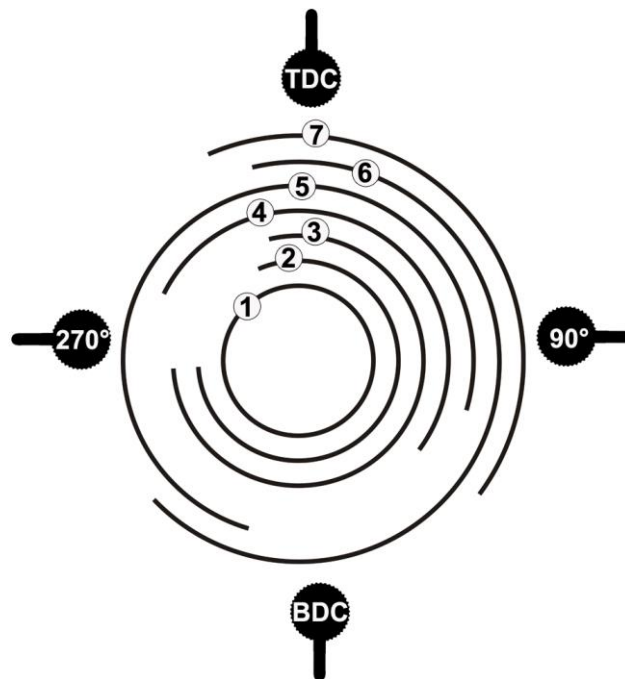
2010a). Timmer (1991) pravi, da mišica RF upogiba kolčni sklep v zadnji polovici druge faze obrata pedala ter izteguje kolenski sklep v prvih 60° prve faze obrata pedala, njena najpomembnejša naloga je iztegovanje kolenskega sklepa. Mišica SOL stabilizira talokruralni sklep med 340° in 270°, največjo aktivnost doseže pri 90°, ker so takrat sile na pedala najvišje. Mišici GM in GL stabilizirata talokruralni sklep in upogibata kolenski sklep. Aktivni sta med 350° in 270°, najvišjo aktivnost dosežeta pri 110° (Fonda in Šarabon, 2010a). Timmer (1991) pravi, da se SOL, GM in GL aktivirajo, ko se aktivirajo mišice iztegovalke kolčnega in kolenskega sklepa. Mišica SOL je aktivna med 27° in 145° obrata gonilke, medtem ko sta mišici GM in GL aktivni med 35° in 260°. Mišica TA prav tako stabilizira talokruralni sklep, hkrati pa ga upogiba. Aktivna je skozi celoten obrat pedala, najvišjo aktivnost pa doseže pri 280° (Fonda in Šarabon, 2010a). Timmer (1991) pravi, da je mišica TA aktivna med 270° in 88° celotnega obrata. Mišici SM in ST upogibata kolenski sklep in sta aktivni med 10° in 230°, obe dosežeta najvišjo aktivnost pri 100°. Mišica BF upogiba kolenski sklep in izteguje kolčni sklep, aktivna je med 350° in 230°, najvišjo aktivnost pa doseže pri 110° (Fonda in Šarabon, 2010a). Timmer (1991) pravi, da so zadnje stegenske mišice aktivne med 45° in 200° obrata gonilke.

Z višanjem ali nižanjem višine sedeža od idealne višine se spreminja aktivnost mišic spodnjih ekstremitet. Spreminjajo se koti med sklepi spodnjih ekstremitet, obseg delovanja mišic ter razmerje med dolžino in napetostjo mišic. Kolesar posledično porablja več kisika, napor je večji, zmanjša se učinkovitost vrtenja pedal (Timmer, 1991).

Aktivnost mišic se spreminja tudi, ko primerjamo vožnjo po ravnem in vožnjo navkreber. Fonda in Šarabon (2010b) sta ugotovila, da se najbolj spremeni aktivnost mišic BF in ST. Njuna aktivnost se pri obratu pedala pojavi prej, z večjo intenzivnostjo. Do največje razlike v njuni aktivnosti je prišlo med ZMT in 90° celotnega obrata gonilke. Aktivnost mišice BF se je povečala za 7 % največje zavestne kontrakcije (MVC), aktivnost mišice ST pa za 15 % MVC. Območje delovanja mišice BF se je povečalo za 30°, pri mišici ST pa za 39°. Pri mišicah VL, VM, TA, SO in GA ni prišlo do sprememb v aktivnosti, kot tudi ne pri območju njihovega delovanja. Aktivnost mišice RF se je pri vožnji navkreber zmanjšala, do največje spremembe je prišlo med 270° in ZMT obrata pedala. Zmanjšalo se je tudi njeno območje delovanja, in sicer za 10°. Aktivnost mišice BF in ST se med kolesarjenjem navkreber poveča zaradi bolj ugodnega anatomskega položaja oziroma boljše dolžine za proizvodnjo sile pri teh dveh mišicah. Do tega pride zaradi spremenjenega položaja kolesarja na kolesu, saj se pri vožnji navkreber kolesar nagne bolj naprej nad krmilo. Mišica RF (kot upogibalka kolka) je pri tem v slabši anatomski legi, zato pride do njenega zmanjšane delovanja, njeno delovanje najverjetneje prevzame mišica IP.

Kolesarji pri vožnji v klanec običajno preklopijo iz kolesarjenja sede na kolesarjenje stoje. Faria, Parker in Faria E. (2005b) pravijo, da povzroči kolesarjenje stoje povišanje srčne frekvence in ventilacije. Ekonomičnost ter učinkovitost vrtenja pedala naj bi pri dobro treniranih kolesarjih ostala nespremenjena. Avtorji zaradi večje jasnosti ter poznavanja tega področja predlagajo nadaljnje raziskave. Kolesarji pri kolesarjenju stoje za vrtenje pedala uporabljajo lastno telesno težo in tako na pedala lahko vršijo večjo silo kot pri kolesarjenju sede. Posledica kolesarjenja stoje je tudi spremenjena aktivnost ter območje delovanja nekaterih najpomembnejših mišic, s katerimi kolesar poganja pedala. Poveča se aktivnost ter območje delovanja mišice Gmax, predvsem zaradi potrebe po povečani stabilizaciji

medenice. Aktivnost mišice VL se pri obratu pedala pojavi prej, prav tako se njena aktivnost tudi podaljša. Svojo aktivnost podaljša tudi mišica RF, mišica SOL poveča trajanje plantarne fleksije. Podobne spremembe se pojavijo pri mišicah BF, GI, GM in TA (Faria, Parker in Faria E., 2005b).



*Slika 6. Aktivnost mišic nog pri celotnem obratu pedala (Fonda in Šarabon, 2010a)*

Slika 6 prikazuje aktivnost mišic nog v odnosu do položaja pedala (gonilke), izraženem v kotnih stopinjah (1=TA, 2=SOL, 3=GM, 4=VL&VM, 5=RF, 6=BF, 7=GMax). TDC predstavlja zgornji mrtvi kot, BDC pa spodnji mrtvi kot pri celotnem obratu pedala.

Fonda in Šarabon (2010a) razdelita aktivne mišice nog v tri skupine glede na njihovo funkcijo. Prvo skupino sestavljajo enosklepne iztegovalke kolka (Gmax) ter kolena (VM in VL), enosklepna upogibalka kolčnega sklepa (IP) ter upogibalka kolenskega sklepa (kratka glava mišice BF). To skupino lahko označimo tudi kot E/F skupino (ekstenzor/fleksor). Druga skupina vključuje dvosklepno mišico RF in TA (skupina RF/TA), tretja pa mišici ST in SM in dolgo glavo mišice BF, poleg tega pa tudi mišice SOL, GL in GM (skupina HAM/SG). Glavna naloga skupine E/F je generiranje dovolj velike sile, potrebne za vrtenje pedala, medtem ko imata skupini RF/TA in HAM/SG predvsem vlogo, da se proizvedena energija mišične skupine E/F učinkovito prenese med posameznimi segmenti ter nato na pedala. Skupina RF/TA proizvede silo ob koncu druge faze obrata pedala in pomaga pri prehodu v nov obrat pedala. Skupina HAM/SG je večinoma aktivna ob koncu prve faze obrata pedala in pomaga pri prehodu v drugo fazo obrata. Za uspešen prenos proizvedene energije na pedala je zelo pomembna hkratna, neprekinjena stabilizacija tarokruralnega sklepa.

V prvi fazi obrata je mogoče zaznati več koaktivacij mišic. Mišice plantarne fleksije stopala (GM, GL in SOL) ter mišica dorzalne fleksije stopala (TA) delujejo istočasno, da zagotovijo dobro stabilizacijo tarokruralnega sklepa v prvi fazi obrata pedala, ko sile dosežejo najvišje vrednosti. Prav tako so v fazi iztegovanja kolka mišice VL, VM in RF aktivne istočasno kot

mišice »zadnje lože«. Mišična koaktivacija ne le izboljša prenos energije med telesnimi segmenti, pač pa tudi varuje sklepe pred poškodbami (Fonda in Šarabon 2010a).

### **MIŠICE ROK**

Roke kolesarja predstavljajo dve izmed petih stičnih točk kolesarja s kolesom. Kolesar z njimi usmerja kolo, prav tako pa so roke zelo pomembne pri stabilizaciji telesa med kolesarjenjem. Mišice rok imajo zelo pomembno vlogo pri sprintu ter pri kolesarjenju stoje. Najbolj pomembne mišice rok, ki sodelujejo pri kolesarjenju, so: m. biceps brachii, m. brachialis, m. brachioradialis, m. triceps brachii. Sodelujejo tudi upogibalke zapestja (m. flexor carpi radialis, m. palmaris longus, m. flexor carpi ulnaris), upogibalke prstov (m. flexor digitorum superficialis, m. flexor digitorum profundus, m. flexor pollicis longus), iztegovalke zapestja (m. extensor carpi radialis longus, m. extensor carpi radialis brevis, m. extensor carpi ulnaris), iztegovalke prstov (m. extensor digitorum, m. extensor digitorum minimi, m. extensor indicis, m. extensor pollicis longus, m. extensor pollicis brevis) (Sovndal, 2009).

### **MIŠICE RAMEN IN VRATU**

Mišice ramenskega obroča so med kolesarjenjem stalno aktivne. Povezujejo zgornji ekstremiteti s trupom in tako ves čas podpirajo težo zgornjega dela telesa. Mišice ramenskega obroča delujejo proti sili gravitacije ves čas, ne glede na pozicijo kolesarja na kolesu. Med vožnjo v klanec ter pri sprintanju so še posebej obremenjene. Najpomembnejše mišice ramen so mišice rotatorne manšete (m. subscapularis, m. infraspinatus, m. teres minor, m. supraspinatus) ter m. deltoideus. Mišice vratu so med kolesarjenjem prav tako obremenjene. Obremenjena je predvsem mišica splenius capitis ter ostale mišice vratu (m. trapezius, m. levator scapula, zadnji del m. sternocleidomastoideus).

Številni kolesarji imajo probleme z bolečinami v predelu vratu. Vzroki za to so številni, najbolj pogosta pa sta pretreniranost ter slaba pozicija kolesarja na kolesu. V izogib bolečinam v vratu je najboljša preventiva, okrepljene mišice vratu bolje prenesejo številne ure treninga na kolesu (Sovndal, 2009).

### **PRSNE MIŠICE**

Sem štejemo mišice m. pectoralis major, m. pectoralis minor in m. serratus anterior. Preko ramen in rok skrbijo za stabilizacijo zgornjega dela telesa. Ker dosežejo te mišice večjo aktivacijo le pri večjem naporu, na primer med kolesarjenjem v klanec ali pri sprintu, so pri kolesarju velikokrat slabše razvite kot ostale mišice. Z ozirom na preventivo pred poškodbami ter skladno razvito telo je potrebno pozornost posvetiti tudi tem mišicam. Dobro razvite prsne mišice kolesarju tudi koristijo pri višje intenzivnem kolesarjenju v klanec ali pri sprintu (Sovndal, 2009).

### **MIŠICE HRBTA**

Hrbtenica skupaj s muskulaturo hrbta tvori osnovo za skoraj vsako telesno aktivnost, nič drugače ni pri kolesarstvu. Mišice hrbta stabilizirajo hrbtenico in medenico ter tako omogočajo mišicam spodnjih ekstremitet, da lahko učinkovito razvijejo moč, potrebno za vrtenje pedala. Poleg tega so zaradi ukrivljenosti trupa ter nagnjenosti kolesarja naprej hrbtne mišice pri kolesarjenju še dodatno vključene ter obremenjene. Zaradi položaja

kolesarja na kolesu je naravna krivina ledvenega predela hrbtenice – lordoza poravnana, iztegnjena. Posledica tega je povečana obremenitev na prednji del vretenc ter na medvretenčne ploščice. Bolečine v ledvenem delu hrbta so zato pri kolesarjih pogoste. V kolikor so sile na vretenca prevelike, lahko pride tudi do diskus hernije. Vsem tem težavam se je moč izogniti s postopnim treningom na kolesu ter s krepitevijo mišic hrbta ter trebuha. Mišice hrbta so pri kolesarjih običajno dobro razvite, saj so pri kolesarjenju stalno vključene v gibanje. Mišice hrbta, ki so pri kolesarjenju najbolj pomembne in hkrati aktivne, so: m. trapezius, m. latissimus dorsi, m. levator scapulae, m. rhomboideus major, m. rhomboideus minor in m. erector spinae (Sovndal, 2009).

### **MIŠICE TREBUHA**

Mišice trebuha so v kolesarskem svetu velikokrat prezrte, namenja se jim premalo pozornosti. Pomembna funkcija trebušnih mišic skupaj z mišicami hrbta je stabilizacija trupa in medenice tako, da se lahko proizvedena energija mišic nog učinkovito prenese na pedala. Vzrok za že zgoraj omenjene bolečine ledvenega predela hrbta je tudi nesorazmerje v razvitosti hrbtnih in trebušnih mišic. Mišice hrbta so zaradi položaja kolesarja veliko bolj razvite kot trebušne mišice. To nesorazmerje lahko povzroči, da vretenca hrbtenice niso več v naravni poravnosti (vretenca niso več poravnana eno nad drugim), saj jih hrbtne mišice vlečejo na svojo stran z veliko večjo silo, kot jih trebušne mišice na drugi strani. To lahko v končni fazi privede do že omenjene diskus hernije. Dobra razvitost trebušnih mišic je zato velikega pomena, saj se lahko s primerno enakomerno razvitostjo hrbtnih in trebušnih mišic v veliki meri izognemo omenjenim težavam. Trebušne mišice prav tako pomagajo pri dihanju, ko le-to dosega maksimalne vrednosti. Pomembne so vse mišice trebuha. To so: m. transversus abdominis, m. rectus abdominis, m. obliquus externus abdominis in m. obliquus internus abdominis (Sovndal, 2009).

## **2.3 VPLIV TRENINGA MOČI NA POSAMEZNE PARAMETRE KOLESARSKÉ USPEŠNOSTI**

Vadba moči ima na človekov organizem raznotere učinke, posledično tudi na zmogljivost kolesarja pri poganjanju pedal oziroma na posamezne parametre, ki določajo kolesarsko tekmovalno uspešnost. Z namenom kar najbolje razumeti vpliv vadbe moči na kolesarsko zmogljivost so v nadaljevanju opisani izsledki raziskav, ki so preučevale vpliv dodatne vadbe moči na posamezne parametre kolesarske tekmovalne uspešnosti (Aagaard idr., 2011; Hansen, Ronnestad, Vegge in Raastad, 2012; Hauswirth idr., 2010; Jackson, Hickey in Reiser, 2007; Paton in Hopkins, 2005; Psilander, Frank, Flockhart in Sahlin, 2014; Ronnestad, Hansen, Raastad, 2010; Tanaka in Swensen, 1998). Z namenom boljše preglednosti so podrobnosti raziskav in vadb moči, ki so bile uporabljene v raziskavah, prikazane v tabeli 2.

Maksimalna poraba kisika (VO<sub>2</sub>max) že dolgo časa velja za pomemben parameter pri napovedovanju uspešnosti v kolesarstvu. Številne raziskave kažejo na to, da dodaten trening moči z velikimi bremenami (3–6 RM) ob že obstoječem vzdržljivostnem kolesarskem treningu pri dobro treniranih kolesarjih ne izboljša VO<sub>2</sub>max v primerjavi s samo vzdržljivostnim kolesarskim treningom (Aagaard idr., 2011; Hansen idr., 2012; Hauswirth idr., 2010;

Rønnestad idr., 2010). Tudi vadba moči s srednje težkimi bremenami (15 RM) pri dobro treniranih kolesarjih ne izboljša VO<sub>2</sub>max (Psilander idr., 2014). Raziskave, ki so preučevale vpliv dodatnega treninga moči na VO<sub>2</sub>max, so trajale 5–16 tednov, kar je potrebno vzeti na znanje pri preučevanju vpliva dodatnega treninga moči v daljšem časovnem obdobju. Vadba moči lahko poveča VO<sub>2</sub>max samo pri netreniranih osebah, povečanje pa je majhno (manj kot 3 %) (Tanaka in Swensen, 1998). Nobena izmed raziskav ni povzročila poslabšanja VO<sub>2</sub>max.

Ekonomičnost pri kolesarjenju je označena kot količina porabljenega kisika pri določeni submaksimalni obremenitvi. Njena pomembnost pride do izraza predvsem pri dobro treniranih kolesarjih s podobnim ali enakim VO<sub>2</sub>max (Burke, 1995). Študije, ki so merile ekonomičnost, definirano kot porabljeno količino kisika pri določeni submaksimalni obremenitvi, pri dodajanju vadbe moči z velikimi bremenami (3–6 RM) k že obstoječemu kolesarskemu treningu niso zaznale sprememb (Aagaard idr., 2011; Hauswirth idr., 2010), prav tako do tega ni prišlo pri vadbi moči s srednje težkimi bremenami (15 RM) (Psilander idr., 2014). Nasprotno so Jackson idr. (2007) v raziskavi prišli do ugotovitve, da ima dodajanje vadbe moči s težkimi (4 RM) in srednje težkimi (20 RM) bremenami pozitiven učinek na ekonomičnost kolesarjenja. Hansen idr. (2012) so v raziskavi ugotovili, da ima dodaten trening moči s težkimi bremenami (4 RM) za posledico izboljšano učinkovitost vrtenja pedal. Kolesarji so zmanjšali porabo kisika v drugi uri submaksimalne obremenitve. Trening moči se je od ostalih razlikoval po tem, da je vseboval tudi vajo za mišice upogibalk kolka. Avtorji navajajo, da so mišice upogibalk kolka ključne pri skrajšanju faze obrata pedala, kjer se pojavi negativni navor. To naj bi prispevalo k boljši učinkovitosti vrtenja pedal in posledično k boljši ekonomičnosti. Tudi Paton in Hopkins (2005) sta ugotovila pozitiven učinek dodatne vadbe, ki je bila sestavljena iz eksplozivnih stopanj na dvignjeno podlago in iz visokointenzivnih intervalov kolesarjenja, na zmanjšanje porabe kisika pri submaksimalni obremenitvi. Zaključki raziskav o vplivu dodajanja vadbe moči h kolesarskemu treningu na ekonomičnost kolesarjenja so različni. Ta neskladja gre mogoče pripisati različnim metodološkim postopkom raziskav. V vseh raziskavah so sodelovali dobro trenirani kolesarji, čas intervencije je bil pri vseh študijah od 4 do 16 tednov, le Rønnestad idr. (2010) so v raziskavi preučevali vpliv vadbe moči 25 tednov. Nobena izmed raziskav ni pokazala negativnega vpliva vadbe moči na ekonomičnost kolesarjenja.

Kot pomemben parameter za napovedovanje uspešnosti se v kolesarstvu pogosto uporablja vrednost laktata v krvi pri določeni obremenitvi, običajno govorimo o laktatnem in anaerobnem pragu (ali kriterij OBLA). Vrednost laktata v krvi je izražena v mmol/l. Znižanje koncentracije laktata v krvi pri dani obremenitvi pomeni izboljšano kolesarsko zmogljivost (Rønnestad in Mujika, 2013). Zaključki raziskav so si različni. Paton in Hopkins (2005) sta ugotovila pozitiven vpliv dodajanja vadbe, ki je bila sestavljena iz eksplozivnih stopanj na dvignjeno podlago in iz visokointenzivnih intervalov kolesarjenja, na izboljšanje laktatnega profila, izraženega kot razmerje med koncentracijo laktata v krvi in proizvedeno močjo pri submaksimalno intenzivnem kolesarskem testu. Prav tako so kolesarji, ki so izvajali vadbo moči s težkimi bremenami (4–8 RM), povečali proizvedeno moč pri koncentraciji laktata v krvi 2 mmol/l krvi in to izboljšanje ohranili 13 tednov v tekmovalnem obdobju (Rønnestad idr., 2010). Jackson idr. (2007) so preučevali vpliv dodatne vadbe moči s težkimi bremenami (4 RM) in srednje težkimi bremenami (20 RM) na koncentracijo laktata pri submaksimalnem in maksimalnem intenzivnem kolesarjenju. Vrednost laktata v krvi sta izboljšali obe skupini, ki sta izvajali vadbo za moč, pa tudi kontrolna skupina, ki vadbe moči ni izvajala. Med

skupinami tako ni bilo razlik. Psilander idr. (2014) so preučevali vpliv dodatne vadbe moči s srednje težkimi bremenami (15 RM) na proizvedeno moč pri vrednosti laktata v krvi 4 mmol/l. Samo kontrolna skupina, ki ni izvajala vadbe moči, pač pa je samo nadaljevala s kolesarskim treningom, je povečala proizvedeno moč pri omenjeni vrednosti laktata, iz česar gre sklepati, da je vadba za moč škodovala. Avtorji navajajo, da je to morda posledica nespočitosti oziroma pretreniranosti kolesarjev, ki so izvajali tudi vadbo za moč. Nobena druga raziskava ni pokazala negativnega vpliva vadbe moči na vrednost laktata v krvi v primerjavi s kontrolno skupino.

Ronnestad in Mujika (2013) pravita, da je mogoče z VO<sub>2</sub>max, ekonomičnostjo kolesarjenja in vrednostjo laktata pri določeni obremenitvi napovedati 70 % variabilnosti zmogljivosti pri kolesarjenju na daljše razdalje. Pomemben parameter za napovedovanje zmogljivosti je tudi moč, proizvedena pri VO<sub>2</sub>max. Odvisna je od vrednosti VO<sub>2</sub>max in ekonomičnosti kolesarjenja, prav tako pa tudi od anaerobne kapacitete ter nevro-mišičnih značilnosti kolesarja, saj sta ta dva parametra prav tako pomembna pri dolgotrajni vzdržljivosti. Dodatna vadba moči s težkimi bremenami (4–8 RM) ob že obstoječem vzdržljivostnem kolesarskem treningu poveča proizvedeno moč pri VO<sub>2</sub>max (W<sub>max</sub>) in čas do izčrpanja pri W<sub>max</sub> (Aagaard idr., 2011; Hansen idr., 2012; Ronnestad idr., 2010). Takšno spremembo je povzročila tudi vadba, ki je bila sestavljena iz eksplozivnih stopanj na dvignjeno podlago in iz visokointenzivnih intervalov kolesarjenja (Paton in Hopkins, 2005) in vadba moči s srednje težkimi bremenami (15 RM) (Psilander idr., 2014). Kolesarji, ki so izvajali vadbo moči s težkimi bremenami (4–8 RM), so tudi povečali povprečno proizvedeno moč pri 40-minutnem kolesarjenju na vso moč (Ronnestad idr., 2010). Do drugačnih zaključkov so v svoji raziskavi prišli Jackson idr. (2007). Med skupino, ki je izvajala dodatno vadbo moči s težkimi bremenami (4 RM), skupino, ki je izvajala dodatno vadbo moči s srednje težkimi bremenami (20 RM), in kontrolno skupino ni bilo razlik v napredku pri kolesarskem testu do izčrpanosti.

Pomemben faktor pri kolesarski zmogljivosti je tudi sposobnost kolesarja, da razvije veliko moč na krajše razdalje. To je pomembno pri zagotavljanju dobre pozicije pred pomembnimi odseki dirke, priključevanju skupini, kjer kolesar vozi »na veter«, uspešnemu pobegu ali zaključnem sprintu. Raziskave kažejo znatno izboljšanje največje proizvedene moči na krajših razdaljah pri dodajanju vadbe moči s težkimi bremenami (4–8 RM) (Ronnestad idr., 2010), s srednje težkimi bremenami (15 RM) (Psilander idr., 2014), ter pri dodajanju vadbe, ki je sestavljena iz eksplozivnih stopov na dvignjeno podlago in iz visokointenzivnih intervalov kolesarjenja (Paton in Hopkins, 2005). Telesna teža je pri tem ostala nespremenjena. Samo Ronnestad idr. (2010) so izmerili povečan prečni presek mišic nog pri kolesarjih, ki so izvajali vadbo moči s težkimi bremenami (4–8 RM). Slednjega so kolesarji tudi uspeli ohraniti v tekmovalnem obdobju. Telesna teža se kljub temu ni povečala.

Pomembna je tudi maksimalna moč mišic. Večja maksimalna moč mišic pomeni, da kolesar pri enaki obremenitvi kolesari z manjšo relativno intenzivnostjo (to je z manjšim procentom maksimalne moči). Zaradi večje maksimalne mišične moči naj bi tudi prišlo do kasnejšega utrujanja mišičnih vlaken tipa 1 in posledično kasnejšega vključevanja mišičnih vlaken tipa 2, ki so na utrujenost manj odporna (Ronnestad in Mujika, 2013). Številne raziskave so prišle do zaključka, da dodajanje vadbe moči s težkimi bremenami (3–8 RM) (Aagaard idr., 2011; Hansen idr., 2012; Hausswirth idr., 2010; Jackson idr., 2007; Ronnestad idr., 2010) in s srednje težkimi bremenami (Jackson idr., 2007; Psilander idr., 2014) k že obstoječemu kolesarskemu



treningu znatno poveča maksimalno moč mišic, hkrati pa ne poveča telesne teže. Samo Ronnestad idr. (2010) so ugotovili povečanje prečnega preseka mišic nog ob hkratni nespremenjeni telesni teži.

Aerobni energijski procesi v telesu so glavni mehanizem za zagotavljanje zadostne količine energije, ki je potrebna pri večurnem kolesarjenju. Pri tem ima veliko vlogo delež počasnih mišičnih vlaken in hitrih oksidativnih vlaken. Ta imajo večje število mitohondrijev, aerobnih encimov, ki katalizirajo energijske procese. Aagard idr. (2011) so v 16-tedenski raziskavi ugotovili povečanje deleža hitrih oksidativnih mišičnih vlaken in hkratno zmanjšanje odstotka hitrih glikolitičnih vlaken pri osebah, ki so poleg kolesarskega treninga izvajale tudi vadbo moči s težkimi bremenami (5–6 RM). Psilander idr. (2014) so v 6-tedenski raziskavi preučevali vpliv dodatnega treninga moči s srednje težkimi bremenami (15 RM) na število mitohondrijev in aktivnost encimov, ki katalizirajo aerobne energijske procese. Skupina moči ni povečala števila mitohondrijev ter aktivnosti encima citrat sintaze, izboljšala ga je samo kontrolna skupina, ki je izvajala samo kolesarski trening.

Tabela 2. Prikaz treningov moči v raziskavah

Kolesarji, ki so sodelovali v študiji		Zasnova raziskave					
Študija	Število	Spol	Raven pripravljenost	Starost (leta)	Raziskovalna skupina (število)	Kontrolna skupina (število)	Vadba moči kot dodatek k treningu ali kot nadomestek dela treninga
Aagard idr. (2011)	14	Moški	Tekmovalci U23 mednarodno	19.5	7	7	Dodatek
Hansen, Ronnestad, Vegge in Raastad (2012)	20	Moški 18 Ženske 2	Tekmovalci (Norveška-državna raven)	28.5	11	9	Dodatek
Hauswirt idr. (2010)	14	Moški	Tekmovalci v triatlonu (regionalna in nacionalna raven)	31.3	7	7	Dodatek
Jackson, Hickey in Reiser (2007)	23	Moški 18 Ženske 5	Amaterski tekmovalci (vsaj pol leta tekmovalnih izkušenj)	30	Skupina težka bremena 9, skupina lahka bremena 8	5	Dodatek
Ronnestad, Hansen in Raastad (2008)	12	Moški 11 Ženske 1	Tekmovalci (Norveška – državna raven)	30	6	6	Dodatek
Paton in Hopkins (2005)	18	Moški	Dobro trenirani amaterski tekmovalni kolesarji (vsaj 3 leta tekmovalnih izkušenj)	/	9	9	Nadomestek
Psilander, Frank, Flockhart in Sahlin (2014)	19	Moški	Zmerno trenirani kolesarji	34.7	9	10	Dodatek

Pregled vadbe moči			
Študija	Tip vadbe moči	Vadbene količine, intenzivnost, odmor med serijami	Izbrane vaje
Aagard idr. (2011)	Maksimalna mišična naprežanja	1. teden: 3 x 12, 2.-3. teden: 3 x 10, 4.-5. teden: 3 x 8, 6.-16. teden: 2-3 x 6. Odmor: 2-3 min	Izteg kolena, potisk z nogami, upogib kolena, dvig na prste.
Hansen, Ronnestad, Vegge in Raastad (2012)	Maksimalna mišična naprežanja	1.-3. teden: 3x10 RM trening 1, 3x6 RM trening 2; 4.-6. teden: 3x8 RM trening 1, 3x5 RM trening 2; 7.-12. teden: 3x6 RM trening 1, 3x4 RM trening 2. Odmor: /	Poščep (kot v kolenu 90°), potisk z vsako nogo posebej (kot v kolenu 90°), dvig vsake noge posebej, dvig na prste.
Hausswirt idr. (2010)	Maksimalna mišična naprežanja	3-5 x 3-5 Odmor: 3 min	Potisk z nogami, izteg kolena, upogib kolena, dvig na prste, mrtvi dvig, upogib trupa ležno pokrčeno v kolenih.
Jackson, Hickey in Reiser (2007)	Maksimalna mišična naprežanja, vzdržljivost v moči	1. teden: 2 x 20 (vsj), 2.-10. teden: 4 x 4 RM (Skupina težka bremena), 2 x 20 RM (Skupina lahka bremena) Odmor: Obe skupini 2 min	Počep s prostimi utežmi, potisk z nogami na trenerju, upogib kolena na trenerju, stopanje na dvignjeno podlago v Smith trenerju z vsako nogo posebej (kot v kolenu 90°), 4 vaje za moč trupa.
Ronnestad, Hansen in Raastad (2010)	Maksimalna mišična naprežanja	1.-3. teden: 3x10 RM trening 1, 3x6 RM trening 2; 4.-6. teden: 3x8 RM trening 1, 3x5 RM trening 2; 7.-12. teden: 3x6 RM trening 1, 3x4 RM trening 2; 13.-25. teden: 2 x 5 RM (poščep, potisk z nogami), 1 x 6 RM (upogib kolka, dvig na prste). Odmor: 2 min	Poščep (kot v kolenu 90°), potisk z vsako nogo posebej (kot v kolenu 90°), dvig vsake noge posebej, dvig na prste.
Paton in Hopkins (2005)	Eksplozivno, visoko-intenzivni intervali	(20 eksplozivnih stopov na dvignjeno podlago najprej z eno nato z drugo nogo, 5 x 30 sekund intenzivnega sprintanja na kolesu) x 3. Odmor: 2 min pri stopanjih, 30 s pri sprintih, 2 min med krogi.	Stopanja na 40 cm dvignjeno podlago, 30-sekundni sprinti na kolesarskem ergometru.
Psilander, Frank, Flockhart in Sahlin (2014)	Ponovljena submaksimalna mišična naprežanja	6 x 15. Odmor: /	Potisk z nogami na trenerju.

Pregled vadbe moči					
Študija	Št. treningov tedensko	Kako je bila vadba moči umeščena v trenajni proces	Trajanje študije (tedni)	Kdaj je raziskava potekala	
Aagard idr. (2011)	2–3 x	/	16	/	
Hansen, Ronnestad, Vegge in Raastad (2012)	2 x	Na isti dan kot kolesarski trening	12	Pripravljano obdobje	
Hausswirt idr. (2010)	3 x	/	5	Konec tekmovalnega/prehodno obdobje	
Jackson, Hickey in Reiser (2007)	3 x	/	10	Predtekmovalno obdobje	
Ronnestad, Hansen in Raastad (2010)	2 x (Pripravljano obdobje), 1 x (Tekmovalno obdobje)	/	25	Pripravljano obdobje, tekmovalno obdobje	
Paton in Hopkins (2005)	2–3 x	Kot edini samostojen trening v dnevu	4–5	Tekmovalno obdobje	
Psilander, Frank, Flockhart in Sahlin (2014)	2 x	Takoj po 60-minutnem kolesarskem treningu	8	/	

Legenda. RM – maksimalno število ponovitev z bremenom, ki ga vadeči še zmore opraviti

V tabeli 2 so prikazane nekatere podrobnosti vadb moči, ki so bile vključene v pregledane raziskave. Tabela prikazuje tudi podrobnosti vseh pregledanih raziskav, ki so preučevale vpliv vadbe moči na kolesarsko zmogljivost ter podatke o vadečih, ki so v raziskavi sodelovali.

## 2.4 POTENCIALNI MEHANIZMI NAPREDKA

Možen mehanizem za izboljšano kolesarsko sposobnost po obdobju treninga moči je spremenjen način mišične rekrutacije. Trening moči naj bi poleg povečanja maksimalne moči hitrih mišičnih vlaken povečal tudi maksimalno moč počasnih mišičnih vlaken. Počasna mišična vlakna zaradi tega pri enaki submaksimalni obremenitvi delujejo pri nižjem odstotku največje moči, zato pride do njihovega utrujanja kasneje, s tem pa se zakasni aktivacija manj ekonomičnih hitrih mišičnih vlaken. Utrujenost se tako pojavi kasneje, kolesar lahko kolesari dlje (Aagard idr., 2011; Hauswirth idr., 2010; Jackson idr., 2007; Paton in Hopkins, 2005). Stabilizacija EMG signala v drugi uri kolesarjenja pri submaksimalni intenzivnosti kaže na stabilizacijo vključevanja mišičnih vlaken tipa 2 (Hauswirth idr., 2010). Če je ekonomičnost, merjena s porabo kisika na krajšem časovnem obdobju, pri submaksimalni intenzivnosti pod laktatnim pragom, so aktivna predvsem počasna mišična vlakna. Takšna intenzivnost je prenizka, da bi prišlo do vključevanja tudi manj ekonomičnih hitrih vlaken. Na tak način je lahko učinek vadbe moči na povečanje največje moči počasnih mišičnih vlaken in s tem na zakasnitev aktivacije manj ekonomičnih hitrih mišičnih vlaken manj jasen in zato pri mnogih raziskavah nasproten.

Potencialni mehanizem napredka kolesarske zmogljivosti je tudi povečanje deleža mišičnih vlaken tipa 2a in hkrati zmanjšanje deleža tipa 2b. Mišična vlakna tipa 2a so v primerjavi s tipom 2b prav tako zmožna proizvajati veliko mišično silo, hkrati pa so bolj odporna na utrujanje (Aagard idr., 2011).

Vadba moči izboljša delovanje živčnega sistema, poveča togost vezivnih tkiv, oboje pa potencialno lahko prispeva k izboljšani sposobnosti mišic za hitro razvijanje sile (Hansen idr., 2012). Slednje naj bi pomembno prispevalo k izboljšanju kolesarske zmogljivosti (Aagard idr., 2011; Hansen idr., 2012; Paton in Hopkins, 2005). Aagard idr. (2011) pravijo, da izboljšana sposobnost mišic za hitro razvijanje sile omogoča hitrejše razvijanje največje sile v prvi fazi obrata pedala, to je od zgornje mrtve točke do 120° obrata pedala. To naj bi tudi dovoljevalo mišici, da je med kontrakcijami več časa v sproščeni fazi, ko je dotok krvi v mišico neoviran. To lahko pozitivno vpliva na kolesarsko zmogljivost, saj dobi mišica na tak način več kisika in ostalih energijskih snovi, potrebnih za mišično delo. Hansen idr. (2012) so preučevali vpliv vadbe moči upogibalk kolka na kolesarsko zmogljivost ter na učinkovitost vrtenja pedal. Izboljšana učinkovitost vrtenja pedal ter skrajšanje faze, kjer se pojavi negativni navor za 16°, naj bi bila posledica okrepljenih upogibalk kolka (mišica iliopsoas in rectus femoris) ter njihove izboljšane sposobnosti za hitro proizvodnjo največje sile. Slednja naj bi skrajšala čas od mišične aktivacije do pojava dovolj velike sile, ki je sposobna dvigniti nogo in na tak način razbremeniti pedal teže noge ter tako skrajša fazo, kjer se pojavi negativni navor na pedal. Skrajšanje faze, kjer se pojavi negativni navor, naj bi imelo na kolesarsko zmogljivost pozitiven vpliv, saj se na tak način olajša delo druge noge, ki je tedaj v prvi fazi obrata pedala in potiska pedal v smeri navzdol.

Slikanje z magnetno resonanco kaže na to, da povečanje maksimalne moči zmanjša odstotek mišične mase, ki mora biti aktivna za enako proizvedeno submaksimalno moč. Če po povečanju maksimalne moči manj mišične mase proizvede enako veliko moč, to pomeni, da je obremenjenih manj mišičnih vlaken. Učinek povečane maksimalne moči je tako očiten. Trening moči naj tako ne bi izboljšal ekonomičnosti kolesarjenja direktno, merjeno

neposredno s porabo kisika, pač pa naj bi do izboljšanja kolesarske zmogljivosti prišlo zaradi večjega deleža mišične mase, ki pred samim zaključkom še ni utrujena. Pri vožnji na čas, kjer mora kolesar v čim krajšem času prevoziti določeno razdaljo, ima lahko omenjeni mehanizem zaradi povečane moči na kilogram telesne teže superioren vpliv na kolesarski dosežek (Ronnestad in Mujika, 2013).

Zaključki raziskave, ki je preučevala vpliv vadbe moči na kolesarsko uspešnost dobro treniranih kolesarjev, kažejo na to, da vadba moči ni vplivala na izboljšanje biogeneze mitohondrijev ter na izboljšano delovanje aerobnih encimov. Dopuščena pa je možnost, da vadba moči poveča vsebnost mitohondrijev v mišicah netreniranih posameznikov (Psilander idr., 2014).

Jackson idr. (2007) predlagajo, da ima vadba moči s srednje težkimi bremenami in velikim številom ponovitev (vadba vzdržljivosti v moči – 20 ponovitev RM) za posledico izboljšanje laktatnega praga oziroma nižjo vrednost laktata v krvi pri isti submaksimalni obremenitvi. Zaključki raziskav o učinku tovrstne vadbe na izboljšanje laktatnega profila so si različni.

## 2.5 SESTAVA TRENINGA MOČI IN NJEGOVA UMEMSTITEV V TRENAŽNI PROCES

Da bi bil učinek vadbe moči na kolesarsko zmogljivost kar največji, je potrebno upoštevati različne vidike vadbe. Potrebno je vedeti, katere mišične skupine so pri kolesarjenju najbolj aktivne, katero vrsto moči je potrebno razvijati ter kako umestiti trening moči v čas.

Kot je bilo v poglavju Anatomija kolesarstva že omenjeno, so pri poganjanju pedala najbolj pomembne mišične skupine iztegovalke in upogibalke kolčnega sklepa, iztegovalke kolenskega sklepa ter plantarni fleksorji stopala. Vadba moči mora vsebovati vaje tistih mišičnih skupin, ki so aktivne pri kolesarjenju (Ronnestad in Mujika, 2013). Ronnestad in Mujika (2013) predlagata, da naj bi se gib, izveden pri posamezni vaji, kar najbolj ujema z gibanjem pri kolesarjenju. Študije, ki so zaznale velik pozitiven vpliv vadbe moči na kolesarsko zmogljivost, so v trening vključile predvsem vaje za moč, ki se osredotočajo na že omenjene mišične skupine; potisk z nogami na trenažerju (Aagaard idr., 2011; Hansen idr., 2012; Hauswirth idr., 2010; Psilander idr., 2014), izteg kolena (Aagaard idr., 2011; Hauswirth idr., 2010), upogib kolena na trenažerju (Aagaard idr., 2011; Hauswirth idr., 2010), polčep (Hansen idr., 2012), dvig na prste (Aagaard idr., 2011; Hansen idr., 2012; Hauswirth idr., 2010). Ronnestad idr. (2010) so z namenom kar najbolje posnemati specifičnost gibanja pri kolesarjenju v vadbo vključili unilateralne vaje (vajo so izvajali z vsako nogo posebej). To naj bi karseda dobro posnemalo gibanje kolesarja, saj ta pri vrtenju pedala uporablja vsako nogo posebej. Kolesarji, ki so izvajali takšno vadbo moči, so znatno izboljšali kolesarsko zmogljivost. Hansen idr. (2012) so v trening moči vključili tudi vajo za mišice upogibalk kolka. Skupina moči je skrajšala fazo, kjer se pojavi negativni navor, to je v drugi fazi, ko potuje pedal navzgor, kar naj bi pomembno prispevalo k izboljšani učinkovitosti vrtenja pedal. Superiorne rezultate je pokazala tudi vadba moči, sestavljena samo iz enonožnih eksplozivnih stopov na 40 cm dvignjeno podlago, kombinirana s sprinti na kolesu (Paton in Hopkins, 2005). V vadbo moči je potrebno poleg mišic nog vključiti tudi mišice trupa. Čeprav te nimajo primarnega pomena pri proizvajanju sile potrebne za vrtenje pedal,

pa imajo pomembno vlogo pri stabilizaciji telesa med kolesarjenjem ter pri preventivi pred poškodbami.

Pri sestavi treninga moči za kolesarja je potrebno v ozir vzeti režim vadbe moči. Pojavi se vprašanje ali vaditi s težkimi bremenami in malo ponovitvami ali s srednje težkimi bremenami in veliko ponovitvami. Najbolj verjeten mehanizem napredka pri prvem režimu je povečana maksimalna moč mišičnih vlaken tipa 1, kar pomeni da so zmožna pri enaki submaksimalni obremenitvi delovati pri nižjem odstotku maksimalne moči ter posledično zakasnjeno vključevanje manj ekonomičnih mišičnih vlaken tipa 2. Ostali potencialni mehanizmi napredka so tudi povečanje deleža mišičnih vlaken tipa 2a in hkratno zmanjšanje vlaken tipa 2b, izboljšana sposobnost mišic za hitro proizvodnjo sile in posledično boljši krvni pretok v aktivne mišice. Zagovorniki drugega tipa režima vadbe izpostavljajo, da naj bi ta imel pozitiven vpliv na izboljšanje laktatnega profila. Pozitivna lastnost vadbe s srednje težkimi bremenami in visokimi ponovitvami naj bi bila tudi ta, da bolje posnema specifičnost kolesarjenja. To je izvajanje velikega števila ponovitev ob veliki vsebnosti laktata v krvi in hkratni utrujenosti organizma. Kakorkoli, raziskave so pokazale, da imata oba režima vadbe moči na kolesarsko zmogljivost velik pozitiven vpliv (Aagaard idr., 2011; Hansen idr., 2012; Hauswirth idr., 2010; Paton in Hokpins, 2005; Psilander idr., 2014). Pomemben aspekt vadbe moči je tudi način izvajanja ponovitev. Ronnestad in Mujika (2013) pravita, da je nameravana hitrost izvedbe oz. intenzivnost bolj pomembna od dejanske hitrosti izvedbe giba. Študije kažejo pozitiven vpliv vadbe moči, ki je bila izvajana z maksimalno mobilizacijo v koncentričnem delu in počasno izvedbo v ekscentričnem delu (Hansen idr., 2012; Ronnestad idr., 2010). Prav tako je pozitivne rezultate pokazala tudi vadba, sestavljena iz eksplozivnega stopanja na dvignjeno podlago (Paton in Hokpins, 2005) in vadba moči, izvajana na kontroliran-neeksploziven način s tekočim izvajanjem ponovitev (Aagaard idr., 2011).

Vadba moči dvakrat tedensko ob hkratnem vzdržljivostnem kolesarskem treningu zadošča za izboljšanje največje moči (v smislu največjega bremena, ki ga lahko posameznik dvigne enkrat) ter ostalih parametrov kolesarske uspešnosti (Aagaard idr., 2011; Hansen idr., 2012; Hauswirth idr., 2010; Paton in Hokpins, 2005; Psilander idr., 2014; Ronnestad idr., 2010). Za ohranjanje že pridobljenega v tekmovalnem obdobju pa zadošča samo en trening moči tedensko z nizkim obsegom in visoko intenzivnostjo (Ronnestad idr., 2010). Pred vadbo moči s težkimi bremenami mora kolesar najprej obvladati pravilno tehniko dviganja uteži oziroma posamezne vaje. Poleg tega je priporočljivo, da vadeči ne preskoči začetnega adaptacijskega obdobja. To je obdobje, ko kolesar vadi z nekoliko lažjimi bremenami in nižjo intenzivnostjo, tako da se telo lahko učinkovito prilagodi in pripravi na prihajajočo vadbo s težjimi bremenami. Smiselno ga je umestiti v prehodno obdobje (po tekmovalnem obdobju), saj je takrat obseg vadbe majhen, intenzivnost pa je nizka. Ronnestad idr. (2010) so preučevali vpliv dodatne vadbe moči na kolesarsko zmogljivost. Vadba moči je trajala 12 tednov v pripravljalnem obdobju ter nato dodatnih 13 tednov v tekmovalnem obdobju. Rezultati so bili superiorni; skupina, ki je izvajala vadbo za moč, je v pripravljalnem obdobju izboljšala kolesarsko zmogljivost in jo tudi obdržala 13 tednov v tekmovalnem obdobju.

V nadaljevanju diplomske naloge je predstavljen program vadbe moči za cestne kolesarje, ki je postavljen v linearni tip ciklizacije. Izbrane vaje, vadbene metode, vadbene količine, obremenitev in ciklizacija so povzete iz pregledanih študij ter iz vse ostale pregledane literature. Program vadbe za moč je namenjen tekmovalnim kolesarjem, ki želijo biti skozi celotno tekmovalno obdobje kar najbolje pripravljeni. Vadba se v osnovnem in specialnem

pripravljalnem obdobju izvaja dvakrat tedensko, v tekmovalnem obdobju pa enkrat tedensko. Program obsega samo vadbo moči, podrobneje je opisan samo glavni del vadbene enote. Vadba moči predstavlja samostojno vadbena enota, vadeči morajo biti pred vadbo kar najbolj spočiti. Glavni del je sestavljen iz vaj moči za mišice nog, ki so pri kolesarjenju najbolj pomembne, ter iz vaj moči za ostale pomembne mišice. Vaje so izbrane glede na sinergistične mišične skupine, prikazane so v tabeli 3. Za vsak sklop mišičnih skupin sta izbrani dve vaji, ki sta si po izvedbi giba ter učinku podobni. Na vadbena enoto se izbere samo eno izmed vaj, drugo vajo pa se uporabi na naslednji vadbena enoti. Na tak način se skuša v vadbo zajeti posebnosti različnih vaj. Vadba obsega tudi intenzivne intervale kolesarjenja na kolesarskemu trenažerju. Vse vaje se izvaja po principu vadbe po postajah, v vrstnem redu, ki je prikazan v tabeli 3. Odmor med posameznimi vajami je 2 min, odmori med serijami ter način izvajanja ponovitev so prikazani v tabeli 3. Metoda vadbe pri vajah moči (razen nekaterih, navedenih spodaj) je v osnovnem pripravljalnem obdobju submaksimalno mišično naprežanje. Število ponovitev je na začetku nekoliko višje, bremena pa nekoliko lažja, vse z namenom postopne anatomske adaptacije ter priprave vadečega na prihajajoča težja bremena. Izvajanje ponovitev pri tej metodi je tekoče-koncentrično. Bremena se nato postopoma zvišujejo, število ponovitev pa znižuje. Metoda vadbe nato v drugi polovici specialnega pripravljalnega obdobja preide na metodo kvazimaksimalnih mišičnih naprežanj. Poudarek je na maksimalno intenzivnem dvigu v koncentričnem delu, spuščanje bremena v ekscentričnem delu je izvedeno nadzorovano v počasnem tempu. Cilj vadbe je povečati maksimalno moč mišic, hkrati pa se izogniti pretreniranju in poškodbam. Intenzivni intervali kolesarjenja na trenažerju so vključeni z namenom, da se pridobljena moč kar najbolje prenese na kolo, saj je ta vaja izrazito situacijska. Kolesarjenje se izvaja z največjo možno intenzivnostjo, pri nizkih obratih (kadenca 60–70), sede na sedežu kolesa. Vaji pritegovanje kolen na prsi izmenično v opori sklečno na veliki žogi in pritegovanje kolen na prsi izmenično v opori ležno spredaj na podlahteh se izvajata na hiter tekoč-koncentričen način. Vaji dvigovanje boka iz opore ležno bočno na podlahti v oporo bočno na podlahti in stiskanje gumijastega obročka se izvajata na počasen tekoč-koncentričen način. Navijanje vrvice z utežjo na palico predročeno se izvaja na počasen tekoč način, samo vaja vztrajanje v opori bočno na podlahti pa se izvaja na izometričen način. Vadeči se mora na glavni del vadbene enote dobro pripraviti. Uvodni del zato sestoji iz 15 minut nizkointenzivnega kolesarjenja, kateremu sledijo dinamične raztezne gimnastične vaje, nato pa še ogrevalna serija prve vaje vadbene enote z lahkim bremenom. Zaključni del vadbene enote je sestavljen iz 10-minutnega nizkointenzivnega kolesarjenja in iz statičnih razteznih gimnastičnih vaj predvsem za mišice nog. Ko se moč vadečega poveča, je potrebno breme skladno povečevati. Izbrane vaje ter načrt obremenitve so prikazani v tabeli 3.



Tabela 3. Trening moči za kolesarje

Glavne vključene mišične skupine	Izbrane vaje	Osnovno pripravljalo obdobje		Specialno pripravljalo obdobje		Tekmovalno obdobje	Prehodno obdobje
		1-2 teden	3-10 teden	11-18 teden	19-22 teden	23-42 teden	43-52 teden
<b>Iztegovalke kolka, iztegovalke kolena, stabilizatorji trupa</b>	<b>- počep z drogom spredaj - počep z drogom zadaj</b>	3x12 RM Odmor med serijami 2 min. Ponovitve izvedene na počasen tekoč-koncentričen način. Koncentričen del traja 1 s, ekscentričen 2 s.	3x8 RM Odmor med serijami 3 min. Ponovitve izvedene na počasen tekoč-koncentričen način. Koncentričen del traja 1 s, ekscentričen 2 s.	3x6 RM Odmor med serijami 4 min. Ponovitve izvedene na počasen tekoč-koncentričen način. Koncentričen del traja 1 s, ekscentričen 2 s.	3x5 RM Odmor med serijami 5 min. Ponovitve izvedene ločeno. Koncentričen del izveden maksimalno hitro, ekscentričen del počasi nadzorovano.	2x4 RM Odmor med serijami 5 min. Ponovitve izvedene ločeno. Koncentričen del izveden maksimalno hitro, ekscentričen del počasi nadzorovano.	/
<b>Iztegovalke kolka, iztegovalke kolena, stabilizatorji trupa</b>	<b>- izpadni koraki - enonožna stopanja na 40 cm dvignjeno podlago</b>	3x12 RM Odmor med serijami 2 min. Ponovitve izvedene na počasen tekoč-koncentričen način. Koncentričen del traja 1 s, ekscentričen 2 s.	3x8 RM Odmor med serijami 3 min. Ponovitve izvedene na počasen tekoč-koncentričen način. Koncentričen del traja 1 s, ekscentričen 2 s.	3x6 RM Odmor med serijami 4 min. Ponovitve izvedene na počasen tekoč-koncentričen način. Koncentričen del traja 1 s, ekscentričen 2 s.	3x5 RM Odmor med serijami 5 min. Ponovitve izvedene ločeno. Koncentričen del izveden maksimalno hitro, ekscentričen del počasi nadzorovano.	2x4 RM Odmor med serijami 5 min. Ponovitve izvedene ločeno. Koncentričen del izveden maksimalno hitro, ekscentričen del počasi nadzorovano.	/
<b>Upogibalke kolena</b>	<b>- izteg v kolku na trenažerju - upogib kolena na trenažerju</b>	3x12 RM Odmor med serijami 2 min. Ponovitve izvedene na počasen tekoč-koncentričen način. Koncentričen del traja 1 s, ekscentričen 2 s.	3x8 RM Odmor med serijami 3 min. Ponovitve izvedene na počasen tekoč-koncentričen način. Koncentričen del traja 1 s, ekscentričen 2 s.	3x6 RM Odmor med serijami 4 min. Ponovitve izvedene na počasen tekoč-koncentričen način. Koncentričen del traja 1 s, ekscentričen 2 s.	3x5 RM Odmor med serijami 5 min. Ponovitve izvedene ločeno. Koncentričen del izveden maksimalno hitro, ekscentričen del počasi nadzorovano.	2x4 RM Odmor med serijami 5 min. Ponovitve izvedene ločeno. Koncentričen del izveden maksimalno hitro, ekscentričen del počasi nadzorovano.	/
<b>Upogibalke kolka</b>	<b>- upogib v kolku leže hrbtno, pokršeno v kolenih - dvig nog leže hrbtno</b>	3x12 RM Odmor med serijami 2 min. Ponovitve izvedene na počasen tekoč-koncentričen način. Koncentričen del traja 1 s, ekscentričen 2 s.	3x8 RM Odmor med serijami 3 min. Ponovitve izvedene na počasen tekoč-koncentričen način. Koncentričen del traja 1 s, ekscentričen 2 s.	3x6 RM Odmor med serijami 4 min. Ponovitve izvedene na počasen tekoč-koncentričen način. Koncentričen del traja 1 s, ekscentričen 2 s.	3x5 RM Odmor med serijami 5 min. Ponovitve izvedene ločeno. Koncentričen del izveden maksimalno hitro, ekscentričen del počasi nadzorovano.	2x4 RM Odmor med serijami 5 min. Ponovitve izvedene ločeno. Koncentričen del izveden maksimalno hitro, ekscentričen del počasi nadzorovano.	/

Iztegovalke skočnega sklepa	- dvig na prste sede na trenažerju - dvig na prste stoje	3x12 RM Odmor med serijami 2 min. Ponovitve izvedene na počasen tekoč-koncentričen način. Koncentričen del traja 1 s, ekscentričen 2 s.2 s.	3x8 RM Odmor med serijami 3 min. Ponovitve izvedene na počasen tekoč-koncentričen način. Koncentričen del traja 1 s, ekscentričen 2 s.	3x6 RM Odmor med serijami 4 min. P Ponovitve izvedene na počasen tekoč-koncentričen način. Koncentričen del traja 1 s, ekscentričen 2 s.	3x5 RM Odmor med serijami 5 min. Ponovitve izvedene ločeno. Koncentričen del izveden maksimalno hitro, ekscentričen del počasi nadzorovano.	2x4 RM Odmor med serijami 5 min. Ponovitve izvedene ločeno. Koncentričen del izveden maksimalno hitro, ekscentričen del počasi nadzorovano.	/
Iztegovalke kolka, iztegovalke kolena, iztegovalke skočnega sklepa, upogibalke kolena, upogibalke kolka	- maksimalno intenzivno kolesarjenje na kolesarskemu trenažerju sede pri kadenci 60-70	5x20 s Odmor med intervali 1 min	5x30 s Odmor med intervali 30 s	5x30 s Odmor med intervali 30 s	5x30 s Odmor med intervali 30 s	2x 30 s Odmor med intervali 30 s	/
Stabilizatorji trupa, upogibalke kolka	- pritegovanje kolen na prsi izmenično v opori sklečno na veliki žogi - pritegovanje kolen na prsi izmenično v opori ležno spredaj na podlahteh	3x20 s Odmor med ponovitvami 2 min. Pritegovanje kolen se izvaja na hiter tekoč-koncentričen način. Trup stabiliziran, napet.	3x30 s Odmor med ponovitvami 2 min. Pritegovanje kolen se izvaja na hiter tekoč-koncentričen način. Trup stabiliziran, napet.	3x30 s Odmor med ponovitvami 2 min. Pritegovanje kolen se izvaja na hiter tekoč-koncentričen način. Trup stabiliziran, napet.	3x30 s Odmor med ponovitvami 2 min. Pritegovanje kolen se izvaja na hiter tekoč-koncentričen način. Trup stabiliziran, napet.	2x20 s Odmor med ponovitvami 2 min. Pritegovanje kolen se izvaja na hiter tekoč-koncentričen način. Trup stabiliziran, napet.	/
Stabilizatorji trupa	- vztrajanje v opori bočno na podlahti, - dvigovanje boka iz opore ležno bočno na podlahti v oporo bočno na podlahti	3x20 s Odmor med ponovitvami 2 min. Dvigovanje boka izvedeno na počasen tekoč-koncentričen način. Koncentričen del traja 1 s, ekscentričen 2 s.	3x30 s Odmor med ponovitvami 2 min. Dvigovanje boka izvedeno na počasen tekoč-koncentričen način. Koncentričen del traja 1 s, ekscentričen 2 s.	3x30 s Odmor med ponovitvami 2 min. Dvigovanje boka izvedeno na počasen tekoč-koncentričen način. Koncentričen del traja 1 s, ekscentričen 2 s.	3x30 s Odmor med ponovitvami 2 min. Dvigovanje boka izvedeno na počasen tekoč-koncentričen način. Koncentričen del traja 1 s, ekscentričen 2 s.	2x20 s Odmor med ponovitvami 2 min. Dvigovanje boka izvedeno na počasen tekoč-koncentričen način. Koncentričen del traja 1 s, ekscentričen 2 s.	/
Iztegovalke trupa, upogibalke komolca, mišice ramenskega obroča	- veslanje z drogom stoje v predklonu, - veslanje na trenažerju	3x12 RM Odmor med serijami 2 min. Ponovitve izvedene na počasen tekoč-koncentričen način.	3x8 RM Odmor med serijami 3 min. Ponovitve izvedene na počasen tekoč-koncentričen način.	3x6 RM Odmor med serijami 4 min. Ponovitve izvedene na počasen tekoč-koncentričen način.	3x5 RM Odmor med serijami 5 min. Ponovitve izvedene ločeno. Koncentričen del izveden maksimalno	2x4 RM Odmor med serijami 5 min. Ponovitve izvedene ločeno. Koncentričen del izveden maksimalno	/

		Koncentričen del traja 1 s, ekscentričen 2 s.	Koncentričen del traja 1 s, ekscentričen 2 s.	Koncentričen del traja 1 s, ekscentričen 2 s.	hitro, ekscentričen del počasi nadzorovano.	hitro, ekscentričen del počasi nadzorovano.	
<b>Upogibalke zapestja, iztegovalke zapestja</b>	<b>- navijanje vrvic z utežjo na palico predročeno, - stiskanje gumijastega obročka</b>	3x20 s Odmor med ponovitvami 2 min. Navijanje izvedeno na počasen tekoč način. Stiskanje obročka izvedeno na počasen tekoč-koncentričen način.	3x30 s Odmor med ponovitvami 2 min. Navijanje izvedeno na počasen tekoč način. Stiskanje obročka izvedeno na počasen tekoč-koncentričen način.	3x30 s Odmor med ponovitvami 2 min. Navijanje izvedeno na počasen tekoč način. Stiskanje obročka izvedeno na počasen tekoč-koncentričen način.	3x30 s Odmor med ponovitvami 2 min. Navijanje izvedeno na počasen tekoč način. Stiskanje obročka izvedeno na počasen tekoč-koncentričen način.	2x20 s Odmor med ponovitvami 2 min. Navijanje izvedeno na počasen tekoč način. Stiskanje obročka izvedeno na počasen tekoč-koncentričen način.	/

Legenda. RM – maksimalno število ponovitev z bremenom, ki ga vadeči še zmore opraviti.  
Tabela 2 prikazuje izbrane vaje, načrt obremenitve ter ciklizacijo programa vadbe moči.

### 3. SKLEP

Namen diplomske naloge je bil predstaviti vpliv vadbe moči na tekmovalno cestno-kolesarsko zmogljivost ter na parametre, ki to zmogljivost določajo. Vadba moči in vzdržljivostni kolesarski trening sta si različna in imata na človeški organizem različne učinke. Kolesarji in njihovi trenerji so se v preteklosti vadbi za moč izogibali, saj naj bi ta lahko kolesarjem škodovala. Pregled raziskav na to temo, ki so bile narejene v zadnjih letih, je pokazal, da je vadbo za moč in kolesarski trening moč združiti in s tem izboljšati kolesarsko zmogljivost.

Dodatna vadba moči ob že obstoječem vzdržljivostnem kolesarskem treningu poveča proizvedeno moč pri VO<sub>2</sub>max (W<sub>max</sub>) in čas do izčrpanja pri W<sub>max</sub> (Aagaard idr., 2011; Hansen idr., 2012; Paton in Hopkins, 2005; Psilander idr., 2014; Ronnestad idr., 2010). Poveča tudi povprečno proizvedeno moč pri 40-minutnem kolesarjenju na vso moč (Ronnestad idr., 2010). Do drugačnih zaključkov so v svoji raziskavi prišli Jackson idr. (2007), ki med kontrolno skupino ter skupino, ki je izvajala vadbo za moč, niso opazili razlik. Raziskave kažejo tudi znatno izboljšanje največje proizvedene moči na krajših razdaljah (Paton in Hopkins, 2005; Psilander idr., 2014; Ronnestad idr., 2010). Vadba za moč izboljša tudi maksimalno moč mišic (Aagaard idr., 2011; Hansen idr., 2012; Hauswirth idr., 2010; Jackson idr., 2007; Psilander idr., 2014; Ronnestad idr., 2010). Tudi na ekonomičnost kolesarjenja ima lahko vadba za moč pozitiven vpliv (Jackson idr., 2007; Hansen idr., 2012; Paton in Hopkins), vendar pa je prav tako veliko raziskav prišlo do nasprotnih zaključkov (Aagaard idr., 2011; Hauswirth idr., 2010; Psilander idr., 2014). Tudi pri preučevanju vpliva vadbe moči na laktatni profil so bili zaključki raziskav različni. Paton in Hopkins (2005); Ronnestad idr. (2010) so ugotovili pozitiven vpliv vadbe moči na laktatni profil, Jackson idr. (2007) pa niso med kontrolno in skupino, ki je izvajala tudi vadbo moči, opazili nobene razlike. Samo Psilander idr. (2014) so ugotovili negativen vpliv vadbe moči na laktatni profil, saj je slednjega izboljšala samo kontrolna skupina. Aagaard idr. (2011) so ugotovili, da ima vadba moči za posledico povečanje deleža hitrih oksidativnih mišičnih vlaken in hkratno zmanjšanje deleža hitrih glikolitičnih vlaken. Vadba za moč ne poveča števila mitohondrijev in aktivnosti encimov, ki katalizirajo aerobne energijske procese. Še več, vadba moči je temu celo škodovala, saj je samo kontrolna skupina izboljšala omenjena parametra (Psilander idr., 2014). Vadba za moč tudi ne izboljša VO<sub>2</sub>max (Aagaard idr., 2011; Hansen idr., 2012; Hauswirth idr., 2010; Psilander idr., 2014; Ronnestad idr., 2010). Samo Ronnestad idr. (2010) so pri kolesarjih, ki so izvajali vadbo za moč, ugotovili povečanje prečnega preseka mišic nog ob hkratni nespremenjeni telesni teži.

Glavni mehanizem za izboljšanje kolesarske zmogljivosti naj bi bilo povečanje maksimalne moči počasnih mišičnih vlaken. Ta naj bi zaradi tega pri enaki submaksimalni obremenitvi delovala pri nižjem odstotku maksimalne moči, zato pride do njihovega utrujanja kasneje, s tem pa se zakasni aktivacija manj ekonomičnih hitrih mišičnih vlaken. Utrujenost se zato pojavi kasneje, kolesar lahko kolesari dlje (Aagaard idr., 2011; Hauswirth idr., 2010; Jackson idr., 2007; Paton in Hopkins, 2005). Verjeten mehanizem napredka je tudi povečanje deleža tipa mišičnih vlaken 2a in hkratno zmanjšanje deleža mišičnih vlaken tipa 2b (Aagaard idr., 2011). Tretji najbolj potencialen mehanizem napredka je izboljšana sposobnost mišic za hitro proizvajanje sile, kar naj bi dovoljevalo mišici, da je med kontrakcijami več časa v sproščeni fazi, ko je dotok krvi v mišico neoviran (Aagaard idr., 2011).

Čeprav nekatere raziskave kažejo izrazite pozitivne učinke vadbe za moč na kolesarsko zmogljivost, pa so potrebne nadaljnje raziskave na tem področju, saj obstaja veliko spremenljivk, ki utegnejo vplivati na rezultate izsledkov raziskav. Tako lahko postane vpliv vadbe moči na zmogljivost kolesarja manj jasen. S to diplomsko nalogo želim prispevati k lažjemu razumevanju vpliva vadbe moči na kolesarsko zmogljivost.

## 4. VIRI

- Aagaard, P., Andersen, J. L., Bannekou, M., Larsson, B., Olesen, J. L., Crameri, R., ... Kjaer, M. (2011). Effects of resistance training on endurance capacity and muscle fiber composition in young top-level cyclists. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 21, 298-307.
- Burke, E. (1995). *Serious cycling*. Champaign (IL): Human Kinetics.
- Ertl, D. (2015). *Cyclesport Coaching*. Pridobljeno 9.9.2015 iz <http://www.cyclesportcoaching.com/articleDraftlines5.html>
- Faria, E. W., Parker, D. L in Faria, I. E. (2005a). The Science of Cycling, Physiology and Training – Part 1. *Sports Med*, 35(4), 285-312.
- Faria, E. W., Parker, D. L in Faria, I. E. (2005b). The Science of Cycling, Factors Affecting Performance – Part 2. *Sports Med*, 35(4), 313-337.
- Fonda, B. in Šarabon, N. (2010a). Biomechanics of Cycling. *Sport Science Review*, 19(1-2), 187-210.
- Fonda, B. In Šarabon, N. (2010b). Inter-muscular coordination during uphill cycling in a seated position: A pilot study. *Kinesiologia Slovenica*, 16(1-2), 10-15.
- Friel, J. (1997). *The cyclist's training bible*. Zagreb: Gopal.
- Hansen, E. A., Ronnestad, B. R., Vegge, G. in Raastad T. (2012). Cyclists' Improvement of Pedaling Efficacy and Performance After Heavy Strength Training. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 7, 313-321.
- Hauswirth, C., Argentin, S., Bieuzen, F., Meur, Y. L., Couturier, A. in Brisswalter, J. (2010). Endurance and strength training effects on physiological and muscular parameters during prolonged cycling. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 20, 330-339.
- Issurin, V. & Dreshman, R. (2012). Alternative Approach to Training for Endurance Athletes: Block Periodization. In: Mujika, I. eds. *Endurance Training: Science and Practice*; 11-19.
- Jackson, N. P., Hickey, M. S. in Reiser, R. F. (2007). High resistance / low repetition vs. Low resistance / high repetition training: Effects on performance of trained cyclists. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(1), 289-295. Pridobljeno 30.7.2015 iz <http://web.a.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=a7a9ce55-4dbb-4cb0-ba37-1be7a47e7a4a%40sessionmgr4003&vid=14&hid=4109>
- Kavaš, M. (2013). *Trening kolesarjev: praktični vidik*. Kranj: Izdano v samozaložbi.

- Medhus, J. B. (b.d). *12-Week Winter Training Program*. Pridobljeno iz <http://www.training4cyclists.com/12-week-winter-training-program>
- Paton, C. in Hopkins, W. (2005). Combining explosive and high-resistance training improves performance in competitive cyclists. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(4), 826-830. Pridobljeno 30.7.2015 iz <http://web.a.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=a7a9ce55-4dbb-4cb0-ba37-1be7a47e7a4a%40sessionmgr4003&vid=7&hid=4109>
- Psilander, N., Frank, P., Flockhart, M., Sahlin, K. (2014). Adding strength to endurance training does not enhance aerobic capacity in cyclists. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*.
- Rønnestad, B. R., Hansen, E. A. in Raastad, T. (2010). In-season strength maintenance training increases well-trained cyclists' performance. *European Journal of Applied Physiology*, 110, 1269-1282.
- Rønnestad, B. R. in Mujika, I. (2013). Optimizing strength training for running and cycling endurance performance – a review. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*.
- Shepard, R. J., Åstrand, P.-O. (ur.) (2000). *Endurance in sport*. London: Blackwell Science Ltd.
- Silberman, M. R., Webner, D., Collina, S. in Shiple, B. J. (2005). Road Bicycle Fit. *Clin J Sport Med*, 15, 271-276.
- Sovndal, S. (2009). *Cycling anatomy*. Champaign (IL): Human Kinetics.
- Strojnik, V. (2012). *Vadba za moč, gibljivost in senzomotorična vadba (zapiski predavanj)*. Neobjavljeno delo. Fakulteta za šport, Univerza v Ljubljani, Ljubljana, Slovenija.
- Tanaka, H. in Swensen, T. (1998). Impact of Resistance Training on Endurance Performance: A New Form of Cross-Training?. *Sports Med*, 25(3), 191-200. Pridobljeno 30.7.2015 iz <http://web.a.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=a7a9ce55-4dbb-4cb0-ba37-1be7a47e7a4a%40sessionmgr4003&vid=11&hid=4109>
- Timmer, C. A. W. (1991). Cycling Biomechanics: A Literature Review. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 14(3), 106-113.
- Union Cycliste Internationale. (2015). Pridobljeno 2.8.2015 iz <http://www.uci.ch/>
- Ušaj, A. (2003). *Kratek pregled osnov športnega treniranja*. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport, Inštitut za šport.